

Государственное бюджетное учреждение
«Санкт-Петербургский институт скорой
помощи им. И.И. Джанелидзе»



Полное наименование издания:
«Журнал Неотложная хирургия
им. И.И. Джанелидзе»

Издание зарегистрировано в Федеральной
службе по надзору за соблюдением
законодательства в сфере массовых
коммуникаций. Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-86389 от 27 ноября 2023 г.

ISSN: 2712 — 9632

Периодичность издания: 4 раза в год

Главный редактор:
д.м.н. профессор
Парфенов Валерий Евгеньевич

Заместители главного редактора:
д.м.н. профессор
Мануковский Вадим Анатольевич
д.м.н. профессор
Самохвалов Игорь Маркеллович
д.м.н. профессор Демко Андрей Евгеньевич

Секретарь:
д.м.н. доцент Насер Надежда Рамезовна

Издательство: ГБУ «Санкт-Петербургский
институт скорой помощи
им. И.И. Джанелидзе»
Адрес редакции и издательства:
192242, Санкт-Петербург, ул. Будапештская,
д. 3, литер А
Тел. / Tel.: +7 (812) 774-86-75
+7 (812) 384-46-64
E-mail: nh@emergency.spb.ru
info@emergency.spb.ru
<http://emerg-surgery.ru/>

**Входит в перечень ВАК периодических
научных и научно-технических изданий,
выпускаемых в Российской Федерации, в
которых рекомендуется публикация основных
результатов диссертаций на соискание
ученой степени доктора или кандидата наук
(распоряжение Минобрнауки России от 09
апреля 2024 г. № 132-р., список от 15.04.2024
г.) по специальностям: 3.1.10. — Нейрохирургия
(медицинские науки); 3.1.25. — Лучевая
диагностика (медицинские науки); 3.1.8. —
Травматология и ортопедия (медицинские
науки); 3.1.9 — Хирургия (медицинские науки)**

Электронная версия журнала доступна
на сайте института (<https://emergency.spb.ru/manh/manh-journal/>), сайте журнала
<http://emerg-surgery.ru/> и в Научной
электронной библиотеке (https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=75970)

**Журнал
НЕОТЛОЖНАЯ ХИРУРГИЯ
им. И.И. Джанелидзе
2024 № 3 (16)**

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

к.м.н. доцент В.С. Афончиков (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. доцент И.М. Барсукова (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор В.Г. Вербицкий (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор А.Е. Демко (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор Е.В. Зиновьев (Санкт-Петербург, Россия), к.м.н. Д.В. Кандыба (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор В.А. Мануковский (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. доцент Н.Р. Насер (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор В.Е. Парфенов (Санкт-Петербург, Россия), чл.-корр. РАН, д.м.н. профессор С.С. Петриков (Москва, Россия), д.м.н. профессор В.Е. Савелло (Санкт-Петербург, Россия), к.м.н. доцент Д.В. Сви-стов (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор И.М. Самохвалов (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. доцент Д.А. Суров (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор А.Н. Тулунов (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор В.В. Хоминец (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор С.А. Шляпников (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор А.В. Щеголев (Санкт-Петербург, Россия).

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

д.м.н. доцент К.В. Атаманов (Новосибирск, Россия), д.м.н. академик РАН С.Ф. Багненко (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. доцент С.С. Багненко (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор В.И. Бадалов (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. И.М. Батыршин (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор И.Г. Беленький (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. член-корр. РАН А.М. Беляев (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор И.В. Бойков (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор А.В. Бондаренко (Барнаул, Россия), д.м.н. профессор А.В. Борсуков (Смоленск, Россия), д.м.н. профессор П.Г. Брюсов (Москва, Россия), д.м.н. профессор Н.И. Вишняков (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор В.А. Волчков (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. С.И. Гильфанов (Москва, Россия), д.м.н. профессор С.И. Глушков (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. академик РАН Д.А. Гранов (Санкт-Петербург, Россия), к.м.н. С.В. Дорогинин (Смоленск, Россия), д.м.н. член-корр. РАН А.А. Гринь (Москва, Россия), д.м.н. профессор А.А. Завражнов (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор М.Ю. Кабанов (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. доцент А.М. Карачун (Санкт-Петербург, Россия), к.м.н. доцент Н.А. Касимовская (Москва, Россия), д.м.н. Ю.Б. Кашанский (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор Б.Н. Котив (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. академик РАН В.В. Крылов (Москва, Россия), д.м.н. доцент А.Л. Кудяшев (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор В.Н. Лапшин (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. доцент Р.Е. Лахин (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор Е.Ю. Левчик (Екатеринбург, Россия), д.м.н. профессор В.М. Луфт (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. академик РАН Н.А. Майстренко (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор Д.А. Маланин (Волгоград, Россия), д.м.н. доцент Б.В. Мартынов (Санкт-Петербург, Россия), к.м.н. А.И. Махновский (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. Е.Б. Милюевская (Россия, Москва), д.м.н. профессор И.П. Миннуллин (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор А.Г. Мирошниченко (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор В.П. Орлов (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор С.В. Петров (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. Л.П. Пивоварова (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор С.А. Повзун (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор А.А. Поликарпов (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор М.Л. Рогаль (Москва, Россия), д.м.н. профессор Н.Н. Рухляда (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор А.А. Суфианов (Тюмень, Россия), д.м.н., профессор Г.И. Синенченко (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. доцент А.А. Солодов (Москва, Россия), д.м.н. профессор А.В. Савелло (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. доцент А.П. Спасова (Петрозаводск, Россия), д.м.н. профессор А.А. Сперанская (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор В.В. Стрижелецкий (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н., доцент В.М. Теплов (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. член-корр. РАН Р.М. Тихилов (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор В.Н. Троян (Москва, Россия), д.м.н. профессор А.М. Хаджибаев (Ташкент, Узбекистан), д.м.н. профессор Н.Н. Хачатрян (Москва, Россия), д.м.н. академик РАН Г.Г. Хубулава (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. академик РАН М.Ш. Хубутия (Москва, Россия), д.м.н. профессор С.И. Шляффер (Россия, Москва), д.м.н. профессор О.Н. Эргашев (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор П.К. Яблонский (Санкт-Петербург, Россия).

К публикации принимаются только научные статьи, подготовленные в соответствии с правилами для авторов. Направляя статью в редакцию, авторы принимают условия договора публичной оферты. Точка зрения авторов может не совпадать с мнением редакции.



Full name of the publication: The journal of
“Emergency Surgery named after
I.I.Dzanelidze”

The publication is registered with the Federal
Service for Supervision of Compliance
with Legislation in the Field of Mass
Communications. Certificate of registration of PI
No. FS77-86389 dated November 27, 2023

ISSN: 2712 — 9632

Frequency of publication: 4 times a year

Editor-in-Chief:

Dr.Sci. (Medicine) professor Parfyonov Valeriy
Evgenievich

Deputy chief editors:

Dr.Sci. (Medicine) professor
Manukovsky Vadim Anatolyevich
Dr.Sci. (Medicine) professor
Samokhvalov Igor Markellovich
Dr.Sci. (Medicine) professor Demko Andrey
Evgenievich

Secretary:

Dr.Sci. (Medicine) associate professor
Naser Nadezhda Ramezovna

Publishing house: GBU “St. Petersburg
Institute of Emergency Medicine named after
I.I. Dzhaneldidze”

Address of the editorial office and publishing house:
192242, Saint-Petersburg, Budapestskaya st., 3,
letter A

Tel.: +7 (812) 774-86-75

+7 (812) 384-46-64

E-mail: nh@emergency.spb.ru

info@emergency.spb.ru

<http://emerg-surgery.ru/>

Electronic version is available on the institute’s
website (<https://emergency.spb.ru/manh/manh-journal/>), on the journal’s website <http://emerg-surgery.ru/> and in the Russian Science Citation
Index (https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=75970)

EDITORIAL BOARD:

Ph.D. associate professor V.S. Afonchikov (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) associate professor I.M. Barsukova (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor V.G. Verbitsky (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor A.E. Demko. (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor E.V. Zinoviev (St. Petersburg, Russia), Ph.D. D.V. Kandyba (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor V.A. Manukovsky (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) associate professor N.R. Nasser (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor V.E. Parfenov (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor of RAS S.S. Petrikov (Moscow, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor V.E. Savello (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor I.M. Samokhvalov (St. Petersburg, Russia), Ph.D. associate professor D.V. Svistov (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) associate Professor D.A. Surov (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) Professor A.N. Tulupov (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor V.V. Khominets (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor S.A. Shlyapnikov (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor A.V. Shehegolev (St. Petersburg, Russia).

EDITORIAL COUNCIL:

Dr.Sci. (Medicine) associate professor K.V. Atamanov (Novosibirsk, Russia), Dr.Sci. (Medicine) academician of RAS S.F. Bagnenko (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) associate professor S.S. Bagnenko (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor V.I. Badalov (Санкт-Петербург, Россия), Dr.Sci. (Medicine) I.M. Batyrshin (Санкт-Петербург, Россия), Dr.Sci. (Medicine) professor I.G. Belenky (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) cor. memb. of RAS A.M. Belyaev (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor I.V. Boykov (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor A.V. Bondarenko (Barnaul, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor A.V. Borsukov (Smolensk, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor P.G. Bryusov (Moscow, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor V.A. Volchikov (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor S.I. Glushkov (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) academician of RAS D.A. Granov (St. Petersburg, Russia), Ph.D. S.V. Doroginin (Smolensk, Russia), Dr.Sci. (Medicine) cor. memb. of RAS A.A. Grin (Moscow, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor A.A. Zavrazhnov (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor M.Y. Kabanov (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) associate professor A.M. Karachun (St. Petersburg, Russia), Ph.D. associate professor N.A. Kasimovskaya (Moscow, Russia), Dr.Sci. (Medicine) Yu.B. Kashansky (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor B.N. Kotiv (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) academician of RAS V.V. Krylov (Moscow, Russia), Dr.Sci. (Medicine) associate professor A.L. Kudiashev (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor V.N. Lapshin (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) associate professor R.E. Lakhin (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor E.Y. Levchik (Ekaterinburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor V.M. Luft (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) academician of the RAS N.A. Maistrenko (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor D.A. Malanin (Volgograd, Russia), Dr.Sci. (Medicine) associate professor B.V. Martynov (St. Petersburg, Russia), Ph.D. A.I. Makhnovsky (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) E.B. Milievskaya (Moscow, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor I.P. Minnullin (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor A.G. Miroshnichenko (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor V.P. Orlov (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) S.P. Nokhrin (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor S.V. Petrov (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) L.P. Pivovarova (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor S.A. Povzun (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor A.A. Polikarpov (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor M.L. Rogal (Moscow, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor N.N. Rukhlyada (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor S.I. Shliaria (Moscow, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor G.I. Sinenchenko (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) associate professor A.A. Solodov (Moscow, Russia), Dr.Sci. (Medicine) Professor A.V. Savello (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) associate professor A.P. Spasova (Petrozavodsk, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor A.A. Speranskaia (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor V.V. Strizheletsky (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor A.A. Sufianov (Tyumen, Russia), Dr.Sci. (Medicine) associate professor V.M. Teplov (Saint-Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) cor. memb. of RAS R.M. Tikhilov (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor V.N. Trojan (Moscow, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor A.M. Khadzhibayev (Tashkent, Uzbekistan), Dr.Sci. (Medicine) professor N.N. Khachatryan (Moscow, Russia), Dr.Sci. (Medicine) academician of RAS G.G. Khubulava (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) academician of RAS M.Sh. Khubutia (Moscow, Russia), Dr.Sci. (Medicine) associate professor O.N. Ergashev (St. Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor N.I. Vishnyakov (Saint-Petersburg, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor P.K. Yablonsky (St. Petersburg, Russia).

Only the articles prepared with Author,s guidelines are accepted for publication. When submitting an article to the Editorial Board, the authors accept the terms and condition of the public offer agreement. Editorial opinion does not always coincide with the opinion of the authors.



Уважаемые коллеги!

Позвольте поздравить всех нас с выходом на новый научный уровень! Несмотря на относительно юный возраст, наше издание уже заслужило весьма высокую репутацию, и его можно по праву отнести к разряду высокопрофессиональных не только по составу авторов, читательской аудитории и оформлению, но и по выбору тематики номеров, над подготовкой которых работают настоящие мастера своего дела. В жизни журнала «Неотложная хирургия им. И.И. Джанелидзе» произошло очень значимое событие, открывающее перед изданием новые перспективы — журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук», утверждаемый Высшей аттестационной комиссией Министерства высшего образования и науки Российской Федерации по специальностям (распоряжение Минобрнауки России от 09 апреля 2024 г. № 132-р.): 3.1.10. — Нейрохирургия (медицинские науки), 3.1.25. — Лучевая диагностика (медицинские науки), 3.1.8. — Травматология и ортопедия (медицинские науки), 3.1.9. — Хирургия (медицинские науки), 3.1.25. — Лучевая диагностика (медицинские науки). В этот Перечень входят высококачественные издания, которые получили признание в нашем научном сообществе, включены в систему научной аттестации и играют определяющую роль в оценке научной деятельности российских вузов, НИИ, научных работников и соискателей научных степеней и званий. Выход первого номера в новом статусе — свидетельство наступления поры возмужания нашего журнала. Признание и уважение коллег — главное наше сегодняшнее достижение — результат ежедневной кропотливой работы каждого из тех, кто трудится над выпуском журнала. Объективное и оперативное освещение событий, на которые так богат мир медицины, попытки найти ответы на самые злободневные вопросы, которые изо дня в день ставит перед нами жизнь, вот что привлекает в нашем журнале.

Журнал представляет большой интерес для специалистов с различных точек зрения:

- как инструмент информационной поддержки их профессиональной деятельности, знакомящий с новыми нормативными документами, установками, взглядами и подходами, с развитием отрасли в целом;
- как инициатор научных проектов и организатор профессионального сообщества, способствующий проведению отраслевых региональных, общенациональных и международных мероприятий;
- как трибуна для публичного обмена мнениями, знанием и опытом.

Пользуясь случаем, хочется поздравить весь коллектив журнала «Неотложная хирургия» с выходом на новый научный уровень, а все медицинское профессиональное сообщество пригласить к сотрудничеству на благо нашего здравоохранения.



Мануковский В.А.



Парфенов В.Е.

Вадим Анатольевич Мануковский
Директор ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе», профессор, Заслуженный врач РФ

Парфенов Валерий Евгеньевич
Главный редактор журнала «Неотложная хирургия им. И.И. Джанелидзе»,
научный руководитель ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе», профессор, Заслуженный врач РФ



СОДЕРЖАНИЕ

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ХИРУРГИИ ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

1. МНОГОЭТАПНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТА С МНОЖЕСТВЕННЫМИ СВИЩАМИ
ТОНКОЙ КИШКИ
В.В. АТАМАНОВ, К.В. АТАМАНОВ, Ю.С. ВАЙНЕР, Е.Ю. ЛЕВЧИК8
2. ОЦЕНКА КОРКОВОГО СЛОЯ ПОЧЕК ПО ДАННЫМ МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОГО
КОМПЛЕКСА КОНТРАСТ-УСИЛЕННОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ И
ЭЛАСТОГРАФИИ (2D-SWE) У БОЛЬНЫХ С СД 2 ТИПА РАЗЛИЧНОГО КЛИНИЧЕСКОГО
ТЕЧЕНИЯ
О.А. ГОРБАТЕНКО, А.В. БОРСУКОВ16
3. ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОХИРУРГИЧЕСКОЙ НЕКРЭКТОМИИ У ПАЦИЕНТОВ
С ДЕФЕКТАМИ МЯГКИХ ТКАНЕЙ
А.В. КОСТЯКОВА, Е.В. ЗИНОВЬЕВ, А.В. СЕМИГЛАЗОВ, Д.В. КОСТЯКОВ, П.К. КРЫЛОВ30
4. К ВОПРОСУ О ПРЕДОПЕРАЦИОННОМ ПЛАНИРОВАНИИ ХИРУРГИЧЕСКИХ
ВМЕШАТЕЛЬСТВ ПРИ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С ПСМТ В НИЖНЕГРУДНОМ И
ПОЯСНИЧНОМ ОТДЕЛАХ ПОЗВОНОЧНИКА
В.А. МАНУКОВСКИЙ, А.А. АФАУНОВ, И.В. БАСАНКИН, Н.С. ЧАЙКИН, А.А. ГЮЛЬЗАТЯН37
5. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ РАНЕНЫХ ПОСЛЕ
ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ И МИННО-ВЗРЫВНЫХ РАНЕНИЙ ПОЗВОНОЧНИКА
И СПИННОГО МОЗГА
В.П. ОРЛОВ, С.Д. МИРЗАМЕТОВ, О.В. МАЛЫШЕВА, Д.В. СВИСТОВ56
6. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МРТ И МСКТ В НЕОТЛОЖНОЙ ДИАГНОСТИКЕ
ДИФFUЗНОГО АКСОНАЛЬНОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА
ПРИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЕ
*В.Е. САВЕЛЛО, Т.А. ШУМАКОВА, А.Н. КОСТЕНИКОВ, А.В. МАРЧЕНКО, Д.А. НИКИТИН,
А.А. СОКОЛОВ, А.С. КАЗАНКИН*66
7. СТРЕСС-ПРОТЕКТИВНОЕ ДЕЙСТВИЕ ОБЩЕЙ КОМБИНИРОВАННОЙ АНЕСТЕЗИИ
ПРИ ВЫСОКОТРАВМАТИЧНЫХ ОПЕРАТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ
*И.А. СОКОРНОВ, Л.П. ПИВОВАРОВА, В.Н. ЛАПШИН, М.Е. МАЛЫШЕВ, И.В. ОСИПОВА,
О.Б. АРИСКИНА, Н.К. РАЗУМОВА*76
8. ЭПИДЕМИОЛОГИЯ ХИРУРГИЧЕСКОГО СЕПСИСА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ.
ОПЫТ РАБОТЫ ГОРОДСКОГО ЦЕНТРА ПО ЛЕЧЕНИЮ ТЯЖЕЛОГО СЕПСИСА
*О.Н. ЭРГАШЕВ, В.А. МАНУКОВСКИЙ, С.А. ШЛЯПНИКОВ, Н.Р. НАСЕР, М.Г. ДАРЬИНА,
В.Е. ПАРФЕНОВ*82

ОБЗОРЫ И КЛИНИЧЕСКИЕ СЛУЧАИ

9. НЕФАТАЛЬНЫЕ ОГНЕСТРЕЛЬНЫЕ РАНЕНИЯ СТВОЛА ГОЛОВНОГО МОЗГА:
ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И АНАЛИЗ СЕРИИ СЛУЧАЕВ
*Н.К. ВАСИЛЬЕВА, С.Д. МИРЗАМЕТОВ, Э.Ю. КЛИМЕНКОВА, В.К. КУУЛАР, К.А. ЧЕМОДАКОВА,
Д.В. СВИСТОВ*90
10. ПСЕВДОМЕМБРАНОЗНЫЙ КОЛИТ, РАЗВИВШИЙСЯ ПОСЛЕ ОПЕРАТИВНОГО
ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТА С МНОЖЕСТВЕННЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ РЁБЕР
С НАРУШЕНИЕМ РЁБЕРНОГО КАРКАСА
*М.В. ИСАЕВ, Г.А. ПИЧУТИНА, И.Г. БЕЛЕНЬКИЙ, Б.А. МАЙОРОВ, А.Е. ДЕМКО,
В.С. АФОНЧИКОВ, И.М. БАТЫРШИН*101



11. ИНТЕНСИВНАЯ ТЕРАПИЯ ТЯЖЕЛОЙ ГИПОТЕРМИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)
Р.Е. ЛАХИН111
12. ЛИПОМА ГЛАВНОГО БРОНХА КАК РЕДКОЕ КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ
ТУЛУПОВ А.Н., САФОВ М.И., ДЕМКО А.Е., ЕСЕНОКОВ А.А.126

СПЕЦВЫПУСК. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ

- ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО И.Г. БЕЛЕНЬКОГО133
13. РОЛЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ
В ТРАВМАТОЛОГИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)
ПОВАЛИЙ А.А., БЕЛЕНЬКИЙ И.Г.134
14. РЕГЕНЕРАЦИЯ КОСТИ И ПРИНЦИПЫ ЗАМЕЩЕНИЯ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ.
ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ
Д.Ю. РЕФИЦКАЯ, И.Г. БЕЛЕНЬКИЙ, Д.А. МАЛАНИН, Б.А. МАЙОРОВ, М.В. ДЕМЕЩЕНКО ...147
15. ЛЕЧЕНИЕ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОЙ РЕЦИДИВИРУЮЩЕЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ
ЛОКТЕВОГО СУСТАВА
*К.А. ЕГИАЗАРЯН, А.П. РАТЬЕВ, Г.Д. ЛАЗИШВИЛИ, М.А. ДАНИЛОВ, Н.С. ЕРШОВ,
Д.А. БАДРИЕВ*159
16. ВАРИАНТЫ ХИРУРГИЧЕСКИХ ДОСТУПОВ ПРИ ОПЕРАТИВНОМ ЛЕЧЕНИИ
ПАЦИЕНТОВ С ПЕРЕЛОМАМИ И ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ
ЛАТЕРАЛЬНОГО МЫШЦЕЛКА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ
Р.С. ЯГФАРОВ, И.А. ВОРОНКЕВИЧ, Д.В. СТАФЕЕВ170
17. ПРИМЕНЕНИЕ ИММУНОМОДУЛЯТОРОВ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ
БОЛЬНЫХ С ХРОНИЧЕСКИМ ОСТЕОМИЕЛИТОМ И ИНФИЦИРОВАННЫМИ
ЛОЖНЫМИ СУСТАВАМИ
С.А. ЛИННИК, Я.Б. ЦОЛОЛО183
18. ВЛИЯЕТ ЛИ КАЧЕСТВО ПЕРВИЧНОЙ РЕПОЗИЦИИ В АППАРАТЕ ВНЕШНЕЙ
ФИКСАЦИИ НА РЕЗУЛЬТАТ ЛЕЧЕНИЯ ПЕРЕЛОМОВ ДИСТАЛЬНОГО МЕТАЭПИФИЗА
БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ?
Б.А. МАЙОРОВ, И.Г. БЕЛЕНЬКИЙ, Г.Д. СЕРГЕЕВ, К.К. ГАДОВ189
19. ТОПОГРАФО-АНАТОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ
ЗАДНЕЛАТЕРАЛЬНОГО И ЗАДНЕМЕДИАЛЬНОГО ХИРУРГИЧЕСКИХ ДОСТУПОВ
К ЗАДНЕМУ ОТДЕЛУ ДИСТАЛЬНОГО МЕТАЭПИФИЗА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ
И.Г. БЕЛЕНЬКИЙ, Б.А. МАЙОРОВ, А.Ю. КОЧИШ, Г.Д. СЕРГЕЕВ, Ю.В. РЕФИЦКИЙ198

ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДОРОВЬЕ, ОРГАНИЗАЦИЯ И СОЦИОЛОГИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕДИКО-СОЦИАЛЬНАЯ ЭКСПЕРТИЗА. СЕСТРИНСКОЕ ДЕЛО

20. СИНДРОМ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ У МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА
ХИРУРГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ
М.В. ПОЛЮКОВА, И.М. БАРСУКОВА210
21. К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ВОЛЕИЗЪЯВЛЕНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЭКСТРЕННОГО
МЕДИЦИНСКОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА У ПАЦИЕНТОВ С «ПЬЯНОЙ» ТРАВМОЙ
Е.Ю. ТЯВОКИНА, И.М. БАРСУКОВА113
- ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ СТАТЕЙ126



CONTENTS

ACTUAL ISSUES IN SURGERY

ORIGINAL ARTICLES

1. MULTI-STAGE TREATMENT OF A PATIENT WITH MULTIPLE SMALL INTESTINAL FISTULAS
V.V. ATAMANOV, K.V. ATAMANOV, YU.S. VAINER, E.YU. LEVCHIK8
2. ASSESSMENT OF THE RENAL CORTICAL LAYER ACCORDING TO THE MULTIPARAMETRIC COMPLEX OF CONTRAST-ENHANCED ULTRASOUND AND ELASTOGRAPHY (2D-SWE) IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES OF VARIOUS CLINICAL COURSE
O.A. GORBATENKO, A.V. BORSUKOV16
3. USING BIOSURGICAL NECRECTOMY IN PATIENTS WITH SOFT TISSUE DEFECTS
A.V. KOSTYAKOVA, E.V. ZINOVIEV, A.V. SEMIGLAZOV, D.V. KOSTYAKOV, P.K. KRYLOV30
4. PREOPERATIVE PLANNING OF SURGICAL INTERVENTIONS IN THE TREATMENT OF PATIENTS WITH LOWER THORACIC AND LUMBAR SPINAL CORD INJURY
V.A. MANUKOVSKY, A.A. AFAUNOV, I.V. BASANKIN, N.S. CHAIKIN, A.A. GYULZATYAN37
5. METHOD OF APPLICATION OF DEVICE FOR REHABILITATION OF WOUNDED AFTER GUNSHOOT AND MINE-EXPLOSIVE WOUNDS OF THE SPINE AND SPINAL CORD
V.P. ORLOV, S.D. MIRZAMETOV, O.V. MALYSHEVA, D.V. SVISTOV56
6. COMPARATIVE POSSIBILITIES OF MRI AND MSCT IN THE EMERGENCY DIAGNOSTICS OF DIFFUSE AXONAL INJURY IN TRAUMATIC BRAIN INJURY BASED ON CLINICAL CASES
V.YE. SAVELLO, T.A. SHUMAKOVA, A.N. KOSTENIKOV, A.V. MARCHENKO, D.A. NIKITIN, A.A. SOKOLOV, A.S. KAZANKIN66
7. STRESS-PROTECTIVE EFFECT OF GENERAL COMBINED ANESTHESIA IN HIGHLY TRAUMATIC SURGICAL INTERVENTIONS
I.A. SOKORNOV, L.P. PIVOVAROVA, V.N. LAPSHIN, M.E. MALYSHEV, I.V. OSIPOVA, O.B. ARISKINA, N.K. RAZUMOVA76
8. EPIDEMIOLOGY OF SURGICAL SEPSIS IN ST. PETERSBURG. EXPERIENCE OF THE "CITY CENTER FOR THE TREATMENT OF SEVERE SEPSIS" OF THE ST. PETERSBURG I.I. DZHANELIDZE RESEARCH INSTITUTE OF EMERGENCY MEDICINE
O.N. ERGASHEV, V.A. MANUKOVSKY, S.A. SHLYAPNIKOV, N.R. NASER, DARYINA M.G., V.E. PARFENOV82

CLINICAL CASES AND REVIEW ARTICLES

9. NONFATAL GUNSHOT WOUNDS OF THE BRAINSTEM: REVIEW OF THE LITERATURE AND ANALYSIS OF CASE SERIES
N.K. VASILEVA, S.D. MIRZAMETOV, E.YU. KLIMENKOVA, V.K. KUULAR, K.A. CHEMODAKOVA, D.V. SVISTOV90
10. PSEUDOMEMBRANOUS COLITIS AFTER SURGICAL TREATMENT OF A PATIENT WITH MULTIPLE RIB FRACTURES WITH A FLAIL CHEST
M.V. ISAEV, G.A. PICHUGINA, I.G. BELEN'KIY, B.A. MAIOROV, A.E. DEMKO, V.S. AFONCHIKOV, I.M. BATYRSHIN101



11. INTENSIVE CARE FOR SEVERE HYPOTHERMIA (LITERATURE REVIEW) <i>R.E. LAKHIN</i>	111
12. MAIN BRONCHIAL LIPOMA AS A RARE CLINICAL OBSERVATION <i>A.N. TULUPOV, M.I. SAFOEV, A.E. DEMKO, A.A. ESENOKOV</i>	126
SPECIAL ISSUE IN TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS	
OPENING REMARKS BY I.G. BELENKY	133
13. THE ROLE OF COMPUTER TECHNOLOGIES IN DECISION-MAKING IN TRAUMATOLOGY (LITERATURE REVIEW) <i>A.A. POVALIY, I.G. BELENKY</i>	134
14. BONE REGENERATION AND PRINCIPLES OF BONE DEFECTS SUBSTITUTION. LITERATURE REVIEW <i>D.YU. REFITSKAYA, I.G. BELEN'KIY, D.A. MALANIN, B.A. MAYOROV, M.V. DEMESHCHENKO</i> ...	147
15. TREATMENT OF POST-TRAUMATIC RECURRENT INSTABILITY OF THE ELBOW JOINT <i>K.A. EGIJAZARYAN, A.P. RATYEV, G.D. LAZISHVILI, M.A. DANILOV, N.S. ERSHOV, D.A. BADRIEV</i>	159
16. VARIANTS OF SURGICAL ACCESSES IN SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH FRACTURES AND POSTTRAUMATIC DEFORMITIES OF THE LATERAL CONDYLE OF THE TIBIA (REVIEW) <i>R.S. YAGFAROV, I.A. VORONKEVICH, D.V. STAFEEV</i>	170
17. THE USE OF IMMUNOMODULATORS IN THE COMPLEX TREATMENT OF PATIENTS WITH CHRONIC OSTEOMYELITIS AND INFECTED PSEUDARTHROSIS <i>S.A. LINNIK, YA.B. TSOLOLO, P.P. ROMASHOV, G. KARAGEZOV, G.E. KVINIKADZE, M.B. SERGEEVA</i>	184
18. DOES THE QUALITY OF PRIMARY REDUCTION IN AN EXTERNAL FIXATOR AFFECT THE OUTCOME IN THE TREATMENT OF DISTAL TIBIAL METAEPHYSAL FRACTURES? <i>B.A. MAIOROV, I.G. BELEN'KII, G.D. SERGEEV, K.K. GADOEV</i>	189
19. TOPOGRAPHIC AND ANATOMICAL RATIONALE FOR THE CLINICAL APPLICATION OF POSTEROLATERAL AND POSTEROMEDIAL SURGICAL APPROACHES TO THE POSTERIOR PART OF THE DISTAL METAEPHYSIS OF THE TIBIA <i>I.G. BELEN'KIY, B.A. MAIOROV, A.YU. KOCHISH, G.D. SERGEEV, YU.V. REFITSKII</i>	198
NURSING AND PUBLIC HEALTH, AN ORGANIZATION AND SOCIOLOGY OF HEALTHCARE, MEDICAL AND SOCIAL EXPERTISE	
20. EMOTIONAL BURNOUT SYNDROME IN SURGICAL MEDICAL PERSONNEL <i>M.V. POLYUKOVA, I.M. BARSUKOVA</i>	210
21. ON THE ISSUE OF ASSESSING WILL WHEN PERFORMING EMERGENCY MEDICAL INTERVENTION WITH PATIENTS WITH "DRUNK" INJURY <i>E.YU. TYAVOKINA, I.M. BARSUKOVA</i>	216
RULES FOR PREPARING ARTICLES	222



УДК 616.352–007.253

DOI: 10.54866/27129632_2024_3_8

МНОГОЭТАПНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТА С МНОЖЕСТВЕННЫМИ СВИЩАМИ ТОНКОЙ КИШКИ

© **В.В. АТАМАНОВ**¹, К.В. АТАМАНОВ^{1,2}, Ю.С. ВАЙНЕР^{1,2}, Е.Ю. ЛЕВЧИК³

¹ ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Россия

² ГБУЗ Новосибирской области «Городская клиническая больница № 1», Новосибирск, Россия

³ ГАУЗ СО «СОКП Госпиталь для ветеранов войн» Министерства здравоохранения Свердловской области, Екатеринбург, Россия

РЕЗЮМЕ

В настоящее время ведущей стратегией является этапное лечение несформированных тонкокишечных свищей, обеспечивающее более высокую выживаемость пациентов. Одним из методов, дающих возможность длительного этапного лечения больных, является obturation тонкокишечных фистул.

Целью работы было показать эффективность применения технологии внутрикишечной obturation по В.В. Атаманову в многоэтапном лечении пациента с множественными несформированными свищами тонкой кишки на эвентрированных петлях. Показано, что obturation, вместе с полным выключением петли с одним из свищей межкишечным анастомозом, обеспечила выполнение восстановительного вмешательства в оптимальные сроки, с хорошим ближайшим и отдаленным результатами лечения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: наружные свищи тонкой кишки, этапное лечение, obturation свищей.

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Атаманов В.В., Атаманов К.В., Вайнер Ю.С., Левчик Е.Ю. Многоэтапное лечение пациента с множественными свищами тонкой кишки // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 3. С. 8–15.

MULTI-STAGE TREATMENT OF A PATIENT WITH MULTIPLE SMALL INTESTINAL FISTULAS

© **V.V. ATAMANOV**¹, K.V. ATAMANOV^{1,2}, YU.S. VAINER^{1,2}, E.YU. LEVCHIK³

¹ Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia

² State budgetary health care institution of the Novosibirsk region “Novosibirsk City Clinical Hospital № 1”, Novosibirsk, Russia

³ Sverdlovsk Regional Clinical Psychoneurological Hospital for War Veterans, Yekaterinburg, Russia

ABSTRACT

Currently, the leading strategy is the staged treatment of immature small intestinal fistulas, which ensures higher patient survival. One of the methods that creates the possibility of long-term staged treatment of patients is obturation of small intestinal fistulas. The purpose of the work was to show the effectiveness of using the technology of intrainstestinal obturation according to V.V. Atamanov in the multi-stage treatment of a patient with multiple unformed fistulas of the small intestine on eventrated loops, against the background of hard peritoneal adhesive process. It was shown that obturation, together with the surgical complete shutdown of the loop with one of the fistulas by intestinal anastomosis, ensured the implementation of restorative intervention in the optimal time frame, with good immediate and long-term treatment results.

KEYWORDS: external fistulas of the small intestine, staged treatment, obturation of fistulas.

TO CITE THIS ARTICLE. Atamanov V.V., Atamanov K.V., Vainer Yu.S., Levchik E.Yu. Multi-stage treatment of a patient with multiple small intestinal fistulas. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2024;(3):08–15.

Актуальность. Сложной проблемой современной абдоминальной хирургии остается лечение свищей тонкой кишки, возникающих после травм и операций на органах брюшной полости. К настоящему времени основной стратегией в ле-

чении несформированных и, особенно, множественных тонкокишечных фистул стало их двух- и многоэтапное лечение [1, 2]. Этот подход уже много десятилетий является ведущим в клиниках Новосибирского государственного медицинско-



го университета, благодаря деятельности Б.А. Вицына и его учеников (В.В. Атаманова, Е.М. Блажитко и др.) [3]. При этом самым доступным методом обеспечения длительного двух- и многоэтапного лечения больных является обтурация несформированных свищей, которую начинают применять уже на первом этапе [2, 3, 4, 5]. Применение обтурации позволяет прекратить или сократить безвозвратные потери кишечного содержимого, использовать, в качестве основного, естественное питание, нормализовать показатели белкового и электролитного обменов, сохранить самообслуживание и физическую активность больных до оптимальных для восстановительной операции сроков (3–6 месяцев после образования свища). Дополнительным, но важным эффектом обтурации свищей является профилактика механических нарушений проходимости отводящих от свища отрезков кишки. Публикаций, посвященных технологиям обтурации тонкокишечных фистул, немного. Поэтому мы сочли полезным представить данное клиническое наблюдение.

Цель: показать возможности технологии обтурации множественных свищей тонкой кишки в обеспечении стратегии многоэтапного лечения.

Материалы и методы. Пациент А., 34 г., история болезни № 65796, поступил в ГБУЗ «ГКБ № 1» г. Новосибирска после дорожно-транспортного происшествия 17.06.2011 с диагнозом: Сотрясение головного мозга, ушибы мягких тканей головы и лица, закрытые переломы VI, VII, VIII ребер слева, тупая травма живота.

В первые сутки наблюдения у пациента появились жалобы на боли в животе, положительные симптомы раздражения брюшины, количество лейкоцитов в общем анализе крови увеличилось до $12,9 \times 10^9/\text{л}$. По данным обзорной рентгенографии органов брюшной полости 18.06.2011 выявлены множественные тонкокишечные арки до 4 см в диаметре с горизонтальными уровнями жидкости, множественные чаши Клойбера. Оперирован в неотложном порядке 18.06.2011: Лапаротомия, ревизия, дренирование брюшной полости. Во время операции, при ревизии органов брюшной полости, брыжейка и петли тонкой кишки с множественными кровоизлияниями, паретичны, расширены до 4 см. В послеоперационном периоде появились симптомы острой спаечной тонкокишечной непроходимости; консервативное лечение без эффекта. 04.07.2011 выполнена неотложная релапаротомия, тотальный энтеролизис, полная назоинтестинальная интубация. Во всех отделах брюшной полости плоскостной спаечный процесс, кишечные петли расширены до 6 см. Во время разделения спаек в трех местах перфорирована

стенка тонкой кишки. Множественные участки десерозирования и 3 перфорации тонкой кишки ушиты отдельными швами викрилом 4/0 на атравматической игле.

08.07.2011 выявили несостоятельность швов ран тонкой кишки, и выполнили экстренную релапаротомию. При ревизии брюшной полости в проекции лапаротомной раны обнаружены три дефекта стенки тонкой кишки: в верхнем углу раны $0,5 \times 0,5$ см, в средней трети 6×4 см, в нижнем углу $2 \times 1,5$ см. Стенка кишки воспалена, инфильтрирована, петли расширены до 5 см, легко ранимы и плотно фиксированы между собой плоскостными спайками. Рана разведена, установлена двухпросветная силиконовая трубка для активной аспирации кишечного содержимого. Количество отделяемого по свищам на эвентрированных петлях, являвшихся дном раны, до 1200 мл в сутки (Рис. 1).

Результаты и их обсуждение. С целью уменьшения потерь кишечного содержимого, решено выполнить обтурацию всех трех дефектов тонкой кишки тремя отдельными обтурирующими пластинами, повторяющими форму сегментов кишки, несущих свищи (Рис. 2).

После изготовления элементов устройства 13.07.2011, в условиях перевязочной, выполнена обтурация дефектов кишечной стенки по методу В.В. Атаманова (1974). Схема устройства для обтурации несформированных кишечных свищей и его применения, представлена на рисунке 3.

Потери кишечного содержимого после обтурации свищей уменьшились до 500–600 мл в сутки. Пациенту проводили инфузионную терапию, дополнительное парентеральное питание, антибиотикотерапию, профилактику тромбоэмболических осложнений. Через 2,5 месяца после образования свищей для прекращения потерь кишечного химуса принято решение выполнить двустороннее выключение одного из трех кишечных свищей размером 6×4 см, открывавшегося в средней трети лапаротомной раны на расстоянии 95 см от связки Трейтца (Рис. 1), ввиду недостаточной эффективности его обтурации. После выполнения рентгенофистулографии и определения участков кишки для наложения анастомоза в приводящий и отводящий от свища отрезки кишки введены трубки для облегчения интраоперационного поиска места формирования межкишечного анастомоза (Рис. 4).

Перед операцией основные лабораторные показатели пациента были в пределах компенсации: эритроциты $4,2 \times 10^{12}/\text{л}$, гемоглобин 116 г/л, лейкоциты $9,3 \times 10^9/\text{л}$, гематокрит 37,5%, общий белок 66 г/л.



Рис. 1. Множественные несформированные тонкокишечные свищи на эвентрированных петлях. Свищ в нижнем углу раны — в 60 см от связки Трейтца, свищ в верхнем углу раны — 130 см от связки Трейтца, свищ в средней части раны — 95 см от связки Трейтца



Рис. 2. Внутрикишечные пластинчатые элементы obtуратора В.В. Атаманова (1974). Пластины изготовлены повторяющими форму сегментов кишки, несущих свищи

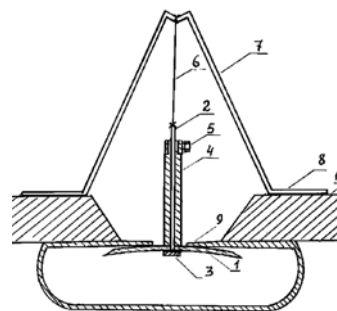


Рис. 3. Схематическое изображение устройства для obtурации несформированного кишечного свища по методу В.В. Атаманова (1974):

1. Протезирующая резиновая пластина. 2. Фиксирующая нить. 3. Ограничитель. 4. Резиновая втулка. 5. Винтовой зажим-фиксатор. 6. Резиновая тяга. 7. М-образная рамка. 8. Основание М-образной рамки. 9. Стенка кишки. 10. Слои брюшной стенки.

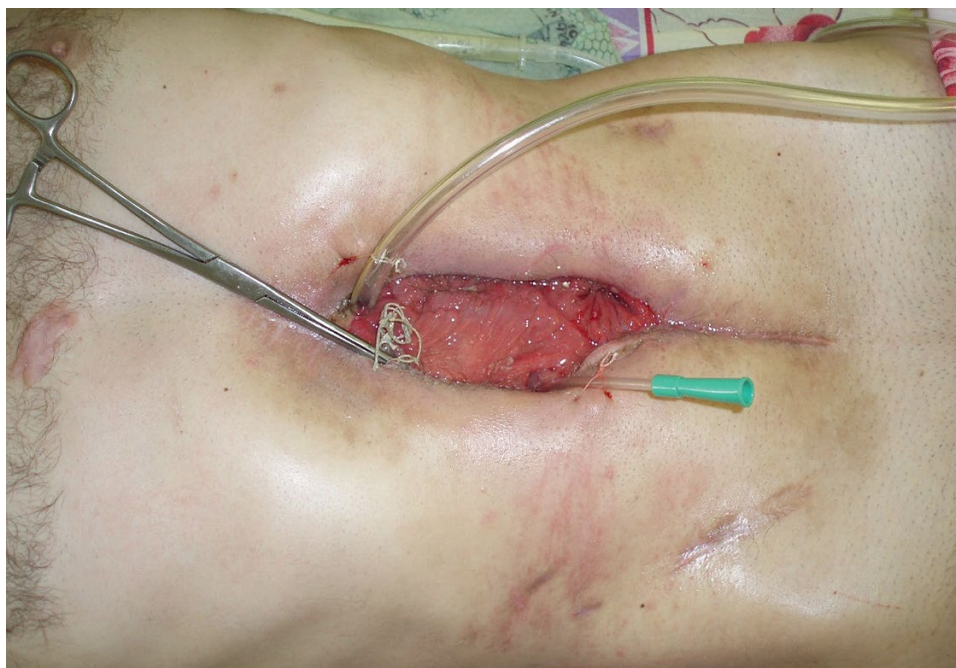


Рис. 4. Вид брюшной стенки больного через 2,5 месяца от момента образования кишечных свищей, перед операцией двустороннего выключения одной из петель тонкой кишки, несущей свищ

Плановая операция 22.09.2011: Двустороннее выключение петли тонкой кишки, несущей свищ. Из правостороннего параректального доступа, в стороне от срединной раны, выполнено двустороннее выключение одного из трех кишечных свищей анастомозом «бок в бок» (Рис. 5). При этом кишеч-

ная петля, несущая свищ, длиной 35 см, заглушена ушиванием двухрядными швами с обеих сторон.

Послеоперационный период протекал без осложнений. Оба оставшихся свища обтурировали еще в течение 3 месяцев до восстановительной операции (Рис. 6).

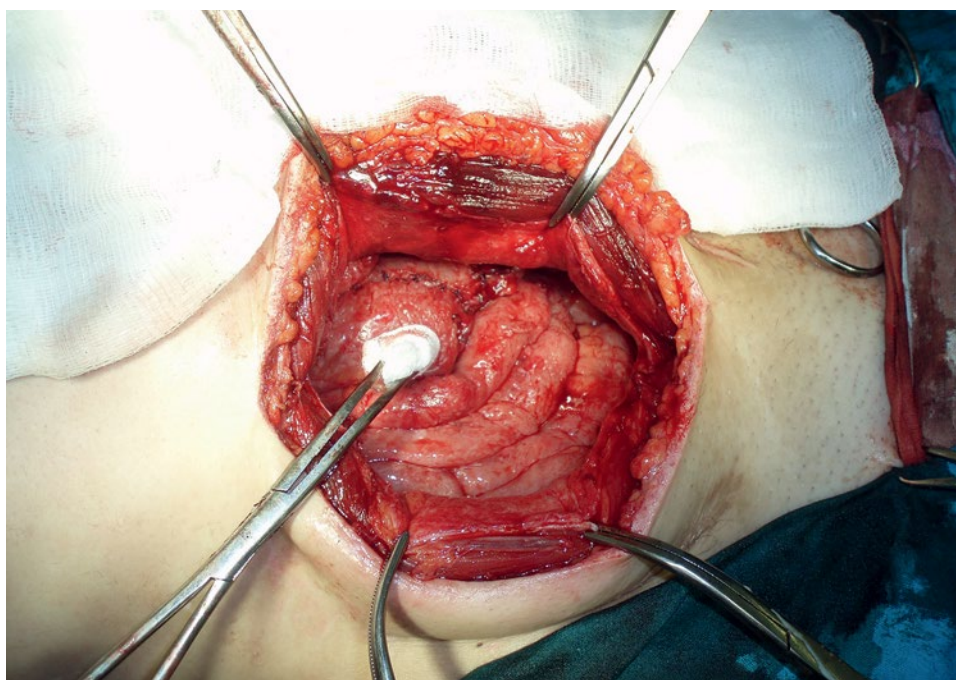


Рис. 5. Выполнение двустороннего выключения одного из трех тонкокишечных свищей энтероэнтероанастомозом «бок-в-бок»

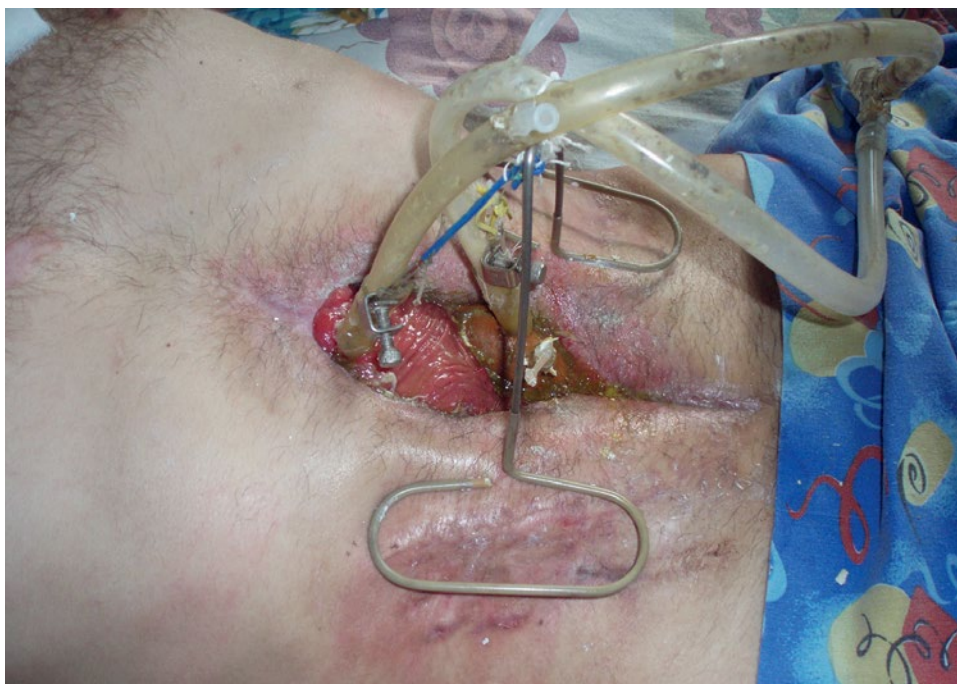


Рис. 6. Через 1 месяц после двустороннего выключения одного из трех кишечных свищей (3,5 месяца с момента их возникновения). Продолжена обтурация оставшихся двух свищей в 60 см и в 130 см от связки Трейтца

Потери кишечного химуса составляли всего 50–70 мл в сутки, что позволило отменить инфузионную терапию и использовать только естественное питание пациента. Для устойчивости

положения пластин обтуратора в канале кишки, осуществляли постоянную пластырную фиксацию и сведение краев раны брюшной стенки (Рис. 7), что позволило активизировать пациента (Рис. 8).

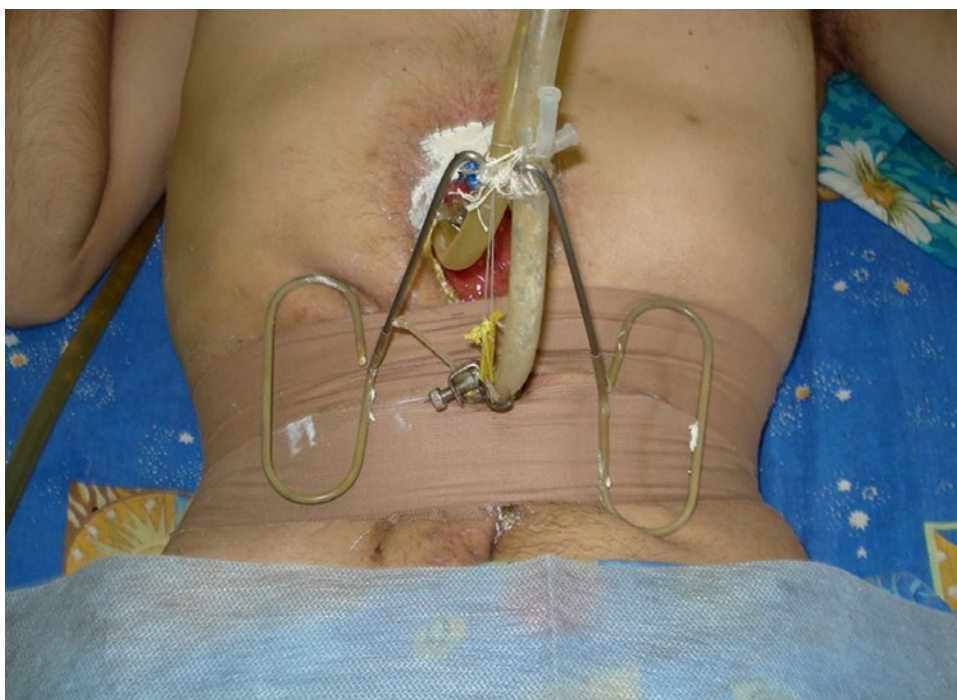


Рис. 7. Вид брюшной стенки пациента с обтурирующими устройствами и дополнением пластырной фиксации краев лапаротомной раны



Рис. 8. Пациент перед восстановительной операцией, через 5,5 месяцев от момента образования свищей, через 3 месяца после двустороннего выключения петли тонкой кишки с одним из свищей

Восстановительную операцию выполнили 22.01.2012, через 5,5 месяцев после образования тонкокишечных свищей. Лабораторные данные пациента перед операцией: эритроциты $3,93 \times 10^{12}/л$, гемоглобин 131 г/л, гематокрит 32,8 %, лейкоциты $7,1 \times 10^9/л$, общий белок 72 г/л. Масса тела составила 62 кг при росте 180

см (ИМТ 19,1 — умеренный дефицит массы тела). Во время операции выполнено разделение спаек, резекция 70 см тонкой кишки с тремя кишечными свищами и анастомозом «бок в бок» в 50 см от связки Трейтца. Общая длина оставшейся тонкой кишки составила около 2,5 метров (Рис. 9).



Рис. 9. Восстановительная операция: мобилизация конгломерата петель тонкой кишки, несущей свищи, из окаймляющего операционного доступа



Рис. 10. Пациент А. перед выпиской из стационара

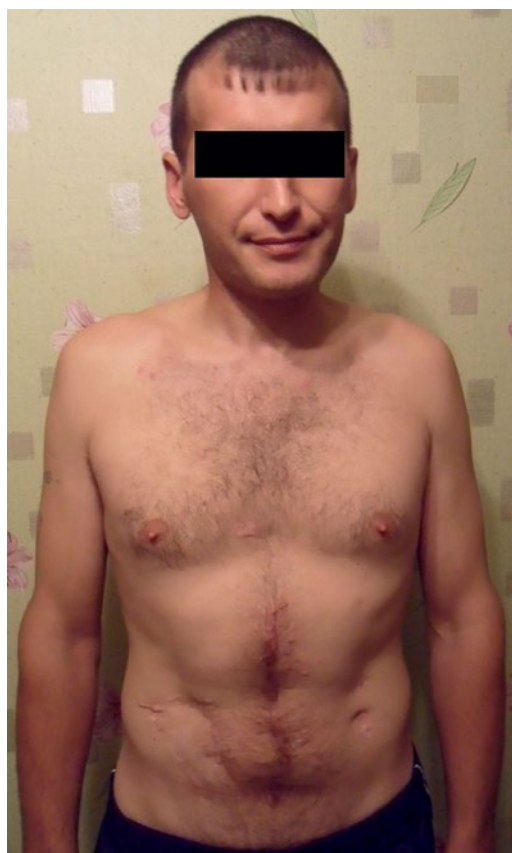


Рис 11. Пациент А. через 9 месяцев после восстановительной операции



Рис. 12. Пациент А. через 12 лет после восстановительной операции

Послеоперационный период протекал без осложнений, пациент выписан домой в удовлетворительном состоянии, с полностью восстановленным естественным характером питания (Рис. 10).

За 9 месяцев до следующего очного осмотра прибавил в весе 18 кг, полностью восстановил трудоспособность (Рис. 11).

В последующие 12 лет после завершения лечения, рецидивов острой спаечной кишечной непроходимости не наблюдали, достигнутым качеством жизни пациент удовлетворен (Рис. 12).

Закключение. Эффективная обтурация тонкокишечных свищей, при необходимости дополняемая вспомогательными оперативными вмешательствами, позволяет проводить восстановительное лечение пациентов в оптимальные сроки и при минимальных затратах ресурсов как медицинской организации, так и самого пациента.

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

SOURCE OF FUNDING. The study was performed without sponsorship.



КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берелавичус С.В., Стручков В.Ю., Ахтанин Е.А. Консервативный этап лечения больных с тонко-кишечными свищами // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2020. № 6. С. 98–103. DOI: 10.17116/hirurgia202006198.
2. Демко А.Е., Батыршин И.М., Шляпников С.А., Остроумова Ю.С., Склизков Д.С., Фомин Д.В., Пичугина Г.А. Этапный подход в лечении больных с несформированными кишечными свищами // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2020. № 11. С. 66–73. DOI: 10.17116/hirurgia202011166.
3. Вицын Б.А., Блажитко Е.М. Сформированные и несформированные наружные кишечные свищи. Новосибирск: Наука, 1983.
4. Хубутия М.Ш., Жиганов А.В., Шibaев Е.Ю. и др. Успешное лечение больного с множественными наружными кишечными свищами // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2012. № 3. С. 74–76. DOI: 10.17116/hirurgia201203174.
5. Левчик Е.Ю., Атаманов К.В., Демко А.Е. Современные подходы к obturации несформированных свищей тонкой кишки (клиническая лекция) // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2023. № 4. С. 175–189. DOI: 10.54866/27129632_2023_4_17.

REFERENCES

1. Berelavichus S.V., Struchkov V.Yu., Akhtanin E.A. Management of patients with enterocutaneous fistulae. Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zurnal im. N.I. Pirogova. 2020;(6):98-103. (In Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia202006198.
2. Demko A.E., Batyrrshin I.M., Shlyapnikov S.A., Ostroumova Yu.S., Sklizkov D.S., Fomin D.V., Pichugina G.A. Staged approach in the treatment of patients with enterocutaneous fistulae. Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zurnal im. N.I. Pirogova. 2020;(11):66-73. (In Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia202011166.
3. Vitsyn B.A., Blagitko E.M. Sformirovannye i nesformirovannye naruzhnye kishechnye svishchi. Novosibirsk: Nauka; 1983. (In Russ.).
4. Khubutia M.Sh., Zhiganov A.V., Shibayev E.Yu., et al. The successful surgical treatment of the patient with multiple intestinal fistulae. Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zurnal im. N.I. Pirogova. 2012;(3):74-76. (In Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia201203174.
5. Levchik E.Yu., Atamanov K.V., Demko A.E. Modern Approaches to Obturation of Unformed Fistulas of the Small Intestine (Clinical Lecture). The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze. 2023;(4):175-189. (In Russ.). DOI: 10.54866/27129632_2023_4_17.

АВТОРЫ

Атаманов Виктор Васильевич — д.м.н.

Атаманов Константин Викторович — д.м.н., ORCID: 0000–0002–4315–7484

Вайнер Юрий Сергеевич — к.м.н., ORCID: 0000–0002–8742–0424

Левчик Евгений Юрьевич — д.м.н., ORCID: 0000–0003–1012–3867

AUTHORS

Atamanov Victor Vasilievich — Dr. Sci. (Medicine)

Atamanov Konstantin Victorovich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000–0002–4315–7484

Vainer Yuriy Sergeevich — PhD, ORCID: 0000–0002–8742–0424

Levchik Evgeniy Yurievich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000–0003–1012–3867



УДК 616.61-004.6

DOI: 10.54866/27129632_2024_3_16

ОЦЕНКА КОРКОВОГО СЛОЯ ПОЧЕК ПО ДАННЫМ МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КОНТРАСТ-УСИЛЕННОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ И ЭЛАСТОГРАФИИ (2D-SWE) У БОЛЬНЫХ С СД 2 ТИПА РАЗЛИЧНОГО КЛИНИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ

© О.А. ГОРБАТЕНКО, А.В. БОРСУКОВ

ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, Смоленск, Россия

РЕЗЮМЕ

ЦЕЛЬ: оценить изменения коркового слоя почек по данным мультипараметрического комплекса контраст-усиленного ультразвукового исследования и эластографии сдвиговых волн (2D-SWE) у больных СД 2 типа различного клинического течения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. С 2022 по 2024 гг. были исследованы 84 пациента: 28 женщин (33,3%), 56 мужчин (66,7%), средний возраст $61 \pm 6,1$ г. Группа контроля составила ($n = 48$). Все пациенты были исследованы по единому дизайну обследования: анамнез заболевания, физикальный осмотр, лабораторное обследование, мультипараметрическое исследование, включая 2D-SWE и КУУЗИ.

РЕЗУЛЬТАТЫ.

1. Применение комбинации мультипараметрического комплекса контраст-усиленного ультразвукового исследования и эластографии сдвиговых волн (2D-SWE) при оценке ангиоархитектоники коркового слоя почек у больных с СД 2 типа может быть дополнением блока исследования с КУУЗИ почек.

2. Комбинация КУУЗИ + 2D-SWE показала наибольшую чувствительность, точность и специфичность по сравнению с исследованиями, проведенными по отдельности в оценке коркового слоя почек у больных с СД 2 типа.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сахарный диабет, хроническая болезнь почек, эластография почек.

КАК ЦИТИРОВАТЬ. Горбатенко О.А., Борсуков А.В. Оценка коркового слоя почек по данным мультипараметрического комплекса контраст-усиленного ультразвукового исследования и эластографии (2D-SWE) у больных с СД 2 типа различного клинического течения // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 3. С. 16–25.

ASSESSMENT OF THE RENAL CORTICAL LAYER ACCORDING TO THE MULTIPARAMETRIC COMPLEX OF CONTRAST-ENHANCED ULTRASOUND AND ELASTOGRAPHY (2D-SWE) IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES OF VARIOUS CLINICAL COURSE

© О.А. GORBATENKO, A.V. BORSUKOV

Smolensk State Medical University, Smolensk, Russia

ABSTRACT

OBJECTIVE. To assess the stiffness of the renal parenchyma according to ultrasound elastography in patients with type 2 diabetes mellitus of various clinical courses.

RELEVANCE. To evaluate changes in the renal cortex according to a multiparametric complex of contrast-enhanced ultrasound and shear wave elastography (2D-SWE) in patients with type 2 diabetes of various clinical courses.

Materials and methods. From 2022 to 2024 84 patients were studied: 28 women (33,3%), 56 men (66,7%), average age $61 \pm 6,1$. The control group consisted of ($n = 48$). All patients were studied using a single examination design: medical history, physical examination, laboratory examination, multiparametric examination, including 2D-SWE and CEUS.

RESULTS. 1. The use of a combination of a multiparametric complex of contrast-enhanced ultrasound and shear wave elastography (2D-SWE) in assessing the angioarchitecture of the renal cortex in patients with type 2 diabetes can be an addition to the study block with CEUS of the kidneys.

2. The combination of CEUS + 2D-SWE showed the highest sensitivity, accuracy and specificity compared with these studies performed separately in assessing the renal cortex in patients with type 2 diabetes.



KEYWORDS: diabetes mellitus, chronic kidney disease, elastography of the kidneys.

TO CITE THIS ARTICLE. Gorbatenko O.A., Borsukov A.V. Assessment of the renal cortical layer according to the multiparametric complex of contrast-enhanced ultrasound and elastography (2D-SWE) in patients with type 2 diabetes of various clinical course. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2024;(3):16–25.

Актуальность. В настоящее время ультразвуковое исследование стало первой линией диагностического алгоритма в диагностике внутренних органов в целом и почек в частности. Данное исследование можно проводить вне зависимости от уровня креатинина, скорости клубочковой фильтрации (СКФ), наличия аллергий на йод. Ультразвук не является ионизирующим, что позволяет применять его многократно в рутинной клинической практике. Многообещающие результаты Отечественных и зарубежных исследований были получены в отношении контраст-усиленного ультразвукового исследования почек (КУУЗИ) у пациентов с сахарным диабетом 2 типа и диабетическим ангионефросклерозом, что позволяет оценивать почечную перфузию у пациентов со сниженной функции почек, которым противопоказаны лучевые методики с применением рентген-контрастных и МР-контрастных препаратов. В настоящее время уделяется большое внимание первичной и вторичной профилактике хронической болезни почек, в особенности, у пациентов с сахарным диабетом 2 типа (СД 2 типа) [1, 2, 8, 12, 14]. Для этого необходимо четкое понимание о механизмах, лежащих в основе развития заместительного рубцевания почек, а также разработки и внедрения новых методов исследования.

Говоря про новые методики в мире ультразвуковой диагностики, нельзя не сказать об эластографии, которая привлекла внимание нефрологов, как потенциально неинвазивный метод диагностики фиброза почек. В последние годы он был усовершенствован для обеспечения количественной оценки жесткости тканей. Наибольшей точностью в области ультразвуковой эластографии на сегодняшний день обладает двумерная эластография сдвиговых волн (2D-SWE), в которой используется сила акустического излучения. При данном методе исследуются несколько фокальных зон в быстрой последовательности, что создает практически цилиндрический конус поперечной волны, позволяющий в режиме реального времени отслеживать поперечные волны в 2D для измерения скорости поперечной волны и генерации количественных эластограмм. Основным преимуществом данного метода является визуализация цветной количественной эластограммы в режиме реального времени. Однако, жесткость почечной паренхимы связана не только с наличием фиброза коркового слоя, поскольку

он также связан с такими механизмами как васкуляризация, внешнее давление, гидронефроз и др. В связи с возросшей частотой хронических заболеваний почек, их специфической заболеваемостью и смертностью неинвазивная диагностика фиброза почек может иметь решающее значение. Однако имеются сложности в проведении и интерпретации 2D-SWE из-за большого количества анатомических и технических проблем. Действительно, почка обладает характеристиками, усложняющими оценку жесткости паренхимы органа, такими как наличие различных типов тканей (корковый и мозговой слой), высокая пространственная ориентация (анизотропия), особенности кровоснабжения, жировой синус с меняющимся объемом и экоструктурой, околопочечное пространство с переменным содержанием жира и глубины органа. Кроме того, изменения жесткости почечной паренхимы связаны не только с фиброзом, поскольку почечная перфузия или гидронефроз влияют на локальную эластичность. Эластография почек может помочь диагностировать острую или хроническую обструкцию, а также охарактеризовать опухоль или псевдоопухоль почки. Сегодня почечная эластография представляется многообещающим методом, который все еще требует оптимизации и валидации [3, 5, 6, 13, 17, 18, 19, 20, 24].

Говоря о смежных методах неинвазивной диагностики, используемых для оценки структур почки, нельзя не обратиться к контраст-усиленному ультразвуковому исследованию. Эхо-контрастный препарат состоит из биологически инертных микропузырьков, размеры которых меньше эритроцита, что является достаточным для оценки микроциркуляторного русла без рисков эмболизации. В отличие от КТ и МРТ КУУЗИ не является нефротоксичным, что позволяет его использовать у пациентов со сниженной функцией почек, в том числе, для многократного динамического мониторинга. Это является актуальным для пациентов с СД 2 типа, поскольку по мере прогрессирования заболевания, важно оценить доклинические признаки развития диабетического ангионефросклероза, а именно: интраренальный кровоток. Использование КУУЗИ в комплексном диагностическом алгоритме диабетической болезни почек позволяет выявить доклинические изменения диабетического ангионефросклероза [4, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15].

Таким образом, мультипараметрический комплекс КУУЗИ и эластографии (2D-SWE) является надежным и безопасным методом диагностики патологии почек, позволяющим оценить клиническое течение основного заболевания.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ: оценить изменения коркового слоя почек по данным контраст-усиленного ультразвукового исследования и эластографии сдвиговых волн (2D-SWE) у больных СД 2 типа различного клинического течения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. На базе проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ФГБОУ ВО «Смоленского государственного медицинского университета» Минздрава России г. Смоленска в период с 2022 по 2024 гг. было обследовано 84 пациента, из них: 28 женщин (33,3%), 56 мужчин (66,7%), средний возраст $61 \pm 6,1$ г. Все пациенты, участвовавшие в научном исследовании, дали на это письменное информированное согласие в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (одобрено этическим комитетом ОГБУЗ «Клиническая больница № 1» № 25 от 16.02.2022).

1. Критерии включения: возраст старше 18 лет, наличие адекватного психического статуса пациента, подписанное добровольное информированное согласие, наличие клинико-лабораторного подтверждения СД 2 типа (уровень глюкозы цельной капиллярной крови натощак iСбор анамнеза жизни, анамнеза заболевания, физикальный осмотр (с определением ИМТ, артериального давления, частоты сердечных сокращений) ($n = 84$).
2. Проведение лабораторного исследования с оценкой клинического анализа крови, клинического анализа мочи, биохимического анализа крови, липидограммы, коагулограммы ($n = 84$).

3. Мультипараметрическое ультразвуковое исследование почек в В-режиме с определением длины, ширины, толщины, эхогенности коркового слоя, в режиме цветового доплеровского картирования (ЦДК) и режиме SMI с оценкой качественных параметров интратеренального кровотока по 5-бальной шкале М. Bertolotto [11], режимах 2D-SWE и контраст-усиленного ультразвукового исследования.

1. Ультразвуковое исследование почек проводилось на ультразвуковом аппарате Canon Aplio 800I в В-режиме с оценкой длины, толщины и ширины правой и левой почек (мм). Оценивалась толщина паренхимы (на уровне почечного столба, вне пирамиды) и толщина коркового слоя (от капсулы до основания пирамид) (Рис. 1 А, Б); эхогенность в сравнении с печенью или селезенкой, соответственно; звукопроводимость. Для визуализации сосудов различного калибра было использовано цветовое доплеровское картирование (ЦДК), режим SMI, с оценкой параметров по классификации М. Bertolotto.

Критерии качественных параметров кровотока: 0 тип — норма; 1 тип — усиление почечного кровотока; 2 тип — незначительное уменьшение кровотока; 3 тип — значительное уменьшение кровотока; 4 тип — выраженное уменьшения кровотока.

2. Следующим этапом было проведение эластографии сдвиговых волн (2D-SWE).

Проведение эластографии сдвиговых волн и интерпретация результатов на сегодняшний день остается одной из самых дискуссионных тем среди ученых. Сложности сводятся к таким факторам как анатомическая сложность органа и анизотропия. Исходя из этого, необходимо определить правильное расположение ультразвукового датчика при проведении эластографии почек.

**А****Б**

*Рис. 1. Проведение 2D-SWE правой почки:
А — лежа на спине; Б — лежа на левом боку*

Проводя аналогию с проведением 2D-SWE печени, оценка коркового вещества почки подкапсульно затруднительна, в особенности у пациентов с диабетической болезнью почек с признаками нефросклеротической деформацией. Обратной стороной проблемы в оценке эластографии может быть повышенное внутрипочечное давление и усиление перфузии, которые проявляются как начало диабетической нефропатии.

При проведении исследования использовалась методика клинических рекомендаций [25].

3. После проведения эластографии обеих почек была выбрана наиболее измененная почка по данным УЗИ в В-режиме и режиме ЦДК для проведения контраст-усиленного ультразвукового исследования для оценки структур, не вошедших в окно 2D-SWE (n=84).

КУУЗИ почек проводилось в соответствии с Европейскими рекомендациями для клинической практики по контраст-усиленному ультразвуковому исследованию (Рис. 2) [14]. Контраст-усиленное ультразвуковое исследование почек проводили на УЗ-аппарате Canon Aplio 800I в компетентном режиме с низкоамплитудным механическим индексом 0,06 и конвексным датчиком 3–6 МГц. Использовался эхоконтрастный препарат «SonoVue» (Бракко Свисс СА, Швейцария). Данный препарат представляет собой 1,5 мг лиофилизированного порошка серы гексафторида и 5,0 мл растворителя 0,9 % раствора натрия хлорида. Компонент вводился внутривенно струйно через локтевую вену (v. ulnaris), с использованием двухпортового периферического венозного катетера G19. Для усиления эффекта контрастного препарата дополнительно вводили 5,0 мл 0,9 % раствора натрия хлорида. Перед началом контрастирования на мониторе УЗ-аппарата фиксировалась почка, почечная артерию и интрааренальные артерии. При получении устойчивой УЗ-картины определялись зоны для оценки количественных параметров КУУЗИ. Предпочтительными вариантами для проведения исследования является верхний передний сегмент, нижний передний сегмент или задний сегмент почки. Во время исследования оценивали качественные показатели: однородность / неоднородность контрастирования, симметричность / асимметричность накопления эхоконтрастного препарата в корковом и мозговом слоях, однородность / неоднородность вымывания ультразвукового контрастного препарата и симметричность / асимметричность вымывания контрастного препарата. Данные показатели необходимо просматривать в режиме «offline» для более де-

тальной оценки исследования путем анализа записанных ранее видеопетель. При построении графика «интенсивность-время» также оценивались количественные показатели: время поступления контрастного препарата (ТАО — time of arrival), время достижения пиковой интенсивности контрастного препарата (ТТР — time to peak), время полувыведения контрастного препарата (HTWo — half-time washout), максимальная интенсивность поступления контрастного препарата (PI — peak intensity), общая площадь под кривой (AUC — area under curve), площадь под кривой накопления контрастного препарата (AUCWi — area under ascending curve), площадь под кривой выведения контрастного препарата (AUCWo — area under descending curve) [12].

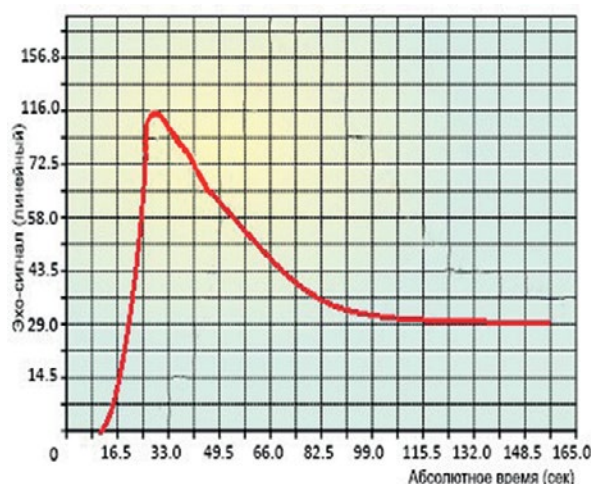


Рис. 2. Количественная оценка контраст-усиленного ультразвукового исследования почек: кривая «интенсивность-время». Время отображается в секундах, а среднее значение эхо-сигнала в относительных единицах [12]

В результате оценки количественных показателей КУУЗИ были проведены расчеты в нескольких точках с нахождением среднего арифметического для более точной комплексной оценки перфузии почек, представленные на слайде в виде . Статистически значимые расчеты оценивались для показателей ТАО, ТТР, PI, AUCi, AUCo, AUC.

Оценка статистических данных проводилась с использованием пакета статистического анализа программ Statistica 12.0 (StatSoft Inc.) и MedCalc. Полученные результаты исследования обрабатывали с использованием параметрических и непараметрических методов статистики. Диагностическая эффективность используемых методов определялась по стандартным показателям. Оценка диагностической точности количествен-

ных параметров контраст-усиленного ультразвукового исследования почек проводилась с использованием ROC — анализа (Receiver Operator Characteristic — операционная характеристика приемника).

Результаты и обсуждение. Биохимический анализ крови основной и контрольной исследуемых групп (Me (25 %; 75 %), где Me — медиана, 25 % — верхний квартиль, 75 % — нижний квартиль) (n = 132) (табл. 1).

Таблица 1. Основные показатели биохимического анализа крови у пациентов клинической группы

Показатели биохимического анализа крови	Основная группа Пациенты с диабетической болезнью почек (n = 84)		Контрольная группа (n = 48)	
	Муж.	Жен.	Муж.	Жен.
рСКФ, мл/мин	84 (74; 87)	83 (73;85)	104 (98; 115,25)	101 (93,71; 101,22)
Креатинин, мкмоль/л	135 (115; 158)	131 (103; 141)	69,5 (65,75; 76)	68 (65,75; 74)
Мочевина, ммоль/л	19,01 (14,5; 23,1)	21,23 (17,1; 25,2)	3 (2,05; 4,85)	3,75 (2,7; 4,53)
Общий белок, г/л	16 (14; 20)	16,5 (15; 17,25)	71,55 (68,75; 73,55)	69,5 (67; 72)

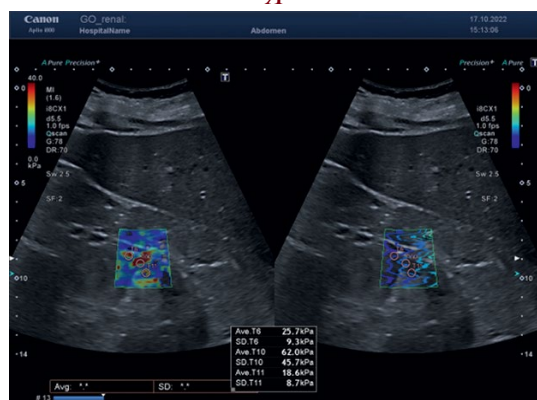
Примечание: $p < 0,05$

При исследовании показателей биохимического анализа крови основной исследуемой группы (n=84) было проведено разделение по

половому признаку с последующим расчетом медианы, нижнего и верхнего квартилей выборки в формате $Me(25\%; 75\%)$, где Me — медиана.



A

*B*

B



T

Рис. 3. А — УЗИ правой почки в В-режиме; Б — УЗИ правой почки в режиме ЦДК; В — Эластография свдиговых волн правой почки у пациента с диабетическим ангионефросклерозом; Г — полученные количественные показатели 2D-SWE правой почки

на, 25% — верхний квартиль, 75% — нижний квартиль). В основной группе четко прослеживалась тенденция уменьшения СКФ, общего белка крови как у мужчин, так и у женщин по сравнению с контрольной группой. Противоположная тенденция наблюдалась в основной группе, как у мужчин, так и у женщин, при интерпретации показателей креатинина сыворотки крови, общего белка. При анализе показателей общего белка крови контрольной группы (n=48) было

проведено разделение по гендерному признаку, с последующим расчетом медианы, нижнего и верхнего квартилей выборки. Все показатели соответствовали нормативным индикаторам, а также незначительно варьировались в исследуемой выборке контрольной группы.

Оценивая полученные результаты эластографии сдвиговых волн (2D-SWE) у пациентов основной группы были получены следующие данные (Рис. 4).

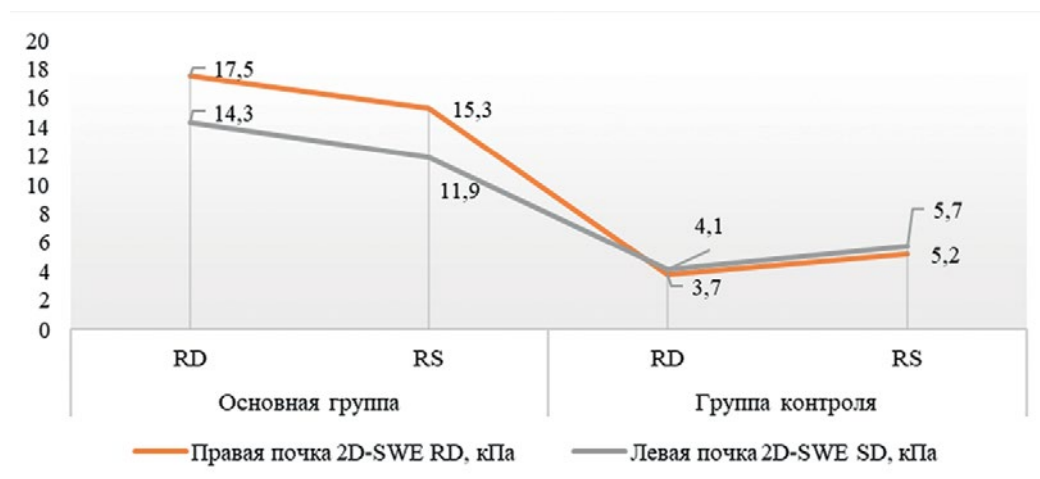


Рис. 4. Основные показатели 2D-SWE у пациентов с диабетической болезнью почек различного клинического течения

Показатели эластографии у пациентов основной группы не отличались от показателей у пациен-

тов без патологии почек. При сравнении правой и левой почек данные также значимо не отличались.

Таблица 2. Распределение пациентов в зависимости от количественных показателей КУУЗИ правой почки (Me (25%;75%), где Me — медиана, 25% — нижний квартиль, 75% — верхний)

Количественные параметры КУУЗИ	Основная группа Пациенты с диабетической болезнью почек (n = 84)	Контрольная группа (n = 48)
ТАО, секунды (с)	17,2 (13,7; 24,3)	8,15 (7,20; 10,25)
ТТР, с	15,8 (12,1; 18,2)	19,40 (17,25; 21,30)
PI, дБ	56,4 (44,1; 69,2)	87,90 (83,20; 93,70)
AUCi, дБ/с	1520,1 (1492,9; 1699,0)	1726,10 (1636,41; 2026,93)
AUCo, дБ/с	1842,7 (1643,6; 1995,2)	3437 (3291; 4079)
AUC, дБ/с	3757,4 (3555,7; 3942,9)	5948 (5127; 6712)

Примечание: p < 0,05

В результате полученных данных наблюдалось удлинение времени ΔТАО (с) у пациентов основной группы по сравнению с группой контроля. Также отмечалась четкая тенденция к уменьшению параметров ΔPI, ΔTTR, ΔAUCi, ΔAUCo, ΔAUC у пациентов основной группы по сравнению с группой контроля.

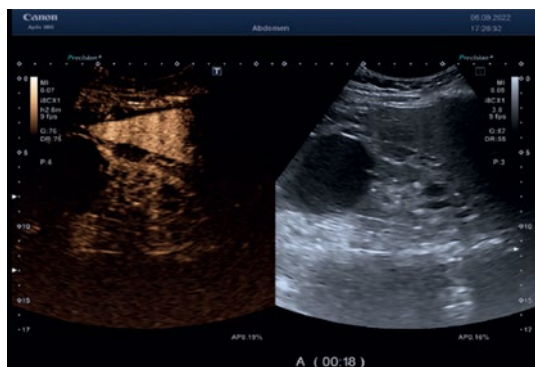
Был проведен сравнительный анализ эффективности таких диагностических методов мультипараметрического УЗИ, как автономное контраст-усиленное ультразвуковое исследование и в комбинации (КУУЗИ + 2D-SWE). При определении достоверности различий получены следующие доверительные интервалы (Табл. 3).



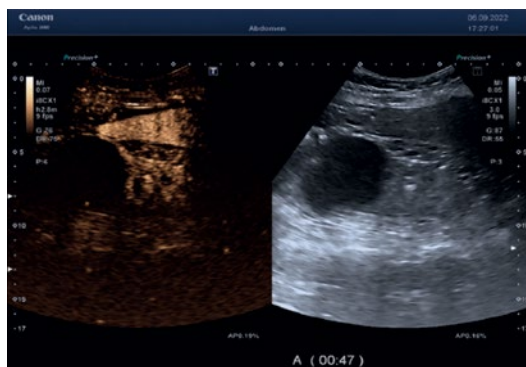
А



Б



В



Г



Д

Рис. 5. А, Б — проведение КУУЗИ правой почки у пациента с диабетической болезнью почек; В — контраст-усиленное ультразвуковое исследование правой почки (кортикальная фаза — 00:18 сек); Г — контраст-усиленное ультразвуковое исследование правой почки (кортико-медулярная фаза — 00:47 сек); Д — количественные параметры контраст-усиленного ультразвукового исследования правой почки

Таблица 3. Результаты диагностической эффективности диагностических методик в оценке коркового слоя почек у больных с СД 2 типа

Группы	Ангионефросклероз (n = 84)		
	Чувствительность (%)	Специфичность (%)	Точность (%)
Мультипараметрическое УЗИ	70,31 (62,6—74,3)	30,69 (15,4—43,9)	51,29 (428,5—53,91)
КУУЗИ	84,94 (72,4—86,4)	65,77 (63,6—66,8)	75,93 (71,4—78,9)
КУУЗИ + 2D-SWE	90,3 (82,5—91,2)	83,49 (81,5—90,2)	88,74 (82,1—88,6)

Примечание: в скобках показаны 95 % доверительные интервалы по методу Уилсона

Полученные результаты указывают недостаточную эффективность ультразвукового исследования без применения КУУЗИ в решении уточ-

няющихся вопросов диагностики диабетического ангионефросклероза. Биопсия является золотым стандартом в диагностике данной патологии, од-



нако, за счет низкой комплаентности пациентов данный метод не может часто применяться, тем более для диагностического мониторинга данного заболевания. КУУЗИ приближен к по своей эффективности к МСКТ, что позволяет его использовать в качестве метода выбора.

Выводы.

Применение комбинации мультипараметрического комплекса, с включением контраст-уси-

ленного ультразвукового исследования и эластографии сдвиговых волн (2D-SWE) может использоваться при оценке ангиоархитектоники коркового слоя почек у больных с СД 2 типа.

Комбинация КУУЗИ + 2D-SWE показала наибольшую чувствительность, точность и специфичность по сравнению с данными исследованиями, проведенными по отдельности в оценке коркового слоя почек у больных с СД 2 типа.

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

SOURCE OF FUNDING. The study was performed without sponsorship.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Han B.H., Park S.B. Usefulness of Contrast-enhanced Ultrasound in the Evaluation of Chronic Kidney Disease. *Curr Med Imaging*. 2021;17(8):1003-1009. DOI: 10.2174/1573405617666210127101926.
2. International Diabetes Federation. <https://www.idf.org>.
3. Jeong S., Park S.B., Kim S.H., et al. Clinical significance of contrast-enhanced ultrasound in chronic kidney disease: a pilot study. *J Ultrasound*. 2019 Dec;22(4):453-460. DOI: 10.1007/s40477-019-00409-x.
4. Kazmierski B., Deurdulian C., Tchelepi H., Grant E.G. Applications of contrast-enhanced ultrasound in the kidney. *Abdom Radiol (NY)*. 2018 Apr;43(4):880-898. DOI: 10.1007/s00261-017-1307-0.
5. Громов А.И. Диагностическая эффективность новых методик ультразвукового исследования в урологии // Радиология — Практика. 2012. № 2. С. 45—52.
6. Selby N.M., Williams J.P., Phillips B.E. Application of dynamic contrast enhanced ultrasound in the assessment of kidney diseases. *Curr Opin Nephrol Hypertens*. 2021 Jan;30(1):138-143. DOI: 10.1097/MNH.0000000000000664.
7. Malhi H., Grant E.G., Duddalwar V. Contrast-enhanced ultrasound of the liver and kidney. *Radiol Clin North Am*. 2014 Nov;52(6):1177-90. DOI: 10.1016/j.rcl.2014.07.005.
8. Зубарев А.В., Федорова А.А., Чернышев В.В. и др. Применение эхоконтрастных препаратов в клинике и перспективы синхронизации УЗИ, КТ-/МРТ-изображений (собственный опыт и обзор литературы) // Медицинская визуализация. 2015. № 1. С. 94—114.
9. Daghini E., Primak A.N., Chade A.R., Krier J.D., Zhu X.Y., Ritman E.L., McCollough C.H., Lerman L.O. Assessment of renal hemodynamics and function in pigs with 64-section multidetector CT: comparison with electron-beam CT. *Radiology*. 2007 May;243(2):405-12. DOI: 10.1148/radiol.2432060655.
10. Herget-Rosenthal S. Imaging techniques in the management of chronic kidney disease: current developments and future perspectives. *Semin Nephrol*. 2011 May;31(3):283-90. DOI: 10.1016/j.semnephrol.2011.05.011.
11. Bertolotto M., Quaia E., Galli G., Martinoli C., Locatelli M. Color Doppler sonographic appearance of renal perforating vessels in subjects with normal and impaired renal function. *J Clin Ultrasound*. 2000 Jul-Aug;28(6):267-76. DOI: 10.1002/1097-0096(200007/08)28:6<267::aid-jcu1>3.0.co;2-p.
12. Weskott H.-P. Контрастная сонография. 1-е изд. Бремен: UNI-MED, 2014. 284 с.
13. Борсуков А.В., Горбатенко О.А. Стандартизация методики контраст-усиленного ультразвукового исследования почек у пациентов с сахарным диабетом 2 типа // Медицинская визуализация. 2021. Т. 25, № 3. С. 50—65.
14. European Society of Urogenital Radiology. <http://www.esur.org>.
15. Арутюнян В.М., Микаелян Е.С., Багдасарян А.С. Диабетический гломерулосклероз. Ереван: Гитутюн НАН РА, 2000. 184 с.
16. Касаткина Э.П. Сахарный диабет у детей и подростков. М.: Медицина, 1996. С. 157—201.
17. Dalla Vestra M., Saller A., Bortoloso E., Mauer M., Fioretto P. Structural involvement in type 1 and type 2 diabetic nephropathy. *Diabetes Metab*. 2000 Jul;26 Suppl 4:8-14. PMID: 10922968.
18. Mogensen C.E. Microalbuminuria as a predictor of clinical diabetic nephropathy. *Kidney Int*. 1987 Feb;31(2):673-89. DOI: 10.1038/ki.1987.50.
19. Galesić K., Brkljačić B., Sabljarić M., et al. Renal vascular resistance in essential hypertension: duplex-Doppler ultrasonographic evaluation. *Angiology*. 2000 Aug;51(8):667-75. PMID: 10959519.



20. Wiesinger I., Wiggermann P., Zausig N., et al. Percutaneous Treatment of Malignant Liver Lesions: Evaluation of Success Using Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS) and Perfusion Software. *Ultraschall Med.* 2018 Aug;39(4):440-447. English. DOI: 10.1055/s-0043-119353

21. Багрий А.Э., Хоменко М.В., Шверова О.И., Титиевская А.И. Подходы к лечению диабетической нефропатии (обзор литературы) // Нефрология. 2021. Т. 25, № 1. С. 18–30.

22. Sidhu P.S., Cantisani V., Dietrich C.F., et al. The EFSUMB Guidelines and Recommendations for the Clinical Practice of Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS) in Non-Hepatic Applications: Update 2017 (Long Version). *Ultraschall Med.* 2018 Apr;39(2):e2-e44. English. DOI: 10.1055/a-0586-1107.

23. Cantisani V., Ricci P., Erturk M., et al. Detection of hepatic metastases from colorectal cancer: prospective evaluation of gray scale US versus SonoVue® low mechanical index real time-enhanced US as compared with multidetector-CT or Gd-BOPTA-MRI. *Ultraschall Med.* 2010 Oct;31(5):500-5. DOI: 10.1055/s-0028-1109751.

24. Klinger C., Stuckmann G., Dietrich C.F., et al. Contrast-enhanced imaging in hepatic epithelioid hemangioendothelioma: retrospective study of 10 patients. *Z Gastroenterol.* 2019 Jun;57(6):753-766. English. DOI: 10.1055/a-0886-0081.

25. Ferraioli G., Barr R.G., Farrokh A., et al. How to perform shear wave elastography. Part II. *Med Ultrason.* 2022 May 25;24(2):196-210. DOI: 10.11152/mu-3342.

REFERENCES

1. Han B.H., Park S.B. Usefulness of Contrast-enhanced Ultrasound in the Evaluation of Chronic Kidney Disease. *Curr Med Imaging.* 2021;17(8):1003-1009. DOI: 10.2174/1573405617666210127101926.

2. International Diabetes Federation. <https://www.idf.org>.

3. Jeong S., Park S.B., Kim S.H., et al. Clinical significance of contrast-enhanced ultrasound in chronic kidney disease: a pilot study. *J Ultrasound.* 2019 Dec;22(4):453-460. DOI: 10.1007/s40477-019-00409-x.

4. Kazmierski B., Deurdulian C., Tchelepi H., Grant E.G. Applications of contrast-enhanced ultrasound in the kidney. *Abdom Radiol (NY).* 2018 Apr;43(4):880-898. DOI: 10.1007/s00261-017-1307-0.

5. Gromov A.I. Diagnostical efficacy of new methods of ultrasound in urology. *Radiology and Practice.* 2012;(2):45-52.

6. Selby N.M., Williams J.P., Phillips B.E. Application of dynamic contrast enhanced ultrasound in the assessment of kidney diseases. *Curr Opin Nephrol Hypertens.* 2021 Jan;30(1):138-143. DOI: 10.1097/MNH.0000000000000664.

7. Malhi H., Grant E.G., Duddalwar V. Contrast-enhanced ultrasound of the liver and kidney. *Radiol Clin North Am.* 2014 Nov;52(6):1177-90. DOI: 10.1016/j.rcl.2014.07.005.

8. Zubarev A.V., Fedorova A.A., Chernishev V.V., Varlamov G.V., Sokolova N.A., Fedorova N.A. Application of Contrast Enhanced Ultrasound (Ceus) in the Clinic and Prospects of Synchronization Ultrasound, CT and MRI Images (Personal Experience and Literature Review). *Medical Visualization.* 2015;(1):94-114. (In Russ.).

9. Daghini E., Primak A.N., Chade A.R., Krier J.D., Zhu X.Y., Ritman E.L., McCollough C.H., Lerman L.O. Assessment of renal hemodynamics and function in pigs with 64-section multidetector CT: comparison with electron-beam CT. *Radiology.* 2007 May;243(2):405-12. DOI: 10.1148/radiol.2432060655.

10. Herget-Rosenthal S. Imaging techniques in the management of chronic kidney disease: current developments and future perspectives. *Semin Nephrol.* 2011 May;31(3):283-90. DOI: 10.1016/j.semnephrol.2011.05.011.

11. Bertolotto M., Quaia E., Galli G., Martinoli C., Locatelli M. Color Doppler sonographic appearance of renal perforating vessels in subjects with normal and impaired renal function. *J Clin Ultrasound.* 2000 Jul-Aug;28(6):267-76. DOI: 10.1002/1097-0096(200007/08)28:6<267::aid-jcu1>3.0.co;2-p

12. Weskott H-P., ed. Contrast-enhanced ultrasound. 1st ed. Bremen: UNI-MED; 2011.

13. Borsukov A.V., Gorbatenko O.A. Standardization of the technique of contrast-enhanced ultrasound examination of kidneys in patients with type 2 diabetes mellitus. *Medical Visualization.* 2021;25(3):50-65. (In Russ.).

14. European Society of Urogenital Radiology. <http://www.esur.org>

15. Arutyunyan V.M., Mikaelyan E.S., Bagdasaryan A.S. Diabeticheskiy glomeruloskleroz. Erevan: Gitutyun NAN RA; 2000.

16. Kasatkina E.P. Sakharnyy diabet u detey i podrostkov. Moscow: Meditsina; 1996:157-201.

17. Dalla Vestra M., Saller A., Bortoloso E., Mauer M., Fioretto P. Structural involvement in type 1 and type 2 diabetic nephropathy. *Diabetes Metab.* 2000 Jul;26 Suppl 4:8-14. PMID: 10922968.

18. Mogensen C.E. Microalbuminuria as a predictor of clinical diabetic nephropathy. *Kidney Int.* 1987 Feb;31(2):673-89. DOI: 10.1038/ki.1987.50.



19. Galesić K., Brkljacić B., Sabljarić Matovinović M., et al. Renal vascular resistance in essential hypertension: duplex-Doppler ultrasonographic evaluation. *Angiology*. 2000 Aug;51(8):667-75. PMID: 10959519.
20. Wiesinger I., Wiggermann P., Zausig N., et al. Percutaneous Treatment of Malignant Liver Lesions: Evaluation of Success Using Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS) and Perfusion Software. *Ultraschall Med*. 2018 Aug;39(4):440-447. DOI: 10.1055/s-0043-119353.
21. Bagriy A.B., Khomenko M.V., Shverova O.I., Titievskaya E.R. Therapy approaches in diabetic nephropathy (review of literature). *Nephrology (Saint-Petersburg)*. 2021;25(1):18-30. (In Russ.) DOI: 10.36485/1561-6274-2021-25-1-18-30.
22. Sidhu P.S., Cantisani V., Dietrich C.F., et al. The EFSUMB Guidelines and Recommendations for the Clinical Practice of Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS) in Non-Hepatic Applications: Update 2017 (Long Version). *Ultraschall Med*. 2018 Apr;39(2):e2-e44. English. DOI: 10.1055/a-0586-1107.
23. Cantisani V., Ricci P., Erturk M., et al. Detection of hepatic metastases from colorectal cancer: prospective evaluation of gray scale US versus SonoVue® low mechanical index real time-enhanced US as compared with multidetector-CT or Gd-BOPTA-MRI. *Ultraschall Med*. 2010 Oct;31(5):500-5. DOI: 10.1055/s-0028-1109751.
24. Klinger C., Stuckmann G., Dietrich C.F., et al. Contrast-enhanced imaging in hepatic epithelioid hemangioendothelioma: retrospective study of 10 patients. *Z Gastroenterol*. 2019 Jun;57(6):753-766. English. DOI: 10.1055/a-0886-0081.
25. Ferraioli G., Barr R.G., Farrokh A., et al. How to perform shear wave elastography. Part II. *Med Ultrason*. 2022 May 25;24(2):196-210. DOI: 10.11152/mu-3342.

АВТОРЫ

Горбатенко Ольга Александровна — к.м.н., ORCID: 0000-0002-8820-7713

Борсуков Алексей Васильевич — д.м.н., ORCID: 0000-0003-4047-7252

AUTHORS

Gorbatenko Olga Alexandrovna — PhD, ORCID: 0000-0002-8820-7713

Borsukov Alexey Vasilyevich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0003-4047-7252



УДК 616-001.17+57 : 617-089.87 : 616-002.4+591.34

DOI: 10.54866/27129632_2024_3_26

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОХИРУРГИЧЕСКОЙ НЕКРЕКТОМИИ У ПАЦИЕНТОВ С ДЕФЕКТАМИ МЯГКИХ ТКАНЕЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

© А.В. КОСТЯКОВА¹, Е.В. ЗИНОВЬЕВ¹, А.В. СЕМИГЛАЗОВ¹, Д.В. КОСТЯКОВ^{1,2}, П.К. КРЫЛОВ¹

¹ ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

Оказание медицинской помощи пострадавшим с критическими и сверхкритическими ожогами является наиболее сложной задачей хирургии. Показатель летальности при площади поражений более 50 % поверхности тела составляет 52,83 %, т.е. погибает каждый второй пациент. При этом раннее выполнение некрэктомии с целью снижения риска развития токсемии у таких пострадавших невозможно ввиду тяжести их состояния. В то же время консервативная тактика лечения сопровождается выраженной аутоинтоксикацией, вторичным присоединением патогенной полирезистентной внутрибольничной микрофлоры, септическим течением ожоговой болезни, требующим длительного назначения многокомпонентных схем системной антибактериальной терапии. Одним из возможных путей решения данной проблемы является биохирургия, которая активно применяется в странах Европы и Соединенных Штатах Америки еще с конца XX в. Аппликация живых личинок *Lucilia Sericata* позволяет селективно удалять участки некротизированных тканей, улучшать кровоснабжение за счет микромассажа, а также эффективно элиминировать патогенные микроорганизмы, в т.ч. полирезистентные штаммы. Основным недостатком данного метода является необходимость прямого контакта пациента с личинками насекомых. Несмотря на то, что заявленный метод лечения демонстрирует высокую эффективность при оказании медицинской помощи пострадавшим с дефектами мягких тканей, от него необоснованно отказались. Также в настоящее время отсутствуют клинические рекомендации и алгоритмы применения «биологического скальпеля» в таких направлениях хирургии как комбустиология. Целью данной работы является демонстрация эффективности личиночной терапии и обоснование возможности ее внедрения в практику хирургических стационаров. Нами проведен анализ доступной литературы, посвященной использованию личинок насекомых *Lucilia sericata* при лечении поражений мягких тканей различной этиологии. Были использованы следующие электронные библиографические базы данных: PubMed, Web of Science, Embase, Wanfang (китайский) и Китайская национальная инфраструктура знаний (CNKI), академия Google, eLIBRARY. Поиск литературы проводили в период с 2000 по 2023 гг.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ожоги, биохирургия, некрэктомия, личинки, *Lucilia sericata*.

КАК ЦИТИРОВАТЬ. Костякова А.В., Зиновьев Е.В., Семиглазов А.В., Костяков Д.В., Крылов П.К. Возможность применения биохирургической некрэктомии у пациентов с дефектами мягких тканей // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 3. С. 26–33.

USING BIOSURGICAL NECRECTOMY IN PATIENTS WITH SOFT TISSUE DEFECTS

© A.V. KOSTYAKOVA¹, E.V. ZINOVIEV¹, A.V. SEMIGLAZOV¹, D.V. KOSTYAKOV^{1,2}, P.K. KRYLOV¹

¹ St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Saint Petersburg State University”, St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

Providing medical care to victims with critical and supercritical burns is the most difficult task of surgery. The mortality rate for lesions covering more than 50 % of the body surface is 52.83 %, i.e. every second patient dies. At the same time, early necrectomy in order to reduce the risk of developing toxemia in such victims is impossible due to the severity of their condition. At the same time, conservative treatment tactics are accompanied by severe autointoxication, secondary addition of pathogenic multidrug-resistant nosocomial microflora, and a septic course of burn disease, requiring long-term administration of multicomponent regimens of systemic



antibacterial therapy. One of the possible ways to solve this problem is biosurgery, which has been actively used in Europe and the United States of America since the end of the twentieth century. The application of live *Lucilia Sericata* larvae allows you to selectively remove areas of necrotic tissue, improve blood supply through micromassage, and also effectively eliminate pathogenic microorganisms, incl. multiresistant strains. The main disadvantage of this method is the need for direct contact of the patient with insect larvae. Despite the fact that the claimed treatment method demonstrates high efficiency in providing medical care to victims with soft tissue defects, it was unreasonably abandoned. Also, at present there are no clinical recommendations and algorithms for the use of a “biological scalpel” in such areas of surgery as combustiology. The purpose of this work is to demonstrate the effectiveness of larval therapy and justify the possibility of its implementation in the practice of surgical hospitals. We analyzed the available literature on the use of *Lucilia sericata* insect larvae in the treatment of soft tissue lesions of various etiologies. The following electronic bibliographic databases were used: PubMed, Web of Science, Embase, Wanfang (Chinese) and China National Knowledge Infrastructure (CNKI), Google Academy, eLIBRARY. The literature search was conducted from 2000 to 2023.

KEYWORDS: burns, biosurgery, necrectomy, larvae, *Lucilia sericata*.

TO CITE THIS ARTICLE. Kostyakova A.V., Zinoviev E.V., Semiglazov A.V., Kostyakov D.V., Krylov P.K. Using biosurgical necrectomy in patients with soft tissue defects *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2024;(3):26-33.

На сегодняшний день большинство микроорганизмов в ходе многовековой эволюции смогли выработать защитный механизм, позволяющий им противостоять действию многих антибактериальных препаратов, используемых в специализированных медицинских учреждениях. Это обусловило снижение эффективности лечения пациентов с гнойно-воспалительными процессами мягких тканей, в т.ч. ожогами. Особое значение данное обстоятельство приобретает в свете количества данной категории пострадавших, которая составляет более трети от общего числа пациентов хирургического профиля. На сегодняшний день более 40% хирургических заболеваний сопровождаются гнойно-воспалительными процессами, а их число ежегодно увеличивается [1].

Основным методом лечения и профилактики большинства гнойно-воспалительных осложнений является своевременная хирургическая обработка, а также применение местных и системных антибактериальных препаратов. Активное, а зачастую, неконтролируемое использование последних способствует развитию резистентности у патогенной микрофлоры и, как следствие, снижению эффективности оказания медицинской помощи [2].

Золотистый стафилококк относится к одним из наиболее часто встречающихся микроорганизмов, вызывающих развитие гнойно-воспалительного процесса мягких тканей. На сегодняшний день он обладает наибольшей устойчивостью к большинству современных антибактериальных препаратов. Полирезистентный штамм золотистого стафилококка (MRSA) впервые был упомянут еще в XX в. и, несмотря на возможности современной медицины, продолжает представлять наиболее сложную проблему [3]. По последним данным MRSA является наиболее часто встре-

чающимся полирезистентным возбудителем инфекции в странах Европы, что подтверждается данными Европейского центра по контролю за инфекциями, которые свидетельствуют о 170 000 случаях верификации MRSA, 3% из которых заканчивались летальным исходом [4].

Одним из наиболее эффективных методов местного лечения дефектов мягких тканей является личинкотерапия (ЛТ). Данные литературы достоверно подтверждают высокую эффективность ЛТ в отношении MRSA [5]. Этот вид лечения гнойно-воспалительных ран основан на применении личинок насекомых вида *Lucilia sericata* с целью их очищения от некротических тканей, подавления патогенной микрофлоры и активации репаративных процессов заживления [6].

Первое применение личинок насекомых с медицинской целью было упомянуто в США в 1931 г. К середине 1940-х гг. данный способ лечения был успешно внедрен в более чем 300 медицинских учреждениях. К началу 1990-х гг. ЛТ начала внедряться в клиники Израиля, Великобритании, Германии, Швеции, Швейцарии, Таиланда и др. [7]. Начало XXI в. ознаменовало формирование нового направления в медицине — биохирургии, которое в настоящее время активно развивается. Сторонниками метода было основано общество биотерапии, в котором ежегодно проводят обсуждения проблем и достижений ЛТ. Результаты современных клинических исследований достоверно подтверждают эффективность и безопасность лечения большинства дефектов мягких тканей с осложненным течением раневого процесса путем применения живых личинок *Lucilia sericata*. При этом количество работ в данном направлении ежегодно растет [8]. Однако в РФ применение личинок *Lucilia sericata* необоснованно утратило свою актуальность. Единственным субъективным



недостатком данного метода лечения является необходимость контакта с насекомыми, не представляющими для пациента опасности.

Нами проведен анализ доступной литературы, посвященной использованию личинок насекомых *Lucilia sericata* при лечении поражений мягких тканей различной этиологии. С этой целью использовались следующие электронные библиографические базы данных: PubMed, Web of Science, Embase, Wanfang (китайский) и Китайская национальная инфраструктура знаний (CNKI), академия Google, научная электронная библиотека (eLIBRARY.RU). В ходе поиска необходимых научных работ были использованы профильные термины и их комбинации: ожоги, глубокие ожоги, язвы, дефекты мягких тканей, некрэктомия, биохирургия, биологический скальпель, *Lucilia Sericata*, резистентность, антимикробные пептиды, личинкотерапия, maggot debridement therapy, maggot therapy, larva therapy. В выборку включались статьи на английском и русском языках, содержащие информацию о пациентах, скорости репаративной способности ран, частоте инфекционных осложнений, оперативных вмешательствах, использовании антибактериальной терапии и ее сроках, сравнении эффективности ЛТ с другими методами. Критерием исключения являлось дублирование публикаций и исследований, опубликованных на других языках. В ходе первоочередного поиска было отмечено 98 статей. После сортировки, выполненной на основании изучения названия, аннотации и материалов работ, в окончательный список вошло 26 публикаций посвященных тематике исследования.

В работе Chambers L., et al. [9] описано действие пищеварительных ферментов, синтезируемых личинками *Lucilia sericata*, которые содержат карбоксипептидазы А и Б, лейциновые аминопептидазы, коллагеназы, аспартиловые и сериновые протеазы (трипсино- и химотрипсиноподобные). Они обеспечивают активное разрушение фибриновых сгустков, фибронектина, коллагена I и III типа и ламинина. При этом активность ферментов сохраняется в широком диапазоне pH среды. Авторами также продемонстрирована возможность продукции личинками антимикробных и фунгицидных пептидов, обладающих антибактериальным эффектом к большинству грамотрицательных и грамположительных микроорганизмов.

В работе Soares M.O., et al. [10] была описана экономическая эффективность ЛТ по сравнению с применением гидрогеля при лечении трофических ран нижних конечностей. В исследование было включено 267 пациентов с трофическими

(венозные и смешанные венозно-артериальные) язвами (ТЯ), площадь раневой поверхности или некротически измененных тканей составляла не менее 25 % от общего размера ТЯ. Экономическая эффективность лечения оценивалась с помощью анализа затрат на лечение в течение года наблюдения. Установлено, что у пациентов, которым применялась ЛТ, восстановление целостности кожного покрова наступало в среднем на 2,42 сут. раньше, по сравнению с гидрогелем (95 % достоверный интервал от -0,95 до 31,91 сут.). По мнению авторов работы, ЛТ обладала большей терапевтической и экономической эффективностью по сравнению с гидрогелем.

В исследовании Dumville J.C., et al. [11] была оценена клиническая эффективность ЛТ относительно традиционных способов (применение гидрогеля) при лечении 267 пациентов с одной венозной или смешанной венозно-артериальной ТЯ, которая не менее чем на 25 % была покрыта девитализированной тканью. В ходе исследования было отмечено, что ЛТ не увеличила скорость заживления ТЯ на ногах и не снизила бактериальную нагрузку по сравнению с гидрогелем, но значительно сократила время ее очищения.

Работа Jones J., et al. [12] была направлена на оценку роли личинок насекомых вида *Lucilia sericata* в лечении ТЯ посредством анализа определенных параметров: микробная нагрузка, длительность заживления, экономическая эффективность и факторы отказа пациентов от терапии. По результатам данного исследования было отмечено, что использование ЛТ позволяет уменьшить сроки эпителизации ТЯ, тем самым снизить уровень затрат на лечение. В виду распространенного негативного отношения как пациентов, так и медицинского персонала к ЛТ, метод дальнейшего развития не получил.

В работе Кругликова А.А. [13] была проведена оценка бактерицидной активности соединений, полученных из личинок *Lucilia Sericata*. В ходе исследования было доказано, что антимикробные соединения, синтезируемые данными насекомыми, способны выполнять две функции — элиминировать патогены, проникшие в гемолимфу (функция иммунологической защиты) и блокировать рост сапрофитных микроорганизмов в окружающей среде.

В работе Gilead L., et al. [14] был обобщен опыт использования медицинских личинок вида *Lucilia sericata* для очищения ран от некротических тканей. Данное исследование проводилось в период с 1996 по 2009 г. и включало 435 пациентов. У 90,5 % из них дефекты мягких тканей располагались на голенях, а у 48,0 % наблюдались язвы диабетической стопы. Установлено, что полное очищение



ран было достигнуто у 357 пациентов (82,1 %). Раневой дефект частично очистился от некроза в 73 (16,8 %) случаях. В 5 (1,1 %) наблюдениях не было отмечено эффекта от применения ЛТ.

В исследовании Mumcuoglu K.Y., et al. [7] была проведена оценка болевого синдрома до и после использования ЛТ у 435 пациентов. В ходе исследования проанализированы результаты аппликации личинок вида *Lucilia sericata* на рану с использованием повязок (DA) или герметичного пакета (TBA). Установлено, что у 165 пациентов (38 %) был отмечен интенсивный болевой синдром, потребовавший назначений анальгетиков. При этом большинство из них (38 % наблюдений) пришлось на DA метод. У пяти пациентов лечение пришлось прекратить из-за чрезмерной боли.

Работа Opletalová K., et al. [8] направлена на изучение сравнительной эффективности ЛТ и традиционного лечения у 119 пациентов. Установлено, что по сравнению с последним, санация с помощью личинок насекомых вида *Lucilia Sericata* происходит значительно быстрее в течение первой недели ЛТ. На основании того, что после 7 дней применения ЛТ не удавалось достичь существенных результатов, автор сделал вывод о неэффективности использования насекомых более 14–21 сут.

Сравнительная оценка результатов применения ЛТ при лечении длительно незаживающих хронических ран представлена в работе Zarchi K. и Jemes G.B.E. [15]. Данное исследование позволило подтвердить эффективность аппликации насекомых по сравнению с гидрогелем или комбинацией традиционных методов их ведения. В группах с использованием ЛТ количество пациентов с полностью реэпителизированными язвами оказался достоверно выше относительно групп сравнения. При этом длительность системной антибактериальной терапии также имела тенденцию к снижению.

Русин В.И. и соавт. [16] в своем клиническом исследовании смогли доказать эффективность применения ЛТ при лечении хронических ран стоп у 50 пациентов. Длительность аппликации насекомых составляла в среднем 24–72 часа. В ходе работы было отмечено, что полное очищение ран после одного, двух, трех и четырех и более курсов ЛТ достигалось, соответственно, в 16 %, 46 %, 28 % и 10 % наблюдений. При микробиологическом исследовании установлено, что у 40 % пациентов констатирован полимикробный характер раневой инфекции, а у 30 % — антибиотикорезистентная флора.

В работе Морозова А.М. [6] была продемонстрирована эффективность применения ЛТ при гнойных процессах у лабораторных животных.

Автор сделал выводы о том, что использование личинок вида *Lucilia sericata* обеспечивает быстрое очищение раневого дефекта от участков некроза, усиливает регенераторные способности поврежденных тканей, снижает интенсивность воспалительного процесса и способствует образованию нормотрофического рубца.

В обзорном исследовании Shi E. и Shofler D. [17] были выделены следующие свойства личинок *Lucilia sericata*: антибактериальное и ранозаживляющее действия, экономическая эффективность методики. Авторы сделали вывод о высоком потенциале данного способа лечения.

Работа Sherman R.A. [18] продемонстрировала, что ЛТ — безопасное и эффективное средство для лечения хронических ран. В обзоре было продемонстрировано дезинфекционное, антимикробное и ранозаживляющее действие. По мнению автора аппликация личинок вида *Lucilia sericata* может быть использована только в качестве дополнения к основному методу лечения.

В работе Wilasrusmee C., et al. [19] было проведено когортное исследование и метаанализ для оценки эффектов ЛТ. В работу были включены пациенты с ТЯ нижних конечностей (диабетическая стопа), лечение которых осуществлялось путем аппликации личинок (*Lucilia Sericata*) насекомых и традиционным способом. Авторы сделали вывод о том, что ЛТ является более эффективным методом лечения ТЯ относительно общепринятых методик, в т.ч. с экономической точки зрения.

Campbell N. и Campbell D. [20] провели ретроспективный анализ результатов лечения пациентов с некрозами мягких тканей нижних конечностей на фоне ТЯ с использованием ЛТ. В большинстве случаев полное очищение ран от девитализированных тканей наступало в течение первых 2–10 суток. Последующий переход на ведение ран в условиях влажной среды позволил обеспечить полное восстановление целостности кожного покрова у 80 % пациентов.

Mudge E., et al. [21] оценили клиническую эффективность повязок для ЛТ (BioFOAM) с традиционной техникой лечения (использование гидрогеля Purilon) венозных или смешанных артериально-венозных ТЯ нижних конечностей. Установлено, что в 48 % наблюдений дефекты кожных покровов были восстановлены в течение 21 суток, при этом большая часть из них приходилась на группу ЛТ. Это исследование предоставило убедительные доказательства высокой эффективности аппликации личинок *Lucilia sericata* в виде повязок по сравнению с гидрогелем.

Работа McCaughan D., et al. [22] была направлена на оценку болевого синдрома при использо-



вании ЛТ. В исследование были включены пять человек. Установлено, что интенсивный болевой синдром при аппликации личинок *Lucilia sericata*, потребовавший применения дополнительных способов анальгезии, был зафиксирован у двоих пациентов, т.е. 40 % наблюдений.

Сейдиновым Ш.М. [23] было выполнено сравнительное исследование системной антибактериальной терапии и ЛТ. Автором был сделан вывод о том, что биохирургический способ лечения способствует стимуляции репаративной регенерации в ране, эффективно удаляет некротизированные ткани, обеспечивает образование нормотрофического рубца, а также в короткие сроки уменьшает выраженность отека и инфильтрации мягких тканей. Поэтому ЛТ при комплексном подходе показывает наилучшие результаты по сравнению с изолированной антибактериальной терапией.

В исследовании Sun X., et al. [24] проведено изучение механизма стимуляции ангиогенеза ЛТ в ранах у пациентов с ТЯ нижних конечностей (диабетическая стопа). Установлено, что после курса ЛТ отмечался значительный рост молодой грануляционной ткани. При этом дополнительно стимулировалась экспрессия CD31.

В работе von Beckerath O., et al. [25] за период с 2011 по 2016 гг. был проведен анализ частоты применения ЛТ при лечении пациентов с атеросклерозом артерий конечностей с ТЯ или гангреной, сахарным диабетом 1 или 2 типа с множественными осложнениями: с синдромом диабетической стопы, варикозным расширением вен нижних конечностей с ТЯ, язвой нижней конечности иного генеза, инфекцией ампутационной культи, пролежнями IV стадии крестцовой области. Установлено, что за шестилетний период исследования количество случаев использования ЛТ увеличилось на 11 % с 4513 в 2011 г. до 5017 в 2016 г. Автор делает вывод о том, что ЛТ применяется преимущественно для лечения ТЯ стопы или голени, связанных с сахарным диабетом и хронической венозной недостаточностью как дополнение к отрицательному давлению и хирургической обработке.

Malekian A., et al. [26] оценил антимикробное действие личинок насекомых рода *Lucilia sericata*

на *S. aureus* и *P. aeruginosa* при язвенных дефектах на фоне диабетической стопы у 50 пациентов. В ходе работы было продемонстрировано, что количество случаев инфицирования *S. aureus* в группе лечения ЛТ через 48 часов было значительно ниже по сравнению с контролем ($p=0,047$). Число случаев инфицирования *P. aeruginosa* значительно снизилось через 96 ч ($p=0,002$).

Можно заключить, что ЛТ представляет собой перспективный метод очищения ран от некроза и элиминации патогенной микрофлоры. Это достигается за счет выделения личинками насекомых пищеварительных ферментов, включающих в себя карбоксипептидазы А и Б, лейциновые аминопептидазы, коллагеназы, аспартиловые и сериновые протеазы (трипсино- и химотрипсиноподобные) и металлопротеазы, а также антимикробных и фунгицидных пептидов. Последние обеспечивают выраженный антибактериальный эффект по отношению к различным группам грамотрицательных и грамположительных бактерий, дрожжам и простейшим грибам.

Несмотря на очевидные преимущества, биохирургия обладает рядом недостатков. К основным из них относится необходимость длительного контакта насекомых с пациентом и как следствие, сопутствующий физический и эмоциональный дискомфорт. В виду психоэмоциональной нестабильности не все пациенты готовы к проведению данного лечебного мероприятия. Также имеются технические трудности, связанные с получением стерильных насекомых и их транспортировкой.

Представленные исследования убедительно демонстрирует высокую эффективность ЛТ. На сегодняшний день биохирургия используется в основном для лечения хронических, длительно незаживающих дефектов, пролежней, травматических повреждений кожи и мягких тканей, а также ран, инфицированных полирезистентной микрофлорой. Однако результаты применения биохирургии при лечении пострадавших с термической травмой в доступной литературе практически отсутствуют. Это обуславливает высокую актуальность и перспективу исследований в данном направлении.

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

SOURCE OF FUNDING. The study was performed without sponsorship.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Морозов А.М. Личинкотерапия // Молодой ученый. 2013. Т. 12, № 59. С. 587–589.
2. Горюнов С.В., Ромашов Д.В., Бутивщенко А.И. Гнойная хирургия: Атлас. М.: БИНОМ, 2004.



3. Демиховская Е.В. MRSA — знаменитый и неизвестный метициллин-резистентный *S. aureus*: механизмы резистентности, лабораторная диагностика, клиника и эпидемиология болезни и антибиотиков // *Болезни и антибиотики*. 2012. Т. 2, № 7. С. 40–47.
4. Köck R., Becker K., Cookson B., et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA): burden of disease and control challenges in Europe. *Euro Surveill*. 2010 Oct 14;15(41):19688. DOI: 10.2807/ese.15.41.19688-en.
5. Jaklič D., Lapanje A., Zupančič K., et al. Selective antimicrobial activity of maggots against pathogenic bacteria. *J Med Microbiol*. 2008 May;57(Pt 5):617–625. DOI: 10.1099/jmm.0.47515-0.
6. Морозов А.М., Морозова А.Д., Краснова И.Ю., Спиридонова В.В. О возможностях применения личинкотерапии при лечении метициллин-резистентного золотистого стафилококка (MRSA) // *Проблемы современной науки и образования*. 2015. Т. 12, № 42. С. 232–234.
7. Mumcuoglu K.Y., Davidson E., Avidan A., Gilead L. Pain related to maggot debridement therapy. *J Wound Care*. 2012 Aug;21(8):400, 402, 404–5. DOI: 10.12968/jowc.2012.21.8.400.
8. Opletalová K., Blaizot X., Mourgeon B., et al. Maggot therapy for wound debridement: a randomized multicenter trial. *Arch Dermatol*. 2012 Apr;148(4):432–8. DOI: 10.1001/archdermatol.2011.1895.
9. Chambers L., Woodrow S., Brown A.P., et al. Degradation of extracellular matrix components by defined proteinases from the greenbottle larva *Lucilia sericata* used for the clinical debridement of non-healing wounds. *Br J Dermatol*. 2003 Jan;148(1):14–23. DOI: 10.1046/j.1365-2133.2003.04935.x.
10. Soares M.O., Iglesias C.P., Bland J.M., et al.; VenUS II team. Cost effectiveness analysis of larval therapy for leg ulcers. *BMJ*. 2009 Mar 19;338:b825. DOI: 10.1136/bmj.b825.
11. Dumville J.C., Worthy G., Bland J.M., et al.; VenUS II team. Larval therapy for leg ulcers (VenUS II): randomised controlled trial. *BMJ*. 2009 Mar 19;338:b773. DOI: 10.1136/bmj.b773
12. Jones J., Green J., Lillie A.K. Maggots and their role in wound care. *Br J Community Nurs*. 2011;16(3):24–33. DOI: 10.12968/bjcn.2011.16.sup3.s24
13. Кругликова А.А. Антимикробные факторы гемолимфы и экзосекрета личинок *Lucilia sericata* (Meigen) (Diptera, Calliphoridae) // *Журнал эволюционной биохимии и физиологии*. 2011. Т. 47, № 6. С. 453–460.
14. Gilead L., Mumcuoglu K.Y., Ingber A. The use of maggot debridement therapy in the treatment of chronic wounds in hospitalised and ambulatory patients. *J Wound Care*. 2012 Feb;21(2):78, 80, 82–85. DOI: 10.12968/jowc.2012.21.2.78.
15. Zarchi K., Jemec G.B. The efficacy of maggot debridement therapy—a review of comparative clinical trials. *Int Wound J*. 2012 Oct;9(5):469–77. DOI: 10.1111/j.1742-481X.2011.00919.x.
16. Русин В.И., Корсак В.В., Болдижар П.А., Носенко А.А. Лечение пациентов с синдромом диабетической стопы личинками *Lucilia Sericata* // *Новости хирургии*. 2013. Т. 21, № 6. С. 57–67.
17. Shi E., Shofler D. Maggot debridement therapy: a systematic review. *Br J Community Nurs*. 2014 Dec;Suppl Wound Care:S6–13. DOI: 10.12968/bjcn.2014.19.Sup12.S6.
18. Sherman R.A. Mechanisms of maggot-induced wound healing: what do we know, and where do we go from here? *Evid Based Complement Alternat Med*. 2014;2014:592419. DOI: 10.1155/2014/592419.
19. Wilasrusmee C., Marjareonrungrung M., Eamkong S., Attia J., Poprom N., Jirasisrithum S., Thakkinstian A. Maggot therapy for chronic ulcer: a retrospective cohort and a meta-analysis. *Asian J Surg*. 2014 Jul;37(3):138–47. DOI: 10.1016/j.asjsur.2013.09.005.
20. Campbell N., Campbell D. A retrospective, quality improvement review of maggot debridement therapy outcomes in a foot and leg ulcer clinic. *Ostomy Wound Manage*. 2014 Jul;60(7):16–25. PMID: 25019246.
21. Mudge E., Price P., Walkley N., Harding K.G. A randomized controlled trial of larval therapy for the debridement of leg ulcers: results of a multicenter, randomized, controlled, open, observer blind, parallel group study. *Wound Repair Regen*. 2014 Jan-Feb;22(1):43–51. DOI: 10.1111/wrr.12127.
22. McCaughan D., Cullum N., Dumville J.; VenUS II Team. Patients' perceptions and experiences of venous leg ulceration and their attitudes to larval therapy: an in-depth qualitative study. *Health Expect*. 2015 Aug;18(4):527–41. DOI: 10.1111/hex.12053.
23. Сейдинов Ш.М. Личинкотерапия при лечении гнойных заболеваний // *Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Наука и образование жизни современного общества»*. 2015. № 7. С. 143–144.
24. Sun X., Chen J., Zhang J., et al. Maggot debridement therapy promotes diabetic foot wound healing by up-regulating endothelial cell activity. *J Diabetes Complications*. 2016 Mar;30(2):318–22. DOI: 10.1016/j.jdiacomp.2015.11.009.
25. von Beckerath O., Kanya S., Gäbel G., et al. Use of maggot debridement therapy in hospitalised patients in Germany. *Int Wound J*. 2020 Feb;17(1):10–15. DOI: 10.1111/iwj.13204



26. Malekian A., Esmaeeli Djavid G., Akbarzadeh K., et al. Efficacy of Maggot Therapy on *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* in Diabetic Foot Ulcers: A Randomized Controlled Trial. *J Wound Ostomy Continence Nurs.* 2019 Jan/Feb;46(1):25-29. DOI: 10.1097/WON.0000000000000496.

REFERENCES

1. Morozov A.M. Larval therapy. *Young scientist.* 2013;12(59):587-589. (In Russ.).
2. Goryunov S.V., Romashov D.V., Butivshchenko A.I. *Gnoynaya khirurgiya: Atlas.* Moscow: BINOM; 2004. (In Russ.).
3. Demikhovskaya E.V. MRSA — the famous and unknown methicillin-resistant *S. Aureus*: resistance mechanisms, laboratory diagnostics, clinical picture and epidemiology of the disease and antibiotics. *Diseases and antibiotics.* 2012;2(7):40–47. (In Russ.).
4. Köck R., Becker K., Cookson B., et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA): burden of disease and control challenges in Europe. *Euro Surveill.* 2010 Oct 14;15(41):19688. DOI: 10.2807/ese.15.41.19688-en.
5. Jaklič D., Lapanje A., Zupančič K., et al. Selective antimicrobial activity of maggots against pathogenic bacteria. *J Med Microbiol.* 2008 May;57(Pt 5):617-625. DOI: 10.1099/jmm.0.47515-0.
6. Morozov A.M., Morozova A.D., Krasnova I.Yu., Spiridonova V.V. On the possibilities of using larval therapy in the treatment of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Problems of modern science and education.* 2015;12(42):232–234. (In Russ.).
7. Mumcuoglu K.Y., Davidson E., Avidan A., Gilead L. Pain related to maggot debridement therapy. *J Wound Care.* 2012 Aug;21(8):400, 402, 404-5. DOI: 10.12968/jowc.2012.21.8.400.
8. Opletalová K., Blaizot X., Mourgeon B., et al. Maggot therapy for wound debridement: a randomized multicenter trial. *Arch Dermatol.* 2012 Apr;148(4):432-8. DOI: 10.1001/archdermatol.2011.1895.
9. Chambers L., Woodrow S., Brown A.P., et al. Degradation of extracellular matrix components by defined proteinases from the greenbottle larva *Lucilia sericata* used for the clinical debridement of non-healing wounds. *Br J Dermatol.* 2003 Jan;148(1):14-23. DOI: 10.1046/j.1365-2133.2003.04935.x.
10. Soares M.O., Iglesias C.P., Bland J.M., et al.; VenUS II team. Cost effectiveness analysis of larval therapy for leg ulcers. *BMJ.* 2009 Mar 19;338:b825. DOI: 10.1136/bmj.b825.
11. Dumville J.C., Worthy G., Bland J.M., et al.; VenUS II team. Larval therapy for leg ulcers (VenUS II): randomised controlled trial. *BMJ.* 2009 Mar 19;338:b773. DOI: 10.1136/bmj.b773.
12. Jones J., Green J., Lillie A.K. Maggots and their role in wound care. *Br J Community Nurs.* 2011;16(3):24-33. DOI: 10.12968/bjcn.2011.16.sup3.s24.
13. Kruglikova A.A. Antimicrobial factors of hemolymph and exocretion of *Lucilia sericata* (Meigen) larvae (Diptera, Calliphoridae). *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology.* 2011;47(6):453-460. (In Russ.).
14. Gilead L., Mumcuoglu K.Y., Ingber A. The use of maggot debridement therapy in the treatment of chronic wounds in hospitalised and ambulatory patients. *J Wound Care.* 2012 Feb;21(2):78, 80, 82-85. DOI: 10.12968/jowc.2012.21.2.78.
15. Zarchi K., Jemec G.B. The efficacy of maggot debridement therapy—a review of comparative clinical trials. *Int Wound J.* 2012 Oct;9(5):469-77. DOI: 10.1111/j.1742-481X.2011.00919.x.
16. Rusin V.I., Korsak V.V., Boldizhar P.A., Nosenko A.A. Treatment of patients with diabetic foot syndrome with *Lucilia Sericata* larvae. *Surgery news.* 2013;21(6):57-67. (In Russ.).
17. Shi E., Shofler D. Maggot debridement therapy: a systematic review. *Br J Community Nurs.* 2014 Dec;Suppl Wound Care:S6-13. DOI: 10.12968/bjcn.2014.19.Sup12.S6.
18. Sherman R.A. Mechanisms of maggot-induced wound healing: what do we know, and where do we go from here? *Evid Based Complement Alternat Med.* 2014;2014:592419. DOI: 10.1155/2014/592419.
19. Wilasrusmee C., Marjareonrungrung M., Eamkong S., Attia J., Poprom N., Jirasirithum S., Thakkinian A. Maggot therapy for chronic ulcer: a retrospective cohort and a meta-analysis. *Asian J Surg.* 2014 Jul;37(3):138-47. DOI: 10.1016/j.asjsur.2013.09.005.
20. Campbell N, Campbell D. A retrospective, quality improvement review of maggot debridement therapy outcomes in a foot and leg ulcer clinic. *Ostomy Wound Manage.* 2014 Jul;60(7):16-25. PMID: 25019246.
21. Mudge E., Price P., Walkley N., Harding K.G. A randomized controlled trial of larval therapy for the debridement of leg ulcers: results of a multicenter, randomized, controlled, open, observer blind, parallel group study. *Wound Repair Regen.* 2014 Jan-Feb;22(1):43-51. DOI: 10.1111/wrr.12127.
22. McCaughan D., Cullum N., Dumville J.; VenUS II Team. Patients' perceptions and experiences of venous leg ulceration and their attitudes to larval therapy: an in-depth qualitative study. *Health Expect.* 2015 Aug;18(4):527-41. DOI: 10.1111/hex.12053.



23. Seydinov Sh.M. Lichinkoterapiya pri lechenii gnoynykh zabolevaniy. Sbornik trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii “Nauka i obrazovanie zhizni sovremennogo obshchestva”. 2015;7:143-144.
24. Sun X., Chen J., Zhang J., et al. Maggot debridement therapy promotes diabetic foot wound healing by up-regulating endothelial cell activity. J Diabetes Complications. 2016 Mar;30(2):318-22. DOI: 10.1016/j.jdiacomp.2015.11.009.
25. von Beckerath O., Kanya S., Gäbel G., et al. Use of maggot debridement therapy in hospitalised patients in Germany. Int Wound J. 2020 Feb;17(1):10-15. DOI: 10.1111/iwj.13204.
26. Malekian A., Esmaeeli Djavid G., Akbarzadeh K., et al. Efficacy of Maggot Therapy on Staphylococcus aureus and Pseudomonas aeruginosa in Diabetic Foot Ulcers: A Randomized Controlled Trial. J Wound Ostomy Continence Nurs. 2019 Jan/Feb;46(1):25-29. DOI: 10.1097/WON.0000000000000496.

АВТОРЫ

Костякова Анна Витальевна — ORCID: 0000-0002-1230-1412
Зиновьев Евгений Владимирович — д.м.н., ORCID: 0000-0002-2493-5498
Семиглазов Александр Владимирович — ORCID: 0000-0003-2022-1014
Костяков Денис Валерьевич — к.м.н., ORCID: 0000-0001-5687-7168
Крылов Павел Константинович — к.м.н., ORCID: 0000-0003-2872-2008

AUTHORS

Kostyakova Anna Vitalievna — ORCID: 0000-0002-1230-1412
Zinoviev Evgeniy Vladimirovich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0002-2493-5498
Semiglazov Alaexandr Vladimirovich — ORCID: 0000-0003-2022-1014
Kostyakov Denis Valerievich — PhD, ORCID: 0000-0001-5687-7168
Krylov Pavel Konstantinovich — PhD, ORCID: 0000-0003-2872-2008



УДК 617.547

DOI: 10.54866/27129632_2024_3_34

К ВОПРОСУ О ПРЕДОПЕРАЦИОННОМ ПЛАНИРОВАНИИ ХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ ПРИ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С ПСМТ В НИЖНЕГРУДНОМ И ПОЯСНИЧНОМ ОТДЕЛАХ ПОЗВОНОЧНИКА

© В.А. МАНУКОВСКИЙ¹, А.А. АФАУНОВ², И.В. БАСАНКИН^{2,3}, Н.С. ЧАЙКИН⁴, А.А. ГЮЛЬЗАТЯН³

¹ ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Краснодар, Россия

³ ГБУЗ «Научно-исследовательский институт — Краевая клиническая больница № 1 им. профессора С.В. Очаповского» Минздрава Краснодарского края, Краснодар, Россия

⁴ ГБУЗ СК «Ставропольская краевая клиническая больница», Ставрополь, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель: предложить алгоритм выбора тактики и технологии хирургического лечения пострадавших с ПСМТ в нижнегрудном и поясничном отделах позвоночника.

Материал и методы: 240 пострадавших с ПСМТ в нижнегрудном и поясничном отделах позвоночника, прооперированных по экстренным показаниям. В зависимости от тактического варианта проведенного хирургического лечения больные разделены на 3 группы: группа 1 — двухэтапные хирургические вмешательства из комбинированных доступов: первый этап транспедикулярная фиксация (ТПФ), дополненная задними вариантами декомпрессии; второй этап — корпородез из вентральных доступов ($n = 129$); группа 2 — транспедикулярная фиксация (ТПФ) и декомпрессия из задних доступов ($n = 36$); группа 3 — одноэтапные хирургические вмешательства: ТПФ, декомпрессия и корпородез из расширенных задних доступов ($n = 75$). В группах проведен анализ осложнений выполненных операций, среди которых были респираторные осложнения, интраоперационное повреждение ТМО, инфекционные процессы в области операции, ятрогенные неврологические осложнения, нестабильность металлофиксации, выявлены предикторы их развития. Сравнение групп по количественным показателям проводили с использованием метода однофакторного дисперсионного анализа (при нормальном распределении); критерия Краскела-Уоллиса (при распределении отличным от нормального). Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполняли с помощью критерия χ^2 Пирсона.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Установлено, что для снижения вероятности хирургических осложнений при хирургическом лечении пациентов с ПСМТ в нижнегрудном или поясничном отделе позвоночника на этапе планирования прежде всего необходимо определять параметры, показатели которых могут быть предикторами осложнений. Это хирургический риск летального исхода по модифицированной шкале SOFA, исходный неврологический дефицит по шкале ASIA, уровень повреждения позвоночника и протяженность необходимого для выполнения корпородеза. Учет этих параметров позволяет выполнить пошаговый выбор одного из трех вариантов хирургического вмешательства, который сформулирован и представлен графически как алгоритм выбора тактико-технического варианта выполнения декомпрессивно-стабилизирующих операций у пострадавших с ПСМТ в нижнегрудном и поясничном отделах позвоночника

ВЫВОДЫ. 1. На этапе предоперационного планирования декомпрессивно-стабилизирующей операции у пациентов с ПСМТ в нижнегрудном или поясничном отделе позвоночника для уменьшения вероятности послеоперационных осложнений необходимо учитывать следующие параметры: степень хирургического риска летального исхода по модифицированной шкале SOFA, тяжесть исходного неврологического дефицита по шкале ASIA, уровень повреждения позвоночника и протяженность необходимого для выполнения корпородеза. Определенные значения указанных параметров, в зависимости от выбранной методики операции, могут являться предикторами осложнений.

2. Предложенный алгоритм пошагового выбора одного из трех тактико-технических вариантов хирургических вмешательств у пострадавших с ПСМТ в нижнегрудном и поясничном отделах позвоночника позволяет исключить негативное влияние предикторов осложнений, выявленных для данных вариантов декомпрессивно-стабилизирующих операций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: грудной и поясничные отделы позвоночника; травма; хирургическое лечение; осложнения, предикторы, алгоритм.



КАК ЦИТИРОВАТЬ. Мануковский В.А., Афаунов А.А., Басанкин И.В., Чайкин Н.С., Гюльзатян А.А. К вопросу о предоперационном планировании хирургических вмешательств при лечении больных с ПСМТ в нижнегрудном и поясничном отделах позвоночника // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 3. С. 34–55.

PREOPERATIVE PLANNING OF SURGICAL INTERVENTIONS IN THE TREATMENT OF PATIENTS WITH LOWER THORACIC AND LUMBAR SPINAL CORD INJURY

© V.A. MANUKOVSKY¹, A.A. AFAUNOV², I.V. BASANKIN^{2,3}, N.S. CHAIKIN⁴, A.A. GYULZATYAN³

¹ St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

² State Budgetary educational institution of higher professional education Kuban State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Krasnodar, Russia

³ State Public Health Budget Institution Scientific Research Institute — Ochapovsky Regional Clinic Hospital of Krasnodar Region Public Health Ministry, Krasnodar, Russia

⁴ Stavropol Regional Clinical Hospital, Stavropol, Russia

RESUME

Objective: to propose an algorithm for choosing tactics for surgical treatment of patients with in the lower thoracic and lumbar spinal cord injury

Materials and methods: 240 patients with lower thoracic and lumbar spinal cord injury, were operated urgently. Depending on the tactics of surgical treatment, the patients were divided into 3 groups: Group 1 — two-stage surgical treatment from combined approaches: the first stage is transpedicular fixation (TPF), supplemented by dorsal decompression options; the second stage is fusion from ventral approaches (n = 129); Group 2 — transpedicular fixation (TPF) and decompression from posterior approaches (n = 36); Group 3 — one-stage surgical treatment: TPF, decompression and fusion from extended posterior approaches (n = 75).

Were analyzed complications after surgery, including respiratory complications, intraoperative damage to the dural sac, surgical site infection, iatrogenic neurological complications, metal construct instability and predictors of their development were identified. Comparison of groups by quantitative indicators was performed using the method of one-way variance analysis; the Kruskal-Wallis test. Comparison of percentages in the analysis of multifield contingency tables was performed using the Pearson chi-square test.

RESULTS. It has been established that in order to reduce the likelihood of surgical complications during surgical treatment of patients with spinal cord injury in the lower thoracic or lumbar spine, at the planning stage it is first necessary to determine the parameters whose indicators can be predictors of complications. It is the surgical risk of death according to the modified SOFA scale, the initial neurological deficit according to the ASIA scale, the level of spinal injury and the length of fusion. Taking these parameters into account allows for a step-by-step selection of one of three surgical intervention options, which is formulated and presented graphically as an algorithm for choosing a tactical and technical option for performing decompressive and stabilizing operations.

CONCLUSIONS. 1. At the stage of preoperative planning of surgery in patients with spinal cord injury in the lower thoracic or lumbar spine, the following parameters should be taken into account to reduce the likelihood of postoperative complications: the degree of surgical risk of death according to the modified SOFA scale, the severity of the initial neurological deficit according to the ASIA scale, the level of spinal injury and the length of the required fusion. Certain values of these parameters, depending on the chosen surgical technique, can be predictors of complications.

2. The proposed algorithm for step-by-step selection of one of three tactical and technical options for surgical intervention in patients with spinal cord injury in the lower thoracic and lumbar spine allows eliminating the negative impact of predictors of complications.

KEYWORDS: thoracic and lumbar spine; trauma; surgical treatment; complications, predictors, algorithm.

TO CITE THIS ARTICLE. Manukovsky V.A., Afaunov A.A., Basankin I.V., Chaikin NS, Gyulzatyan A.A. Preoperative planning of surgical interventions in the treatment of patients with lower thoracic and lumbar spinal cord injury. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze.* 2024;(3):34–55.

Выбор технического и тактического варианта хирургического пособия при лечении больных с позвоночно-спинномозговой травмой (ПСМТ) в

нижнегрудном и поясничном отделах позвоночника остается ключевым вопросом предоперационного планирования у данной категории боль-

ных. Применяемые в настоящее время варианты хирургического лечения данных повреждений, в зависимости от используемых доступов, могут быть разделены на вентральные операции, дорзальные операции, в том числе из расширенных задних доступов и вмешательства из комбинированных доступов [1]. Указанные операции имеют свои преимущества и недостатки и, не смотря на значительные отличия, в конечном счете позволяют достигать положительных результатов лечения [2–4]. В то же время, публикации, посвященные неудовлетворительным исходам хирургического лечения, встречаются значительно реже, чем работы, демонстрирующие благоприятные исходы [5]. Осложнения, как правило, провоцируются ошибками предоперационного планирования, неверным выбором хирургической тактики и (или) техническими погрешностями [6, 7]. Однако оптимальные показания к выбору того или иного способа выполнения декомпрессивно-стабилизирующей операции при ПСМТ данной локализации остаются предметом дискуссии заинтересованных специалистов.

Цель: предложить алгоритм выбора тактики и технологии хирургического лечения пострадавших с ПСМТ в нижнегрудном и поясничном отделе позвоночника.

Материал и методы: клинический материал 240 пострадавших с ПСМТ в нижнегрудном и поясничном отделах позвоночника в период 2010–2021 гг., прооперированных в остром периоде позвоночно-спинномозговой травмы.

Критерии включения:

- нестабильные одноуровневые 1–2-сегментарные повреждения нижнегрудного и поясничного отделов позвоночника от Th9 до L5;
- наличие травматического вертеброгенного неврологического дефицита;
- переломы с количеством баллов 6 и более по шкале распределения нагрузки (Load-Sharing Classification) [8];
- возраст пациентов 18–60 лет.

Критерии не включения:

- многоуровневая травма позвоночника;
- политравма с сомнительным и неблагоприятным прогнозом для жизни;
- остеопороз;
- патологические переломы;
- индекс коморбидности Чарлсона более 5 баллов.

В зависимости от тактического варианта проведенного хирургического лечения все больные разделены на 3 группы:

1. Двухэтапные хирургические вмешательства из комбинированных доступов: первый этап транспедикулярная фиксация (ТПФ), допол-

ненная задними вариантами декомпрессии; второй этап — корпородез из вентральных доступов ($n = 129$). Интервал времени между этапами не менее 5 суток.

2. Одноэтапные хирургические вмешательства: ТПФ и декомпрессия из задних доступов ($n = 36$).

3. Одноэтапные хирургические вмешательства: ТПФ, декомпрессия и корпородез из расширенных задних доступов ($n = 75$).

Для определения морфологии повреждения использована классификация AO Spine Thoracolumbar injury classification system [9]. Переломы типа A3 встречались у 5 (3,9%) больных первой группы, 4 (11,1%) случая во второй группе, в 5 (6,7%) случаях в третьей группе (Рис. 1). Во всех группах преобладали пациенты с повреждениями типа A4: 52 (40,3%) случая в группе 1, 19 (52,8%) случаев в группе 2 и 34 (45,3%) случая в группе 3. Дистракционные повреждения типа B у всех пациентов сочетались с компрессионным переломом тела позвонка типа A3 или A4. Повреждения B2(A3) встречались в 13 (10,1%) случаях в группе 1, в 2 (5,6%) случаях в группе 2 и в 7 (9,3%) случаях в группе 3. Переломы типа B2(A4) превалировали среди дистракционных повреждений и составили 42 (32,5%) случая в первой группе, 8 (22,2%) случаев во второй группе и 14 (18,7%) случаев в третьей группе. Повреждения типа B1 и B3 не встречались. Повреждения типа C встречались у 17 (13,2%) больных первой группы, 3 (8,3%) больных второй группы, 15 (20%) больных третьей группы (Рис. 1).

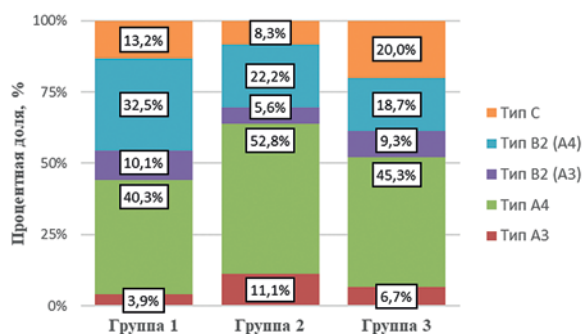


Рис. 1. Распределение пациентов в группах по типу перелома

При анализе типов переломов статистически значимых различий между группами не обнаружено ($p = 0,217$).

У всех больных, включенных в исследование, имело место ПСМТ, сопровождающееся вертебро-медуллярным конфликтом и неврологическим дефицитом разной степени выраженности, который определяли по шкале ASIA. Тип А, имел

место у 19 (14,7%) больных первой группы, 4 (11,1%) больных второй группы и 22 (29,3%) больных третьей группы (Рис. 2). Тип В был отмечен у 15 (11,6%) пострадавших группы 1, 4 (11,1%) — группы 2 и 10 (13,3%) — группы 3. Тип С и встречался у 35 (27,1%) пациентов первой группы, 6 (16,7%) второй группы, 14 (18,7%) третьей группы. Тип D неврологического дефицита наблюдался у 60 (46,5%) пациентов первой группы, 22 (61,1%) второй группы и 29 (38,7%) третьей группы (Рис. 2).

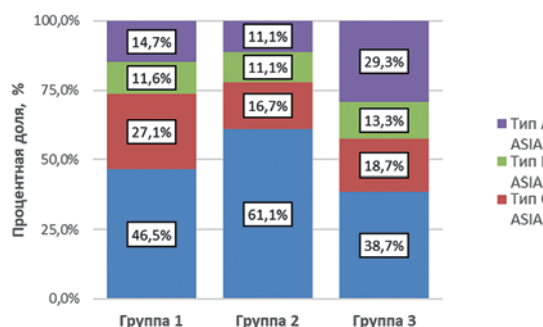


Рис. 2. Распределение пациентов в группах по тяжести неврологического дефицита

Распределение пострадавших в группах по тяжести неврологического дефицита не имело статистически значимых различий ($p=0,069$). Все пациенты, включенные в данное исследование, оперированы по экстренным показаниям в остром периоде ПСМТ. При этом во всех трех группах больные с неврологическим дефицитом, соответствующим категориям А и В по Френкелю, а так же с категорией С при не стабильном неврологическом статусе, доставлялись в стационар не позднее 8 часов с момента получения травмы. Введение кортико-

стероидов пациентам не производили по причине наличия рекомендаций, предлагающих исключить этот компонент из медикаментозного сопровождения в предоперационном периоде [10–13].

Предоперационное лучевое обследование включало определение основных спондилометрических параметров поврежденных ПДС: бисегментарный локальный кифоз в градусах, вертикальный размер тела травмированного позвонка (в процентах от должного) и величина травматического стеноза позвоночного канала (%). Угол бисегментарного кифоза определяли методом Cobb. До операции он составил в среднем $12,97 \pm 7,75$, $11,56 \pm 8,17$ и $13,68 \pm 7,93$ соответственно в первой, второй и третьей группах (Рис. 3). При анализе величин локального кифоза статистически значимых различий между группами не обнаружено ($p=0,413$).

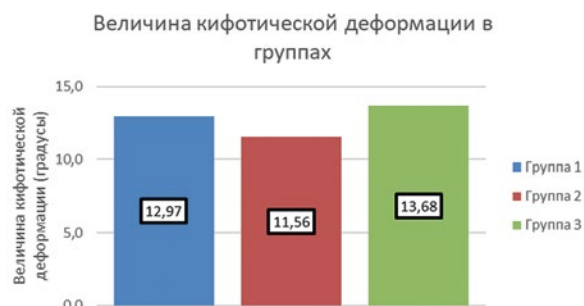


Рис. 3. Величина травматического локального кифоза в группах больных

Травматический стеноз на уровне перелома в исследуемых группах составлял 20–100%. Медиана по этому параметру составила 47,8% в группе 1, 40,0% в группе 2 и 48,0% в группе 3 (Рис. 4).

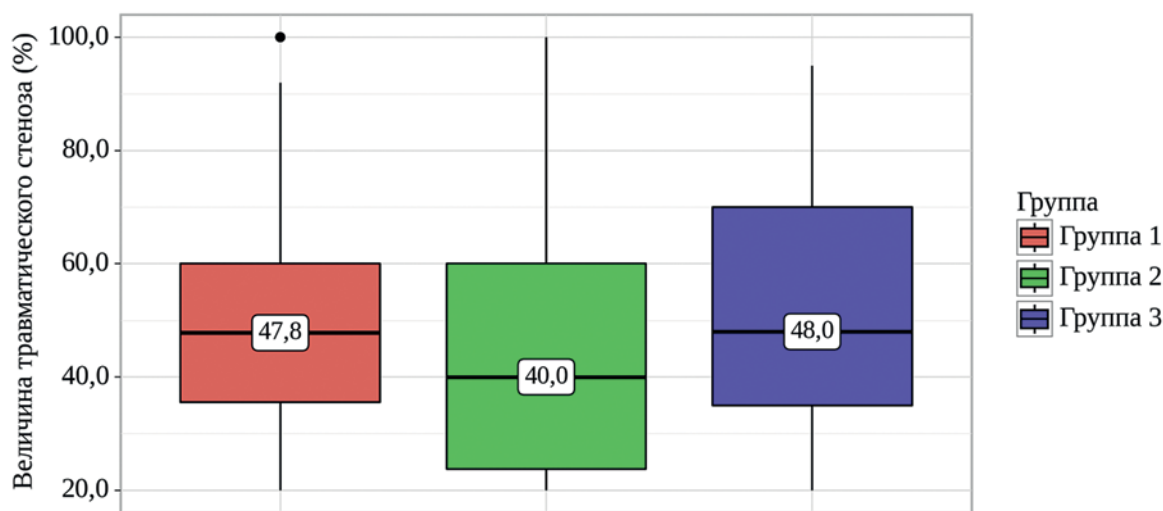


Рис. 4. Величина травматического стеноза позвоночного канала в исследуемых группах

При анализе величин травматического стеноза позвоночного канала статистически значимых различий между группами не обнаружено ($p=0,102$).

Из общего количества пациентов изолированную ПСМТ имели 142 (59,2%) больных, а ПСМТ в составе множественной или сочетанной травмы — 98 (40,8%) больных. В группе 1 сочетанную травму имели 47 (36,4%) пациентов, в группе 2 — 15 (41,7%) пациентов, в группе 3 — 36 (48%) пациентов (Рис. 5).

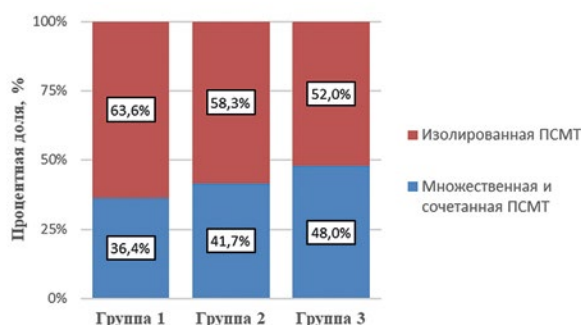


Рис. 5. Доля изолированной ПСМТ и ПСМТ в составе множественной или сочетанной травмы в группах больных

Тяжесть множественной и сочетанной травмы не превышала 22 балла по NISS. При этом, во всех случаях ПСМТ являлась наиболее тяжелым повреждением. Тяжесть сопутствующих повреждений, составляла от 1 до 3 баллов по шкале AIS [14]. По частоте встречаемости множественных и сочетанных повреждений в группах, а так же по их структуре статистически значимых различий не выявлено ($p=0,095$). Таким образом, по основным исходным параметрам группы не имели статистически значимых отличий.

Аналитический материал. Результаты. Во всех трех группах больных было проведено изучение ближайших и отдаленных результатов проведенного хирургического лечения со сроком наблюдения не менее 24 месяцев. Основными критериями оценки результатов лечения являлся регресс вертеброгенного посттравматического неврологического дефицита, качество достигнутой коррекции анатомических взаимоотношений и сохранение показателей достигнутой коррекции в отдаленном периоде наблюдения. Неврологический дефицит систематизировали по шкале ASIA, ортопедическую коррекцию в травмированных ПДС — по величине бисегментарного кифоза и степени устранения стеноза позвоночного канала. Кроме этого, при анализе результатов учитывали интраоперационные показатели (время хирургического вмешательства, объем

интраоперационной кровопотери) и особенности протекания госпитального этапа (продолжительность стационарного лечения, длительность пребывания в отделениях интенсивной терапии, анестезиологии и реанимации (ОИТАР), необходимость проведения гемотрансфузий). Систематизацию данных проводили с помощью методов описательной статистики. Сравнение 3-х групп по количественным показателям проводилось с использованием методов параметрической и непараметрической статистики: метод однофакторного дисперсионного анализа (при нормальном распределении), критерий Краскела-Уоллиса (при распределении отличном от нормального). Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия χ^2 Пирсона.

Во всех группах были получены положительные результаты лечения. По степени регресса неврологического дефицита статистически значимых различий между группами не выявлено. В группе 1 регресс на 1 степень у 74 (60,2%) больных; на 2 степени — 29 (23,6%); на 3 степени у 6 (4,9%). У 11,3% динамики неврологического статуса в результате лечения не наступило. В группе 2 регресс на 1 степень у 26 (72,2%) больных; на 2 степени — 6 (16,7%). У 11,1% динамики неврологического статуса в результате лечения не отмечено. В группе 3 регресс на 1 степень у 42 (59,2%) больных; на 2 степени — 12 (16,9%); и на 3 степени — у 1 (1,4%). У 22,5% динамики в неврологическом статусе не было. Травматический стеноз позвоночного канала так же эффективно устранялся во всех трех группах. В группе 1 величина коррекции стеноза составила 31%, во второй группе 30%, в группе 3 травматический стеноз был полностью устранен у всех пациентов за счет выполнения циркулярной декомпрессии. Во всех группах была достигнута полная коррекция посттравматической кифотической деформации за счет высокой корригирующей способности ТПФ в остром периоде травмы. Средняя величина остаточного бисегментарного кифоза в раннем послеоперационном периоде находилась в пределах 0,8–2,9° с последующей потерей коррекции в отдаленном периоде от 4,2° в группе 1 до 8,8° в группе 2. В настоящем материале мы не представляем подробный анализ результатов лечения. Более того, данные по результатам размещены в разделе «материал и методы», поскольку целью исследования является алгоритм выбора тактики и технологии хирургического лечения пострадавших с ПСМТ в нижнегрудном и поясничном отделе позвоночника на основе анализа результатов и осложнений хирургического лечения. Таким образом, полученные результаты и осложнения



являются частью материала для последующего анализа.

Аналитический материал. Осложнения. Во всех группах больных был проведен анализ имевших место осложнений выполненных хирургических вмешательств и выявлены факторы, увеличивающие частоту их развития. Осложнения, спровоцированные дефектами ухода и реабилитации больных с ПСМТ, не зависящие от особенностей оперативных вмешательств, как и осложнения, непосредственно предопределяемые самой травмой спинного мозга или (и) корешков при ПСМТ, либо сопутствующими повреждениями при множественной и сочетанной травме, в данной работе не анализировались. К интраоперационным

осложнениям были отнесены случаи ятрогенного повреждения дурального мешка. Среди ранних (до 3 месяцев после операции) были респираторные осложнения и инфекционные процессы в области хирургического вмешательства. К поздним осложнениям были отнесены случаи потери коррекции более 10° и развитие нестабильности металлофиксации.

Было выявлено 130 случаев развития осложнений проведенных декомпрессивно-стабилизирующих операций, которые соответствовали второй или третьей категории по классификации хирургических осложнений Dindo-Clavien [16] или «большим» осложнениям по критериям Schwab, et.al. [17] (Табл. 1).

Таблица 1. Осложнения хирургических вмешательств при лечении больных с ПСМТ в нижнегрудном и поясничном отделах позвоночника

Осложнения	Группа 1 n = 129	Группа 2 n = 36	Группа 3 n = 75	Всего
Интраоперационные				
Ятрогенная ликворея	12 (9,3 %)	2 (5,5 %)	20 (26,7 %)	34
Ранние				
Респираторные (всего)	22 (17,1 %)	2 (5,5 %)	14 (18,7 %)	36
в т.ч. гемо- и/или гидроторакс	9 (7 %)	-	8 (10,7 %)	17
в т.ч. пневмоторакс	2 (1,55 %)	-	-	2
в т.ч. сегментарная пневмония	2 (1,55 %)	2 (5,5 %)	6 (8 %)	8
в т.ч. ателектаз доли легкого	9 (7 %)	-	-	9
Инфекционные (всего)	9 (7 %)	2 (5,5 %)	8 (10,7 %)	19
в т.ч. поверхностная ИОХВ*	5 (3,9 %)	-	-	5
в т.ч. глубокая ИОХВ	4 (3,1 %)	2 (5,5 %)	8 (10,7 %)	14
Неврологические	1 (0,8 %)	-	9 (12 %)	10
Поздние				
Специфические осложнения вентрального доступа (всего)	2 (1,6 %)	-	-	2
в т.ч. ликвороторакс	1 (0,8 %)	-	-	1
в т.ч. гипотония мышц передней брюшной стенки	1 (0,8 %)	-	-	1
Нестабильность металлофиксации	3 (2,9 %)	16 (47,1 %)	10 (16,1 %)	29

* — ИОХВ — инфекция области хирургического вмешательства

Наиболее частыми осложнениями хирургических вмешательств в первой группе являются респираторные (17,1 %), в которые мы включили гемо- или гидроторакс, пневмоторакс (8,5 %), ателектаз легкого (7 %), пневмонию (1,6 %). Кроме респираторных отмечено интраоперационное повреждение ТМО (9,3 %) и раневая инфекция (7 %) (Табл. 2).

Во второй группе наиболее частым осложнением является потеря достигнутой коррекции в травмированных ПДС более 10° и (или) нестабильность металлофиксации в отдаленном пери-

оде (47,1 %) (Табл. 2). Кроме того, имели место по 2 случая раневой инфекции (5,5 %), пневмонии (5,5 %) и ятрогенной ликвореи (5,5 %), которые были купированы в раннем послеоперационном периоде. Имевшая место нестабильность ТПФ явилась показанием к ревизионным операциям в 75 % случаев (Табл. 2).

В группе 3 наиболее частыми осложнениями были: интраоперационное повреждение ТМО (26,7 %), респираторные осложнения (18,7 %), инфекционные процессы в области операции (10,7 %), потеря коррекции более 10° с нестабиль-



ностью металлофиксации (16,1%), а так же неврологические осложнения в виде ятрогенного ухудшения вертеброгенного неврологического дефицита на 1–2 степени по шкале ASIA (12%) (Табл. 2). Неврологические осложнения в большинстве случаев регрессировали в течении 2–3 месяцев до исходного статуса. Лишь в 2 случаях (22,2%) имевшее место ухудшение носило необратимый характер. Раневые инфекционные и респираторные осложнения были купированы в раннем послеоперационном периоде и не отразились на полученных результатах. Потеря коррекции в травмированных ПДС с нестабильностью металлофиксации во всех 16,1% случаев явилась показанием к ревизионным операциям в отдаленном периоде наблюдения (Табл. 2).

В плане возможности оказать влияние на частоту хирургических осложнений у больных с ПСМТ нижнегрудного и поясничного отделов позвоночника при реализации трех тактико-технических вариантов выполнения хирургического лечения в группах сравнения проанализированы следующие параметры, характеризующие исходное состояние больных и некоторые особенности лечения: тяжесть дооперационного неврологического дефицита и его динамику в предоперационном периоде, тяжесть состояния больного перед операцией, локализация повреждения, тип перелома, длительность оперативного вмешательства, объем интраоперационной кровопотери, выполнение или невыполнение ламинэктомии, протяженность корпородеза (1 или 2 ПДС), длительность пребывания после операции в отделениях интенсивной терапии, анестезиологии и реанимации (ОИТАР). Необходимо отметить, что во время госпитализации больных, включенных в исследование, в нейрохирургических отделениях и в ОИТАР не было вспышек внутрибольничных инфекций либо нарушений санитарно-эпидемического режима. Тяжесть исходного неврологического дефицита и его динамику в предоперационном периоде определяли по шкале ASIA с интерпретацией этого параметра по шкале риска ятрогенных неврологических осложнений [18]. Тип перелома определяли по классификации AO SPINE. Для определения тяжести состояния больного перед операцией применяли модифицированную шкалу SOFA (Sequential Organ Failure Assessment) [15].

Для определения степени влияния вышеуказанных факторов на вероятность развития тех или иных осложнений во всех трех группах проведен регрессионный анализ с построением однофакторных и многофакторных моделей. Таким образом выявлены мультипликативные предикторы, статистически значимо ассоциированные с

развитием указанных осложнений для каждого из трех тактических вариантов хирургического лечения. Для определения оптимальных значений количественных признаков для прогнозирования исхода использовали ROC-анализ. Статистическую обработку данных проводили в программе IBM SPSS Statistics v21.0. Различия считались статистически значимыми при значении $p < 0,05$.

Результаты. Для разработки алгоритма выбора тактики и технологии хирургического лечения пострадавших с ПСМТ в нижнегрудном и поясничном отделе позвоночника были определены предикторы осложнений для всех трех изучаемых вариантов хирургического лечения.

Статистический анализ с использованием метода бинарной логистической регрессии показал, что значимым предиктором респираторных осложнений в раннем послеоперационном периоде в первой группе больных являлось наличие торакальной травмы, соответствующей 2 и более баллам по шкале AIS, которая увеличивала вероятность развития данных осложнений в 5,11 раз (95% ДИ: 1,88–13,91; $p=0,001$). Однако, данный предиктор демонстрирует статистически значимое влияние на риск развития респираторных осложнений только при однофакторном анализе. При отсутствии торакальных повреждений предиктором респираторных осложнений в раннем послеоперационном периоде являлась тяжесть состояния пострадавшего перед операцией, соответствующая среднему риску летального исхода по модифицированной шкале SOFA, которая увеличивала вероятность развития данных осложнений в 6,87 раз (95% ДИ: 1,77–26,60; $p=0,005$) (Табл. 2). При построении многофакторной модели влияние данного параметра на риск развития легочных осложнений выше, чем наличие торакальной травмы. Все респираторные осложнения, возникшие после вентрального этапа хирургического лечения, выполняемого отсрочено (10,9%), были связаны с торакотомией. Тяжесть дооперационного неврологического дефицита, соответствующая категории А или В по ASIA, увеличивала вероятность развития респираторных осложнений в раннем послеоперационном периоде после вентральных операций в 17,37 раз (95% ДИ: 5,19–58,15; $p < 0,001$). Выполнение ламинэктомии увеличивало вероятность ятрогенного повреждения ТМО в 53,67 раз (95% ДИ: 3,10–930,69; $p < 0,001$), а риск развития инфекционных раневых осложнений в 6,5 раз (95% ДИ: 1,29–32,69; $p=0,023$) (Табл. 2). Другие относительно редкие осложнения, такие как неврологические осложнения в виде ятрогенного ухудшения вертеброгенного неврологического дефицита на 1–2 степени по шкале ASIA (0,8%), нестабиль-



ность металлофиксации (2,9%) и осложнения, специфические для вентрального доступа, в виде 1 случая ликвороторакса и длительной болезненности в области проводимого разреза (1,6%) не показали статистически значимой зависимости от исследованных параметров. Респираторные осложнения после выполнения дренирования плевральной полости и антибактериальной терапии были купированы и не оказали отрицательного влияния на результаты лечения. Неврологические осложнения носили проходящий характер. Раневые инфекционные осложнения в 4,7% случаев явились показанием к хирургической санации и последующей вакуумной терапии в ближайшем послеоперационном периоде. Во всех случаях стабильность ТПФ была сохранена. Отрицательного влияния на результаты лечения не было.

Таким образом установлено, что в первой группе тяжесть дооперационного неврологического дефицита, соответствующая категории А или В по шкале ASIA, тяжесть состояние больного в предоперационном периоде, соответствующая среднему риску летального исхода по модифицированной шкале SOFA и сопутствующая торакальная травма, соответствующая 2 и более баллам по шкале AIS, являются предикторами, статистически значимо ассоциированными с развитием респираторных осложнений. Выполнение ламинэктомии при ПСМТ в нижнегрудном и поясничном отделах позвоночника во время дорзального этапа оперативного лечения увеличивает риск интраоперационного повреждения ТМО и развития инфекционных раневых осложнений. В связи с этим целесообразно отдавать предпочтение не прямой репозиционной декомпрессии дурального мешка, основанной на эффекте лигаментотаксиса. Другие проанализированные параметры при использовании тактики этапного хирургического лечения не влияют на риск развития осложнений (Табл. 2).

Для второй группы также с использованием метода бинарной логистической регрессии были выявлены предикторы, статистически значимо ассоциированные с развитием нестабильности. Это короткосегментарная (2-сегментарная) ТПФ и неполная репозиция тела сломанного позвонка (Табл. 2). Построение многофакторной модели продемонстрировало, что 4-сегментарная 8-винтовая ТПФ уменьшает риск развития дестабилизации в отдаленном периоде в 11,34 раз по сравнению с 2-сегментарной 4-винтовой ТПФ (95% ДИ: 0,009–0,91; $p=0,041$). С помощью ROC-анализа определен оптимальный показатель степени восстановления высоты поврежденного позвонка, при котором возможно прогнози-

вать стабильность ТПФ в отдаленном периоде. Он составил 78% с чувствительностью 72,2% и специфичностью 87,5%. Восстановление вертикального размера травмированного позвонка менее чем до 78% от должного увеличивает риск развития нестабильности в 27,95 раз (95% ДИ: 2,80–279,50). Таким образом, по нашим данным, в случае успеха репозиции при ТПФ в условиях 4-сегментарной 8-винтовой фиксации возможно воздержаться от выполнения корпоротомии. Имевшиеся случаи инфекционных раневых осложнений ($n=2$; 5,5%), пневмонии ($n=2$; 5,5%) и ликвореи ($n=2$; 5,5%) не показали значимой зависимости от изучаемых параметров.

Для третьей группы так же был проведен регрессионный анализ полученных данных и выявлены мультипликативные предикторы, статистически значимо ассоциированные с развитием указанных осложнений. Среди них: тяжесть состояния больного перед операцией, соответствующая среднему риску летального исхода по модифицированной шкале SOFA, сопутствующая торакальная травма, соответствующая 2 и более баллам по шкале AIS, малый неврологический дефицит категории D по шкале ASIA либо быстро регрессирующий неврологический дефицит категории C по шкале ASIA, что соответствует высокому риску ятрогенных неврологических осложнений [18], выполнение бисегментарного корпоротомии при локализации повреждения на поясничном уровне, тяжесть дооперационного неврологического дефицита категории А или В (по ASIA) (Табл. 2).

Выполнение бисегментарного корпоротомии на поясничном отделе увеличивало риск интраоперационного повреждения ТМО в 8,79 раз (95% ДИ: 2,67–28,59; $p < 0,001$), риск развития ятрогенных неврологических осложнений в 6,08 раз (95% ДИ: 1,11–33,38; $p=0,038$) и риск развития нестабильности металлофиксации в 10,86 раз (95% ДИ: 2,05–57,46; $p=0,005$) (Табл. 2). Малый неврологический дефицит категории D либо быстро регрессирующий неврологический дефицит категории C по шкале ASIA, что соответствует высокому риску ятрогенных неврологических осложнений по соответствующей шкале [18], увеличивают риск послеоперационного ухудшения неврологического статуса на 1–2 степени по шкале ASIA в 6,08 раз (95% ДИ: 1,11–33,38; $p=0,038$) чего не отмечено в других группах. Тяжесть состояния пострадавшего в предоперационном периоде, соответствующая среднему риску летального исхода по модифицированной шкале SOFA, и сопутствующая торакальная травма, соответствующая 2 и более баллам по шкале AIS, увеличивали риск развития респираторных осложнений.



торных осложнений в 12,87 раз и 7 раз соответственно (95 % ДИ: 2,86 — 57,97; $p=0,001$), (95 % ДИ: 1,9—25,6; $p=0,003$). При аналогичной тяжести состояния пострадавших, соответствующей среднему риску летального исхода по модифицированной шкале SOFA, в группе 3 это сопровождается в 1,87 раз более высоким риском, чем в группе 1 при двухэтапных оперативных вмешательствах. Также, средний риск летального исхода по модифицированной шкале SOFA увеличи-

вал риск развития инфекционных осложнений в 32,08 (95 % ДИ: 3,60—285,72; $p=0,002$), чего не отмечено в других группах. Исходный неврологический дефицит категории А или В по шкале ASIA увеличивал риск развития респираторных осложнений в 10,86 раз (95 % ДИ: 1,91—61,81; $p=0,007$), что в 1,6 раз меньше по сравнению с аналогичным влиянием указанного параметра на риск респираторных осложнений в группе 1 при применении вентральных доступов.

Таблица 2. Предикторы осложнений при хирургическом лечении больных с ПСМТ нижнегрудного и поясничного отделов позвоночника с применением различных тактических вариантов

Параметры, потенциально влияющие на риск развития осложнений (предикторы осложнений)	Группа 1. Двухэтапные декомпрессивно-стабилизирующая операции из комбинированных доступов (ТПФ + корпородез)	Группа 2. Одноэтапные декомпрессивно-стабилизирующая операции из задних доступов (изолированная ТПФ)	Группа 3. Одноэтапные декомпрессивно-стабилизирующая операции из расширенных задних доступов (ТПФ + корпородез)
Кратность увеличения риска развития осложнений			
Тяжесть дооперационного неврологического дефицита категории А или В (по ASIA)	Респираторные осложнения в 17,37 раз	Нет значимого влияния	Респираторные осложнения в 10,86 раз
Тяжесть состояние больного перед операцией соответствующая среднему риску летального исхода (по модифицированной шкале SOFA)	Респираторные осложнения в 6,87 раз	Нет значимого влияния	Респираторные осложнения в 12,87 раз Инфекционные осложнения в 32,08 раз
Сопутствующая торакальная травма, соответствующая 2 и более баллам по шкале NISS	Респираторные осложнения в 5,11 раз	Нет значимого влияния	Респираторные осложнения в 7 раз
Малый неврологический дефицит категории D либо быстро регрессирующий неврологический дефицит категории С по шкале ASIA	Нет значимого влияния	Нет значимого влияния	Ятрогенное ухудшение неврологического статуса в 6,08 раз
2-сегментарный корпородез при локализации повреждения на поясничном уровне	Нет значимого влияния	Нет значимого влияния	Интраоперационные повреждения ТМО в 8,79 раз Ятрогенные неврологические осложнения в 6,08 раз



Параметры, потенциально влияющие на риск развития осложнений (предикторы осложнений)	Группа 1. Двухэтапные декомпрессивно-стабилизирующая операции из комбинированных доступов (ТПФ + корпородез)	Группа 2. Одноэтапные декомпрессивно-стабилизирующая операции из задних доступов (изолированная ТПФ)	Группа 3. Одноэтапные декомпрессивно-стабилизирующая операции из расширенных задних доступов (ТПФ + корпородез)
Кратность увеличения риска развития осложнений			
			Нестабильность металлофиксации в 10,86 раз
Короткая протяженность металлофиксации (2 ПДС)	Нет значимого влияния	Фиксация 2 ПДС по сравнению с 4 ПДС увеличивает вероятность развития нестабильности в 11,34 раз	Нет значимого влияния
Восстановление вертикального размера тела травмированного позвонка менее чем до 78 %	Нет значимого влияния	Увеличивает риск развития нестабильности в 27,95 раз	Нет значимого влияния
Выполнение ламинэктомии	Интраоперационное повреждение ТМО в 53,67 раз Инфекционные осложнения в 6,5 раз	Нет значимого влияния	Нет значимого влияния

Тяжесть дооперационного неврологического дефицита категории А или В (по ASIA) и тяжесть состояния больного перед операцией, соответствующая среднему риску летального исхода (по модифицированной шкале SOFA), являются предикторами осложнений сразу для двух тактико-технических вариантов хирургического лечения, применяемых в группах 1 и 3. При этом тяжесть состояния больного перед операцией соответствующая среднему риску летального исхода (по шкале SOFA) как предиктор осложнений в группе 3 оказывает существенно большее влияние на риск осложнений, чем в группе 1 (Табл. 2). В то же время тяжесть дооперационного неврологического дефицита категории А или В (по ASIA) как предиктор осложнений более актуальна в группе 1, чем в группе 3. Сопутствующая торакальная травма, соответствующая 2 и более баллам по шкале AIS, является предиктором респираторных осложнений только при однофакторном анализе без статистически значимой разницы влияния на развитие респираторных осложнений в группах больных. То есть наличие торакальной травмы, соответствующей 2 и более баллам по шкале AIS, само по себе предопределяет развитие респираторных осложнений в раннем послеоперационном периоде, независимо от выбранного варианта хирургического лечения.

Такие изучаемые параметры, как тип перелома (по AO SPINE), длительность оперативного вмешательства, объем интраоперационной кровопотери, длительность пребывания после операции в отделениях интенсивной терапии, анестезиологии и реанимации (ОИТАР) не оказывали статистически значимого влияния на развитие имевших место осложнений ни в одной из групп сравнения. Подробный анализ осложнений и выявление предикторов проводились нами в прошлом [19]. Однако для наглядной демонстрации полученных результатов и достигнутой цели исследования мы частично продублировали ранее опубликованный материал.

Таким образом, далеко не все параметры исходного состояния больных и технические особенности выполняемых операций могут учитываться для прогнозирования вероятности тех или иных осложнений хирургического лечения. По нашим данным, для снижения вероятности хирургических осложнений при выборе тактико-технического варианта выполнения декомпрессивно-стабилизирующей операции у больного с ПСМТ в нижнегрудном или поясничном отделе позвоночника на этапе планирования прежде всего необходимо определять параметры, показатели которых могут быть предикто-

рами осложнений. Это хирургический риск летального исхода по модифицированной шкале SOFA, исходный неврологический дефицит по шкале ASIA в плане риска ятрогенных неврологических осложнений [18], уровень повреждения позвоночника и протяженность необходимого для выполнения корпоротомии. Учет этих параметров позволяет выполнить пошаговый выбор одного из трех вариантов хирургического вмешательства, который представлен графически в виде алгоритма выбора тактико-технического варианта выполнения декомпрессивно-стабилизирующих операций у пострадавших с ПСМТ в нижнегрудном и поясничном отделах позвоночника на рисунке 6.

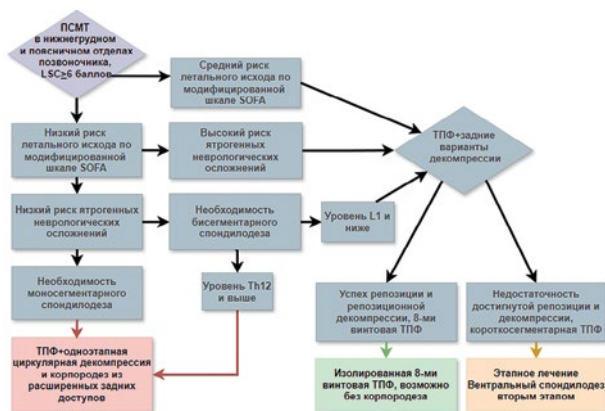


Рис. 6. Алгоритм выбора тактико-технического варианта выполнения декомпрессивно-стабилизирующих операций у пострадавших с ПСМТ в нижнегрудном и поясничном отделах позвоночника

При низкой вероятности летального исхода по модифицированной шкале SOFA, отсутствии высокого хирургического риска ятрогенных неврологических осложнений и необходимости выполнения моносегментарного корпоротомии возможно выполнить одноэтапную декомпрессивно-стабилизирующую операцию из заднего доступа на грудном и поясничном отделе.

При низкой вероятности летального исхода по модифицированной шкале SOFA, отсутствии высокого хирургического риска ятрогенных неврологических осложнений, но необходимости выполнения бисегментарного корпоротомии возможно выполнить одноэтапную декомпрессивно-стабилизирующую операцию из заднего доступа только на грудном отделе. Для поясничного отдела в таком случае предпочтение нужно отдать ТПФ и задним вариантам декомпрессии в качестве первого или окончательного этапа.

При низкой вероятности летального исхода по модифицированной шкале SOFA, но высоком

хирургическом риске ятрогенных неврологических осложнений предпочтение так же следует отдать ТПФ и задним вариантам декомпрессии в качестве первого или единственного этапа хирургического лечения.

При среднем риске летального исхода по модифицированной шкале SOFA, независимо от других параметров, предпочтение следует отдать ТПФ и задним вариантам декомпрессии в качестве первого или единственного этапа хирургического лечения.

После ТПФ, при успехе репозиции травмированного позвонка и репозиционной декомпрессии при длинносегментарной (4 ПДС) 8-винтовой ТПФ, возможно не выполнять передний корпоротомии вторым этапом.

При недостаточной репозиции травмированного позвонка и (или) репозиционной декомпрессии при длинносегментарной ТПФ, либо после короткосегментарной ТПФ целесообразно вторым этапом выполнить вентральный спондилодез.

Обсуждение. При анализе литературы обращает на себя внимание неоднородность данных о частоте осложнений при использовании различных вариантов хирургического лечения ПСМТ в нижнегрудном и поясничном отделах позвоночника.

Jiang, et al. [20] сообщили о статистически значимо большем количестве осложнений декомпрессии из вентральных доступов (20 %), чем при дорзальных вмешательствах (9 %), $p < 0,05$. Аналогичные данные приводят Stancić, et al. [21], по которым частота осложнений вентральных операций составляет 23,1 %, а операций из заднего доступа — 8,3 %.

Ряд авторов сообщает об отсутствии достоверных различий в частоте осложнений между вентральными и дорзальными вариантами оперативных вмешательств. По данным Jiang, et al. [22], частота осложнений задней декомпрессии составила 25,86 %, а передней — 29,17 % ($p=0,676$). Также, в ряде систематических обзоров и мета-анализов не обнаружено различий в частоте осложнений между задними и вентральными вариантами вмешательств [3, 4].

Противоположные результаты представил Wood, et al. [23]. В его работе частота осложнений переднего корпоротомии составила 5 %, а при дорзальных вмешательствах — 50 %. Hitchon, et al. [24] сообщили о частоте ревизионных операций после вентральных вмешательств в 5,3 %, а после задней декомпрессии в 20 %.

При выполнении циркулярной декомпрессии из расширенных задних доступов частота осложнений, по данным ряда авторов, составляет от 8 %



до 42,9 % [25–29]. В рандомизированном исследовании Lin, et al. [30], сравнивающем изолированную переднюю декомпрессию и циркулярную декомпрессию из расширенных задних доступов, сообщили об отсутствии статистически значимой разницы в частоте осложнений.

В исследовании Reinhold, et al. [31], включающем 733 пострадавших, оперированных с применением изолированных передних, задних или комбинированных доступов, 39 (5,3 %) нуждались в ревизионных операциях. Частота интраоперационных осложнений была достоверно больше при использовании комбинированных доступов ($n=34$; 10,7 %), чем задних ($n=22$; 5,9 %), $p=0,021$. В отдаленном периоде осложнения отмечены у 52 (9,1 %) пациентов: после дорзальной ($n=39$), вентральной ($n=4$) и комбинированной ($n=9$) операций. В то же время большинство авторов демонстрируют статистически значимо более высокую частоту осложнений при этапных вариантах хирургических вмешательств, чем при изолированных дорзальных вмешательствах, в том числе из расширенных доступов [32–36].

Самыми частыми интраоперационными осложнениями при дорзальных вмешательствах является мальпозиция винтов. Частота мальпозиции винтов при традиционных методиках их установки колеблется 5–41 % в поясничном отделе и 3–55 % в грудном [7, 37, 38, 39]. Мальпозиция винта более 4 мм является фактором риска сосудистых и неврологических осложнений [40].

Вторым по частоте интраоперационным осложнением является повреждение ТМО, которое составляет 11,6–47 % [41–44]. При выполнении циркулярной декомпрессии и корпородеза из расширенных задних доступов этот показатель может достигать 100 % [27]. Предикторами разрыва ТМО на этапе ламинэктомии ряд авторов считает: перелом дуги позвонка, величину травматического стеноза более 50 %, увеличение межпозвоночного расстояния более 20 %, диастаз между фрагментами сломанной дуги позвонка более 2,5 мм, многоуровневые повреждения позвоночника и сочетанную ПСМТ [41, 44–46].

Самыми частыми осложнениями раннего послеоперационного периода после выполнения ТПФ и декомпрессии из задних доступов являются инфекционные раневые осложнения (4,3–22,2 %). При выполнении циркулярной декомпрессии и корпородеза из расширенных задних доступов они достигают 29 % [20, 22, 23, 26, 27, 47]. При этом ряд авторов указывают, что мужской пол, наличие ИБС, сахарного диабета, ожирение, степень анестезиологического риска (ASA), прием НПВС являются предикторами инфекцион-

ных осложнений [48, 49]. Работа В.М. Хайдарова с соавторами [50] посвящена прогнозированию риска местных гнойно-воспалительных осложнений в хирургии позвоночника. Авторы выделяют 17 критериев прогноза, из которых 12 определяются предоперационно, 4 во время операции и 1 в послеоперационном периоде. В результате анализа предложена математическая модель прогноза риска развития инфекционных осложнений и создан алгоритм профилактики ИОХВ.

Считается, что операции из комбинированных доступов имеют ряд недостатков: длительное время операции, большая кровопотеря, высокая травматичность, нарушение функции легких, риск повреждения внутренних органов и крупных сосудов [1, 34]. По немногочисленным данным разрыв ТМО при передней декомпрессии встречается значительно реже, чем при дорзальных вмешательствах, от 4,4 % до 10 % [51, 52]. В редких случаях это может привести к ликворотораксу [53]. В нашем исследовании в группе комбинированных вмешательств разрыв ТМО после выполнения вентральной декомпрессии произошел в 1 (0,7 %) случае. Осложнение купировали установкой системы наружного люмбального дренирования и многократными плевральными пункциями.

Наиболее частыми послеоперационными осложнениями комбинированных вмешательств являются респираторные. Их частота составляет от 18,8 % до 29 % [33, 34, 54, 55]. Среди респираторных осложнений наиболее часто встречаются ателектаз доли легкого, пневмония, гемо- и (или) гидроторакс, пневмоторакс. Lin, et al. [30] продемонстрировали, что после торакотомии отмечены достоверно более низкие показатели вентилиционной функции легких. В исследовании Schnake, et al. [54] после комбинированных вмешательств частота осложнений составила 52,5 %, 26,25 % из которых были связаны с выполнением торакотомии.

Частота инфекционных осложнений при использовании комбинированных доступов, согласно исследованию Wang, et al. [22], составила 9,5 %, по сообщению А.К. Дулаева с соавторами — 15,8 % [2]. В работе Schnake, et al. [54] все инфекционные осложнения возникли после заднего доступа.

В исследовании К.О. Борзых [56] при выполнении комбинированных вмешательств общая частота осложнений составила 14,2 %, из которых интраоперационные — 3,3 %, а послеоперационные — 10,9 %. При этом в послеоперационном периоде после дорзального этапа наиболее часто встречались инфекционные и респираторные осложнения.



К специфическим осложнениям вентральных доступов относятся хронический болевой синдром в области доступа, невропатия нервов туловища и слабость мышц живота. Частота посттравматического синдрома составляет от 5% до 58,8% [2, 35, 57].

Неврологические осложнения в хирургическом лечении повреждений нижнегрудного и поясничного отделов позвоночника встречаются достаточно редко. По данным А.А. Гринь [58] повреждения спинного мозга в результате оперативного лечения наблюдается до 2,1%. Единичные публикации описывают ухудшения неврологического статуса в послеоперационном периоде, но чаще они встречаются в работах, посвященных циркулярной декомпрессии и корпорорезу из расширенных задних доступов [25, 29, 59]. По нашим данным неврологические осложнения в группе одноэтапной циркулярной декомпрессии из заднего доступа встречались у 9 (12%) пациентов.

Редкой причиной усугубления неврологического дефицита после операции является инсульт спинного мозга. В обзоре Shlobin, et al. [60] частота данного осложнения составляет 0 до 0,75%. Факторами риска его развития являются: вертебрэктомии, вентральные и особенно левосторонние доступы, корпорорез из расширенных задних доступов, интра- или послеоперационная гипотензия [60, 61].

Наиболее частым осложнением в отдаленном периоде наблюдения является нестабильность металлофиксации и рецидив кифотической деформации [62–64]. Wood, et al. [23] сообщил о частоте дестабилизации металлоконструкции и псевдоартрозе после ТПФ и задней декомпрессии в 27,7% случаев по сравнению с 5% после переднего корпорореза. В систематическом обзоре и метаанализе Tan, et al. [65] частота дестабилизации конструкции после вентрального корпорореза составила 3,7% по сравнению с 11,4% при ТПФ, однако статистически значимой разницы обнаружено не было ($p=0,066$). Аналогично и многие другие авторы сообщили об отсутствии достоверной разницы в потере достигнутой коррекции между вентральными и дорзальными вмешательствами [3, 4, 66]. В тоже время, ряд исследователей пришли к выводу, что операции из комбинированных доступов имели более низкие показатели потери коррекции деформации по сравнению с дорзальными операциями [31, 36, 67].

В отечественной литературе уделяется большое внимание развитию нестабильности металлофиксации и деформациям после ТПФ. Большинство авторов выделяют тактические и технические ошибки первичного лечения, приводящие к дестабилизации и развитию деформаций [5–7,

37, 62, 63]. Перепроведение винта из-за мальпозиции снижает его стабильность. В этом случае авторы рекомендуют выполнить цементную аугментацию или использовать винт большего размера [5, 68–70].

К нарушениям техники коррекции кифотической деформации относят избыточное лордозирование штанг и чрезмерную дистракцию на уровне поврежденного ПДС [62, 71]. Отказ от полноценной коррекции посттравматической деформации наблюдается в 15,7% [63]. При этом остаточная кифотическая деформация является статистически значимым предиктором, увеличивающим риск дестабилизации [63, 72, 73]. По мнению большинства отечественных авторов, одной из основных тактических ошибок, приводящих к неудовлетворительным результатам хирургического лечения ПСМТ, является отказ от выполнения переднего корпорореза [5, 62, 63]. В работе А.К. Дулаева с соавторами [63] из 22 пострадавших, имеющих показания к проведению переднего корпорореза, он был выполнен лишь у 3 больных. Это в 21,1% случаев привело к рецидиву кифоза.

А.Е. Боков с соавторами [74] провели анализ факторов, влияющих на стабильность металлофиксации при повреждениях нижнегрудного и поясничного отделов позвоночника. По их данным, выполнение переднего корпорореза с фиксацией поврежденного позвонка статистически значимо снижает риск дестабилизации. Остаточная кифотическая деформация, выполнение ламинэктомии с резекцией дугоотростчатых суставов увеличивали риск нестабильности. Протяженность фиксации не влияла на частоту осложнений.

Выводы

На этапе предоперационного планирования декомпрессивно-стабилизирующей операции у пациентов с ПСМТ в нижнегрудном или поясничном отделе позвоночника для уменьшения вероятности послеоперационных осложнений необходимо учитывать следующие параметры: а) степень хирургического риска летального исхода по модифицированной шкале SOFA; б) тяжесть исходного неврологического дефицита по шкале ASIA; в) уровень повреждения позвоночника и г) протяженность необходимого для выполнения корпорореза. Определенные значения указанных параметров, в зависимости от выбранной методики операции, могут являться предикторами осложнений.

Предложенный алгоритм пошагового выбора одного из трех тактико-технических вариантов хирургических вмешательства у пострадавших с ПСМТ в нижнегрудном и поясничном отделах позвоночника позволяет исключить негативное влияние предикторов осложнений, выявленных



для данных вариантов декомпрессивно-стабилизирующих операций.

Ограничения

Ограничениями данного исследования являются:

1. Относительное небольшое количество клинических наблюдений.
2. Наличие ретроспективной части исследования.
3. Существенная разница в количестве наблюдений в исследуемых группах.
4. Меняющиеся в течение периода сбора клинического материала условия оказания хирургической помощи больным с ПСМТ (возрастающий опыт и количество хирургов, выполняющих операции, меняющееся качество оснащения операционных).
5. Наличие значительного количества факторов, не поддающихся достоверному учету и анализу, однако имеющих потенциальную возможность оказывать влияние на развитие осложнений (опыт и аккуратность в работе среднего медицинского персонала, качество обработки оборудования и палат пребывания больных в ОИТАР и НХО и т.п.).

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

SOURCE OF FUNDING. The study was performed without sponsorship.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kim B.G., Dan J.M., Shin D.E. Treatment of thoracolumbar fracture. *Asian Spine J.* 2015 Feb;9(1):133-146. DOI: 10.4184/asj.2015.9.1.133.
2. Дулаев А.К., Кутянов Д.И., Мануковский В.А., Паршин М.С., Искровский С.В., Желнов П.В. Выбор тактики и технологии инструментальной фиксации при изолированных неосложненных взрывных переломах грудных и поясничных позвонков // Хирургия позвоночника. 2019. Т. 16, № 2. С. 7–17.
3. Xu G.J., Li Z.J., Ma J.X., Zhang T., Fu X., Ma X.L. Anterior versus posterior approach for treatment of thoracolumbar burst fractures: a meta-analysis. *Eur Spine J.* 2013;22:2176-2183. DOI: 10.1007/s00586-013-2987-y.
4. Zhu Q., Shi F., Cai W., Bai J., Fan J., Yang H. Comparison of anterior versus posterior approach in the treatment of thoracolumbar fractures: a systematic review. *Int Surg.* 2015;100:1124-1133. DOI: 10.9738/INTSURG-D-14-00135.1.
5. Бердюгин К.А., Чертков А.К., Штадлер Д.И., Бердюгина О.В. О неудовлетворительных исходах транспедикулярной фиксации позвоночника // Хирургия позвоночника. 2010. № 4. С. 19–24.
6. Усиков В.В., Усиков В.Д. Ошибки и осложнения внутреннего транспедикулярного остеосинтеза при лечении больных с нестабильными повреждениями позвоночника, их профилактика и лечение // Травматология и ортопедия России. 2006. № 1. С. 21–26.
7. Яриков А.В., Перлмуттер О.А., Фраерман А.П., Бояришинов А.А., Соснин А.Г., Гунькин И.В., Тихомиров С.Е. Осложнения и ошибки оперативного лечения повреждения грудных и поясничных позвонков // Амурский медицинский журнал. 2019. № 3 (27). С. 65-74.
8. McCormack T., Karaikovic E., Gaines R.W. The load sharing classification of spine fractures. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1994 Aug 1;19(15):1741-1744. DOI: 10.1097/00007632-199408000-00014.
9. Vaccaro A.R., Oner C., Kepler C.K., et al.; AOSpine Spinal Cord Injury & Trauma Knowledge Forum. AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status, and key modifiers. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013 Nov 1;38(23):2028-2037. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182a8a381.
10. Fehlings M.G., Wilson J.R., Tetreault L.A., et al. A Clinical Practice Guideline for the Management of Patients With Acute Spinal Cord Injury: Recommendations on the Use of Methylprednisolone Sodium Succinate. *Global Spine J.* 2017 Sep;7(3 Suppl):203S-211S. doi: 10.1177/2192568217703085.
11. Walters BC, Hadley MN, Hurlbert RJ, et al; American Association of Neurological Surgeons; Congress of Neurological Surgeons. Guidelines for the management of acute cervical spine and spinal cord injuries: 2013 update. *Neurosurgery*. 2013;60(CN_suppl_1):82-91.
12. Клинические рекомендации «Повреждения грудного и поясничного отделов позвоночника». Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2021.
13. Рерих В.В., Первухин С.А., Лукинов В.Л., Рерих К.В., Лебедева М.Н. Сравнительный анализ влияния стероидной терапии и поддержания артериального давления на среднесрочные исходы позвоночно-спинномозговой травмы // Хирургия позвоночника. 2020. Т. 7, № 4. С. 43–53. DOI: 10.14531/ss2020.4.43-53.



14. Махновский А.И., Эргашев О.Н., Барсукова И.М., Миннуллин И.П., Харитоненко К.А., Касимов Р.Р. и др. Прогностические критерии для обоснования хирургической и эвакуационной тактики у пациентов с политравмой в травмоцентрах II и III уровня: пособие для врачей / под ред. В.Е. Парфенова. СПб.: СПб НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, 2020. 42 с.
15. Муханов М.Л., Блаженко А.Н., Барышев А.Г., Сеумян Э.В., Блаженко А.А. Определение рисков послеоперационных осложнений и летального исхода после конверсионного остеосинтеза у пациентов с политравмой. // Хирургия. Журнал имени Н.И. Пирогова. 2024. № 5. С.43–50.
16. Camino Willhuber G., Elizondo C., Slullitel P. Analysis of postoperative complications in spinal surgery, hospital length of stay, and unplanned readmission: application of Dindo-Clavien classification to spine surgery. *Global Spine J.* 2019;9:279-286. DOI: 10.1177/2192568218792053.
17. Schwab F.J., Hawkinson N., Lafage V., et al; International Spine Study Group. Risk factors for major peri-operative complications in adult spinal deformity surgery: a multi-center review of 953 consecutive patients. *Eur Spine J.* 2012 Dec;21(12):2603-10. doi: 10.1007/s00586-012-2370-4.
18. Афаунов А.А., Кузьменко А.В., Басанкин И.В., Чайкин Н.С., Агеев М.Ю. К вопросу оценки риска неврологических осложнений при хирургическом лечении посттравматических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника // Инновационная медицина Кубани. 2018. № 4 (12). С 6–16.
19. Афаунов А.А., Чайкин Н.С. К вопросу о предикторах осложнений при хирургическом лечении больных с позвоночно-спинномозговой травмой в нижнегрудном и поясничном отделах позвоночника // Хирургия позвоночника. 2023. Т. 20. № 4. С. 6–21.
20. Jiang Y., Wang F., Yu X., et al. A Comparative Study on Functional Recovery, Complications, and Changes in Inflammatory Factors in Patients with Thoracolumbar Spinal Fracture Complicated with Nerve Injury Treated by Anterior and Posterior Decompression. *Med Sci Monit.* 2019 Feb 12;25:1164-1168. DOI: 10.12659/MSM.912332.
21. Stancić M.F., Gregorović E., Nozica E., Penezić L. Anterior decompression and fixation versus posterior reposition and semirigid fixation in the treatment of unstable burst thoracolumbar fracture: prospective clinical trial. *Croat Med J.* 2001 Feb;42(1):49-53.
22. Jiang P., Yang D., Chang B., et al. Efficacy of anterior-posterior decompression on thoracolumbar spine fracture with spinal cord injury and analysis of risk factors for postoperative deep vein thrombosis. *Am J Transl Res.* 2022 Jun 15;14(6):4033-4041.
23. Wood K.B., Bohn D., Mehbod A. Anterior versus posterior treatment of stable thoracolumbar burst fractures without neurologic deficit: a prospective, randomized study. *J Spinal Disord Tech.* 2005 Feb;18 Suppl:S15-23. DOI: 10.1097/01.bsd.0000132287.65702.8a.
24. Hitchon P.W., Torner J., Eichholz K.M., Beeler S.N. Comparison of anterolateral and posterior approaches in the management of thoracolumbar burst fractures. *J Neurosurg Spine.* 2006 Aug;5(2):117-125. DOI: 10.3171/spi.2006.5.2.117.
25. Sasani M., Ozer A.F. Single-stage posterior corpectomy and expandable cage placement for treatment of thoracic or lumbar burst fractures. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009 Jan 1;34(1):E33-40. DOI: 10.1097/BRS.0b013e-318189fcfd.
26. Jo D.J., Kim K.T., Kim S.M., et al. Single-Stage Posterior Subtotal Corpectomy and Circumferential Reconstruction for the Treatment of Unstable Thoracolumbar Burst Fractures. *J Korean Neurosurg Soc.* 2016 Mar;59(2):122-128. DOI: 10.3340/jkns.2016.59.2.122.
27. Pham M.H., Tuchman A., Chen T.C., et al. Transpedicular Corpectomy and Cage Placement in the Treatment of Traumatic Lumbar Burst Fractures. *Clin Spine Surg.* 2017 Oct;30(8):360-366. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000312.
28. Choi J.I., Kim B.J., Ha S.K., et al. Single-stage Transpedicular Vertebrectomy and Expandable Cage Placement for Treatment of Unstable Mid and Lower Lumbar Burst Fractures. *Clin Spine Surg.* 2017 Apr;30(3):E257-E264. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000232.
29. Haiyun Y., Rui G., Shucai D., et al. Three-column reconstruction through single posterior approach for the treatment of unstable thoracolumbar fracture. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010 Apr 15;35(8):E295-302. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181c392b9.
30. Lin B., Chen Z.W., Guo Z.M., Liu H., Yi Z.K. Anterior Approach Versus Posterior Approach With Subtotal Corpectomy, Decompression, and Reconstruction of Spine in the Treatment of Thoracolumbar Burst Fractures: A Prospective Randomized Controlled Study. *J Spinal Disord Tech.* 2012 Aug;25(6):309-317. DOI: 10.1097/BSD.0b013e3182204c53.
31. Reinhold M., Knop C., Beisse R., et al. Operative treatment of 733 patients with acute thoracolumbar spinal injuries: comprehensive results from the second, prospective, Internet-based multicenter study of the



Spine Study Group of the German Association of Trauma Surgery. *Eur Spine J.* 2010 Oct;19(10):1657-1676. DOI: 10.1007/s00586-010-1451-5.

32. Prabhakar M.M., Rao B.S., Patel L. Thoracolumbar burst fracture with complete paraplegia: rationale for second-stage anterior decompression and fusion regarding functional outcome. *J Orthop Traumatol.* 2009 Jun;10(2):83-90. DOI: 10.1007/s10195-009-0052-8.

33. Zheng G.Q., Wang Y., Tang P.F., et al. Early posterior spinal canal decompression and circumferential reconstruction of rotationally unstable thoracolumbar burst fractures with neurological deficit. *Chin Med J (Engl).* 2013 Jun;126(12):2343-2347. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0366-6999.20130034.

34. Hao D., Wang W., Duan K., et al. Two-year follow-up evaluation of surgical treatment for thoracolumbar fracture-dislocation. *Spine (Phila Pa 1976).* 2014 Oct 1;39(21):E1284-E1290. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000529.

35. Korovessis P., Baikousis A., Zacharatos S., et al. Combined anterior plus posterior stabilization versus posterior short-segment instrumentation and fusion for mid-lumbar (L2-L4) burst fractures. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006 Apr 15;31(8):859-868. DOI: 10.1097/01.brs.0000209251.65417.16.

36. Smits A.J., Polack M., Deunk J., Bloemers F.W. Combined anteroposterior fixation using a titanium cage versus solely posterior fixation for traumatic thoracolumbar fractures: A systematic review and meta-analysis. *J Craniovertebr Junction Spine.* 2017 Jul-Sep;8(3):168-178. DOI: 10.4103/jcvjs.JCVJS_8_17.

37. Прудникова О.Г. Подходы к классификации ошибок и осложнений наружного транспедикулярного остеосинтеза // Медицинский альманах. 2012. № 5. С. 171–174.

38. Ozaki T., Yamada K., Nakamura H. Usefulness of Preoperative Planning by Three-Dimensional Planning Software for Pedicle Screw Placement in Thoracolumbar Surgeries: Misplacement Rate and Associated Risk Factors. *Spine Surg Relat Res.* 2021 Nov 4;6(3):279-287. DOI: 10.22603/ssrr.2021-0185.

39. Mason A., Paulsen R., Babuska J.M., et al. The accuracy of pedicle screw placement using intraoperative image guidance systems. *J Neurosurg Spine.* 2014 Feb;20(2):196-203. DOI: 10.3171/2013.11.SPINE13413.

40. Аганесов А.Г., Алексанян М.М., Абугов С.А., Марданян Г.В. Тактика лечения потенциальных и истинных повреждений грудного отдела аорты транспедикулярными винтами при отсутствии острого кровотечения: анализ малой клинической серии и данных литературы // Хирургия позвоночника. 2022. Т. 19. № 4. С. 46–51.

41. Xu J.X., Zhou C.W., Wang C.G., et al. Risk Factors for Dural Tears in Thoracic and Lumbar Burst Fractures Associated With Vertical Laminar Fractures. *Spine (Phila Pa 1976).* 2018 Jun 1;43(11):774-779. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002425.

42. Luszczek M.J., Blaisdell G.Y., Wiater B.P., et al. Traumatic dural tears: what do we know and are they a problem? *Spine J.* 2014 Jan;14(1):49-56. DOI: 10.1016/j.spinee.2013.03.049.

43. Skiak E., Karakasli A., Harb A., et al. The effect of laminae lesion on thoraco-lumbar fracture reduction. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2015 Jun;101(4):489-494. DOI: 10.1016/j.otsr.2015.02.011.

44. Мартикян А.Г., Гринь А.А., Талыпов А.Э., Аракелян С.Л. Факторы риска повреждения твердой мозговой оболочки при травме грудного и поясничного отделов позвоночника // Хирургия позвоночника. 2022. Т. 19. № 1. С. 31-38.

45. Ozturk C., Ersozlu S., Aydinli U. Importance of greenstick lamina fractures in low lumbar burst fractures. *Int Orthop.* 2006 Aug;30(4):295-298. DOI: 10.1007/s00264-005-0052-0.

46. Park J.K., Park J.W., Cho D.C., Sung J.K. Predictable factors for dural tears in lumbar burst fractures with vertical laminar fractures. *J Korean Neurosurg Soc.* 2011 Jul;50(1):11-16. DOI: 10.3340/jkns.2011.50.1.11.

47. Mavrogenis A., Tsibidakis H., Papagelopoulos P., et al. Posterior transpedicular decompression for thoracolumbar burst fractures. *Folia Med (Plovdiv).* 2010 Oct-Dec;52(4):39-47. DOI: 10.2478/v10153-010-0016-z.

48. Deng H., Chan A.K., Ammanuel S., et al. Risk factors for deep surgical site infection following thoracolumbar spinal surgery. *J Neurosurg Spine.* 2019 Nov 1;32(2):292-301. DOI: 10.3171/2019.8.SPINE19479.

49. Janssen D.M.C., van Kuijk S.M.J., d'Aumerie B., Willems P. A prediction model of surgical site infection after instrumented thoracolumbar spine surgery in adults. *Eur Spine J.* 2019 Apr;28(4):775-782. DOI: 10.1007/s00586-018-05877-z.

50. Хайдаров В.М., Ткаченко А.Н., Кирилова И.А., Мансуров Д.Ш. Прогноз инфекции в области хирургического вмешательства при операциях на позвоночнике // Хирургия позвоночника. 2018. Т.15, № 2. С. 84–90. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2018.2.84-90>.

51. Zhang S., Thakur J.D., Khan I.S., et al. Anterior stabilization for unstable traumatic thoracolumbar spine burst fractures. *Clin Neurol Neurosurg.* 2015 Mar;130:86-90. DOI: 10.1016/j.clineuro.2014.10.020.

52. Ozdemir M., Oğün T., Kapicioğlu S.M. Torakolomber burst kırığina bağlı anterior dural laserasyon [Anterior dural laseration due to thoracolumbar burst fracture]. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2003 Jan;9(1):57-61. Turkish.



53. Carl A.L., Matsumoto M., Whalen J.T. Anterior dural laceration caused by thoracolumbar and lumbar burst fractures. *J Spinal Disord.* 2000 Oct;13(5):399-403. DOI: 10.1097/00002517-200010000-00005.
54. Schnake K.J., Stavridis S.I., Kandziora F. Five-year clinical and radiological results of combined anteroposterior stabilization of thoracolumbar fractures. *J Neurosurg Spine.* 2014 May;20(5):497-504. DOI: 10.3171/2014.1.SPINE13246.
55. Sengupta S. Post-operative pulmonary complications after thoracotomy. *Indian J Anaesth.* 2015 Sep;59(9):618-626. DOI: 10.4103/0019-5049.165852.
56. Борzych К.О., Перих В.В., Борин В.В. Осложнения лечения посттравматических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника методом этапных хирургических вмешательств // Хирургия позвоночника. 2020. Т. 17. No 1. С. 6–14. doi: 10.14531/ss2020.1.6-14.
57. Xia Q., Xu B.S., Zhang J.D., et al. Simultaneous combined anterior and posterior surgery for severe thoracolumbar fracture dislocations. *Orthop Surg.* 2009 Feb;1(1):28-33. DOI: 10.1111/j.1757-7861.2008.00006.x.
58. Гринь А.А., Кайков А.К., Крылов В.В. Профилактика и лечение осложнений у больных с позвоночно-спинномозговой травмой (часть 1) // Нейрохирургия. 2014. № 4. С. 75-86.
59. Machino M., Yukawa Y., Ito K., et al. Posterior/anterior combined surgery for thoracolumbar burst fractures--posterior instrumentation with pedicle screws and laminar hooks, anterior decompression and strut grafting. *Spinal Cord.* 2011 Apr;49(4):573-579. DOI: 10.1038/sc.2010.159.
60. Shlobin N.A., Raz E., Shapiro M., Clark J.R., Hoffman S.C., Shaibani A., Hurley M.C., Ansari S.A., Jahromi B.S., Dahdaleh N.S., Potts M.B. Spinal neurovascular complications with anterior thoracolumbar spine surgery: a systematic review and review of thoracolumbar vascular anatomy. *Neurosurg Focus.* 2020 Sep;49(3):E9. DOI: 10.3171/2020.6.FOCUS20373.
61. Sabrina H. The risk of spinal cord ischemia in thoracolumbar spine surgery: Attempt to quantify predictive factor. *J Surg Open Access.* 2016;2(5). DOI: 10.16966/2470-0991.124.
62. Шульга А.Е., Зарецков В.В., Островский В.В., Арсениевич В.Б., Смолькин А.А., Норкин И.А. К вопросу о причинах развития вторичных посттравматических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника // Саратовский научно-медицинский журнал. 2015. Т. 11, № 4. С. 570–575.
63. Дулаев А.К., Хан И.Ш., Дулаева Н.М. Причины неудовлетворительных анатомо-функциональных результатов лечения больных с переломами грудного и поясничного отделов позвоночника // Хирургия позвоночника. 2009. № 2. С. 17–24.
64. Ye C., Luo Z., Yu X., et al. Comparing the efficacy of short-segment pedicle screw instrumentation with and without intermediate screws for treating unstable thoracolumbar fractures. *Medicine (Baltimore).* 2017 Aug;96(34):e7893. DOI: 10.1097/MD.00000000000007893.
65. Tan T., Rutges J., Marion T., et al. Anterior versus posterior approach in traumatic thoracolumbar burst fractures deemed for surgical management: Systematic review and meta-analysis. *J Clin Neurosci.* 2019 Dec;70:189-197. DOI: 10.1016/j.jocn.2019.07.083.
66. P Oprel P., Tuinebreijer W.E., Patka P., den Hartog D. Combined anterior-posterior surgery versus posterior surgery for thoracolumbar burst fractures: a systematic review of the literature. *Open Orthop J.* 2010 Feb 17;4:93-100. DOI: 10.2174/1874325001004010093.
67. Hughes H., Carthy A.M., Sheridan G.A., et al. Thoracolumbar Burst Fractures: A Systematic Review and Meta-Analysis Comparing Posterior-Only Instrumentation Versus Combined Anterior-Posterior Instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976).* 2021 Aug 1;46(15):E840-E849. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003934.
68. Ge D.W., Chen H.T., Qian Z.Y., et al. Biomechanical strength impact of lateral wall breach on spinal pedicle screw fixation. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2018 Jul;22(1 Suppl):63-68. DOI: 10.26355/eurev_201807_15365.
69. Goda Y., Higashino K., Toki S., et al. The Pullout Strength of Pedicle Screws Following Redirection After Lateral Wall Breach or End-plate Breach. *Spine (Phila Pa 1976).* 2016 Aug 1;41(15):1218-1223. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001600.
70. Stauff M.P., Freedman B.A., Kim J.H., et al. The effect of pedicle screw redirection after lateral wall breach--a biomechanical study using human lumbar vertebrae. *Spine J.* 2014 Jan;14(1):98-103. DOI: 10.1016/j.spinee.2013.03.028.
71. Paik H., Kang D.G., Lehman R.A. Jr, et al. The biomechanical consequences of rod reduction on pedicle screws: should it be avoided? *Spine J.* 2013 Nov;13(11):1617-1626. DOI: 10.1016/j.spinee.2013.05.013.
72. Перих В.В., Синявин В.Д. Сравнительный анализ методов гибридной стабилизации при лечении взрывных переломов тел позвонков на фоне остеопороза // Хирургия позвоночника. 2022. Т. 19, № 4. С. 40–45.
73. Seo D.K., Kim C.H., Jung S.K., Kim M.K., Choi S.J., Park J.H. Analysis of the Risk Factors for Unfavorable Radiologic Outcomes after Fusion Surgery in Thoracolumbar Burst Fracture : What Amount of Post-



operative Thoracolumbar Kyphosis Correction is Reasonable? *J Korean Neurosurg Soc.* 2019 Jan;62(1):96-105. DOI: 10.3340/jkns.2017.0214.

74. Боков А.Е., Млявых С.Г., Братцев И.С., Дыдыкин А.В. Факторы, влияющие на стабильность транспедикулярной фиксации у пациентов с нестабильными повреждениями поясничного отдела позвоночника и переходной грудопоясничной области // *Инновационная медицина Кубани.* 2020. № 3. С. 12–19.

REFERENCES

1. Kim B.G., Dan JM, Shin DE. Treatment of thoracolumbar fracture. *Asian Spine J.* 2015 Feb;9(1):133-146. DOI: 10.4184/asj.2015.9.1.133.
2. Dulaev A.K., Kutyanov D.I., Manukovskiy V.A., Parshin M.S., Iskrovskiy S.V., Zhelnov P.V. Decision-making and technical choice in instrumental fixation for neurologically uncomplicated isolated burst fractures of the thoracic and lumbar vertebrae. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika).* 2019;16(2):7-17. (In Russ.). DOI: 10.14531/ss2019.2.7-17.
3. Xu G.J., Li Z.J., Ma J.X., Zhang T., Fu X., Ma X.L. Anterior versus posterior approach for treatment of thoracolumbar burst fractures: a meta-analysis. *Eur Spine J.* 2013;22:2176-2183. DOI: 10.1007/s00586-013-2987-y.
4. Zhu Q., Shi F., Cai W., Bai J., Fan J., Yang H. Comparison of anterior versus posterior approach in the treatment of thoracolumbar fractures: a systematic review. *Int Surg.* 2015;100:1124-1133. DOI: 10.9738/INT-SURG-D-14-00135.1.
5. Berdyugin K.A., Chertkov A.K., Shtadler D.I., Berdyugina O.V. On the poor results of transpedicular spinal fixation. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika).* 2010;(4):19-24. (In Russ.). DOI: 10.14531/ss2010.4.19-24.
6. Usikov V.V., Usikov V.D. Oshibki i oslozhneniya vnutrennego transpedikulyarnogo osteosinteza pri lechenii bol'nykh s nestabil'nymi povrezhdeniyami pozvonochnika, ikh profilaktika i lechenie. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2006;(1):21-26. (In Russ.).
7. Yarikov A.V., Perlmutter O.A., Fraerman A.P., Boyarshinov A.A., Sosnin A.G., Gunkin I.V., Tikhomirov S.E. Complications and errors of surgical treatment of damage to the thoracic and lumbar vertebrae. *Amur Medical Journal.* 2019;(3):65-74. (In Russ.). DOI: 10.22448/AMJ.2019.3.65-74.
8. McCormack T., Karaikovic E., Gaines RW. The load sharing classification of spine fractures. *Spine (Phila Pa 1976).* 1994 Aug 1;19(15):1741-1744. DOI: 10.1097/00007632-199408000-00014.
9. Vaccaro A.R., Oner C., Kepler C.K., et al.; AOSpine Spinal Cord Injury & Trauma Knowledge Forum. AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status, and key modifiers. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013 Nov 1;38(23):2028-2037. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182a8a381.
10. Fehlings M.G., Wilson J.R., Tetreault L.A., et al. A Clinical Practice Guideline for the Management of Patients With Acute Spinal Cord Injury: Recommendations on the Use of Methylprednisolone Sodium Succinate. *Global Spine J.* 2017 Sep;7(3 Suppl):203S-211S. doi: 10.1177/2192568217703085.
11. Walters B.C., Hadley M.N., Hurlbert R.J., et al; American Association of Neurological Surgeons; Congress of Neurological Surgeons. Guidelines for the management of acute cervical spine and spinal cord injuries: 2013 update. *Neurosurgery.* 2013;60(CN_suppl_1):82-91.
12. Klinicheskie rekomendatsii "Povrezhdeniya grudnogo i poyasnichnogo otdelov pozvonochnika" [Clinical Guidelines "Injuries to the thoracic and lumbar spine"]. Ministry of Health of the Russian Federation, 2021. (In Russ.).
13. Rerikh V.V., Pervukhin S.A., Lukinov V.L., Rerikh K.V., Lebedeva M.N. Comparative analysis of the effect of steroid therapy and blood pressure maintenance on the mid-term outcomes of spinal cord injury. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika).* 2020;17(4):43-53. (In Russ.). DOI: 10.14531/ss2020.4.43-53.
14. Makhnovskiy A.I., Ergashev O.N., Barsukova I.M., et al. Prognosticheskie kriterii dlya obosnovaniya khirurgicheskoy i evakuatsionnoy taktiki u patsientov s politravmoy v travmotsentrakh II i III urovnya: posobie dlya vrachey [Prognostic criteria for justification of surgical and evacuation tactics in patients with polytrauma in level II and III trauma centers: a manual for physicians]. Parfenov VE, ed. St. Petersburg: St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine; 2020. (In Russ.).
15. Mukhanov M.L., Blazhenko A.N., Baryshev A.G., Seumyan E.V., Blazhenko A.A. Risk of postoperative morbidity and mortality after conversion of osteosynthesis in patients with polytrauma. *Pirogov Russian Journal of Surgery.* 2024;(5):43-50. (In Russ.). doi: 10.17116/hirurgia202405143.
16. Camino Willhuber G., Elizondo C., Slullitel P. Analysis of postoperative complications in spinal surgery, hospital length of stay, and unplanned readmission: application of Dindo-Clavien classification to spine surgery. *Global Spine J.* 2019;9:279-286. DOI: 10.1177/2192568218792053.



17. Schwab F.J., Hawkinson N., Lafage V., et al; International Spine Study Group. Risk factors for major peri-operative complications in adult spinal deformity surgery: a multi-center review of 953 consecutive patients. *Eur Spine J.* 2012 Dec;21(12):2603-10. doi: 10.1007/s00586-012-2370-4.
18. Afaunov A.A., Kuzmenko A.V., Basankin I.V., et al. Issue of neurological complications risk after surgery for posttraumatic deformity of lumbar and thoracic spine. *Innovative Medicine of Kuban.* 2018;(4):6-16. (In Russ.).
19. Afaunov A.A., Chaikin N.S. On the issue of predictors of complications of surgical treatment of patients with spinal cord injury in the lower thoracic and lumbar spine. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika).* 2023;20(4):6-21. doi: 10.14531/ss2023.4.6-21.
20. Jiang Y., Wang F., Yu X., et al. A Comparative Study on Functional Recovery, Complications, and Changes in Inflammatory Factors in Patients with Thoracolumbar Spinal Fracture Complicated with Nerve Injury Treated by Anterior and Posterior Decompression. *Med Sci Monit.* 2019 Feb 12;25:1164-1168. DOI: 10.12659/MSM.912332.
21. Stancić M.F., Gregorović E., Nozica E., Penezić L. Anterior decompression and fixation versus posterior reposition and semirigid fixation in the treatment of unstable burst thoracolumbar fracture: prospective clinical trial. *Croat Med J.* 2001 Feb;42(1):49-53.
22. Jiang P., Yang D., Chang B., et al. Efficacy of anterior-posterior decompression on thoracolumbar spine fracture with spinal cord injury and analysis of risk factors for postoperative deep vein thrombosis. *Am J Transl Res.* 2022 Jun 15;14(6):4033-4041.
23. Wood K.B., Bohn D., Mehdod A. Anterior versus posterior treatment of stable thoracolumbar burst fractures without neurologic deficit: a prospective, randomized study. *J Spinal Disord Tech.* 2005 Feb;18 Suppl:S15-23. DOI: 10.1097/01.bsd.0000132287.65702.8a.
24. Hitchon P.W., Torner J., Eichholz K.M., Beeler S.N. Comparison of anterolateral and posterior approaches in the management of thoracolumbar burst fractures. *J Neurosurg Spine.* 2006 Aug;5(2):117-125. DOI: 10.3171/spi.2006.5.2.117.
25. Sasani M., Ozer A.F. Single-stage posterior corpectomy and expandable cage placement for treatment of thoracic or lumbar burst fractures. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009 Jan 1;34(1):E33-40. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318189fcfd.
26. Jo D.J., Kim K.T., Kim S.M., et al. Single-Stage Posterior Subtotal Corpectomy and Circumferential Reconstruction for the Treatment of Unstable Thoracolumbar Burst Fractures. *J Korean Neurosurg Soc.* 2016 Mar;59(2):122-128. DOI: 10.3340/jkns.2016.59.2.122.
27. Pham M.H., Tuchman A., Chen T.C., et al. Transpedicular Corpectomy and Cage Placement in the Treatment of Traumatic Lumbar Burst Fractures. *Clin Spine Surg.* 2017 Oct;30(8):360-366. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000312.
28. Choi J.I., Kim B.J., Ha S.K., et al. Single-stage Transpedicular Vertebrectomy and Expandable Cage Placement for Treatment of Unstable Mid and Lower Lumbar Burst Fractures. *Clin Spine Surg.* 2017 Apr;30(3):E257-E264. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000232.
29. Haiyun Y., Rui G., Shucai D., et al. Three-column reconstruction through single posterior approach for the treatment of unstable thoracolumbar fracture. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010 Apr 15;35(8):E295-302. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181c392b9.
30. Lin B., Chen Z.W., Guo Z.M., Liu H., Yi Z.K. Anterior Approach Versus Posterior Approach With Subtotal Corpectomy, Decompression, and Reconstruction of Spine in the Treatment of Thoracolumbar Burst Fractures: A Prospective Randomized Controlled Study. *J Spinal Disord Tech.* 2012 Aug;25(6):309-317. DOI: 10.1097/BSD.0b013e3182204c53.
31. Reinhold M., Knop C., Beisse R., et al. Operative treatment of 733 patients with acute thoracolumbar spinal injuries: comprehensive results from the second, prospective, Internet-based multicenter study of the Spine Study Group of the German Association of Trauma Surgery. *Eur Spine J.* 2010 Oct;19(10):1657-1676. DOI: 10.1007/s00586-010-1451-5.
32. Prabhakar M.M., Rao B.S., Patel L. Thoracolumbar burst fracture with complete paraplegia: rationale for second-stage anterior decompression and fusion regarding functional outcome. *J Orthop Traumatol.* 2009 Jun;10(2):83-90. DOI: 10.1007/s10195-009-0052-8.
33. Zheng G.Q., Wang Y., Tang P.F., et al. Early posterior spinal canal decompression and circumferential reconstruction of rotationally unstable thoracolumbar burst fractures with neurological deficit. *Chin Med J (Engl).* 2013 Jun;126(12):2343-2347. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0366-6999.20130034.
34. Hao D., Wang W., Duan K., et al. Two-year follow-up evaluation of surgical treatment for thoracolumbar fracture-dislocation. *Spine (Phila Pa 1976).* 2014 Oct 1;39(21):E1284-E1290. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000529.



35. Korovessis P., Baikousis A., Zacharatos S., et al. Combined anterior plus posterior stabilization versus posterior short-segment instrumentation and fusion for mid-lumbar (L2-L4) burst fractures. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006 Apr 15;31(8):859-868. DOI: 10.1097/01.brs.0000209251.65417.16.
36. Smits A.J., Polack M., Deunk J., Bloemers F.W. Combined anteroposterior fixation using a titanium cage versus solely posterior fixation for traumatic thoracolumbar fractures: A systematic review and meta-analysis. *J Craniovertebr Junction Spine*. 2017 Jul-Sep;8(3):168-178. DOI: 10.4103/jcvjs.JCVJS_8_17.
37. Prudnikova O.G. Approaches to classification of mistakes and complications of an external transpedicular osteosynthesis. *Medical almanac*. 2012;(5):171-174. (In Russ.).
38. Ozaki T., Yamada K., Nakamura H. Usefulness of Preoperative Planning by Three-Dimensional Planning Software for Pedicle Screw Placement in Thoracolumbar Surgeries: Misplacement Rate and Associated Risk Factors. *Spine Surg Relat Res*. 2021 Nov 4;6(3):279-287. DOI: 10.22603/ssrr.2021-0185.
39. Mason A., Paulsen R., Babuska J.M., et al. The accuracy of pedicle screw placement using intraoperative image guidance systems. *J Neurosurg Spine*. 2014 Feb;20(2):196-203. DOI: 10.3171/2013.11.SPINE13413.
40. Aganesov A.G., Aleksanyan M.M., Abugov S.A., Mardanyan G.V. Tactics for the treatment of potential and true thoracic aorta injuries by pedicle screws in the absence of acute bleeding: analysis of a small clinical series and literature data. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika)*. 2022;19(4):46-51. (In Russ.). DOI: 10.14531/ss2022.4.46-51.
41. Xu J.X., Zhou C.W., Wang C.G., et al. Risk Factors for Dural Tears in Thoracic and Lumbar Burst Fractures Associated With Vertical Laminar Fractures. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2018 Jun 1;43(11):774-779. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002425.
42. Luszczek M.J., Blaisdell G.Y., Wiater B.P., et al. Traumatic dural tears: what do we know and are they a problem? *Spine J*. 2014 Jan;14(1):49-56. DOI: 10.1016/j.spinee.2013.03.049.
43. Skiak E., Karakasli A., Harb A., et al. The effect of laminae lesion on thoraco-lumbar fracture reduction. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2015 Jun;101(4):489-494. DOI: 10.1016/j.otsr.2015.02.011.
44. Martikyan A.G., Grin A.A., Talypov A.E., Arakelyan S.L. Risk factors for damage to the dura mater in thoracic and lumbar spine injury *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika)*. 2022;19(1):31-38. (In Russ.). DOI: 10.14531/ss2022.1.31-38.
45. Ozturk C., Ersozlu S., Aydinli U. Importance of greenstick lamina fractures in low lumbar burst fractures. *Int Orthop*. 2006 Aug;30(4):295-298. DOI: 10.1007/s00264-005-0052-0.
46. Park J.K., Park J.W., Cho D.C., Sung J.K. Predictable factors for dural tears in lumbar burst fractures with vertical laminar fractures. *J Korean Neurosurg Soc*. 2011 Jul;50(1):11-16. DOI: 10.3340/jkns.2011.50.1.11.
47. Mavrogenis A., Tsibidakis H., Papagelopoulos P., et al. Posterior transpedicular decompression for thoracolumbar burst fractures. *Folia Med (Plovdiv)*. 2010 Oct-Dec;52(4):39-47. DOI: 10.2478/v10153-010-0016-z.
48. Deng H., Chan A.K., Ammanuel S., et al. Risk factors for deep surgical site infection following thoracolumbar spinal surgery. *J Neurosurg Spine*. 2019 Nov 1;32(2):292-301. DOI: 10.3171/2019.8.SPINE19479.
49. Janssen D.M.C., van Kuijk S.M.J., d'Aumerie B., Willems P. A prediction model of surgical site infection after instrumented thoracolumbar spine surgery in adults. *Eur Spine J*. 2019 Apr;28(4):775-782. DOI: 10.1007/s00586-018-05877-z.
50. Haydarov V.M., Tkachenko A.N., Kirilova I.A., Mansurov D.Sh. Prediction of surgical site infection in spine surgery. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika)*. 2018;15(2):84-90. (Russ.). doi: 10.14531/ss2018.2.84-90.
51. Zhang S., Thakur J.D., Khan I.S., et al. Anterior stabilization for unstable traumatic thoracolumbar spine burst fractures. *Clin Neurol Neurosurg*. 2015 Mar;130:86-90. DOI: 10.1016/j.clineuro.2014.10.020.
52. Ozdemir M., Oğün T., Kapicioğlu S.M. Torakolomber burst kırığına bağlı anterior dural laserasyon [Anterior dural laseration due to thoracolumbar burst fracture]. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2003 Jan;9(1):57-61. Turkish.
53. Carl A.L., Matsumoto M., Whalen J.T. Anterior dural laceration caused by thoracolumbar and lumbar burst fractures. *J Spinal Disord*. 2000 Oct;13(5):399-403. DOI: 10.1097/00002517-200010000-00005.
54. Schnake K.J., Stavridis S.I., Kandziora F. Five-year clinical and radiological results of combined anteroposterior stabilization of thoracolumbar fractures. *J Neurosurg Spine*. 2014 May;20(5):497-504. DOI: 10.3171/2014.1.SPINE13246.
55. Sengupta S. Post-operative pulmonary complications after thoracotomy. *Indian J Anaesth*. 2015 Sep;59(9):618-626. DOI: 10.4103/0019-5049.165852.
56. Borzykh K.O., Rerikh V.V., Borin V.V. Complications of the treatment of post-traumatic deformities of the thoracic and lumbar spine using staged surgical interventions. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika)*. 2020;17(1):6-14. doi: 10.14531/ss2020.1.6-14.



57. Xia Q., Xu B.S., Zhang J.D., et al. Simultaneous combined anterior and posterior surgery for severe thoracolumbar fracture dislocations. *Orthop Surg.* 2009 Feb;1(1):28-33. DOI: 10.1111/j.1757-7861.2008.00006.x.
58. Grin' A.A., Kaykov A.K., Krylov V.V. The prophylaxis and treatment of various complications at patients with spinal trauma (part 1). *Russian journal of neurosurgery.* 2014;(4):75-86. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2014-0-4-75-86.
59. Machino M., Yukawa Y., Ito K., et al. Posterior/anterior combined surgery for thoracolumbar burst fractures--posterior instrumentation with pedicle screws and laminar hooks, anterior decompression and strut grafting. *Spinal Cord.* 2011 Apr;49(4):573-579. DOI: 10.1038/sc.2010.159.
60. Shlobin N.A., Raz E., Shapiro M., Clark J.R., Hoffman S.C., Shaibani A., Hurley M.C., Ansari S.A., Jahromi B.S., Dahdaleh N.S., Potts M.B. Spinal neurovascular complications with anterior thoracolumbar spine surgery: a systematic review and review of thoracolumbar vascular anatomy. *Neurosurg Focus.* 2020 Sep;49(3):E9. DOI: 10.3171/2020.6.FOCUS20373.
61. Sabrina H. The risk of spinal cord ischemia in thoracolumbar spine surgery: Attempt to quantify predictive factor. *J Surg Open Access.* 2016;2(5). DOI: 10.16966/2470-0991.124.
62. Shulga A.E., Zaretskov V.V., Ostrovsky V.V., et al. Towards the causes of secondary post-traumatic deformations of thoracic and lumbar spine. *Saratov Journal of Medical Scientific Research.* 2015;11(4):570-575. (In Russ.).
63. Dulaev A.K., Khan I.S., Dulaeva N.M. Causes of anatomical and functional failure of treatment in patients with thoracic and lumbar spine fractures. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika).* 2009;(2):17-24. (In Russ.). DOI: 10.14531/ss2009.2.17-24.
64. Ye C., Luo Z., Yu X., et al. Comparing the efficacy of short-segment pedicle screw instrumentation with and without intermediate screws for treating unstable thoracolumbar fractures. *Medicine (Baltimore).* 2017 Aug;96(34):e7893. DOI: 10.1097/MD.0000000000007893.
65. Tan T., Rutges J., Marion T., et al. Anterior versus posterior approach in traumatic thoracolumbar burst fractures deemed for surgical management: Systematic review and meta-analysis. *J Clin Neurosci.* 2019 Dec;70:189-197. DOI: 10.1016/j.jocn.2019.07.083.
66. P Oprel P., Tuinebreijer W.E., Patka P., den Hartog D. Combined anterior-posterior surgery versus posterior surgery for thoracolumbar burst fractures: a systematic review of the literature. *Open Orthop J.* 2010 Feb 17;4:93-100. DOI: 10.2174/1874325001004010093.
67. Hughes H., Carthy A.M., Sheridan G.A., et al. Thoracolumbar Burst Fractures: A Systematic Review and Meta-Analysis Comparing Posterior-Only Instrumentation Versus Combined Anterior-Posterior Instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976).* 2021 Aug 1;46(15):E840-E849. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003934.
68. Ge D.W., Chen H.T., Qian Z.Y., et al. Biomechanical strength impact of lateral wall breach on spinal pedicle screw fixation. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2018 Jul;22(1 Suppl):63-68. DOI: 10.26355/eur-rev_201807_15365.
69. Goda Y., Higashino K., Toki S., et al. The Pullout Strength of Pedicle Screws Following Redirection After Lateral Wall Breach or End-plate Breach. *Spine (Phila Pa 1976).* 2016 Aug 1;41(15):1218-1223. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001600.
70. Stauff M.P., Freedman B.A., Kim J.H., et al. The effect of pedicle screw redirection after lateral wall breach--a biomechanical study using human lumbar vertebrae. *Spine J.* 2014 Jan;14(1):98-103. DOI: 10.1016/j.spinee.2013.03.028.
71. Paik H., Kang D.G., Lehman R.A. Jr., et al. The biomechanical consequences of rod reduction on pedicle screws: should it be avoided? *Spine J.* 2013 Nov;13(11):1617-1626. DOI: 10.1016/j.spinee.2013.05.013.
72. Rerikh V.V., Sinyavin V.D. Comparative analysis of hybrid stabilization methods in the treatment of burst fractures of the vertebral bodies associated with osteoporosis. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika).* 2022;19(4):40-45. (In Russ.). DOI: 10.14531/ss2022.4.40-45.
73. Seo D.K., Kim C.H., Jung S.K., Kim M.K., Choi S.J., Park J.H. Analysis of the Risk Factors for Unfavorable Radiologic Outcomes after Fusion Surgery in Thoracolumbar Burst Fracture : What Amount of Postoperative Thoracolumbar Kyphosis Correction is Reasonable? *J Korean Neurosurg Soc.* 2019 Jan;62(1):96-105. DOI: 10.3340/jkns.2017.0214.
74. Bokov A.E., Mlyavykh S.G., Brattsev I.S., Dydykin A.V. Factors influencing the pedicle screw fixation stability in patients with unstable lumbar and thoracolumbar spine injuries. *Innovative Medicine of Kuban.* 2020;(3):12-19. (In Russ.). DOI: 10.35401/2500-0268-2020-19-3-12-19.



АВТОРЫ

Мануковский Вадим Анатольевич — д.м.н., ORCID: 0000-0003-0319-814X

Афаунов Аскер Алиевич — д.м.н., ORCID: 0000-0001-7976-860X

Басанкин Игорь Вадимович — д.м.н., ORCID: 0000-0003-3549-0794

Чайкин Никита Сергеевич — ORCID: 0000-0003-4297-6653

Гюльзатян Абрам Акопович — к.м.н., ORCID: 0000-0003-1260-4007

AUTHORS

Manukovskiy Vadim Anatol'evich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0003-0319-814X

Afaunov Asker Alievich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0001-7976-860X

Basankin Igor Vadimovich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0001-7976-860X

Chaikin Nikita Sergeevich — ORCID: 0000-0003-4297-6653

Gyulzatyan Abram Akopovich — PhD, ORCID: 0000-0003-1260-4007



УДК 616.711.9+616-74

DOI: 10.54866/27129632_2024_3_56

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ РАНЕНЫХ ПОСЛЕ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ И МИННО-ВЗРЫВНЫХ РАНЕНИЙ ПОЗВОНОЧНИКА И СПИННОГО МОЗГА

© В.П. ОРЛОВ, С.Д. МИРЗАМЕТОВ, О.В. МАЛЫШЕВА, Д.В. СВИСТОВ

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО России, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ. Создание и практическое применение устройства для реабилитации раненых с различной степенью повреждения спинного мозга в раннем и промежуточном периодах травматической болезни спинного мозга после травм огнестрельных ранений позвоночника.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Нами проведена реабилитация раненых после операции на позвоночнике и спинном мозге после удаления металлических инородных тел из позвоночного канала и декомпрессии спинного мозга и корешков конского хвоста с помощью разработанного нами тренажера.

РЕЗУЛЬТАТЫ. С помощью применяемого тренажера удалось: 1) осуществить максимально возможное восстановление двигательной функции туловища и конечностей; 2) сделать возможным самообслуживание для раненого; 3) улучшить качество жизни больного путем его адаптации к бытовым условиям; 4) улучшить психологическую и физическую адаптацию к своим ограниченным возможностям; 5) предупредить нарастание неврологических расстройств, а также подготовить раненого к дальнейшей реабилитации в специализированном центре.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Представленное в работе устройство может быть рекомендовано к применению в госпиталях 4 и 5 уровня для реабилитации раненых в позвоночник с повреждением спинного мозга.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: система для реабилитации, рама для установки блоков, восстановление неврологического дефицита, экзоскелет.

КАК ЦИТИРОВАТЬ. Орлов В.П., Мирзаметов С.Д., Малышева О.В., Свистов Д.В. Опыт применения устройства для реабилитации раненых после огнестрельных и минно-взрывных ранений позвоночника и спинного мозга // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 3. С. 56–65.

METHOD OF APPLICATION OF DEVICE FOR REHABILITATION OF WOUNDED AFTER GUNSHOOT AND MINE-EXPLOSIVE WOUNDS OF THE SPINE AND SPINAL CORD

© V.P. ORLOV, S.D. MIRZAMETOV, O.V. MALYSHEVA, D.V. SVISTOV

Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

AIM OF THE STUDY. Creation and practical application of a device for the rehabilitation of the wounded with various degrees of spinal cord injury in the early and intermediate periods of traumatic disease of the spinal cord after gunshot wounds of the spine

MATERIALS AND METHODS. We have carried out rehabilitation of the wounded after surgery on the spine and spinal cord after removal of metal foreign bodies from the spinal canal and decompression of the spinal cord and cauda equina roots using the device we developed.

RESULTS. With the help of the device used, it was possible to achieve the maximum possible restoration of the motor function of the trunk and limbs; performing self-care for the wounded; improving the quality of life of the patient by adapting to living conditions; improve psychological and physical adaptation to their limited prevent the growth of neurological disorders, as well as prepare the wounded for further rehabilitation in a specialized center.

CONCLUSION. The device presented in the work can be recommended for use in level 4 and 5 hospitals for the rehabilitation of those injured in the spine with spinal cord injury.

KEYWORDS: system for rehabilitation, frame for installation of blocks, restoration of neurological deficit, exoskeleton.

TO CITE THIS ARTICLE. Orlov V.P., Mirzametov S.D., Malysheva O.V., Svistov D.V. Method of application of device for rehabilitation of wounded after gunshot and mine-explosive wounds of the spine and spinal cord. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2024;(3):56-65.



Введение. Огнестрельные ранения позвоночника и спинного мозга как вид боевых повреждений остаются одной из наиболее трагических разновидностей ранений, сопровождающихся высокой летальностью во всех периодах травматической болезни спинного мозга и выраженной стойкой инвалидизацией большинства пострадавших.

Огнестрельные ранения позвоночника и спинного мозга являются относительно редким видом боевой патологии. В период Великой Отечественной войны их частота зависела от вида боевых действий войск и составляла 0,5–3 % [2]. По данным локальных войн, в частности при ведении боевых действий в Республике Афганистан и Чеченской республике, частота огнестрельных ранений позвоночника и спинного мозга составила 4,7–5,1 % [1]. Военные кампании США в Афганистане и Ираке (2005–2009 гг.) — 10 % и 17 %.

По сообщению [3], при данной патологии неврологические расстройства встречались в соответствии с типом А классификации ASIA — у 29,8 % пациентов, с типом В — у 3,5 %, с типом С — у 28,1 %, с типом D — у 31,6 % и с типом E — у 7,0 %.

Ранения позвоночника и спинного мозга являются одной из сложных проблем для таких направлений как нейрохирургия, травматология и нейрореабилитация. Проникающие ранения позвоночника не являются только медицинской проблемой, они так же влекут за собой проблемы экономического и социального характера. Это связано с высокими показателями летальных исходов, инвалидизации населения, высокие затраты на лечение и последующую реабилитацию, а так же проблемы в уходе и социальном обеспечении таких пациентов и их семей.

Цель исследования. Оценить результаты практического применения устройства для реабилитации раненых с различной степенью повреждения спинного мозга в раннем (2–3 недели) и промежуточном (2–3 месяца) периодах травматической болезни спинного мозга.

Материалы и методы. Успех восстановительного лечения и реабилитации, после проникающих ранений позвоночника и спинного мозга или травм зависит от многих факторов, это:

1. Тяжесть и характер ранения позвоночника и спинного мозга.
2. Количество времени, которое прошло с момента ранения и качества выполнения первичной хирургической обработки.
3. Возраст пациента.
4. Другие факторы здоровья, а именно — наличие хронических заболеваний, состояние обмена веществ, присутствующий лишний вес.

Основными осложнениями при ранениях позвоночника и спинного мозга, которые нуждаются в профилактике и срочном лечении являются:

- 1 раневой сепсис,
- 2 пролежни,
- 3 инфекции органов мочеиспускания,
- 4 пневмония,
- 5 тромбоз глубоких вен конечностей и такое грозное осложнение как тромбоэмболия легочной артерии,
- 6 спастический синдром.

Реабилитационную программу мы начинали, когда состояние раненого стабилизировалось. Для каждого раненого программа составлялась индивидуально и была комплексной. Для оценки неврологического статуса мы использовали классификацию ASIA.

В зависимости от степени повреждения спинного мозга выделяют 5 типов:

Тип А — полное повреждение: ни двигательные, ни чувствительные функции не выявляются. В S4–S5 сегментах отсутствуют признаки анальной чувствительности.

Тип В — неполное повреждение: двигательные функции отсутствуют ниже уровня повреждения, но сохранены элементы чувствительности в сегментах S4–S5.

Тип С — неполное повреждение: двигательные функции сохранены ниже уровня повреждения и в большинстве контрольных групп сила менее 3 баллов.

Тип D — неполное повреждение: двигательные функции сохранены ниже уровня повреждения и в большинстве контрольных групп сила равна 3 баллам и более.

Тип E — норма: двигательные и чувствительные функции не нарушены.

Для наблюдения за динамикой восстановления неврологических расстройств мы заполняли шкалу ASIA (Рис. 1).

В клинике нейрохирургии ВМедА им. С.М. Кирова на лечении находилось 16 раненых мужского пола с сочетанными ранениями, включая ранения позвоночника. Выборка пациентов проводилась произвольно по мере их поступления в стационар. Поступившие раненые находились в возрасте от 30 до 45 лет. Разработанный нами метод мы применяем у пациентов с различной степенью повреждения спинного мозга при ранениях позвоночника разного уровня и степени повреждения спинного мозга. Всех раненых в зависимости от степени повреждения спинного мозга мы разделили на три группы согласно шкалы ASIA.

В первую группу вошли 6 раненых мужчин (медиана возраста 33 г. (интерквартильный размах

Стандарты неврологической оценки повреждений спинного мозга			
Сегмент	Движения		Чувствительность
	Пр.	Лев.	
C2			С2
C3			С3
C4			С4
C5			С5
C6			С6
C7			С7
C8			С8
T1			T1
T2			T2
T3			T3
T4			T4
T5			T5
T6			T6
T7			T7
T8			T8
T9			T9
T10			T10
T11			T11
T12			T12
L1			L1
L2			L2
L3			L3
L4			L4
L5			L5
S1			S1
S2			S2
S3			S3
S4-S5			S4-S5
Всего			Всего
Максимум	50	50	Максимум 50

Оценки двигательной функции		Оценки болевой чувствительности (макс. 112)	
Пр.	Лев.	Пр.	Лев.
Уровень наиболее чувствительный		Уровень наиболее чувствительный	
Уровень наиболее двигательный		Уровень наиболее чувствительный	

Рис. 1. Таблица для динамического наблюдения за восстановлением неврологического дефицита у спинальных больных

(ИКР 25%; 75% = 28; 43)) с полным анатомическим перерывом спинного мозга (тип А) и с сохранением функций в S4–S5 сегментах спинного мозга (тип В). С повреждением шейного отдела позвоночника был 1 пациент, грудного — 4. Цели реабилитации в этой группе суть следующие:

1. Укрепление мышц туловища и плечевого пояса выше уровня повреждения спинного мозга для: а) восстановления навыков самообслуживания, б) поворотов в постели, во избежание возникновения пролежней, в) а также самостоятельного перемещения в коляску.
2. Для нижних конечностей использование системы направлено на сохранение и восстановление объема движений в суставах, уменьшение спастичности мышц, а также на улучшение кровообращения в нижних конечностях и малом тазу.
3. Подготовка больного к дальнейшей реабилитации в экзоскелете.

В этой группе не было нейропатического болевого синдрома в нижних конечностях.

Во вторую группу вошли 5 раненых мужчин (медиана возраста 34 г. (ИКР 25%; 75% = 26; 42)) с частичным повреждением спинного мозга (тип С) в шейном отделе позвоночника у 1 пациента и грудного — у 4. Для данной группы раненых кроме вышеуказанных целей реабилитации проводили наращивание силы и объема движений в конечностях с частично (до 3 баллов) сохраненными движениями и чувствительностью. Старались восстановить функцию тазовых органов в преде-

лах самообслуживания. Проводили пассивную разработку суставов верхних и нижних конечностей. У четверых раненых наблюдали появление нейропатического болевого синдрома в ногах.

В третью группу вошли 5 раненых мужчин (медиана возраста 32 г. (ИКР 25%; 75% = 26; 41)) с частичным повреждением спинного мозга на уровне грудного (n=4) и поясничного (n=1) отделов позвоночника (тип D). Для этой группы раненых проводили восстановление и наращивание силы и объема движений в ногах, восстановление объема движений в суставах нижних конечностей, укрепляли мышцы туловища и верхнего плечевого пояса и восстанавливали навыки самостоятельного сидения в постели, а затем возможность самостоятельного стояния и передвижения в ходунках и экзоскелете. В этой группе у всех раненых также возник в ногах нейропатический болевой синдром разной интенсивности, что мешало проведению реабилитации. Однако после назначения прегабалина болевой синдром у раненых во всех группах значительно уменьшился, что позволило возобновить проведение реабилитации.

Результаты. В настоящее время существует множество приспособлений для выполнения реабилитационного лечения этих больных с различной патологией позвоночника, однако часто они являются дорогостоящими и предназначенными для реабилитации только верхних или нижних конечностей (Рис. 2).

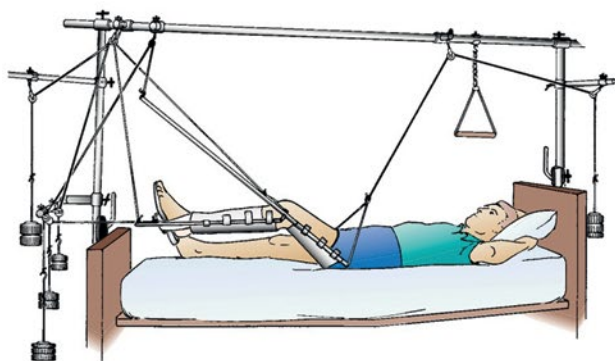


Рис. 2 Виды устройств, применяемых для лечения больных с травмами и заболеваниями позвоночника

Эти дорогостоящие устройства достаточно сложны и не очень удобны к применению их в палате. Кроме того во время реабилитации нет возможности одновременно использовать верх-

ние конечности. Наиболее близким к оснащению функциональной кровати является вариант с большим количеством разнообразных навесок, представленный на (Рис. 3).



Рис. 3. Функциональная кровать для спинальных больных

Эта кровать является дорогостоящей, кроме того нет никаких инструкций и указаний как использовать все эти приспособления. Крюки по-

чему-то открыты кпереди, что очень неудобно и ненадежно, кроме того верхняя штанга круглая, поэтому чтобы укрепить на ней различные при-

способления чтобы они не крутились, пришлось просверлить в штанге сквозные отверстия и фиксировать эти приспособления на болты. Мы использовали эту кровать после доработки применительно к нашей методике.

Занятия ЛФК проводили поэтапно, каждый комплекс упражнений должен соответствовать конкретному периоду в лечении больного и его состоянию. Известно, что выполнение ЛФК помогает восстановить тонус мышц, улучшает

кровообращение во всех тканях и органах, способствует восстановлению нервных тканей, улучшает процессы общего обмена веществ и энергии в организме, стимулирует работу органов мочеиспускания и дефекации, помогает уменьшить боли, активизирует иммунитет.

Нами разработана простая, не дорогая, но надежная и удобная конструкция для восстановления активных движений в конечностях (Рис. 4).



Рис. 4. Конструкция для восстановления нижних конечностей и верхнего плечевого пояса:

А — спаренные блоки на горизонтальной прямоугольной раме;

Б — крюк на вертикальной части рамы;

В — общий вид

Это устройство состоит из П-образной рамы, которая фиксируется к спинкам кровати. Горизонтальная часть рамы прямоугольной формы оснащается в зависимости от программы различными приспособлениями. В данном случае, как показано на (Рис. 4) у раненого с проникающим

ранением грудного отдела позвоночника имеется неврологический дефицит в виде нижней паралигии с нарушением функции тазовых органов по центральному типу (тип В). Для восстановления активных движений и наращивания силы в мышцах нижних конечностей на горизонтальную



раму установлены приспособления указанные на рисунке 4 с блоками для подвешивания нижних конечностей и возможности использования рук пациента для совершения имитации «шагательных» движений, в дальнейшем — сведения и разведения ног, а также тренировки и укрепления мышц плечевого пояса.

Кроме того, в области стоп прикрепляются резиновые ленты (в качестве эспандера), которые другим концом фиксируются к крюку расположенному на вертикальной штанге. Благодаря этому эспандеру нагружается верхний плечевой пояс и при самостоятельном движении ногами увеличивается нагрузка на мышцы и, тренируясь таким образом, пациент самостоятельно наращивает силу мышц нижних конечностей. В результате активных движений руками и одновременно ногами происходят движения в суставах конечностей, увеличиваются дыхательные движения грудной клетки и снижается возможность застойных явлений в легких и сосудах конечностей, а также в малом тазу. Кроме того, пациент сам видит результаты восстановления функции нижних конечностей, что дает ему дополнительный положительный эмоциональный настрой и желание продолжать активно заниматься реабилитацией с перспективой на выздоровление.

Клинический случай. Раненый (Д) получил минно-взрывное ранение и поступил к нам с диагнозом «Минно-взрывное сочетанное ранение груди, живота, таза, конечностей. Осколочное касательное непроникающее ранение груди слева с переломом 11, 12 ребер и повреждением правого легкого. Правосторонний напряженный пневмоторакс. Множественное осколочное проникающее ранение живота с повреждением брыжеек тонкой и толстой кишок, обширным повреждением мягких тканей поясничной области. Множественное осколочное непроникающее ранение грудного, поясничного отделов позвоночника с ушибом, частичным нарушением проводимости спинного мозга, множественными огнестрельными переломами ThXI—LV позвонков. Нижняя параплегия с нарушением функции тазовых органов. Множественные осколочные ранения мягких тканей ягодичной области. Множественные осколочные слепые ранения левой голени. Острая массивная кровопотеря». После операции на грудной и брюшной полости состояние больного улучшилось, и он переведен в клинику нейрохирургии.

По поводу множественных осколочных ранений позвоночника пациенту выполнены операции с удалением металлического осколка, направленные на декомпрессию спинного мозга, а также проведена чрескожная транспедикулярная фиксация позвоночника на уровне L1—L2.

После операций в неврологическом статусе больного появилась положительная динамика в виде появления ощущения наличия нижних конечностей и едва заметные активные движения в отдельных мышцах обеих бедер. С момента начала проведения реабилитации у больного появились и стали нарастать движения в ногах (тип С). Увеличился объем движений в суставах нижних конечностей, стали регрессировать чувствительные расстройства, но появился болевой нейропатический синдром. После назначения прегабалина болевой синдром значительно уменьшился, и были продолжены реабилитационные мероприятия. С момента начала использования нашего устройства прошло три недели. Пациент научился самостоятельно сидеть в постели, а также стоять в ходунках перенося основную нагрузку на руки, а также делать первые шаги на месте (тип D) (Рис. 5).

В дальнейшем раненый переведен в реабилитационный центр, где были продолжены восстановительные и реабилитационные мероприятия (Рис. 6).

В другом случае, когда у раненого был выраженный неврологический дефицит, но только в одной нижней конечности, при этом в ней отмечались только признаки сокращения в отдельных мышцах бедер (тип С). В этих случаях мы применяли нагрузку с основным упором на парализованную конечность. Для восстановления активных движений в парализованной ноге применяли другие приспособления, которые также фиксируются на горизонтальной и боковой частях рамы (Рис. 7).

Таковыми приспособлениями являются два крюка для подвешивания конечности и блок для выполнения самим больным движений в конечности и тренировке руки. В этом случае также стопа фиксируется дополнительно к крюку расположенному на вертикальной части рамы. Таким образом, у раненого появляется возможность поочередно тренировать ноги и руки. При этом работают все суставы нижних конечностей, что предотвращает возникновение контрактур, а также улучшается кровообращение в ногах и малом тазу. При использовании таких простых приспособлений не возникают пролежни, пациенты самостоятельно, под контролем врача выполняют все движения. Когда появляются самостоятельные движения в ногах можно переходить к оснащению рамы для дальнейшей реабилитации, как показано на рисунке 4. Благодаря последовательному применению различных навесок на раму раненые восстанавливаются с уровня типа С до уровня типа D. Дальнейшее лечение можно продолжить в реабилитационных центрах до возможного максимального восстановления движений в конечностях (тип D).



А



Б

*Рис. 5. Внешний вид больного после трехнедельной реабилитации:
А — пациент в положении сидя; Б — пациент в положении стоя в ходунках*



Рис. 6. После окончания курса реабилитации раненый самостоятельно ходит с помощью костылей

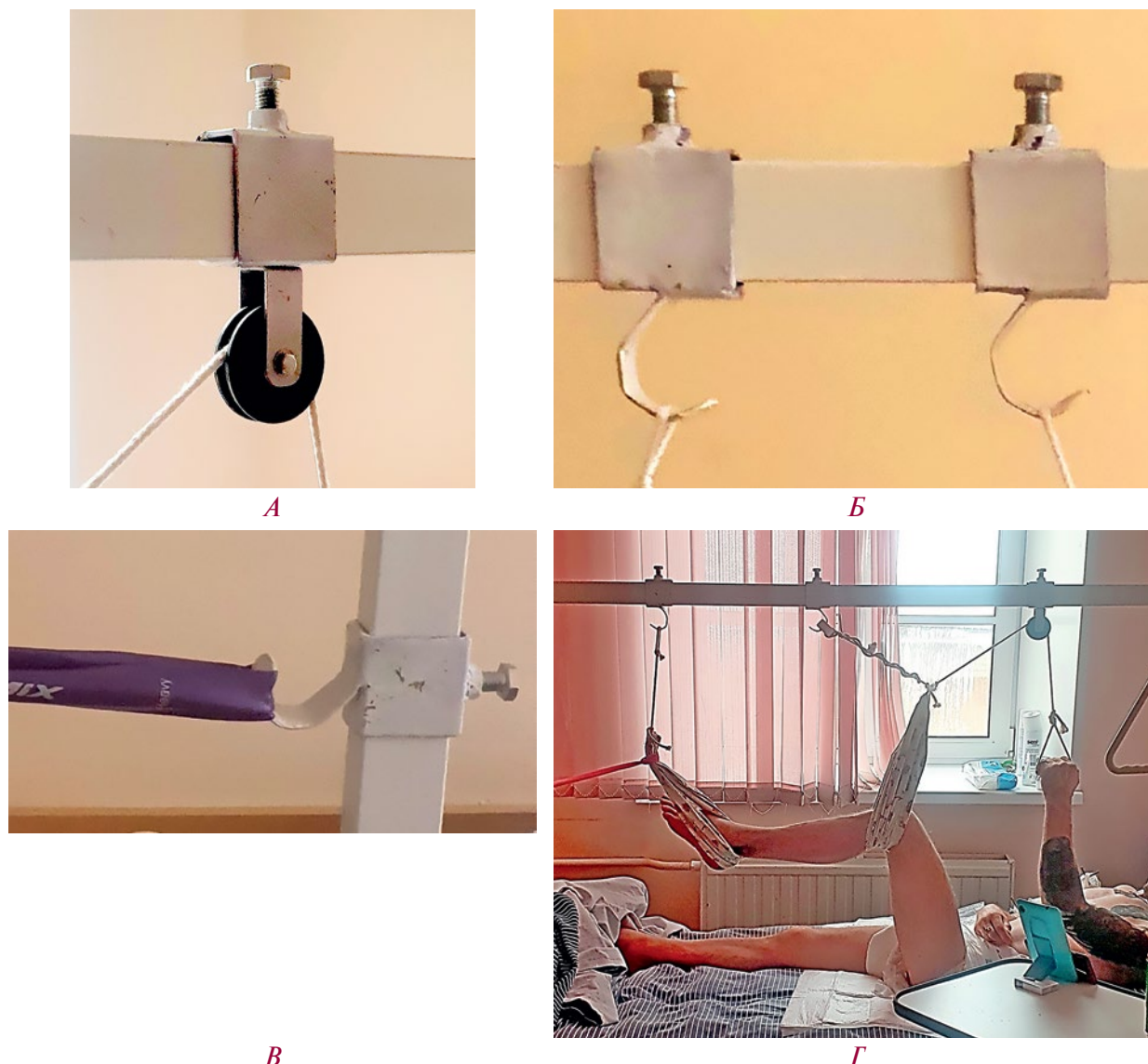


Рис. 7. Фото одного из вариантов использования устройства для восстановления нижних конечностей, а также укрепления мышц верхних конечностей:
А — блок на горизонтальной планке; Б — два крюка на горизонтальной планке; В — крюк на вертикальной планке; Д — общий вид системы в сборе

Таким образом, меня оснастку рамы можно проводить различные варианты восстановительного лечения, которое заканчивается вертикализацией пациентов.

В результате применяемого нами метода, мы получили хорошие результаты у раненых с неполным анатомическим перерывом спинного мозга тип В и С (Табл. 1).

Таблица 1. Результаты лечения

Тип повреждения СМ	Общее количество	Восстановление после реабилитации				
		Тип А	Тип В	Тип С	Тип D	Тип E
Тип А	3	3	0	0	0	0
Тип В	3	0	1	2	0	0
Тип С	5	0	0	1	4	0
Тип D	5	0	0	0	3	2
Всего	16	3	1	3	7	2



Рис. 8. Экзоскелет (Remotion), с помощью которого мы проводим дальнейшую реабилитацию раненых с ушибами и полным анатомическим повреждением спинного мозга

Что касается раненых с полным анатомическим перерывом спинного мозга (тип А), то нам удастся избежать контрактур в суставах нижних конечностей, улучшить кровообращения в ногах, ускорить заживление пролежней, а также в отдельных наблюдениях добиться снижения

спастического сокращения мышц нижних конечностей. Раненые самостоятельно поворачивались в постели, что являлось профилактикой возникновения пролежней, а также принимали участие в самообслуживании. Кроме того, применение этого устройства способствует укреплению мышцы плечевого пояса, что позволяло раненым самостоятельно садиться в коляску. Пациенты с полным анатомическим перерывом спинного мозга с помощью этого метода могут быть подготовлены к дальнейшей реабилитации в специализированных центрах с использованием экзоскелета (Рис. 8).

Заключение:

1. Разработанное нами устройство позволяет:
 - осуществлять максимально возможное восстановление двигательной функции туловища и конечностей;
 - сделать возможным самообслуживание для раненых;
 - улучшить качество жизни больных путем их адаптации к бытовым условиям;
 - улучшить психологическую и физическую адаптацию пациентов к их ограниченным возможностям;
 - предупредить нарастание неврологических расстройств, а также подготовить раненых к дальнейшей реабилитации в специализированном центре.
2. Представленное в работе устройство может быть рекомендовано к применению в госпиталях 4 и 5 уровня для реабилитации раненых в позвоночник с повреждением спинного мозга.

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

SOURCE OF FUNDING. The study was performed without sponsorship.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Верховский А.И. Современные огнестрельные ранения позвоночника и спинного мозга: дис. ... д. мед. наук: 14.00.28 / Верховский Александр Игоревич. СПб., 1992. 301 с.
2. Гуманенко Е.К., Бадалов В.И. Боевая травма позвоночника и спинного мозга // Военно-полевая хирургия: учебник под ред. Е.К. Гуманенко. СПб.: Фолиант, 2004. С. 285–305.
3. Елхаж М.Х., Берснев В.П., Рябуха Н.П. Лечение огнестрельных повреждений позвоночника и спинного мозга / Актуальные вопросы клиники, диагностики и лечения больных в многопрофильном лечебном учреждении: IX Всероссийская научно-практическая конференция: материалы конференции // Вестник Российской военно-медицинской академии: приложение, ч. II. 2009. № 1 (25). С. 953–954.

REFERENCES

1. Verkhovskiy A.I. Sovremennye ognestrel'nye raneniya pozvonochnika i spinnogo mozga [Dr. Sci. (Medicine) dissertation]. Saint Petersburg; 1992.



2. Gumanenko E.K., Badalov V.I. Boevaya travma pozvonochnika i spinnogo mozga. In: Gumanenko E.K. Voenno-polevaya khirurgiya. Saint Petersburg: Foliant; 2004;285-305.

3. Elkhazh M.Kh., Bersnev V.P., Ryabukha N.P. Lechenie ognestrel'nykh povrezhdeniy pozvonochnika i spinnogo mozga. In: Aktual'nye voprosy kliniki, diagnostiki i lecheniya bol'nykh v mnogoprofil'nom lechebno-uchrezhdenii: IX Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya: materialy konferentsii. Bulletin of the Russian Military Medical Academy. Appendix, part 2. 2009;(1):953-954.

АВТОРЫ

Орлов Владимир Петрович — д.м.н., ORCID: 0000-0002-5009-7117; Scopus Author ID: 57197701424

Мирзаметов Саидмирзе Джамирзоевич — к.м.н., ORCID: 0000-0002-1890-7546; SPIN: 5959-1988; Scopus Author ID: 57210236589; ResearcherId: AAE-2675-2022

Мальшиева Ольга Владимировна — ORCID: 0000-0003-3167-0659; SPIN: 5039-7060; Scopus AuthorID: 1041992

Свистов Дмитрий Владимирович — к.м.н., ORCID: 0000-0002-3922-9887; SPIN: 3184-5590; Scopus Author ID: 6602724544

AUTHORS

Orlov Vladimir Petrovich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0002-5009-7117; Scopus Author ID: 57197701424

Mirzametov Saidmirze Dzhampirzoevich — PhD, ORCID: 0000-0002-1890-7546; SPIN: 5959-1988; Scopus Author ID: 57210236589; ResearcherId: AAE-2675-2022

Malysheva Olga Vladimirovna — ORCID: 0000-0003-3167-0659; SPIN: 5039-7060; Scopus Author-ID: 1041992

Svistov Dmitriy Vladimirovich — PhD, ORCID: 0000-0002-3922-9887; SPIN: 3184-5590; Scopus Author ID: 6602724544



УДК 616-001.31

DOI: 10.54866/27129632_2024_3_66

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МРТ И МСКТ В НЕОТЛОЖНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ДИФФУЗНОГО АКСОНАЛЬНОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЕ НА ПРИМЕРЕ КЛИНИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

© В.Е. САВЕЛЛО^{1,2}, Т.А. ШУМАКОВА^{1,2}, А.Н. КОСТЕНИКОВ¹, А.В. МАРЧЕНКО¹, Д.А. НИКИТИН¹, А.А. СОКОЛОВ¹, А.С. КАЗАНКИН¹

¹ ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский Государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

ВВЕДЕНИЕ. Диффузное аксональное повреждение (ДАП) — один из видов тяжелой черепно-мозговой травмы, является ведущей причиной смерти и инвалидизации в молодом возрасте. Несвоевременная диагностика значительно ухудшает прогноз и угрожает жизни пациента. Диагностика ДАП сложна, так как часто макроскопически не выявляются какие-либо значимые морфологические проявления повреждений головного мозга. По данным литературы причиной ДАП являются дорожно-транспортное происшествие (ДТП), падения с большой высоты и баротравма [1–4]. Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) позволяет выявить геморрагические изменения в головном мозге, но малочувствительна к негеморрагическим повреждениям [4, 7–8]. Поэтому мы решили продемонстрировать сравнительные возможности МСКТ и магнитно-резонансной томографии (МРТ) в визуализации ДАП.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: продемонстрировать сравнительные возможности МРТ и МСКТ в неотложной диагностике диффузного аксонального повреждения головного мозга при ЧМТ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Обследовано 27 пострадавших в возрасте от 19 до 71 г., поступивших в НИИ скорой помощи имени И.И. Джанелидзе в период с 2019 по 2024 гг. Всем пациентам проводились лучевые исследования головного мозга и костных структур: МСКТ при поступлении и МРТ в течение 1–4 суток. У 18 (66,7 %) пациентов МРТ выполнялось в условиях искусственной вентиляции легких (ИВЛ) в связи с тяжестью их состояния, а также с применением специализированного FAST протокола сканирования.

РЕЗУЛЬТАТЫ. МСКТ головного мозга при поступлении пациента с ЧМТ в стационар является методом выбора по причине высокой скорости сканирования, позволяющей быстро диагностировать острую хирургическую патологию, а также по причине доступности и отсутствия большинства противопоказаний, характерных для МРТ. МСКТ позволяет выявить контузионные очаги головного мозга (I–IV типы), субарахноидальные кровоизлияния, субдуральные и эпидуральные гематомы, внутри-мозговые гематомы, интравентрикулярное кровоизлияние, переломы лицевого и мозгового черепа, а также ДАП. Однако, ДАП при МСКТ было выявлено в 3 случаях из 27 (11,1 %) в виду нескольких причин: тип ДАП (геморрагические или негеморрагические повреждения), размеры поражения, время, прошедшее с момента травмы, восприимчивость к артефактам от костных структур задней черепной ямки. В то время как при МРТ данная патология была выявлена у 23 человек (85,1 %).

ОБСУЖДЕНИЕ. При выполнении нашей работы мы получили схожие данные с другими авторами, изучавшими диффузное аксональное повреждение у пострадавших с ЧМТ. МСКТ является первым и важнейшим лучевым исследованием при поступлении пациента в стационар, т.к. помогает выявить множество травматических патологий вещества мозга и черепа, а также провести исследование в кратчайшие сроки. Однако данный метод диагностики имеет низкую чувствительность к мелким, негеморрагическим поражениям вещества мозга. МРТ обладает большей чувствительностью к выявлению поражений головного мозга, особенно в глубоких отделах, что обуславливает тяжесть состояния пациента.

ВЫВОДЫ. Комплексное применение МСКТ и МРТ головного мозга при черепно-мозговой травме позволяет своевременно выявить повреждения и детально их характеризовать. МСКТ является методом выбора в диагностике ЧМТ. Однако при несоответствии клинической картины и результатов МСКТ показано проведение МРТ для поиска ДАП. При этом МРТ позволяет определить причину тяжести состояния пострадавшего, выявить как геморрагические, так и негеморрагические очаги, определить стадию ДАП, что влияет на выбор адекватной тактики лечения.



КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: МРТ, МСКТ, диффузное аксональное повреждение, черепно-мозговая травма.
КАК ЦИТИРОВАТЬ. Савелло В.Е., Шумакова Т.А., Костеников А.Н., Марченко А.В., Никитин Д.А., Соколов А.А., Казанкин А.С. Сравнительные возможности МРТ и МСКТ в неотложной диагностике диффузного аксонального повреждения головного мозга при черепно-мозговой травме на примере клинических наблюдений // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 3. С. 66–75.

COMPARATIVE POSSIBILITIES OF MRI AND MSCT IN THE EMERGENCY DIAGNOSTICS OF DIFFUSE AXONAL INJURY IN TRAUMATIC BRAIN INJURY BASED ON CLINICAL CASES

© V.YE. SAVELLO^{1,2}, T.A. SHUMAKOVA^{1,2}, A.N. KOSTENIKOV¹, A.V. MARCHENKO¹, D.A. NIKITIN¹, A.A. SOKOLOV¹, A.S. KAZANKIN¹

¹ St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University” of the Ministry of Healthcare of Russian Federation, St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

Diffuse axonal injury (DAI) is a severe form of traumatic brain injury (TBI) and is a leading cause of death and disability in young individuals. Delayed diagnosis significantly worsens the prognosis and poses a threat to the patient's life. Diagnosing DAI is difficult because there are often no significant macroscopic morphological signs of brain injury. Causes of DAI include traffic accidents, falls from great heights, and barotrauma. While MSCT reliably identifies hemorrhagic changes in the brain, it is less sensitive to non-hemorrhagic injuries according to the literature. Therefore, we decided to compare the capabilities of MSCT and MRI in visualizing diffuse axonal injury.

OBJECTIVE. To demonstrate the comparative capabilities of MRI and MSCT in the emergency diagnostics of diffuse axonal brain injury in traumatic brain injury.

MATERIALS AND METHODS. We examined 27 patients aged 19 to 71 years who were admitted to the I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine from 2019 to 2024. All patients underwent brain and bone structure imaging with standard protocols: MSCT upon admission and MRI within 1–4 days. MRI was performed under artificial lung ventilation for 18 (66.7 %) patients due to the severity of their condition.

RESULTS. MSCT of the brain upon a patient's admission to a hospital with TBI is the method of choice due to its high scanning speed, which allows for the rapid diagnosis of acute surgical pathology; availability; and lack of most contraindications characteristic of MRI. MSCT enables detection of brain contusion foci (types I–IV), subarachnoid hemorrhages, subdural and epidural hematomas, intracerebral hematomas, intraventricular hemorrhage, facial and cranial fractures, and diffuse axonal injury. However, diffuse axonal injury detection with MSCT was observed in 3 out of 27 cases (11.1 %) due to several reasons: type of diffuse axonal injury (hemorrhagic or non-hemorrhagic injuries), lesion size, time elapsed since injury, and susceptibility to artifacts from the bony structures of the posterior cranial fossa. In contrast, MRI identified this pathology in 23 individuals (85.1 %).

DISCUSSION. In our work, we had similar information to other authors, who explored diffuse axonal injury in patients with traumatic brain injury (TBI). MSCT is the first and most important radiology diagnostics upon a patient's admission to the hospital, it helps to detect numerous traumatic pathologies of the brain substance and skull in the shortest time. However, this diagnostic method has low sensitivity to small, non-hemorrhagic lesions of the brain. MRI has more sensitivity in detecting brain injuries, especially in the deep regions of the brain, which determines of the patient's condition.

CONCLUSIONS. The complex use of MSCT and MRI of the brain in traumatic brain injury (TBI) allows for the timely detection and detailed characterization of injuries. MSCT is the method of a choice in the diagnostics of TBI. However, when clinical presentation does not match MSCT findings, MRI should be performed to search for potential diffuse axonal injury. MRI can determine the cause of the patient's severe condition, identify both hemorrhagic and non-hemorrhagic foci, and determine the stage of diffuse axonal injury, which influences the choice of an adequate treatment strategy.

KEYWORDS: MRI, MSCT, diffuse axonal injury, traumatic brain injury.

TO CITE THIS ARTICLE. Savello VYe, Shumakova TA, Kostenikov AN, Marchenko AV, Nikitin DA, Sokolov AA, Kazankin AS. Comparative possibilities of MRI and MSCT in the emergency diagnostics of diffuse axonal injury in traumatic brain injury based on clinical cases. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2024;(3):66-75.



Введение. Диффузное аксональное повреждение головного мозга (ДАП) — один из видов тяжелой черепно-мозговой травмы, является ведущей причиной смерти или инвалидизации в молодом возрасте. Несвоевременная диагностика значительно ухудшает прогноз и угрожает жизни пациента. Частота ДАП составляет 28–55 % от всей тяжелой черепно-мозговой травмы [1]. Механизм повреждения обусловлен действием интенсивного углового или ротационного ускорения-замедления. В белом веществе полушарий, в мозолистом теле, в стволовых структурах возникает натяжение и многочисленные разрывы аксонов (первичная и вторичная отсроченная аксотомия). Возможны и неполные разрывы, которые можно определить только патоморфологически. Диагностика ДАП сложна, так как часто макроскопически не выявляются какие-либо значимые морфологические проявления повреждений головного мозга. По данным литературы причиной ДАП являются ДТП, падения с большой высоты и баротравма. С точки зрения морфологии процесса выделяют 3 типа ДАП: геморрагическое, негеморрагическое и смешанное [1–5].

Впервые классификация стадий диффузного аксонального повреждения была предложена в 1989 г. Adams и Gennarelli для гистологических исследований [5]. Позднее классификацию интерпретировали для лучевой диагностики, в которой отмечают 3 стадии ДАП в зависимости от уровня поражения вещества мозга: при I стадии определяются кортикально-субкортикальные очаги, при II — очаги в мозолистом теле, при III — поражение стволовых структур головного мозга [6].

В 2013 г. Захарова Н.Е. с соавт. дополнила семиотику очаговых поражений головного мозга при ЧМТ, включающую в себя 8 градаций: 1 — отсутствие признаков паренхиматозных повреждений; 2 — очаги повреждений корково-субкортикальной локализации, белое вещество; 3 — повреждение мозолистого тела $\pm$ 2; 4 — повреждение подкорковых образований и/или таламуса с одной или двух сторон $\pm$ (2–3); 5 — одностороннее повреждение ствола на любом уровне $\pm$ (2–4); 6 — двустороннее повреждение ствола на уровне среднего мозга $\pm$ (2–4); 7 — двустороннее повреждение ствола на уровне моста $\pm$ (2–6); 8 — двустороннее повреждение продолговатого мозга $\pm$ (2–7) [7].

В 2017 г. S.A. Hamdeh с соавт. предложили классифицировать диффузное аксональное повреждение по 4 стадиям: кортикально-субкортикальные очаги (I ст.), мозолистое тело (II ст.), стволовые структуры (кроме черной субстанции и покрышки среднего мозга — III ст.), черная субстанция и покрышка среднего мозга (IV ст.),

потому что считают, что поражение этих зон приводит к более выраженным необратимым последствиям [8].

В нашей работе стадии ДАП мы оценивали по адаптированной для нейровизуализации клинико-морфологической классификации Adams и Gennarelli [5,6].

«Золотым» стандартом в диагностике черепно-мозговых травм является МСКТ, которая позволяет выявить геморрагические изменения в головном мозге, но малочувствительна к негеморрагическим повреждениям по данным литературы [4, 7–8]. Результаты МСКТ при выявлении ДАП зависят от нескольких причин: от типа ДАП (геморрагические или негеморрагические повреждения); размеров поражения; от времени, прошедшего с момента травмы; восприимчивости к артефактам от костных структур задней черепной ямки (для III стадии), которые можно нивелировать в значительной мере, изменяя наклон сканирования по орбитомеатальной линии (является параллельной дну задней черепной ямки; соединяет верхний край орбиты и наружный слуховой проход) [7]. Поэтому мы решили оценить диагностические возможности МСКТ и МРТ в визуализации ДАП при ЧМТ.

Цель работы: продемонстрировать сравнительные возможности МРТ и МСКТ в неотложной диагностике диффузного аксонального повреждения головного мозга при ЧМТ на примере клинических наблюдений.

Материалы и методы. Обследовано 27 пострадавших с тяжелой черепно-мозговой травмой в возрасте от 19 до 71 г. в период с 2019 по 2024 гг. Пострадавшие были преимущественно мужчины — 70 % пациентов (М : Ж — 19:8). При поступлении всем пациентам проводили МСКТ головного мозга для исключения внутримозговых гематом, ушибов вещества головного мозга, переломов лицевого и мозгового черепа и ДАП на 160- (CANON Aquilion prime) и 128-срезовых (GE Revolution EVO) томографах со стандартным нативным протоколом исследования и толщиной среза 1 мм. В стандартное обследование также входили и лабораторные методики, оцениваемые в динамике, оценка неврологического статуса врачом-неврологом в приемном отделении (фотореакция, диаметр и симметричность зрачков, двигательный ответ на болевое раздражение, функции черепных нервов, состояние рефлексов, менингеальный синдром, глазодвигательные нарушения), включающая в себя и оценку по шкале комы Глазго (ШКГ). Большинство пациентам до поступления была проведена медицинская седация, поэтому оценка ШКГ была невозможна, однако у части пациентов (9 человек — 33,3 %) было



9–14 баллов (умеренное и глубокое оглушение, сопор). Клинически для большинства пациентов (15 человек — 55,6%) была характерна длительная кома, выраженные стволовые симптомы (глазодвигательные, двигательные, чувствительные, бульбарные нарушения), нестабильность гемодинамики, нарушение дыхания, менингеальный синдром.

При несоответствии тяжести состояния пациента и КТ-картины проводилась МРТ головного мозга 27 пациентам в течение 1–4 суток с момента поступления. Исследования проводили на высокопольных томографах 1,5 Тл (GE Optima MR450w) и 3 Тл (GE Signa Architect) со специализированным FAST протоколом исследования в 3 проекциях, составленным специально для тяжелых пациентов, находящихся в коме и/или медицинской седации на искусственной вентиляции легких (Табл. 1). Время стандартного МР-исследования головного мозга в научно-исследовательском институте скорой помощи имени И.И. Джанелидзе на 3,0 Тл томографе составляет 18 минут, на 1,5 Тл — 14 минут. Специализированный FAST протокол выполняется за 8 минут и состоит из следующих импульсных последовательностей: AX DWI ($b = 1000$) — применяется для подтверждения ишемических изменений ДАП; AX FLAIR T2 и AX, SAG T2 PROPELLER — для выявления патологии вещества мозга (геморрагические и негеморрагические очаги, гематомы) и его оболочек (САК, гематомы); 3D T1 Cube для изучения анатомии головного мозга; AX SWAN — наиболее чувствительная последовательность для выявления геморрагических изменений, так как является

чувствительной импульсной последовательностью к продуктам крови.

Специализированный протокол был дополнен бесконтрастной МР-ангиографией для дифференцировки выявленных травматических изменений с сосудистыми поражениями.

Для уменьшения артефактов от движения и дыхания пациентов используются последовательности PROPELLER (Periodically Rotated Overlapping Parallel Lines: периодический поворот накладываемых параллельных линий) — технология позволяет получать диагностические изображения в хорошем качестве даже в сложных случаях и при визуализации труднодоступных анатомических структур. В основе PROPELLER лежит радиальный метод заполнения k-пространства, который менее чувствителен к различным типам движения, например, к току спинномозговой жидкости, кровотоку, тремору и произвольным движениям пациента. Кроме того, используется продвинутый алгоритм постобработки с коррекцией артефактов движения, который позволяет еще больше снизить эффект от перемещения анатомических структур [9].

Исследования осуществлялись мультидисциплинарной командой, состоящей из врача-реаниматолога, медицинской сестры анестезистки, врача-рентгенолога, рентген-лаборанта и процедурной медицинской сестры. В процессе исследования осуществлялся постоянный контроль витальных функций на аппарате Philips Expression MR200 с обязательным изменением уровня сатурации и АД. У 18 (66,7%) пациентов МРТ выполнялось в условиях ИВЛ в связи с тяжестью их состояния.

Таблица 1. Стандартный МР-протокол обследования пациентов при диагностике ДАП

Импульсная последовательность	Томограф, время повторения (TR), мс / время эхо (TE), мс	
	1,5 Тл	3,0 Тл
AX DWI ($b = 1000$)	7922 / 71,8	5945 / 79,2
AX FLAIR T2	10000 / 138	10000 / 107
AX, SAG T2	5676 / 105	4400 / 131
AX SWAN	48,4 / 37,4	38 / 18
COR T1 FLAIR	462 / 10,5	2697 / 23,2
3D AX TOF SPGR FS	24 / 3	24 / 2,6
Итоговое время сканирования	14 мин При выполнении бесконтрастной МР-ангиографии — 18 мин	8 мин При выполнении бесконтрастной МР-ангиографии — 12 мин

Результаты. МСКТ головного мозга при поступлении пациента в стационар с ЧМТ является методом выбора по нескольким причинам: а) высокая скорость сканирования, позволяющая быстро диагностировать острую хирургическую

патологию; б) доступность; в) отсутствие большинства противопоказаний, характерных для МРТ (МР-несовместимые металлические конструкции в теле пациента, медицинские приборы и т.д.).

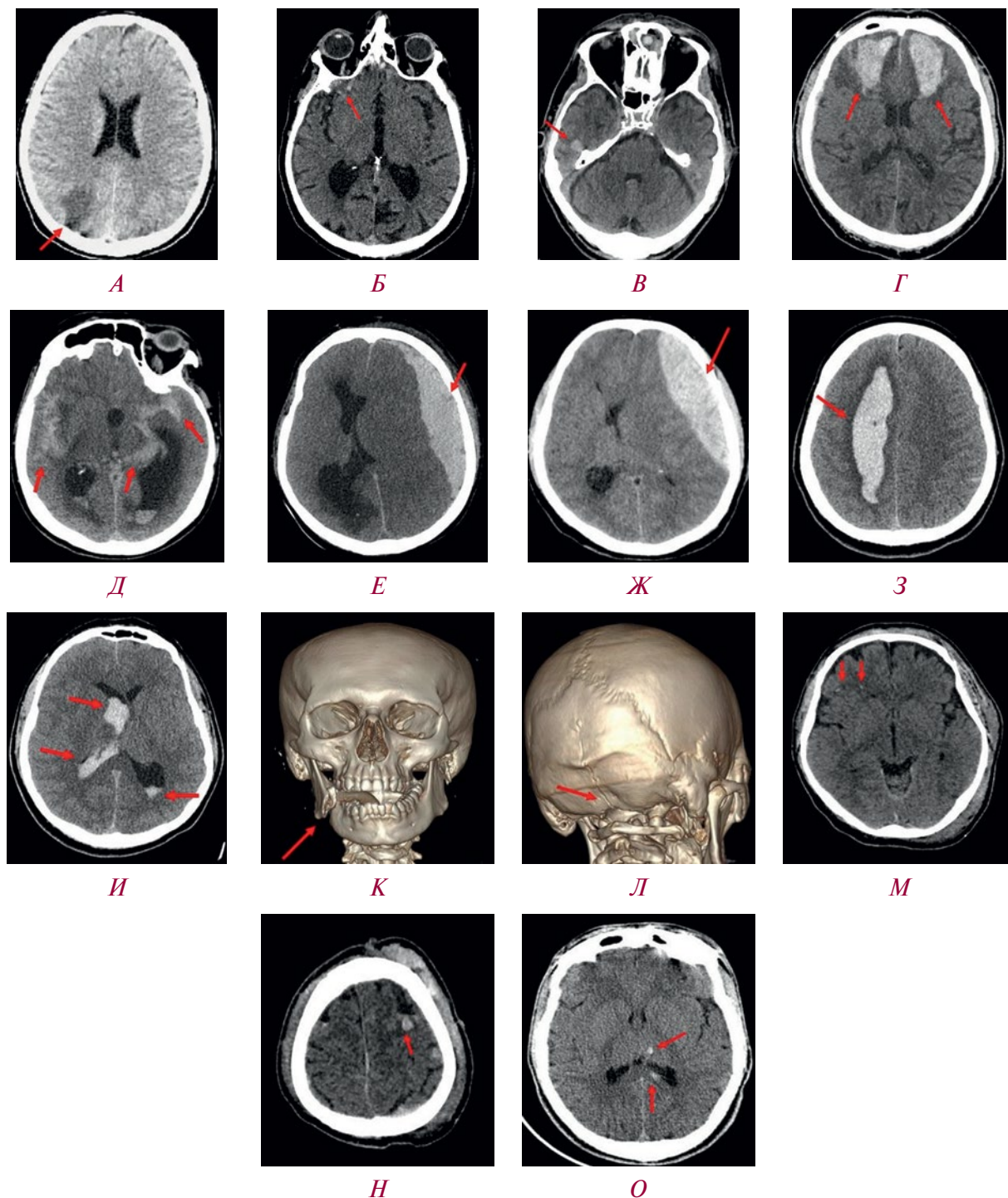


Рис. 1. МСКТ головного мозга пострадавших с ЧМТ:

А — Контузионный очаг (I тип) в правой теменной доле; Б — Контузионные очаги (II тип) в базальных отделах правой лобной доли; В — Контузионный очаг (III тип) в правой височной доле; Г — Контузионные очаги (IV тип) в обеих лобных долях; Д — САК вдоль правого полушария большого мозга, в левой Сильвиевой щели, в обводной цистерне; Е — Субдуральная гематома левой гемисферы большого мозга; Ж — Эпидуральная гематома левой гемисферы большого мозга; З — Внутримозговая гематома в смежных отделах правых лобной и теменной долей; И — Кровь в боковых желудочках; К — Линейный перелом тела нижней челюсти со смещением фрагмента; Л — Линейный перелом затылочной кости без смещения фрагмента; М — Контузионные очаги с узкой зоной отека на границе серого и белого вещества правой лобной доли; Н — Контузионные очаги с узкой зоной отека на границе серого и белого вещества левой лобной доли; О — Контузионные очаги в мозолистом теле



Компьютерная томография позволяет выявить контузионные очаги головного мозга (I–IV типы), субарахноидальные кровоизлияния, субдуральные и эпидуральные гематомы, внутримозговые гематомы, интравентрикулярное кровоизлияние, переломы лицевого и мозгового черепа, а также ДАП (Рис. 1).

В результате ретроспективного анализа 27 пострадавших при МСКТ было выявлено:

- без патологических изменений — у 11 пациентов (40,7%);
- контузионные очаги головного мозга у 8 пациентов (29,6%): у 1 пациента (3,7%) очаги I типа, у 2 (7,4%) — II типа, у 1 (3,7%) — III типа, у 4 (14,8%) — IV типа;

- субарахноидальное кровоизлияние у 10 пациентов (37%);
- субдуральные гематомы у 6 (22,2%);
- острые внутримозговые гематомы у 6 (22,2%);
- интравентрикулярное кровоизлияние у 7 (25,9%);
- переломы лицевого и мозгового черепа у 8 (29,6%);
- ДАП у 3 пациентов (11,1%): I стадия ДАП определялась у 2 пациентов (7,4%), II стадия — у 1 пациента (3,7%). ДАП III стадии выявлено не было.

Патологические изменения головного мозга и черепа, выявленные при МСКТ у пациентов с тяжелой ЧМТ, отражены в таблице 2.

Таблица 2. Патологические изменения головного мозга и черепа у пациентов с тяжелой ЧМТ, выявленные при КТ-исследовании

Выявляемые изменения на МСКТ при поступлении:		Количество пациентов, чел.	Количество случаев, %
Без патологических изменений		11	40,7 %
Контузионные очаги головного мозга:	всего	8	29,6 %
	I тип	1	3,7 %
	II тип	2	7,4 %
	III тип	1	3,7 %
	IV тип	4	14,8 %
Субарахноидальное кровоизлияние		10	37 %
Субдуральные гематомы		6	22,2 %
Острые внутримозговые гематомы		6	22,2 %
Интравентрикулярное кровоизлияние		7	25,9 %
ДАП:	всего	3	11,1 %
	I стадия	2	7,4 %
	II стадия	1	3,7 %
	III стадия	—	—
Переломы лицевого / мозгового черепа		8	29,6 %

Стадирование диффузного аксонального повреждения осуществляется по адаптированной для нейровизуализации клинко-морфологической классификации Adams и Gennarelli (1989).

I стадия — геморрагические / негеморрагические повреждения белого вещества головного мозга в области перехода серое-белое вещество (Рис. 2). Наиболее часто: парасагитальные отделы лобных долей, перивентрикулярные отделы височных долей.

II стадия — геморрагические / негеморрагические повреждения мозолистого тела (Рис. 3). Наиболее часто: задний отдел корпуса и валик мозолистого тела.

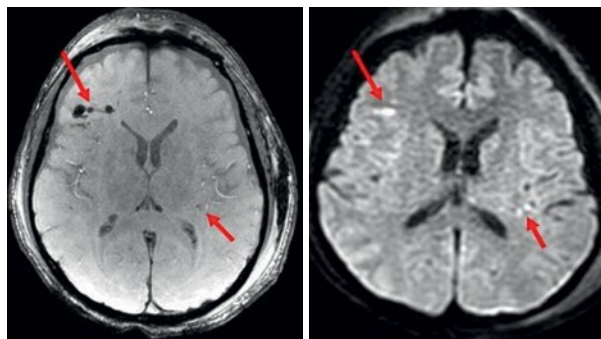
III стадия — повреждения стволовых структур (Рис. 4). Наиболее часто: заднебоковые отделы среднего мозга, верхний отдел моста.

В результате ретроспективного анализа 27 пострадавших при МРТ в дополнение к результатам

МСКТ были выявлены признаки ДАП в виде: разнокалиберных гиперинтенсивных очагов на FLAIR / T2 (негеморрагические), некоторые с рестрикцией ДВИ, часть с выпадением МР-сигнала на SWAN (геморрагические) в лобных, теменных и височных долях на границе серого и белого вещества головного мозга, в мозолистом теле и в стволовых структурах.

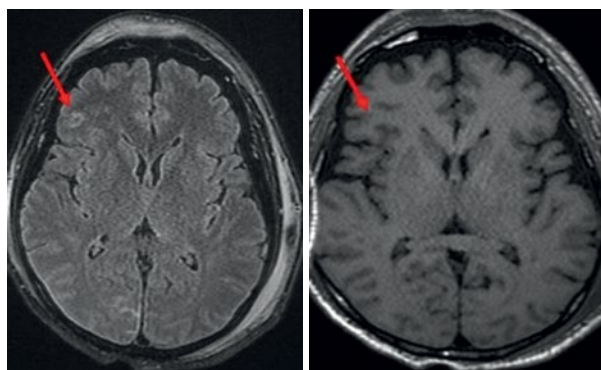
Уникальными последовательностями, используемыми при МРТ в выявлении ДАП, являются:

- DWI, позволяющая определить ограничение диффузии молекул воды в пораженных ишемических участках паренхимы головного мозга;
- SWAN, основанная на повышенной чувствительности магнитного поля к продуктам крови, кальцинатам и продемонстрировавшая в нашем исследовании преимущество МР-диагностики в виде выявления мелких геморрагий.



А

Б

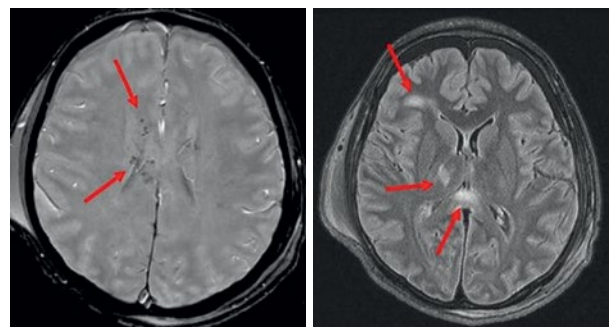


В

Г

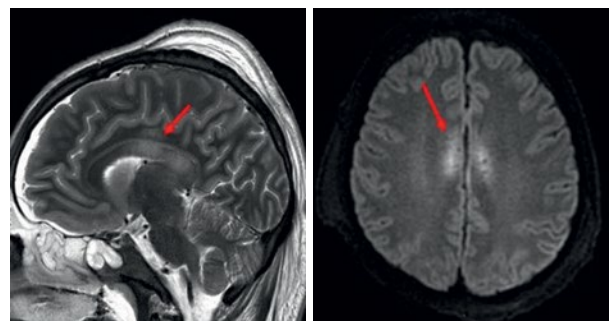
Рис. 2. МРТ головного мозга пациента К., 50 лет, ДАП I стадии:

А — Разнокалиберные очаги выпадения МР-сигнала на SWAN в области перехода серое-белое вещество правой лобной доли (геморрагические изменения); Б — Разнокалиберные очаги гиперинтенсивного сигнала на DWI ($b=1000$) в области перехода серое-белое вещество правой лобной доли (негеморрагические изменения); В — На границе серого и белого вещества правой лобной доли отмечается очаг изо-гиперинтенсивного МР-сигнала (негеморрагические изменения); Г — Без патологических изменений на T1-ВИ



А

Б



В

Г

Рис. 3. МРТ головного мозга пациентки В. 27 лет, ДАП II стадии:

А — Мелкие очаги выпадения МР-сигнала на SWAN в мозолистом теле (геморрагические изменения); Б — Разнокалиберные участки повышения МР-сигнала на FLAIR белом веществе правой лобной доли, в правом таламусе, в валике мозолистого тела (негеморрагические изменения); В — Протяженная зона гиперинтенсивного МР-сигнала на T2-ВИ в теле, валике мозолистого тела и в белом веществе лобных долей (негеморрагические изменения); Г — Зоны повышения МР-сигнала на DWI ($b=1000$) в мозолистом теле (негеморрагические изменения)

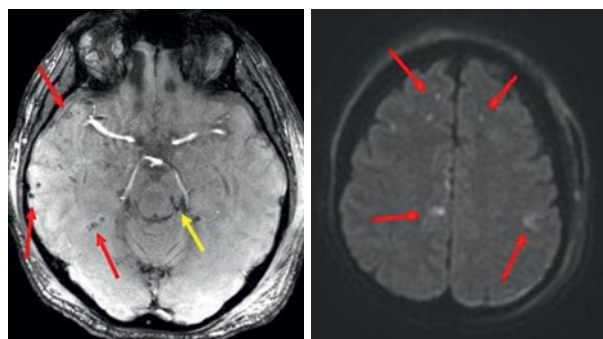
ческих очагов, в большинстве случаев не визуализированных на МСКТ.

Таким образом, по данным МРТ, ДАП был выявлен у 23 человек (85,1 %) из 27 пострадавших: I стадии — у 6 (22,2%); II стадии — у 7 (26%); III стадии — у 10 (37%) больных, а при проведении МСКТ — всего у 3 (11,1 %) пациентов.

Сравнительные возможности МСКТ и МРТ в визуализации ДАП продемонстрированы на рисунке 5.

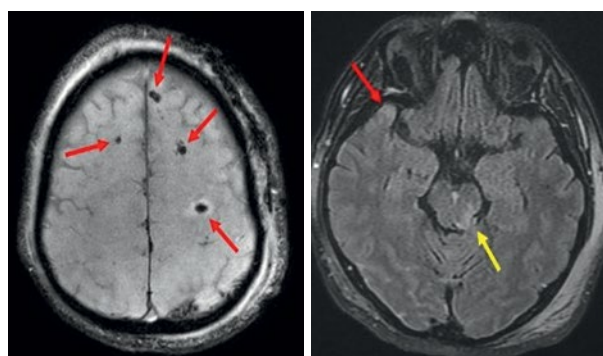
Обсуждение. При выполнении нашей работы мы получили схожие данные с другими авторами, изучавшими диффузное аксональное повреждение у пострадавших с ЧМТ [3, 4, 7, 8]. МСКТ является первым и важнейшим лучевым исследованием при поступлении пациента

в стационар, т.к. помогает выявить множество травматических патологий вещества мозга и черепа, а также провести исследование в кратчайшие сроки. Однако данный метод диагностики имеет низкую чувствительность к мелким и негеморрагическим поражениям вещества мозга. МРТ обладает большей чувствительностью к выявлению поражений головного мозга, особенно в глубоких отделах мозга, что обуславливает тяжесть состояния пациента. Поэтому, для прогнозирования отсроченного неблагоприятного исхода необходимо и далее изучать эту патологию и внедрять новые методики МР-исследования, такие как диффузионно-тензорную МРТ, МР-трактографию и МР-спектроскопию, которые дадут дополнительную информацию в



А

Б



В

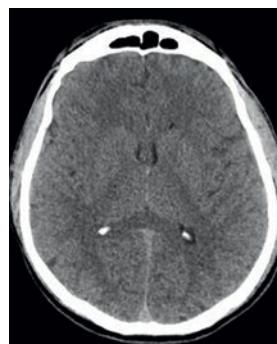
Г

Рис. 4. МРТ головного мозга пациента П., 51 г., ДАП III стадии:

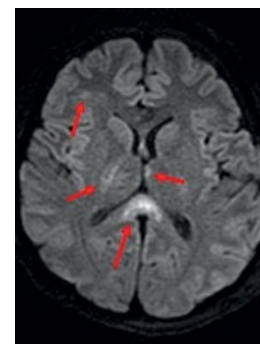
А — Разнокалиберные очаги выпадения МР-сигнала на SWAN преимущественно на границе серого-белого вещества (красные стрелки) правой височной доли, в стволе мозга (желтая стрелка) — геморрагические изменения; Б — Разнокалиберные очаги повышения МР-сигнала на DWI ($b=1000$) преимущественно на границе серого-белого вещества лобных и теменных долей (негеморрагические изменения); В — Разнокалиберные очаги выпадения МР-сигнала SWAN преимущественно на границе серого-белого вещества лобных и теменных долей (геморрагические изменения); Г — Зоны повышения МР-сигнала на FLAIR в коре полюса правой височной доли (красная стрелка), в стволе мозга (желтая стрелка) — негеморрагические изменения

оценке целостности проводящих путей головного мозга и метаболических нарушений после ЧМТ.

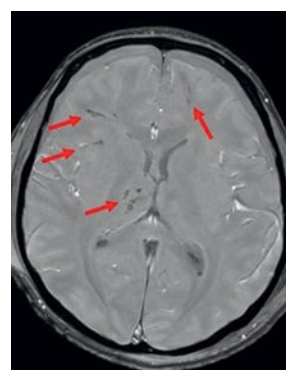
Выводы. Комплексное применение МСКТ и МРТ головного мозга при черепно-мозговой травме позволяет своевременно выявить повреждения и детально их характеризовать. МСКТ является методом выбора в диагностике



А



Б



В

Рис. 5. Пациент П., 51 г.:

А — МСКТ головного мозга пациента с ЧМТ — патологических изменений вещества мозга не выявлено; Б — МРТ головного мозга этого же пациента — зоны повышения МР-сигнала на DWI ($b=1000$) в валике мозолистого тела, в обоих таламусах, в правой лобной доле — негеморрагические изменения; В — МРТ головного мозга этого же пациента — разнокалиберные очаги выпадения МР-сигнала на SWAN преимущественно на границе серого-белого вещества лобных долей, в правом таламусе — геморрагические изменения

ЧМТ. Однако при несоответствии клинической картины и результатов МСКТ показано проведение МРТ для поиска ДАП. При этом МРТ позволяет определить причину тяжести состояния пострадавшего, выявить как геморрагические, так и негеморрагические очаги, определить стадию ДАП, что влияет на выбор адекватной тактики лечения.

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

SOURCE OF FUNDING. The study was performed without sponsorship.



КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корниенко В.Н., Пронин И.Н. Диагностическая нейрорадиология. Т. 3. М.: 2009. С. 11–12, 25–36.
2. Губарев Ю.Д., Чефранова Ж.Ю., Яценко Е.А. Диффузное аксональное повреждение в практике врача-невролога // Актуальные проблемы медицины. 2018. № 22 (141). С. 194–198.
3. Лучевая диагностика. Головной мозг / А.Г. Осборн, К.Л. Зальцман, М.Д. Завери; перев. с англ. М.: Издательство Панфилова, 2018. С. 176–179, 221–223.
4. Vo D.T., Phan C.C., Le H.G.N., Vo T.P., Mai U.T.T., Le H.K., Ha T.B.T. Diffuse axonal injury: a case report and MRI findings. *Radiol Case Rep.* 2021 Nov 1;17(1):91-94. DOI: 10.1016/j.radcr.2021.10.006
5. Adams JH., Doyle D., Ford I., Gennarelli T.A., Graham D.I., McLellan D.R. Diffuse axonal injury in head injury: definition, diagnosis and grading. *Histopathology.* 1989 Jul;15(1):49-59. DOI: 10.1111/j.1365-2559.1989.tb03040.x.
6. Gentry L.R. Imaging of closed head injury. *Radiology.* 1994 Apr;191(1):1-17. DOI: 10.1148/radiology.191.1.8134551.
7. Захарова Н.Е., Корниенко В.Н., Потанов А.А., Пронин И.Н. Нейровизуализация структурных и гемодинамических нарушений при травме мозга. М., 2013. С. 21–24.
8. Abu Hamdeh S., Marklund N., Lannsjö M., et al. Extended Anatomical Grading in Diffuse Axonal Injury Using MRI: Hemorrhagic Lesions in the Substantia Nigra and Mesencephalic Tegmentum Indicate Poor Long-Term Outcome. *J Neurotrauma.* 2017 Jan 15;34(2):341-352. DOI: 10.1089/neu.2016.4426
9. PROPELLER. Нивелирование артефактов движений пациента, потока и магнитной восприимчивости на любом изображении // GE Healthcare (Russia). URL: <https://www.gehealthcare.ru/products/magnetic-resonance-imaging/mr-applications/propeller-msk>.

REFERENCES

1. Kornienko V.N., Pronin I.N. *Diagnosticheskaya neyroradiologiya*. Moscow; 2009;3: 11-12,25-36.
2. Gubarev Yu.D., Chefranov Zh.Yu., Yatsenko E.A. Diffuznoe aksonal'noe povrezhdenie v praktike vracha-nevrologa. *Aktual'nye problemy meditsiny*. 2018;(22):194-198.
3. Osborn A.G., Salzman K.L., Jhaveri M.D., ed. *Diagnosing imaging*. Brain. Elsevier; 2015:176-179,221-223.
4. Vo DT, Phan C.C., Le H.G.N., Vo T.P., Mai U.T.T., Le H.K., Ha T.B.T. Diffuse axonal injury: a case report and MRI findings. *Radiol Case Rep.* 2021 Nov 1;17(1):91-94. DOI: 10.1016/j.radcr.2021.10.006.
5. Adams J.H., Doyle D., Ford I., Gennarelli T.A., Graham D.I., McLellan D.R. Diffuse axonal injury in head injury: definition, diagnosis and grading. *Histopathology.* 1989 Jul;15(1):49-59. DOI: 10.1111/j.1365-2559.1989.tb03040.x.
6. Gentry L.R. Imaging of closed head injury. *Radiology.* 1994 Apr;191(1):1-17. DOI: 10.1148/radiology.191.1.8134551.
7. Zakharova N.E., Kornienko V.N., Potapov A.A., Pronin I.N. *Neyrovizualizatsiya strukturnykh i gemodinamicheskikh narusheniy pri travme mozga*. Moscow; 2013; 21-24.
8. Abu Hamdeh S., Marklund N., Lannsjö M., et al. Extended Anatomical Grading in Diffuse Axonal Injury Using MRI: Hemorrhagic Lesions in the Substantia Nigra and Mesencephalic Tegmentum Indicate Poor Long-Term Outcome. *J Neurotrauma.* 2017 Jan 15;34(2):341-352. DOI: 10.1089/neu.2016.4426.
9. PROPELLER. *Nivelirovanie artefaktov dvizheniy patsienta, potoka i magnitnoy vospriimchivosti na lyubom izobrazhenii*. <https://www.gehealthcare.ru/products/magnetic-resonance-imaging/mr-applications/propeller-msk> (In Russ.).

АВТОРЫ

Савелло Виктор Евгеньевич — д.м.н., ORCID: 0000-0002-4519-4844
Шумакова Татьяна Анатольевна — к.м.н., ORCID: 0000-0001-8708-7249
Костеников Алексей Николаевич — ORCID: 0000-0002-2903-7777
Марченко Александра Викторовна — ORCID 0009-0008-3107-4885
Никитин Дмитрий Александрович — ORCID: 0009-0006-2862-7034
Соколов Антон Антонович — ORCID: 0009-0003-3332-6832
Казанкин Андрей Сергеевич — ORCID: 0000-0003-2280-1936



AUTHORS

Savello Victor Yevgenievich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0002-4519-4844

Shumakova Tatiana Anatolevna — PhD, ORCID: 0000-0001-8708-7249

Kostenikov Alexey Nikolaevich — ORCID: 0000-0002-2903-7777

Marchenko Aleksandra Victorovna — ORCID 0009-0008-3107-4885

Nikitin Dmitry Aleksandrovich — ORCID: 0009-0006-2862-7034

Sokolov Anton Antonovich — ORCID: 0009-0003-3332-6832

Kazankin Andrey Sergeevich — ORCID: 0000-0003-2280-1936



УДК 616-089.5-031.81

DOI: 10.54866/27129632_2024_3_76

СТРЕСС–ПРОТЕКТИВНОЕ ДЕЙСТВИЕ ОБЩЕЙ КОМБИНИРОВАННОЙ АНЕСТЕЗИИ ПРИ ВЫСОКОТРАВМАТИЧНЫХ ОПЕРАТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ

© И.А. СОКОРНОВ, Л.П. ПИВОВАРОВА, В.Н. ЛАПШИН, М.Е. МАЛЫШЕВ, И.В. ОСИПОВА, О.Б. АРИСКИНА, Н.К. РАЗУМОВА

ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты исследования маркеров стресса при операциях высокого класса травматичности у пациентов, которым проводилась комбинированная общая анестезия с применением искусственной вентиляции легких (ИВЛ).

Цель исследования: оценка адекватности комбинированной общей анестезии у больных высокого операционно-анестезиологического риска путем исследования содержания в венозной крови стресс-реализующих гормонов и Т-лимфоцитов до, во время и после оперативного вмешательства.

Проведен сравнительный анализ уровня содержания СДЗ, СД4 лимфоцитов, АКТГ, ТТГ, тироксина, кортизола в течение периоперационного периода.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: оперативные вмешательства высокого риска, анестезиологическое пособие, маркеры стресса, периоперационный период.

КАК ЦИТИРОВАТЬ. Сокорнов И.А., Пивоварова Л.П., Лапшин В.Н., Малышев М.Е., Осипова И.В., Арискина О.Б., Разумова Н.К. Стресс-протективное действие общей комбинированной анестезии при высокотравматичных оперативных вмешательствах // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 3. С. 76–00.

STRESS-PROTECTIVE EFFECT OF GENERAL COMBINED ANESTHESIA IN HIGHLY TRAUMATIC SURGICAL INTERVENTIONS

© I.A. SOKORNOV, L.P. PIVOVAROVA, V.N. LAPSHIN, M.E. MALYSHEV, I.V. OSIPOVA, O.B. ARISKINA, N.K. RAZUMOVA

St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

The article presents the results of a study of stress markers during high-grade trauma operations in patients who underwent combined general anesthesia using artificial lung ventilation (ALV).

The aim of the study was to assess the adequacy of combined general anesthesia in patients with high surgical and anesthetic risk by examining the content of stress-implementing hormones and T-lymphocytes in venous blood before, during and after surgery.

A comparative analysis of the levels of CD3, CD4 lymphocytes, ACTH, TSH, thyroxine, and cortisol during the perioperative period was carried out.

KEYWORDS: high-risk surgical interventions, anesthesiological aid, stress markers, perioperative period.

TO CITE THIS ARTICLE. Sokornov I.A., Pivovarova L.P., Lapshin V.N., Malyshev M.E., Osipova I.V., Ariskina O.B., Razumova N.K. Stress-protective effect of general combined anesthesia in highly traumatic surgical interventions. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2024;(3):00–00.

Актуальность исследования. Известно, что хирургическая травма считается важным фактором, предшествующим развитию и проявлениям стресс-реакции. Являясь индуктором гормонально-гуморального ответа, она вызывает выраженные изменения со стороны вегетативной нервной системы и, таким образом, опосредованно оказывает отрицательное воздействие на большинство

функций различных систем и органов. Исходя из этого, адекватное анестезиологическое пособие является обязательным компонентом при лечении многих заболеваний и травм [5, 9].

Основной задачей анестезиологии является защита пациента от операционного стресса при проведении хирургических вмешательств. В повседневной практической деятельности выбор



того или иного способа и вида анестезиологического пособия зависит от ряда факторов, главные из которых продолжительность и травматичность оперативного вмешательства, текущее функциональное состояние и потенциальные резервные возможности организма пациента, профессиональная подготовленность оператора и анестезиолога, технические возможности обеспечения операции и анестезии. Немаловажную роль играют сроки выполнения оперативного вмешательства, зависящие от характера и тяжести хирургической патологии [2, 6, 10].

Несмотря на разнообразие схем анестезиологического пособия, вопрос о его адекватности остается открытым. До сих пор не существует объективных данных для оценки антистрессорного эффекта анестезии. Рутинная оценка глубины и качества анестезиологического пособия определяется в основном по параметрам гемодинамики и газообмена, при этом в расчет редко берутся отсроченные изменения в организме, возникающие в ответ на хирургическую агрессию, пусть даже и обеспеченную адекватным обезболиванием и седацией. Можно предположить, что ответом на вопрос об адекватности анестезиологической защиты могут быть и другие критерии и, в частности, содержание стрессовых гормонов в плазме крови и иммунологические маркеры [1, 3, 7, 8].

В связи с этим, представляет определенный практический интерес оценка адекватности анестезиологического пособия по его влиянию на

содержание в крови «основных» стрессовых гормонов и некоторых иммунологических показателей в периоперационном периоде.

Для предотвращения операционного стресса при хирургическом вмешательстве обязательным компонентом анестезиологического пособия являются обезбоживание и медикаментозное угнетение сознания. Общая комбинированная анестезия с применением искусственной вентиляции легких (ИВЛ) и использованием пропофола, фентанила является общедоступной и весьма распространенной методикой анестезиологического пособия при операциях различной сложности и травматичности в стационарах с высокой хирургической активностью, работающих круглосуточно по «скорой» помощи [4, 5].

Цель исследования: оценка адекватности общей комбинированной анестезии пропофолом и фентанилом у больных высокого операционно-анестезиологического риска путем исследования содержания в венозной крови стресс-реализующих гормонов и Т-лимфоцитов в течение периоперационного периода.

Материал и методы. В исследование включены 20 пациентов (возраст $48,4 \pm 3$ года, 70 % мужчин) с риском анестезии у трудоспособных пациентов в тяжелом и среднетяжелом состоянии (II–III класс по (ASA)), которым выполняли операции на органах брюшной полости 3 и 4 классов травматичности. Характер и количество оперативных вмешательств представлены в таблице 1.

Таблица 1. Характер оперативных вмешательств и их количество

Характер операции	Количество
Лапаротомия. Гастрэктомия	1
Восстановление проходимости толстой кишки	4
Операция Гартмана	3
Аорто-бедренное бифуркационное шунтирование	7
Нефрэктомия	1
Транспедикулярная фиксация	3
Миелоллиз при закрытой травме позвоночника	1
Всего	20

Премедикация перед операцией включала в себя препараты из группы м-холинолитиков (атропина сульфат в дозе 0,01 мг/кг), Н1-гистаминоблокаторов (Димедрол 0,1–0,5 мг/кг или Супрастин 0,3–0,5 мг/кг). Всем пациентам проводили общую комбинированную анестезию с интубацией трахеи и ИВЛ в режиме CMV (Control Mechanical Ventilation), дыхательный объем составлял 7–9 мл/кг массы тела, минутный объем вентиляции 5–7 л/мин. Средняя продолжительность оперативного вмешательства составила

$2,5 \pm 0,46$ ч. Анестезиологическое пособие включало в себя препараты с коротким временем полувыведения (пропофол, закись азота, фентанил). Пропофол вводился микроструйно в течение всей операции в дозе 4–12 мкг/кг/ч. Инфузия фентанила в первый час хирургического вмешательства производилась из расчета 5–7 мкг/кг/час, а в дальнейшем 3–5 мкг/кг/ч.

Миорелаксация достигалась путем применения миорелаксантов короткого времени действия на момент интубации трахеи (Листенон

1,0–1,5 мг/кг), поддержание миорелаксации достигалось путем кратного применения Ардуана (0,02–0,08 мг/кг каждые 40–50 минут).

Оценку глубины и адекватности анестезии у пациентов определяли согласно Гарвардскому стандарту мониторинга. В нее входили контроль ЭКГ, неинвазивного артериального давления, капнографии, пульсоксиметрии, газового состава и КОС артериальной крови, а также уровня глюкозы крови. Для получения данных использовались монитор Mindray iPM-9800 (Китай) и картриджный анализатор i-STAT 300 (США). Глубина сна оценивалась по характеру изменения энтропии, измеряемой с помощью монитора Saescare B 650 (Финляндия), при этом среднее значение этого показателя во время анестезии составляло 48 ± 6 . Одновременно, методом иммуноферментного анализа определяли содержание в крови гормонов щитовидной железы (свободного тироксина ($T_{4\text{св}}$), тиреотропного гормона (ТТГ)), адренокортикотропного гормона (АКТГ), кортизола, участвующих в поддержании гомеостаза в критических состояниях. Содержание кортизола, ТТГ и $T_{4\text{св}}$ в сыворотке крови определяли тест-системами ООО «Алкор-Био», пролактина — ООО «ХЕМА» (Россия), АКТГ — «DRG» (Германия).

Количество $CD3^+$ и $CD4^+$ лимфоцитов в крови исследовалось иммуноцитохимическим мето-

дом с использованием наборов Novocastra (UK). Исследования проводили непосредственно перед оперативным вмешательством, сразу же после его окончания, через 24 часа после операции и через 3 дня. Все пациенты перенесли хирургические вмешательства и ранний послеоперационный период без жизнеугрожающих осложнений.

Результаты исследований обрабатывались методами вариационной статистики, с расчетом M и m способом парных сравнений и подвергались корреляционному анализу. Достоверность различий определялась по T -критерию Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Во время оперативного вмешательства производилась регистрация и оценка частоты сердечных сокращений (ЧСС), уровня систолического, диастолического и среднего артериального давления (АДс, АДд, АДср), сердечного ритма и электрокардиографических изменений. Контролировались частота дыхания, дыхательный объем, минутная вентиляция, максимальное давление в дыхательных путях (ЧД, ДО, МОД, P_{max}), показатели капнографии ($C_1\text{CO}_2$, $C_E\text{CO}_2$). На разных этапах оперативного вмешательства производился газовый анализ артериальной, смешанной венозной крови и КОС. Средние значения основных мониторируемых параметров представлены в таблице 2.

Таблица 2. Данные периоперационного мониторинга ($M \pm m$)

Параметры / Этапы периоперационного наблюдения	Начало операции	Середина операции	Конец операции	Через 3 часа после операции
ЧСС уд. в мин.	$87,8 \pm 7,7$	$81,5 \pm 7,4$	$75,8 \pm 8,5$	$86,1 \pm 8,5$
Систолическое АД, мм. рт. ст.	$144,7 \pm 12,9$	$125,3 \pm 13,7$	$137,8 \pm 6,8$	$132,6 \pm 8,1$
Диастолическое АД, мм. рт. ст.	$87,8 \pm 9,3$	$77 \pm 9,9$	$77,5 \pm 7,6$	$82,5 \pm 7,4$
Среднее АД, мм рт. ст.	$106,5 \pm 10,1$	$92,9 \pm 10,7$	$93,4 \pm 7,3$	$98,7 \pm 7,5$
ЧДД, в мин.	$19,2 \pm 2,7$	$17,2 \pm 1,6$	$17,8 \pm 3,1$	$20,7 \pm 2,5$
ДО, мл	$535,3 \pm 19,2$	$530 \pm 17,1$	$529 \pm 18,1$	$536,5 \pm 18,9$
МОД, л/мин	$10,1 \pm 1,4$	$9,1 \pm 0,8$	$9,3 \pm 1,5$	$11,1 \pm 1,6$
P_{max} , см вод. ст.	$16,5 \pm 1,3$	$14,9 \pm 1,4$	$13,8 \pm 1,5$	$16,2 \pm 1,6$
$P_i\text{CO}_2$, мм рт. ст.	$0,218 \pm 0,009$	$0,215 \pm 0,009$	$0,221 \pm 0,01$	$0,215 \pm 0,01$
$P_e\text{CO}_2$, мм рт. ст.	$36,2 \pm 0,5$	$37,1 \pm 1,6$	$37,7 \pm 2,5$	$36,4 \pm 0,8$
$P_a\text{O}_2$, мм рт. ст.	$91,6 \pm 4,2$	$93,3 \pm 3,6$	$90,5 \pm 4,8$	$93,5 \pm 4,2$
$P_a\text{CO}_2$, мм рт. ст.	$36,7 \pm 0,2$	$36,9 \pm 0,4$	$36,7 \pm 0,2$	$36,7 \pm 0,3$
SaO_2 , %	$98,5 \pm 0,8$	$98,4 \pm 0,8$	$98,7 \pm 0,5$	$97,8 \pm 0,9$
$P_v\text{O}_2$, мм рт. ст.	$38,1 \pm 0,4$	$38,2 \pm 0,4$	$37,9 \pm 0,5$	$37,9 \pm 0,4$
$P_v\text{CO}_2$, мм рт. ст.	$47,0 \pm 0,3$	$47,1 \pm 0,4$	$47,0 \pm 0,3$	$47,0 \pm 0,3$
pH	$7,39 \pm 0,01$	$7,39 \pm 0,01$	$7,39 \pm 0,01$	$7,4 \pm 0,01$
BE	$0,7 \pm 1,0$	$0,8 \pm 0,9$	$0,1 \pm 0,1$	$0,7 \pm 0,9$



Как видно из таблицы, анализируемые параметры гемодинамики, газового состава крови, кислотно-щелочного состояния изменялись незначительно и оставались в пределах физиологических значений.

Глубина сна (значения энтропии — RE) на различных этапах анестезиологического пособия контролировалась параметрически, в начале и в конце оперативного вмешательства соответствовала величинам, характерным для бодрствования и поверхностной анестезии ($92 \pm 2,1$ и $85 \pm 2,6$ соответственно). В середине оперативного вмешательства величины энтропии соответствовали значениям, свойственным для глубокой анесте-

зии ($45 \pm 3,2$). Через 3 часа после операции оценка глубины сна говорила о полном пробуждении пациента.

Время начала восстановления мышечного тонуса составило $0,28 \pm 0,29$ ч, появления реакции на голос $0,63 \pm 0,35$ ч, экстабуции — $0,89 \pm 0,26$ ч, полного пробуждения — $1,15 \pm 0,38$ ч от начала операции.

Наряду с этим, анализировались пробы смешанной венозной крови перед операцией, вскоре после оперативного вмешательства, а также на 1 и 3 сутки. Полученные данные представлены в таблице 3.

Таблица 3. Значение маркеров стресса в периоперационном периоде ($M \pm m$)

Время / Показатель	CD3 ⁺ , $\times 10^9$ /л	CD4 ⁺ , $\times 10^9$ /л	АКТГ, пг/мл	Кортизол, нмоль/л
До операции	$0,97 \pm 0,32$	$0,72 \pm 0,22$	$11,0 \pm 5,3$	769 ± 327
После операции	$0,88 \pm 0,44$	$0,61 \pm 0,32$	$53,5 \pm 52,5^*$	$506 \pm 204^*$
1 сутки	$0,76 \pm 0,35$	$0,44 \pm 0,02$	$10,8 \pm 2,8$	$1131 \pm 440^*$
3 сутки	$0,73 \pm 0,21^*$	$0,79 \pm 0,04$	$22,4 \pm 1,2^*$	$674 \pm 247^*$
Контрольные значения	$1,33 \pm 0,04$	$0,92 \pm 0,05$	$26,6 \pm 2,6$	335 ± 41

* — достоверные различия по сравнению с предыдущим этапом исследования $p < 0,05$.

Анализируя данные, представленные в таблице, можно заключить, что у всех пациентов наблюдалось достоверное снижение уровня CD3⁺ Т-лимфоцитов через 3 суток после операции: с $0,97 \pm 0,32 \times 10^9$ /л до $0,73 \pm 0,21 \times 10^9$ /л ($p < 0,05$). На 3 сутки после оперативного вмешательства количество лимфоцитов восстанавливалось до значений, не отличающихся от нормальных (CD3⁺ $0,98 \pm 0,31 \times 10^9$ /л, CD4⁺ $0,79 \pm 0,2 \times 10^9$ /л). Одновременно отмечена положительная корреляция между содержанием в крови АКТГ и кортизола ($r = 0,78$, $p < 0,05$). На 3 сутки после операции наблюдали формирование адаптивной реакции на стресс и нормализацию содержания в крови АКТГ ($22,4 \pm 1,2$ пг/мл), кортизола (672 ± 247 нмоль/л) и Т-лимфоцитов. При контроле маркеров стресса у практически здоровых людей отмечались показатели, укладывающиеся в норму. Уровень содержания кортизола в крови в контрольной группе был существенно ниже, что указывает на отсутствие стресс-реакции у пациентов, которым не планировалось оперативное вмешательство.

Выводы.

1. Оперативные вмешательства высокого класса травматичности в условиях общей комби-

нированной анестезии с пропофолом и фентанилом сопровождались развитием адаптивной транзитной стрессовой реакции. К третьим суткам после операции содержание АКТГ и кортизола в смешанной венозной крови не отличалось от референтных значений.

2. Выявлено достоверное снижение уровня CD3⁺ и CD4⁺ лимфоцитов уже через сутки и полное восстановление их количества к третьим суткам после операции.

3. По результатам исследования выявлена сильная корреляционная связь между уровнем кортизола и количеством CD3⁺ Т-лимфоцитов, указывающая на взаимовлияние эндокринной и иммунной систем организма.

4. Результаты работы свидетельствуют о необходимости адекватной премедикации накануне оперативного вмешательства и эффективного обезболивания в ближайшем послеоперационном периоде.

5. Достоинством этого вида анестезии следует считать относительно «гладкое» течение, что особенно важно у больных с тяжелым преморбидным фоном и ограниченными функциональными возможностями.

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

SOURCE OF FUNDING. The study was performed without sponsorship.



КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобров Ю.Ф., Гамаюнова В.Б., Позняков В.В., Дильман В.М. Изменение секреции гормонов в процессе хирургического вмешательства и наркоза у опухолевых больных // Актуальные вопросы обезболивания в онкологии. Ленинград, 1984. С. 107–123.
2. Гологорский В.А., Гриненко Т.Ф., Макарова Л.Д. О проблеме адекватности общей анестезии // Анестезиология и реаниматология. 1988. № 2. С. 3–5.
3. Китиашвили И.З., Власов А.С., Пушкарёв А.С. Периоперационные факторы и их влияние на иммунную систему // Вестник новых медицинских технологий. 2007. Т. 9, № 4. С. 54–57.
4. Осипова Н.А. Пропофол (диприван) в современной поликомпонентной общей анестезии // Вестник интенсивной терапии. 1999. № 1. С. 7–10.
5. Полушин Ю.С., Яворовский А.Г. Анестезиология: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2023. 808 с.
6. Щеголев А.В. Общая и частная анестезиология. СПб.: МедЛит, 2018. 319 с.
7. Cain DW, Cidlowski JA. Immune regulation by glucocorticoids. *Nat Rev Immunol*. 2017 Apr;17(4):233-247. DOI: 10.1038/nri.2017.1.
8. Gimsa U., Tuchscherer M., Kanitz E. Psychosocial Stress and Immunity-What Can We Learn From Pig Studies? *Front Behav Neurosci*. 2018 Apr 3;12:64. DOI: 10.3389/fnbeh.2018.00064.
9. Kehlet H. Surgical stress: the role of pain and analgesia. *Br J Anaesth*. 1989 Aug;63(2):189-95. DOI: 10.1093/bja/63.2.189.
10. Kehlet H., Dahl J.B. Postoperative pain. *World J Surg*. 1993 Mar-Apr;17(2):215-9. DOI: 10.1007/BF01658929.

REFERENCES

1. Bobrov Yu.F., Gamayunova V.B., Poznyakov V.V., Dil'man V.M. Izmenenie sekretsii gormonov v protsesse khirurgicheskogo vmeshatel'stva i narkoza u opukholevykh bol'nykh. In: Current problems of analgesia in oncology. Leningrad; 1984:107-123. (In Russ.).
2. Gologorskiy V.A., Grinenko T.F., Makarova L.D. O probleme adekvatnosti obshchey anestezii. *Anesteziologiya i reanimatologiya*. 1988;(2):3-5. (In Russ.).
3. Kitiashvili I.Z., Vlasov A.S., Pushkarev A.S. Perioperatsionnye faktory i ikh vliyanie na immunnuyu sistemu. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2007;9(4):54-57. (In Russ.).
4. Osipova N.A. Propofol (diprivan) v sovremennoy polikomponentnoy obshchey anestezii. *Vestnik intensivnoy terapii*. 1999;(1):7-10. (In Russ.).
5. Polushin Yu.S., Yavorovskiy A.G. Anesteziologiya: natsional'noe rukovodstvo. Moscow: GEOTAR-Media; 2023. (In Russ.).
6. Shchegolev A.V. Obshchaya i chastnaya anesteziologiya. St. Petersburg: MedLit; 2018. (In Russ.).
7. Cain D.W., Cidlowski J.A. Immune regulation by glucocorticoids. *Nat Rev Immunol*. 2017 Apr;17(4):233-247. DOI: 10.1038/nri.2017.1.
8. Gimsa U., Tuchscherer M., Kanitz E. Psychosocial Stress and Immunity-What Can We Learn From Pig Studies? *Front Behav Neurosci*. 2018 Apr 3;12:64. DOI: 10.3389/fnbeh.2018.00064.
9. Kehlet H. Surgical stress: the role of pain and analgesia. *Br J Anaesth*. 1989 Aug;63(2):189-95. DOI: 10.1093/bja/63.2.189.
10. Kehlet H., Dahl J.B. Postoperative pain. *World J Surg*. 1993 Mar-Apr;17(2):215-9. DOI: 10.1007/BF01658929.

АВТОРЫ

Сокорнов Иван Александрович — ORCID: 0009-0004-9750-1529
Пивоварова Людмила Павловна — д.м.н., ORCID: 0000-0002-9492-4516
Лапшин Владимир Николаевич — д.м.н., ORCID: 0009-0000-7283-2875
Мальшев Михаил Евгеньевич — д.б.н., ORCID: 0000-0001-7549-682X
Осипова Ирина Викторовна — к.б.н., ORCID: 0000-0002-1831-9111
Арискина Ольга Борисовна — к.б.н., ORCID: 0000-0001-6311-1259
Разумова Нина Константиновна — к.б.н., ORCID: 0009-0006-2954-857X



AUTHORS

Sokornov Ivan Alexandrovich — ORCID: 0009-0004-9750-1529

Pivovarova Lyudmila Pavlovna — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0002-9492-4516

Lapshin Vladimir Nikolaevich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0009-0000-7283-2875

Malyshev Mikhail Evgenievich — Dr. Sci. (Biology), ORCID: 0000-0001-7549-682X

Osipova Irina Viktorovna — PhD, ORCID: 0000-0002-1831-9111

Ariskina Olga Borisovna — PhD, ORCID: 0000-0001-6311-1259

Razumova Nina Konstantinovna — PhD, ORCID: 0009-0006-2954-857X



УДК 616.943 : 616.022

DOI: 10.54866/27129632_2024_3_82

ЭПИДЕМИОЛОГИЯ ХИРУРГИЧЕСКОГО СЕПСИСА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ. ОПЫТ РАБОТЫ «ГОРОДСКОГО ЦЕНТРА ПО ЛЕЧЕНИЮ ТЯЖЕЛОГО СЕПСИСА» СПб НИИ СКОРОЙ ПОМОЩИ ИМ. И.И. ДЖАНЕЛИДЗЕ

© О.Н. ЭРГАШЕВ⁴, В.А. МАНУКОВСКИЙ^{1,3}, С.А. ШЛЯПНИКОВ¹, Н.Р. НАСЕР^{1,3}, М.Г. ДАРЬИНА^{2,3}, В.Е. ПАРФЕНОВ¹

¹ ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

² СПб ГБУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр» Комитета по здравоохранению Санкт-Петербурга, Россия

³ ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» МЗ РФ, Санкт-Петербург, Россия

⁴ ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский Государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

В статье рассматриваются вопросы эпидемиологии сепсиса в Санкт-Петербурге на основе анализа данных Территориального фонда ОМС и Медицинского информационно-аналитического центра Комитета по здравоохранению, а также опыта работы «Городского центра по лечению тяжелого сепсиса» СПб НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе за 2022 г. Впервые представлены данные о распространенности данного осложнения — 130 на 100 тыс. населения. Летальность составила 34,03 %. Показаны существующие различия в уровне летальности в различных стационарах города. В статье анализируются основные причинно-значимые возбудители сепсиса, особенно ассоциированные с летальными исходами. Акцентируется внимание на высокой антибиотикорезистентности проблемных возбудителей сепсиса. Представленные результаты исследования могут быть использованы для улучшения стратегий диагностики и лечения сепсиса у пациентов с хирургической патологией.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: эпидемиология, сепсис, летальность, возбудители сепсиса, антибиотикорезистентность.

КАК ЦИТИРОВАТЬ. Эргашев О.Н., Мануковский В.А., Шляпников С.А., Насер Н.Р., Дарьина М.Г., Парфенов В.Е. Эпидемиология хирургического сепсиса в Санкт-Петербурге. Опыт работы «Городского центра по лечению тяжелого сепсиса» СПб НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 3. С. 82–89.

EPIDEMIOLOGY OF SURGICAL SEPSIS IN ST. PETERSBURG. EXPERIENCE OF THE “CITY CENTER FOR THE TREATMENT OF SEVERE SEPSIS” OF THE ST. PETERSBURG I.I. DZHANELIDZE RESEARCH INSTITUTE OF EMERGENCY MEDICINE

© O.N. ERGASHEV⁴, V.A. MANUKOVSKY^{1,3}, S.A. SHLYAPNIKOV¹, N.R. NASER^{1,2}, DARYINA M.G.^{2,3}, V.E. PARFENOV¹

¹ Saint Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

² Medical Center for Information and Analysis, Saint Petersburg, Russia

³ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

⁴ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University” of the Ministry of Healthcare of Russian Federation, St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

The article discusses the epidemiology of sepsis in St. Petersburg based on the analysis of data from the Territorial Compulsory Medical Insurance Fund and the Medical Information and Analytical Center of the Health Committee, as well as the experience of the «City Center for the Treatment of Severe Sepsis» of the Saint Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine for 2022. For the first time, data on the prevalence of this complication is presented — 130 per 100 000. Mortality rate was 34.03 %. The existing differences in the mortality rate in various hospitals in the city are shown. The article analyzes the main causative



agents of sepsis, especially those associated with deaths. Attention is focused on the high antibiotic resistance of problematic sepsis pathogens. The presented study results can be used to improve diagnostic and treatment strategies for sepsis in patients with surgical pathology.

KEYWORDS: epidemiology, sepsis, mortality, sepsis causes, antibiotic resistance.

TO CITE THIS ARTICLE. Ergashev ON, Manukovsky VA, Shlyapnikov SA, Naser NR, Daryina MG, Parfenov VE. Epidemiology of surgical sepsis in St. Petersburg. Experience of the “City Center for the Treatment of Severe Sepsis” of the St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2024;(3):82–89.

Актуальность. Состоявшаяся в 1991 г. Соглашительная конференция обществ intensivистов и пульмонологов США [1, 2] стала знаковым событием в изучении различных аспектов сепсиса. Впервые были приняты определения инфекции как процесса, введено новое понятие «синдром системной воспалительной реакции (ССВР)» и, как следствие, определение сепсиса как «системной воспалительной реакции организма на инфекцию», а также предложен термин «синдром органной (полиорганной) недостаточности». Исходя из этих определений были предложены и четко структурированы понятия «тяжелый сепсис», как сепсис с органной дисфункцией и «септический шок». В 2003 г. в Калуге состоялась «Соглашительная конференция Российской ассоциации специалистов по хирургическим инфекциям», решениями которой было рекомендовано использование этих понятий в практике отечественного здравоохранения. В 2007 г. в Санкт-Петербурге распоряжением Комитета по здравоохранению от 16.08.2007 № 393-р на базе Научно-исследовательского института скорой помощи им. И.И. Джанелидзе (НИИ СП) организован Городской центр по лечению тяжелого сепсиса (ГЦЛТС). В 2012 г., после тщательного аудита работы Центра Комитетом по здравоохранению, тарифы на лечение больных с тяжелым сепсисом были распространены на ряд стационаров города. К настоящему времени они используются в практической работе в 24 стационарах Санкт-Петербурга как городского, так и федерального подчинения.

Цель исследования: изучить частоту тяжелого сепсиса в медицинских организациях Санкт-Петербурга, а также летальность и структуру основных возбудителей.

Материал и методы. Для анализа отобраны пациенты, находившиеся на лечении в стационарах Санкт-Петербурга в период с 01.01.2022 по 31.12.2022, у которых в окончательной формулировке диагноза «сепсис» использовался код по МКБ-10 A.41.0–9 и оплата проводилась по тарифам 211184 (Сепсис тяжелый SOFA $\geq$ 4 для реанимации), 211185 (Сепсис тяжелый (SOFA $<$ 4)), 211186 (Сепсис тяжелый (SOFA=0)) и 211187 (Сепсис тяжелый (SOFA $<$ 4) для реанимации).

Отсутствие в Санкт-Петербурге до настоящего времени городского регистра септических больных не позволило провести детальный анализ структуры больных с сепсисом по всем стационарам. В связи с этим были использованы данные Территориального фонда ОМС за 2022 г. для ретроспективного изучения структуры летальности от сепсиса в различных стационарах города, в которых была открыта оплата по перечисленным выше тарифам. Материалы по микробиологическому мониторингу проблемных возбудителей, выделенных из крови пациентов стационаров в городском масштабе за 2022 г., представлены сектором госпитальной эпидемиологии Медицинского информационно-аналитического центра Комитета по здравоохранению Правительства Санкт-Петербурга (МИАЦ). Более детальный анализ структуры возбудителей и их чувствительности к антибактериальным препаратам был сделан на основании данных микробиологического мониторинга, проводимого сотрудниками НИИ СП.

Из 25 стационаров федерального и городского подчинения, участвующих в данной системе оплаты септических больных, были выбраны 15 учреждений. Критерием отбора служило количество пролеченных больных, оплаченных ТФОМС по тарифам тяжелого сепсиса (211184–211187). Минимальное количество пациентов, пролеченных за 2022 г. в конкретном стационаре, должно было составлять не менее 30 человек. Все стационары были закодированы порядковыми номерами от 1 до 15 с целью сохранения анонимности исследования. Исключение составило одно учреждение — НИИ СП, данные по которому представлены в открытом виде.

Всего в Санкт-Петербурге в 2022 г. было пролечено 7214 пациентов с диагнозом «тяжелый сепсис», из них 560 (7,8%) пациентов были приезжими из других регионов. В НИИ СП им. Джанелидзе из 1155 пациентов с установленным диагнозом сепсис иногородние составили 136 (12%) пациентов.

При расчете показателя средней летальности среди пациентов с тяжелым сепсисом использовались сведения о пациентах, которым выставались счета с указанием тарифов 211184 и 211187 —

тяжелый сепсис и реанимация (SOFA $\geq$ 4 — 211184 и SOFA $<$ 4 — 211187 соответственно), а также два тарифа SOFA $<$ 4 и SOFA=0 для общехирургиче-

ского отделения ГЦЛТС. В исследуемый период в Санкт-Петербурге показатель средней летальности достиг 34,03 % (Табл. 1).

Таблица 1. Общая летальность в стационарах СПб от сепсиса в 2022 г. (по данным ТФ ОМС)

Медицинская организация (юр. лицо)	Умерло, чел.	Всего пролечено, чел.	Летальность, %
1	274	663	41,33
2	36	136	26,47
3	44	94	46,81
4	67	313	21,41
5	122	268	45,52
6	158	390	40,51
7	411	1 173	35,04
8	12	37	32,43
9	20	45	44,44
10	380	1 476	25,75
11	523	913	57,28
12	24	156	15,38
13	122	354	34,46
СПб НИИ СП им. И.И. Джanelидзе	166	1 155	14,37
15	12	41	29,27
Итого:	2371	7214	34,03

Как видно из таблицы 2, где представлены данные описательной статистики по исходам лечения пациентов с тяжелым сепсисом, Доверительный 95 % интервал (95 % ДИ) составил 27,3–40,8 %.

Таблица 2. Описательные статистики показателя «летальность общая от сепсиса» (все тарифы)

	Летальность общая, %
N	15
Пропущено	0
Среднее	34,0
95 % ДИ середина нижняя граница	27,3
95 % ДИ середина верхняя граница	40,8
Стандартное отклонение	12,2
Минимум	14,4
Максимум	57,3
Шапиро-Уилк W	0,977
Шапиро-Уилк p	0,942

Это представлено наглядней на «скрипичном» графике (Рис. 1).

В 2022 г. минимальные показатели летальности среди пациентов с сепсисом, зарегистрированные в СПб НИИ СП, составили 14,37 %. На втором месте по уровню летальности определен стационар № 12, в котором показатель в изучае-

мом году составил 15,38 %. Необходимо отметить, что стационар № 12 оказывает плановую хирургическую помощь и диагноз «сепсис» за отчетный период установлен 156 пациентам, в НИИ СП — 1155 пациентам.

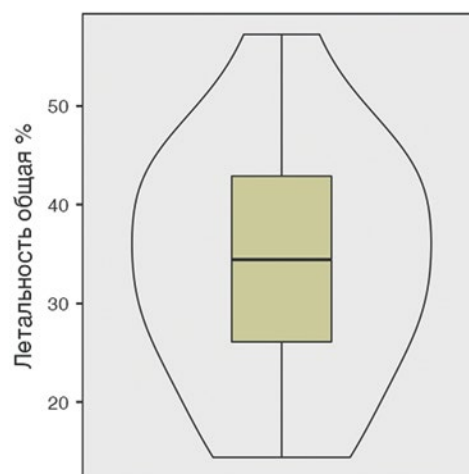


Рис. 1. «Скрипичный» график распределения летальности от сепсиса по стационарам

Представляет особый интерес изучение результатов лечения пациентов с тяжелым сепсисом (SOFA $\geq$ 4). Данные представлены в таблице 3.

Таблица 3. Общее количество больных с $SOFA \geq 4$ и госпитальная летальность

Медицинская организация (юр. лицо)	Умерло всего	Пролеженных всего	Летальность, %
1	236	376	62,77 %
2	36	85	42,35 %
3	40	57	70,18 %
4	50	126	39,68 %
5	118	191	61,78 %
6	154	299	51,51 %
7	396	708	55,93 %
8	12	27	44,44 %
9	20	39	51,28 %
10	304	694	43,80 %
11	491	765	64,18 %
12	23	83	27,71 %
13	102	159	64,15 %
СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе	148	522	28,35 %
15	12	17	70,59 %
Итого:	2142	4148	51,92 %

Более детально данные представлены в таблице 4 «Описательные статистики».

Таблица 4. Описательные статистики пациентов, умерших от тяжелого сепсиса ($SOFA \geq 4$)

	Летальность $SOFA \geq 4$ (%)
N	15
Пропущено	0
Среднее	51,9
95 % ДИ середина нижняя граница	44,2
95 % ДИ середина верхняя граница	59,6
Стандартное отклонение	13,9
Минимум	27,7
Максимум	70,6
Шапиро-Уилк W	0,935
Шапиро-Уилк p	0,326

Примечание. Доверительный интервал среднего предполагает, что выборочные средние следуют t -распределению с $N-1$ степенями свободы

Как видно из таблицы 4, средняя летальность у пациентов с тяжелым сепсисом, тяжесть процесса у которых была по шкале $SOFA$ равна или больше 4 баллов, составила 51,9 %. Следует отметить, что 95 % ДИ находятся в пределах от 44,2 % до 59,6 %. В частности, уровень летальности в ГЦЛТС составил 28,35 %. Как уже отмечалось при анализе общей летальности, стационар № 12 показал 27,71 % летальности в этой, самой тяжелой группе больных. Необходимо еще раз отметить, что основной профиль этого стационара — оказание плановой

хирургической помощи, что, несомненно, требует учета при сравнении со скорпомощными стационарами. К сожалению, отсутствие регистра септических больных не позволяет нам выполнить более глубокий анализ структуры больных, необходимый для соответствующего анализа.

В наглядном виде это представлено на рисунке 2 — «скрипичный» график летальности у пациентов с тяжестью $SOFA \geq 4$.

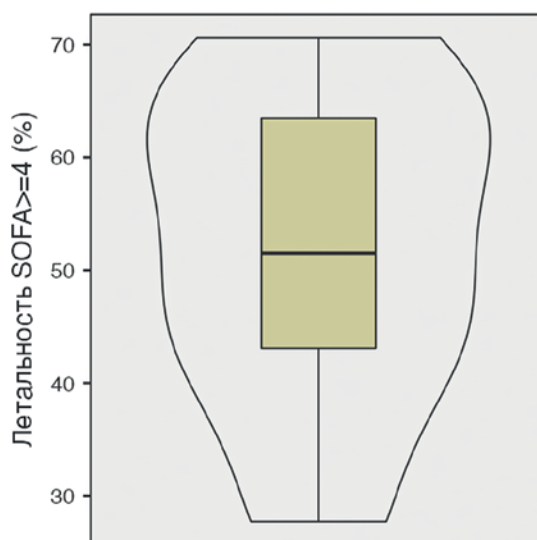


Рис. 2. «Скрипичный» график летальности в различных стационарах при $SOFA \geq 4$

Важное значение в эпидемиологии хирургического сепсиса принадлежит структуре возбудителей и их резистентности к антимикробным



препаратам (АМП). Нами проанализированы данные, полученные в результате мониторинга антибактериальной резистентности основных возбудителей, который постоянно проводит сектор госпитальной эпидемиологии МИАЦ.

По данным микробиологического мониторинга, за 2022 год структура и резистентность основных проблемных возбудителей инфекций кровотока представлена в таблице 5.

Таблица 5. Доля штаммов клинически значимых возбудителей сепсиса, резистентных к антимикробным препаратам, обнаруженных в крови пациентов стационаров Санкт-Петербурга в 2022 г. (МИАЦ)

Вид микроорганизма	Количество штаммов, выделенных из крови пациентов стационаров Санкт-Петербурга, %	
	Всего	из них MRSA* / KP** / VR***
<i>S. aureus</i>	2049	514 (25,09)*
<i>E. coli</i>	1157	81 (7,0)**
<i>Klebsiella spp.</i>	3287	2148 (65,35)**
<i>P. aeruginosa</i>	253	137 (54,15)**
<i>A. baumannii</i>	1076	800 (74,35)**
<i>Enterococcus spp.</i>	1245	282 (22,65)***

*MRSA — метициллинрезистентные штаммы *S. aureus*

**KP — карбапенемрезистентные штаммы *E. coli*, *Klebsiella spp.*, *P. aeruginosa*, *A. baumannii*

***VR — ванкомицинрезистентные штаммы *Enterococcus spp.*

Большой интерес представляют данные о видовой принадлежности возбудителей сепсиса, частоте их встречаемости, а также информация о резистентности обнаруженных штаммов к АМП, применяемым в практическом здравоохранении для лечения инфекций кровотока. Прежде всего необходимо отметить высокую превалентность золотистого стафилококка и уровень метициллин-резистентности штаммов данного возбудителя: каждый 4 штамм *S. aureus*, выделенный из крови пациентов в 2022 г., был отнесен к MRSA (25,09 %), которые характеризуются клинической устойчивостью ко всем β-лактамам антибиотикам, включая карбапенемы.

Второе и третье места по частоте встречаемости принадлежат Gr(-) микроорганизмам семейства Enterobacteriaceae: *E.colli* и *Klebsiella spp.* Доля карбапенем-резистентных штаммов данных возбудителей составила 7,0 % и 65,35 %, соответственно.

Также в исследуемый период возбудителями инфекций кровотока были определены штаммы *P. aeruginosa* и *A. baumannii*, относящиеся к неферментирующим грамотрицательным микроорганизмам. Более половины штаммов *P. aeruginosa* и около ¾ штаммов *A. baumannii* характеризовались резистентностью к карбапенемам, доля которых составила 54,15 % и 74,35 %, соответственно.

По данным мониторинга за основными проблемными возбудителями сепсиса в СПб НИИ СП им И.И. Джанелидзе, тенденции отмечаются такие же, как и в городских скорпомощных МО. Проведенное когортное исследование резистентности *K. pneumoniae* показало [3, 4], что из 20 по-

следовательно выделенных штаммов у 18 присутствовали гены резистентности к карбапенемам, причем более чем в половине случаев отмечалось по 2 и более гена. Превалентность *K. pneumoniae* составляет в среднем 32–33 % и этот возбудитель занимает лидирующее место уже на протяжении практически 10 лет.

Анализируя выделенные возбудители у умерших от сепсиса пациентов по данным мониторинга в ГЦЛТС, можно отметить следующее:

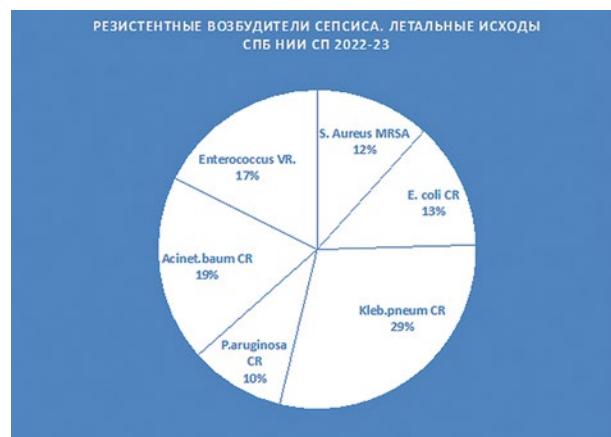


Рис. 3. Основные возбудители, выделенные у пациентов с сепсисом с летальными исходами в 2022 г. в ГЦЛТС

Частота MRSA в ГЦЛТС в два раза меньше чем в среднем по городу (12 % против 25 %), также меньше карбапенем-резистентных штаммов *K. pneumoniae* — 29 %, в то же время число карбапе-



нем-резистентных штаммов *E. coli* примерно в 2,5 раза больше. Необходимо подчеркнуть, что анализируемые возбудители рассматриваются как причинные в наступлении летального исхода.

Обсуждение полученных результатов. В классической работе D. Angus (2001), в которой проанализировано более четверти популяции США, показано, что средняя годовая превалентность тяжелого сепсиса в Северной Америке составляет 300 случаев на 100 тыс. населения, летальность составила 28,6 % (5). Исходя из полученных нами данных, среднее количество пациентов с тяжелым сепсисом в Санкт-Петербурге составляет 130 на 100 тыс. населения города. Летальность от всех форм тяжелого сепсиса равна 34,03 %. Доверительный 95 % интервал летальности в различных стационарах города находится в границах от 27 до 40 %, при этом в СПб НИИ скорой помощи, на базе которого развернут ГЦЛТС, летальность от всех видов сепсиса составляет 14,37 %. Учитывая, что количество больных в центре превышает 1100 в год и показатель летальности находится вне пределов 95 % доверительного интервала, представляет интерес рассмотрение вопроса о причинах столь низкой летальности и, соответственно, путях дальнейшего совершенствования оказания помощи септическим пациентам.

В НИИ СП в 2007 г. создан «Городской центр по лечению тяжелого сепсиса», который в своем составе, кроме специализированного ОРИТа и хирургического отделения, имеет микробиологическую лабораторию, оснащенную современным оборудованием, а также круглосуточную дежурную службу. Основной функцией дежурной службы является оказание консультативной помощи врачам городских стационаров, а также осмотр всех пациентов, поступающих в отделение неотложной помощи НИИ с клиникой синдрома системной воспалительной реакции и подозрением на инфекционный процесс.

Принципиально важным является тот факт, что участие обученного врача в осмотре поступающего в клинику НИИ пациента позволяет диагностировать наличие септического процесса в той или иной форме уже в самые ранние сроки. При наличии верифицированного сепсиса пациенту оказывается помощь сотрудниками «Городского центра по лечению тяжелого сепсиса» в соответствии с современными международными рекомендациями, а также «Клиническими рекомендациями по лечению тяжелого сепсиса и септического шока в ЛПО Санкт-Петербурга» от 2016 г. [6, 7]. Имевшая место в специальной литературе дискуссия о роли и значимости «септических команд» в стационарах показала, что летальность при наличии такой службы у пациентов с

тяжелым сепсисом и септических шоком снижается в 2–3 раза. Наличие в структуре центра микробиологической лаборатории позволяет оперативно получать всю необходимую информацию для качественной этиотропной антибактериальной терапии.

Оценивая структуру возбудителей сепсиса, которые были выделены как ведущий возбудитель у пациентов с летальными исходами от тяжелого сепсиса в клиниках СПб НИИ СП, необходимо отметить, что в целом сохраняются принципиальные тренды, характерные для анализируемых стационаров Санкт-Петербурга, однако имеются и существенные различия.

Ведущим возбудителем является *K. pneumoniae*, в структуре которой до 80 % составляют штаммы, несущие гены резистентности к карбапенемам. Вторым по превалентности возбудителем является *Enterococcus spp.*, ванкомицин-резистентные штаммы, превосходя почти в полтора раза MRSA (17 % и 12 % соответственно). Надо подчеркнуть, что по данным мониторинга в 2006 г. в этом учреждении было более 50 % MRSA. Разработка и внедрение системы СКАТ (система контроля за антибиотикотерапией) [7] привело к снижению превалентности этого возбудителя более чем в 4 раза, что свидетельствует как об эффективности системы СКАТ, так и о необходимости ее внедрения и постоянного микробиологического мониторинга.

Проведенный нами анализ частоты тяжелого сепсиса в Санкт-Петербурге показал, что эта проблема чрезвычайно важна, и частота тяжелого сепсиса, достигшая 130 пациентов на 100 тыс. населения, только доказывает это положение. Оценка летальности от тяжелого сепсиса в различных стационарах города показала, что имеется большой разброс от средних показателей (34,03 % — общая и 51,92 % — SOFA ≥ 4), выходящий за пределы 95 % ДИ. К сожалению, наиболее простым способом это объясняется отсутствием системы учета (регистра больных сепсисом) и соответствующего периодического анализа качества лечения этих больных.

Изучение частоты летальных исходов в различных стационарах также позволило нам подтвердить данные литературы о том, что выстроенная система оказания помощи пациентам с сепсисом, получившая название «септическая команда» (“sepsis team”), является эффективным административным решением, способствующим кратному снижению летальности.

Выводы:

1. Превалентность больных тяжелым сепсисом в Санкт-Петербурге составляет 130 больных в год на 100 тыс. населения.



2. Средняя летальность от всех оплаченных форм сепсиса составляет 34,03 %, в ГЦЛТС — 14,37 %.
3. Средняя летальность от наиболее тяжелых форм сепсиса (SOFA $\geq$ 4) 51,92 %, в ГЦЛТС — 28,35 %.
4. Ведущим проблемным возбудителем, определяющим большинство летальных исходов, является *Kl. pneumonia*, более чем в 65,35 % случаев несущая гены резистентности к карбапенемам.

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

SOURCE OF FUNDING. The study was performed without sponsorship.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. American College of Chest Physicians/Society of Critical Care Medicine Consensus Conference: definitions for sepsis and organ failure and guidelines for the use of innovative therapies in sepsis. *Crit Care Med.* 1992 Jun;20(6):864-74. PMID: 1597042.
2. Bone R.C., Balk R.A., Cerra F.B., et al. Definitions for sepsis and organ failure and guidelines for the use of innovative therapies in sepsis. The ACCP/SCCM Consensus Conference Committee. American College of Chest Physicians/Society of Critical Care Medicine. *Chest.* 1992 Jun;101(6):1644-55. DOI: 10.1378/chest.101.6.1644.
3. Насер Н.Р., Попенко Л.Н., Шляпников С.А. Роль реал-тайм ПЦР в ранней детекции продукции карбапенемаз энтеробактериями в ОРИТ // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2022. № 1. С. 38–42. DOI: 10.54866/27129632_2022_1_38.
4. Насер Н.Р., Шляпников С.А. Оптимизация антибактериальной терапии инфекций, вызванных карбапенемрезистентными энтеробактериями // Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова. 2023. Т. 18, № 1. С. 91–93. DOI: 10.25881/20728255_2023_18_1_91.
5. Angus D.C., Linde-Zwirble W.T., Lidicker J., Clermont G., Carcillo J., Pinsky M.R. Epidemiology of severe sepsis in the United States: analysis of incidence, outcome, and associated costs of care. *Crit Care Med.* 2001 Jul;29(7):1303-10. DOI: 10.1097/00003246-200107000-00002.
6. Бубнова Н.А., Зуева Л.П., Колбин А.С. и др. Клинические рекомендации по диагностике и лечению тяжелого сепсиса и септического шока в лечебно-профилактических организациях Санкт-Петербурга. Санкт-Петербург: БМН, 2017. 77 с. EDN XWMWIP.
7. Бубнова Н.А., Зуева Л.П., Колбин А.С., Колосовская Е.Н. и др. Клинические рекомендации по диагностике и лечению тяжелого сепсиса и септического шока в лечебно-профилактических организациях Санкт-Петербурга. Санкт-Петербург, 2016. 94 с.
8. Шляпников С.А., Насер Н.Р. Опыт разработки и внедрения локального протокола антибактериальной терапии сепсиса // Инфекции в хирургии. 2015. Т. 13, № 1. С. 11–16.
9. Kim H.J., Ko R.E., Lim S.Y., Park S., Suh G.Y., Lee Y.J. Sepsis Alert Systems, Mortality, and Adherence in Emergency Departments: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA Netw Open.* 2024 Jul 1;7(7):e2422823. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2024.22823.

REFERENCES

1. American College of Chest Physicians/Society of Critical Care Medicine Consensus Conference: definitions for sepsis and organ failure and guidelines for the use of innovative therapies in sepsis. *Crit Care Med.* 1992 Jun;20(6):864-74. PMID: 1597042.
2. Bone R.C., Balk R.A., Cerra F.B., et al. Definitions for sepsis and organ failure and guidelines for the use of innovative therapies in sepsis. The ACCP/SCCM Consensus Conference Committee. American College of Chest Physicians/Society of Critical Care Medicine. *Chest.* 1992 Jun;101(6):1644-55. DOI: 10.1378/chest.101.6.1644.
3. Nasser N.R., Popenko L.N., Shlyapnikov S.A. Role of real-time PCR in early detection of carbapenemase production by Enterobacterales in ICU. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze.* 2022;(1):38-42. DOI: 10.54866/27129632_2022_1_38.
4. Nasser N.R., Shlyapnikov S.A. Possibilities for optimization of antibacterial therapy of infections caused by carbapenem-resistant enterobacterales. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center.* 2023;18(1):91-93. DOI: 10.25881/20728255_2023_18_1_91.
5. Angus D.C., Linde-Zwirble W.T., Lidicker J., Clermont G., Carcillo J., Pinsky M.R. Epidemiology of severe sepsis in the United States: analysis of incidence, outcome, and associated costs of care. *Crit Care Med.* 2001 Jul;29(7):1303-10. DOI: 10.1097/00003246-200107000-00002.



6. Bubnova N.A., Zueva L.P., Kolbin A.S., et al. *Klinicheskie rekomendatsii po diagnostike i lecheniyu tyazhelo-go sepsisa i septicheskogo shoka v lechenno-profilakticheskikh organizatsiyakh Sankt-Peterburga*. St. Petersburg: BMN; 2017. EDN XWMWIP.

7. Bubnova N.A., Zueva L.P., Kolbin A.S., et al. *Klinicheskie rekomendatsii po diagnostike i lecheniyu tyazhelo-go sepsisa i septicheskogo shoka v lechenno-profilakticheskikh organizatsiyakh Sankt-Peterburga*. St. Petersburg; 2016.

8. Shlyapnikov S.A., Nasser N.R. Experience of development and implementation of a local protocol for antibacterial therapy of sepsis. *Infektsii v khirurgii = Infections in surgery*. 2015;13(1):11-16.

9. Kim H.J., Ko R.E., Lim S.Y., Park S., Suh G.Y., Lee Y.J. Sepsis Alert Systems, Mortality, and Adherence in Emergency Departments: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA Netw Open*. 2024 Jul 1;7(7):e2422823. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2024.22823.

АВТОРЫ

Эргашев Олег Николаевич — д.м.н.

Мануковский Вадим Анатольевич — д.м.н., ORCID: 0000-0003-0319-814X

Шляпников Сергей Алексеевич — д.м.н., ORCID: 0000-0002-6182-8333

Насер Надежда Рамезовна — д.м.н., ORCID: 0000-0001-9393-1864

Дарьина Мария Геннадьевна — к.м.н., ORCID: 0000-0002-6642-4717, SPIN-код: 4278-4119

Парфенов Валерий Евгеньевич — д.м.н., ORCID: 0000-0002-3221-5466

AUTHORS

Ergashev Oleg Nikolaevich — Dr. Sci. (Medicine)

Manukovskiy Vadim Anatol'evich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0003-0319-814X

Shlyapnikov Sergey Alekseevich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0002-6182-8333

Naser Nadezhda Ramezovna — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0001-9393-1864

Daryina Maria Gennad'evna — PhD, ORCID: 0000-0002-6642-4717, SPIN: 4278-4119

Parfenov Valery Evgenievich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0002-3221-5466



УДК 617-089.844: 616.831-001.45
DOI: 10.54866/27129632_2024_3_90

НЕФАТАЛЬНЫЕ ОГНЕСТРЕЛЬНЫЕ РАНЕНИЯ СТВОЛА ГОЛОВНОГО МОЗГА: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И АНАЛИЗ СЕРИИ СЛУЧАЕВ

© Н.К. ВАСИЛЬЕВА, С.Д. МИРЗАМЕТОВ, Э.Ю. КЛИМЕНКОВА, В.К. КУУЛАР, К.А. ЧЕМОДАКОВА, Д.В. СВИСТОВ
ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО России, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

Ранение ствола считается как клиническим, так и КТ-фактором риска неблагоприятного исхода черепно-мозговых ранений. В связи с высоким риском развития нарушений функций систем жизнеобеспечения раненые с поражением ствола головного мозга требуют неотложного, длительного и дорогостоящего лечения, направленного на протезирование витальных функций, терапию синдрома внутричерепной гипертензии и инфекционных осложнений. В большинстве случаев данный тип ранения вызывает грубый неврологический дефицит, что определяет необходимость последующей реабилитации. Проведен ретроспективный анализ лечения пяти пациентов с огнестрельными осколочными ранениями ствола головного мозга, проходивших лечение в клинике нейрохирургии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова. В трех наблюдениях из пяти выполнено удаление ранящих снарядов на этапе оказания высокотехнологичной помощи. Во всех наблюдениях отрицательной динамики в неврологическом статусе после операции не отмечено. Все пациенты были переведены на этап восстановительного лечения: трое в ясном сознании, двое в состоянии малого сознания. Несмотря на малое количество наблюдений, отмечена явная тенденция: лучшие исходы наблюдались у пациентов с ранениями каудальных отделов ствола (моста), даже при сквозных его повреждениях. Вместе с тем, полученный на практике результат позволяет рассматривать возможность консервативного лечения пациентов с инородными телами ствола головного мозга, что подтверждается наблюдаемым частичным регрессом неврологического дефицита у двух из пяти пациентов. Оперативное вмешательство, направленное на санацию раневого канала и удаление ранящего снаряда не приводит к ухудшению неврологического статуса.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: огнестрельное ранение, ствол головного мозга, военное время.

КАК ЦИТИРОВАТЬ. Васильева Н.К., Мирзаметов С.Д., Клименкова Э.Ю., Куулар В.К., Чемодакова К.А., Свистов Д.В. Нефатальные огнестрельные ранения ствола головного мозга: обзор литературы и анализ серии случаев // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 3. С. 90–00.

NONFATAL GUNSHOT WOUNDS OF THE BRAINSTEM: REVIEW OF THE LITERATURE AND ANALYSIS OF CASE SERIES

© N.K. VASILEVA, S.D. MIRZAMETOV, E.YU. KLIMENKOVA, V.K. KUULAR, K.A. CHEMODAKOVA, D.V. SVISTOV
Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

Brainstem injury is considered to be both a clinical and CT risk factor for poor outcome in traumatic brain injury. Due to the high risk of developing dysfunction of life support systems, wounded with damage to the brain stem require urgent, long-term and expensive treatment aimed at prosthetics of vital functions, treatment of intracranial hypertension syndrome and infectious complications. In most cases this type of injury causes severe neurological deficits which determines the need for subsequent rehabilitation. We conducted a retrospective analysis of the treatment of five patients with gunshot fragment wounds of the brain stem who were treated at the Department of Neurosurgery of the Military Medical Academy named after S.M. Kirov. In three out of five patients, wounding projectiles were removed at the stage of providing qualified care. No negative dynamics in the neurological status were noted in all patients after surgery. All patients were transferred to the stage of rehabilitation treatment: three in consciousness; two are in minimally conscious state (MCS). Despite the small number of patients, a clear trend was noted: the best outcomes were observed in patients with injuries to the cau-



dal parts of the brainstem (pons), even with perforating injuries. At the same time, the result obtained in practice allows us to consider the possibility of conservative treatment of patients with foreign bodies in the brain stem which is confirmed by the observed partial regression of neurological deficit in two out of five patients. Surgical intervention aimed at sanitation of the wound channel and removal of the wounding projectile does not lead to a deterioration in the neurological status.

KEYWORDS: wartime brain stem injury, combat trauma.

TO CITE THIS ARTICLE. Vasileva N.K., Mirzametov S.D., Klimenkova E.Yu., Kuular V.K., Chemodakova K.A., Svistov D.V. Nonfatal gunshot wounds of the brainstem: review of the literature and analysis of case series. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2024;(3):90–00.

Сокращения

КТ — компьютерная томография

МВР — минно-взрывное ранение

ПХО — первичная хирургическая обработка

РТЧ — резекционная трепанация черепа

САК — субарахноидальное кровоизлияние

ТМО — твердая мозговая оболочка.

Введение. В ходе современных вооруженных конфликтов большее распространение приобрели огнестрельные ранения нервной системы, среди которых доминируют осколочные [1]. Особенности боевой экипировки военнослужащих, в частности, конфигурация шлема и высота воротника бронежилета не могут предупредить проникновение между ними беспорядочно летящих осколков, что сопровождается возрастанием доли парабазальных ранений, нередко приводящих к повреждению стволовых структур мозга [13]. Несмотря на то, что традиционно огнестрельные ранения ствола считаются смертельными, на практике наблюдаются случаи выживания раненых. В связи с этим, определение принципов ведения пациентов с нефатальными ранениями ствола головного мозга является актуальной проблемой. В клинике нейрохирургии ВМедА им. С.М. Кирова с февраля 2022 по январь 2024 гг. находились на лечении пять пациентов, выживших после огнестрельных осколочных ранений ствола головного мозга.

В базах данных PubMed, eLibrary и scholar.google проведен поиск публикаций с использованием ключевых слов, «brain stem injury», «gunshot/shrapnel wounds to the brain stem», «combat brain stem trauma / injury / lesions», «wartime brain stem injury / lesions», «firearm projectiles brain stem injury», «bullet brain stem injury / lesions», «огнестрельное ранение ствола головного мозга», «пулевое ранение ствола головного мозга», «боевые повреждения ствола головного мозга», «ранения ствола головного мозга огнестрельным оружием», «ранения ствола мозга военного времени». Полученные результаты свидетельствуют о том, что имеющихся публикаций по данной тематике недостаточно. Например, в систематическом анализе литературы Karger B. (1995) из описанных 53 клинических случаев не обнаружил ни од-

ного пациента с повреждением ствола головного мозга [2]. В работе Verlicchi A. et al. (1998) описан единичный случай пулевого ранения ствола головного мозга, вызвавшего «синдром каудальных отделов покрышки Варолиево моста» [3]. Fr sen J. et al. (2019) опубликовали результат ретроспективного анализа 64 пациентов с огнестрельным ранением головного мозга, проходивших лечение в Университетской больнице Хельсинки с 2000 по 2012 гг. В представленной выборке ранения в области среднего мозга или ствола головного мозга наблюдались в трех случаях, два из которых закончились летальным исходом. Основываясь на полученных данных, авторы предложили алгоритм лечения пациентов с огнестрельными черепно-мозговыми ранениями и сделали выводы, что ранения, проникающие в ствол мозга, средний мозг или оба таламуса, можно считать некурабельными [4]. Sorek S. et al. (2023) описали клинический случай прохождения ранящим снарядом вещества полушария головного мозга и мозжечка до четверохолмной цистерны, непосредственно позади среднего мозга. Ранение вызвало тромбоз левых поперечного, сигмовидного синусов и внутренней яремной вены. К окончанию лечения сохранялся мозжечковый мутизм, когнитивные способности и речь постепенно восстановились [5].

Наиболее полно в литературе описаны повреждения ствола головного мозга при механической травме. Для точной оценки поражения структур мозга авторы преимущественно используют магнитно-резонансную томографию [6], что невозможно при наличии парамагнитных инородных тел. Так, в исследовании Hilaro A. et al. (2012) сопоставили результаты первичной нейровизуализации 188 пациентов с черепно-мозговой травмой и качество жизни пострадавших через 6



месяцев после травмы. Поражения ствола головного мозга были обнаружены в 51 случае, в 66 % исход оценен как плохой (1–5 баллов по Расширенной шкале исходов Глазго). Худший исход наблюдался у пациентов с двусторонними и расположенными в дорзальных отделах поражениями либо с геморрагическими осложнениями. С другой стороны, у оставшейся трети пациентов с травмой ствола головного мозга наблюдался хороший результат (6–8 баллов) [7]. Gentry L. et al. (1989) отметили, что у пациентов с первичным повреждением ствола головного мозга наблюдались более грубые нарушения сознания, они дольше находились в коме, у таких пациентов чаще обнаруживалось диффузное аксональное повреждение, чем у пациентов со вторичным повреждением ствола [8]. Таким образом, в преобладающем большинстве случаев поражение ствола головного мозга является неблагоприятным прогностическим признаком, как для выживаемости, так и для функционального исхода.

Цель исследования — проанализировать доступные данные о случаях огнестрельных осколочных ранений ствола головного мозга, представить ряд наблюдений на базе опыта клиники нейрохирургии ВМедА им. С.М. Кирова.

Материалы и методы. Проведен ретроспективный анализ лечения пяти пациентов с огнестрельными осколочными ранениями ствола головного мозга, проходивших лечение в клинике нейрохирургии ВМедА им. С.М. Кирова с февраля 2022 по январь 2024 гг. Медиана возраста составила 27 лет (размах: 22–48 лет). В наблюдение не включены пациенты, у которых ранящие снаряды локализовались в субарахноидальных пространствах вблизи ствола без его повреждения.

Объем выполнения хирургической обработки, тяжесть состояния, неврологический дефицит по окончании лечения и возникшие осложнения во время пребывания в клинике приведены в таблице 1.

Таблица 1

Критерий сравнения	Пациент № 1	Пациент № 2	Пациент № 3	Пациент № 4	Пациент № 5
Объем хирургической помощи на передовых этапах	ПХО огнестрельной раны мягких тканей	Не проводилась	РТЧ в левой височной области, удаление костных отломков	РТЧ в правой теменной области, удаление костных отломков	ДТЧ в правой лобно-височно-теменной области, санация раневого канала
Объем оперативного лечения в клинике нейрохирургии ВМедА	1) Субокципитальная краниэктомия, удаление металлического осколка правого ММУ ретросигмоидным доступом, первичная краниопластика	1) Отсроченная хирургическая обработка, КПТЧ в субокципитальной области, санация раневого канала. 2) КПТЧ правосторонним ретросигмоидным доступом, удаление металлического осколка в области пирамиды правой височной кости	1) ДТЧ левой лобно-теменно-височной области, удаление костных отломков левой височной доли, ранящего снаряда ствола головного мозга	Отсроченная краниопластика	Не проводилось
Инфекционные осложнения	Гнойный менингит	Нет	Гнойный менингоэнцефалит	Нет	Нет
Тяжесть состояния *	Удовлетворительное	Удовлетворительное	Тяжелое	Удовлетворительное	Тяжелое
Уровень сознания *	Ясное	Ясное	Синдром малого сознания	Ясное	Синдром малого сознания

Критерий сравнения	Пациент № 1	Пациент № 2	Пациент № 3	Пациент № 4	Пациент № 5
Очаговый неврологический дефицит *	Синдром Фовилля, дисфагия, моторная афазия.	Глазодвигательные нарушения, мозжечковая атаксия.	Глазодвигательные нарушения	Синдром Фовилля, дисфагия, моторная афазия.	Глазодвигательные нарушения

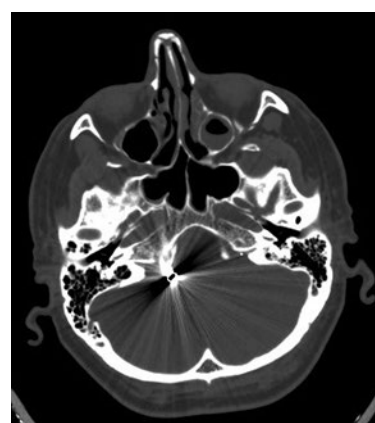
Сокращения: ДТЧ — декомпрессивная трепанация черепа, КПТЧ — костно-пластическая трепанация черепа, ММУ — мостомозжечковый угол, ПХО — первичная хирургическая обработка, РТЧ — резекционная трепанация черепа. * — на момент выписки.

Пациент № 1 получил огнестрельное осколочное ранение затылочной области слева. После восстановления сознания отмечал головную боль, паралич левой половины тела, правой половины лица. Эвакуирован в специализированный стационар (3 уровень), где выполнена ПХО раны мягких тканей затылочной области слева. При госпитализации на следующий этап эвакуации специализированной помощи (5 уровень) по данным КТ выявлено травматическое субарахноидально-вен-

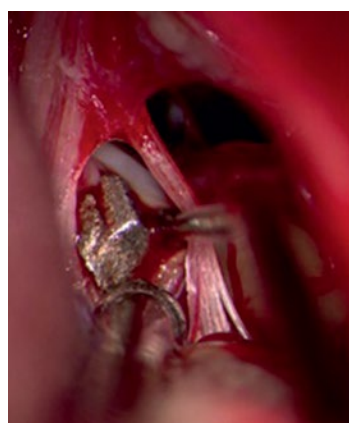
трикулярное кровоизлияние с формированием гематом в левом боковом, III и IV желудочках, множественные мелкие инородные тела (диаметром до 3 мм) металлической и костной плотности в парастволовых цистернах слева и структуре ствола (Варолиев мост) головного мозга (Рис. 1 А). Самое крупное инородное тело определяется в области правого мостомозжечкового угла, размерами 6×4×7 мм (Рис. 1 Б). При селективной церебральной ангиографии определяется тромбоз левого попереч-



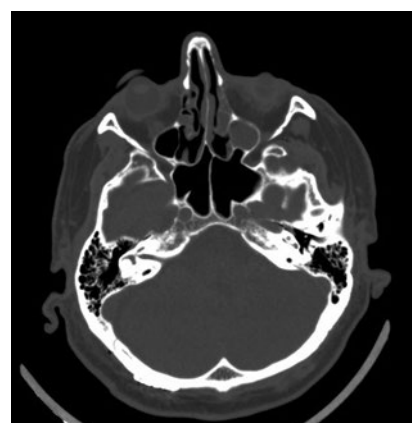
А



Б



В



Г

Рис. 1. КТ головы пациента № 1:

А — инородные тела ствола и парастволовой локализации; Б — КТ головы: наиболее крупный осколок в области правого мостомозжечкового угла до операции; В — интраоперационная картина: мобилизация и удаление осколка из окружающих структур; Г — КТ головы: послеоперационный контроль

ного синуса. На 4 сутки после ранения у пациента развилась наружная ликворея, осложнившаяся гнойным менингитом (плеоцитоз до $2400 \times 10^6 / \text{л}$). Установлен наружный люмбальный дренаж, выполнена герметизация огнестрельной раны затылочной области слева. На этом фоне отмечено улучшение клинико-лабораторных показателей, достигнута санация ликвора. На 9 сутки наружный люмбальный дренаж удален, пациент активизирован. На 26 сутки, учитывая размеры и локализацию наиболее крупного осколка в области правого мостомозжечкового угла, для профилактики «конфликта» ранящего снаряда с черепными нервами принято решение о микрохирургическом удалении данного осколка. Выполнена резекционная трепанация затылочной кости ретросигмоидным доступом справа. В зоне корешков каудальной группы нервов обнаружена плотная капсула, которая покрывает металлическое инородное тело. Капсула вскрыта, металлический ранящий снаряд поэтапно мобилизован и удален (Рис. 1 В, Г, видео № 1 — <https://youtu.be/0Qwxf-p3tPY>). Выполнена санация полости капсулы и операционной раны. При оценке магнитных свойств ранящего снаряда осколок оказался немагнитным. Масса ранящего снаряда составила 0,29 г. В послеоперационном периоде на фоне восстановительного лечения отмечен регресс симптоматики.

Таким образом, у пациента имело место сочетание множественных слепых и сквозного ранений ствола в области Варолиева моста. Исход — благоприятный: умеренная инвалидизация.

Пациент №2 перенес огнестрельное осколочное слепое проникающее диаметрально ранение головы в затылочной области слева, ушиб головного мозга тяжелой степени с формированием контузионного очага в левой гемисфере мозжечка,

повреждением ствола головного мозга, внутрижелудочковым, субарахноидальным кровоизлиянием (САК). Ввиду относительно небольшого объема поражения, отсутствия дефекта мягких тканей, сохранности сознания, самостоятельного дыхания, артериальной нормотензии переведен на этап оказания специализированной помощи (5 уровень) без хирургической обработки. Выполнена КТ головы, на которой определяются: дырчатый перелом затылочной кости слева со смещением костных отломков в полость черепа; раневой канал проходит слева направо через левое полушарие мозжечка, мост; инородное тело металлической плотности расположено у пирамиды правой височной кости (Рис. 2 А). На 4 сутки после ранения выполнена отсроченная хирургическая обработка огнестрельной раны, костно-пластическая трепанация черепа в субокципитальной области, санация контузионного очага левой гемисферы мозжечка, удаление костных отломков, пластика твердой мозговой оболочки (ТМО). На 25 сутки выполнена костно-пластическая трепанация черепа ретросигмоидным доступом справа, удаление металлического осколка области пирамиды правой височной кости. В ходе вмешательства вскрыта боковая цистерна моста. Визуализированы V–XI черепные нервы — интактны. У поверхности пирамиды височной кости обнаружен металлический осколок, который был удален (Рис. 2 Б, видео № 2 — https://youtu.be/0NGdY_6ShUo). Масса ранящего снаряда составила 0,8 г. В послеоперационном периоде отмечен значительный регресс неврологической симптоматики.

Таким образом, у пациента имело место сквозное ранение ствола в области Варолиева моста. Исход — благоприятный: умеренная инвалидизация.

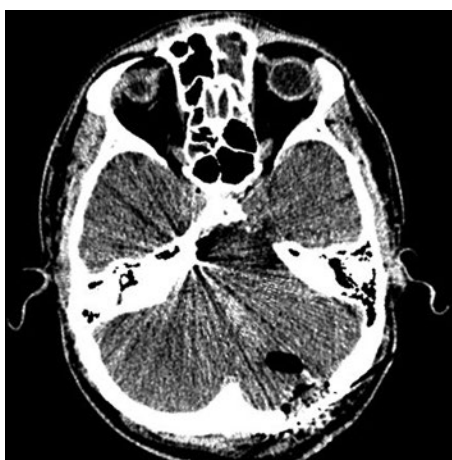
**А****Б**

Рис. 2. КТ головы пациента №2:

А — инородное тело у пирамиды правой височной кости; Б — послеоперационный контроль

Пациент №3. В первые сутки на этапах эвакуации (3 уровень) выполнена операция: первичная хирургическая обработка, РТЧ в левой височной области, удаление костных отломков по поводу слепого огнестрельного осколочного проникающего радиарного ранения головы. После стабилизации состояния доставлен в специализированный стационар (5 уровень). На КТ головы определяются: резекционный дефект левых теменной и височной костей, размером 50×50 мм; раневой канал, проходящий через левую височную долю головного мозга, намет мозжечка и заканчивающийся на уровне среднего мозга с наличием металлического инородного тела. По ходу раневого канала визуализируются геморрагическое содержимое, инородные тела костной и металлической плотности (Рис. 3 А–В). На уровне наиболее крупного фрагмента при ангиографии отмечается локальный тромбоз левой базальной вены Розенталя. В день госпитализации (на 3 сутки после ранения) выполнена ДТЧ в левой лобно-теменно-височной области. По ходу раневого канала удалены костные

отломки, сгруппированные в два изолированных массива. В наиболее глубокой части раневого канала обнаружен металлический осколок, который был удален при помощи магнита. Масса ранящего снаряда составила 1,7 г. По данным контрольной КТ отмечено удовлетворительное качество хирургической обработки (Рис. 3 Г–Е). На 6 сутки после ранения верифицирован гнойный менингоэнцефалит, который был купирован на фоне наружного дренирования люмбального ликвора, системной и интратекальной антибактериальной терапии.

Таким образом, у пациента имело место слепое ранение ствола на уровне среднего мозга крупным ранящим снарядом. Исход неблагоприятный: синдром малого сознания «—».

В **двух наблюдениях**, ввиду прогнозируемого нарушения витальных функций либо высокого риска развития грубых неврологических осложнений, с целью минимизации риска дополнительной хирургической травмы, принято решение воздержаться от удаления инородных тел ствола головного мозга (Рис. 4, 5).

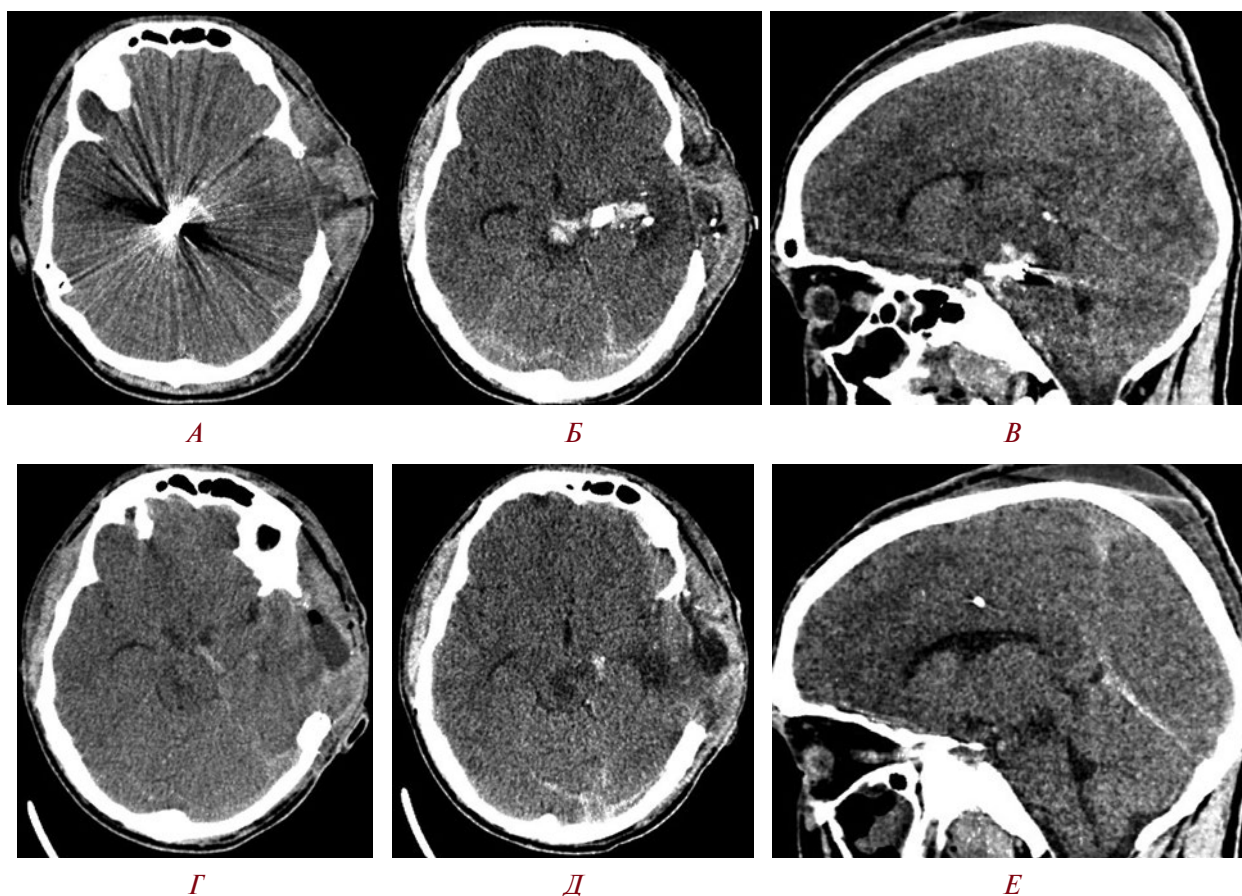


Рис. 3. КТ головы пациента №3:

А — инородное тело в области среднего мозга; Б — раневой канал, выполненный костными отломками и гематомой; В — инородное тело в области среднего мозга, сагиттальный срез; Г, Д, Е — послеоперационный контроль

У пациента № 4 имело место множественное слепое ранение моста, у пациента № 5 — одиночное слепое ранение моста, но раневой канал проходил через средний мозг по вертикаль-

ной оси. В обоих случаях раневой канал имел значительную протяженность в связи с локализацией входного отверстия в области свода черепа.



Рис. 4. КТ головы пациента № 4:

А, В — на фронтальном и сагиттальном срезах визуализированы оба осколка; Б — аксиальный срез, наименьший осколок в центральной части моста



Рис. 5. КТ головы пациента № 5:

А, Б, В — металлический осколок в дорзальной части моста, внутримозговая гематома среднего мозга

Основные характеристики раневого канала отражены в таблице 2.

Таблица 2.

Пациент №	Входное отверстие	Раневой канал	Объем гематомы ствола, см ³	Локализация инородного тела	Длина раневого канала (от ТМО до осколка), мм	Наличие гематомы раневого канала	Размер (мм) и масса (г) осколков	Наибольшая глубина залегания костных отломков, мм
1	Затылочная кость	Левая гемисфера мозжечка	нет	1) Латеральная поверхность моста слева	1) 57	нет	1) 3х3х2	52



Пациент №	Входное отверстие	Раневой канал	Объем гематомы ствола, см ³	Локализация инородного тела	Длина раневого канала (от ТМО до осколка), мм	Наличие гематомы раневого канала	Размер (мм) и масса (г) осколков	Наибольшая глубина залегания костных отломков, мм
				2) Дорзальная часть моста слева	2) 59		2) 4x3x3	
				3) Мостомозжечковый угол справа	3) 50+40 = 90 *		3) 6x4x7; 0,29	
2	Затылочная кость	Левая гемисфера мозжечка	нет	Боковая цистерна моста справа	85	нет	4x4x2; 0,8	40
3	Височная кость	Левая височная доля	1,4	Вентральная часть среднего мозга	60	да	11x9x6; 1,7	46
4	Затылочная кость	Правая затылочная доля	нет	1) Центральная часть моста	1) 87	нет	1) 4x3x2	65
				2) Вентральная часть продолговатого мозга	2) 93		2) 11x8x5	
5	Теменная кость	Правая теменная доля	2,3	Дорзальная часть моста	92	да	9x5x4	87

Сокращения: ТМО — твердая мозговая оболочка, * — внутренний рикошет.

Обсуждение. В четырех наблюдениях из пяти первичная хирургическая обработка выполнена на этапе оказания специализированной помощи (3 уровень) в целях остановки кровотечения, декомпрессии головного мозга, предупреждения развития раневой инфекции. Четверо пострадавших поступили сразу в отделение реанимации и интенсивной терапии, где проводилось протезирование витальных функций и профилактика осложнений. Один пациент ввиду стабильного состояния проходил лечение в госпитальном отделении.

В трех наблюдениях из пяти, выполнено удаление ранящих снарядов на этапе оказания высокотехнологичной помощи (5 уровень). С целью профилактики последствий конфликта ранящего снаряда с черепными нервами у двоих из представленных пациентов удалены металлические осколки, лежащие в области мостомозжечкового угла (пациенты № 1, 2) после сквозных ранений ствола. В одном случае гематома и костные отломки выполняли раневой канал, оканчивающийся у металлического инородного тела, компримировали ствол головного мозга (пациент № 3). Во время хирургической обработки, направленной на декомпрессию ствола головного мозга, осколок удален из вентральной части среднего мозга. Во всех наблюдениях отрицательной динамики в

неврологическом статусе после операции не отмечено. В двух случаях наблюдались инфекционные осложнения (пациенты № 1, 3): гнойный менингит и гнойный менингоэнцефалит, купированы на фоне наружного дренирования ликворных пространств, системного и интратекального введения антибактериальных препаратов.

Во всех наблюдениях отмечалось обилие костных отломков по ходу раневого канала. Медиана глубины залегания ранящего снаряда составила 86 мм (мин 57, макс 93). Медиана наибольшей глубины залегания костных отломков — 52 мм (мин 40, макс 87). Отмечено, что костные отломки во всех случаях расположены поверхностнее металлических осколков.

У всех пациентов имели место глазодвигательные нарушения. В основном отмечались признаки страдания отводящего и глазодвигательного нервов. Альтернирующую симптоматику удалось обнаружить только в двух случаях (синдром Фовилля). Неврологические проявления после лечения полностью не регрессировали ни в одном из наблюдений. Все пациенты закончили лечение в нейрохирургическом отделении и были переведены на этап восстановительного лечения: трое в ясном сознании, двое в состоянии малого сознания.

Несмотря на малое количество наблюдений, отмечена явная тенденция: лучшие исходы на-



блюдались у пациентов с ранениями каудальных отделов ствола (моста), даже при сквозных его повреждениях, тогда как при ранениях среднего мозга отмечены неблагоприятные исходы.

Оперативное вмешательство, направленное на санацию раневого канала и удаление ранящего снаряда, не приводит к ухудшению неврологического статуса. Инфекционно-воспалительные осложнения, по природе нозокомиальные, поддаются лечению с применением рациональной антибактериальной терапии, множественных путей введения препаратов, наружного дренирования ликворных пространств.

Заключение. В научной литературе недостаточно широко освещены случаи нефатальных огнестрельных осколочных ранений ствола головного мозга. Можно предположить, что объяснением скудного количества информации по данной тематике является следующее: если ранящий снаряд имел достаточную кинетическую энергию для преодоления костных структур, вещества долей и достигал ствола головного мозга, то огнестрельное осколочное ранение оказывалось несовместимым с жизнью и раненный погибал на догоспитальном этапе.

Ранение ствола считается как клиническим, так и КТ-фактором риска неблагоприятного исхода черепно-мозговых ранений [9].

Ствол головного мозга входит в состав так называемой «опасной зоны», ранения которой сопряжены с риском неблагоприятного исхода, особенно в сочетании с угнетением сознания до глубокой и запредельной комы, фиксированным мидриазом [10, 11].

В связи с высоким риском развития нарушения функций систем жизнеобеспечения (внешнего дыхания и сердечно-сосудистой) раненые с

поражением ствола головного мозга требуют неотложного, длительного и дорогостоящего лечения, направленного на протезирование витальных функций, терапию синдрома внутричерепной гипертензии и инфекционных осложнений. В большинстве случаев данный тип ранения вызывает грубый неврологический дефицит, что определяет необходимость последующей реабилитации.

Удаление ранящих снарядов обосновано во время хирургической обработки огнестрельной раны при достаточном технологическом оснащении, визуализации анатомических ориентиров, отсутствии необходимости в тракции структур ствола головного мозга, минимизации рисков геморрагических и ишемических осложнений и наличия достаточного опыта хирурга. Необходимость удаления металлических инородных тел в плановом порядке может быть продиктована наличием конфликта с черепными нервами и риском отсроченного местного токсического воздействия окислов металлов. Относительным показанием к удалению осколка может служить возможность его безопасного извлечения альтернативным проекционным доступом не через раневой канал, с использованием традиционных доступов к внутримозговым структурам ствола или парастволовым ликворным пространствам для профилактики отдаленных осложнений, таких как интоксикация тяжелыми металлами, в случаях если осколок находится в ликворосодержащих пространствах [12]. Вместе с тем, полученный на практике результат позволяет рассматривать возможность консервативного лечения пациентов с инородными телами ствола головного мозга, что подтверждается наблюдаемым частичным регрессом неврологического дефицита у двух из пяти пациентов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

SOURCE OF FUNDING. The study was performed without sponsorship.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Храпов Ю.В., Алексеев Е.Д., Свистов Д.В. Новая концепция организации и содержания помощи по профилю «Нейрохирургия» в армии США в ходе вооруженных конфликтов начала XXI века // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 2017. Т. 81, № 1. С. 108–117. DOI: 10.17116/neiro2017807108-117.
2. Karger B. Penetrating gunshots to the head and lack of immediate incapacitation. II. Review of case reports. Int J Legal Med. 1995;108(3):117–26. DOI: 10.1007/BF01844822.
3. Verlicchi A., Facchin P., Zanotti B. Civilian gunshot wounds to the head with brain stem localization. A case report. J Neurosurg Sci. 1998;42(4):227–32.
4. Frösen J., Frisk O., Raj R., et al. Outcome and rational management of civilian gunshot injuries to the brain-retrospective analysis of patients treated at the Helsinki University Hospital from 2000 to 2012. Acta Neurochir (Wien). 2019;161(7):1285–1295. DOI: 10.1007/s00701-019-03952-y.



5. Sorek S., Miller A., Mathew V., et al. Gunshot Wound to the Posterior Fossa With a Transcerebellar Retromesencephalic Bullet Path, Transient Mutism, and Unexpected Functional Recovery: The Pivotal, Energy-Absorbing Function of the Petrous Bone and Tentorial Leaflet. *Cureus*. 2023;15(4): e37420. DOI: 10.7759/cureus.37420.
6. Firsching R., Woischneck D., Klein S., et al. Brain stem lesions after head injury. *Neurol Res*. 2002;24(2):145-146. DOI: 10.1179/016164102101199684.
7. Hilario A., Ramos A., Millan J.M., et al. Severe traumatic head injury: prognostic value of brain stem injuries detected at MRI. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2012;33(10):1925-31. DOI: 10.3174/ajnr.A3092.
8. Gentry L.R., Godersky J.C., Thompson B.H. Traumatic brain stem injury: MR imaging. *Radiology*. 1989;171(1):177-87. DOI: 10.1148/radiology.171.1.2928523.
9. Rosenfeld J.V., Bell R.S., Armonda R. Current concepts in penetrating and blast injury to the central nervous system. *World J Surg*. 2015;39(6):1352-1362. doi:10.1007/s00268-014-2874-7.
10. Fathalla H., Ashry A., El-Fiki A. Managing military penetrating brain injuries in the war zone: lessons learned. *Neurosurg Focus*. 2018;45(6):E6. doi:10.3171/2018.8.FOCUS18371.
11. Kim K.A., Wang M.Y., McNatt S.A., et al. Vector analysis correlating bullet trajectory to outcome after civilian through-and-through gunshot wound to the head: using imaging cues to predict fatal outcome. *Neurosurgery*. 2005;57(4):737-747. DOI: 10.1227/01.NEU.0000175727.76530.94.
12. Madureira P.R., De Capitani E.M., Vieira R.J., et al. Lead poisoning due to gunshot bullet in contact with cerebrospinal fluid: case report. *Sao Paulo Med J*. 2009;127(1):52-54. DOI: 10.1590/s1516-31802009000100011.
13. ГОСТ Р 50744-95. Группа М30. Бронеодежда. Классификация и общие технические требования = Armor clothes. Classification and General technical requirements: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 27 февраля 1995 г. № 82. Издание (май 2003 г.) с изменениями № 1, 2, утвержденными в сентябре 1998 г., мае 2002 г. (ИУС 12-98, 9-2002).

REFERENCES

1. Khrapov Yu.V., Alekseev E.D., Svistov D.V. A new concept of organization and scope of neurosurgical care in the US army during armed conflicts in the early 2000s. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burd enko*. 2017;81(1):108-117. (In Russ., In Eng.). DOI: 10.17116/neiro2017807108-117.
2. Karger B. Penetrating gunshots to the head and lack of immediate incapacitation. II. Review of case reports. *Int J Legal Med*. 1995;108(3):117-26. DOI: 10.1007/BF01844822.
3. Verlicchi A., Facchin P., Zanotti B. Civilian gunshot wounds to the head with brain stem localization. A case report. *J Neurosurg Sci*. 1998;42(4):227-32.
4. Frösen J., Frisk O., Raj R., et al. Outcome and rational management of civilian gunshot injuries to the brain-retrospective analysis of patients treated at the Helsinki University Hospital from 2000 to 2012. *Acta Neurochir (Wien)*. 2019;161(7):1285-1295. DOI: 10.1007/s00701-019-03952-y.
5. Sorek S., Miller A., Mathew V., et al. Gunshot Wound to the Posterior Fossa With a Transcerebellar Retromesencephalic Bullet Path, Transient Mutism, and Unexpected Functional Recovery: The Pivotal, Energy-Absorbing Function of the Petrous Bone and Tentorial Leaflet. *Cureus*. 2023;15(4): e37420. DOI: 10.7759/cureus.37420.
6. Firsching R., Woischneck D., Klein S., et al. Brain stem lesions after head injury. *Neurol Res*. 2002;24(2):145-146. DOI: 10.1179/016164102101199684.
7. Hilario A., Ramos A., Millan J.M., et al. Severe traumatic head injury: prognostic value of brain stem injuries detected at MRI. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2012;33(10):1925-31. DOI: 10.3174/ajnr.A3092.
8. Gentry L.R., Godersky J.C., Thompson B.H. Traumatic brain stem injury: MR imaging. *Radiology*. 1989;171(1):177-87. DOI: 10.1148/radiology.171.1.2928523.
9. Rosenfeld J.V., Bell R.S., Armonda R. Current concepts in penetrating and blast injury to the central nervous system. *World J Surg*. 2015;39(6):1352-1362. doi:10.1007/s00268-014-2874-7.
10. Fathalla H., Ashry A., El-Fiki A. Managing military penetrating brain injuries in the war zone: lessons learned. *Neurosurg Focus*. 2018;45(6):E6. doi:10.3171/2018.8.FOCUS18371.
11. Kim K.A., Wang M.Y., McNatt S.A., et al. Vector analysis correlating bullet trajectory to outcome after civilian through-and-through gunshot wound to the head: using imaging cues to predict fatal outcome. *Neurosurgery*. 2005;57(4):737-747. DOI: 10.1227/01.NEU.0000175727.76530.94.
12. Madureira P.R., De Capitani E.M., Vieira R.J., et al. Lead poisoning due to gunshot bullet in contact with cerebrospinal fluid: case report. *Sao Paulo Med J*. 2009;127(1):52-54. DOI: 10.1590/s1516-31802009000100011.



13. GOST R 50744-95. Gruppy M30. Broneodezhda. Klassifikatsiya i obshchie tekhnicheskie trebovaniya = Armor clothes. Classification and General technical requirements: national standart of Russian Federation: official edition: approved 1995/02/27 No. 82. Revised edition: May 2003.

АВТОРЫ

Васильева Наталия Константиновна — ORCID: 0000-0003-0106-2441; SPIN: 7917-6115
Мирзаметов Саидмирзе Джамирзоевич — к.м.н., ORCID: 0000-0002-1890-7546, SPIN: 5959-1988
Клименкова Эмма Юрьевна — ORCID: 0000-0001-8845-2164, SPIN: 7024-1116
Куулар Виктория Кан-ооловна — ORCID: 0009-0006-2016-8187
Чемодакова Ксения Андреевна — ORCID: 0000-0003-0549-9069, SPIN: 8425-1808
Свистов Дмитрий Владимирович — к.м.н., ORCID: 0000-0002-3922-9887, SPIN: 3184-5590

AUTHORS

Vasileva Natalia Konstantinovna — ORCID: 0000-0003-0106-2441; SPIN: 7917-6115
Mirzametov Saidmirze Dzhampirzoevich — PhD, ORCID: 0000-0002-1890-7546, SPIN: 5959-1988
Klimenkova Emma Yur'evna — ORCID: 0000-0001-8845-2164, SPIN: 7024-1116
Kuular Victoria Kan-oolovna — ORCID: 0009-0006-2016-8187
Chemodakova Ksenia Andreevna — ORCID: 0000-0003-0549-9069, SPIN: 8425-1808
Svistov Dmitriy Vladimirovich — PhD, ORCID: 0000-0002-3922-9887, SPIN: 3184-5590



УДК 616.348-002

DOI: 10.54866/27129632_2024_3_101

ПСЕВДОМЕМБРАНОЗНЫЙ КОЛИТ, РАЗВИВШИЙСЯ ПОСЛЕ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТА С МНОЖЕСТВЕННЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ РЕБЕР С НАРУШЕНИЕМ РЕБЕРНОГО КАРКАСА

© М.В. ИСАЕВ¹, Г.А. ПИЧУГИНА¹, И.Г. БЕЛЕНЬКИЙ^{1,2}, Б.А. МАЙОРОВ^{1,2}, А.Е. ДЕМКО¹, В.С. АФОНЧИКОВ¹, И.М. БАТЫРШИН

¹ ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

По данным литературы, хирургическая стабилизация реберного каркаса при множественных переломах ребер и реберном клапане достоверно снижает частоту летальности у пациентов, а также сроки ИВЛ, нахождения в палате интенсивной терапии, частоту развития вентилятор-ассоциированной пневмонии и длительность госпитализации. Эти пациенты нуждаются в назначении антибиотиков с целью профилактики развития инфекционных легочных осложнений, что может сопровождаться различными осложнениями со стороны других органов и систем. Однако при анализе специальной литературы нами не встречено исследований, оценивающих частоту развития системных осложнений применения антибиотиков, не связанных непосредственно с бронхолегочной системой или инфекцией области хирургического вмешательства, особенно у пациентов пожилого и старческого возраста.

Описан клинический случай лечения пациента пожилого возраста с тяжелой травмой груди, осложнившейся развитием псевдомембранозного колита и сепсиса. Развившееся осложнение потребовало перевода пациента в специализированный стационар и смены тактики лечения, на фоне чего явления псевдомембранозного колита были купированы.

ОБСУЖДЕНИЕ: частота развития *Clostridioides difficile*-ассоциированной инфекции у госпитализированных по разным причинам пациентов — по данным российских и зарубежных исследований, в последние десятилетия увеличивается. Возраст пациента старше 65 лет является доказанным фактором риска развития этого осложнения. Рациональная антибиотикотерапия позволяет снизить частоту возникновения этого заболевания, а осторожность в отношении риска развития и правильная тактика диагностики и лечения улучшить результаты лечения, сократить длительность нахождения в стационаре.

Таким образом, при лечении тяжелой травмы груди, а также другой хирургической патологии, требующей применения системной антибактериальной терапии, необходимо учитывать вероятность развития на этом фоне псевдомембранозного колита. Адекватные диагностика и лечение этого осложнения приводят к положительному результату, что и показал представленный клинический пример.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: травма груди, реберный клапан, остеосинтез, остеосинтез ребер, антибиотик-ассоциированная диарея, псевдомембранозный колит.

КАК ЦИТИРОВАТЬ. Исаев М.В., Пичугина Г.А., Беленький И.Г., Майоров Б.А., Демко А.Е., Афончиков В.С., Батыршин И.М. Псевдомембранозный колит, развившийся после оперативного лечения пациента с множественными переломами ребер с нарушением реберного каркаса // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 3. С. 101–109.

PSEUDOMEMBRANOUS COLITIS AFTER SURGICAL TREATMENT OF A PATIENT WITH MULTIPLE RIB FRACTURES WITH A FLAIL CHEST

© M.V. ISAEV¹, G.A. PICHUGINA¹, I.G. BELEN'KIY^{1,2}, B.A. MAIOROV^{1,2}, A.E. DEMKO¹, V.S. AFONCHIKOV¹, I.M. BATYRSHIN¹

¹ St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Saint Petersburg State University”, St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

Most of recently published studies and reviews suggest surgical stabilization of the flail chest in multiple fractures of the ribs and rib valve significantly reduces the mortality rate, as well as the duration of ventilation, stay



in the intensive care unit, the incidence of ventilator-associated pneumonia and the duration of hospital stay. These patients need to be prescribed antibiotics in order to prevent the development of infectious pulmonary complications, which can be accompanied by various complications from other organs and systems. However, we have not found studies evaluating the incidence of systemic complications of antibiotic use that are not directly related to the bronchopulmonary system or infection of the surgical area, especially in elderly patients.

A clinical case of treatment of an elderly patient with severe chest injury complicated by the development of pseudomembranous colitis and sepsis is described. The developed complication required the transfer of the patient to a specialized hospital and a change in treatment tactics. As a result, pseudomembranous colitis was stopped and the patient was recovered.

Discussion: the incidence of *Clostridioides difficile* — associated infection in patients hospitalized for various reasons, according to Russian and foreign studies, has been increasing in recent decades. The patient's age over 65 years is a proven risk factor for the development of such a complication. Rational antibiotic therapy can reduce the incidence of this complication, and alertness about the risk of development and the correct tactics of diagnosis and therapy can improve the results of treatment, the duration of the hospital stay. Thus, in the treatment of severe chest injury, as well as in other surgical pathology requiring the use of systemic antibacterial therapy, it is necessary to take into account the likelihood of developing pseudomembranous colitis. Adequate diagnosis and treatment of this complication lead to a positive result, as was shown by the presented clinical example.

KEYWORDS: chest trauma, rib fracture, flail chest, rib osteosynthesis, antibiotic-associated diarrhea, pseudomembranous colitis.

TO CITE THIS ARTICLE. Isaev MV, Pichugina GA, Belen'kiy IG, Maierov BA, Demko AE, Afonchikov VS, Batyrshin IM. Pseudomembranous colitis after surgical treatment of a patient with multiple rib fractures with a flail chest. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2024;(3):101–109.

Введение. Тяжелая травма груди является одним из наиболее опасных и жизнеугрожающих повреждений. Особенно опасным вариантом повреждения реберного каркаса является флотирующая грудная клетка или «реберный клапан», то есть перелом 3 и более ребер как минимум в двух местах [1]. В результате участок грудной стенки между линиями переломов не участвует в дыхательных экскурсиях, что снижает жизненную емкость легкого на стороне повреждения до 50% [2]. Это приводит к быстрому развитию дыхательной недостаточности, гемодинамическим расстройствам и пневмонии. В настоящее время имеются сторонники как консервативного, так и оперативного лечения этой патологии. Тем не менее, очевидно, что оперативное лечение множественных переломов ребер и флотирующей грудной клетки имеет ряд преимуществ по сравнению с консервативным. Это выражается в снижении длительности ИВЛ, времени нахождения в ОРИТ, времени кислородной поддержки, сроков нахождения в стационаре, а также сроков восстановления повседневной двигательной активности [3, 4].

Несмотря на применение активной хирургической тактики, лечение этих достаточно тяжелых пациентов может осложниться не только патологией органов дыхания, но и заболеваниями других органов и систем как инфекционного характера (наиболее часто описаны инфекции мочевыделительной системы) [5], так и декомпенсацией имеющихся хронических нарушений

[3, 4]. Однако, в современной научной литературе мы не встретили информации о связи псевдомембранозного колита с лечением тяжелой травмы груди. Известно, что псевдомембранозный колит является антибиотик-ассоциированной патологией, в патогенезе которой лежит нарушение баланса кишечной микрофлоры под воздействием антибактериальной терапии. Чаще всего это происходит после терапии антибиотиками следующих групп: цефалоспоринов 3–4 поколения, пенициллинов, фторхинолонов, карбопенемов, клиндамицина [6, 7, 8]. Так как лечение тяжелой травмы груди, независимо от его способа, сопровождается применением антибиотиков, развитие псевдомембранозного колита у этой категории больных является вероятным. Таким образом, рассматриваемый в этой работе клинический случай может иметь практический интерес для травматологов ортопедов, торакальных хирургов и реаниматологов.

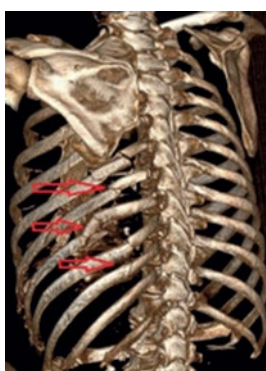
Цель: на примере клинического случая показать вероятные причины возникновения, особенности диагностики и лечения псевдомембранозного колита.

Описание клинического случая. Пациент М., 77 лет, был доставлен в приемное отделение ГБУЗ ЛО «Гатчинская Клиническая Межрайонная Больница» бригадой скорой медицинской помощи с жалобами на боли в левой половине груди, одышку, выраженное чувство нехватки воздуха. Анамнез травмы — падение с высоты 2–2,5 метров (крыша дома) на левый бок за 3,5 часа до по-

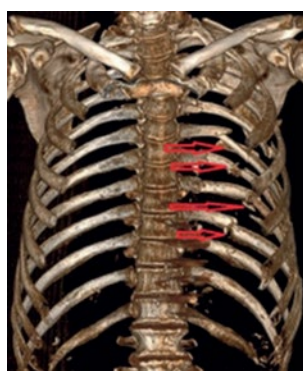
ступления. Страдает гипертонической болезнью 2 ст., не курит. При осмотре дежурным травматологом, хирургом, анестезиологом-реаниматологом констатировано следующее: общее состояние тяжелое. Сознание ясное. Ps 90 уд. в мин, АД 130 и 80 мм. рт. ст. Дыхание жесткое, резко ослаблено слева. ЧД 20 в мин, SpO₂ 98 % на атмосферном воздухе. Живот мягкий безболезненный.

Локально при осмотре визуализируются ссадины головы, верхних конечностей, груди слева. При пальпации отмечается подкожная эмфизема в левой половине грудной клетки. Грудная клетка симметрична, левая половина резко отстает в акте дыхания. При ее пальпации определяется резкая болезненность, патологическая подвижность костных отломков, костная крепитация в проекции 3–9 ребер слева по задней подмышеч-

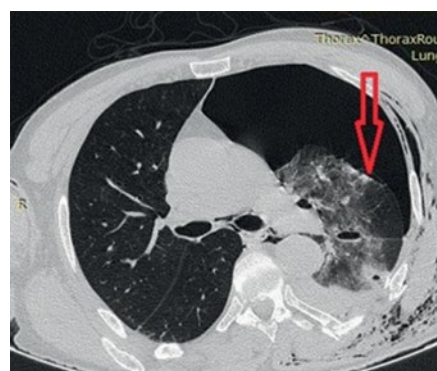
ной и лопаточной линиям. Выполнена спиральная компьютерная томография головы, груди (Рис. 1), живота, таза. По результатам исследований установлен следующий клинический диагноз: «Тяжелая сочетанная травма головы, груди, конечностей. Ушибы, ссадины головы. Закрытая травма груди. Закрытые множественные переломы ребер слева: переломы задних отрезков I, X, XI ребер, фрагментарные оскольчатые переломы задних отрезков IV–XI ребер с формированием заднего реберного клапана, среднего отрезка III ребра, передних отрезков III–VI ребер. Закрытый перелом угла левой лопатки. Закрытые переломы поперечных отростков Th3, Th5 позвонков слева. Пневмо-, гемоторакс слева. Ссадины конечностей.



А



Б



В

Рис. 1 – Результаты спиральной компьютерной томографии груди пациента при поступлении 25.08.2023:

А – вид сзади. Б – вид спереди. Стрелками указаны основные зоны переломов ребер.
В – аксиальный срез груди пациента. Стрелкой указано коллабированное легкое

Выполнено дренирование левой плевральной полости по Бюлау в 6-м межреберье, пациент госпитализирован в отделение травматологии и ортопедии. Назначено лечение: анальгетики, нестероидные противовоспалительные препараты, ЛФК, дыхательная гимнастика, антибактериальная терапия (цефтриаксон 2 г 1 раз в сутки), антикоагулянтная терапия (эноксапарин натрия 40 мг подкожно 1 раз в день). В течение трех суток с момента травмы состояние пациента оставалось стабильным. Сохранялся болевой синдром (более 8 баллов по ВАШ), не купированный применением максимальных суточных доз нестероидных противовоспалительных препаратов, требовавший применения наркотических анальгетиков (Промедол 20 мг в/м). Учитывая выраженный болевой синдром, нарушение каркасности грудной клетки с наличием реберного клапана, высокий риск развития респираторных осложнений, 29.08.2023 принято решение о проведении опе-

ративного лечения в объеме открытой репозиции отломков с остеосинтезом V–IX ребер. 29.08.2023 под эндотрахеальным наркозом выполнена операция. В условиях операционной, после обработки и отграничения операционного поля, в положении пациента на правом боку, выполнен разрез кожи в проекции переломов ребер длиной до 20 см. Остро и тупо разведены подлежащие ткани. Визуализирована зона заднебокового реберного клапана на уровне V–IX ребер. Выполнена репозиция отломков, устранено смещение фрагмента грудной клетки. Выполнен остеосинтез простого перелома V ребра интрамедуллярным биodeградируемым пином из полимолочной и полиглицево-кислоты 2,7 x 70 мм по описанной нами ранее методике [10, 11]. Остеосинтез переломов VI–IX ребер, учитывая их оскольчатый, протяженный характер, выполнен реконструктивными и 1/3 трубчатыми пластинами с угловой стабильностью винтов. Достигнута стабильность фикс-

сации. В 6 межреберье слева установлен дренаж по Бюлау. Рана обильно промыта растворами антисептиков, ушита послойно. Время операции составило 2,5 часа, кровопотеря — 200 мл. По окончании операции пациент переведен в отделение реанимации, где продолжена интенсивная терапия, коррекция анемии (трансфузия 2 доз однокрупной эритроцитарной взвеси), антибактериальная терапия цефтриаксоном в дозе 2 г 1 раз в сутки.

В течение суток после операции больному проводилась ИВЛ, затем осуществлен переход на самостоятельное дыхание с инсuffляцией увлажненного кислорода. На вторые сутки после операции остеосинтез после восстановления нормальной сатурации без кислородной поддержки пациент переведен в отделение травматологии и ортопедии. При переводе состояние тяжелое, стабильное. Активный дренаж функционирует. Послеоперационная рана без признаков воспаления.

Продолжено лечение: в связи со снижением интенсивности болей, по шкале оценки болевого синдрома ВАШ до 4 баллов, назначена анальгетическая терапия (парацетамол 1000 мг х 3 раза в день, кеторолак 2,0 в/м по требованию), гастропротективная терапия (омепразол 20 мг х 1 раз в день), ЛФК, дыхательная гимнастика, антибактериальная терапия (цефтриаксон 2,0 1 раз в сутки в/в), антикоагулянтная терапия (эноксапарин натрия 40 мг п/к 1 раз в день).

На четвертые сутки после операции у пациента отмечено повышение температуры тела до 39,2 °С, частый жидкий стул (до 7 раз в сутки). В лабораторных анализах отмечены лейкоцитоз

($9,44 \cdot 10^9/\text{л}$), нейтрофилез (84,7%), повышение СРБ до 160 мг/л. При осмотре инфекциониста установлен диагноз: антибиотик-ассоциированная диарея. Отменена системная антибиотикотерапия, назначены метронидазол 500 мг х 3 раза в день, Неоосмектин 6,0 3 раза в день. Выполнен посев кала на флору и чувствительность к антибиотикам, расширена инфузионная терапия сбалансированными электролитными растворами до 2000 мл в сутки. Так как концентрация альбумина крови пациента составляла 25–26 г/л, вводился раствор альбумина 10 % 100 мл внутривенно капельно 1 раз в день 5 дней.

Через сутки после возникновения диареи и фебрильной лихорадки, учитывая сохраняющуюся диарею, выраженный воспалительный сдвиг в лабораторных анализах (лейкоцитоз $10,41 \cdot 10^9/\text{л}$; нейтрофилез 81,5 %), к терапии метронидазолом добавлены ванкомицин per os 250 мг х 4 раза в день, Тигециклин в/в 100 мг первый прием, затем 50 мг 1 раз в 12 часов.

В дальнейшем на фоне лечения наблюдалась слабopоложительная динамика, однако сохранялись учащенный жидкий стул, гипopотеинемия (общий белок 39–40 г/л; альбумин 23–26 г/л), признаки системного воспалительного ответа (С-реактивный белок 50–70 мг/л, прокальцитонин до 23 нг/мл). Рана грудной клетки заживала первичным натяжением. Дренаж плевральной полости удален через 5 суток после остеосинтеза. Весь этот период больной находился на самостоятельном дыхании, в кислородной поддержке не нуждался. Контрольная СКТ органов грудной клетки выполнена на 13-е сутки (Рис. 2).

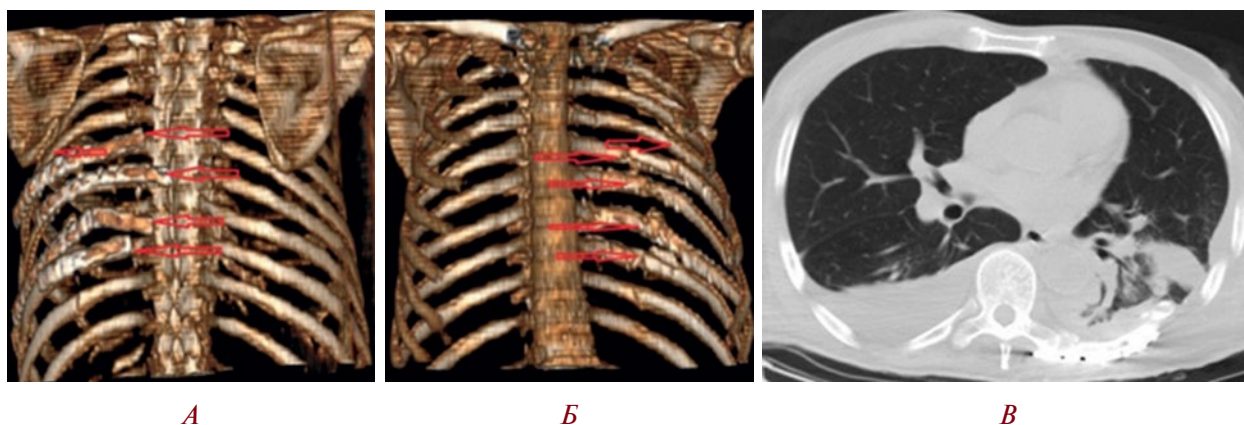


Рис. 2 — Результаты спиральной компьютерной томографии груди пациента от 11.09.2023: А — вид сзади; Б — вид спереди. Стрелками указаны фиксированные ребра; В — аксиальный срез груди пациента. Легкие расправлены. Умеренно выраженный двусторонний гидроторакс

Несмотря на проводимое лечение, состояние пациента оставалось тяжелым, сохранялись яв-

ления диареи, присоединилась восходящая инфекция мочевыводящих путей, что потребовало

коррекции терапии. Было отменено введение Тигециклина, назначен сульфаметоксазол 800 мг, триметоприм 160 мг 2 раза в сутки в/в капельно, полимиксин 50 мг 3 раза в день в/в капельно. В связи с отсутствием эффекта от проводимого лечения на 19-е сутки после травмы и 16-е сутки после операции остеосинтеза ребер пациент был переведен в НИИ СП им. И.И. Джанелидзе. На момент перевода на контрольной рентгенограмме грудной клетки легкие полностью расправлены, положение фиксаторов удовлетворительное (Рис. 3).



Рис. 3 — Результаты контрольной рентгенографии груди пациента от 14.09.2023. Легкие расправлены. Нельзя исключить инфильтративные изменения в нижних отделах левого легкого.

При поступлении в НИИ СП им. И.И. Джанелидзе состояние пациента расценено как тяжелое, с учетом дыхательной недостаточности, необходимости кислородной поддержки, а также возникших грубых нарушений водно-электролитного баланса. В связи с этим пациент был госпитализирован в отделение реанимации и интенсивной терапии. Инструментально: синусовая тахикардия, ЧСС 98 в минуту, полная блокада правой ножки пучка Гиса, косвенные признаки гипертрофии обоих желудочков. Сатурация смешанной крови при дыхании атмосферным воздухом 88–89 %. Рентгенологически от 14.09.2023: легочный рисунок усилен за счет диффузного пневмофиброза и сосудистого компонента, на этом фоне нельзя исключить инфильтрацию в нижнем легочном поле справа. Лабораторно: анемия средней степени тяжести (гемоглобин 80 г/л), лейкоцитоз $17,5 \cdot 10^9/\text{л}$, нейтрофилез 75,5 %, лимфопения 8,1 %, гипонатриемия (132,5 ммоль/л (135,0–148,0)), гипокалиемия (2,58 ммоль/л (3,0–4,0)), гипокальциемия (0,269 ммоль/л (1,12–

1,32), гипопротеинемия (общий белок 41,3 г/л (64,0–83,0)), прокальцитонин 59,26 нг/мл, в газах артериальной крови (рН 7,437 (7,35–7,45), pCO_2 28 мм рт.ст. (36,0–45,0), pO_2 94,5 мм рт.ст. (85,0–105,0), HCO_3^- 18,5 ммоль/л (22,0–26,0), $\text{BE}_\text{б}$ –5,1 ммоль/л, $\text{BE}_\text{сст}$ –5,7 ммоль/л). Имеющиеся изменения расценены как компенсаторная гипервентиляция на фоне гипоксемии, изменения в общем анализе мочи были минимальными, в копрограмме (представлены только отклоняющиеся от нормы показатели: слизь 3+, плоский эпителий в небольшом количестве в поле зрения, лейкоциты густо покрывают все поля зрения, эритроцитов не обнаружено) положительные клостридиальные токсины А и В. Таким образом был установлен диагноз: *C. difficile*-ассоциированный колит, первый эпизод, тяжелое течение, положительный ИФА на клостридиальные токсины А и В от 14.09.2023.

Интенсивная терапия включала этиотропное лечение (метронидазол 500 мг 3 раза в сутки энтерально, ванкомицин 500 мг 4 раза в сутки энтерально), системная антибактериальная терапия была полностью отменена, проводилась коррекция нарушений водно-электролитного баланса и кислотно-щелочного равновесия, коррекция гипопротеинемии, была назначена щадящая диета (прием пищи 8 раз, продукты с механическим и химическим щажением).

Данная схема лечения привела к снижению лихорадки до субфебрильных цифр, начиная со вторых суток лечения, к пятым суткам частота стула снизилась до 3–5 в сутки, необходимость проведения инфузионной терапии отпала к 6 суткам. На этом сроке пациент был переведен в хирургическое отделение, где получал указанное выше лечение еще 5 дней (суммарно 10 суток). Не лихорадил. Отрицательный тест на клостридиальные токсины А и В получен на 9 сутки, частота стула нормализовалась на 13 сутки, стойкая лабораторная компенсация (электролитный состав) была достигнута на 16 день лечения. Пациент был выписан на 18 сутки после перевода в НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе и 38 сутки после травмы. При выписке лабораторные показатели (гемоглобин 108 г/л, лейкоциты $4,2 \cdot 10^9/\text{л}$, прокальцитонин 0,34 нг/мл, общий белок 57,7 г/л, лейкоцитов и слизи в копрограмме не было).

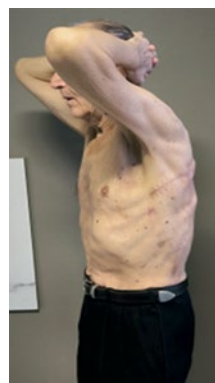
На контрольной МСКТ органов грудной клетки от 27.09.2023, выполненной по стандартной программе без в/венного контрастирования, отмечается уплотнение косоj междолевой плевры слева. Имеются участки линейного пневмофиброза в базальных отделах левого легкого на фоне которых в S10 отмечаются единичные очаги уплотнения, до 4 мм в d, с ровными четкими

контурами, вероятно, воспалительного генеза. Нижняя доля левого легкого уменьшена в объеме, имеются плеврокардиальные спайки слева. Жидкость в левой плевральной полости толщиной слоя до 7,5 мм. Единичный очаг уплотнения в S10 правого легкого, с четкими ровными контурами, размерами 7,8×6,3×8,0 мм. Средостение не смещено. Трахея без особенностей. Бронхи 1–3 порядка проходимы, не деформированы. Стенки бронхов утолщены. Сердце расположено обычно, его камеры не расширены. Увеличенных лимфатических узлов средостения не определяется. Свободного газа в полостях плевры не определяется. Консолидированные переломы задних отрезков 3–10 ребер и передних отрезков 6–9 ребер слева после металлоостеосинтеза без признаков миграции имплантатов на фоне дегенеративно-дистрофических изменений грудного отдела позвоночника. Атеросклероз грудного отдела аорты и коронарных артерий.

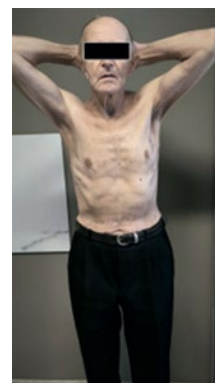
Пациент осмотрен через 2,5 месяца после выписки из стационара. Жалоб на боли в области груди не предъявляет. Стул в норме. Ходит и обслуживает себя самостоятельно. Вернулся к привычному образу жизни. Дыхание, пальпация и осевая нагрузка на грудную клетку безболезненны, нарушения каркасности грудной клетки нет. Послеоперационные рубцы не гипертрофированы. Движения в плечевых суставах в полном объеме (Рис. 4).

Обсуждение. Данные литературы и наш собственный опыт показывают, что оперативное лечение множественных переломов ребер и реберного клапана улучшает результаты лечения, в том числе у пожилых пациентов с изолированной травмой груди. Так Chen Zhu R, et al. [12], изучив результаты лечения 44 450 пациентов старше 65 лет с изолированной травмой груди, из которых 758 была выполнена хирургическая стабилизация переломов ребер, показал существенное снижение летальности, частоты развития вентилятор-ассоциированной пневмонии, длительности пребывания в отделении интенсивной терапии и длительности госпитализации. Chen SA, et al. [13], оценив результаты оперативного лечения 87 пациентов с множественными переломами ребер, 25 из которых относились к группе лиц пожилого возраста, не получил достоверных различий в частоте осложнений при оперативном лечении в срок до 5 дней и более 5 дней от момента травмы.

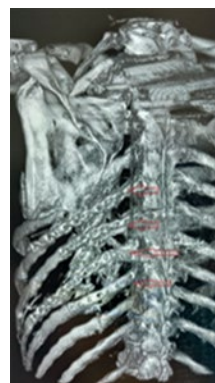
Однако в процессе поиска литературы мы не нашли информации о частоте развития осложнений хирургического лечения ребер, не связанных с развитием респираторной недостаточности или инфекцией области хирургического вмешательства.



А



Б



В



Г

Рис. 4. Внешний вид пациента и результаты СКТ от 04.12.2023 года

А, Б — внешний вид пациента; В, Г — результаты спиральной компьютерной томографии. Стрелками указаны фиксированные ребра

Частота развития *Clostridioides difficile*-ассоциированной инфекции у госпитализированных по разным причинам пациентов, по данным российских и зарубежных исследований, в последние десятилетия увеличивается [14, 15]. Заражение пациента возбудителем (грамположительной спорообразующей облигатно анаэробной бактерией *Clostridioides difficile*) происходит по фекально-оральному механизму передачи контактно-бытовым путем (в том числе через руки медицинского и ухаживающего персонала или оборудование) [7, 13]. Тем не менее, попадание данного возбудителя в организм человека не всегда приводит к клиническим проявлениям, некоторые пациенты могут являться лишь носителями спор *Clostridioides difficile* (*Cl. difficile*) длительное время. Развитие заболевания всегда возникает при нарушении микробиоты кишечника, при которой снижается колонизационная резистентность против *Cl. difficile* [3, 4]. В описываемом клиническом случае развитие *Clostridioides difficile*-ассоциированной инфекции было обусловлено сочетанием следующих фак-



торов риска, описываемых в литературе: возраст старше 65 лет (данному пациенту 77 лет) [6, 13, 14], длительная настоящая госпитализация — 19 дней (исследования последних десятилетий говорят об увеличении риска инфицирования *C. difficile* на 8% с каждой последующей неделей госпитализации, использование цефалоспоринов III поколения (цефтриаксон) — антибиотиков с наиболее высоким риском развития антибиотик-ассоциированной диареи [6, 13, 16], а также использование ингибиторов протонной помпы с гастропротективной целью в периоперационном периоде [17].

При анализе причин отсутствия должного эффекта от проводимой терапии при своевременно и правильно поставленном диагнозе и сохранении клинических признаков ААК можно выделить следующие:

1. Назначение метронидазола по 500 мг 3 раза в день, т.к. состояние было расценено как не тяжелый антибиотик-ассоциированный колит (диагноз псевдомембранозного колита еще не был установлен). Ретроспективно можно предположить, что с учетом большого количества факторов риска развития именно клостридиального колита у данного пациента, целесообразнее было бы назначение ванкомицина перорально в рекомендуемой дозировке. Мета-анализ, опубликованный в 2017 г., показал большую эффективность ванкомицина по сравнению с метронидазолом [18].

2. Слабовыраженный эффект от внутривенного Тигециклина. Можно только предполагать, что возбудитель в данном случае имел низкую чувствительность к препарату.
3. Доза ванкомицина по 250 мг 4 раза в сутки, рекомендуемая для нетяжелого течения клостридиального колита, оказалась недостаточной в данном случае. Клинико-лабораторные данные в описываемом случае не позволяли диагностировать тяжелое течение этого осложнения. Сниженная реактивность пациента 77 лет после тяжелой травмы груди и серии оперативных вмешательств на фоне адекватной инфузионной терапии, отмены системной антибактериальной терапии не позволяла развиваться выраженной органной недостаточности.
4. Повторное назначение антибактериальной терапии (полимиксин В, Ко-тримаксозол) ввиду прогрессирования уроинфекции, вероятно, усилили нарушения микробиоты кишечника, что привело к развитию тяжелой клостридиальной инфекции.

Таким образом, при лечении тяжелой травмы груди, а также другой хирургической патологии, требующей применения системной антибактериальной терапии, необходимо учитывать вероятность развития на этом фоне псевдомембранозного колита. Адекватная диагностика и лечение этого осложнения приводят к положительному результату, что и показал представленный клинический пример.

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

SOURCE OF FUNDING. The study was performed without sponsorship.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бельский И.Г., Майоров Б.А., Исаев М.В., Тулупов А.Н., Афончиков В.С., Савелло В.Е., Демко А.Е., Сергеев Г.Д. Хирургическое лечение множественных переломов ребер // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31035>.
2. Fagevik Olsén M., Slobo M., Klarin L., et al. Physical function and pain after surgical or conservative management of multiple rib fractures — a follow-up study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2016 Oct 28;24(1):128. doi: 10.1186/s13049-016-0322-4.
3. Schuurmans J., Goslings J.C., Schepers T. Operative management versus non-operative management of rib fractures in flail chest injuries: a systematic review. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2017 Apr;43(2):163-168. doi: 10.1007/s00068-016-0721-2.
4. Sawyer E., Wullschlegel M., Muller N., Muller M. Surgical Rib Fixation of Multiple Rib Fractures and Flail Chest: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Surg Res*. 2022 Aug;276:221-234. doi: 10.1016/j.jss.2022.02.055.
5. Klompas M. Ventilator-Associated Events: What They Are and What They Are Not. *Respir Care*. 2019 Aug;64(8):953-961. doi: 10.4187/respcare.07059.
6. Ивашкин В.Т., Юшук Н.Д., Маев И.В., и др. Рекомендации Российской гастроэнтерологической ассоциации по диагностике и лечению *Clostridium difficile* ассоциированной болезни // Рос журн гастроэнтерол гепатол колопроктол. 2016. Т. 26, № 5. С. 56–65.



7. Парфенов А.И., Князев О.В., Ручкина И.Н. и др. Диагностика и лечение псевдомембранозного колита: методические рекомендации. М.: ГБУЗ МКНЦ им. Логина ДЗМ, 2022. 29 с.
8. Яшин С.С., Макарова Е.Д., Даниелян М.А. Клинический случай псевдомембранозного колита у пациента с постковидным синдромом // Практическая медицина. 2023. Т. 21, № 2. С. 121–123.
9. Стяжкина С.Н., Капустин Б.Б., Мальчиков А.Я., и др. Клинический случай тяжелого псевдомембранозного колита, вызванного патогенной инфекцией *Clostridium Difficile* // Пермский медицинский журнал. 2022. № 4. С. 155–160.
10. Исаев М.В., Майоров Б.А., Смирнов С.С., Сергеев Г.Д. Наш опыт хирургической стабилизации реберного каркаса при множественных переломах ребер и реберном клапане // Журнал «Неотложная хирургия им. И.И. Джанелидзе». 2022. № 2. С. 69–74.
11. Майоров Б.А., Исаев М.В., Беленький И.Г., Сергеев Г.Д., Тулунов А.Н. Оперативное лечение пациентов с множественными переломами ребер и реберным клапаном // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2024. № 1. С. 42–49. DOI: 10.25016/2541-7487-20240-1-42-49.
12. Chen Zhu R., de Roulet A., Ogami T., Khariton K. Rib fixation in geriatric trauma: Mortality benefits for the most vulnerable patients. *J Trauma Acute Care Surg.* 2020 Jul;89(1):103-110. doi: 10.1097/TA.0000000000002666.
13. Chen S.A., Liao C.A., Kuo L.W., et al. The Surgical Timing and Complications of Rib Fixation for Rib Fractures in Geriatric Patients. *J Pers Med.* 2022 Sep 23;12(10):1567. doi: 10.3390/jpm12101567
14. Suárez-Bode L., Barrón R., Pérez J.L., Mena A. Increasing prevalence of the epidemic ribotype 106 in healthcare facility-associated and community-associated *Clostridioides difficile* infection. *Anaerobe.* 2019 Feb;55:124-129. doi: 10.1016/j.anaerobe.2018.12.002.
15. Hung Y.P., Lee J.C., Tsai B.Y., et al. Risk factors of *Clostridium difficile*-associated diarrhea in hospitalized adults: Vary by hospitalized duration. *J Microbiol Immunol Infect.* 2021 Apr;54(2):276-283. doi: 10.1016/j.jmii.2019.07.004.
16. Zyoud S.H. Global research on *Clostridium difficile*-associated diarrhoea: A visualized study. *World J Gastroenterol.* 2022 Jul 28;28(28):3720-3731. doi: 10.3748/wjg.v28.i28.3720.
17. Biswal S. Proton pump inhibitors and risk for *Clostridium difficile* associated diarrhea. *Biomed J.* 2014 Jul-Aug;37(4):178-83. doi: 10.4103/2319-4170.128002.
18. Nelson R.L., Suda K.J., Evans C.T. Antibiotic treatment for *Clostridium difficile*-associated diarrhoea in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017 Mar 3;3(3):CD004610. doi: 10.1002/14651858.CD004610.pub5.

REFERENCES

1. Belenkiy IG, Maiorov BA, Isaev MV, et al. Surgical treatment of multiple rib fractures. *Modern Problems of Science and Education. Surgery.* 2021;(4). <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31035> (In Russ.).
2. Fagevik Olsén M, Sloba M, Klarin L, et al. Physical function and pain after surgical or conservative management of multiple rib fractures — a follow-up study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2016 Oct 28;24(1):128. doi: 10.1186/s13049-016-0322-4.
3. Schuurmans J., Goslings J.C., Schepers T. Operative management versus non-operative management of rib fractures in flail chest injuries: a systematic review. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2017 Apr;43(2):163-168. doi: 10.1007/s00068-016-0721-2.
4. Sawyer E., Wullschleger M., Muller N., Muller M. Surgical Rib Fixation of Multiple Rib Fractures and Flail Chest: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Surg Res.* 2022 Aug;276:221-234. doi: 10.1016/j.jss.2022.02.055.
5. Klompas M. Ventilator-Associated Events: What They Are and What They Are Not. *Respir Care.* 2019 Aug;64(8):953-961. doi: 10.4187/respcare.07059.
6. Ivashkin VT, Yushchuk ND, Mayev IV, et al. Diagnostics and treatment of *Clostridium difficile*-associated disease: Guidelines of the Russian gastroenterological association. *Russ z gastroenterol gepatol koloproktol.* 2016;26(5):56-65. (In Russ.).
7. Parfenov AI, Knyazev OV, Ruchkina IN, et al. *Diagnostika i lechenie psevdOMEMBRANOZnogo kolita: metodicheskie rekomendatsii.* Moscow; 2022. (In Russ.).
8. Yashin SS, Makarova ED, Danielian MA. Clinical case of pseudomembranous colitis in a patient with post-COVID syndrome. *Practical medicine.* 2023;21(2):121-123. (In Russ.).
9. Styazhkina SN, Kapustin BB, Malchikov AYU, et al. Clinical case of severe pseudomembranous colitis caused by pathogenic infection *Clostridium Difficile*. *Perm Medical Journal.* 2022;39(4):155-160. (In Russ.). DOI: 10.17816/pmj394155%160.



10. Isaev M.V., Maiorov B.A., Smirnov S.S., Sergeev G.D. Our experience of surgical stabilization of the rib cage in multiple rib fractures and costal valve. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2022;(2):69-74. (In Russ.). DOI 10.54866/27129632_2022_2_69.
11. Mayorov B.A., Isaev M.V., Belen'kii I.G., Sergeev G.D., Tulupov A.N. Surgical treatment of patients with multiple rib fractures and flail chest. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2024;(1):42-49. (In Russ.) doi: 10.25016/2541-7487-2024-0-1-42-49.
12. Chen Zhu R., de Roulet A., Ogami T., Khariton K. Rib fixation in geriatric trauma: Mortality benefits for the most vulnerable patients. *J Trauma Acute Care Surg*. 2020 Jul;89(1):103-110. doi: 10.1097/TA.0000000000002666.
13. Chen S.A., Liao C.A., Kuo L.W., et al. The Surgical Timing and Complications of Rib Fixation for Rib Fractures in Geriatric Patients. *J Pers Med*. 2022 Sep 23;12(10):1567. doi: 10.3390/jpm12101567.
14. Suárez-Bode L., Barrón R., Pérez J.L., Mena A. Increasing prevalence of the epidemic ribotype 106 in healthcare facility-associated and community-associated *Clostridioides difficile* infection. *Anaerobe*. 2019 Feb;55:124-129. doi: 10.1016/j.anaerobe.2018.12.002.
15. Hung Y.P., Lee J.C., Tsai B.Y., et al. Risk factors of *Clostridium difficile*-associated diarrhea in hospitalized adults: Vary by hospitalized duration. *J Microbiol Immunol Infect*. 2021 Apr;54(2):276-283. doi: 10.1016/j.jmii.2019.07.004.
16. Zyoud S.H. Global research on *Clostridium difficile*-associated diarrhoea: A visualized study. *World J Gastroenterol*. 2022 Jul 28;28(28):3720-3731. doi: 10.3748/wjg.v28.i28.3720.
17. Biswal S. Proton pump inhibitors and risk for *Clostridium difficile* associated diarrhea. *Biomed J*. 2014 Jul-Aug;37(4):178-83. doi: 10.4103/2319-4170.128002.
18. Nelson R.L., Suda K.J., Evans C.T. Antibiotic treatment for *Clostridium difficile*-associated diarrhoea in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017 Mar 3;3(3):CD004610. doi: 10.1002/14651858.CD004610.pub5.

АВТОРЫ

Исаев Максим Вадимович — ORCID: 0000-0002-2797-1929

Пичугина Галина Александровна — к.м.н., ORCID: 0000-0002-3176-5300

Беленький Игорь Григорьевич — д.м.н., проф., ORCID: 0000-0001-9951-5183; SPIN-код: 6594-8334

Майоров Борис Александрович — к.м.н., доц., ORCID: 0000-0003-1559-1571

Демко Андрей Евгеньевич — д.м.н., проф., ORCID: 0000-0002-5606-288X

Афончиков Вячеслав Сергеевич — к.м.н., доц., ORCID: 0000-0003-4851-0619

Батыршин Илдар Муллаянович — д.м.н., ORCID: 0000-0003-0241-7902

AUTHORS

Isaev Maksim Vadimovich — ORCID: 0000-0002-2797-1929

Pichugina Galina Alexandrovna — PhD, ORCID: 0000-0002-3176-5300

Belenkiy Igor' Grigor'evich — MD, Prof., ORCID: 0000-0001-9951-5183; SPIN-code: 6594-8334

Mayorov Boris Aleksandrovich — PhD, Assoc. Prof., ORCID: 0000-0003-1559-1571

Demko Andrey Evgen'evich — MD, Prof., ORCID: 0000-0002-5606-288X

Afonchikov Vyacheslav Sergeevich — PhD, Assoc. Prof., ORCID: 0000-0003-4851-0619

Batyrshin Il'dar Mullayanovich — MD, ORCID: 0000-0003-0241-7902



УДК 616-001.186

DOI: 10.54866/27129632_2024_3_110

ИНТЕНСИВНАЯ ТЕРАПИЯ ТЯЖЕЛОЙ ГИПОТЕРМИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

© Р.Е. ЛАХИН

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО России, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

ОБОСНОВАНИЕ: первичная гипотермия является опасным состоянием, несущим высокий риск смерти, подходы к терапии которой в последние два десятилетия претерпели существенные изменения.

ЦЕЛЬ: анализ современных подходов к интенсивной терапии тяжелой гипотермии.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Пациенты с гипотермической остановкой сердца, которые зачастую не выживали при применении традиционных методов согревания (внешнее согревание, диализ, плевральный лаваж, перитонеальный лаваж), получили возможность повысить шансы на выживание с введением в интенсивную терапию тяжелой гипотермии методик экстракорпорального кровообращения. Пациенты с высоким риском развития остановки кровообращения (температура $<28^{\circ}\text{C}$, желудочковая аритмия, систолическое артериальное давление <90 мм.рт.ст.), а также те, у кого остановка кровообращения уже произошла, должны транспортироваться напрямую в медицинские учреждения, где имеется оборудование для экстракорпоральной поддержки жизни. У пациентов с остановкой кровообращения на фоне тяжелой гипотермии имеются особенности, которые нужно учитывать при проведении сердечно-легочной реанимации.

ВЫВОД. На основе новых данных и дополнительного клинического опыта сформулированы более четкие рекомендации интенсивной терапии гипотермии. Экстракорпоральная оксигенация существенно повышает выживаемость и является методом выбора у пациентов с нестабильной гемодинамикой или остановкой кровообращения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гипотермия, ЭКМО, согревание, реанимация, интенсивная терапия, экстракорпоральное спасение жизни.

КАК ЦИТИРОВАТЬ. Лахин Р.Е. Интенсивная терапия тяжелой гипотермии (обзор литературы) // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 3. С. 110–125.

INTENSIVE CARE FOR SEVERE HYPOTHERMIA (LITERATURE REVIEW)

© R.E. LAKHIN

Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

RATIONALE: primary hypothermia is a dangerous condition with a high risk of death, the approaches to therapy of which have undergone significant changes in the last two decades.

OBJECTIVE: analyze approaches to intensive care for severe hypothermia.

RESULTS. Patients with hypothermic cardiac arrest, who often did not survive using traditional methods of warming (external warming dialysis, pleural lavage, peritoneal lavage), were able to increase their chances of survival with the introduction of extracorporeal circulation techniques into intensive therapy for severe hypothermia. Patients with a high risk of developing circulatory arrest (temperature $<28^{\circ}\text{C}$, ventricular arrhythmia, systolic blood pressure <90 mmHg), as well as those who have already experienced circulatory arrest, should be transported directly to medical institutions where there is equipment for extracorporeal life support. Patients with circulatory arrest on the background of severe hypothermia have features that need to be taken into account during cardiopulmonary resuscitation.

CONCLUSION. Based on new data and additional clinical experience, clearer recommendations for intensive hypothermia therapy have been formulated. Extracorporeal oxygenation has significantly improved survival and is the method of choice in patients with unstable hemodynamics or circulatory arrest.

KEYWORDS: hypothermia, ECMO, warming, intensive care, intensive care, extracorporeal life saving.

TO CITE THIS ARTICLE. Lakhin R.E. Intensive care for severe hypothermia (literature review). *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2024;(3):110–125.



Обоснование. Случайная гипотермия — это произвольное падение температуры в активной зоне ниже 35°C [1]. Случайная гипотермия может быть вызвана у здорового человека воздействием холода (первичная случайная гипотермия) или другими состояниями, чаще всего болезнью, интоксикацией или травмой, называемыми вторичной гипотермией [1]. Первичная гипотермия является опасным состоянием, несущим высокий риск смерти, подходы к терапии которой в последние два десятилетия претерпели существенные изменения [2, 3, 4]. Случайное переохлаждение как заболевание чаще происходит в регионах с холодным климатом (Норвегия [5], Канада [6], горные регионы Австрии и Швейцарии [4, 7], Франции [8]), хотя может встречаться и жарком климате, о чем свидетельствуют случаи, о которых сообщалось даже из Африки [9] и Австралии [10].

Цель исследования: анализ современных подходов к интенсивной терапии тяжелой гипотермии.

Результаты исследования.

Классификация.

Еще пять лет назад была широко распространена классификация Международной комиссии по горной медицине, Международного общества горной медицины, медицинской комиссии и Международной федерации альпинизма и скалолазания, которая разделяет гипотермию на пять стадий. Пятую стадию выделяют для диагностики биологической смерти, при которой реанимационные мероприятия не проводят [7, 11, 12]. В настоящее время используют классификацию Европейского совета по реанимации 2021 г., которая выделяет 4 стадии (Табл. 1) [15].

Таблица 1. Стадии общей гипотермии

Стадия	Клинические признаки	Центральная температура (°C)
Гипотермия I (легкая)	В сознании, есть дрожь *	35–32°C
Гипотермия II (средней степени тяжести)	Нарушение сознания; дрожь может присутствовать или отсутствовать *	<32–28°C
Гипотермия III (тяжелая)	Без сознания, признаки жизни определяются.	<28°C
Гипотермия IV (тяжелая)	Клиническая смерть. Отсутствие признаков жизни.	<24°C **

* Дрожь или сознание могут отсутствовать или быть измененными сопутствующими заболеваниями, такими как травма, заболевания центральной нервной системы, токсины или лекарства, например, седативно-снотворные препараты или опиоиды, независимо от температуры тела.

** Остановка сердца может произойти на более ранних или поздних стадиях гипотермии. У некоторых пациентов могут наблюдаться жизненно важные показатели при температуре тела <24°C.

Патофизиология общей гипотермии.

Терморегуляция — это активное равновесие между выделением и образованием тепла, которое поддерживает температуру тела около 37°C, с суточными колебаниями в пределах одного градуса. Такие узкие температурные рамки поддерживают все внутренние биохимические процессы, определяя существование организма. В ситуациях легкой гипотермии терморегуляторные механизмы работают на максимуме в попытке бороться с потерей тепла дрожью (сократительный термогенез), кожной вазоконстрикцией, снижением периферической перфузии, увеличением мозгового кровотока, увеличением диуреза (холодный диурез), увеличением частоты сердечных

сокращений, дыхания, сердечного выброса и повышением кровяного давления. Активируются процессы клеточного метаболизма: липолиз (в частности, бурой жировой ткани), гликогенолиз и гликолиз (несократительный термогенез). Если состояние пострадавшего ухудшается и центральная температура опускается ниже 32°C, ферментативная деятельность замедляется, термогенез уменьшается, терморегуляторная система истощается, функции различных органов и систем прогрессивно снижаются, что, в конечном счете, приводит к смерти [13, 14]. Патофизиологические механизмы и изменения в функциональных системах при общей гипотермии представлены в таблице 2.

Таблица 2. Патофизиологические изменения и признаки общей гипотермии (адаптировано по Avellanas M.L. et al. (2012) [2])

Центральная нервная система	Выделительная система
Постепенное угнетение сознания (<32°C)	Поллакиурия



Центральная нервная система	Выделительная система
Кома ($<28^{\circ}\text{C}$)	Почечная недостаточность
Угнетение дыхательного центра	Эндокринная система и метаболизм
Депрессия кашлевого рефлекса	Гипергликемия
Уменьшенная амплитуда трассировки ЭЭГ ($<32^{\circ}\text{C}$),	Уменьшение потребления кислорода: 6 % в уменьшение 1°C
«Плоская» трассировка ЭЭГ (от 18°C)	Снижение гипофизарных гормонов
Гемодинамика	Дыхательная система
Обезвоживание (холодный диурез)	Начальная тахипноэ сменяющая брадипноэ
Снижение сердечного выброса	Пониженный дыхательный объем
Артериальная гипотензия, шок	Альвеолярная гиповентиляция
Изменения ЭКГ, аритмии	Измененная вентиляция / перфузия
Специфический признак J-волны (волны Osborn) ($<31^{\circ}\text{C}$)	Повышенная растворимость O_2 и CO_2
Изменения ST и увеличиваемый QT	Гипоксемия
Синусовая брадикардия	Гипокапния
Трепетание и фибрилляция предсердий	Начальная гиперсекреция из-за холода
Идиовентрикулярный ритм	Сухость задней слизистой оболочки
Фибрилляция желудочков и асистолия ($<28^{\circ}\text{C}$)	Снижение мукоцилиарной активности
Токсичность вазоактивных препаратов:	Ателектаз
Изменение адренергических рецепторов	Инфекции:
Уязвимость к замораживанию	Пневмония
Система пищеварения	Сепсис
Панкреатит	Система кроветворения
Кишечная непроходимость	Анемия / гемоконцентрация
Снижение активности печени	Тромбоцитопения
Язвы Вишневского	Диссеминированное внутрисосудистое свертывание

Потребление кислорода в головном мозге уменьшается на 6 % на каждый 1°C снижения температуры ядра, и это оказывает влияние на центральную нервную систему. Снижение потребления кислорода приводит к тому, что гипотермия оказывает профилактическое воздействие на гипоксию головного и спинного мозга, повышая устойчивость даже при остановке кровообращения [15, 16].

Диагностика.

Гипотермию определяют при снижении центральной температуры (температуры ядра) ниже 35°C [2, 7, 15, 17]. Именно центральная температура является основным критерием для распознавания стадии гипотермии и определения тактики интенсивной терапии. Принципы ее определения одинаковы как на догоспитальном, так и на госпитальном этапах. Точки измерения температуры в порядке уменьшения степени инвазивности следующие: легочная артерия, пищевод, мочевого пузырь, прямая кишка, барабанная перепонка, полость рта, кожа (Табл. 3) [1]. Температура в легочной артерии отражает центральную температуру

в сосудистой системе, и ее определение является золотым стандартом, но эта процедура слишком инвазивна для рутинного использования, при этом она может провоцировать аритмии. Пищеводная температура хорошо коррелирует с температурой в легочной артерии в том случае, если датчик установлен в нижней трети пищевода и ее определение — это стандарт для пациентов с тяжелой гипотермией, находящихся на искусственной вентиляции легких [12, 18, 19]. Догоспитальное определение температуры в мочевом пузыре или прямой кишке непрактично. Для этой процедуры требуется частичное раздевание пациента, да и ректальный датчик должен быть проведен на глубину ≥ 15 см, причем при обеих локализациях значения температуры отстают от температуры ядра при быстром охлаждении или согревании и могут давать ложные повышенные значения при проведении перитонеального лаважа [18, 19]. Эпитимпанические измерения могут привести к ложным показаниям при определенных обстоятельствах, таких как очень низкие внешние температуры, блокирование слухового прохода снегом или во-



дой и отсутствие кровообращения головного мозга (остановка сердца). Измерение температуры внутри слухового прохода может быть эффективно у спонтанно дышащих пациентов, но неэффективно у пациентов в состоянии клинической или биологической смерти [2, 5, 20].

Таблица 3. Измерение внутренней температуры при гипотермии, от наименее до наиболее инвазивного

Тип измерения	Характеристики	Ограничения	Пригодность для измерения температуры ядра при гипотермии
Прикосновение к коже туловища	Оборудование не требуется. Высокая отрицательная прогностическая ценность.	Только приблизительная оценка. Не одобрено для использования в холодных условиях.	(+)
Височная артерия (инфракрасное излучение)	Быстрое, неинвазивное, удобное, недорогое, гигиеничное измерение.	Серьезная задержка во времени при охлаждении и повторном прогреве Сильно зависит от температуры окружающей среды, положения тела и вазомоторной активности. Низкая точность.	—
Кожа (лба) (инфракрасное излучение, электронный термистор, жидкокристаллическая полоска)	Быстрое, неинвазивное, удобное, недорогое, гигиеничное измерение.	Может быть на несколько градусов ниже температуры ядра. Сильное влияние температуры окружающей среды.	—
Темпоральный микроволновый термометр	Быстрый, неинвазивный, простой в использовании. Хорошо коррелирует с температурой мозга даже при тяжелой гипотермии.	Все еще экспериментальный, но многообещающий.	(+)
Термометр с нулевым тепловым потоком на лбу. Температура глубоких тканей измеряется на коже изолированным датчиком температуры)	Быстрое, неинвазивное, удобное измерение Хорошее соответствие с температурой тела при нормотермии и умеренной гипотермии.	Восстановление равновесия занимает несколько минут. Плохое соответствие с понижением температуры в активной зоне (ненадежно ниже 34 °C). Не тестировался в холодных условиях.	—
Подмышечный (электронное устройство или стеклянный термометр +)	Быстрое, неинвазивное, гигиеничное, удобное измерение.	Сильно зависит от температуры окружающей среды и местоположения. Показатели ниже, чем в других местах. Значительная задержка во время охлаждения или повторного прогрева. Низкая точность.	—
Барабанная перепонка (инфракрасное излучение)	Быстрое, неинвазивное, гигиеничное, удобное измерение.	Неточно у пациентов с гипотермией. Неточно в холодной и горячей среде, при неправильном расположении, при среднем отите (гиперемия и воспаление), при закупорке барабанной перепонки ушной серой, попадании воды или снега во внешний слуховой проход. Низкая точность.	—



Тип измерения	Характеристики	Ограничения	Пригодность для измерения температуры ядра при гипотермии
Эпитимпанический (электронный термистор)	Хорошая корреляция с температурой артериальной крови даже при быстром охлаждении и повторном прогревании. Надежно для неинтубированных пациентов при амбулаторном использовании. Сильная корреляция с температурой мозга в нескольких исследованиях.	Требуется открытый наружный слуховой проход, хорошая изоляция и фиксация. Первоначально требуется несколько минут для стабилизации состояния. Недоступно для широкого распространения. Зависит от температуры головы и шеи. Неточность при остановке сердца. Не так точно, как измерение температуры мочевого пузыря или внутренней части прямой кишки в стационарном состоянии.	+
Оральный (электронный термистор или стеклянный термометр +)	Быстрое, неинвазивное, гигиеничное, удобное измерение.	Зависит от положения тела, дыхания открытым ртом. Неточно в жаркой и холодной среде. Низкая точность. Зависит от температуры головы и шейки матки.	—
Носоглоточный (электронный термистор)	Быстрое, минимально инвазивное лечение. Оценивает температуру мозга при размещении на глубине примерно 10–14 см.	Только у пациентов, находящихся под седацией или наркозом. Ложные показания при охлаждении и повторном согревании из-за отсутствия гарантии прилегания к прилежащим тканям.	+
Температура желудочно-кишечного тракта (телеметрический датчик температуры)	Более высокая достоверность по сравнению с ректальным измерением.	Более медленная реакция на изменения, чем при измерении пищевода. Экспериментальный. Непредсказуемое местоположение. Непрактично. Необходимо принимать внутрь за 4–8 часов до использования.	—
Пищеводный (электронный термистор)	Нижняя треть пищевода (приблизительно, глубина введения 40 см от резцов). Хорошая корреляция с температурой артериальной крови, особенно в стабильном состоянии. Стандарт для пациентов, интубированных вне стационара.	Неточные значения во время открытой операции на грудной клетке с охлаждением сердца. Введение зонда может спровоцировать рвоту и аспирацию, носовое кровотечение, нарушения сердечного ритма и остановку сердца. Может быть неправильно установлен в трахее. Относительно противопоказан пациентам с незащищенными дыхательными путями.	+
Мочевой пузырь (электронный термистор)	Тесная корреляция с температурой артериальной крови в стабильном состоянии. Надежная базовая температура для использования в стационаре,	Задержка при охлаждении или повторном прогревании, хотя и меньше, чем при ректальном измерении). Под влиянием диуреза (холодный диурез увеличивает диурез). Разумно, если требуется мочевой катетер. Может вызвать неудобства у	+



Тип измерения	Характеристики	Ограничения	Пригодность для измерения температуры ядра при гипотермии
	широкое применение. Может использоваться в сочетании с мониторингом диуреза.	пациента. Необходимо соблюдать гигиену.	
Ректальный (электронный термистор или стеклянный термометр +)	Тесная корреляция с температурой артериальной крови в стабильном состоянии.	Неточно при попадании в стул. Зонд следует вводить на 15 см дальше прямой кишки. Значительная задержка при охлаждении и повторном прогреве. Может вызвать смущение у пациента. Негигиенично. Возможна перфорация прямой кишки.	+
Катетер для легочной артерии (электронный термистор)	Напрямую измеряет температуру крови, выходящей из сердца. Определяет температуру ядра.	Недоступно вне стационара или во многих больницах. Очень инвазивный метод, способный вызвать серьезные осложнения.	+
Температура мозга	Измеряет температуру мозга.	Хорошая корреляция с температурой ядра. Возможно только в экспериментальных условиях или во время нейрохирургии. В целом, сложно отслеживать температуру мозга с помощью других сайтов мониторинга.	+

Конечно же, жесткой корреляции между температурой и клиническими проявлениями нет, встречаются случаи, при которых нарушение сознания, остановка кровообращения происходит при более высокой или низкой температуре. Pasquier M. et al. (2019) продемонстрировал, что определение температуры по клиническим признакам «Швейцарской» классификации привело к тому, что температура в 18 % случаев была завышена и занижена в 21 % случаев [21]. Deslarzes T. et al. (2016) в ретроспективном исследовании этой «Швейцарской» классификации показал, что для указанных клинических признаков температурный коридор должен быть ниже: граница между 1 и 2 стадиями должна быть 30,0 °C вместо 32 °C, а между 2 и 3 стадиями 26,6 °C вместо 28 °C [22].

Наиболее популярной по прогностическим показателем выживания пациента с гипотермией после реанимационных мероприятий стала оценка NOPE (Hypothermia Outcome Prediction after Extracorporeal Life Support for Hypothermic Cardiac Arrest Patients), которая рассчитывается на основе следующих исходных данных: пол (мужчина = 1, женщина = 0); гипотермия с асфиксией (да = 1, нет = 0); возраст, годы; калий, ммоль/л; продолжительность искусственного

дыхания, мин; температура, °C. Формула расчета: Оценка NOPE = 2,44 — 1,55 * (Пол) — 1,95 * (Асфиксия) — 0,0191 * (Возраст, годы) — 2,07 * $\log_2$ (калий, ммоль /л) — 0,573 * $\log_2$ (продолжительность искусственного дыхания, мин) + 0,937 * (температура, °C) — 0,0247 * (температура, °C)² [1, 17, 23].

Интенсивная терапия тяжелой гипотермии в стационаре.

Интенсивная терапия пациента с тяжелой гипотермией в стационаре представляет собой третье и последнее звено в цепи оказания помощи, которое начинается с первой помощи (извлечение, оценка, защита, реанимация), за которым следует второй этап (контроль, согревание, реанимация, эвакуация) и заканчивается прибытием пациента в стационар [2, 7, 11].

После поступления пациента в стационар и в зависимости от степени переохлаждения принимается решение о поступлении в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ). Основанием для этого является развитие гипотермии III, IV стадии, в зависимости от клинической картины в ОРИТ могут быть направлены пациенты с гипотермией II стадии (угнетение сознания, нарушения вентиляции, аритмии) [2, 7, 11, 23].

Первым этапом при поступлении пациента с тяжелой гипотермией проводится диагностиче-

ский скрининг и начало базовой терапии (Рис. 1) [2, 3, 5, 7, 11].



Рис. 1. Алгоритм выбора тактики ведения пациента в ОРИТ.

CVVHP — непрерывная вено-венозная гемофильтрация. АИК — аппарат искусственного кровообращения, ЭКМО — экстракорпоральная мембранная оксигенация (адаптировано по Avellanas M.L. et al.(2012) [2])

Первоначальная оценка и анализ ситуации должны включать аспекты поясняющие причины несчастного случая и этиологию развития тяжелой гипотермии. Исключение других причин остановки сердца таких как алкоголь, фармакологические или токсические препараты, передозировки, злоупотребления и другие обратимые причины.

Обеспечивают мониторинг основных жизненно важных показателей, в том числе центральной температуры, что необходимо для оценки эффективности согревания. Необходим непрерывный мониторинг электрокардиограммы (ЭКГ) для выявления аритмий. Насыщение кислородом, измеренное пульсоксиметром у пациентов с тя-

желой гипотермией зачастую малоинформативно из-за периферической вазоконстрикции. Следует избегать инвазивного мониторинга с помощью катетеров установленных или проходящих через правые отделы сердца (например, катетеры Сван-Ганца), поскольку такие устройства способны вызывать серьезные аритмии.

Начальное замещение объема крови проводят с использованием безлактозных сбалансированных кристаллоидов. Мониторинг диуреза, центрального венозного давления, сердечного выброса полезен для оценки объемного замещения (Рис. 2). Во время согревания пострадавшие нуждаются в больших объемах теплой жидкости, так как расширение сосудов вызывает расшире-



ние внутрисосудистого пространства [23]. Метаболическая и водно-электролитная коррекция должны проводиться параллельно с объемным замещением. Могут развиваться гипо- и гиперкалиемия, в исследовании Ploeg G.-J. et al. (2010) при тяжелой гипотермии гиперкалиемия встречалась в 24,3% случаев, а гипокалиемия в 32,4% [24]. Уровень калия является прогностическим маркером: за всю историю не отмечено ни одно-

го случая успешной реанимации у пострадавших с гиперкалиемией >12 ммоль/л, поэтому текущие рекомендации Европейского совета по реанимации обозначают прогностический порог гиперкалиемии 8 ммоль/л для попавших в снежную лавину и 12 ммоль/л для других случаев первичной гипотермии [11, 15]. Гипокалиемия и гипофосфатемия могут вызвать серьезные осложнения во время согревания.

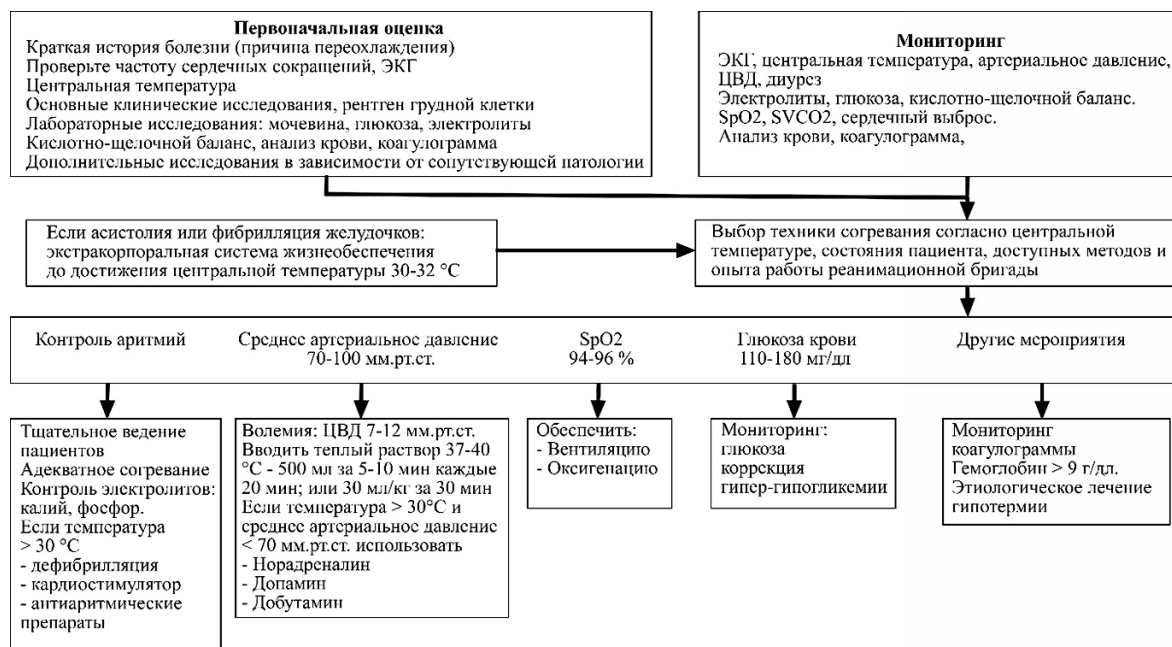


Рис. 2. Алгоритм ведения первичного переохлаждения в ОРИТ.

ЭКГ — электрокардиография, ЦВД — центральное венозное давление (адаптировано по Avellanar M.L. et al.(2012) [2])

Начальная гипергликемия не требует применения инсулина для коррекции. Обычно нормализуется при согревании, так как повышается потребность в энергии и нормализуется секреция инсулина поджелудочной железой. Во избежание гипогликемии рекомендуется поддерживать приемлемый уровень гипергликемии между 110 и 180 мг/дл. Гипоталамо-гипофизарная дисфункция, вызванная генерализованным замедлением активности ферментов, не требует заместительной терапии (в том числе кортикостероидами).

Профилактическое применение антибиотиков для профилактики легочных инфекций не показано, но нужно помнить, что жертвы схода лавин или водных аварий, которые были погружены в снег или холодную воду, но выжили, подвергаются высокому риску респираторных осложнений [25].

Как только начинается согревание пациента, необходимо контролировать стабильность гемодинамики, однако нужно помнить, что вазоак-

тивные препараты и антиаритмические средства применять при низких значениях центральной температуры не следует и любое назначение этих препаратов требует крайней осторожности.

В повседневной клинической практике газоанализаторы крови обычно запрограммированы на исследование при температуре 37–38 °C, поэтому если фактические значения температуры пациента не введены, то полученные значения не отразят истинную ситуацию. Теоретически, для каждого 1 °C температуры ниже 37 °C, значение pH увеличивается на 0,0147, PaO₂ уменьшается на 7,2% и PaCO₂ уменьшается на 4,4% [26]. Это означает, что после коррекции газоанализатор может показать очень низкие значения PaO₂ (25 мм рт.ст.). Именно отсутствие коррекции параметра температуры при газоанализе становится источником больших разбросов показателей, когда одни специалисты при выполнении анализа у одного и того же пациента коррекцию проводят, а другие нет. Рекомендуется поддерживать



умеренный метаболический ацидоз при значении pH около 7,25, чтобы компенсировать сдвиг диссоциации оксигемоглобина, вызванный гипотермией, и облегчить поглощение и высвобождение кислорода на уровне тканей.

Потребление кислорода значительно увеличивается во время согревания пациента. В этом контексте необходимо контролировать оксигенацию, проводить кислородотерапию в соответствии с потребностями и при необходимости переходить на искусственную вентиляцию легких.

Снижение гематокрита может быть спровоцировано сопутствующими травмами, кровопотеря из которых может нарастать при согревании пациента. Необходимо контролировать изменения свертывания крови: тромбоцитопению, дисфункцию тромбоцитов, длительное время свертывания крови вследствие изменения внешнего пути свертывания крови и диссеминированное внутрисосудистое свертывание крови [13].

Ни метод, ни скорость согревания при тяжелой гипотермии не зависят от центральной температуры пациента. Решение должно основываться на наличии или отсутствии сердечного ритма и его влиянии на сердечный выброс и перифериче-

скую перфузию. При доступности, используется ультразвуковое исследование для обнаружения движения камер сердца. С помощью ЭКГ-мониторинга отслеживается ритм сердечных сокращений. При тяжелой гипотермии, когда основным приоритетом является как можно более быстрое восстановление эффективного сердечного ритма, необходимо использовать методы, гарантирующие более быстрое согревание, такие как искусственное кровообращение (АИК) и экстракорпоральная мембранная оксигенация (ЭКМО) (Табл. 4). Стационар, в котором отсутствуют эти методы, может прибегнуть к непрерывной вено-венозной гемофильтрации и гемоперфузии (CVVHP). Считается, что вено-венозная гемофильтрация менее эффективна при остановках кровообращения. Нужно иметь в виду, что имелись данные о фатальной брыжеечной ишемии, вызванной градиентом между холодной кровью брыжеечной циркуляции и теплым физиологическим раствором перитонеального лаважа. Такие ситуации заставили подвергнуть сомнению технику согревания с помощью перитонеального лаважа теплым раствором [27].

Таблица 4. Методы согревания при тяжелой гипотермии

Техника согревания	Скорость повторного согревания	Примечания и противоречия	Осложнения при повторном согревании
Пассивное согревание			
Пассивное согревание	0,5–4 °C / ч (зависит от функции терморегуляции пациента и метаболических резервов).	Защищает от дальнейшей потери тепла и позволяет пациенту самостоятельно согреться.	Незначительны при изолированной легкой гипотермии. Для более холодных пациентов и пациентов со вторичной гипотермией или сопутствующими заболеваниями одного пассивного согревания недостаточно.
Пассивное согревание активными движениями	1–5 °C / ч	Упражнения сразу после спасения увеличивают последующий выброс.	Повышенный уровень аварийного сброса тепла может привести к аварийно-спасательному коллапсу.
Активное внешнее согревание			
Активное прогревание, включая прогревание поверхности принудительным воздухом, грелки, например Arctic Sun®, подогретые жидкости для внутривенного введения (40 °C)	0,5–4 °C / ч	Защищает от дальнейшей потери тепла, отводит внешнее тепло. Подогретые жидкости для внутривенного введения неэффективны, если используются в качестве единственного метода повторного согревания.	Аналогично пассивному прогреванию.
Активное внутреннее согревание			



Техника согревания	Скорость повторного согревания	Примечания и противоречия	Осложнения при повторном согревании
Промывание мочевого пузыря	Переменная. Добавляет $<0,5^{\circ}\text{C} / \text{ч}$	Не рекомендуется проводить повторное прогревание периодически и медленно из-за малой площади поверхности. Плохой контроль температуры инфузата.	Незначительна, если не затруднена катетеризация.
Промывание желудка	Может прибавить $\sim 0,5-1^{\circ}\text{C}$ в час.	Не рекомендуется. Неприемлемо высокое соотношение риска и пользы.	Возможность аспирации, смещения жидкости и электролитов.
Повторное прогревание внутрисосудистого катетера, например, CoolGuard; Quattro; Cool Line; Inner-cool	Зависит от устройства (добавляет $\sim 0,5-2,5^{\circ}\text{C}$ в час).	Неопределенные показания к применению. Потенциально полезен для пациентов с переохлаждением, особенно с сопутствующими заболеваниями, при стабильном кровообращении.	Вероятность кровотечения или тромбоза, потенциально усугубляющего артериальную гипотензию у нестабильных пациентов.
Плевральный или перитонеальный лаваж	Варьируется в зависимости от температуры и скорости орошения перикарда.	Может быть полезно у нестабильных пациентов, когда повторное согревание ECLS недоступно. Очень инвазивно.	Возможны кровотечения, травмы легких или кишечника, смещение жидкости и электролитов. Промывание грудной клетки может помешать проведению СЛР.
CRRT (включая CVVHF, CVVHD, CVVHDF)	Добавляет $\sim 1,5-3^{\circ}\text{C}$ в час	Не рекомендуется, если нет возможности согреть ECLS. Требуется адекватное артериальное давление. Требуется гепаринизация, цитратные антикоагулянты или простациклин.	Проблемы редки. Местные сосудистые осложнения. Воздушная эмболия. Артериальная гипотензия.
Гемодиализ	Добавляет $\sim 2-3^{\circ}\text{C}$ в час	Пациент должен иметь возможность увеличить сердечный выброс для перфузии внешнего контура. Требуется гепаринизация.	Вероятность артериальной гипотензии, кровотечения, тромбоза, гемолиза и т.д.
Вено-венозное согревание (ЭКМО)	$\sim 4-10^{\circ}\text{C} / \text{ч}$	В случае остановки сердца не обеспечивается поддержка кровообращения или вентиляции. Пациент должен иметь возможность увеличить сердечный выброс для перфузии внешнего контура.	Вероятность артериальной гипотензии, кровотечения, тромбоза, гемолиза и т.д.
Экстракорпоральное жизнеобеспечение (ECLS; ВА-ЭКМО, CPB, включая минимально инвазивное экстракорпоральное кровообращение (MiECC))	$\sim 4-10^{\circ}\text{C} / \text{ч}$	Предпочтительный метод согревания для пациентов с остановкой сердца. ЭКМО предпочтительнее CPB. ЭКМО может использовать бедренный путь, избегая необходимости стернотомии. Может использоваться для лечения легочных осложнений после повторного согревания, таких как ОРДС.	Вероятность кровотечения и артериальной гипотензии, тромбоза, гемолиза и т.д., как и при использовании всех внутрисосудистых устройств.

Примечание. CPB: искусственное кровообращение; CPR: сердечно-легочная реанимация; ECLS: экстракорпоральное жизнеобеспечение; ЭКМО: экстракорпоральная мембранная оксигенация; CRRT: непрерывная заместительная почечная терапия; CVVHF: непрерывная вено-венозная гемофильтрация; CVVHD: непрерывный вено-венозный гемодиализ; CVVHDF: непрерывный вено-венозный гемодиализ с фильтрацией.



Принципы экстракорпорального согревания.

Экстракорпоральное согревание — это метод, обеспечивающий наиболее быстрое восстановление центральной температуры пациента (до 10 °С в час). По мнению многих авторов, это лучший вариант для согревания пациентов при остановке кровообращения [4, 10, 28, 29]. Экстракорпоральное согревание может реанимировать жертв гипотермии с полным неврологическим восстановлением и без скрытых последствий даже после 2 ч асистолии-хотя такое полное восстановление также было возможно и при более длительных остановках сердца без таких инвазивных методов [16].

Скорость согревания зависит от соотношения между температурой крови и потоком, создаваемым аппаратом экстракорпорального кровообращения. Нужно иметь в виду, что высокие температурные градиенты между кровью в контуре аппарата и центральной температурой пациента связаны с плохим неврологическим прогнозом [30]. Целевая скорость повторного прогревания должна составлять $\leq 5^{\circ}\text{C} / \text{ч}$ [94]. Более медленная скорость повторного согревания (примерно $2^{\circ}\text{C} / \text{ч}$) может быть связана с улучшением выживаемости при хорошем неврологическом исходе [31].

Оптимальный температурный градиент контур / пациент составляет от 5 до 10 °С, что обеспечивает внутреннее и внешнее прогревание и в то же время минимизирует эффект последствия. Нужно помнить, что температура свыше 40 °С может вызвать денатурацию клеточных и гуморальных компонентов крови.

Методы экстракорпорального согревания могут быть применены к пострадавшим со сниженным (отсутствующим) сердечным выбросом. У пострадавших с достаточным сердечным выбросом используют контур вено-венозного согревания и непрерывную венозно-венозную гемофильтрацию. Контур вено-венозного согревания состоит из простой цепи с линией движения крови, насосом и теплообменным аппаратом. Тот факт, что он способен работать без гепарина, дает ему преимущество при согревании пациентов с травмами [32].

Непрерывная венозно-венозная гемофильтрация аналогична контуру вено-венозного согревания, но с возможностью проведения гемофильтрации и диализа. Максимальная пропускная способность 500 мл / мин ограничивает потенциал скорости согревания. Обе системы могут использоваться у пострадавших в асистолии при условии, что компрессия грудной клетки не прерывается. При остановке кровообращения (асистолия, фибрилляция желудочков) целесообразно использовать АИК или ЭКМО. Эти экс-

тракорпоральные методы позволяют восстановить циркуляцию крови, поддерживать на должном уровне оксигенацию тканей и выведение CO_2 , а также проводить быстрое и контролируемое согревание. Описанные в литературе показатели выживаемости варьируются (23–100 %) и зависят от большого количества факторов [4, 7, 10, 33]. Экстракорпоральная мембранная оксигенация (ЭКМО) предпочтительнее искусственного кровообращения (СРВ), поскольку ЭКМО может поддерживаться после ROSC и может использоваться для поддержания жизнеобеспечения, пока проходит респираторный дистресс-синдром у взрослых (ОРДС), распространенное осложнение гипотермии [34].

У большинства пациентов с первичной гипотермией самостоятельная перфузия тканей сохраняется до границы значений 28 °С, поэтому решение об инициации экстракорпоральной поддержки жизни при тяжелой гипотермии без остановки кровообращения может быть принято при следующих ситуациях: неэффективность проводимого активного наружного и минимально инвазивного внутреннего согревания; жизнеугрожающая аритмия; артериальная гипотензия (систолическое давление крови <90 мм.рт.ст); дыхательная недостаточность; рефрактерный ацидоз [3, 7, 10].

При нарушении гемодинамики у пациентов с тяжелой гипотермией целесообразен веноартериальный контур ЭКМО. Потоки, обеспечивающие наилучшую поддержку газообмена и сердечного выброса, составляют 2,4 л / м^2 / мин и выше. Вено-венозная ЭКМО неэффективна у пациентов с остановкой кровообращения, но может использоваться у гемодинамически стабильных пациентов с дыхательной недостаточностью после согревания с помощью веноартериальной ЭКМО. Современные контуры ЭКМО созданы из материалов с покрытием гепарина и на короткий период времени (до 24–48 часов) могут быть использованы без дополнительной гепаринизации, что бывает важно у пациентов с травмами [1, 4, 20].

Особенности интенсивной терапии при тяжелой гипотермии.

При гипотермии скорость обмена веществ в организме снижается, что приводит к уменьшению потребности в кислороде, что увеличивает устойчивость к гипоксии. При температуре 18 °С головной мозг может переносить периоды остановки сердца в 10 раз дольше, чем при 37 °С [14]. В связи с этим при отсутствии признаков жизни на фоне тяжелой гипотермии действует принцип «Никто не может быть признан мертвым, пока не был согрет и не признан умершим» [5].



Диагностика и оценка риска остановки сердца основаны на клинических признаках и измерении внутренней температуры, если таковая имеется. Пациенты с переохлаждением с факторами риска неминуемой остановки сердца (температура $<30^{\circ}\text{C}$ у молодых и здоровых пациентов и $<32^{\circ}\text{C}$ у пожилых людей или пациенты с множественными сопутствующими заболеваниями, желудочковыми нарушениями ритма или систолическим артериальным давлением <90 мм рт. ст.) и пациенты с переохлаждением, у которых уже произошла остановка сердца, должны быть переведены непосредственно в центр экстракорпорального жизнеобеспечения [1]. Если у пациента с переохлаждением наступает остановка, следует провести непрерывную сердечно-легочную реанимацию (СЛР). У пациентов с гипотермией шансы на выживание и хороший неврологический исход выше, чем у нормотермических пациентов при очевидной, непреднамеренной и асистолической остановке сердца. Для длительного спасения следует использовать механические устройства для искусственного дыхания, если таковые имеются. У пациентов с тяжелой гипотермией при остановке сердца, если непрерывная или механическая компрессия невозможна, следует использовать прерывистую реанимацию. Согревание может осуществляться пассивными и активными методами. Чаще всего используются пассивные и активные внешние методы. Только у пациентов с рефрактерной гипотермией или остановкой сердца требуются методы внутреннего согревания. Повторное согревание в этом случае следует проводить с помощью экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) [1].

Расширенные реанимационные мероприятия проводятся по стандартному алгоритму с учетом следующих особенностей [15]:

- пациентов с остановкой кровообращения следует направлять в центры, имеющие возможность выполнения экстракорпорального жизнеобеспечения;
- гипотермия может вызвать повышенную ригидность грудной клетки, что затруднит компрессии и искусственное дыхание;
- лекарственные препараты будут неэффективны при гипотермии, поэтому их введение следует отсрочить до согревания пострадавшего (выше 30°C), после согревания интервалы

между введениями лекарств следует удвоить из-за замедленного при гипотермии метаболизма, а по достижении нормотермии — вводить лекарства в стандартном режиме;

- аритмии (кроме фибрилляции желудочков), возникающие при гипотермии, самостоятельно разрешаются при согревании;
- у пострадавшего в состоянии гипотермии можно использовать аппарат автоматической наружной дефибрилляции или наносить разряды ручного дефибриллятора с максимальной энергией, если 3 последовательных разряда неэффективны, следует отложить дефибрилляцию, пока температура не поднимется выше 30°C .

Прогностически неблагоприятный исход сердечно-легочной реанимации в ситуациях [2]:

- грудь и живот не сжимаются (заморожены);
- сердце постоянно в асистолии;
- центральная температура $<13,7^{\circ}\text{C}$, это самый низкая центральная температура, зарегистрированная на сегодняшний день, при которой была успешная реанимация,;
- калий сыворотки >12 мэкв/л, (при развитии гемолиза или рабдомиолиза этот критерий применять нельзя).

Выводы.

Лечение первичной тяжелой гипотермии претерпело значительные изменения за последние два десятилетия. Пациенты с гипотермической остановкой сердца, которые зачастую не выживали при применении традиционных методов согревания (внешнее согревание, диализ, плевральный лаваж, перитонеальный лаваж), получили возможность повысить шансы на выживание с введением в интенсивную терапию тяжелой гипотермии методик экстракорпорального кровообращения. Пациенты с высоким риском развития остановки кровообращения (температурой $<30^{\circ}\text{C}$, желудочковой аритмией, систолическим артериальным давлением <90 мм.рт.ст.), а также те, у кого остановка кровообращения уже произошла, должны транспортироваться напрямую в медицинские учреждения, где имеется оборудование для экстракорпоральной поддержки жизни. У пациентов с остановкой кровообращения на фоне тяжелой гипотермии имеются особенности, которые нужно учитывать при проведении сердечно-легочной реанимации.

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

SOURCE OF FUNDING. The study was performed without sponsorship.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflicts of interest.



ЛИТЕРАТУРА

1. Paal P., Pasquier M., Darocha T., et al. Accidental Hypothermia: 2021 Update. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(1):501. Published 2022 Jan 3. DOI: 10.3390/ijerph19010501
2. Avellanas M.L., Ricart A., Botella J., et al. Manejo de la hipotermia accidental severa [Management of severe accidental hypothermia]. *Med Intensiva*. 2012;36(3):200–212. DOI: 10.1016/j.medin.2011.12.005
3. Headdon W.G., Wilson P.M., Dalton H.R. The management of accidental hypothermia. *BMJ*. 2009;338:b2085. Published 2009 Jun 10. DOI: 10.1136/bmj.b2085
4. Pasquier M., Hugli O., Paal P., et al. Hypothermia outcome prediction after extracorporeal life support for hypothermic cardiac arrest patients: The HOPE score. *Resuscitation*. 2018;126:58–64. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2018.02.026
5. Hilmo J., Naesheim T., Gilbert M. “Nobody is dead until warm and dead”: prolonged resuscitation is warranted in arrested hypothermic victims also in remote areas--a retrospective study from northern Norway. *Resuscitation*. 2014;85(9):1204–1211. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2014.04.029
6. Vretenar D.F., Urschel J.D., Parrott J.C., Unruh H.W. Cardiopulmonary bypass resuscitation for accidental hypothermia. *Ann Thorac Surg*. 1994;58(3):895–898. DOI: 10.1016/0003-4975(94)90784-6
7. Paal P., Gordon L., Strapazzon G., et al. Accidental hypothermia-an update : The content of this review is endorsed by the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MEDCOM). *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2016;24(1):111. Published 2016 Sep 15. DOI: 10.1186/s13049-016-0303-7
8. Debaty G., Maignan M., Perrin B., et al. Cardiopulmonary responses during the cooling and the extracorporeal life support rewarming phases in a porcine model of accidental deep hypothermic cardiac arrest. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2016;24:91. Published 2016 Jul 8. DOI: 10.1186/s13049-016-0283-7
9. Vincent-Lambert C., Smith C.M., Goldstein L.N. Hypothermia in trauma patients arriving at an emergency department by ambulance in Johannesburg, South Africa: a prospective study. *Pan Afr Med J*. 2018;31:136. Published 2018 Oct 23. DOI: 10.11604/pamj.2018.31.136.13615
10. Dunne B., Christou E., Duff O., Merry C. Extracorporeal-assisted rewarming in the management of accidental deep hypothermic cardiac arrest: a systematic review of the literature. *Heart Lung Circ*. 2014;23(11):1029–1035. DOI: 10.1016/j.hlc.2014.06.011
11. Zafren K., Giesbrecht G.G., Danzl D.F., et al. Wilderness Medical Society practice guidelines for the out-of-hospital evaluation and treatment of accidental hypothermia. *Wilderness Environ Med*. 2014;25(4):425–445. DOI: 10.1016/j.wem.2014.09.002
12. Durrer B., Brugger H., Syme D.; International Commission for Mountain Emergency Medicine. The medical on-site treatment of hypothermia: ICAR-MEDCOM recommendation. *High Alt Med Biol*. 2003;4(1):99–103. DOI: 10.1089/152702903321489031
13. Staab D.B., Sorensen V.J., Fath J.J., Raman S.B., Horst H.M., Obeid F.N. Coagulation defects resulting from ambient temperature-induced hypothermia. *J Trauma*. 1994;36(5):634–638. DOI: 10.1097/00005373-199405000-00006
14. Holzer M., Behringer W., Schörkhuber W., et al. Mild hypothermia and outcome after CPR. Hypothermia for Cardiac Arrest (HACA) Study Group. *Acta Anaesthesiol Scand Suppl*. 1997;111:55–58.
15. Truhlar A., Deakin C.D., Soar J., et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 4. Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation*. 2015;95:148–201. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2015.07.017
16. Kot P., Botella J. Parada cardíaca por hipotermia accidental y resucitación cardiopulmonar prolongada [Cardiac arrest due to accidental hypothermia and prolonged cardiopulmonary resuscitation]. *Med Intensiva*. 2010;34(8):567–570. DOI: 10.1016/j.medin.2009.12.001
17. Grin N., Rousson V., Darocha T., et al. Hypothermia Outcome Prediction after Extracorporeal Life Support for Hypothermic Cardiac Arrest Patients: Assessing the Performance of the HOPE Score in Case Reports from the Literature. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(22):11896. Published 2021 Nov 12. DOI: 10.3390/ijerph182211896
18. Shin J., Kim J., Song K., Kwak Y. Core temperature measurement in therapeutic hypothermia according to different phases: comparison of bladder, rectal, and tympanic versus pulmonary artery methods. *Resuscitation*. 2013;84(6):810–817. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2012.12.023
19. Zafren K., Giesbrecht G.G., Danzl D.F., et al. Hypothermia Evidence, Afterdrop, and Guidelines. *Wilderness Environ Med*. 2015;26(3):439–441. DOI: 10.1016/j.wem.2015.02.001
20. Brown D.J., Brugger H., Boyd J., Paal P. Accidental hypothermia [published correction appears in *N Engl J Med*. 2013 Jan 24;368(4):394]. *N Engl J Med*. 2012;367(20):1930–1938. DOI: 10.1056/NEJMr1114208



21. Pasquier M., Carron P.N., Rodrigues A., et al. An evaluation of the Swiss staging model for hypothermia using hospital cases and case reports from the literature. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2019;27(1):60. Published 2019 Jun 6. DOI: 10.1186/s13049-019-0636-0
22. Deslarzes T, Rousson V., Yersin B., Durrer B., Pasquier M. An evaluation of the Swiss staging model for hypothermia using case reports from the literature. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2016;24:16. Published 2016 Feb 17. DOI: 10.1186/s13049-016-0210-y
23. Rousson V., Hall N., Pasquier M. HOPE survival probability cutoff for ECLS rewarming in hypothermic cardiac arrest. *Resusc Plus.* 2024;18:100616. Published 2024 Mar 23. DOI: 10.1016/j.resplu.2024.100616
24. van der Ploeg G.J., Goslings J.C., Walpoth B.H., Bierens J.J. Accidental hypothermia: rewarming treatments, complications and outcomes from one university medical centre. *Resuscitation.* 2010;81(11):1550–1555. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2010.05.023
25. Brugger H., Falk M., Adler-Kastner L. Der Lawinennotfall. Neue Aspekte zur Pathophysiologie und Therapie von Lawinenverschütteten [Avalanche emergency. New aspects of the pathophysiology and therapy of buried avalanche victims]. *Wien Klin Wochenschr.* 1997;109(5):145–159.
26. Reuler J.B. Hypothermia: pathophysiology, clinical settings, and management. *Ann Intern Med.* 1978;89(4):519–527. DOI: 10.7326/0003-4819-89-4-519
27. Hungerer S., Ebenhoch M., Bühren V. 17 degrees Celsius body temperature--resuscitation successful?. *High Alt Med Biol.* 2010;11(4):369–374. DOI: 10.1089/ham.2010.1013
28. Tiruvoipati R., Balasubramanian S.K., Khoshbin E., Hadjinikolaou L., Sosnowski A.W., Firmin R.K. Successful use of venovenous extracorporeal membrane oxygenation in accidental hypothermic cardiac arrest. *ASAIO J.* 2005;51(4):474–476. DOI: 10.1097/01.mat.0000169124.32865.d6
29. Saczkowski R.S., Brown D.J.A., Abu-Laban R.B., Fradet G., Schulze C.J., Kuzak N.D. Prediction and risk stratification of survival in accidental hypothermia requiring extracorporeal life support: An individual patient data meta-analysis. *Resuscitation.* 2018;127:51–57. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2018.03.028
30. Grigore A.M., Grocott H.P., Mathew J.P., et al. The rewarming rate and increased peak temperature alter neurocognitive outcome after cardiac surgery. *Anesth Analg.* 2002;94(1):. DOI: 10.1097/00000539-200201000-00002
31. Kornberger E., Schwarz B., Lindner K.H., Mair P. Forced air surface rewarming in patients with severe accidental hypothermia. *Resuscitation.* 1999;41(2):105–111. DOI: 10.1016/s0300-9572(99)00069-6
32. Kirkpatrick A.W., Garraway N., Brown D.R., et al. Use of a centrifugal vortex blood pump and heparin-bonded circuit for extracorporeal rewarming of severe hypothermia in acutely injured and coagulopathic patients. *J. Trauma.* 2003;55(3):407–412. DOI: 10.1097/01.TA.0000078693.35083.20
33. Sepehrpour A.H., Gupta S., Lall K.S. When should cardiopulmonary bypass be used in the setting of severe hypothermic cardiac arrest?. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2013;17(3):564–569. DOI: 10.1093/icvts/ivt208
34. Ruttman E., Weissenbacher A., Ulmer H., et al. Prolonged extracorporeal membrane oxygenation-assisted support provides improved survival in hypothermic patients with cardiocirculatory arrest. *J. Thorac Cardiovasc Surg.* 2007;134(3):594–600. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2007.03.049

REFERENCES

1. Paal P., Pasquier M., Darocha T., et al. Accidental Hypothermia: 2021 Update. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(1):501. Published 2022 Jan 3. DOI: 10.3390/ijerph19010501
2. Avellanas M.L., Ricart A., Botella J., et al. Manejo de la hipotermia accidental severa [Management of severe accidental hypothermia]. *Med Intensiva.* 2012;36(3):200–212. DOI: 10.1016/j.medin.2011.12.005
3. Headdon W.G., Wilson P.M., Dalton H.R. The management of accidental hypothermia. *BMJ.* 2009;338:b2085. Published 2009 Jun 10. DOI: 10.1136/bmj.b2085
4. Pasquier M., Hugli O., Paal P., et al. Hypothermia outcome prediction after extracorporeal life support for hypothermic cardiac arrest patients: The HOPE score. *Resuscitation.* 2018;126:58–64. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2018.02.026
5. Hilmo J., Naesheim T., Gilbert M. “Nobody is dead until warm and dead”: prolonged resuscitation is warranted in arrested hypothermic victims also in remote areas--a retrospective study from northern Norway. *Resuscitation.* 2014;85(9):1204–1211. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2014.04.029
6. Vretenar D.F., Urschel J.D., Parrott J.C., Unruh H.W. Cardiopulmonary bypass resuscitation for accidental hypothermia. *Ann Thorac Surg.* 1994;58(3):895–898. DOI: 10.1016/0003-4975(94)90784-6
7. Paal P., Gordon L., Strapazzon G., et al. Accidental hypothermia-an update : The content of this review is endorsed by the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MEDCOM). *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2016;24(1):111. Published 2016 Sep 15. DOI: 10.1186/s13049-016-0303-7



8. Debaty G., Maignan M., Perrin B., et al. Cardiopulmonary responses during the cooling and the extracorporeal life support rewarming phases in a porcine model of accidental deep hypothermic cardiac arrest. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2016;24:91. Published 2016 Jul 8. DOI: 10.1186/s13049-016-0283-7
9. Vincent-Lambert C., Smith C.M., Goldstein L.N. Hypothermia in trauma patients arriving at an emergency department by ambulance in Johannesburg, South Africa: a prospective study. *Pan Afr Med J.* 2018;31:136. Published 2018 Oct 23. DOI: 10.11604/pamj.2018.31.136.13615
10. Dunne B., Christou E., Duff O., Merry C. Extracorporeal-assisted rewarming in the management of accidental deep hypothermic cardiac arrest: a systematic review of the literature. *Heart Lung Circ.* 2014;23(11):1029–1035. DOI: 10.1016/j.hlc.2014.06.011
11. Zafren K., Giesbrecht G.G., Danzl D.F., et al. Wilderness Medical Society practice guidelines for the out-of-hospital evaluation and treatment of accidental hypothermia. *Wilderness Environ Med.* 2014;25(4):425–445. DOI: 10.1016/j.wem.2014.09.002
12. Durrer B., Brugger H., Syme D.; International Commission for Mountain Emergency Medicine. The medical on-site treatment of hypothermia: ICAR-MEDCOM recommendation. *High Alt Med Biol.* 2003;4(1):99–103. DOI: 10.1089/152702903321489031
13. Staab D.B., Sorensen V.J., Fath J.J., Raman S.B., Horst H.M., Obeid F.N. Coagulation defects resulting from ambient temperature-induced hypothermia. *J Trauma.* 1994;36(5):634–638. DOI: 10.1097/00005373-199405000-00006
14. Holzer M., Behringer W., Schörkhuber W., et al. Mild hypothermia and outcome after CPR. Hypothermia for Cardiac Arrest (HACA) Study Group. *Acta Anaesthesiol Scand Suppl.* 1997;111:55–58.
15. Truhlar A., Deakin C.D., Soar J., et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 4. Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation.* 2015;95:148–201. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2015.07.017
16. Kot P., Botella J. Parada cardíaca por hipotermia accidental y resucitación cardiopulmonar prolongada [Cardiac arrest due to accidental hypothermia and prolonged cardiopulmonary resuscitation]. *Med Intensiva.* 2010;34(8):567–570. DOI: 10.1016/j.medin.2009.12.001
17. Grin N., Rousson V., Darocha T., et al. Hypothermia Outcome Prediction after Extracorporeal Life Support for Hypothermic Cardiac Arrest Patients: Assessing the Performance of the HOPE Score in Case Reports from the Literature. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(22):11896. Published 2021 Nov 12. DOI: 10.3390/ijerph182211896
18. Shin J., Kim J., Song K., Kwak Y. Core temperature measurement in therapeutic hypothermia according to different phases: comparison of bladder, rectal, and tympanic versus pulmonary artery methods. *Resuscitation.* 2013;84(6):810–817. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2012.12.023
19. Zafren K., Giesbrecht G.G., Danzl D.F., et al. Hypothermia Evidence, Afterdrop, and Guidelines. *Wilderness Environ Med.* 2015;26(3):439–441. DOI: 10.1016/j.wem.2015.02.001
20. Brown D.J., Brugger H., Boyd J., Paal P. Accidental hypothermia [published correction appears in *N Engl J Med.* 2013 Jan 24;368(4):394]. *N Engl J Med.* 2012;367(20):1930–1938. DOI: 10.1056/NEJMr1114208
21. Pasquier M., Carron P.N., Rodrigues A., et al. An evaluation of the Swiss staging model for hypothermia using hospital cases and case reports from the literature. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2019;27(1):60. Published 2019 Jun 6. DOI: 10.1186/s13049-019-0636-0
22. Deslarzes T, Rousson V., Yersin B., Durrer B., Pasquier M. An evaluation of the Swiss staging model for hypothermia using case reports from the literature. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2016;24:16. Published 2016 Feb 17. DOI: 10.1186/s13049-016-0210-y
23. Rousson V., Hall N., Pasquier M. HOPE survival probability cutoff for ECLS rewarming in hypothermic cardiac arrest. *Resusc Plus.* 2024;18:100616. Published 2024 Mar 23. DOI: 10.1016/j.resplu.2024.100616
24. van der Ploeg G.J., Goslings J.C., Walpoth B.H., Bierens J.J. Accidental hypothermia: rewarming treatments, complications and outcomes from one university medical centre. *Resuscitation.* 2010;81(11):1550–1555. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2010.05.023
25. Brugger H., Falk M., Adler-Kastner L. Der Lawinennotfall. Neue Aspekte zur Pathophysiologie und Therapie von Lawinenverschütteten [Avalanche emergency. New aspects of the pathophysiology and therapy of buried avalanche victims]. *Wien Klin Wochenschr.* 1997;109(5):145–159.
26. Reuler J.B. Hypothermia: pathophysiology, clinical settings, and management. *Ann Intern Med.* 1978;89(4):519–527. DOI: 10.7326/0003-4819-89-4-519
27. Hungerer S., Ebenhoch M., Bühren V. 17 degrees Celsius body temperature--resuscitation successful?. *High Alt Med Biol.* 2010;11(4):369–374. DOI: 10.1089/ham.2010.1013



28. Tiruvoipati R., Balasubramanian S.K., Khoshbin E., Hadjinikolaou L., Sosnowski A.W., Firmin R.K. Successful use of venovenous extracorporeal membrane oxygenation in accidental hypothermic cardiac arrest. *ASAIO J.* 2005;51(4):474–476. DOI: 10.1097/01.mat.0000169124.32865.d6
29. Saczkowski R.S., Brown D.J.A., Abu-Laban R.B., Fradet G., Schulze C.J., Kuzak N.D. Prediction and risk stratification of survival in accidental hypothermia requiring extracorporeal life support: An individual patient data meta-analysis. *Resuscitation.* 2018;127:51–57. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2018.03.028
30. Grigore A.M., Grocott H.P., Mathew J.P., et al. The rewarming rate and increased peak temperature alter neurocognitive outcome after cardiac surgery. *Anesth Analg.* 2002;94(1):. DOI: 10.1097/00000539-200201000-00002
31. Kornberger E., Schwarz B., Lindner K.H., Mair P. Forced air surface rewarming in patients with severe accidental hypothermia. *Resuscitation.* 1999;41(2):105–111. DOI: 10.1016/s0300-9572(99)00069-6
32. Kirkpatrick A.W., Garraway N., Brown D.R., et al. Use of a centrifugal vortex blood pump and heparin-bonded circuit for extracorporeal rewarming of severe hypothermia in acutely injured and coagulopathic patients. *J. Trauma.* 2003;55(3):407–412. DOI: 10.1097/01.TA.0000078693.35083.20
33. Sepehrpour A.H., Gupta S., Lall K.S. When should cardiopulmonary bypass be used in the setting of severe hypothermic cardiac arrest?. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2013;17(3):564–569. DOI: 10.1093/icvts/ivt208
34. Ruttman E., Weissenbacher A., Ulmer H., et al. Prolonged extracorporeal membrane oxygenation-assisted support provides improved survival in hypothermic patients with cardiocirculatory arrest. *J. Thorac Cardiovasc Surg.* 2007;134(3):594–600. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2007.03.049

АВТОРЫ

Лахин Роман Евгеньевич — д.м.н., ORCID: 0000–0001–6819–9691; SPIN: 7261–9985

AUTHORS

Lakhin Roman Evgen'evich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID 0000–0001–6819–9691; SPIN 7261–9985



УДК 616.5-006.326

DOI: 10.54866/27129632_2024_3_126

ЛИПОМА ГЛАВНОГО БРОНХА КАК РЕДКОЕ КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

© А.Н. ТУЛУПОВ^{1,2}, М.И. САФОВЕВ¹, А.Е. ДЕМКО^{1,2}, А.А. ЕСЕНОКОВ¹

¹ ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

² ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО России, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

Целью статьи является демонстрация успешного лечения пациентки с липомой правого главного бронха, обусловливавшей наличие клинических и рентгенологических признаков рецидивирующей пневмонии с преимущественным поражением нижней доли правого легкого и частыми обострениями. Липома успешно удалена путем фибробронхоскопии под местным лидокаиновым обезболиванием. В отдаленном послеоперационном периоде признаки рецидивирующей пневмонии у реконвалесцентки полностью исчезли.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: липома главного бронха, эндоскопическое удаление доброкачественной опухоли.

КАК ЦИТИРОВАТЬ. Тулупов А.Н., Сафоев М.И., Демко А.Е., Есеноков А.А. Липома главного бронха как редкое клиническое наблюдение // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 3. С. 126–132.

MAIN BRONCHIAL LIPOMA AS A RARE CLINICAL OBSERVATION

© A.N. TULUPOV^{1,2}, M.I. SAFOEV¹, A.E. DEMKO^{1,2}, A.A. ESENOKOV¹

¹ St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

² Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

The purpose of the article is to demonstrate the successful treatment of a patient with lipoma of the right main bronchus, which caused the presence of clinical and radiological signs of chronic pneumonia with predominant damage to the lower lobe of the right lung. The lipoma was successfully removed by fibrobronchoscopy under topical lidocaine analgesia. In the remote postoperative period, the signs of chronic pneumonia in the convalescent completely disappeared.

KEYWORDS: lipoma of the main bronchus, endoscopic removal of a benign tumor.

TO CITE THIS ARTICLE. Tulupov A.N., Safoev M.I., Demko A.E., Esenokov A.A. Main bronchial lipoma as a rare clinical observation. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2024;(3):126–132.

Введение. Доброкачественные опухоли легких представлены папилломами, аденомами (карциноид), гамартомами, липомами и другими. Они составляют 7–10 % от общего числа новообразований легких, развиваясь с одинаковой частотой у женщин и мужчин. Доброкачественные новообразования обычно регистрируются у молодых пациентов в возрасте до 35 лет.

Аденома и папиллома встречаются нечасто. Обычно локализируются в трахее и крупных бронхах, растут экзофитно, медленно. Могут подвергаться малигнизации. Папилломы имеют широкое основание и плотную консистенцию, часто сочетаются с папилломатозом гортани и нередко наблюдаются у детей. Аденома является округлым новообразованием с гладкой поверхностью, мягко-эластической консистенции.

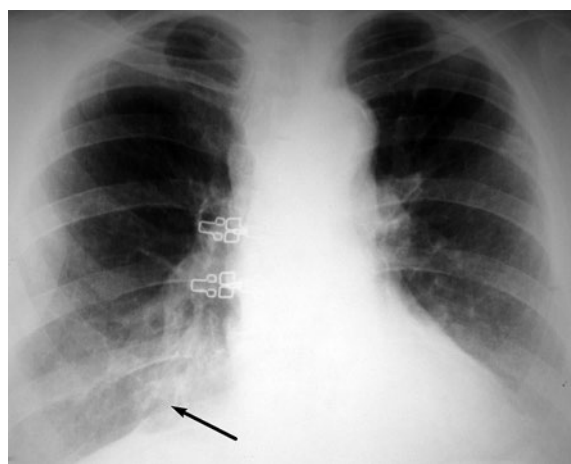
Карциноид — нейроэндокринная злокачественная опухоль, развивающаяся из клеток Кульчицкого. Встречается в возрастной группе 40–50 лет с одинаковой частотой у женщин и мужчин. Особенность этих новообразований состоит в способности к секреции биологически активных веществ: серотонина, кальцитонина, гастрина, соматостатина и адренокортикотропного гормона, которые находятся в основе патогенеза т.н. карциноидного синдрома. Типичный карциноид (тип I) характеризуется медленным развитием, метастазирует редко. Основной тип роста — эндобронхиальный. Наиболее частая локализация (более 80 %) — долевые и главные бронхи. Атипичные карциноидные опухоли (тип II) составляют около 20 % от общего количества карциноидов. Обычно эти новообразования периферические. Протекают

более агрессивно по сравнению с типичным вариантом опухоли. Регионарные метастазы наблюдаются в половине наблюдений.

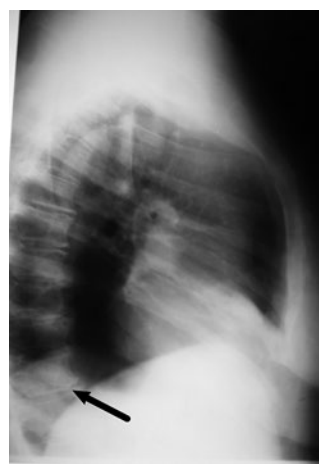
Гамартома (хондрома) возникает как результат нарушения эмбрионального развития легких. Одной из наиболее редко встречающихся доброкачественных опухолей легких является липома.

Классическим способом удаления эндобронхиальных доброкачественных опухолей является операция под общим обезболиванием с интубацией трахеи путем ригидной бронхоскопии. Однако, как показывает наш опыт, возможны исключения.

Описание клинического наблюдения. Больная Г., 67 лет, пенсионерка, в течение последних 5 лет страдала рецидивирующей пневмонией с частыми (до 5 раз в год) обострениями. Поступила в СПб НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе с очередным обострением. В качестве сопутствующей патологии имелись гипертоническая болезнь II стадии, атеросклероз магистральных, коронарных и мозговых сосудов. При обзорной рентгенографии груди в прямой и правой боковой проекциях выявлены уменьшение в объеме, снижение воздушности и выраженный пневмофиброз S10 правого легкого (Рис. 1).



А



Б

Рис. 1. Обзорные рентгенограммы груди в прямой (а) и правой боковой (б) проекциях. Измененный S10 правого легкого указан стрелками

При компьютерной томографии груди помимо этого установлено наличие в правом главном бронхе проксимальнее отхождения верхнедолевого бронха экзофитно расположенного округлого мягкотканого

новообразования диаметром около 12 мм, в значительной степени стенозирующего просвет (Рис. 2). Была запланирована диагностическая фибробронхоскопия с биопсией под местным обезболиванием.

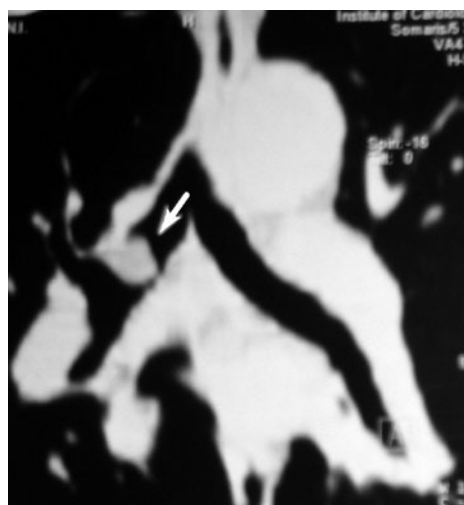


Рис. 2. Компьютерная томограмма груди в прямой проекции. Новообразование правого главного бронха указано стрелкой

Под местной терминальной анестезией Sol. Lidocaini 2 % — 24,0 выполнена фибробронхоскопия. В просвете правого главного бронха в 2 см от бифуркации трахеи выше отхождения верхнедолевого бронха имеется округлое ин-

капсулированное новообразование желто-розового цвета, диаметром около 1 см, фиксированное в наружной стенке бронха, существенно стенозирующее его просвет и ограниченно подвижное (Рис. 3).



Рис. 3. Эндофото новообразования правого главного бронха

Учитывая подвижность опухоли и наличие ее тонкой ножки, произведено ее полное удаление путем электрокоагуляции ножки при помощи петли. Мобилизованная опухоль захвачена эндо-

скопическими щипцами за культю ножки и свободно извлечена наружу вместе с рабочей частью фибробронхоскопа (Рис. 4).

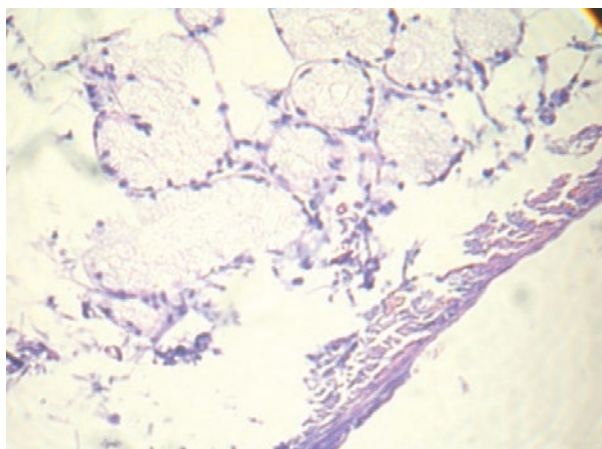
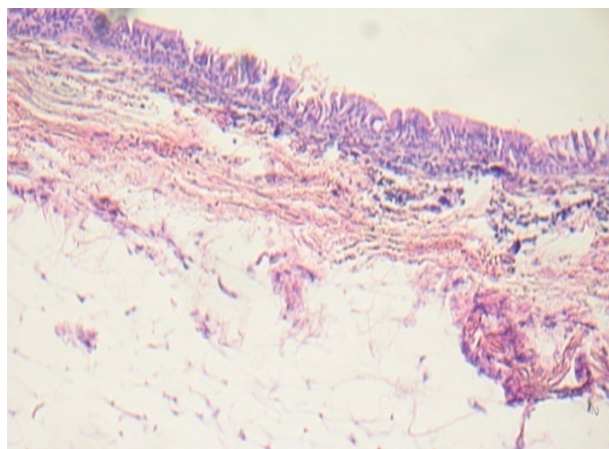


Рис. 4. Удаленное новообразование правого главного бронха

При контрольном эндоскопическом осмотре сразу после этого стенка правого главного бронха герметична, не кровоточит. Выполнена санация трахеобронхиального дерева, во время которой из бассейна правого нижнедолевого бронха удалено большое количество слизисто-гнойной мокроты. Послеоперационный период протекал без осложнений, выписана из стационара через 2 суток после вмешательства. При плановом гистологическом исследовании удаленной опухоли — липома (доброкачественная опухоль) (Рис. 5). При контакте с пациенткой по телефону через год установлено, что у нее жалоб нет, обострения

пневмонии полностью исчезли. От госпитализации для контрольного обследования она, к сожалению, отказалась.

Обсуждение. Данное клиническое наблюдение полностью соответствует описываемым в научной литературе особенностям этого доброкачественного новообразования. Эндобронхиальная липома — чрезвычайно редкая доброкачественная опухоль, составляющая примерно 0,1–0,5 % всех опухолей бронхов [9]. Эндобронхиальные липомы чаще встречаются у мужчин и в правом легком [16]. В большинстве случаев опухоли локализируются в первых трех отделах трахеобронхиального



*Рис. 5. Микрофото удаленной липомы главного бронха.
Окраска гематоксин-эозином, увеличение слева — $\times 40$, справа — $\times 200$*

дерева [17]. Они характеризуются подслизистым эндобронхиальным ростом и сопровождаются развитием гиповентиляционных, воспалительных, обструктивных и склеротических изменений в легком дистальнее своего расположения. Эти опухоли могут приводить к эндобронхиальной обструкции, ателектазу и рецидивирующей пневмонии [1], и даже к необратимым повреждениям легких, если их не диагностировать и не удалить на ранней стадии. Гистологически показано, что эндобронхиальные липомы содержат множество однородных адипоцитов [19]. Согласно существующей литературе, все эндобронхиальные липомы единичны (по одной на пациента). Zhao

S., et al. (2020), сообщают о редком случае, когда у 52-летнего мужчины имелись два поражения, и ему была проведена бронхоскопическая резекция опухоли в левом главном бронхе и левом нижне-долевом бронхе. Обе опухоли были патологически подтверждены как эндобронхиальная липома [26]. Липома бронха практически никогда не озлокачивается.

Вывод. Липома главного бронха, вызывающая существенные вентиляционные нарушения и воспалительные изменения в легком, может быть успешно удалена эндобронхиальным доступом путем фибробронхоскопии под местным обезболиванием.

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

SOURCE OF FUNDING. The study was performed without sponsorship.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Салимов З.Р. Клинический случай эндобронхиальной липомы, осложненной рецидивирующей пневмонией // Межрегиональная видеоконференция с разбором клинических случаев «Новые технологии в области лечения и диагностики онкологических заболеваний. Часть 12. Дата проведения: 30.06.2023». М., 2023. URL: https://glavonco.ru/interregional_conferences/30-iyunya-2023/?ysclid=m15z-kfazjf817736452.
2. Alazemi S., Majid A., Ruiz A.I., et al. An elderly woman with chronic dyspnea and endobronchial lesion. *Chest*. 2010;137(2):460-466. doi: 10.1378/chest.09-0876.
3. Boland J.M., Fritchie K.J., Erickson-Johnson M.R., et al. Endobronchial lipomatous tumors: clinicopathologic analysis of 12 cases with molecular cytogenetic evidence supporting classification as “lipoma”. *Am J Surg Pathol*. 2013;37(11):1715-1721. doi: 10.1097/PAS.0b013e3182a115c9.
4. Galvez C., Sesma J., Bolufer S., et al. Single-incision video-assisted anatomical segmentectomy with handsewn bronchial closure for endobronchial lipoma. *Ann Transl Med*. 2016 Aug;4(15):284. DOI: 10.21037/atm.2016.07.25.
5. Casanova Espinosa A., Cisneros Serrano C., Girón Moreno R.M., et al. Empiema pleural asociado a lipoma endobronquial [Pleural empyema associated with endobronchial lipoma]. *Arch Bronconeumol*. 2005 Mar;41(3):172-4. (In Spanish). DOI: 10.1016/s1579-2129(06)60418-7.



6. Dumon J.F. Lipome du segment ventral du lobe supérieur droit. Photo résection au laser par fibroscopie sous anesthésie locale [Lipoma of the ventral segment of the right upper lobe. Laser photoresection by fiberoscopy under local anesthesia]. *Nouv Presse Med.* 1981 Jan 24;10(3):177. (In French). PMID: 7220324.
7. Dy R.V., Patel S., Harris K., Mador M.J. Endobronchial lipoma causing progressive dyspnea. *Respir Med Case Rep.* 2017;22:95-97.
8. Eren F., Candan T., Eren B., et al. Endobronchial lipoma. *JPak Med Assoc.* 2013;63(6):784-785.
9. Huisman C., van Kralingen K.W., Postmus P.E., et al. Endobronchial lipoma: a series of three cases and the role of electrocautery. *Respiration.* 2000;67(6):689-692. doi: 10.1159/000056302.
10. Irani F., Kumar B., Reddy P., et al. An endobronchial lipoma mimicking asthma and malignancy. *Prim Care Respir J.* 2010;19:281-283. doi: 10.4104/pcrj.2009.00070.
11. Kassem H., Dhillon S., Huang M., Kumar A., Qiu J. Endobronchial lipoma: bronchoscopy, imaging and pathology. *Ther Adv Respir Dis.* 2014;8(5):162-164. doi: 10.1177/1753465814548190.
12. Kim N.R., Kim H.J., Kim J.K., et al. Intrapulmonary lipomas: report of four cases. *Histopathology.* 2003;42(3):305-306. doi: 10.1046/j.1365-2559.2003.15334.x.
13. Lamprecht B., Hutarew G., Porsch P., et al. Successful bronchoscopic cryorecanalization in a case of endobronchial lipoma. *Diagn Ther Endosc.* 2011;2011:845686. doi: 10.1155/2011/845686.
14. Liew C.J., Tham K.Y., Poh A.C., Tee A. Endobronchial lipoma. *Singap Med J.* 2017;58(8):510-511. doi: 10.11622/smedj.2017015.
15. Madan K., Agarwal R., Bal A., et al. Bronchoscopic management of a rare benign endobronchial tumor. *Rev Port Pneumol.* 2012;18(5):251-254. doi: 10.1016/j.rppneu.2012.02.003.
16. Moran A.M., Jian B., Min H., Pechet T., Fogt F. Peripheral intrapulmonary lipoma in a 26-year-old woman — a case report. *Pol J Pathol.* 2011;62(2):113-5. PMID: 21866469.
17. Muraoka M., Oka T., Akamine S., et al. Endobronchial lipoma: review of 64 cases reported in Japan. *Chest.* 2003;123:293-296. doi: 10.1378/chest.123.1.293.
18. On R., Kushima H., Ishii H., Watanabe K. Endobronchial Lipoma: The Diagnostic Benefit of Computed Tomography Findings. *Intern Med.* 2018;57(2):285-286. doi: 10.2169/internalmedicine.9289-17.
19. Ryan G., Elamin E. Two cases of endobronchial lipoma. *Chest.* 2017;152(4):A726. doi: 10.1016/j.chest.2017.08.755.
20. Simmers T.A., Jie C., Sie B. Endobronchial lipoma posing as carcinoma. *Neth J Med.* 1997 Oct;51(4):143-5. DOI: 10.1016/s0300-2977(97)00047-8.
21. Sivapalan P., Gottlieb M., Christensen M., Clementsen P.F. An obstructing endobronchial lipoma simulating COPD. *Eur Clin Respir J.* 2014;1:25664. DOI: 10.3402/ecrj.v1.25664.
22. Sommer B., Walter P., Remberger K.: Bronchial lipoma: Diagnosis by computer tomography. *Rofo.* 1982;136:595-596.
23. Wang H., Du Z., Li A., Song J. Surgical treatment of an endobronchial lipoma obstructing the right upper bronchus: Imaging features with pathological correlation. *Pak J Med Sci.* 2013;29(6):1447-1449.
24. Nassiri A.H., Dutau H., Breen D., Colchen A., Quiot J.J., Nguyen B., Vergnon J.M. A multicenter retrospective study investigating the role of interventional bronchoscopic techniques in the management of endobronchial lipomas. *Respiration.* 2008;75(1):79-84. doi: 10.1159/000109709.
25. Yang Y.M., Pu C., Li Y., Ke H.X., Xu X.M., Fang B.M. Endobronchial lipoma: report of 2 cases and review of the Chinese literature. *Zhonghua Jie He He Hu Xi Za Zhi.* 2012;35(3):176-179.
26. Yun S.C., Na M.J., Choi E., Kwon S.J., Lee S.J., Oh S.H., Cha E.J., Son J.W. Successful removal of endobronchial lipoma by flexible bronchoscopy using electrosurgical snare. *Tuberc Respir Dis.* 2013;74(2):82-85. doi: 10.4046/trd.2013.74.2.82.
27. Zhao S., Shui Y., Dai Z. Multiple endo bronchial lipoma: a rare case report. *BMC Pulm Med.* 2020 Sep 22;20(1):251. DOI: 10.1186/s12890-020-01287-4

REFERENCES

1. Salimov Z.R. Klinicheskiy sluchay endobronkhial'noy lipomy, oslozhnennoy retsidiviruyushchey pnevmoniey. *Mezhregional'naya videokonferentsiya s razborom klinicheskikh sluchaev «Novye tekhnologii v oblasti lecheniya i diagnostiki onkologicheskikh zabolevaniy. Chast' 12. Data provedeniya: 30.06.2023» = Interregional videoconference with clinical case analysis "New technologies in the field of treatment and diagnosis of oncologic diseases. Part 12. Date: June 30, 2023."* Moscow; 2023. https://glavonco.ru/interregional_conferences/30-iyunya-2023/?ysclid=m15zsfzjf817736452.
2. Alazemi S., Majid A., Ruiz A.I., et al. An elderly woman with chronic dyspnea and endobronchial lesion. *Chest.* 2010;137(2):460-466. doi: 10.1378/chest.09-0876.



3. Boland J.M., Fritchie K.J., Erickson-Johnson M.R., et al. Endobronchial lipomatous tumors: clinico-pathologic analysis of 12 cases with molecular cytogenetic evidence supporting classification as “lipoma”. *Am J Surg Pathol.* 2013;37(11):1715-1721. doi: 10.1097/PAS.0b013e3182a115c9.
4. Galvez C., Sesma J., Bolufer S., et al. Single-incision video-assisted anatomical segmentectomy with handsewn bronchial closure for endobronchial lipoma. *Ann Transl Med.* 2016 Aug;4(15):284. DOI: 10.21037/atm.2016.07.25.
5. Casanova Espinosa A., Cisneros Serrano C., Girón Moreno R.M., et al. Empiema pleural asociado a lipoma endobronquial [Pleural empyema associated with endobronchial lipoma]. *Arch Bronconeumol.* 2005 Mar;41(3):172-4. (In Spanish). DOI: 10.1016/s1579-2129(06)60418-7.
6. Dumon J.F. Lipome du segment ventral du lobe supérieur droit. Photo résection au laser par fibroscopie sous anesthésie locale [Lipoma of the ventral segment of the right upper lobe. Laser photoresection by fiberoscopy under local anesthesia]. *Nouv Presse Med.* 1981 Jan 24;10(3):177. (In French). PMID: 7220324.
7. Dy R.V., Patel S., Harris K., Mador M.J. Endobronchial lipoma causing progressive dyspnea. *Respir Med Case Rep.* 2017;22:95-97.
8. Eren F., Candan T., Eren B., et al. Endobronchial lipoma. *JPak Med Assoc.* 2013;63(6):784-785.
9. Huisman C., van Kralingen K.W., Postmus P.E., et al. Endobronchial lipoma: a series of three cases and the role of electrocautery. *Respiration.* 2000;67(6):689-692. doi: 10.1159/000056302.
10. Irani F., Kumar B., Reddy P., et al. An endobronchial lipoma mimicking asthma and malignancy. *Prim Care Respir J.* 2010;19:281-283. doi: 10.4104/pcrj.2009.00070.
11. Kassem H., Dhillon S., Huang M., Kumar A., Qiu J. Endobronchial lipoma: bronchoscopy, imaging and pathology. *Ther Adv Respir Dis.* 2014;8(5):162-164. doi: 10.1177/1753465814548190.
12. Kim N.R., Kim H.J., Kim J.K., et al. Intrapulmonary lipomas: report of four cases. *Histopathology.* 2003;42(3):305-306. doi: 10.1046/j.1365-2559.2003.15334.x.
13. Lamprecht B., Hutarew G., Porsch P., et al. Successful bronchoscopic cryorecanalization in a case of endobronchial lipoma. *Diagn Ther Endosc.* 2011;2011:845686. doi: 10.1155/2011/845686.
14. Liew C.J., Tham K.Y., Poh A.C., Tee A. Endobronchial lipoma. *Singap Med J.* 2017;58(8):510-511. doi: 10.11622/smedj.2017015.
15. Madan K., Agarwal R., Bal A., et al. Bronchoscopic management of a rare benign endobronchial tumor. *Rev Port Pneumol.* 2012;18(5):251-254. doi: 10.1016/j.rppneu.2012.02.003.
16. Moran A.M., Jian B., Min H., Pechet T., Fogt F. Peripheral intrapulmonary lipoma in a 26-year-old woman — a case report. *Pol J Pathol.* 2011;62(2):113-5. PMID: 21866469.
17. Muraoka M., Oka T., Akamine S., et al. Endobronchial lipoma: review of 64 cases reported in Japan. *Chest.* 2003;123:293-296. doi: 10.1378/chest.123.1.293.
18. On R., Kushima H., Ishii H., Watanabe K. Endobronchial Lipoma: The Diagnostic Benefit of Computed Tomography Findings. *Intern Med.* 2018;57(2):285-286. doi: 10.2169/internalmedicine.9289-17.
19. Ryan G., Elamin E. Two cases of endobronchial lipoma. *Chest.* 2017;152(4):A726. doi: 10.1016/j.chest.2017.08.755.
20. Simmers T.A., Jie C., Sie B. Endobronchial lipoma posing as carcinoma. *Neth J Med.* 1997 Oct;51(4):143-5. DOI: 10.1016/s0300-2977(97)00047-8.
21. Sivapalan P., Gottlieb M., Christensen M., Clementsen P.F. An obstructing endobronchial lipoma simulating COPD. *Eur Clin Respir J.* 2014;1:25664. DOI: 10.3402/ecrj.v1.25664.
22. Sommer B., Walter P., Remberger K.: Bronchial lipoma: Diagnosis by computer tomography. *Rofo.* 1982;136:595-596.
23. Wang H., Du Z., Li A., Song J. Surgical treatment of an endobronchial lipoma obstructing the right upper bronchus: Imaging features with pathological correlation. *Pak J Med Sci.* 2013;29(6):1447-1449.
24. Nassiri A.H., Dutau H., Breen D., Colchen A., Quiot J.J., Nguyen B., Vergnon J.M. A multicenter retrospective study investigating the role of interventional bronchoscopic techniques in the management of endobronchial lipomas. *Respiration.* 2008;75(1):79-84. doi: 10.1159/000109709.
25. Yang Y.M., Pu C., Li Y., Ke H.X., Xu X.M., Fang B.M. Endobronchial lipoma: report of 2 cases and review of the Chinese literature. *Zhonghua Jie He He Hu Xi Za Zhi.* 2012;35(3):176-179.
26. Yun S.C., Na M.J., Choi E., Kwon S.J., Lee S.J., Oh S.H., Cha E.J., Son J.W. Successful removal of endobronchial lipoma by flexible bronchoscopy using electrocautery snare. *Tuberc Respir Dis.* 2013;74(2):82-85. doi: 10.4046/trd.2013.74.2.82.
27. Zhao S., Shui Y., Dai Z. Multiple endo bronchial lipoma: a rare case report. *BMC Pulm Med.* 2020 Sep 22;20(1):251. DOI: 10.1186/s12890-020-01287-4.



АВТОРЫ

Тулупов Александр Николаевич — д.м.н., ORCID: 0000–0003–2696–4847

Сафоев Муса Искандерович — к.м.н., ORCID: 0000–0002–9358–875X

Демко Андрей Евгеньевич — д.м.н., ORCID: 0000–0002–5606–288X

Есеноков Аслан Арсенович — ORCID: 0000–0003–4379–8879

AUTHORS

Tulupov Alexander Nikolaevich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000–0003–2696–4847

Safoev Musa Iskanderovich — PhD, ORCID: 0000–0002–9358–875X

Demko Andrey Evgenevich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000–0002–5606–288X

Esenokov Aslan Arsenovich — ORCID: 0000–0003–4379–8879



Уважаемые коллеги, дорогие друзья!

Журнал «Неотложная помощь им. И.И. Джанелидзе» продолжает совершенствоваться. В этом выпуске, наряду со статьями, представляющими опыт представителей различных специальностей, представлена тематическая подборка статей по специальности «травматология и ортопедия». Это действительно знаковое событие в жизни нашего журнала. Сегодня медицинская и социальная значимость нашей специальности крайне высока. Травматологическое сообщество вышло на новые горизонты развития. Широко внедряются новые технологии лечения тяжёлых механических повреждений, новые методики лечения переломов в составе политравмы. Применение 3D технологий и технологий искусственного интеллекта в травматологии уже не представляется фантастикой и всё чаще и чаще применяется в практической травматологии. Значимое место в этих процессах занимают представители НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, который является уникальным примером дополняющего друг друга сотрудничества врачей-профессионалов высочайшего уровня и научных сотрудников. Безусловно, атмосфера института является благодатной средой для воспитания молодых специалистов. Доказательством этого являются уже ставшие традиционными сентябрьские дни травматологии в НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, основным направлением которых является образовательная деятельность. Так, в этом году в рамках этого мероприятия прошёл симпозиум, посвящённый замещению травматических дефектов мягких тканей и кости, и два обучающих курса с практическими упражнениями для начинающих травматологов и для опытных специалистов.

Позвольте пригласить представителей травматологического сообщества к участию в профессиональных дискуссиях на страницах нашего журнала. Мы всегда рады видеть вас в стенах института на научно-практических мероприятиях. Уверен, что подобное общение будет полезным для всех нас и будет способствовать профессиональному росту.

С наилучшими пожеланиями,

Игорь Григорьевич Беленький
Руководитель отдела травматологии, ортопедии и вертебрологии
ГБУ «НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», доктор медицинских наук





УДК 617-089.844

DOI: 10.54866/27129632_2024_1_134

РОЛЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ В ТРАВМАТОЛОГИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

© А.А. ПОВАЛИЙ¹, И.Г. БЕЛЕНЬКИЙ^{1,2}

¹ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия

² ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

Клинические рекомендации являются фундаментальной частью практики, но представляют собой лишь один тип доказательств, влияющих на клинические решения. Принятие решений — это многофакторное явление, требующее детального и всестороннего изучения. Несмотря на то, что принятие решений является одной из самых сложных и важных задач, выполняемых хирургами, существует относительная нехватка исследований, изучающих принятие хирургических решений и стратегии по его улучшению. Наиболее ярко это проявляется в экстренной травматологической практике.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ: на основании изучения специальной литературы определить пути совершенствования процесса принятия решений в травматологии и ортопедии с использованием компьютерных технологий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Был выполнен систематический поиск публикаций в РИНЦ, PubMed, Scopus, Web of Science базах, опубликованных преимущественно за последние десять лет по вопросам принятия решений в хирургии, травматологии на примере перелома проксимального отдела плечевой кости, искусственного интеллекта в медицине по ключевым словам и сочетаниям: принятие решений в хирургии, принятие решений в травматологии, принятие решений при переломе проксимального отдела плечевой кости, искусственный интеллект в медицине, машинное обучение.

РЕЗУЛЬТАТЫ. На примере переломов проксимального отдела плечевой кости можно сказать, что принятие решений рутинным способом без детального анализа приводит к ошибкам, но иной стороной проблемы является то, что эти ошибки сложно описать. Современные компьютерные технологии и принципы анализа данных открывают новые возможности в изучении проблемы. В частности, возможности архитектуры баз данных и создание систем автоматизированного анализа. Область травматологии и ортопедии имеет свою специфику и требует детальной проработки.

ВЫВОДЫ. Требуется проведение исследований в области принятия решений на примере конкретных переломов и локализацией с детализацией данных и последующих действий, выполненных на их основе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: принятие решений, хирургия, травматология и ортопедия, компьютерные технологии, искусственный интеллект.

КАК ЦИТИРОВАТЬ. Повалий А.А., Беленький И.Г. Роль компьютерных технологий в принятии решений в травматологии (обзор литературы) // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 1. С. 134–143.

THE ROLE OF COMPUTER TECHNOLOGIES IN DECISION-MAKING IN TRAUMATOLOGY (LITERATURE REVIEW)

© A.A. POVALIY¹, I.G. BELENKY^{1,2}

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Saint Petersburg State University”, Saint-Petersburg, Russia

² Saint Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

Clinical guidelines are a fundamental part of practice, but represent only one type of evidence influencing clinical decisions. Decision-making is a multifactorial phenomenon that requires detailed and comprehensive study.

OBJECTIVE. Based on the study of specialized literature, to determine the ways to improve the decision-making process in traumatology and orthopedics using computer technologies. Even though decision-making



ing is one of the most complex and important tasks performed by surgeons, there is a relative dearth of research examining surgical decision-making and strategies to improve it. This is most clearly manifested in emergency trauma practice.

MATERIAL AND METHODS. A systematic search was carried out for publications in the Russian Science Citation Index, PubMed, Scopus, Web of Science databases, published mainly in the last ten years on decision-making in surgery, traumatology on the example of a fracture of the proximal humerus, artificial intelligence in medicine, not by keywords and combinations: decision-making in surgery, decision-making in traumatology, decision-making in proximal humerus fracture, Artificial Intelligence in Medicine, Machine Learning. In particular, the capabilities of database architecture and the creation of automated analysis systems. The field of traumatology and orthopedics has its own specifics and requires detailed study.

RESULTS. Using proximal humerus fractures as an example, we can say that making decisions in a routine way without detailed analysis leads to errors, but the other side of the problem is that these errors are difficult to describe. Modern computer technologies and principles of data analysis open up new opportunities in the study of the problem.

CONCLUSIONS. Decision-making research is required on specific fractures and localization, detailing the data and follow-up actions taken on them.

KEYWORDS: decision-making, surgery, traumatology and orthopedics, computer technologies, artificial intelligence.

TO CITE THIS ARTICLE. Povaliy AA, Belenky IG. The role of computer technologies in decision-making in traumatology (literature review). *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2024;(1):134–143. (In Russ.).

Введение. В настоящее время в диагностике и лечении множества заболеваний и травм существуют общепринятые протоколы обследования и лечения [1]. На этой базе основаны клинические рекомендации, описывающие различные возможные варианты принятия решений в зависимости от установленного диагноза. Клинические рекомендации являются фундаментальной частью практики, но представляют собой лишь один тип доказательств, влияющих на клинические решения. Кроме того, уровни достоверности данных и убедительности доказательств, представленные в клинических рекомендациях, зачастую не являются высокими [2, 3]. Поэтому в ортопедической специальности выбираются и используются другие дополнительные источники фактических данных и знаний, которые влияют на реализацию рекомендаций [4]. Особенно это важно в тех случаях, когда имеется выбор между консервативным и оперативным лечением, методом операции, необходимостью иммобилизации в послеоперационном периоде и ее сроках, программе реабилитационного лечения. При этом травматолог должен учитывать большое количество объективных и субъективных факторов [4, 5]. Это местные и системные факторы. К числу первых относятся характер и энергия травмы, ее давность, качество кости, состояние мягких тканей, степень местных расстройств кровообращения. Системные факторы — это пол, возраст пациента, наличие соматической патологии, качество костной ткани. Нельзя не учитывать также социальные факторы, такие, как профессия, необходимость скорейшего возврата к професси-

ональной деятельности, кооперабельность в процессе лечения. Безусловно, на принятие решения оказывают влияние также и факторы хирурга [6]. Решающее значение имеет способность конкретного хирурга выполнить ту или иную операцию, наличие необходимых инструментов, оборудования и имплантатов. Кроме того, важно учитывать возможности стационара в целом, наличие смежных специалистов, отделения реанимации, возможности медикаментозного обеспечения лечебного процесса [7]. Безусловно, подходы к реализации рекомендаций должны учитывать этот разнообразный спектр знаний и фактических данных, которые влияют на принятие решения, а также учитывать меняющиеся контексты, в которых эти решения принимаются.

Цель исследования: на основании изучения специальной литературы определить пути совершенствования процесса принятия решений в травматологии и ортопедии с использованием компьютерных технологий.

Решения и хирургия. Хирургической деятельности свойственно принятие сложных, ответственных решений на этапах планирования операции, ее выполнения, стратегии послеоперационной реабилитации. На каждом из этих этапов имеются определенные факторы риска. Процесс устранения изменяемых факторов риска, управления вероятностью развития осложнений и оптимизации использования имеющихся ресурсов довольно сложен, не может быть четко описан алгоритмами и зачастую приводит к ошибкам и осложнениям хирургического лечения. Таким образом, диагностические ошибки и ошибки в



суждениях являются наиболее распространенной причиной предотвратимого вреда, причиняемого хирургическим пациентам [8, 9]. В процессе принятия хирургических решений доминируют гипотетические дедуктивные рассуждения и индивидуальные суждения, которые очень вариативны и плохо подходят для исправления этих ошибок. В иностранной литературе описаны инструменты поддержки принятия клинических решений, такие как «Калькулятор хирургического риска Национальной программы улучшения качества хирургии». Они могут уменьшить вариативность принятия решений и снизить риски, но их клиническому внедрению препятствуют неоптимальная точность и трудоемкий ручной сбор и ввод данных [10–14]. Несмотря на то, что принятие решений является одной из самых сложных и важных задач, выполняемых хирургами, существует относительная нехватка исследований, изучающих принятие хирургических решений и стратегии по его улучшению [6]. Наиболее ярко это проявляется в экстренной травматологической практике.

Принятие решений в травматологии и ортопедии. Решения о ведении травматологического пациента часто приходится принимать в условиях сильного стресса и хаоса, в особенности в случаях одномоментного поступления большого количества пострадавших с травмами. При этом обычно клиницисты сталкиваются с ограниченностью времени, недостаточностью информации о травмах и общем состоянии пациента, что увеличивает риски возникновения непредвиденных событий. В результате существует высокая вероятность ошибок при ведении травмированных пациентов, и это особенно актуально на ранних этапах оценки, когда предпринимаются первоначальные меры по тактике лечения [7]. Действительно, один и тот же перелом можно первично лечить в гипсовой повязке, аппарате наружной фиксации или выполнить первичную внутреннюю фиксацию. Каждый из этих путей требует разных трудозатрат, расходных материалов и инструментов. В подобных случаях имеет большое значение также командная работа и общение с коллегами. Так, ряд исследований показал высокий уровень предотвратимых нежелательных явлений среди хирургических пациентов, большинство из которых связаны с ошибками в когнитивных факторах и отсутствием взаимопонимания среди дежурных травматологов и членов мультидисциплинарной бригады [15]. Таким образом, способность травматологической бригады к принятию своевременных и эффективных решений имеет первостепенное значение для повышения производительности, избегания ошибок, кото-

рые могут привести к различного рода осложнениям, и, в конечном итоге, для оптимизации результатов лечения пациентов [16].

В широком смысле, эти навыки называются нетехническими и обычно относятся к когнитивным навыкам и навыкам межличностного общения, которые необходимы для удовлетворительного выполнения сложной задачи, помимо обязательных специальных технических знаний. Тем не менее, несмотря на их важность, наше нынешнее понимание нетехнических навыков остается ограниченным несмотря на то, что значительный объем исследований в области когнитивной психологии был направлен на понимание того, как принимаются решения в естественных и важных условиях, например, при лечении пациента с травмой [17].

Проблемы в принятии решений стоят наиболее остро в случаях, когда имеется несколько вариантов лечения в одном и том же случае. Примером подобной ситуации может являться пациент с переломом проксимального отдела плечевой кости. Решение об оперативном или консервативном лечении зависит от нескольких факторов, включая биологический возраст пациента, сопутствующие заболевания и связанные с ними потенциальные риски анестезии, кооперативность пациента и качество кости. Кроме того, тип перелома является важным фактором при принятии решения о консервативном или хирургическом лечении. В целом, все переломы с минимальным смещением с дислокацией осколков <5 мм, отклонением оси $<20^\circ$ и смещением бугорка <2 мм подходят для консервативного лечения. Консервативное лечение сопряжено с необходимостью частого наблюдения, выполнения контрольных рентгенограмм, этапного изменения протокола реабилитации. Кроме того, в случае вторичного смещения отломков может встать вопрос об оперативном лечении в отсроченном периоде. В любом случае, длительность восстановления после консервативного лечения больше, чем при успешно выполненной операции остеосинтеза. С другой стороны, консервативное лечение позволяет избежать всех рисков, связанных с операцией и анестезией, а также местных и общих осложнений раннего послеоперационного периода. Необходимо также учитывать и возраст пациента. Так, Court-Brown et al. в серии из 125 лечившихся консервативно вальгусных переломов проксимального отдела плечевой кости [18] показали, что 80 % пожилых пациентов имели хорошие или отличные результаты, хотя у них имелся остаточный дефицит силы и диапазона движений. Безусловно, в случае лечения активного, требовательного к функции пациента в возрасте более 60 лет



можно рекомендовать хирургическое вмешательство, чтобы избежать периода иммобилизации и добиться потенциально более быстрого восстановления функции верхней конечности.

Хирургическое вмешательство при переломах проксимального отдела плечевой кости рекомендуется при всех видах переломов со смещением отломков. Что касается большого бугорка плечевой кости, смещение его более 2 мм считается недопустимым, так как может возникнуть вторичный импиджмент [19]. Тем не менее, ряд авторов считает показаниями к операции только смещение большого бугорка на 5 мм и ретроверсию головки плечевой кости на 20°. К показаниям к оперативному лечению относятся также нестабильные переломы с множественными метафизарными отломками, переломы через анатомическую шейку, переломы головки и переломы с сопутствующим вывихом плеча или поражением сосудов/нервов [20].

После решения лечить перелом хирургическим путем необходимо рассматривать различные варианты хирургического лечения, начиная от минимально инвазивной фиксации спицами [21, 22], пластинами с применением традиционной или малоинвазивной техники [23] или интрамедуллярных фиксаторов для проксимального отдела плечевой кости [20, 24], и заканчивая выполнением эндопротезирования плечевого сустава с возможной имплантацией гемипротеза, анатомического [20, 24] или реверсивного эндопротеза [24]. Таким образом, хирург должен тщательно оценить данные о переломе и пациенте в целом, чтобы иметь возможность найти наилучший вариант лечения для каждого конкретного пациента.

Многообразие возможных вариантов лечения говорит об отсутствии консенсуса в выборе оптимального способа. Особенно это касается хирургического лечения трех и четырех фрагментарных переломов проксимального отдела плечевой кости. К примеру, Olegud et al. не показали преимуществ хирургического лечения переломов проксимального отдела плечевой кости по сравнению с консервативным [25]. Тем не менее, на сегодняшний день нет достаточных данных, указывающих на то, что оперативное лечение, независимо от выбранного имплантата, может привести к улучшению исхода по сравнению с консервативным лечением [26].

Таким образом, при лечении пациента с травмой травматолог принимает решения на основе того объема информации о пациенте, который он получил после изучения анамнеза, клинических, лабораторных данных и результатов рентгенологических методов исследования [27]. При этом

даже опытные бригады почти у каждого пациента допускают хотя бы незначительные ошибки [27] и демонстрируют разногласия по поводу необходимости и сроков проведения различных вмешательств [28]. Одной из основных причин ошибок является отсутствие получения необходимой информации или использования имеющейся информации о состоянии пациента [29]. Это происходит потому, что традиционные методы анализа достигают своих пределов перед лицом все возрастающего объема данных. Каждый процесс в системе здравоохранения, каждая история болезни, каждое клиническое обследование или обследование с помощью различных аппаратов, визуализация, сбор жизненно важных показателей и их документирование генерируют огромное количество данных. В условиях растущей цифровизации системы здравоохранения эти данные сейчас в основном доступны нам в электронном виде. Одним из возможных решений является использование автоматизированных средств принятия решений: на основе информации о состоянии пациента и принятых мерах, которые постоянно импортируются через интерфейсы, эти системы могут предложить варианты лечения на основе рассчитанных вероятностей. Подобные системы уже успешно используются при подборе антибиотикотерапии у пациентов отделений интенсивной терапии [30] или при лечении онкологических больных [31]. Тем не менее, большинство систем, используемых до сих пор, не предназначены для принятия решений в течение нескольких секунд, что иногда может быть необходимо для экстренного пациента в травматологическом отделении. Кроме того, эти системы не учитывают уровни оказания помощи и ресурсы каждой конкретной клиники [32]. Таким образом, создание баз данных и цифровизация клиник могли бы значительно повысить качество процесса принятия решений. Данные, которые определяются как факты и статистические данные, собранные вместе для справки или анализа, по сути, являются единицами информации, собранной в ходе наблюдения.

Отдельно следует остановиться на технологиях искусственного интеллекта. Еще в 1970 году Уильям Б. Шварц опубликовал специальную статью в *New England Journal of Medicine*, в которой говорилось: «Компьютерная наука, вероятно, окажет свое основное влияние, дополняя, а в некоторых случаях и в значительной степени заменяя интеллектуальные функции врача» [6, 33]. Несмотря на выдающиеся достижения в области компьютерных технологий, это видение не было реализовано. Этому могло способствовать несколько факторов. Традиционные системы



поддержки принятия клинических решений требуют трудоемкого ручного сбора и ввода данных, что затрудняет их внедрение [12, 34]. Даже самые успешные и широко используемые значения статистических переменных не могут точно отражать патофизиологию отдельных пациентов, что отражается в их неоптимальной точности [35–37]. Уравнения параметрической регрессии также не могут представить сложные, нелинейные связи между входными переменными, что еще больше ограничивает точность традиционных моделей многомерной регрессии [38, 39]. Сегодня слабые стороны традиционных подходов могут быть преодолены с помощью моделей искусственного интеллекта, которым снабжаются данные интраоперационной системы и электронных медицинских карт в режиме реального времени, чтобы улучшить процесс принятия хирургических решений на предоперационном, интраоперационном и послеоперационном этапах лечения.

Искусственный интеллект относится к компьютерным системам, которые имитируют когнитивные функции человека, такие как обучение и решение проблем. В самом широком смысле компьютерная программа, использующая простые функции дерева решений, может имитировать человеческий интеллект. Однако искусственный интеллект обычно относится к компьютерным системам, которые обучаются на основе необработанных данных с некоторой степенью автономии, как это происходит с машинным обучением, глубоким обучением и обучением с подкреплением. В то время как традиционные системы поддержки принятия врачебных решений используют правила для генерации кодов и алгоритмов, модели искусственного интеллекта обучаются на примерах. В этом и заключается сила искусственного интеллекта для предиктивной аналитики в медицине: болезнь человека слишком широка и сложна, чтобы ее можно было объяснить и интерпретировать правилами [40, 41].

Одним из разделов искусственного интеллекта, в котором компьютерная система выполняет задачу без явных инструкций, является машинное обучение. Модели машинного обучения с учителем требуют знаний человека и компьютерной инженерии для разработки экстракторов признаков ручной работы, способных преобразовывать необработанные данные в желаемые представления. Алгоритм изучает связи между входными данными и заданными категориями выходных данных. После обучения контролируемая модель способна классифицировать новые невидимые входные данные. При использовании методов без учителя входные данные не имеют соответствующих аннотированных выходных категорий.

Алгоритм создает собственные выходные категории в соответствии со структурой и распределением входных данных. Такой подход позволяет обнаружить закономерности и фенотипы, которые не были распознаны до разработки модели. Машинное обучение было использовано для точного прогнозирования сепсиса, внутрибольничной смертности и острого повреждения почек с использованием данных интраоперационных временных рядов [8, 42–44]. Каждый алгоритм машинного обучения имеет свои преимущества и недостатки для различных задач, так что производительность зависит от соответствия алгоритма и задачи. Чтобы извлечь выгоду из этого явления, SuperLearner ранжирует набор алгоритмов кандидатов по их производительности и применяет оптимальный вес к каждому, создавая ансамблевые алгоритмы, которые могут точно предсказывать потребности в переливании крови и смертность среди травматологических больных [45–48]. Контролируемые и неконтролируемые входные функции машинного обучения должны создаваться вручную с использованием знаний в предметной области. В глубоком обучении, являющемся подобластью машинного обучения, признаки извлекаются самой моделью. В нем компьютерные системы изучают и представляют многомерные данные, регулируя взвешенные связи между входными переменными в многоуровневой иерархии нейронов или искусственной нейронной сети. Системы раннего предупреждения, которые предупреждают врачей о нестабильных жизненно важных показателях, иллюстрируют размерность данных. По мере линейного увеличения количества источников данных о жизненно важных показателях комбинации параметров тревоги, которые запускают сигналы тревоги системы раннего оповещения, увеличиваются экспоненциально, что приводит к частым ложным тревогам. Даже без соответствующего экспоненциального увеличения числа наблюдений данные являются высокоразмерными, когда для представления одного пациента или события используется много переменных, особенно когда число пациентов или событий в наборе данных относительно невелико, что приводит к уникальным и редким сочетаниям данных. Модели прогнозирования менее эффективны при классификации сочетаний данных, которые редко встречаются или отсутствуют в наборе данных разработки или обучения. Способность глубоких моделей представлять многомерные данные важна для их применения к принятию хирургических решений. В глубоких моделях начальный входной и конечный выходные слои соединены скрытыми слоями, содержащими скрытые узлы. Каждому скрытому узлу при-



сваивается вес, который зависит от предыдущих слоев, влияет на выходные данные этого нейрона и потенциально может повлиять на классификацию результатов всей сети. Алгоритм оптимизирует и обновляет весовые коэффициенты по мере обучения модели для достижения максимально возможной связи между входным и выходным слоями. Такая структура позволяет точно отображать хаотичные и нелинейные, но значимые отношения между входными объектами. Глубокие модели автоматически обучаются оптимальным представлениям признаков на основе необработанных данных без ручного проектирования признаков, обеспечивая логистическое преимущество по сравнению с моделями машинного обучения, требующими трудоемкой разработки признаков [49]. Автоматическое извлечение признаков также способствует обнаружению новых закономерностей и фенотипов, которые могли быть упущены из виду с помощью методов отбора признаков, созданных вручную. Клинические приложения глубокого обучения выигрывают от возможности включать несколько различных типов и источников данных в качестве входных данных для одной модели, включая носимые датчики и камеры, фиксирующие движения и выражения лица пациента с помощью компьютерного зрения, подопласти искусственного интеллекта, в которой глубокие модели используют пиксели из изображений и видео в качестве входных данных [50]. Глубокие модели успешно справляются с задачами фенотипирования пациентов, прогнозирования заболеваний и смертности [51–53]. Предварительные данные свидетельствуют о том, что глубокие модели теоретически способны точно прогнозировать риск периоперационных и послеоперационных осложнений и дополнять рекомендации по оперативному ведению и процессу информированного согласия. Несмотря на свою полезность для предиктивной аналитики, глубокое обучение дает только те вероятности результатов, которые слабо соответствуют конкретным решениям и действиям. В отличие от этого, обучение с подкреплением хорошо подходит для поддержки конкретных решений, принимаемых пациентами, лицами, осуществляющими уход, и хирургами.

Обучение с подкреплением — это область искусственного интеллекта, в которой компьютерные системы определяют действия, дающие наибольшую вероятность результата. Модели подкрепления можно обучать с помощью серии сценариев проб и ошибок, подвергая модель экспертным демонстрациям, или комбинации этих стратегий. Это происходит в структуре процесса принятия решений, состоящей из набора состо-

яний, набора действий, вероятности того, что определенное действие в определенном состоянии приведет к новому состоянию, и вознаграждения, которое получается в результате нового состояния. Используя эту структуру, система создает политику, которая определяет выбор или действие с наибольшей вероятностью желаемого результата, оценивая общее вознаграждение, относящееся к нескольким действиям, выполненным с течением времени, и относительную важность настоящих и будущих вознаграждений, облегчая применение обучения с подкреплением к клиническим сценариям, которые развиваются с течением времени. Обучение с подкреплением было использовано для рекомендации оптимальных стратегий инфузионной реанимации и введения вазопрессоров для пациентов с сепсисом [54].

К примеру, девятистодневная смертность была самой низкой, когда помощь, оказываемая клиницистами, соответствовала модельным рекомендациям. Обучение с подкреплением также было использовано для рекомендации базального и болюсного введения инсулина для виртуальных диабетиков 1 типа [55]. Алгоритм работал так же, как и стандартные методы прерывистого самоконтроля и непрерывного мониторинга глюкозы, но с меньшим количеством эпизодов гипогликемии. Аналогичные методы могут быть применены для дополнения решения об операции. Внедрение автоматизированных данных электронных медицинских карт. Закон о здравоохранении «Информационные технологии для экономики и клинического здравоохранения» от 2009 г. стимулировал внедрение систем электронных медицинских карт в США [56]. В течение 6 лет 4 из 5 больниц в США внедрили электронные медицинские карты [57]. Объем данных, генерируемых электронными медицинскими картами, ошеломляет и, вероятно, со временем будет увеличиваться. В 2013 году было сгенерировано около 153 миллиардов ГБ данных, при этом прогнозируемый рост составит 48 % в год [6]. Такой объем данных идеально подходит для моделей искусственного интеллекта, которые работают с большими наборами данных. Поскольку электронные медицинские карты постоянно обновляются по мере поступления данных о пациентах, модели искусственного интеллекта могут предоставлять прогнозы и рекомендации в режиме реального времени. Работы, опубликованные в течение последнего года, демонстрируют осуществимость такого подхода.

Тем не менее, попытки использовать ручной ввод данных для использования моделей машинного обучения для прогнозирования хирургического риска на мобильных устройствах увенчались успехом [58].



Несмотря на очевидную привлекательность использования искусственного интеллекта в практике травматолога, нельзя игнорировать и то, что мы понимаем под понятием интуиции. Человеческая интуиция, по-видимому, возникает из нейронов дофаминергической лимбической системы, которые изменяют свои связи друг с другом, когда определенный паттерн или ситуация приводят к награде или наказанию, например, к удовольствию или боли [59, 60]. Впоследствии подобные паттерны или ситуации вызывают положительные и отрицательные эмоции, или интуицию, которые являются мощными и эффективными инструментами принятия решений. В исследовании [61] интуитивного принятия решений, участники вытягивали карты из 1 из 4 колод для денежного вознаграждения. Две колоды были оборудованы так, чтобы быть выгодными, а две — невыгодными. Участники могли объяснить различия между колодами после того, как вытянули 80 карт, но демонстрировали измеримое беспокойство и потливость, когда тянулись к невыгодной колоде после того, как вытянули 10 карт, и начинали отдавать предпочтение более выгодной колоде после 50 карт, прежде чем они могли сознательно объяснить, что они делают или почему они это делают. Подобные явления происходят в реакциях выживания по принципу «бей или беги» при принятии финансовых решений [62, 63]. В медицине и, в частности, в хирур-

гии интуиция также может идентифицировать пациентов с опасными для жизни состояниями, которые были бы недооценены только традиционными клиническими параметрами [64, 65].

Заключение. Можно сказать, что тема принятия решения является актуальной и требует всестороннего изучения как в хирургии, так и в травматологии, в частности. Само событие как принятие решения имеет предпосылки, фоновые факторы и результат. Авторы настоящего исследования, понимая, что задача принятия решения требует точной и детальной проработки, намеренно выбрали для примера конкретную локализацию перелома, а именно проксимальный отдел плечевой кости. На примере переломов проксимального отдела плечевой кости можно сказать, что принятие решений рутинным способом без детального анализа приводит к ошибкам, но иной стороной проблемы является то, что эти ошибки сложно описать. Это означает, что перед нами, как перед исследователями, предстоит задача описать и проанализировать эти факторы. Безусловно, в сумме это достаточно большая информация с большим количеством зависимостей. Тем не менее, современные компьютерные технологии, а именно базы данных, электронные медицинские карты, а также системы машинного анализа и принципы анализа данных открывают новые возможности в изучении этой проблемы, что и будет являться предметом наших дальнейших исследований.

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

SOURCE OF FUNDING. The study was performed without sponsorship.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Britt L.D. Trauma: Still the Cornerstone of Acute Care Surgery Specialty. *Journal of the American College of Surgeons*. 2018;226(3):211–222. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2017.11.024.
2. Woltz S., Krijnen P., Pieterse A.H., Schipper I.B. Surgeons' perspective on shared decision making in trauma surgery. A national survey. *Patient Education and Counseling*. 2018;101(10):1748–1752. DOI: 10.1016/j.pec.2018.06.002.
3. Cobiauchi L., Dal Mas F., Agnoletti V., et al. Time for a paradigm shift in shared decision-making in trauma and emergency surgery? Results from an international survey. *World Journal of Emergency Surgery*. 2023;18(1). DOI: 10.1186/s13017-022-00464-6.
4. Бельский И.Г., Мануковский В.А., Тулунов А.Н. и др. Стратегия выполнения остеосинтеза: Проблемы и перспективы // Травматология и ортопедия России. 2022. Т. 28, № 2. С. 79–90.
5. Бельский И. Современные подходы к хирургическому лечению пациентов с остеопорозным переломом проксимального отдела бедренной кости // Остеопороз и остеопатии. 2022. Т. 25, № 3. С. 21–22.
6. Loftus T.J., Tighe P.J., Filiberto A.C., et al. Artificial Intelligence and Surgical Decision-making. *JAMA Surgery*. 2020;155(2):148. DOI: 10.1001/jamasurg.2019.4917.
7. Georgiou A., Lockey DJ. The performance and assessment of hospital trauma teams. *EUROMEDICA*. Published online 2011:51.
8. Henry K.E., Hager D.N., Pronovost PJ, Saria S. A targeted real-time early warning score (TREWScore) for septic shock. *Science Translational Medicine*. 2015;7(299). DOI: 10.1126/scitranslmed.aab3719.



9. Shanafelt T.D., Balch C.M., Bechamps G., et al. Burnout and Medical Errors Among American Surgeons. *Annals of Surgery*. 2010;251(6):995-1000. DOI: 10.1097/sla.0b013e3181bfdab3.
10. Clark D.E., Fitzgerald T.L., Dibbins A.W. Procedure-based postoperative risk prediction using NSQIP data. *Journal of Surgical Research*. 2018;221:322-327. DOI: 10.1016/j.jss.2017.09.003.
11. Hyde L.Z., Valizadeh N., Al-Mazrou A.M., Kiran R.P. ACS-NSQIP risk calculator predicts cohort but not individual risk of complication following colorectal resection. *The American Journal of Surgery*. 2019;218(1):131-135. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2018.11.017.
12. Légaré F., Ratté S., Gravel K., Graham I.D. Barriers and facilitators to implementing shared decision-making in clinical practice: Update of a systematic review of health professionals' perceptions. *Patient Education and Counseling*. 2008;73(3):526-535. DOI: 10.1016/j.pec.2008.07.018.
13. Lubitz A.L., Chan E., Zarif D., et al. American College of Surgeons NSQIP Risk Calculator Accuracy for Emergent and Elective Colorectal Operations. *Journal of the American College of Surgeons*. 2017;225(5):601-611. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2017.07.1069.
14. Raymond B.L., Wanderer J.P., Hawkins A.T., et al. Use of the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program Surgical Risk Calculator During Preoperative Risk Discussion: The Patient Perspective. *Anesthesia & Analgesia*. 2019;128(4):643-650. DOI: 10.1213/ane.0000000000003718.
15. Forster A.J., Asmis T.R., Clark H.D., et al. Ottawa hospital patient safety study: Incidence and timing of adverse events in patients admitted to a canadian teaching hospital. *Cmaj*. 2004;170(8):1235-1240.
16. Trimble M., Hamilton P. The thinking doctor: Clinical decision making in contemporary medicine. *Clinical Medicine*. 2016;16(4):343.
17. Flin R., Yule S., Paterson-Brown S., Rowley D., Maran N. The non-technical skills for surgeons (NOTSS) system handbook v1. 2: Structuring observation, rating and feedback of surgeons' behaviours in the operating theatre. *Aberdeen, Scotland: University of Aberdeen Central Printing Service*. Published online 2006.
18. Cattermole H., McQueen M., et al. Impacted valgus fractures (B1. 1) of the proximal humerus: The results of non-operative treatment. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*. 2002;84(4):504-508.
19. Kavuri V., Bowden B., Kumar N., Cernik D. Complications Associated with Locking Plate of Proximal Humerus Fractures. *Indian Journal of Orthopaedics*. 2018;52(2):108-116. DOI: 10.4103/ortho.ijortho_243_17.
20. Sandmann G.H. Surgical decision making. In: *Fractures of the Proximal Humerus*. Springer; 2015:83-86.
21. Bogner R., Ortmaier R., Moroder P., et al. Minimally invasive treatment of displaced proximal humeral fractures in patients older than 70 years using the humerusblock. *BioMed research international*. 2016;2016.
22. Ortmaier R., Filzmaier V., Hitzl W., et al. Comparison between minimally invasive, percutaneous osteosynthesis and locking plate osteosynthesis in 3- and 4-part proximal humerus fractures. *BMC musculoskeletal disorders*. 2015;16:1-9.
23. Vijayvargiya M., Pathak A., Gaur S. Outcome analysis of locking plate fixation in proximal humerus fracture. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*. 2016;10(8):RC01.
24. Brorson S., Palm H. Proximal humeral fractures: The choice of treatment. *Orthogeriatrics: The Management of Older Patients with Fragility Fractures*. Published online 2021:143-153.
25. Olerud P., Ahrengart L., Ponzer S., Saving J., Tidermark J. Internal fixation versus nonoperative treatment of displaced 3-part proximal humeral fractures in elderly patients: A randomized controlled trial. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 2011;20(5):747-755.
26. Handoll H.H., Elliott J., Thillemann T.M., Aluko P., Brorson S. Interventions for treating proximal humeral fractures in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2022;(6).
27. Fitzgerald M., Cameron P., Mackenzie C., et al. Trauma resuscitation errors and computer-assisted decision support. *Archives of Surgery*. 2011;146(2):218-225.
28. Anazodo A.N., Murthi S.B., Frank M.K., et al. Assessing trauma care provider judgement in the prediction of need for life-saving interventions. *Injury*. 2015;46(5):791-797.
29. Georgiou A., Locket D.J. The performance and assessment of hospital trauma teams. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine*. 2010;18(1):1-7.
30. Nachtigall I., Tafelski S., Deja M., et al. Long-term effect of computer-assisted decision support for antibiotic treatment in critically ill patients: A prospective 'before/after' cohort study. *BMJ open*. 2014;4(12).
31. Bibault J.E., Giraud P., Housset M., et al. Deep learning and radiomics predict complete response after neo-adjuvant chemoradiation for locally advanced rectal cancer. *Scientific reports*. 2018;8(1):12611.
32. Braun K., Pörringer D. Digital orthopedics and traumatology. In: *Digital Medicine*. Jenny Stanford Publishing; 2023:653-660.
33. Schwartz W.B. Medicine and the Computer. *New England Journal of Medicine*. 1970;283(23):1257-1264. DOI: 10.1056/nejm197012032832305.



34. Leeds I.L., Rosenblum A.J., Wise P.E., et al. Eye of the beholder: Risk calculators and barriers to adoption in surgical trainees. *Surgery*. 2018;164(5):1117-1123. DOI: 10.1016/j.surg.2018.07.002.
35. Loftus T.J., Brakenridge S.C., Croft C.A., et al. Neural network prediction of severe lower intestinal bleeding and the need for surgical intervention. *Journal of Surgical Research*. 2017;212:42-47. DOI: 10.1016/j.jss.2016.12.032.
36. Pepys M.B., Hirschfield G.M., Tennent G.A., et al. Targeting C-reactive protein for the treatment of cardiovascular disease. *Nature*. 2006;440(7088):1217-1221. DOI: 10.1038/nature04672.
37. Singh P.P., Zeng I.S.L., Srinivasa S., Lemanu D.P., Connolly A.B., Hill A.G. Systematic review and meta-analysis of use of serum C-reactive protein levels to predict anastomotic leak after colorectal surgery. *British Journal of Surgery*. 2013;101(4):339-346. DOI: 10.1002/bjs.9354.
38. Dybowski R., Gant V., Weller P., Chang R. Prediction of outcome in critically ill patients using artificial neural network synthesised by genetic algorithm. *The Lancet*. 1996;347(9009):1146-1150. DOI: 10.1016/s0140-6736(96)90609-1.
39. Kim S., Kim W., Park R.W. A Comparison of Intensive Care Unit Mortality Prediction Models through the Use of Data Mining Techniques. *Healthcare Informatics Research*. 2011;17(4):232. DOI: 10.4258/hir.2011.17.4.232.
40. Hashimoto D.A., Rosman G., Rus D., Meireles O.R. Artificial Intelligence in Surgery: Promises and Perils. *Annals of Surgery*. 2018;268(1):70-76. DOI: 10.1097/sla.0000000000002693.
41. Schwartz W.B., Patil R.S., Szolovits P. Artificial Intelligence in Medicine. *New England Journal of Medicine*. 1987;316(11):685-688. DOI: 10.1056/nejm198703123161109.
42. Adhikari L., Ozrazgat-Baslanti T., Ruppert M., et al. Improved predictive models for acute kidney injury with IDEA: Intraoperative Data Embedded Analytics. Valenza G, ed. PLOS ONE. 2019;14(4):e0214904. DOI: 10.1371/journal.pone.0214904.
43. Delahanty R.J., Kaufman D., Jones S.S. Development and Evaluation of an Automated Machine Learning Algorithm for In-Hospital Mortality Risk Adjustment Among Critical Care Patients*. *Critical Care Medicine*. 2018;46(6):e481-e488. DOI: 10.1097/ccm.0000000000003011.
44. Koyner J.L., Carey K.A., Edelson D.P., Churpek M.M. The Development of a Machine Learning Inpatient Acute Kidney Injury Prediction Model*. *Critical Care Medicine*. 2018;46(7):1070-1077. DOI: 10.1097/ccm.0000000000003123.
45. Christie S.A., Hubbard A.E., Callcut R.A., et al. Machine learning without borders? An adaptable tool to optimize mortality prediction in diverse clinical settings. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2018;85(5):921-927. DOI: 10.1097/ta.0000000000002044.
46. Hubbard A., Munoz I.D., Decker A., et al. Time-dependent prediction and evaluation of variable importance using superlearning in high-dimensional clinical data. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2013;75(Supplement 1):S53-S60. DOI: 10.1097/ta.0b013e3182914553.
47. Pirracchio R., Petersen M.L., Laan M. van der. Improving Propensity Score Estimators' Robustness to Model Misspecification Using Super Learner. *American Journal of Epidemiology*. 2014;181(2):108-119. DOI: 10.1093/aje/kwu253.
48. Pirracchio R., Petersen M.L., Carone M., Rigon M.R., Chevret S, Laan MJ van der. Mortality prediction in intensive care units with the Super ICU Learner Algorithm (SICULA): a population-based study. *The Lancet Respiratory Medicine*. 2015;3(1):42-52. DOI: 10.1016/s2213-2600(14)70239-5.
49. Shickel B., Tighe P.J., Bihorac A., Rashidi P. Deep EHR: A survey of recent advances in deep learning techniques for electronic health record (EHR) analysis. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*. 2018;22(5):1589-1604. DOI: 10.1109/jbhi.2017.2767063.
50. Davoudi A., Malhotra K.R., Shickel B., et al. Intelligent ICU for Autonomous Patient Monitoring Using Pervasive Sensing and Deep Learning. *Scientific Reports*. 2019;9(1). DOI: 10.1038/s41598-019-44004-w.
51. Goretti F., Oronti B., Milli M., Iadanza E. Deep Learning for Predicting Congestive Heart Failure. *Electronics*. 2022;11(23):3996. DOI: 10.3390/electronics11233996.
52. Hung C.Y., Chen W.C., Lai P.T., Lin C.H., Lee C.C. Comparing deep neural network and other machine learning algorithms for stroke prediction in a large-scale population-based electronic medical claims database. In: *2017 39th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*. IEEE; 2017:3110-3113.
53. Robinson P.N. Deep phenotyping for precision medicine. *Human Mutation*. 2012;33(5):777-780. DOI: 10.1002/humu.22080.
54. Komorowski M., Celi L.A., Badawi O., Gordon A.C., Faisal A.A. The Artificial Intelligence Clinician



learns optimal treatment strategies for sepsis in intensive care. *Nature Medicine*. 2018;24(11):1716-1720. DOI: 10.1038/s41591-018-0213-5.

55. Sun Q., Jankovic M.V., Budzinski J., et al. A dual mode adaptive basal-bolus advisor based on reinforcement learning. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*. 2019;23(6):2633-2641. DOI: 10.1109/jbhi.2018.2887067.

56. Birkhead G.S., Klompas M., Shah N.R. Uses of Electronic Health Records for Public Health Surveillance to Advance Public Health. *Annual Review of Public Health*. 2015;36(1):345-359. DOI: 10.1146/annurev-publhealth-031914-122747.

57. Adler-Milstein J., Holmgren A.J., Kralovec P., Worzala C., Searcy T., Patel V. Electronic health record adoption in US hospitals: the emergence of a digital “advanced use” divide. *Journal of the American Medical Informatics Association*. 2017;24(6):1142-1148. DOI: 10.1093/jamia/ocx080.

58. Bertsimas D., Dunn J., Velmahos G.C., Kaafarani H.M.A. Surgical Risk Is Not Linear: Derivation and Validation of a Novel, User-friendly, and Machine-learning-based Predictive OpTimal Trees in Emergency Surgery Risk (POTTER) Calculator. *Annals of Surgery*. 2018;268(4):574-583. DOI: 10.1097/sla.0000000000002956.

59. Hozak K., Olsen E.O. Lean psychology and the theories of “thinking, fast and slow.” *International Journal of Lean Six Sigma*. 2015;6(3):206-225.

60. Sanfey A.G., Rilling J.K., Aronson J.A., Nystrom L.E., Cohen J.D. The Neural Basis of Economic Decision-Making in the Ultimatum Game. *Science*. 2003;300(5626):1755-1758. DOI: 10.1126/science.1082976.

61. Bechara A., Damasio H., Tranel D., Damasio A.R. Deciding Advantageously Before Knowing the Advantageous Strategy. *Science*. 1997;275(5304):1293-1295. DOI: 10.1126/science.275.5304.1293.

62. LeDoux J. Rethinking the Emotional Brain. *Neuron*. 2012;73(4):653-676. DOI: 10.1016/j.neuron.2012.02.004.

63. Seymour B., Dolan R. Emotion, Decision Making, and the Amygdala. *Neuron*. 2008;58(5):662-671. DOI: 10.1016/j.neuron.2008.05.020.

64. Van den Bruel A., Haj-Hassan T., Thompson M., Buntinx F., Mant D. Diagnostic value of clinical features at presentation to identify serious infection in children in developed countries: a systematic review. *The Lancet*. 2010;375(9717):834-845. DOI: 10.1016/s0140-6736(09)62000-6.

65. Van den Bruel A., Thompson M., Buntinx F., Mant D. Clinicians’ gut feeling about serious infections in children: observational study. *BMJ*. 2012;345(sep 25 2):e6144-e6144. DOI: 10.1136/bmj.e6144.

REFERENCES

1. Britt L.D. Trauma: Still the Cornerstone of Acute Care Surgery Specialty. *Journal of the American College of Surgeons*. 2018;226(3):211-222. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2017.11.024.

2. Woltz S., Krijnen P., Pieterse A.H., Schipper I.B. Surgeons’ perspective on shared decision making in trauma surgery. A national survey. *Patient Education and Counseling*. 2018;101(10):1748-1752. DOI: 10.1016/j.pec.2018.06.002.

3. Cobianchi L., Dal Mas F., Agnoletti V., et al. Time for a paradigm shift in shared decision-making in trauma and emergency surgery? Results from an international survey. *World Journal of Emergency Surgery*. 2023;18(1). DOI: 10.1186/s13017-022-00464-6.

4. Belen'kiy I.G., Manukovskiy V.A., Tulupov A.N. Strategies of Osteosynthesis: Problems and Perspectives. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2022;28(2):79-90. (In Russ.).

5. Belen'kiy IG. Sovremennye podkhody k khirurgicheskomu lecheniyu patsientov s osteoporoznym perelomom proksimal'nogo otdela bedrennoy kosti. *Osteoporosis and Bone Diseases*. 2022;25(3):21-22. (In Russ.).

6. Loftus T.J., Tighe P.J., Filiberto A.C., et al. Artificial Intelligence and Surgical Decision-making. *JAMA Surgery*. 2020;155(2):148. DOI: 10.1001/jamasurg.2019.4917.

7. Georgiou A., Lockey DJ. The performance and assessment of hospital trauma teams. *EUROMEDICA*. Published online 2011:51.

8. Henry K.E., Hager D.N., Pronovost PJ, Saria S. A targeted real-time early warning score (TREWScore) for septic shock. *Science Translational Medicine*. 2015;7(299). DOI: 10.1126/scitranslmed.aab3719.

9. Shanafelt T.D., Balch C.M., Bechamps G., et al. Burnout and Medical Errors Among American Surgeons. *Annals of Surgery*. 2010;251(6):995-1000. DOI: 10.1097/sla.0b013e3181bfdab3.

10. Clark D.E., Fitzgerald T.L., Dibbins A.W. Procedure-based postoperative risk prediction using NSQIP data. *Journal of Surgical Research*. 2018;221:322-327. DOI: 10.1016/j.jss.2017.09.003.



11. Hyde L.Z., Valizadeh N., Al-Mazrou A.M., Kiran R.P. ACS-NSQIP risk calculator predicts cohort but not individual risk of complication following colorectal resection. *The American Journal of Surgery*. 2019;218(1):131-135. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2018.11.017.
12. Légaré F., Ratté S., Gravel K., Graham I.D. Barriers and facilitators to implementing shared decision-making in clinical practice: Update of a systematic review of health professionals' perceptions. *Patient Education and Counseling*. 2008;73(3):526-535. DOI: 10.1016/j.pec.2008.07.018.
13. Lubitz A.L., Chan E., Zarif D., et al. American College of Surgeons NSQIP Risk Calculator Accuracy for Emergent and Elective Colorectal Operations. *Journal of the American College of Surgeons*. 2017;225(5):601-611. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2017.07.1069.
14. Raymond B.L., Wanderer J.P., Hawkins A.T., et al. Use of the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program Surgical Risk Calculator During Preoperative Risk Discussion: The Patient Perspective. *Anesthesia & Analgesia*. 2019;128(4):643-650. DOI: 10.1213/ane.0000000000003718.
15. Forster A.J., Asmis T.R., Clark H.D., et al. Ottawa hospital patient safety study: Incidence and timing of adverse events in patients admitted to a canadian teaching hospital. *Cmaj*. 2004;170(8):1235-1240.
16. Trimble M., Hamilton P. The thinking doctor: Clinical decision making in contemporary medicine. *Clinical Medicine*. 2016;16(4):343.
17. Flin R., Yule S., Paterson-Brown S., Rowley D., Maran N. The non-technical skills for surgeons (NOTSS) system handbook v1. 2: Structuring observation, rating and feedback of surgeons' behaviours in the operating theatre. *Aberdeen, Scotland: University of Aberdeen Central Printing Service*. Published online 2006.
18. Cattermole H., McQueen M., et al. Impacted valgus fractures (B1. 1) of the proximal humerus: The results of non-operative treatment. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*. 2002;84(4):504-508.
19. Kavuri V., Bowden B., Kumar N., Cernik D. Complications Associated with Locking Plate of Proximal Humerus Fractures. *Indian Journal of Orthopaedics*. 2018;52(2):108-116. DOI: 10.4103/ortho.ijortho_243_17.
20. Sandmann G.H. Surgical decision making. In: *Fractures of the Proximal Humerus*. Springer; 2015:83-86.
21. Bogner R., Ortmaier R., Moroder P., et al. Minimally invasive treatment of displaced proximal humeral fractures in patients older than 70 years using the humerusblock. *BioMed research international*. 2016;2016.
22. Ortmaier R., Filzmaier V., Hitzl W., et al. Comparison between minimally invasive, percutaneous osteosynthesis and locking plate osteosynthesis in 3-and 4-part proximal humerus fractures. *BMC musculoskeletal disorders*. 2015;16:1-9.
23. Vijayvargiya M., Pathak A., Gaur S. Outcome analysis of locking plate fixation in proximal humerus fracture. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*. 2016;10(8):RC01.
24. Brorson S., Palm H. Proximal humeral fractures: The choice of treatment. *Orthogeriatrics: The Management of Older Patients with Fragility Fractures*. Published online 2021:143-153.
25. Olerud P., Ahrengart L., Ponzer S., Saving J., Tidermark J. Internal fixation versus nonoperative treatment of displaced 3-part proximal humeral fractures in elderly patients: A randomized controlled trial. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 2011;20(5):747-755.
26. Handoll H.H., Elliott J., Thillemann T.M., Aluko P., Brorson S. Interventions for treating proximal humeral fractures in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2022;(6).
27. Fitzgerald M., Cameron P., Mackenzie C., et al. Trauma resuscitation errors and computer-assisted decision support. *Archives of Surgery*. 2011;146(2):218-225.
28. Anazodo A.N., Murthi S.B., Frank M.K., et al. Assessing trauma care provider judgement in the prediction of need for life-saving interventions. *Injury*. 2015;46(5):791-797.
29. Georgiou A., Lockey D.J. The performance and assessment of hospital trauma teams. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine*. 2010;18(1):1-7.
30. Nachtigall I., Tafelski S., Deja M., et al. Long-term effect of computer-assisted decision support for antibiotic treatment in critically ill patients: A prospective 'before/after' cohort study. *BMJ open*. 2014;4(12).
31. Bibault J.E., Giraud P., Housset M., et al. Deep learning and radiomics predict complete response after neo-adjuvant chemoradiation for locally advanced rectal cancer. *Scientific reports*. 2018;8(1):12611.
32. Braun K., Pförringer D. Digital orthopedics and traumatology. In: *Digital Medicine*. Jenny Stanford Publishing; 2023:653-660.
33. Schwartz W.B. Medicine and the Computer. *New England Journal of Medicine*. 1970;283(23):1257-1264. DOI: 10.1056/nejm197012032832305.
34. Leeds I.L., Rosenblum A.J., Wise P.E., et al. Eye of the beholder: Risk calculators and barriers to adoption in surgical trainees. *Surgery*. 2018;164(5):1117-1123. DOI: 10.1016/j.surg.2018.07.002.



35. Loftus T.J., Brakenridge S.C., Croft C.A., et al. Neural network prediction of severe lower intestinal bleeding and the need for surgical intervention. *Journal of Surgical Research*. 2017;212:42-47. DOI: 10.1016/j.jss.2016.12.032.
36. Pepys M.B., Hirschfield G.M., Tennent G.A., et al. Targeting C-reactive protein for the treatment of cardiovascular disease. *Nature*. 2006;440(7088):1217-1221. DOI: 10.1038/nature04672.
37. Singh P.P., Zeng I.S.L., Srinivasa S., Lemanu D.P., Connolly A.B., Hill A.G. Systematic review and meta-analysis of use of serum C-reactive protein levels to predict anastomotic leak after colorectal surgery. *British Journal of Surgery*. 2013;101(4):339-346. DOI: 10.1002/bjs.9354.
38. Dybowski R., Gant V., Weller P., Chang R. Prediction of outcome in critically ill patients using artificial neural network synthesised by genetic algorithm. *The Lancet*. 1996;347(9009):1146-1150. DOI: 10.1016/S0140-6736(96)90609-1.
39. Kim S., Kim W., Park R.W. A Comparison of Intensive Care Unit Mortality Prediction Models through the Use of Data Mining Techniques. *Healthcare Informatics Research*. 2011;17(4):232. DOI: 10.4258/hir.2011.17.4.232.
40. Hashimoto D.A., Rosman G., Rus D., Meireles O.R. Artificial Intelligence in Surgery: Promises and Perils. *Annals of Surgery*. 2018;268(1):70-76. DOI: 10.1097/sla.0000000000002693.
41. Schwartz W.B., Patil R.S., Szolovits P. Artificial Intelligence in Medicine. *New England Journal of Medicine*. 1987;316(11):685-688. DOI: 10.1056/nejm198703123161109.
42. Adhikari L., Ozrazgat-Baslanti T., Ruppert M., et al. Improved predictive models for acute kidney injury with IDEA: Intraoperative Data Embedded Analytics. Valenza G, ed. PLOS ONE. 2019;14(4):e0214904. DOI: 10.1371/journal.pone.0214904.
43. Delahanty R.J., Kaufman D., Jones S.S. Development and Evaluation of an Automated Machine Learning Algorithm for In-Hospital Mortality Risk Adjustment Among Critical Care Patients*. *Critical Care Medicine*. 2018;46(6):e481-e488. DOI: 10.1097/ccm.0000000000003011.
44. Koyner J.L., Carey K.A., Edelson D.P., Churpek M.M. The Development of a Machine Learning Inpatient Acute Kidney Injury Prediction Model*. *Critical Care Medicine*. 2018;46(7):1070-1077. DOI: 10.1097/ccm.0000000000003123.
45. Christie S.A., Hubbard A.E., Callcut R.A., et al. Machine learning without borders? An adaptable tool to optimize mortality prediction in diverse clinical settings. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2018;85(5):921-927. DOI: 10.1097/ta.0000000000002044.
46. Hubbard A., Munoz I.D., Decker A., et al. Time-dependent prediction and evaluation of variable importance using superlearning in high-dimensional clinical data. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2013;75(Supplement 1):S53-S60. DOI: 10.1097/ta.0b013e3182914553.
47. Pirracchio R., Petersen M.L., Laan M. van der. Improving Propensity Score Estimators' Robustness to Model Misspecification Using Super Learner. *American Journal of Epidemiology*. 2014;181(2):108-119. DOI: 10.1093/aje/kwu253.
48. Pirracchio R., Petersen M.L., Carone M., Rigon M.R., Chevret S, Laan MJ van der. Mortality prediction in intensive care units with the Super ICU Learner Algorithm (SICULA): a population-based study. *The Lancet Respiratory Medicine*. 2015;3(1):42-52. DOI: 10.1016/S2213-2600(14)70239-5.
49. Shickel B., Tighe P.J., Bihorac A., Rashidi P. Deep EHR: A survey of recent advances in deep learning techniques for electronic health record (EHR) analysis. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*. 2018;22(5):1589-1604. DOI: 10.1109/jbhi.2017.2767063.
50. Davoudi A., Malhotra K.R., Shickel B., et al. Intelligent ICU for Autonomous Patient Monitoring Using Pervasive Sensing and Deep Learning. *Scientific Reports*. 2019;9(1). DOI: 10.1038/s41598-019-44004-w.
51. Goretti F., Oronti B., Milli M., Iadanza E. Deep Learning for Predicting Congestive Heart Failure. *Electronics*. 2022;11(23):3996. DOI: 10.3390/electronics11233996.
52. Hung C.Y., Chen W.C., Lai P.T., Lin C.H., Lee C.C. Comparing deep neural network and other machine learning algorithms for stroke prediction in a large-scale population-based electronic medical claims database. In: *2017 39th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*. IEEE; 2017:3110-3113.
53. Robinson P.N. Deep phenotyping for precision medicine. *Human Mutation*. 2012;33(5):777-780. DOI: 10.1002/humu.22080.
54. Komorowski M., Celi L.A., Badawi O., Gordon A.C., Faisal A.A. The Artificial Intelligence Clinician learns optimal treatment strategies for sepsis in intensive care. *Nature Medicine*. 2018;24(11):1716-1720. DOI: 10.1038/s41591-018-0213-5.



55. Sun Q., Jankovic M.V., Budzinski J., et al. A dual mode adaptive basal-bolus advisor based on reinforcement learning. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*. 2019;23(6):2633-2641. DOI: 10.1109/jbhi.2018.2887067.
56. Birkhead G.S., Klompas M., Shah N.R. Uses of Electronic Health Records for Public Health Surveillance to Advance Public Health. *Annual Review of Public Health*. 2015;36(1):345-359. DOI: 10.1146/annurev-publhealth-031914-122747.
57. Adler-Milstein J., Holmgren A.J., Kralovec P., Worzala C., Searcy T., Patel V. Electronic health record adoption in US hospitals: the emergence of a digital “advanced use” divide. *Journal of the American Medical Informatics Association*. 2017;24(6):1142-1148. DOI: 10.1093/jamia/ocx080.
58. Bertsimas D., Dunn J., Velmahos G.C., Kaafarani H.M.A. Surgical Risk Is Not Linear: Derivation and Validation of a Novel, User-friendly, and Machine-learning-based Predictive Optimal Trees in Emergency Surgery Risk (POTTER) Calculator. *Annals of Surgery*. 2018;268(4):574-583. DOI: 10.1097/sla.0000000000002956.
59. Hozak K., Olsen E.O. Lean psychology and the theories of “thinking, fast and slow.” *International Journal of Lean Six Sigma*. 2015;6(3):206-225.
60. Sanfey A.G., Rilling J.K., Aronson J.A., Nystrom L.E., Cohen J.D. The Neural Basis of Economic Decision-Making in the Ultimatum Game. *Science*. 2003;300(5626):1755-1758. DOI: 10.1126/science.1082976.
61. Bechara A., Damasio H., Tranel D., Damasio A.R. Deciding Advantageously Before Knowing the Advantageous Strategy. *Science*. 1997;275(5304):1293-1295. DOI: 10.1126/science.275.5304.1293.
62. LeDoux J. Rethinking the Emotional Brain. *Neuron*. 2012;73(4):653-676. DOI: 10.1016/j.neuron.2012.02.004.
63. Seymour B., Dolan R. Emotion, Decision Making, and the Amygdala. *Neuron*. 2008;58(5):662-671. DOI: 10.1016/j.neuron.2008.05.020.
64. Van den Bruel A., Haj-Hassan T., Thompson M., Buntinx F., Mant D. Diagnostic value of clinical features at presentation to identify serious infection in children in developed countries: a systematic review. *The Lancet*. 2010;375(9717):834-845. DOI: 10.1016/s0140-6736(09)62000-6.
65. Van den Bruel A., Thompson M., Buntinx F., Mant D. Clinicians’ gut feeling about serious infections in children: observational study. *BMJ*. 2012;345(sep25 2):e6144-e6144. DOI: 10.1136/bmj.e6144.

АВТОРЫ

Повалий Андрей Александрович — SPIN-код: 2040-4381 ORCID: 0000-0002-1389-6489

Беленький Игорь Григорьевич — д.м.н., проф., SPIN-код: 6594-8334 ORCID: 0000-0001-9951-5183

AUTHORS

Povaliy Andrey Aleksandrovich — SPIN-код: 2040-4381 ORCID: 0000-0002-1389-6489

Belenkii Igor' Grigor'evich — Dr. Sci. (Medicine), Prof., SPIN-код: 6594-8334 ORCID: 0000-0001-9951-

5183



УДК 617-089.844

DOI: 10.54866/27129632_2024_3_147

РЕГЕНЕРАЦИЯ КОСТИ И ПРИНЦИПЫ ЗАМЕЩЕНИЯ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

© Д.Ю. РЕФИЦКАЯ¹, И.Г. БЕЛЕНЬКИЙ^{1,2}, Д.А. МАЛАНИН³, Б.А. МАЙОРОВ^{1,2,4}, М.В. ДЕМЕЩЕНКО³

¹ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия

² ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

³ ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет», Минздрава России, Волгоград, Россия

⁴ ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский Государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

Кость — это высокодинамичная ткань, которая постоянно ремоделируется для достижения и поддержания оптимальной целостности, массы и прочности кости. Нормальное ремоделирование кости регулируется за счет поддержания баланса между активностью остеокластов в отношении резорбции кости и активностью остеобластов в отношении формирования кости. При репаративном остеогенезе, в отличие от физиологического, достижения баланса недостаточно. Процессы восстановления в области повреждения костной ткани в определенный период должны превосходить процессы ее убыли. Это крайне важно у пациентов с переломами и их последствиями, особенно тогда, когда травмы сопровождаются дефектами костной ткани. Понимание того, какие процессы в зоне перелома нарушены и какие функции, свойственные нормальной кости, нуждаются в коррекции, необходимо для адекватного подхода к лечению подобных пациентов.

ЦЕЛЬ: определить основные свойства имеющихся пластических материалов для стимуляции остеогенеза и заполнения костных дефектов и уточнить показания к их применению в зависимости от клинической ситуации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: был выполнен систематический поиск и анализ публикаций в базах РИНЦ, PubMed, Scopus, Web of Science.

ВЫВОДЫ. Известно, что для нормально функционирующей костной ткани необходимо наличие баланса процессов остеокондукции, остеоиндукции и остеогенеза. При переломе требуется также наличие адекватной стабилизации костных отломков и их васкуляризация. Несоблюдение этих условий приводит к различным типам несращения.

Для оптимизации костного сращения и замещения дефектов кости предлагаются как традиционные методы (ауто-, алло- и ксенокость, синтетические заменители кости, биологические стимуляторы остеогенеза), так и новые способы на основе 3D-моделирования и генной инженерии.

Для лечения пациентов с различными видами несращений надо понимать, какие свойства необходимы для обеспечения сращения перелома и какие материалы ими обладают. Так, остеокондуктивного эффекта можно добиться путем применения различных скаффолдов (гидроксиапатита, кальция фосфата, трикальцийфосфата, кальция карбоната и др.). Стимуляция остеогенеза может быть получена посредством имплантации субстанций, которые содержат живые белки-стимуляторы (костные морфогенетические белки, фактор роста деривата тромбоцитов, фактор роста эндотелия сосудов, основной фактор роста фибробластов, деминерализованный костный матрикс и др.). Для получения остеогенного эффекта необходимо наличие живых клеток-предшественников или зрелых клеток костной ткани, которые содержатся в аутоотрансплантате. Если же речь идет о применении композитных материалов, то их свойства определяются свойствами входящих в их состав компонентов. Понимание этих процессов в значительной мере будет способствовать адекватному применению различных заменителей кости и стимуляторов остеогенеза в зависимости от клинической ситуации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: регенерация кости, заменители кости, несращения, гипертрофические несращения, нормотрофические несращения, гипотрофические несращения, остеокондукция, остеоиндукция, остеогенез.

КАК ЦИТИРОВАТЬ. Рефицкая Д.Ю., Беленький И.Г., Малагин Д.А., Майоров Д.А., Демещенко М.В. Регенерация кости и принципы замещения костных дефектов. Обзор литературы // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 3. С. 147–158.



BONE REGENERATION AND PRINCIPLES OF BONE DEFECTS SUBSTITUTION. LITERATURE REVIEW

© D.YU. REFITSKAYA¹, I.G. BELEN'KIY^{1,2}, D.A. MALANIN³, B.A. MAYOROV^{1,2,4}, M.V. DEMESHCHENKO³

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint Petersburg State University", St. Petersburg, Russia

² St. Petersburg I.I. Dzhanlidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

³ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Volgograd State Medical University", St. Petersburg, Russia

⁴ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University" of the Ministry of Healthcare of Russian Federation, St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

Bone is a highly dynamic tissue that is constantly being remodeled to achieve and maintain optimal bone integrity, mass, and strength. Normal bone remodeling is regulated by maintaining a balance between osteoclast activity in relation to bone resorption and osteoblast activity in relation to bone formation. In reparative osteogenesis, unlike physiological osteogenesis, achieving balance is not enough. The recovery processes in the area of bone tissue damage in a certain period should exceed the processes of its loss. This is extremely important in patients with fractures and their consequences, especially when injuries are accompanied by bone defects. Understanding these processes will facilitate the appropriate use of various bone substitutes and osteogenesis stimulators depending on the clinical situation.

OBJECTIVE: to determine the main properties of available plastic materials for stimulation of osteogenesis and substitution of bone defects and to clarify the indications for their use depending on the clinical situation.

MATERIALS AND METHODS: a systematic search and analysis was performed for publications in the databases of RSCI, PubMed, Scopus, Web of Science.

No doubt that for a normally functioning bone tissue, it is necessary to have a balance of the processes of osteoconduction, osteoinduction and osteogenesis. In case of fracture, adequate stabilization of bone fragments and their vascularization are also required. Failure to comply with these conditions leads to various types of nonunion.

To optimize bone union and substitution of bone defects, both traditional methods (autobone, allobone and xenobone, synthetic bone substitutes, biological stimulators of osteogenesis) and new methods based on 3D modeling and genetic engineering are proposed.

For the treatment of patients with various types of nonunion, it is necessary to understand what properties are necessary to ensure fracture union and which materials possess them. Thus, the osteoconductive effect can be achieved by using of various scaffolds (hydroxyapatite, calcium phosphate, tricalcium phosphate, calcium carbonate, etc.). Stimulation of osteogenesis can be obtained by implanting substances that contain live stimulant proteins (bone morphogenetic proteins, platelet derivative growth factor, vascular endothelial growth factor, basic fibroblast growth factor, demineralized bone matrix, and others). To obtain an osteogenic effect, it is necessary to have alive progenitor cells or mature bone cells contained in an autograft. If we are talking about the use of composite materials, then their properties are determined by the properties of their constituent components. Understanding of these processes will greatly contribute to the adequate use of various bone substitutes and osteogenesis stimulants, depending on the clinical situation.

KEYWORDS: bone regeneration, bone substitutes, nonunion, hypertrophic nonunion, normotrophic nonunion, hypotrophic nonunion, osteoconduction, osteoinduction, osteogenesis.

TO CITE THIS ARTICLE. Refitskaya D.Yu., Belen'kiy I.G., Malanin D.A., Mayorov B.A., Demeshchenko M.V. Bone regeneration and principles of bone defects substitution. literature review. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanlidze*. 2024;(3):147–158.

Для выбора наиболее эффективного способа замещения костных дефектов травматического происхождения необходимо понимание биологии костной ткани. Клеточный состав костной ткани представлен остеобластами, зрелыми остеocyтами и остеокластами. Кроме того, в кости присутствует органический и неорганический

матрикс. К неорганическому матриксу относятся гидроксиапатит, а также фосфаты. Органический матрикс представлен соединениями коллагена, а также факторами роста, которые стимулируют процессы трансформации остеобластов в зрелые остеocyты [1]. Остеобласты формируются из мезенхимальных стволовых клеток и являются ос-



новными костными клетками, участвующими в формировании костной ткани [2].

Остеобласты трансформируются в зрелые остециты, которые составляют более 90 % клеточного состава здоровой кости взрослого человека, продолжительность их жизни составляет около 25 лет [3]. Еще одним классом костных клеток являются остеокласты, формирующиеся из кроветворного ростка стволовых клеток. Они играют преобладающую роль в резорбции костной ткани, способствуя поддержанию баланса клеточного состава, ремоделированию кости после ее переломов и образовавшихся дефектов [4].

Основная доля внеклеточного матрикса кости приходится на коллаген и гидроксиапатит [5]. Это каркас, на котором происходит регенерация клеток и строительство новообразованной костной ткани. При этом процессы стимуляции, трансформации и дифференцировки мезенхимальных стволовых клеток и остеобластов в зрелые остециты происходят под воздействием так называемых факторов роста, представленных различными белковыми соединениями. К числу основных факторов роста относят костные морфогенетические белки, фактор роста деривата тромбоцитов (PDGF), фактор роста эндотелия сосудов (VEGF), основной фактор роста фибробластов, деминерализованный костный матрикс и другие [6].

Сращение костей можно разделить на прямое и непрямое. Непрямое (или вторичное) сращение кости — процесс естественного сращения в природных условиях. Он характеризуется наличием щели и микроподвижности между костными обломками. Выделяют 4 этапа непрямого сращения перелома: 1 этап — воспалительный, 2 этап — формирования мягкой мозоли, 3 этап — формирования жесткой мозоли, 4 этап — ремоделирования [7]. Так происходит сращение костей при наличии переломов, фиксированных с отсутствием точной (анатомичной) репозиции, то есть при наличии диастаза и микроподвижности между фрагментами. Для формирования костной мозоли как результата непрямого сращения кости необходимо шинировать зону перелома эластичными конструкциями (интрамедуллярным стержнем, мостовидной пластиной, аппаратом наружной фиксации) с сохранением микроподвижности между отломками, которая контролируется и не препятствует сращению.

В отличие от непрямого, прямое (или первичное) сращение кости происходит путем внутреннего ремоделирования в зоне контакта костных отломков, минуя предшествующие стадии непрямого сращения. Оно возможно при хорошем контакте отломков между собой, подразумевающим

отсутствие микроподвижности между ними [8].

Кроме того, для консолидации перелома необходим ряд биологических факторов: наличие костного каркаса, активных клеток (osteoblastов и/или зрелых остецитов) и факторов роста, обеспечивающих биологическую стимуляцию остеогенеза. Нельзя не учитывать и механическую составляющую, которая заключается в стабильности в зоне перелома при сохранении адекватного кровоснабжения отломков.

Таким образом, несращения как результат перелома могут быть связаны с нарушением механических факторов, то есть недостаточной стабильностью, биологических факторов, обусловленных недостаточной васкуляризацией костных фрагментов или имеющимися дефектами кости, а также комбинацией этих факторов. От того, какие факторы являются определяющими, зависит выбор тактики хирургического лечения. Так, при наличии гипертрофического несращения биологическая составляющая не страдает, и пациент нуждается только в оптимизации механики, то есть в дополнительной стабилизации перелома. При нормотрофическом несращении может, в дополнение к стабилизации, потребоваться биологическая стимуляция остеогенеза. При гипотрофическом несращении не возникает сомнений в необходимости не только в стимуляции остеогенеза, но и в наличии дополнительных костных клеток, трансплантируемых в зону несращения [8].

Для управления процессами регенерации кости в случаях несращений, а также при необходимости замещения дефектов кости, необходимо знать, какими свойствами обладают различные заменители кости. Сегодня костный ауто трансплантат считается золотым стандартом костной пластики. Это обусловлено тем, что аутокость содержит все компоненты для образования костной ткани: она остеокондуктивна за счет коллагена и гидроксиапатита, остеогенна за счет мезенхимальных стволовых клеток и остеобластов и остеоиндуктивна за счет присутствия сохранивших свою жизнеспособность факторов роста. Инкорпорация костного трансплантата — это процесс многоступенчатого каскада. Сначала костный трансплантат продуцирует ответ в виде активации воспалительной реакции за счет хемотаксиса мезенхимальных клеток ложа. Затем недифференцированные клетки ложа дифференцируются в остеобласты под воздействием остеоиндуктивных факторов. В дальнейшем процесс васкуляризации костного трансплантата происходит параллельно с резорбцией некротизированных участков трансплантата. Затем сформированная из остеобластов кость ремоделируется под воз-



действием механических факторов, то есть микроподвижности [9]. Однако, костный аутоотрансплантат обладает определенными недостатками. Это травматичность его забора, проблемы донорского ложа, ограниченное количество материала. Поэтому сегодня все большее значение имеет изучение клинического применения заменителей аутокости. Определение заменителя кости может быть сформулировано следующим образом: неорганический или органический субстрат, который может быть использован для лечения костных дефектов вместо аутоотрансплантатов [10].

Заменитель кости должен быть биосовместимым и не провоцировать иммунный ответ. Кроме того, он должен легко моделироваться под размеры и форму дефекта, быть остеокондуктивным, остеоиндуктивным и резорбируемым. Идеальный заменитель кости также должен обладать низкой теплопроводностью, быть стерилизуемым и доступным по цене [11]. В результате, в зависимости от типа операции, размеров и локализации костного дефекта, у хирурга имеется ряд опций для замещения дефекта кости [12].

Перспективным представляется использование аллокости. Она остеокондуктивна, слабо остеоиндуктивна (факторы роста могут присутствовать, в зависимости от процесса обработки и стерилизации). Стерилизация оказывает пагубное воздействие на механические связи аллокости, способствует деактивации белков, уменьшая ее остеоиндуктивный потенциал. Тем не менее, аллокость обладает достаточными структурными свойствами для замещения костных дефектов при крайне низком коэффициенте риска передачи инфекции (1:1.600.000) [13].

Следующая опция для замещения костных дефектов — применение ксенотрансплантатов. Ксенотрансплантат — это кость от видов животных, отличных от человека (например, от крупного рогатого скота, свиней, лошадей), которая проходит этапы заморозки, депротеинирования и деминерализации [14]. Также одним из источников ксеноматериала могут служить кораллы видов *Мадрепор* и *Миллепор*. Как правило, данный вид костных заменителей используется в качестве кальцифицированного матрикса [15]. Существует несоответствие в химическом составе ксенотрансплантатов и человеческой кости: в состав ксенотрансплантата входят кальция карбонат и фториды, а кость человека содержит гидроксиапатиты и трикальцийфосфаты. В связи с этим, ксенотрансплантат либо подвергают промышленной обработке, которая модифицирует его в гидроксиапатит, либо этот материал используют в первоначальном виде. Помимо этого, ксенотрансплантаты наполняются различными

гелями и растворами, способствующими регенерации костной ткани [16]. Главными преимуществами ксенотрансплантатов являются остеокондуктивность, доступность этого пластического материала и невысокие экономические затраты при его производстве и стерилизации [17].

Керамические костные заменители — это заменители на основе гидроксиапатита и трикальцийфосфатов, сульфата кальция, карбоната кальция и различных полимеров. Гидроксиапатит ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) является кристаллической формой трикальцийфосфата и является основным минеральным компонентом костной ткани. Это относительно инертное вещество, способное сохраняться «in vivo» на протяжении длительного времени без резорбции, в то время как более пористый фосфат кальция подвергается биодеградации в течение 6 недель после его имплантации. Кроме того, гидроксиапатит обладает высокой механической прочностью. В то же время трикальцийфосфат имеет низкие механические качества, но относительно быстро резорбируется. Для обеспечения физиологического баланса между механической поддержкой и резорбцией материала используют двухфазовые смеси в соотношении 40–60 % трикальцийфосфата к 60–40 % гидроксиапатита [18]. Одним из основных ограничений использования биоматериалов на основе керамики является их недостаточная механическая прочность, которая варьирует от 10 до 60 МПа, что значительно ниже, чем прочность на сжатие кортикальной кости (150–200 МПа).

Сульфат кальция, известный как гипс, впервые имплантирован для заполнения костной полости, возникшей вследствие туберкулезного остеомиелита, в конце 19 века [19]. В 60-х годах прошлого века он был вновь введен в клиническую практику как костный заменитель [20]. Сторонники использования сульфата кальция утверждают, что его гранулы обеспечивают эффективное заполнение дефектов, обеспечивают более быструю васкуляризацию и резорбцию, обеспечивая физиологическое заживление костей [21]. Имеются также данные о применении в качестве остеокондуктивного материала цемента на основе фосфата кальция [22].

Костные заменители на основе полимеров имеют особые физические, химические и механические свойства, отличающие их от других костных заменителей. Полимерные материалы можно разделить на натуральные и синтетические. Последние делятся на разлагаемые и неразлагаемые. Одним из самых важных природных полимеров в кости является коллаген [23, 24]. Разлагаемые синтетические полимеры резорбируются организмом и используются как в каче-



стве самостоятельных заменителей кости, так и в качестве дополнения к ауто- и аллотрансплантатам. К синтетическим полимерам относят полимолочную, полигликолевую и полилактогликолевую кислоты [25]. Проводятся исследования по изучению поликапролактона, из положительных свойств которого можно отметить растворимость в широком спектре органических растворителей и термическую стабильность, однако его основным недостатком является длительное время биодеградации [26, 27].

Для обеспечения остеоиндуктивных свойств необходимо применение стимуляторов остеогенеза, или факторов роста, которые могут применяться изолированно или служить компонентами различных композитных материалов. Один из них — это деминерализованный костный матрикс.

Декальцифицированная кость (остаточный кальций в ней не превышает 5 %) представлена коллагеновой матрицей, которая воспроизводит трехмерную архитектуру кости [28]. Кроме того, деминерализованный костный матрикс (ДКМ) сохраняет содержащиеся в кости факторы роста, такие как костные морфогенетические белки (Bone morphogenetic proteins, BMP), инсулиноподобные факторы роста (Insulin-like growth factors, IGF), трансформирующие факторы роста (Transforming growth factors, TGF), факторы роста фибробластов (Fibroblast growth factors, FGF), которые способны стимулировать активацию и миграцию остеогенных стволовых клеток и индуцировать реваascularизацию. Тем не менее, ДКМ механически непрочен, поэтому используется исключительно в качестве наполнителя и производится с такими носителями, как глицерин, сульфат кальция, гиалуроновая кислота, свиной коллаген, карбоксиметилцеллюлоза.

Еще одним остеоиндуктивным субстратом является обогащенная тромбоцитами плазма. Тромбоциты представляют собой ценный источник факторов роста, таких как Фактор роста дериивата тромбоцитов (Platelet-derived growth factor, PDGF), инсулиноподобные факторы роста и трансформирующие факторы роста. Обогащенная тромбоцитами плазма (Platelet Rich Plasma, PRP) получается путем концентрации аутологичных тромбоцитов при градиентном центрифугировании крови. PRP доказала свои хемотаксические и митогенные свойства для остеобластов и фибробластов *in vitro*, стимулируя синтез гиалуроната фибробластов, что является предварительным условием для формирования внеклеточного матрикса и усиления образования костной ткани [29–31].

Использование аутологичных аспириата (Bone Marrow Aspirate, BMA) и концентрата аспириата

костного мозга (Bone Marrow Aspirate Concentrate, BMAC) вошло в клиническую практику с начала 90-х годов прошлого столетия [32]. Репаративный потенциал продуктов костного мозга связывают с остеогенным и остеоиндуктивным эффектами, обусловленными присутствием мезенхимальных стромальных клеток, многочисленных цитокинов, факторов роста и биологически активных молекул. Механизм действия BMA/BMAC недостаточно изучен, но считается, что определяющую роль играет регулирующее паракринное действие мезенхимных стромальных клеток и их способность дифференцироваться в остеогенном направлении. Концентрация аспириата костного мозга позволяет увеличить количество этих клеток в 6–7 раз [33].

Высказываются обоснованные предположения о том, что применение BMA/BMAC целесообразно до возникновения несращения перелома (в течение 3–4 месяцев после травмы), когда предполагается развитие проблем, связанных с биологической составляющей репаративного остеогенеза. Клинические исследования в отношении чрескожного введения BMA/BMAC в область атрофических несращений различных локализаций ограничены небольшими группами пациентов, наличием многочисленных факторов, оказывающих влияние на результаты лечения и затрудняющих проведение объективного межгруппового сравнения. Тем не менее, более чем в 80 % случаев введение BMA/BMAC позволяло добиться сращения переломов в течение 4,8 месяцев (2,5–8,1 месяца) наблюдения [34].

Другим направлением использования биологического потенциала BMA/BMAC является приготовление во время операции комбинированных трансплантатов из материалов, обладающих остеокондуктивными свойствами (костные заменители синтетического и животного происхождения, аллотрансплантаты, композиты), и продуктов костного мозга для замещения посттравматических дефектов костей. На этот счет сегодня представлены не только когортные, но и проспективные, рандомизированные и многоцентровые клинические исследования. В них отмечено, что BMA/BMAC относятся к безопасным продуктам, способствуют более раннему формированию регенерата в области костных дефектов, в отдельных наблюдениях обеспечивают сравнимое с костным аутоотрансплантатом течение репаративного процесса [33, 35, 36].

Костные морфогенетические белки (bone morphogenic proteins, BMP) являются членами суперсемейства TGF- β 3 (transforming growth factor β 3, трансформирующий фактор роста β 3) и представляют собой широкое и гетерогенное семейство

высоко консервативных секретируемых белков, вовлеченное в процесс формирования скелета человека [37]. Остеогенный и остеоиндуктивный потенциалы ВМР были подтверждены как в доклинических, так и в клинических исследованиях [38, 39].

На сегодняшний день в практической деятельности возможно использование только рекомбинантных костных морфогенетических белков 2-й и 7-й фракций (ВМР 2 и ВМР 7). Разрешенными показаниями к их применению являются межтеловой спондилолиз на уровне поясничного отдела позвоночника для ВМР 2 и несращения большеберцовой кости для ВМР 7. Часто встречающееся применение этих препаратов по другим показаниям является использованием off label.

Неоднозначные результаты использования ВМР также обуславливаются необходимостью индивидуального подбора дозировки не только каждого для пациента, но и для каждого отдельного участка тела, а также высокой стоимостью материалов. Кроме того, ВМР показали неудовлетворительные результаты при проведении операций на шейном отделе позвоночника, что исключает использование данных материалов в этой области тела [40]. Описаны также такие осложнения применения ВМР, как гетеротопическая оссификация, развитие остеогенной саркомы, риски развития иммунных осложнений, особенно при неоднократном применении препарата [1].

В связи с недостатками и несостоятельностью каждого отдельно взятого костного заменителя, логичным становится использование их комбинаций или композитных материалов.

Обычно основная доля веществ в композитах приходится на такие соединения, как коллаген и гидроксиапатит [5]. Костные заменители, включающие в своем составе такие смеси, несомненно более эффективны, чем монокомпонентные. Действительно, было обнаружено, что как коллаген I типа, так и гидроксиапатит усиливают дифференцировку остеобластов [41], а в сочетании друг с другом ускоряют остеогенез. Двухкомпонентная матрица при добавлении к ней остеобластов показала лучшие остеокондуктивные свойства по сравнению с чистым гидроксиапатитом, кальцификация осуществлялась в разы быстрее. Кроме того, такие композиты оказались более биосовместимыми как у людей, так и у животных [42, 43]. Помимо перечисленных, композиты имеют и другие преимущества. Так, коллагеновые волокна увеличивают механическую прочность гидроксиапатита. Добавление фосфата кальция к волокнам коллагена позволяет добиться более высокой стабильности, увеличивает прочность [44] и улучшает его механические свойства [45].

Для формирования каркаса в настоящее время используются технологии 3D-моделирования и печати. Добавление в каркас различных соединений придает имплантатам не только остеокондуктивные, но и остеоиндуктивные и остеогенные свойства. Это направление крайне перспективно, способно решить множество сложных клинических задач и его внедрение в широкую практику будет достигнуто в ближайшие годы [46].

Активно изучаются также возможности генной инженерии. Увеличение концентрации факторов роста в зоне дефекта можно достигнуть совмещением остеопластических материалов и генных конструкций. Эта технология предполагает доставку последовательности нуклеиновых кислот, которые кодируют белки различных факторов роста с помощью специальных носителей и повышают остеогенный потенциал имплантируемых материалов. В последние годы ген-активированные материалы активно применяются в клинической практике при лечении дефектов кости, септических и асептических несращений [47].

Совмещение методов генной терапии и тканевой инженерии демонстрирует свою эффективность и предполагает включение остеогенных генов в биосовместимый каркас, что значительно ускоряет регенерацию костной ткани [11]. В основе метода лежит способность кольцевой ДНК внедряться в клетки реципиентного ложа с помощью систем внутриклеточной доставки, которые могут быть векторными и не векторными. На данный момент в качестве векторов используются такие вирусные частицы как ретро-, ленто- и аденовирусы [48]. Векторная технология позволяет как интегрировать вирус в генетический материал человека, так и оставить отдельно от генома. В первом случае обеспечивается долгосрочная экспрессия, во втором — кратковременная экспрессия. Эффективность таких конструкций на порядок выше обычного костно-пластического материала, поскольку она будет синтезировать костные морфогенетические белки, сосудистый эндотелиальный фактор роста, фактор стромальных клеток, ангиогенин и другие необходимые факторы локальной регуляции репаративного остеогистогенеза. Несмотря на ряд преимуществ, все еще остаются актуальными проблемы, связанные со стерилизацией, а также сложности процесса изготовления и контроля высвобождения из структуры носителя после имплантации. Помимо этого, существуют высокие риски малигнизации. Так, в случае с внедрением ретровирусного вектора в генетический материал клетки-хозяина, были отмечены эндогенная клеточная активация и возникновение инсерционного мутагенеза [49]. Главными ограничениями методики являются



токсичность, иммуногенность и низкая способность к загрузке ДНК и РНК [50].

Помимо вирусного вектора существует ряд невирусных технологий, например, с применением циркулярной плазмидной ДНК, синтезируемой бактериями. Привлекательными в их использовании являются относительная безопасность и наиболее простые производство и использование. Однако основным недостатком использования бактериальной плазмидной ДНК является низкая продолжительность экспрессии необходимых генов [51].

С клинической точки зрения, важным фактором индукции остеогенеза является достаточный ангиогенез [52], реализация которого заключается в использовании ген-активированного костного графта и входящей в его состав плазмидной ДНК, кодирующей сосудистый эндотелиальный фактор роста [53]. Последний ограничен в использовании из-за онкологической настороженности, однако местное применение препарата не оказывает системного эффекта [49].

Заключение. Таким образом, для адекватного лечения пациентов с различными видами несра-

щений необходимо понимать, какие свойства необходимы для обеспечения сращения перелома и какие материалы ими обладают. Так, остеокондуктивного эффекта можно добиться путем применения различных скаффолдов (гидроксиапатита, кальция фосфата, трикальцийфосфата, кальция карбоната, и др.). Стимуляция остеогенеза может быть получена посредством имплантации субстанций, которые содержат живые белки-стимуляторы (костные морфогенетические белки, фактор роста деривата тромбоцитов (PDGF), фактор роста эндотелия сосудов (VEGF), основной фактор роста фибробластов, деминерализованный костный матрикс и другие). Для получения остеогенного эффекта необходимо наличие живых клеток костной ткани, которые содержатся в аутооттрансплантате. Если же речь идет о применении композитных материалов, то их свойства определяются свойствами входящих в их состав компонентов. Понимание этих процессов в значительной мере будет способствовать адекватному применению различных заменителей кости и стимуляторов остеогенеза в зависимости от клинической ситуации.

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

SOURCE OF FUNDING. The study was performed without sponsorship.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rengachary S.S. Bone morphogenetic proteins: basic concepts. *Neurosurg Focus*. 2002 Dec 15;13(6):e2. DOI: 10.3171/foc.2002.13.6.3.
2. Grigoriadis A.E., Heersche J.N., Aubin J.E. Differentiation of muscle, fat, cartilage, and bone from progenitor cells present in a bone-derived clonal cell population: effect of dexamethasone. *J Cell Biol*. 1988 Jun;106(6):2139-51. DOI: 10.1083/jcb.106.6.2139.
3. Franz-Odenaal T.A., Hall B.K., Witten P.E. Buried alive: how osteoblasts become osteocytes. *Dev Dyn*. 2006 Jan;235(1):176-90. DOI: 10.1002/dvdy.20603.
4. Kim J.E. Osteoclastogenesis and Osteogenesis. *Int J Mol Sci*. 2022 Jun 15;23(12):6659. DOI: 10.3390/ijms23126659.
5. Tampieri A., Celotti G., Landi E., Sandri M., Roveri N., Falini G. Biologically inspired synthesis of bone-like composite: self-assembled collagen fibers/hydroxyapatite nanocrystals. *J Biomed Mater Res A*. 2003 Nov 1;67(2):618-25. DOI: 10.1002/jbm.a.10039.
6. Arner J.W., Santrock R.D. A historical review of common bone graft materials in foot and ankle surgery. *Foot Ankle Spec*. 2014 Apr;7(2):143-51. DOI: 10.1177/1938640013516358.
7. Buckley R.E., Moran C.G., Apivatthakakul Th. *AO — principles of fracture management*. Berlin: Georg Thieme Verlag; 2017.
8. Бельский И.Г. Комментарий к статье О.А. Каплунова с соавторами «Лечение гипотрофического псевдоартроза ключицы: клинический случай» // Травматология и ортопедия России. 2021. Т. 27, № 4. С. 169–172. DOI: 10.21823/2311-2905-1713.
9. Zipfel G.J., Guiot B.H., Fessler R.G. Bone grafting. *Neurosurg Focus*. 2003 Feb 15;14(2):e8. DOI: 10.3171/foc.2003.14.2.9.
10. Schlickewei W., Schlickewei C. The use of bone substitutes in the treatment of bone defects — the clinical view and history. *Macromolecular symposia*. Weinheim: WILEY-VCH Verlag, 2007;253(1):10-23. DOI: 10.1002/masy.200750702.



11. Miron R.J., Zhang Y.F. Osteoinduction: a review of old concepts with new standards. *J Dent Res*. 2012 Aug;91(8):736-44. DOI: 10.1177/0022034511435260.
12. Campana V., Milano G., Pagano E., Barba M., Cicione C., Salonna G., Lattanzi W., Logroscino G. Bone substitutes in orthopaedic surgery: from basic science to clinical practice. *J Mater Sci Mater Med*. 2014 Oct;25(10):2445-61. DOI: 10.1007/s10856-014-5240-2.
13. Bauermeister A., Maatz R. A method of bone maceration; results in animal experiments. *J Bone Joint Surg Am*. 1957 Jan;39-A(1):153-66. PMID: 13385271.
14. Jensen S.S., Terheyden H. Bone augmentation procedures in localized defects in the alveolar ridge: clinical results with different bone grafts and bone-substitute materials. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009;24 Suppl:218-36. PMID: 19885447.
15. Dumitrescu A.L. Bone grafts and bone graft substitutes in periodontal therapy. In: *Chemicals in surgical periodontal therapy*. 2011:92. DOI: 10.1007/978-3-642-18225-9_2.
16. Laurencin C.T., El-Amin S.F. Xenotransplantation in orthopaedic surgery. *J Am Acad Orthop Surg*. 2008 Jan;16(1):4-8. DOI: 10.5435/00124635-200801000-00002.
17. Savolainen S., Usenius J.P., Hernesniemi J. Iliac crest versus artificial bone grafts in 250 cervical fusions. *Acta Neurochir (Wien)*. 1994;129(1-2):54-7. DOI: 10.1007/BF01400873.
18. Boyan B.D., McMillan J., Lohmann C.H., Ranly D.M., Schwartz Z. Basic information for successful clinical use with special focus on synthetic graft substitutes. *Bone graft substitutes*. Philadelphia: ASTM Int. 2002:231-259.
19. Peltier L.F., Bickel E.Y., Lillo R., Thein M.S. The use of plaster of paris to fill defects in bone. *Ann Surg*. 1957 Jul;146(1):61-9. DOI: 10.1097/00000658-195707000-00007.
20. Peltier L.F., Jones R.H. Treatment of unicameral bone cysts by curettage and packing with plaster-of-Paris pellets. *J Bone Joint Surg Am*. 1978 Sep;60(6):820-2. PMID: 701318.
21. Kumar C.Y., K B N., Menon J., Patro D.K., B H B. Calcium sulfate as bone graft substitute in the treatment of osseous bone defects, a prospective study. *J Clin Diagn Res*. 2013 Dec;7(12):2926-8. DOI: 10.7860/JCDR/2013/6404.3791.
22. Landi E., Logroscino G., Proietti L., Tampieri A., Sandri M., Sprio S. Biomimetic Mg-substituted hydroxyapatite: from synthesis to in vivo behaviour. *J Mater Sci Mater Med*. 2008 Jan;19(1):239-47. DOI: 10.1007/s10856-006-0032-y.
23. Laurencin C., Khan Y., El-Amin S.F. Bone graft substitutes. *Expert Rev Med Devices*. 2006 Jan;3(1):49-57. DOI: 10.1586/17434440.3.1.49.
24. Palussière J., Berge J., Gangi A., Cotten A., Pasco A., Bertagnoli R., Jaksche H., Carpeggiani P., Deramond H. Clinical results of an open prospective study of a bis-GMA composite in percutaneous vertebral augmentation. *Eur Spine J*. 2005 Dec;14(10):982-91. DOI: 10.1007/s00586-003-0664-2.
25. Nandi S.K., Roy S., Mukherjee P., Kundu B., De D.K., Basu D. Orthopaedic applications of bone graft & graft substitutes: a review. *Indian J Med Res*. 2010 Jul;132:15-30. PMID: 20693585.
26. Engelberg I., Kohn J. Physico-mechanical properties of degradable polymers used in medical applications: a comparative study. *Biomaterials*. 1991 Apr;12(3):292-304. DOI: 10.1016/0142-9612(91)90037-b.
27. Mondrinos M.J., Dembzyński R., Lu L., Byrapogu V.K., Wootton D.M., Lelkes P.I., Zhou J. Pore-based solid freeform fabrication of polycaprolactone-calcium phosphate scaffolds for tissue engineering. *Biomaterials*. 2006 Sep;27(25):4399-408. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2006.03.049.
28. Lane J.M. Bone morphogenetic protein science and studies. *J Orthop Trauma*. 2005 Nov-Dec;19(10 Suppl):S17-22. DOI: 10.1097/00005131-200511101-00006.
29. Kaplan K.L., Broekman M.J., Chernoff A., Lesznik G.R., Drillings M. Platelet alpha-granule proteins: studies on release and subcellular localization. *Blood*. 1979 Apr;53(4):604-18. PMID: 426909.
30. Oates T.W., Rouse C.A., Cochran D.L. Mitogenic effects of growth factors on human periodontal ligament cells in vitro. *J Periodontol*. 1993 Feb;64(2):142-8. DOI: 10.1902/jop.1993.64.2.142.
31. Yang D., Chen J., Jing Z., Jin D. Platelet-derived growth factor (PDGF)-AA: a self-imposed cytokine in the proliferation of human fetal osteoblasts. *Cytokine*. 2000 Aug;12(8):1271-4. DOI: 10.1006/cyto.2000.0707.
32. Connolly J.F., Guse R., Tiedeman J., Dehne R. Autologous marrow injection as a substitute for operative grafting of tibial nonunions. *Clin Orthop Relat Res*. 1991 May;266:259-70. PMID: 2019059.
33. Obana K.K., Schallmo M.S., Hong I.S., Ahmad C.S., Moorman C.T. 3rd, Trofa D.P., Saltzman B.M. Current Trends in Orthobiologics: An 11-Year Review of the Orthopaedic Literature. *Am J Sports Med*. 2022 Sep;50(11):3121-3129. DOI: 10.1177/03635465211037343.
34. Imam M.A., Holton J., Ernstbrunner L., Pepke W., Grubhofer F., Narvani A., Snow M. A systematic review of the clinical applications and complications of bone marrow aspirate concentrate in management of bone defects and nonunions. *Int Orthop*. 2017 Nov;41(11):2213-2220. DOI: 10.1007/s00264-017-3597-9.



35. Lin K., VandenBerg J., Putnam S.M., Parks C.D., Spraggs-Hughes A., McAndrew C.M., Ricci W.M., Gardner M.J. Bone marrow aspirate concentrate with cancellous allograft versus iliac crest bone graft in the treatment of long bone nonunions. *OTA Int.* 2019 Mar 12;2(1):e012. DOI: 10.1097/OI9.000000000000012.
36. Mazzotta A., Stagni C., Rocchi M., Rani N., Del Piccolo N., Filardo G., Dallari D. Bone marrow aspirate concentrate/platelet-rich fibrin augmentation accelerates healing of aseptic upper limb nonunions. *J Orthop Traumatol.* 2021 Jun 5;22(1):21. DOI: 10.1186/s10195-021-00582-y.
37. Wu X., Shi W., Cao X. Multiplicity of BMP signaling in skeletal development. *Ann N Y Acad Sci.* 2007 Nov;1116:29-49. DOI: 10.1196/annals.1402.053.
38. Boden S.D. Clinical application of the BMPs. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83-A Suppl 1(Pt 2):S161. PMID: 11314796.
39. Mussano F., Ciccone G., Ceccarelli M., Baldi I., Bassi F. Bone morphogenetic proteins and bone defects: a systematic review. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007 Apr 1;32(7):824-30. DOI: 10.1097/01.brs.0000259227.51180.ca.
40. Shields L.B., Raque G.H., Glassman S.D., Campbell M., Vitaz T., Harpring J., Shields C.B. Adverse effects associated with high-dose recombinant human bone morphogenetic protein-2 use in anterior cervical spine fusion. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006 Mar 1;31(5):542-7. DOI: 10.1097/01.brs.0000201424.27509.72.
41. Xie J., Baumann M.J., McCabe L.R. Osteoblasts respond to hydroxyapatite surfaces with immediate changes in gene expression. *J Biomed Mater Res A.* 2004 Oct 1;71(1):108-17. DOI: 10.1002/jbm.a.30140.
42. Serre C.M., Papillard M., Chavassieux P., Voegel J.C., Boivin G. Influence of magnesium substitution on a collagen-apatite biomaterial on the production of a calcifying matrix by human osteoblasts. *J Biomed Mater Res.* 1998 Dec 15;42(4):626-33. DOI: 10.1002/(sici)1097-4636(19981215)42:4<626::aid-jbm20>3.0.co;2-s.
43. Scabbia A., Trombelli L. A comparative study on the use of a HA/collagen/chondroitin sulphate biomaterial (Biostite) and a bovine-derived HA xenograft (Bio-Oss) in the treatment of deep intra-osseous defects. *J Clin Periodontol.* 2004 May;31(5):348-55. DOI: 10.1111/j.1600-051X.2004.00483.x.
44. Yamauchi K., Goda T., Takeuchi N., Einaga H., Tanabe T. Preparation of collagen/calcium phosphate multilayer sheet using enzymatic mineralization. *Biomaterials.* 2004 Nov;25(24):5481-9. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2003.12.057.
45. Lawson A.C., Czernuszka J.T. Collagen--calcium phosphate composites. *Proc Inst Mech Eng H.* 1998;212(6):413-25. DOI: 10.1243/0954411981534187.
46. Liang W., Zhou C., Zhang H., Bai J., Jiang B., Jiang C., Ming W., Zhang H., Long H., Huang X., Zhao J. Recent advances in 3D printing of biodegradable metals for orthopaedic applications. *J Biol Eng.* 2023 Aug 29;17(1):56. DOI: 10.1186/s13036-023-00371-7.
47. Хоминец В.В., Калюжная-Земляная Л.И., Гранкин А.С., Федоров Р.А., Волов Д.А., Комаров А.В. Эволюция методов, технологий и материалов для восполнения дефектов костной ткани (научный обзор) // Профилактическая и клиническая медицина. 2022. Т. 4, № 85. С. 25–34. DOI: 10.47843/2074-9120_2022_4_25.
48. Feichtinger G.A., Hofmann A.T., Slezak P., Schuetzenberger S., Kaipel M., Schwartz E., Neef A., Nomikou N., Nau T., van Griensven M., McHale A.P., Redl H. Sonoporation increases therapeutic efficacy of inducible and constitutive BMP2/7 in vivo gene delivery. *Hum Gene Ther Methods.* 2014 Feb;25(1):57-71. DOI: 10.1089/hgtb.2013.113.
49. Yi Y, Noh MJ, Lee KH. Current advances in retroviral gene therapy. *Curr Gene Ther.* 2011 Jun;11(3):218-28. DOI: 10.2174/156652311795684740.
50. Evans C.H. Gene delivery to bone. *Adv Drug Deliv Rev.* 2012 Sep;64(12):1331-40. DOI: 10.1016/j.addr.2012.03.013.
51. Thapa B., Narain R. Mechanism, current challenges and new approaches for nonviral gene delivery. In: *Polymers and Nanomaterials for Gene Therapy.* Woodhead Publishing; 2016:1-27. DOI: 10.1016/B978-0-08-100520-0.00001-1.
52. Willerth S.M., Sakiyama-Elbert S.E. Approaches to neural tissue engineering using scaffolds for drug delivery. *Adv Drug Deliv Rev.* 2007 May 30;59(4-5):325-38. DOI: 10.1016/j.addr.2007.03.014.
53. Деев Р.В., Дробышев А.Ю., Бозо И.Я. и др. Создание и оценка биологического действия ген-активированного остеопластического материала, несущего ген VEGF человека // Клеточная трансплантология и тканевая инженерия. 2013. Т. 8, № 3. С. 78–85.

REFERENCES

1. Rengachary S.S. Bone morphogenetic proteins: basic concepts. *Neurosurg Focus.* 2002 Dec 15;13(6):e2. DOI: 10.3171/foc.2002.13.6.3.



2. Grigoriadis A.E., Heersche J.N., Aubin J.E. Differentiation of muscle, fat, cartilage, and bone from progenitor cells present in a bone-derived clonal cell population: effect of dexamethasone. *J Cell Biol.* 1988 Jun;106(6):2139-51. DOI: 10.1083/jcb.106.6.2139.
3. Franz-Odenaal T.A., Hall B.K., Witten P.E. Buried alive: how osteoblasts become osteocytes. *Dev Dyn.* 2006 Jan;235(1):176-90. DOI: 10.1002/dvdy.20603.
4. Kim J.E. Osteoclastogenesis and Osteogenesis. *Int J Mol Sci.* 2022 Jun 15;23(12):6659. DOI: 10.3390/ijms23126659.
5. Tampieri A., Celotti G., Landi E., Sandri M., Roveri N., Falini G. Biologically inspired synthesis of bone-like composite: self-assembled collagen fibers/hydroxyapatite nanocrystals. *J Biomed Mater Res A.* 2003 Nov 1;67(2):618-25. DOI: 10.1002/jbm.a.10039.
6. Arner J.W., Santrock R.D. A historical review of common bone graft materials in foot and ankle surgery. *Foot Ankle Spec.* 2014 Apr;7(2):143-51. DOI: 10.1177/1938640013516358.
7. Buckley R.E., Moran C.G., Apivatthakakul Th. *AO — principles of fracture management.* Berlin: Georg Thieme Verlag; 2017.
8. Belenkiy IG. Comment to the Article by O.A. Kaplunov et al. "Hypotrophic Clavicle Pseudoarthrosis Treatment: A Case Report". *Travmatologiya i ortopediya Rossii = Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2021;27(4):169-172. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-1713.
9. Zipfel G.J., Guiot B.H., Fessler R.G. Bone grafting. *Neurosurg Focus.* 2003 Feb 15;14(2):e8. DOI: 10.3171/foc.2003.14.2.9.
10. Schlickewei W., Schlickewei C. The use of bone substitutes in the treatment of bone defects — the clinical view and history. *Macromolecular symposia.* Weinheim: WILEY-VCH Verlag, 2007;253(1):10-23. DOI: 10.1002/masy.200750702.
11. Miron R.J., Zhang Y.F. Osteoinduction: a review of old concepts with new standards. *J Dent Res.* 2012 Aug;91(8):736-44. DOI: 10.1177/0022034511435260.
12. Campana V., Milano G., Pagano E., Barba M., Cicione C., Salonna G., Lattanzi W., Logroscino G. Bone substitutes in orthopaedic surgery: from basic science to clinical practice. *J Mater Sci Mater Med.* 2014 Oct;25(10):2445-61. DOI: 10.1007/s10856-014-5240-2.
13. Bauermeister A., Maatz R. A method of bone maceration; results in animal experiments. *J Bone Joint Surg Am.* 1957 Jan;39-A(1):153-66. PMID: 13385271.
14. Jensen S.S., Terheyden H. Bone augmentation procedures in localized defects in the alveolar ridge: clinical results with different bone grafts and bone-substitute materials. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24 Suppl:218-36. PMID: 19885447.
15. Dumitrescu A.L. Bone grafts and bone graft substitutes in periodontal therapy. In: *Chemicals in surgical periodontal therapy.* 2011:92. DOI: 10.1007/978-3-642-18225-9_2.
16. Laurencin C.T., El-Amin S.F. Xenotransplantation in orthopaedic surgery. *J Am Acad Orthop Surg.* 2008 Jan;16(1):4-8. DOI: 10.5435/00124635-200801000-00002.
17. Savolainen S., Usenius J.P., Hernesniemi J. Iliac crest versus artificial bone grafts in 250 cervical fusions. *Acta Neurochir (Wien).* 1994;129(1-2):54-7. DOI: 10.1007/BF01400873.
18. Boyan B.D., McMillan J., Lohmann C.H., Ranly D.M., Schwartz Z. Basic information for successful clinical use with special focus on synthetic graft substitutes. *Bone graft substitutes.* Philadelphia: ASTM Int. 2002:231-259.
19. Peltier L.F., Bickel E.Y., Lillo R., Thein M.S. The use of plaster of paris to fill defects in bone. *Ann Surg.* 1957 Jul;146(1):61-9. DOI: 10.1097/00000658-195707000-00007.
20. Peltier L.F., Jones R.H. Treatment of unicameral bone cysts by curettage and packing with plaster-of-Paris pellets. *J Bone Joint Surg Am.* 1978 Sep;60(6):820-2. PMID: 701318.
21. Kumar C.Y., K B N., Menon J., Patro D.K., B H B. Calcium sulfate as bone graft substitute in the treatment of osseous bone defects, a prospective study. *J Clin Diagn Res.* 2013 Dec;7(12):2926-8. DOI: 10.7860/JCDR/2013/6404.3791.
22. Landi E., Logroscino G., Proietti L., Tampieri A., Sandri M., Sprio S. Biomimetic Mg-substituted hydroxyapatite: from synthesis to in vivo behaviour. *J Mater Sci Mater Med.* 2008 Jan;19(1):239-47. DOI: 10.1007/s10856-006-0032-y.
23. Laurencin C., Khan Y., El-Amin S.F. Bone graft substitutes. *Expert Rev Med Devices.* 2006 Jan;3(1):49-57. DOI: 10.1586/17434440.3.1.49.
24. Palussière J., Berge J., Gangi A., Cotten A., Pasco A., Bertagnoli R., Jaksche H., Carpeggiani P., Deramond H. Clinical results of an open prospective study of a bis-GMA composite in percutaneous vertebral augmentation. *Eur Spine J.* 2005 Dec;14(10):982-91. DOI: 10.1007/s00586-003-0664-2.



25. Nandi S.K., Roy S., Mukherjee P., Kundu B., De D.K., Basu D. Orthopaedic applications of bone graft & graft substitutes: a review. *Indian J Med Res.* 2010 Jul;132:15-30. PMID: 20693585.
26. Engelberg I., Kohn J. Physico-mechanical properties of degradable polymers used in medical applications: a comparative study. *Biomaterials.* 1991 Apr;12(3):292-304. DOI: 10.1016/0142-9612(91)90037-b.
27. Mondrinos M.J., Dembzyński R., Lu L., Byrapogu V.K., Wootton D.M., Lelkes P.I., Zhou J. Pore-based solid freeform fabrication of polycaprolactone-calcium phosphate scaffolds for tissue engineering. *Biomaterials.* 2006 Sep;27(25):4399-408. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2006.03.049.
28. Lane J.M. Bone morphogenetic protein science and studies. *J Orthop Trauma.* 2005 Nov-Dec;19(10 Suppl):S17-22. DOI: 10.1097/00005131-200511101-00006.
29. Kaplan K.L., Broekman M.J., Chernoff A., Lesznik G.R., Drillings M. Platelet alpha-granule proteins: studies on release and subcellular localization. *Blood.* 1979 Apr;53(4):604-18. PMID: 426909.
30. Oates T.W., Rouse C.A., Cochran D.L. Mitogenic effects of growth factors on human periodontal ligament cells in vitro. *J Periodontol.* 1993 Feb;64(2):142-8. DOI: 10.1902/jop.1993.64.2.142.
31. Yang D., Chen J., Jing Z., Jin D. Platelet-derived growth factor (PDGF)-AA: a self-imposed cytokine in the proliferation of human fetal osteoblasts. *Cytokine.* 2000 Aug;12(8):1271-4. DOI: 10.1006/cyto.2000.0707.
32. Connolly J.F., Guse R., Tiedeman J., Dehne R. Autologous marrow injection as a substitute for operative grafting of tibial nonunions. *Clin Orthop Relat Res.* 1991 May;(266):259-70. PMID: 2019059.
33. Obana K.K., Schallmo M.S., Hong I.S., Ahmad C.S., Moorman C.T. 3rd, Trofa D.P., Saltzman B.M. Current Trends in Orthobiologics: An 11-Year Review of the Orthopaedic Literature. *Am J Sports Med.* 2022 Sep;50(11):3121-3129. DOI: 10.1177/03635465211037343.
34. Imam M.A., Holton J., Ernstbrunner L., Pepke W., Grubhofer F., Narvani A., Snow M. A systematic review of the clinical applications and complications of bone marrow aspirate concentrate in management of bone defects and nonunions. *Int Orthop.* 2017 Nov;41(11):2213-2220. DOI: 10.1007/s00264-017-3597-9.
35. Lin K., VandenBerg J., Putnam S.M., Parks C.D., Spraggs-Hughes A., McAndrew C.M., Ricci W.M., Gardner M.J. Bone marrow aspirate concentrate with cancellous allograft versus iliac crest bone graft in the treatment of long bone nonunions. *OTA Int.* 2019 Mar 12;2(1):e012. DOI: 10.1097/OI9.0000000000000012.
36. Mazzotta A., Stagni C., Rocchi M., Rani N., Del Piccolo N., Filardo G., Dallari D. Bone marrow aspirate concentrate/platelet-rich fibrin augmentation accelerates healing of aseptic upper limb nonunions. *J Orthop Traumatol.* 2021 Jun 5;22(1):21. DOI: 10.1186/s10195-021-00582-y.
37. Wu X., Shi W., Cao X. Multiplicity of BMP signaling in skeletal development. *Ann N Y Acad Sci.* 2007 Nov;1116:29-49. DOI: 10.1196/annals.1402.053.
38. Boden S.D. Clinical application of the BMPs. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83-A Suppl 1(Pt 2):S161. PMID: 11314796.
39. Mussano F., Ciccone G., Ceccarelli M., Baldi I., Bassi F. Bone morphogenetic proteins and bone defects: a systematic review. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007 Apr 1;32(7):824-30. DOI: 10.1097/01.brs.0000259227.51180.ca.
40. Shields L.B., Raque G.H., Glassman S.D., Campbell M., Vitaz T., Harpring J., Shields C.B. Adverse effects associated with high-dose recombinant human bone morphogenetic protein-2 use in anterior cervical spine fusion. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006 Mar 1;31(5):542-7. DOI: 10.1097/01.brs.0000201424.27509.72.
41. Xie J., Baumann M.J., McCabe L.R. Osteoblasts respond to hydroxyapatite surfaces with immediate changes in gene expression. *J Biomed Mater Res A.* 2004 Oct 1;71(1):108-17. DOI: 10.1002/jbm.a.30140.
42. Serre C.M., Papillard M., Chavassieux P., Voegel J.C., Boivin G. Influence of magnesium substitution on a collagen-apatite biomaterial on the production of a calcifying matrix by human osteoblasts. *J Biomed Mater Res.* 1998 Dec 15;42(4):626-33. DOI: 10.1002/(sici)1097-4636(19981215)42:4<626::aid-jbm20>3.0.co;2-s.
43. Scabbia A., Trombelli L. A comparative study on the use of a HA/collagen/chondroitin sulphate biomaterial (Biostite) and a bovine-derived HA xenograft (Bio-Oss) in the treatment of deep intra-osseous defects. *J Clin Periodontol.* 2004 May;31(5):348-55. DOI: 10.1111/j.1600-051X.2004.00483.x.
44. Yamauchi K., Goda T., Takeuchi N., Einaga H., Tanabe T. Preparation of collagen/calcium phosphate multilayer sheet using enzymatic mineralization. *Biomaterials.* 2004 Nov;25(24):5481-9. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2003.12.057.
45. Lawson A.C., Czernuszka J.T. Collagen--calcium phosphate composites. *Proc Inst Mech Eng H.* 1998;212(6):413-25. DOI: 10.1243/0954411981534187.
46. Liang W., Zhou C., Zhang H., Bai J., Jiang B., Jiang C., Ming W., Zhang H., Long H., Huang X., Zhao J. Recent advances in 3D printing of biodegradable metals for orthopaedic applications. *J Biol Eng.* 2023 Aug 29;17(1):56. DOI: 10.1186/s13036-023-00371-7.



47. Khominets VV, Kalyuzhnaya-Zemlyanaya LI, Grankin AS, Fedorov RF, Volov DA, Komarov AV. Evolution of methods, technologies and materials for bone tissue defects replacement (review). *Preventive and Clinical Medicine*. 2022;4(85):25-34. DOI: 10.47843/2074-9120_2022_4_25.
48. Feichtinger G.A., Hofmann A.T., Slezak P., Schuetzenberger S., Kaipel M., Schwartz E., Neef A., Nomikou N., Nau T., van Griensven M., McHale A.P., Redl H. Sonoporation increases therapeutic efficacy of inducible and constitutive BMP2/7 in vivo gene delivery. *Hum Gene Ther Methods*. 2014 Feb;25(1):57-71. DOI: 10.1089/hgtb.2013.113.
49. Yi Y, Noh MJ, Lee KH. Current advances in retroviral gene therapy. *Curr Gene Ther*. 2011 Jun;11(3):218-28. DOI: 10.2174/156652311795684740.
50. Evans C.H. Gene delivery to bone. *Adv Drug Deliv Rev*. 2012 Sep;64(12):1331-40. DOI: 10.1016/j.addr.2012.03.013.
51. Thapa B., Narain R. Mechanism, current challenges and new approaches for nonviral gene delivery. In: *Polymers and Nanomaterials for Gene Therapy*. Woodhead Publishing; 2016:1-27. DOI: 10.1016/B978-0-08-100520-0.00001-1.
52. Willerth S.M., Sakiyama-Elbert S.E. Approaches to neural tissue engineering using scaffolds for drug delivery. *Adv Drug Deliv Rev*. 2007 May 30;59(4-5):325-38. DOI: 10.1016/j.addr.2007.03.014.
53. Deev RV, Drobyshch AY, Bozo IY, et al. Construction and biological effect evaluation of gene-activated osteoplastic material with human vegf gene // *Kletochnaya transplantologiya i tkanevaya inzheneriya = Cell Transplantation and Tissue Engineering*. 2013;8(3):78-85.

АВТОРЫ

Рефицкая Дарья Юрьевна — ORCID: 0009-0006-0393-0192
Беленький Игорь Григорьевич — д.м.н., ORCID: 0000-0001-9951-5183
Маланин Дмитрий Александрович — д.м.н., ORCID: 0000-0001-7507-0570
Майоров Борис Александрович — к.м.н., ORCID: 0000-0003-1559-1571
Демещенко Максим Васильевич — к.м.н., ORCID: 0000-0003-1797-2431

AUTHORS

Refitskaya Dar'ya Yur'evna — ORCID: 0009-0006-0393-0192
Belen'kiy Igor' Grigor'evich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0001-9951-5183
Malanin Dmitriy Aleksandrovich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0001-7507-0570
Mayorov Boris Aleksandrovich — PhD, ORCID: 0000-0003-1559-1571
Demeshchenko Maksim Vasil'evich — PhD, ORCID: 0000-0003-1797-2431



УДК 616.72-001.6-089.85 : 616.72-089.85 : 616.72-007.281 : 616.727.3 : 616-001.6
DOI: 10.54866/27129632_2024_3_159

ЛЕЧЕНИЕ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОЙ РЕЦИДИВИРУЮЩЕЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ЛОКТЕВОГО СУСТАВА

© К.А. ЕГИАЗАРЯН¹, А.П. РАТЬЕВ^{1,2}, Г.Д. ЛАЗИШВИЛИ^{1,2}, М.А. ДАНИЛОВ^{1,2}, Н.С. ЕРШОВ^{1,2},
Д.А. БАДРИЕВ¹

¹ ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени
Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

² Городская клиническая больница № 1 им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

ВВЕДЕНИЕ. Хроническая посттравматическая нестабильность локтевого сустава является одной из актуальных проблем в современной травматологии в связи с тем, что лечение пациентов с данной патологией сопряжено с множеством трудностей, с которыми сталкивается хирург-травматолог. Данная ситуация обычно возникает при поздних или неудачных попытках устранения вывиха костей предплечья, для лечения таких пациентов требуется выбор одного из нескольких способов довольно обширных хирургических вмешательств. Одним из возможных осложнений лечения является развитие персистирующей посттравматической нестабильности.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ: проанализировать последовательное хирургическое лечение рецидивирующей хронической нестабильности локтевого сустава у одного пациента с использованием различных видов пластик связочного аппарата локтевого сустава, показать возможность использования метода временного артрориза локтевого сустава пластиной при лечении тяжелой персистирующей посттравматической нестабильности локтевого сустава с удовлетворительным исходом.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ. Пациент Л., 59 лет, гиперстенического телосложения, поступил на лечение в плановом порядке с рецидивом вывиха костей правого предплечья. В анамнезе: травма за 6 недель до госпитализации, в день получения травмы был диагностирован вывих костей правого предплечья кзади, выполнены попытки закрытого устранения вывиха с последующей гипсовой иммобилизацией правой верхней конечности. Через 3 недели (по снятии иммобилизации) диагностирован рецидив вывиха костей правого предплечья, было рекомендовано открытое устранение вывиха костей предплечья в плановом порядке. Пациенту выполнено открытое устранение вывиха костей правого предплечья, чрескостный шов латеральной и медиальной коллатеральных связок. Через 4 недели после открытого устранения вывиха и шва связок отмечена нестабильность локтевого сустава, пациенту выполнена кольцевая аутопластика коллатеральных связок локтевого сустава. Через 9 месяцев выявлен рецидив нестабильности, выполнена стабилизация локтевого сустава за счет кольцевой пластики латеральной и медиальной коллатеральных связок синтетической связкой в комбинации с временной внутренней мостовидной фиксацией пластиной с ограниченным контактом, пластина снята через 8 недель. Через 2 года после последней операции пациент отмечает удовлетворительную функцию локтевого сустава, амплитуда сгибания-разгибания составляет 95 градусов, дефицит супинационных движений 20 градусов, определяется умеренная нестабильность в локтевом суставе, нейропатия локтевого нерва. Оценка функции правой верхней конечности по опросникам: QuikDASH = 47,73; Mayo elbow performance score (MEPS) = 75 (good), Oxford elbow score (OES) = 54,17. На контрольных рентгенограммах определяется подвывих головки лучевой кости кзади, признаки артроза локтевого сустава.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Отсроченное хирургическое лечение может привести к последующим осложнениям в виде персистирующей нестабильности локтевого сустава, с чем столкнулись в описанном клиническом наблюдении. Временный артрориз локтевого сустава пластиной можно рассматривать как вариант стабилизации локтевого сустава в тяжелых клинических случаях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: локтевой сустав, вывих в локтевом суставе, хроническая нестабильность локтевого сустава, пластика коллатеральных связок локтевого сустава.

КАК ЦИТИРОВАТЬ. Егиазарян К.А., Ратьев А.П., Лазишвили Г.Д., Данилов М.А., Ершов Н.С., Бадриев Д.А. Лечение посттравматической рецидивирующей нестабильности локтевого сустава // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 3. С. 159–169.



TREATMENT OF POST-TRAUMATIC RECURRENT INSTABILITY OF THE ELBOW JOINT

© K.A. EGIAZARYAN¹, A.P. RATYEV^{1,2}, G.D. LAZISHVILI^{1,2}, M.A. DANILOV^{1,2}, N.S. ERSHOV^{1,2}, D.A. BADRIEV¹

¹ Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «N.I. Pirogov Russian National Research Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

² Pirogov City Clinical Hospital № 1, Moscow, Russia

ABSTRACT

INTRODUCTION. Chronic post-traumatic instability of the elbow joint is one of the topical problems in modern traumatology due to the fact that the treatment of patients with this pathology is associated with many difficulties faced by a trauma surgeon. This situation usually occurs with late or unsuccessful attempts to reduction of elbow dislocation; the treatment of such patients requires the choice between several methods of fairly extensive surgical interventions. The development of persistent post-traumatic instability is one of the possible complications of treatment.

AIM OF THE STUDY: to analyze the sequential surgical treatment of recurrent chronic instability of the elbow joint in one patient using various types of plastic ligaments of the elbow joint and show the possibility of using the method of temporary arthrorisis of the elbow joint with a plate in the treatment of severe persistent post-traumatic instability of the elbow joint with a satisfactory outcome.

CASE REPORT. Patient L, 59 years old, hypersthenic build, was admitted for routine treatment with recurrent elbow dislocation. Patient history: injury occur 6 weeks before hospitalization; on the day of the injury was diagnosed posterior elbow dislocation; attempts were made to closed reduction of dislocation, followed by plaster immobilization of the right upper limb; three weeks later, the plaster immobilization was removed and the patient was diagnosed with recurrent elbow dislocation. The patient was recommended for open reduction of the elbow dislocation as a scheduled operation. The patient underwent open reduction of the elbow dislocation, transosseous suture of the lateral and medial collateral ligaments. Instability of the elbow joint was noted 4 weeks after open reduction of the dislocation and suture of the ligaments; the patient underwent loop autoplasty of the collateral ligaments of the elbow joint. Relapse of instability was detected after 9 months, the elbow joint was stabilized by circumferential plasty of the lateral and medial collateral ligaments with a synthetic ligament in combination with temporary internal bridge fixation with a plate with limited contact, the plate was removed after 8 weeks. The patient demonstrates satisfactory elbow joint function 2 years after the last operation, with a flexion-extension range of motion of 95 degrees and a deficit of supination movements of 20 degrees. Moderate instability in the elbow joint and ulnar nerve neuropathy are observed. Assessment of right upper limb function using questionnaires: QuikDASH = 47.73; Mayo elbow performance score (MEPS) = 75 (good), Oxford elbow score (OES) = 54.17. Control X-ray reveal posterior subluxation of the head of the radial bone and signs of elbow arthrosis.

CONCLUSION. The delayed surgical treatment may lead to subsequent complications in the form of persistent instability of the elbow joint, as encountered in the described clinical observation. Temporary arthrorisis of the elbow joint using a plate can be considered as an option for stabilizing the elbow joint in severe clinical cases.

KEYWORDS: elbow joint, elbow dislocation, chronic elbow instability, collateral ligaments reconstruction of the elbow joint.

TO CITE THIS ARTICLE. Egiazaryan K.A., Ratyev A.P., Lazishvili G.D., Danilov M.A., Ershov N.S., Badriev D.A. Treatment of post-traumatic recurrent instability of the elbow joint. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2024;(3):159-169.

Введение. Хроническая нестабильность локтевого сустава — довольно редкая патология, возникающая чаще всего вследствие неустраненной острой нестабильности, связанной с нарушением лечебно-диагностических мероприятий при лечении таких пациентов или с отсутствием своевременной оценки стабильности локтевого сустава после лечебных мероприятий [1, 2]. Данная нестабильность может быть обусловлена как

неустраняемым вывихом, так и рецидивирующими вывихами костей предплечья. Лечение таких пациентов — сложный процесс ввиду объемности операции, при которой необходимо выполнить реконструкцию связочных (а при необходимости и костных) стабилизаторов, провести элементы артролиза сустава, грамотно выбрать иммобилизационный режим после хирургического лечения [3]. Наружная иммобилизация в виде гипсовых

лонгет или ортезов не всегда достаточна. В литературе часто предлагается открытое устранение вывиха в сочетании с аппаратами внешней фиксации, однако данное лечение сопряжено с развитием воспаления тканей по ходу чрескостных элементов, ослаблением элементов фиксатора, потерей репозиции и возможными нейрососудистыми повреждениями [4, 5]. Описаны клинические примеры временной иммобилизации погружными фиксаторами с их последующим удалением [6–8]. Количество вариативных методик лечения говорит о сложности и актуальности данной проблемы. Мы представим ниже клинический случай лечения хронической нестабильности локтевого сустава, устранение которой привело к развитию рецидивирующей нестабильности с необходимостью выполнения более надежной фиксации локтевого сустава в виде временного артрориза пластиной.

Цель исследования: проанализировать последовательное хирургическое лечение рецидивирующей хронической нестабильности локтевого сустава у одного пациента с использованием различных видов пластик связочного аппарата локтевого сустава, показать возможность использования метода временного артрориза локтевого сустава пластиной при лечении тяжелой персистирующей посттравматической нестабильности локтевого сустава с удовлетворительным исходом.

Клинический случай. Пациент Л., 59 лет, поступил на лечение в плановом порядке в травматологическое отделение клинической больницы г. Москва с жалобами на боль и чувство нестабильности в правом локтевом суставе. По данным анамнеза: травма получена 6 недель назад при падении со стула, самотеком первично обратился в приемное отделение клинической больницы по месту жительства, где был обследован рентгенологически, диагностирован задний вывих костей правого предплечья. После установки диагноза пациенту производились неоднократные попытки закрытого устранения вывиха костей правого предплечья под местной анестезией. Вывих, по данным медицинской документации, предоставленной пациентом, был устранен, выполнена иммобилизация правого локтевого сустава задней гипсовой лонгетой, после чего пациент был отпущен на амбулаторное лечение с рекомендациями. После прекращения иммобилизации (длительность иммобилизации 3 недели), в начале реабилитационных мероприятий пациент отметил усиление болевого синдрома, появление выраженного отека правой верхней конечности. Пациент повторно обратился за медицинской помощью в одну из клиник г. Москвы, где был диагностирован рецидив вывиха костей правого предплечья,

выполнено МСКТ правого локтевого сустава (Рис. 1). Пациенту было рекомендовано оперативное лечение в плановом порядке — открытое устранение вывиха костей предплечья.

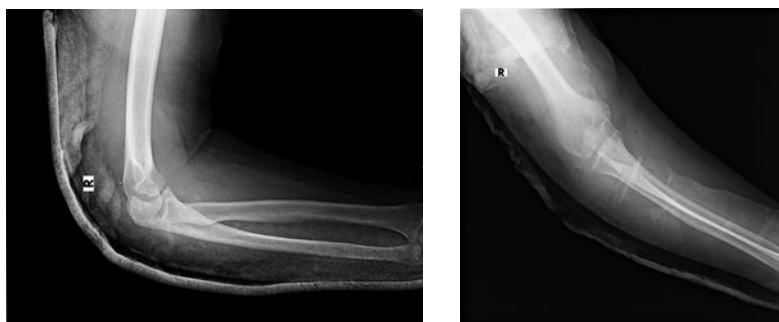


Рис. 1. МСКТ, рецидив вывиха костей предплечья

На момент поступления в травматологический стационар у пациента отсутствовали противопоказания к оперативному лечению. Пациент гиперстенического телосложения, отмечалось ожирение II степени. На рентгенологическом контроле при поступлении сохранялся вывих костей правого предплечья кзади. При осмотре отмечалась деформация, умеренный отек, боль при пальпации в области правого локтевого сустава, объем движений в данном суставе резко ограничен, конечность фиксирована в косыночной повязке, острых циркуляторных нарушений в конечности не было, пациент отмечал снижение чувствительности по ходу локтевого нерва.

После предоперационного обследования и подготовки пациента выполнено оперативное вмешательство: «Открытое устранение вывиха костей предплечья справа, шов латерального и медиального связочного комплексов». Операция производилась под эндотрахеальным наркозом. Произведена иммобилизация правой верхней конечности задней гипсовой лонгетой (Рис. 2). Послеоперационный период протекал без особенностей. Пациент был выписан на амбулаторное лечение на 5 сутки из стационара с рекомендациями: иммобилизация правой верхней конечности в течение 3 недель, далее разработка пассивных, а затем и активных движений под контролем врача-реабилитолога.

Через 4 недели после хирургического лечения — открытого устранения вывиха костей правого предплечья со швом связок локтевого сустава, пациент повторно обратился к оперирующему хирургу с жалобами на боль, ограничение движений, чувство нестабильности в правом локтевом суставе. Пациенту были выполнены контрольные рентгенограммы правого локтевого сустава, на



*Рис. 2. Контрольные рентгенограммы на следующий день после операции.
Иммобилизация задней гипсовой лонгетой*

которых выявлен рецидив вывиха головки локтевой кости (Рис. 3), клинически определяется умеренная варусно-вальгусная нестабильность локтевого сустава. Пациенту рекомендовано повторное хирургическое вмешательство — артротомия, аутопластика связочного аппарата правого локтевого сустава. Пациент госпитализирован

в день обращения. В рамках предоперационной подготовки консультирован эндокринологом, диагностировано: «Ожирение 2 ст. Нормогонадотропный гипогонадизм. Нарушение толерантности к глюкозе», выданы рекомендации в виде дополнительного клинического обследования, приема метформина (Глюкофаж лонг 1000 мг/день).



Рис. 3. Рентгенограммы правого локтевого сустава до стабилизации локтевого сустава аутоперитрансплантатом

После предоперационного обследования и подготовки пациента выполнено оперативное вмешательство: «Артротомия, аутопластика связочного аппарата правого локтевого сустава». Интраоперационно использована методика стабилизации правого локтевого сустава путем ре-

конструкции медиальной и латеральной коллатеральных связок аутоперитрансплантатом сухожилия *m. gracilis* по типу замкнутой петли, проходящей через сквозные каналы в плечевой и локтевой костях, расвернутых через изометрические точки (Рис. 4).

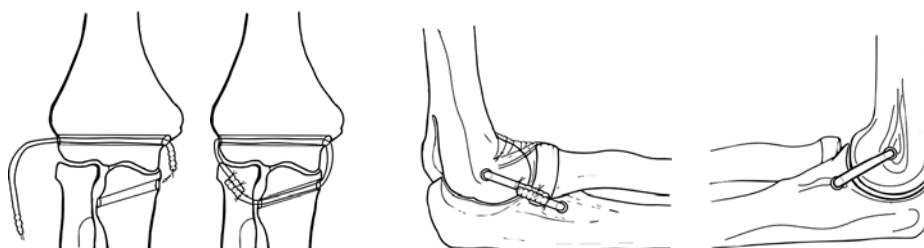


Рис. 4. Техника стабилизации локтевого сустава по типу замкнутой петли: позиционирование трансплантата, прямая проекция, вид с латеральной, вид с медиальной стороны

Использован задний доступ к локтевому суставу. После операции правый локтевой сустав иммобилизован задней гипсовой лонгетой от верхней трети плеча до головок пястных костей. На контрольных рентгенограммах на 1 сутки после операции определялась инконгруэнтность (Рис. 5) в плечелучевом сочленении, вследствие чего, произведена смена гипсовой иммобилиза-

ции с положением предплечья в полной пронации. Послеоперационный период протекал без особенностей. Пациент был выписан на амбулаторное лечение на 3 суток из стационара с рекомендациями: иммобилизация правой верхней конечности в течение 2 недель, далее разработка пассивных, а затем и активных движений под контролем врача-реабилитолога.

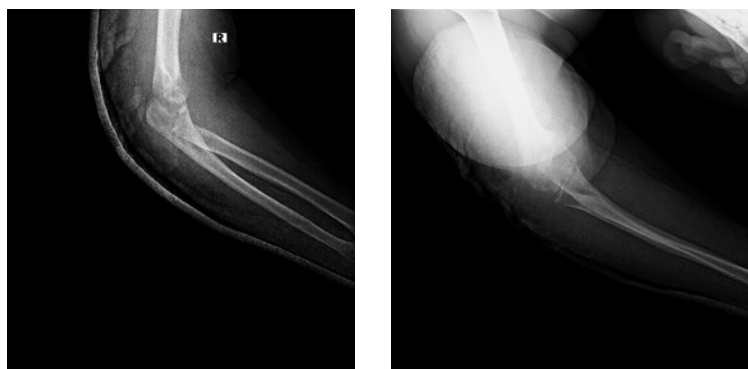


Рис. 5. Контрольные рентгенограммы после стабилизации правого локтевого сустава сухожильным ауто трансплантатом, сохраняется инконгруэнтность

Пациент осмотрен через 1 месяц с момента повторной операции, выполнены рентгенограммы (Рис. 6). Пациент жалоб активно не предъявлял, при осмотре выявлена незначительная варусно-вальгусная нестабильность локтевого сустава (Varus/valgus stress-test слабоположительный), тесты на заднюю нестабильность (Lateral pivot-shift, posterolateral rotatory drawer-test) отрицательны,

сгибание в локтевом суставе 110 градусов, разгибание 30 градусов, ротация полная, отмечал снижение чувствительности в 4, 5 пальцах правой кисти, внутренней поверхности правого предплечья, отмечена гипотрофия червеобразных мышц правой кисти. Рекомендована консультация невролога, выполнение УЗИ, ЭНМГ локтевого нерва справа. На осмотр через 3, 6 месяцев пациент не явился.

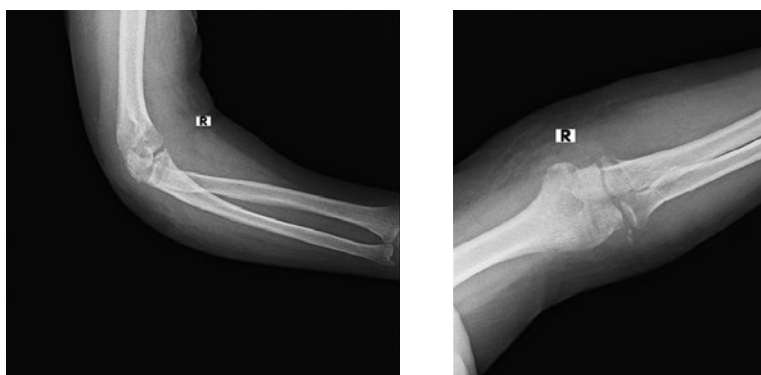


Рис. 6. Контрольные рентгенограммы после стабилизации правого локтевого сустава сухожильным ауто трансплантатом, 1 месяц после операции

Через 9 месяцев пациент обратился с жалобами боль, ограничение движений, чувство нестабильности в правом локтевом суставе, онемение, снижение силы в 4, 5 пальцах правой кисти. Со слов больного, жалобы беспокоили в течение последних 4 месяцев. Пациенту были выполнены

контрольные рентгенограммы правого локтевого сустава (Рис. 7), на которых выявлены признаки нестабильности правого локтевого сустава, инконгруэнтность суставных поверхностей, признаки артроза II ст. Пациенту рекомендовано хирургическое лечение — артротомия, артролиз,

стабилизация правого локтевого сустава искусственной связкой (LARS). В уточненном анамнезе отмечается наличие ночного апноэ, (пациент применяет СИПАП-терапию после обследо-

вания сомнологом от 2002 г.), курение до 20 сигарет в сутки, ИМТ 35,66 кг/м². Метформин был отменен за двое суток до оперативного лечения.



Рис. 7. Рентгенограммы правого локтевого сустава при рецидиве нестабильности локтевого сустава

После предоперационного обследования и подготовки пациента выполнено оперативное вмешательство в объеме открытого артролиза правого локтевого сустава, невролиза локтевого нерва, стабилизации правого локтевого сустава путем пластики коллатеральных связок синтетической связкой (LARS) по типу замкнутой петли, с фиксацией интерферентными винтами. Учитывая неоднократные рецидивы нестабильности, для дополнительной стабилизации лок-

тевого сустава принято решение о выполнении временного артрориза погружным фиксатором — пластиной LCP на 10 отверстий. Пластина была отмоделирована с последующей фиксацией на правые локтевую и плечевую кости по задней поверхности в положении сгибания в локтевом суставе 90° (Рис. 8). После операции дополнительно выполнена иммобилизация задней гипсовой лонгетой. Рекомендовано удаление пластины через 6 недель.

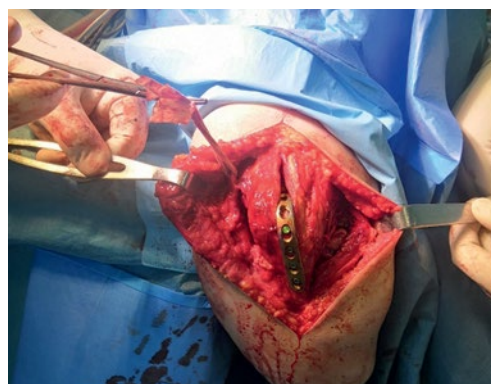
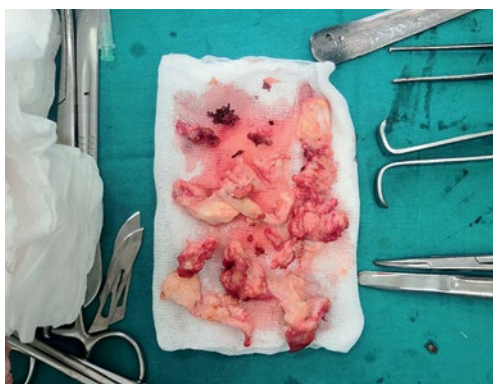
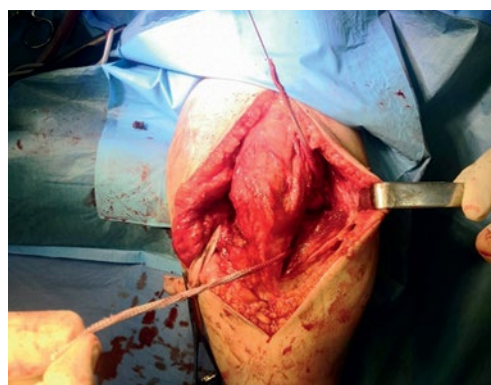
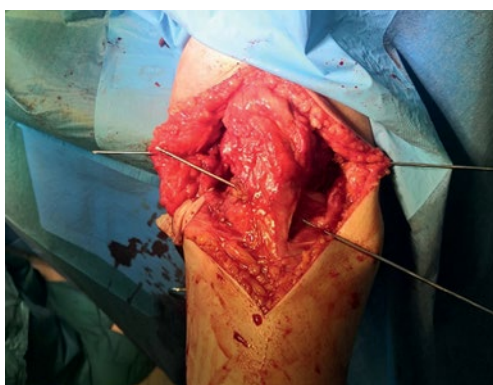


Рис. 8. Интраоперационные фотографии: позиционирование каналов, заведение эндопротеза связки LARS, извлеченный биоматериал после артролиза сустава, установленная для временного артрориза пластина



Рис. 9. Рентгенограммы после стабилизации локтевого сустава синтетической связкой LARS и временным артроризом пластиной LCP

Удаление пластины из правого локтевого сустава произведено через 8 недель с момента операции (Рис. 10), рекомендована разработка дви-

жений в правом локтевом суставе с исключением осевой нагрузки на правую верхнюю конечность в течение 1 месяца.



Рис. 10. Рентгенограммы после удаления пластины

Отдаленный результат оценен через 2 года с момента последней операции. На контрольных рентгенограммах правого локтевого сустава опре-

деляется незначительная инконгруэнтность головки лучевой кости, признаки артроза локтевого сустава II ст. (Рис. 11).

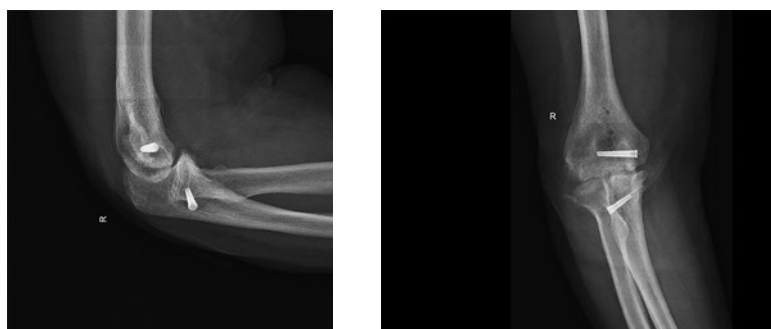


Рис. 11. Контрольные рентгенограммы через 2 года

Пациент предъявляет жалобы на ограничение движений, чувство неустойчивости в правом лок-

тевом суставе, онемение, снижение силы в 4 и 5 пальцах правой кисти. Болевого синдрома не от-

мечает. Оценка функции правой верхней конечности по опросникам: QuikDASH=47,73; Mayo elbow performance score (MEPS)=75 (good), Oxford elbow score (OES)=54,17. Полученные данные соответствуют хорошему отдаленному результату. Пациента не беспокоит ограничение движений и уме-

ренная нестабильность, в отличие от нейропатии, по поводу которой пациентом выполнено УЗИ и игольчатое ЭНМГ, подтверждена компрессия на уровне кубитального канала, однако на данном этапе пациент воздержался от оперативного лечения по поводу нейропатии локтевого нерва.



Рис. 12. Объем движений через 2 года

Пациент информирован о планах на включение клинического случая в публикационный материал, выразил свое согласие на участие. ЛЭК: выписка из протокола заседания ЛЭК РНИМУ им. Н. И. Пирогова №213 от 13.12.2021.

Обсуждение. Лечение острой нестабильности традиционно начинается с консервативного лечения в виде закрытого устранения вывиха костей предплечья. Сразу после устранения вывиха и через неделю необходимо оценить стабильность локтевого сустава [9, 10]. При сохраняющейся нестабильности рекомендуется хирургическое восстановление латерального связочного комплекса и, при необходимости, медиальной коллатеральной связки. Выполнение оперативного лечения необходимо планировать как можно раньше, так как в «остром периоде» вывиха (до 3 недель) возможен шов поврежденных связочных структур, после трех недель происходит их контракция и дегенеративное перерождение, поэтому в этом случае для более эффективного лечения требуется рассмотреть варианты пластики связочного аппарата с использованием ауто-, алло- трансплантата или синтетической связки [11].

Также необходимо учитывать особенности травмы у конкретного пациента и его соматический статус. Так, у лиц с высоким индексом массы тела результаты лечения могут быть заведомо низкими [12]. Это связано не только с повреждением связочного аппарата локтевого сустава [13, 14], но и с тяжелым повреждением других стабилизаторов, а именно, передней капсулы, сухожилия плечевой мышцы, мышц сгибателей и разгибателей предплечья. В нашем случае, ИМТ у пациента составила 35,66 кг/м², что говорит об ожирении II степени.

Рассматриваемый в данном клиническом случае пациент поступил с застарелым неустраняемым вывихом костей правого предплечья, ему было выполнено стандартное лечение в объеме открытого устранения вывиха и чрескостного шва коллатеральных связок локтевого сустава, однако, после операции определялась остаточная нестабильность костей предплечья. Вероятно, у данного пациента нужно было рассмотреть вопрос о первичной пластике связок локтевого сустава, восстановлении переднего компартмента в виде шва капсулы. Возможно, учитывая тяжесть



повреждения и обширность операции, на первом этапе иммобилизацию нужно было проводить не гипсовой лонгетой, а в условиях АНФ, однако еще на моменте планирования операции пациент отказался от аппарата наружной фиксации.

При выявлении рецидива нестабильности пациенту выполнена кольцевая аутопластика связочных структур, но внешняя иммобилизация оказалась недостаточной.

При следующем рецидиве нестабильности выполнена пластика связочных структур искусственной связкой с дополнительной стабилизацией локтевого сустава в виде временного артрориза пластиной. Это нестандартное решение было принято с учетом анамнеза пациента. Кроме пластины рассматривался вариант иммобилизации с помощью АНФ, однако пациент, у которого ранее было выявлено нарушение толерантности к глюкозе, опасался возможных осложнений в виде воспаления в области стержней и сложностью ухода за металлоконструкцией. Технические решения на момент операции в виде миниинвазивных погружных фиксирующих аппаратов были недоступны. Иммобилизация только наружным ортезом с угловой стабильностью, замкнутым под 90°, в данном случае не была бы состоятельной, учитывая отсутствие «идеальных» характеристик для поддержания внутрисуставных взаимоотношений. Основным недостатком выбранного метода дополнительной фиксации являлась необходимость еще одной довольно обширной операции по удалению металлофиксатора.

У данного пациента не наблюдалось гетеротопической оссификации, однако при операциях

потребовалось выполнять довольно обширный артролиз с удалением большого количества фиброзной ткани. Оссификация является частым осложнением при вывихах предплечья, для ее профилактики необходим прием нестероидных противовоспалительных препаратов [15]. Несмотря на проводимые элементы артролиза на всех этапах операционного лечения и последующую реабилитацию движений, у пациента осталось ограничение амплитуды движений в локтевом суставе.

Заключение. Регулярное проведение проверки стабильности сустава, выполнение контрольных рентгенограмм помогает вовремя обнаружить рецидивирующую нестабильность. Необходимо помнить о том, что увеличение сроков иммобилизации более 2–3 недель может вызывать развитие тугоподвижности сустава и уменьшение амплитуды движения [16]. В литературе описаны данные о том, что повышение ИМТ достоверно приводит к ухудшению результатов лечения [12]. Пациентов с выраженным ожирением и с массивным повреждением стабилизаторов локтевого сустава показано оперативное лечение, при помощи которого нужно выполнять не только шов связок локтевого сустава, но и фиксировать переднюю капсулу с сухожилием плечевой мышцы. Отсроченное хирургическое лечение демонстрирует результат хуже, чем операция, сделанная в ранние сроки, с чем и столкнулись в описанном клиническом случае. Артрориз локтевого сустава пластиной можно рассматривать как вариант стабилизации локтевого сустава в тяжелых клинических случаях.

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

SOURCE OF FUNDING. The study was performed without sponsorship.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черкасов С.Н., Кудряшова Л.В., Егиазарян К.А. Анализ потребности как основа планирования объемов высокотехнологичных видов медицинской помощи пациентам с заболеваниями костно-мышечной системы в городе Москве // Бюллетень национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н.А. Семашко. 2015. № 4–5. С. 199–204.
2. Егиазарян К.А., Черкасов С.Н., Аммаева Л.Ж. Мониторинг реализации государственной политики в области профилактики производственного травматизма // Общественное здоровье и здравоохранение. 2016. № 3. С. 31–35.
3. Carlier Y., Soubeyrand M. Chronic elbow instability in adults: The why, when and how of ligament reconstruction. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR*. 2023;109(1S):103449. DOI: 10.1016/j.otsr.2022.103449.
4. Lyons R.P., Armstrong A. Chronically unreduced elbow dislocations. *Hand Clin*. 2008;24(1):91–103. DOI: 10.1016/j.hcl.2007.11.008.
5. Baumann G., Nagy L., Jost B. Radial nerve disruption following application of a hinged elbow external fixator: a report of three cases. *J Bone Joint Surg Am*. 2011;93(10):e51. DOI: 10.2106/JBJS.J.00436.
6. Neuhaus V., Alqueza A., Mudgal C.S. Open reduction and temporary internal fixation of a subacute elbow dislocation. *J Hand Surg*. 2012;37(5):1011–1014. DOI: 10.1016/j.jhsa.2012.02.025.



7. Ahmed I., Mistry J. The management of acute and chronic elbow instability. *Orthop Clin North Am.* 2015;46(2):271-280. DOI: 10.1016/j.ocl.2014.11.008.
8. Edelman D., Ilyas A.M. Temporary Bridge Plate Stabilization of Unstable Elbow Fractures and Dislocations. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2018;22(2):46-50. DOI: 10.1097/BTH.000000000000191.
9. Calderazzi F., Garzia A., Leigh M., et al. Simple and stable elbow dislocations: results after conservative treatment. *Acta Bio Medica Atenei Parm.* 2020;91(4-S):224-231. DOI: 10.23750/abm.v91i4-S.9637.
10. Егиазарян К.А., Рат'ев А.П., Данилов М.А., Бадриев Д.А. Лечение простой травматической нестабильности локтевого сустава // Кафедра травматологии и ортопедии. 2021. № 4. С. 69–79. DOI: 10.17238/2226-2016-2021-4-69-79.
11. Егиазарян К.А., Рат'ев А.П., Лазишвили Г.Д. Локтевой сустав. Учебное пособие. Москва, 2019. 464 с.
12. Damodar D., Berglund D.D., Vakharia R.M., Mijic D., Kalandiak S.P., Levy J.C. Morbid obesity and 1-year costs after elbow dislocation. *J Orthop.* 2018;15(3):817-819. DOI: 10.1016/j.jor.2018.08.023.
13. Robinson P.M., Griffiths E., Watts A.C. Simple elbow dislocation. *Shoulder Elb.* 2017;9(3):195-204. DOI: 10.1177/1758573217694163.
14. O'Driscoll S.W., Morrey B.F., Korinek S., An K.N. Elbow subluxation and dislocation. A spectrum of instability. *Clin Orthop Relat Res.* 1992;(280):186-197.
15. Balboni T.A., Gobeze R., Mamon H.J. Heterotopic ossification: Pathophysiology, clinical features, and the role of radiotherapy for prophylaxis. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2006;65(5):1289-1299. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2006.03.053.
16. Panteli M., Pountos I., Kanakaris N.K., Tosounidis T.H., Giannoudis P.V. Cost analysis and outcomes of simple elbow dislocations. *World J Orthop.* 2015;6(7):513-520. DOI: 10.5312/wjo.v6.i7.513.

REFERENCES

1. Cherkasov S.N., Kudrjashova L.V., Егиазарян К.А. Demand analysis as a basis for planning volumes of high-tech medical care for patients with diseases of the musculoskeletal system in city Moscow. *Bulletin of Semashko National Research Institute of Public Health.* 2015;(4-5):199-204. (In Russ.).
2. Егиазарян К.А., Cherkasov S.N., Attaeva L.Zh. Monitoring the implementation of the state policy in the field of occupational injury prevention. *Public Health and Health Care.* 2016;3:31-35. (in Russ.).
3. Carlier Y., Soubeyrand M. Chronic elbow instability in adults: The why, when and how of ligament reconstruction. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR.* 2023;109(1S):103449. DOI: 10.1016/j.otsr.2022.103449.
4. Lyons R.P., Armstrong A. Chronically unreduced elbow dislocations. *Hand Clin.* 2008;24(1):91-103. DOI: 10.1016/j.hcl.2007.11.008.
5. Baumann G., Nagy L., Jost B. Radial nerve disruption following application of a hinged elbow external fixator: a report of three cases. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(10):e51. DOI: 10.2106/JBJS.J.00436.
6. Neuhaus V., Alqueza A., Mudgal C.S. Open reduction and temporary internal fixation of a subacute elbow dislocation. *J Hand Surg.* 2012;37(5):1011-1014. DOI: 10.1016/j.jhsa.2012.02.025.
7. Ahmed I., Mistry J. The management of acute and chronic elbow instability. *Orthop Clin North Am.* 2015;46(2):271-280. DOI: 10.1016/j.ocl.2014.11.008.
8. Edelman D., Ilyas A.M. Temporary Bridge Plate Stabilization of Unstable Elbow Fractures and Dislocations. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2018;22(2):46-50. DOI: 10.1097/BTH.000000000000191.
9. Calderazzi F., Garzia A., Leigh M., et al. Simple and stable elbow dislocations: results after conservative treatment. *Acta Bio Medica Atenei Parm.* 2020;91(4-S):224-231. DOI: 10.23750/abm.v91i4-S.9637.
10. Егиазарян К.А., Рат'ев А.П., Данилов М.А., Бадриев Д.А. Treatment of simple traumatic instability of the elbow joint. The Department of Traumatology and Orthopedics. 2021;(4):69-79. (In Russ.). DOI: 10.17238/2226-2016-2021-4-69-79.
11. Егиазарян К.А., Рат'ев А.П., Лазишвили Г.Д. Локтевой сустав. Учебное пособие. Москва; 2019. (In Russ.).
12. Damodar D., Berglund D.D., Vakharia R.M., Mijic D., Kalandiak S.P., Levy J.C. Morbid obesity and 1-year costs after elbow dislocation. *J Orthop.* 2018;15(3):817-819. DOI: 10.1016/j.jor.2018.08.023.
13. Robinson P.M., Griffiths E., Watts A.C. Simple elbow dislocation. *Shoulder Elb.* 2017;9(3):195-204. DOI: 10.1177/1758573217694163.
14. O'Driscoll S.W., Morrey B.F., Korinek S., An K.N. Elbow subluxation and dislocation. A spectrum of instability. *Clin Orthop Relat Res.* 1992;(280):186-197.
15. Balboni T.A., Gobeze R., Mamon H.J. Heterotopic ossification: Pathophysiology, clinical features, and the role of radiotherapy for prophylaxis. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2006;65(5):1289-1299. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2006.03.053.



16. Panteli M., Pountos I., Kanakaris N.K., Tosounidis T.H., Giannoudis P.V. Cost analysis and outcomes of simple elbow dislocations. World J Orthop. 2015;6(7):513-520. DOI: 10.5312/wjo.v6.i7.513.

АВТОРЫ

Егiazарян Карен Альбертович — д.м.н., ORCID: 0000-0002-6680-9334

Ратьев Андрей Петрович — д.м.н., ORCID: 0000-0002-6559-4263

Лазишвили Гурам Давидович — д.м.н., ORCID: 0000-0002-3375-9879

Данилов Максим Александрович — к.м.н., ORCID: 0000-0001-9359-0721

Ершов Никита Сергеевич — ORCID: 0000-0002-1272-3201

Бадриев Денис Айдарович — ORCID: 0000-0003-3497-5933

AUTHORS

Eghiazaryan Karen Al'bertovich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0002-6680-9334

Ratyev Andrey Petrovich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0002-6559-4263

Lazishvili Guram Davidovich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0002-3375-9879

Danilov Maksim Aleksandrovich — PhD, ORCID: 0000-0001-9359-0721

Ershov Nikita Sergeevich — ORCID: 0000-0002-1272-3201

Badriev Denis Aydarovich — ORCID: 0000-0003-3497-5933



УДК 617.583

DOI: 10.54866/27129632_2024_3_170

ВАРИАНТЫ ХИРУРГИЧЕСКИХ ДОСТУПОВ ПРИ ОПЕРАТИВНОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ПЕРЕЛОМАМИ И ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ ЛАТЕРАЛЬНОГО МЫШЦЕЛКА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

© Р.С. ЯГФАРОВ, И.А. ВОРОНКЕВИЧ, Д.В. СТАФЕЕВ

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена», Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

ВВЕДЕНИЕ. Оперативное лечение внутрисуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости требует от хирурга знания специальных приемов восстановления правильного строения сустава. Некорректное восстановление суставной поверхности плато большеберцовой кости и оси конечности приводит к нарушению суставных соотношений и угловым деформациям в 19–26 % случаев. Качество восстановления суставной поверхности коррелирует с клиническими исходами: чем точнее восстановлены ось и суставные поверхности, тем меньше боль, тем медленнее развивается посттравматический артроз. Точность восстановления суставной поверхности плато большеберцовой кости требует достаточной визуализации повреждения для осуществления анатомической репозиции и прочной фиксации, для чего разработано большое количество доступов.

ЦЕЛЬ: систематизировать сведения о хирургических доступах при оперативном лечении внутрисуставных переломов и посттравматических деформаций латерального мыщелка большеберцовой кости.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Для анализа литературы было отобрано 100 иностранных статей, посвященных переломам, а также посттравматическим деформациям плато большеберцовой кости и методам их лечения, опубликованных с 1985 по 2023 гг., а также 18 отечественных публикаций за период с 2007 по 2022 гг. Отобраны и проанализированы 59 наиболее релевантных статей. Поиск публикаций проводился в базах данных PubMed / MedLine и eLIBRARY.

РЕЗУЛЬТАТЫ. В научных публикациях признается, что, несмотря на простоту выполнения переднелатерального хирургического доступа, являющегося наиболее популярным, его применение не может обеспечить обзор, корректный визуальный контроль, осуществление репозиции и фиксации повреждений, занимающих менее задней половины суставной поверхности наружного мыщелка, а также предполагает серьезные неудобства самих манипуляций с задними фрагментами через передний доступ. Поэтому многие авторы при остеосинтезе заднего отдела латерального мыщелка большеберцовой кости склоняются к использованию задних доступов, которые улучшают обзор зоны повреждения и удобство работы со смещенными фрагментами, что в совокупности обеспечивает более качественную репозицию и фиксацию.

ВЫВОД. В последние годы наметилась тенденция к учащению использования задних доступов для репозиции и фиксации задних отделов плато большеберцовой кости. И хотя часть специалистов по-прежнему с переменным успехом пытается традиционным переднелатеральным доступом восстанавливать задние повреждения, опыт современных специалистов свидетельствует о том, что из передних доступов невозможно осуществить точную репозицию и стабильную фиксацию задних импрессионных фрагментов. Специальный задний доступ к задним отделам латерального мыщелка большеберцовой кости, хотя и описан в нескольких модификациях, не получил пока широкого распространения ввиду его сложности. Активный поиск новых вариантов заднелатеральных хирургических доступов, как с остеотомией головки малоберцовой кости, так и без остеотомии, позволяет выявлять новые возможности увеличения технологичности этих вмешательств.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: перелом плато большеберцовой кости, посттравматические деформации заднего отдела латерального мыщелка большеберцовой кости, остеосинтез, хирургический доступ.

КАК ЦИТИРОВАТЬ. Ягфаров Р.С., Воронкевич И.А., Стафеев Д.В. Варианты хирургических доступов при оперативном лечении пациентов с переломами и посттравматическими деформациями латерального мыщелка большеберцовой кости. Обзор литературы // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 3. С. 170–183.



VARIANTS OF SURGICAL ACCESSES IN SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH FRACTURES AND POSTTRAUMATIC DEFORMITIES OF THE LATERAL CONDYLE OF THE TIBIA (REVIEW)

© R.S. YAGFAROV, I.A. VORONKEVICH, D.V. STAFEEV

Russian Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vreden, St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

RATIONALE. Surgical treatment of intra-articular fractures of the proximal tibia requires great skill on the part of the surgeon to restore the correct joint configuration. Incorrect restoration of the articular surface of the tibial plateau and limb axis results in compromised articular relationships and angular deformities in 19 % to 26 % of cases. The quality of articular surface restoration correlates with clinical outcomes and this correlation is further supported by the fact that intra-articular fractures of the tibial plateau require proper visualization of the lesion, anatomic repositioning and firm fixation, and therefore a large number of accesses have been developed.

THE AIM is to systematize the data on surgical accesses in the surgical treatment of intra-articular fractures and posttraumatic deformities of the lateral condyle of the tibial condyle.

MATERIALS AND METHODS. To analyze the literature, we selected 100 foreign articles on fractures and posttraumatic deformities of the tibial plateau and methods of their treatment published from 1985 to 2023, as well as 18 domestic publications from 2007 to 2022. 59 most relevant articles were selected. The publications were searched in PubMed/MedLine and eLIBRARY databases.

RESULTS. Recent and distant literature recognizes that despite the ease of performing the anterolateral surgical access, which is the most popular, many authors tend to perform various modifications of posterior accesses for osteosynthesis of the posterior lateral condyle of the tibia, which allow for greater visualization of the lesion and better repositioning.

CONCLUSION. There is limited evidence to support that any one access is superior to another for surgical interventions on the posterior aspect of the lateral condyle of the tibial condyle. Some experts believe that traditional anterolateral access allows adequate repositioning and fixation of the fragments of the discussed localization, but opponents of this approach argue that accurate repositioning and stable fixation cannot be performed from this access. Some authors suggest using two separate accesses: traditional anterolateral and additional posterior, which significantly increases the traumatic nature of the operation. In addition, in recent years, proposals have been published on the use of various posterolateral surgical accesses: both without osteotomy of the fibula head and with its osteotomy. The independent posterior access to the posterior portions of the lateral condyle of the tibia, although described in several modifications, has not yet been widely used due to its complexity.

KEYWORDS: tibial plateau fracture, posttraumatic deformities of the posterior aspect of the lateral condyle of the tibia, osteosynthesis, surgical access.

TO CITE THIS ARTICLE. Yagfarov R.S., Voronkevich I.A., Stafeev D.V. Variants of surgical accesses in surgical treatment of patients with fractures and posttraumatic deformities of the lateral condyle of the tibia (review). *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2024;(3):170–183.

Введение. Внутрисуставные переломы плато большеберцовой кости относятся к группе тяжелых повреждений опорно-двигательной системы и, по последним данным, составляют 3–6 % от общей структуры повреждений скелета, от 7 до 13 % среди переломов длинных костей нижней конечности и 8–10 % от числа подобных травм всех крупных суставов [1, 2, 3, 5]. Переломы, локализованные в области латерального мышелка большеберцовой кости наблюдаются в 55–70 % случаев, а повреждения в области медиального или обоих мышелков большеберцовой кости встречаются в 10–30 % случаев. Изолированные повреждения заднелатерального отдела большеберцовой кости встречаются в 8 % от всех внутрисуставных переломов плато большеберцовой кости [3, 4].

На сегодняшний день частота внутрисуставных переломов плато большеберцовой кости растет и затрагивает лица трудоспособного возраста, что носит не только медицинское, но и важное социальное значение. У молодых пациентов причинами таковых переломов являются высокоэнергетические травмы, например, ДТП, кататравма, в то время как у пожилых пациентов такие переломы возникают при низкоэнергетических травмах на фоне остеопороза [5, 9]. Проблема лечения больных с внутрисуставными переломами плато большеберцовой кости с каждым годом приобретает все большее значение, так как на фоне роста травматизма повышается процент инвалидности вследствие неполного восстановления суставных поверхностей коленного сустава [2, 3, 23, 36].

Качество восстановления суставной поверхности плато большеберцовой кости напрямую зависит от должной визуализации зоны повреждения во время открытой репозиции с внутренней фиксацией. Задние отделы латерального мыщелка традиционно считаются труднодоступными вследствие близкого расположения сосудов и нервов, а также головки малоберцовой кости с прикрепляющимися сухожилиями, создающими механическую преграду доступу к задненаружному краю тибального плато [1, 15, 18]. Проблема выбора доступа к заднелатеральным отделам плато большеберцовой кости широко обсуждается в современной литературе [1, 19, 23, 24]. Любой хирургический доступ должен обеспечить оптимальную визуализацию фрагментов перелома для точной репозиции суставной поверхности, стабильной фиксации и восстановления оси конечности. Также стоит отметить, что хирургический доступ должен быть наиболее щадящим по отношению к мягкотканым образованиям, таким как сосуды, нервы, связки, сухожилия для уменьшения вероятности возникновения осложнений [1, 2, 3, 22, 34, 40].

Цель исследования: систематизировать сведения о хирургических доступах при оперативном лечении внутрисуставных переломов и посттравматических деформаций латерального мыщелка большеберцовой кости.

Материалы и методы. Для анализа литературы по данной тематике было отобрано 100 иностранных статей, опубликованных с 1985 по 2023 гг., а также 18 отечественных публикаций за период с 2007 по 2022 гг. Поиск публикаций осуществлялся в базах данных PubMed/MedLine и eLIBRARY. Использовались ключевые слова и словосочетания: tibial plateau fracture, fracture of tibial condyle, osteosynthesis, plate, surgical approach. Из рассмотренных в ходе анализа публикаций были отобраны наиболее релевантные источники, указанные в списке литературы.

Результаты.

Анатомические особенности рассматриваемой области.

Сложности, с которыми сталкивается хирург при оказании помощи пациентам с рассматриваемой патологией, связаны, в том числе, с особенностями анатомического строения проксимального отдела большеберцовой кости. В образовании коленного сустава участвуют: дистальный эпифиз бедренной кости, проксимальный эпифиз большеберцовой кости и надколенник [6].

Проксимальный эпифиз большеберцовой кости также представлен двумя мыщелками: латеральный, округлой формы с плосковыпуклой суставной поверхностью и медиальный, овальной фор-

мы и с плосковогнутой суставной поверхностью. При этом цилиндры мыщелков большеберцовой кости поставлены вертикально на свое основание, а суставная поверхность мыщелков бедренной кости накладывается на них своими выпуклыми боковыми поверхностями. У взрослых людей медиальные мыщелки бедренной и большеберцовой костей по размерам больше латеральных и их площади контакта в медиальном отделе в 1,5 раза больше, чем в латеральном. Это сопровождается более высокой плотностью трабекулярной структуры в медиальной колонне. Эксперименты показали, что наиболее плотный и прочный слой губчатой кости суставной поверхности находится субхондрально на глубине не более 10–15 мм, при этом он чаще всего определяет толщину импрессионного фрагмента при переломах плато большеберцовой кости [7, 23].

Коленный сустав характеризуется низкой конгруэнтностью: выпуклость мыщелков бедренной кости сильно выражена, а вогнутость мыщелков большеберцовой кости незначительна. Медиальный и латеральный мениски, находящиеся внутри сустава, улучшают его конгруэнтность, выполняя функцию амортизаторов, смягчая удары и вибрации, а также распределяя нагрузку, которую испытывает сустав при движении. Основным стабилизирующим компонентом коленного сустава является связочный аппарат, повреждение которого серьезно нарушает нормальное функционирование коленного сустава [8].

Все анатомические образования коленного сустава генетически целостны и объединены во взаимосвязанные друг с другом комплексы, направленные в исследуемой суставной цепи на выполнение сложных взаимодействий — опоры и движения. Повреждение какой-либо структуры либо ее недостаточное восстановление влекут за собой серьезные последствия [6, 7, 8].

Проксимальный межберцовый сустав играет важную роль в биомеханике коленного сустава, но, к сожалению, авторы не уделяют исследованию данной области большого внимания [1]. В своем анатомическом исследовании Wen-Bin J., et al. обнаружили неравномерное распределение костных трабекул в латеральном мыщелке большеберцовой кости, в головке и шейке малоберцовой кости. Кортикальный склон заднелатеральной поверхности большеберцовой кости образует стабильную арочную балку, которая образована путем соединения головки малоберцовой кости с заднелатеральным метаэпифизом большеберцовой кости через проксимальный межберцовый сустав. Эта тибеофибулярная дуга может играть важную роль в восприятии вертикальных сил, действующих в латеральном отделе

коленного сустава. Обнаружено, что в заднемедиальной области шейки малоберцовой кости присутствуют концентрические ретикулярные трабекулы, которые повышают прочность перехода шейки в головку малоберцовой кости. При движении или ходьбе в вертикальном положении сила тяжести, передаваемая суставной поверхностью латерального мыщелка большеберцовой кости, передается на вершину этого свода. Авторы показали, что ориентации трабекул в большеберцовой и малоберцовой костях, соединяясь тибеофибулярным суставом, образуют объемную конструкцию, в которой малоберцовая кость играет ключевую роль в восприятии нагрузок на заднелатеральный отдел большеберцового плато [23]. Высокая конгруэнтность проксимального межберцового сустава и его прочностные характеристики позволяют рассматривать эту дугу в качестве перспективного заменителя костной

поддерживающей пластины, причем в том секторе плато, на который успешно уложить специальную поддерживающую пластину пока никому не удалось.

Классификация.

Пространственная локализация повреждения (перелома или деформации), а также его идентификация с помощью классификаций помогает хирургу при предоперационном планировании точно определить хирургический доступ и способ фиксации.

В 1950-х гг. в системах классификации переломов проксимального метаэпифиза большеберцовой кости использовались простые типы переломов, такие как импрессионный и расколотый [12]. В 1974 г. Schatzker J., et al. на основании двухмерной визуализации, механизме травмы, характере травмы и качестве костной ткани выделил 6 типов переломов (Рис. 1.) [26, 29].

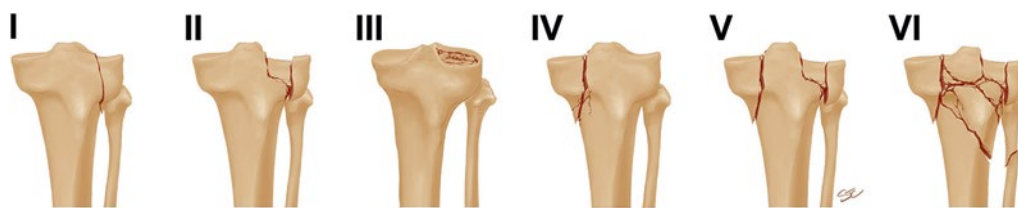


Рис. 1. Классификация переломов плато большеберцовой кости Schatzker J.

I тип — чистый раскол латерального мыщелка; II тип — раскол, сочетающийся с импрессией латерального мыщелка; III тип — чистая центральная импрессия латерального мыщелка; IV тип — расщепленные переломы медиального мыщелка; V тип — переломы обоих мыщелков; VI тип — переломы плато большеберцовой кости с повреждением метафиза и диафиза (иллюстрация из публикации Kfuri M., et al., 2018).

Первые три типа переломов затрагивают только латеральный мыщелок большеберцовой кости. Переломы типа III (импрессионные) могут быть вызваны низкоэнергетической травмой при наличии остеопороза кости, в то время как все остальные типы — высокоэнергетической травмой, например, в результате ДТП и падения с высоты. Schatzker J. с соавторами подчеркивают, что их система классификации основана на модели перелома и помогает выбрать подходящий способ оперативного лечения, а также указать на необходимость восстановления вдавненной суставной поверхности и поддержания ее костным трансплантатом [26]. После систематизации классификации Schatzker J. система классификации АО / OTA ввела больше типов переломов проксимального отдела большеберцовой кости, а

появление компьютерной томографии позволило локализовать их в горизонтальной плоскости [26, 27, 28, 25]. Luo Y., et al. предложили классификацию, основанную на концепции трех колонн, уделив особое внимание задним отделам плато большеберцовой кости (Рис. 2.). Классификация Luo Y. расширила представления о переломах за-

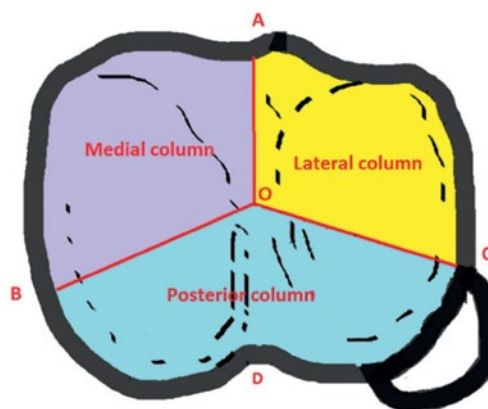


Рис. 2. 3-колонная классификация переломов плато большеберцовой кости Luo Y., et al.:

ALC — переднелатеральная колонна; AMC — переднемедиальная колонна; PC — задняя колонна (иллюстрация из публикации Hoekstra H., et al., 2016)

дних отделов плато большеберцовой кости, но в ней отсутствуют различия между заднелатеральным и заднемедиальным отделами, а также не выделены различия между расщепленным и импрессионным типами переломов [24, 27, 30].

Для устранения различий между заднелатеральным и заднемедиальным квадрантами большеберцовой кости Chang SH. с соавторами предложили концепцию четырех квадрантов (Рис. 3), но не описали механизм травмы, вызывающий тот или иной тип перелома в каждом квадранте [13, 14, 15, 16].

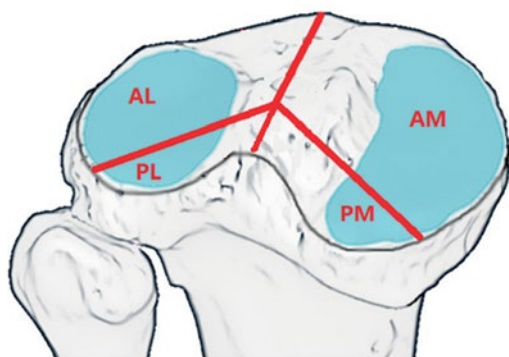


Рис. 3. 4-колонная классификация переломов плато большеберцовой кости Chang SH., et al.:

AL — переднелатеральный квадрант; AM — переднемедиальный квадрант; PL — заднелатеральный квадрант; PM — заднемедиальный квадрант (иллюстрация из публикации Chang SM. et al., 2017)

Krause M., et al., используя аксиальные срезы компьютерной томографии, разделили суставную поверхность большеберцовой кости на десять сегментов (Рис. 4), но также не дали подробного

описания механизмов травмы, связанных с повреждением каждого сегмента [30].

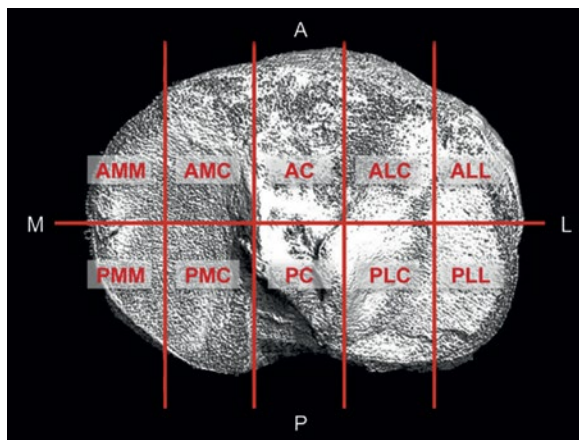


Рис. 4. 10-сегментарная классификация переломов плато большеберцовой кости Krause M., et al. AMM — передне-медиально-медиальный; AMC — передне-медиально-центральный; PMM — задне-медиально-медиальный; PMC — задне-медиально-центральный; AC — передне-центральный; PC — задне-центральный; ALL — передне-латерально-латеральный; ALC — передне-латерально-центральный; PLL — задне-латерально-латеральный; PLC — задне-латерально-центральный (иллюстрация из публикации Krause M., et al., 2016)

В 2018 г. Kfuri M. предложил новое усовершенствование оригинальной классификации Shatzker Y., к которой была добавлена информация, полученная с помощью компьютерной томографии (Рис. 5). Целью автора было пересмотреть вышеуказанную классификацию и расширить ее, включив повреждения в трехмерном измерении [26, 27, 28, 30].

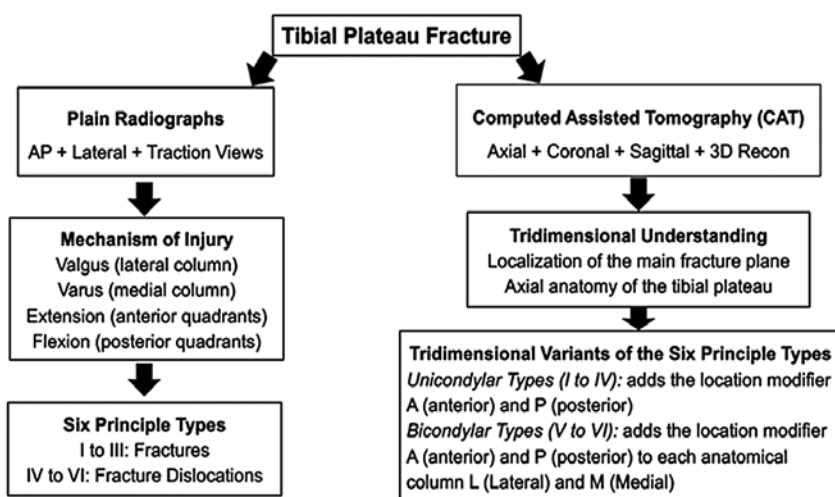


Рис. 5. Пересмотр классификации переломов плато большеберцовой кости Schatzker J. (иллюстрация из публикации Kfuri M., et al., 2018)

Хирургические доступы для оперативных вмешательств в рассматриваемой зоне.

Для большинства переломов латерального мыщелка большеберцовой кости (от переломов переднего края до тотальных многооскольчатых импрессий) разработаны хорошо воспроизводимые хирургические методики лечения, основанные на передненаружных доступах, и достаточно совершенные накостные пластины, позволяющие обеспечить стабильную фиксацию после успешной открытой репозиции. Тем не менее, изолированные переломы заднелатерального отдела плато большеберцовой кости имеют ряд особенностей, которые приводят к тому, что эти совершенные методики оказываются для них неэффективными. Так, анатомическим препятствием при выполнении хирургического доступа выступает головка малоберцовой кости, которая перекрывает обзор при задненаружных доступах и вступает в конфликт со всеми известными пластинами. Расположенные рядом подколенные сосуды, общий малоберцовый нерв и заднелатеральный связочный комплекс создают условия для их ятрогенных повреждений. В настоящее время не существует единого стандарта при выборе хирургического доступа. Доступ для успешной реконструкции при деформации заднелатеральной колонны или ее переломе должен обеспечить и достаточный обзор и предотвратить ятрогенные повреждения. При этом приходится учитывать состояние мягких тканей, морфологические особенности перелома, протяженность повреждения заднелатеральной колонны и возможность объединения на суставной поверхности задней импрессии с повреждениями переднелатеральной колонны [1].

Для переломов и деформаций наружного мыщелка золотым стандартом является традиционный переднелатеральный хирургический доступ, он предусматривает обнажение передненаружной части латерального мыщелка плато большеберцовой кости. После выполнения кожного разреза от уровня на 2–3 см выше суставной щели до уровня ниже бугристости большеберцовой кости на 1–2 см выполняется вскрытие капсулы вдоль суставной щели под телом латерального мениска, затем он отводится вверх, тем самым обнажая переднюю часть плато большеберцовой кости. При субтотальных и тотальных импрессиях достигают отломки заднего отдела через зону перелома, раздвигая передние фрагменты и осуществляя репозицию задних фрагментов через межотломковое пространство. При изолированном переломе заднего отдела импрессионный фрагмент не виден и недостижим для репозиционных инструментов, что определяет отсутствие возможности опти-

мальной его репозиции и фиксации пластиной [22, 24, 26, 27].

Заднелатеральный доступ используется при деформации или повреждении задней колонны латерального мыщелка, которые могут распространяться до центрального отдела и до наружного ската межмыщелкового возвышения (Рис. 6). Выполняется в положении пациента на боку, разрез кожи проходит кзади от латерального надмыщелка бедренной кости длиной 10–13 см. Обнажается пространство между подвздошно-большеберцовым трактом и головкой малоберцовой кости, где затем проводится артротомия и отведение наружного мениска вверх для визуализации суставной поверхности. Так удастся избежать травматизации большого массива мягких тканей. Недостатком стандартного заднелатерального доступа является неполная визуализация дальних отделов задней колонны латерального мыщелка, особенно при их глубоком вдавлении [1, 10, 11].

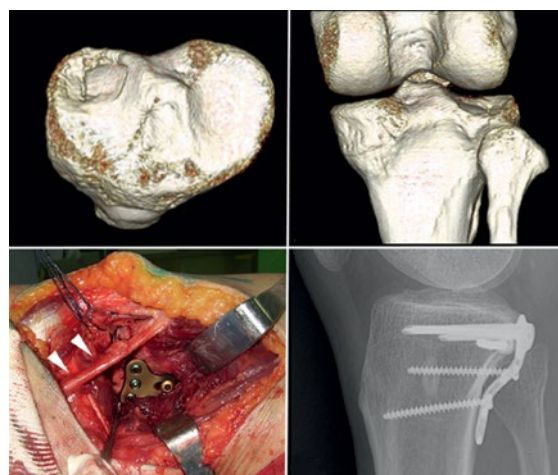


Рис. 6. Заднелатеральный доступ (иллюстрация из публикации Cho J. et al., 2017)

В 1997 г. Lobenhoffer P. с соавторами модифицировал заднелатеральный доступ специально для оперативного лечения посттравматических деформаций заднелатерального отдела большеберцовой кости, в котором он выполнил пересечение малоберцовой кости на границе шейки с мобилизацией и проксимальным отведением ее головки, что значительно, до оптимального уровня расширило раневую апертуру, обеспечив и обзор и свободу манипуляции инструментами, при помощи которых обеспечивается оптимальная репозиция и фиксация заднелатеральной колонны (Рис. 7).

Трансмалоберцовый доступ начинают с косого кожного разреза длиной 7–8 см параллельно ходу общего малоберцового нерва, над головкой

малоберцовой кости. Общий малоберцовый нерв выделяется и отводится кзади, после чего выполняется косая остеотомия по границе головки малоберцовой кости и рассечение всех связок проксимального межберцового сустава с отведением головки проксимально вместе с латеральной коллатеральной связкой и сухожилиями двуглавой мышцы бедра. Далее выполняется подмениско-

вая артротомия с отведением мениска на лигатурах проксимально, что позволяет визуализировать заднелатеральную половину суставной поверхности наружного мыщелка большеберцовой кости. Недостатками данной методики являются риск ятрогенной невропатии общего малоберцового нерва и несращения после остеотомии малоберцовой кости [27, 28, 29, 30, 31].

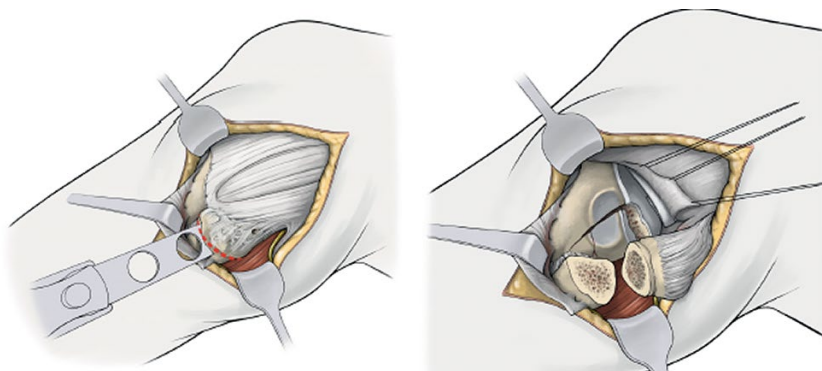


Рисунок 7. Доступ Lobenhoffer P. (иллюстрация из публикации Lobenhoffer P., et al., 1997)

В 2005 г. Carlson D. с соавторами описали доступ к задним отделам плато большеберцовой кости двумя разрезами, который обеспечивает надлежащую визуализацию перелома как латеральной, так и медиальной колонн. При этом делается прямой разрез кожи длиной 7–8 см, начинающийся на 1 см выше подколенной складки, чуть медиальнее малоберцовой кости. Общий малоберцовый

нерв находят, выделяют и аккуратно оттягивают латерально, а латеральная головка икроножной мышцы оттягивается медиально, обнажая заднелатеральный угол большеберцового плато. В силу опасностей повреждения важных сосудов и нервов а также значительной травматизации мягких тканей, данный доступ не нашел широкого применения в клинической практике [12].

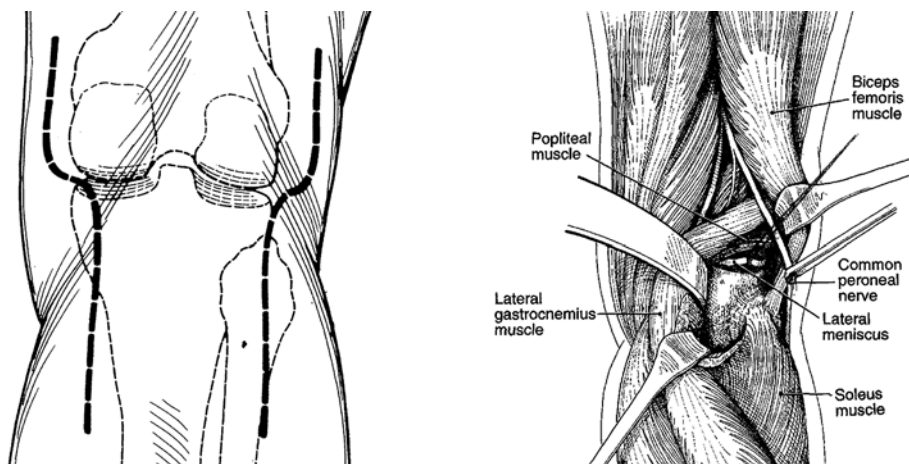


Рис. 8. Модификация доступа Carlson D. (иллюстрация из публикации Carlson D., et al., 2005)

В 2008 г. Tao L., et al. модифицировали заднелатеральный доступ для импрессионных переломов в задненаружном отделе большеберцовой кости. В этом доступе производился модифицированный L-образный разрез, который визуализировал

заднелатеральный отдел сустава через 2 промежутка: между медиальной и латеральной головками икроножной мышцы и между подколенной и камбаловидной мышцами. Остеотомия головки малоберцовой кости в данной модификации не

выполнялась. Однако при таком доступе приходилось тщательно выделять малоберцовый нерв на большом протяжении. Недостатками данного

доступа является риск повреждения коллатеральных ветвей подколенной артерии и общего малоберцового нерва [27].

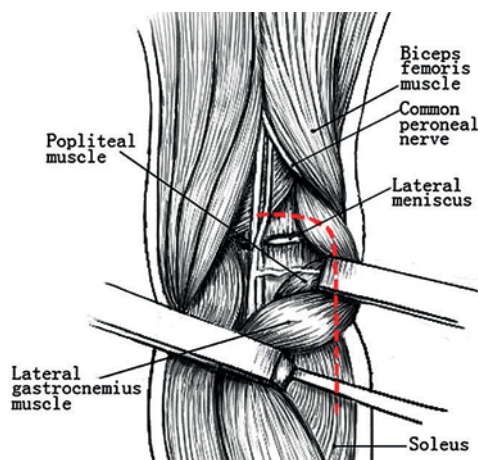


Рис. 9. Модификация заднелатерального доступа Tao L. (иллюстрация из публикации Tao L., et al., 2008)

2010 г. Solomon L. с соавторами продемонстрировали расширенный доступ к заднелатеральному отделу большеберцовой кости с остеотомией головки малоберцовой кости. Данный доступ обеспечивал хороший обзор к заднелатеральному отделу. Выполняли доступ по заднелатеральной поверхности от мышелка большеберцовой кости до головки малоберцовой кости и продлевали дистальнее на 4–5 см в положении пациентка лежа на спине. Авторы большое внимание

уделяют бережному отношению к мягким тканям и выделению важных сосудов и нервов и подтверждают, что доступы с остеотомией головки малоберцовой кости всегда связаны с повышенным уровнем травматизации, риском повреждения малоберцового нерва, а также возможностью несращения малоберцовой кости. Данный доступ может сочетаться с заднемедиальным или переднемедиальным разрезами [20, 28].

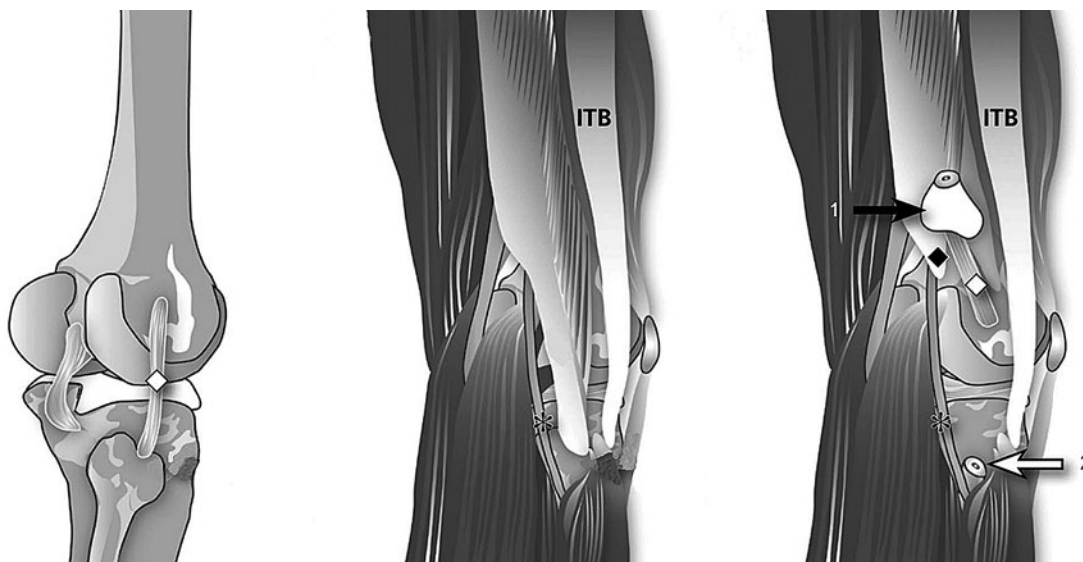


Рис. 10. Доступ к заднелатеральному отделу Solomon L.: ITB — илиотибиальный тракт, 1 — остеотомированная головка малоберцовой кости, 2 — дистальный отломок малоберцовой кости, * — общий малоберцовый нерв (иллюстрация из публикации Solomon L., et al., 2010)



Все авторы единодушны в том, что при хирургическом лечении пациентов с переломами и посттравматическими деформациями суставной поверхности мыщелков большеберцовой кости независимо от их локализации необходимо добиваться точной репозиции костных фрагментов и стабильной фиксации. Наличие ступеньки, выступающей между фрагментами передних и задних отделов суставной поверхности большеберцовой кости неминуемо приводит к быстрому развитию посттравматического артроза, болям, нестабильности в коленном суставе и его дисфункции, подчеркивая важность оптимальной визуализации области повреждения [10, 20, 22].

Наружные поддерживающие пластины не обеспечивают поддерживающий эффект задне-наружным импрессионным фрагментам, что снижает результаты лечения таких повреждений с применением традиционных пластин. Поэтому все чаще приходится использовать пластины для других локализаций, имеющие низкую конгруэнтность и требующие применения опасной их подгибки [36, 37, 38, 39, 40, 50]. Zhang B., et al. в своем биомеханическом исследовании создали 3D-модели трех видов систем пластина-винт и двух видов моделей задненаружных импресий: наклонного типа (MSDF) и типа воронки (LSDF). Под давлением 400 Н от дистального отдела бедренной кости к плато большеберцовой кости измерены максимальные смещения заднебоковых переломов в ключевых точках, рассчитаны напряжения в комплексе фиксации и жесткость. Пластины для фиксации дистального метаэпифиза лучевой кости показали лучший эффект фиксации именно заднего края плато, но уступили передненаружной 3,5 мм пластине при переломах по типу воронки [33, 38]. Это послужило весомым аргументом в пользу применения дистальных лучевых пластин, но отмечена техническая сложность их установки позади головки малоберцовой кости.

Заключение. Анализ тенденций развития хирургических доступов для лечения пациентов с повреждениями задненаружного отдела наружного мыщелка показал медленный и неуклонный рост интереса к применению задних доступов, сторонники которых по-прежнему пока остаются в меньшинстве, но демонстрируют более высокие результаты лечения. Передненаружные доступы не обеспечивают ни визуализацию изолирован-

ного заднелатерального фрагмента, ни пространство для выполнения остеотомии и открытой инструментальной репозиции.

Заднелатеральные доступы, рассмотренные в данном обзоре, обеспечивают такие возможности, как достаточный обзор и достаточная раневая апертура для инструментальных манипуляций, хотя и не совместимы с применением известных тибиальных пластин, что вынуждает использовать пластины off-label, например, пластину для дистального отдела лучевой кости или отказываться от их использования, полагаясь на прочность аутотрансплантата уложенного под устраненную импрессию. Описанные доступы не лишены недостатков, среди которых упоминают риск повреждения подколенных сосудов, общего малоберцового нерва и несращение после остеотомии малоберцовой кости. Перспективным направлением развития задненаружного доступа должно быть устранение упомянутых недостатков с решением проблемы несовместимости пластин с формой задней поверхности большеберцовой кости. Поэтому при совершенствовании задних доступов к коленному суставу у пациентов обсуждаемого профиля перспективным направлением для научных исследований является изучение возможности совмещения задненаружного парафибулярного доступа с использованием вместо поддерживающей пластины идеально конгруэнтной поддерживающей естественной структуры — головки неповрежденной малоберцовой кости, способной показать вместе с трансплантатом фиксирующие свойства, не уступающие ни off-label лучевым, ни антеролатеральным проксимальным тибиальным пластинам. Для этого после модификации парафибулярного доступа достаточно повторить эксперимент B. Zhang [38] заменив в нем фиксацию винтами на фиксацию винтами проведенными через головку малоберцовой кости и трансплантат, в сравнении с устройствами, описанными в эксперименте. Если фиксация обнаруженным в данной работе естественным индивидуально конгруэнтным фиксатором из малоберцовой кости с трансплантатом покажет результат, сопоставимый с данными [38], отказ от пластин будет научно обоснованным и даст экономический эффект за счет сокращения расходов на длительность операции и на стоимость пластины с винтами.

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

SOURCE OF FUNDING. The study was performed without sponsorship.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflicts of interest.



ЛИТЕРАТУРА

1. Кочиш А.Ю., Беленький И.Г., Кислицын М.А., Майоров Б.А. Анатомо-клиническое обоснование заднего хирургического доступа для остеосинтеза при переломах задних отделов латерального мыщелка большеберцовой кости // Гений ортопедии. 2020. Т. 26, № 4. С. 461–470. DOI: 10.18019/1028-4427-2020-26-4-461-470.
2. Мальшев Е.Е., Зыкин А.А., Горбатов Р.О., Трифонов А.М., Илларионова Т.В. Отдаленные результаты реконструктивных операций при посттравматических деформациях проксимального эпиметафиза большеберцовой кости // Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28. № 4. С. 5–12. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto83921>.
3. Толедо К.В. Лечение внутрисуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2016. № 3. С. 60–69.
4. Воронкевич И.А., Тихилов Р.М. Внутрисуставные остеотомии по поводу последствий переломов мыщелков большеберцовой кости // Травматология и ортопедия России. 2010. № 3. С. 87–91.
5. Егиазарян К.А., Черкасов С.Н., Аттаева Л.Ж. Анализ социально-экономических детерминант, определяющих уровень травматизма среди взрослого населения в субъектах 178 Российской Федерации // Общественное здоровье и здравоохранение. 2017. № 1. С. 7–13.
6. Сапин М.Р. Атлас анатомии человека: Учение о костях, соединениях костей и мышцах. Т. 1. М.: Шико Медицина, 2006. 888 с..
7. Синельников Р.Д. Атлас анатомии человека: в 3-х томах. М.: Медицина, 1967.
8. Капанджи А.И. Нижняя конечность. Функциональная анатомия. Т. 2. М.: Эксмо, 2009. 319 с.
9. Шевцов В.И., Карасева Т.Ю., Карасев Е.А., Долганова Т.И., Карасев А.Г. Оперативное лечение больных с закрытыми переломами плато большеберцовой кости с использованием артроскопической техники // Гений ортопедии. 2009. № 3. С. 82–89.
10. Lobenhoffer P. Posterolateral transfibular approach to tibial plateau fractures. J Orthop Trauma. 2011 Mar;25(3):e31; author reply e31. DOI: 10.1097/BOT.0b013e31820b809a.
11. Bhattacharyya T., McCarty L.P. 3rd, Harris M.B., Morrison S.M., Wixted J.J., Vrahas M.S., Smith R.M. The posterior shearing tibial plateau fracture: treatment and results via a posterior approach. J Orthop Trauma. 2005 May-Jun;19(5):305-10. PMID: 15891538.
12. Carlson D.A. Posterior bicondylar tibial plateau fractures. J Orthop Trauma. 2005 Feb;19(2):73-8. DOI: 10.1097/00005131-200502000-00001.
13. Chang S.M., Hu S.J., Zhang Y.Q., Yao M.W., Ma Z., Wang X., Dargel J., Eysel P. A surgical protocol for bicondylar four-quadrant tibial plateau fractures. Int Orthop. 2014 Dec;38(12):2559-64. DOI: 10.1007/s00264-014-2487-7.
14. Chang S.M., Wang X., Zhou J.Q., Huang Y.G., Zhu X.Z. Posterior coronal plating of bicondylar tibial plateau fractures through posteromedial and anterolateral approaches in a healthy floating supine position. Orthopedics. 2012 Jul 1;35(7):583-8. DOI: 10.3928/01477447-20120621-03.
15. Cho K.Y., Oh H.S., Yoo J.H., Kim D.H., Cho Y.J., Kim K.I. Treatment of Schatzker Type V and VI Tibial Plateau Fractures Using a Midline Longitudinal Incision and Dual Plating. Knee Surg Relat Res. 2013 Jun;25(2):77-83. DOI: 10.5792/ksrr.2013.25.2.77.
16. Giordano V., Pires R.E., Pimenta F.S., Campos T.V.O., Andrade M.A.P., Giannoudis P.V. Posterolateral Fractures of the Tibial Plateau Revisited: A Simplified Treatment Algorithm. J Knee Surg. 2022 Jul;35(9):959-970. DOI: 10.1055/s-0040-1721026.
17. Yu B., Han K., Zhan C., Zhang C., Ma H., Su J. Fibular head osteotomy: a new approach for the treatment of lateral or posterolateral tibial plateau fractures. Knee. 2010 Oct;17(5):313-8. DOI: 10.1016/j.knee.2010.01.002.
18. Cho J.W., Kim J., Cho W.T., Kim J.K., Samal P., Gujjar P.H., Kent W.T., Oh J.K. Approaches and fixation of the posterolateral fracture fragment in tibial plateau fractures: a review with an emphasis on rim plating via modified anterolateral approach. Int Orthop. 2017 Sep;41(9):1887-1897. DOI: 10.1007/s00264-017-3563-6.
19. Reul M., Hoekstra H. Der kombinierte posteromediale und anterolaterale Zugang in der „floating“-Position zur operativen Versorgung der Zwei-Pfeiler-Tibiakopffraktur [Combined Posteromedial and Anterolateral Approach in the “floating position” - Two Column Fracture of the Tibia Head]. Z Orthop Unfall. 2017 Dec;155(6):661-669. German. DOI: 10.1055/s-0043-114415.
20. Luo C.F., Sun H., Zhang B., Zeng B.F. Three-column fixation for complex tibial plateau fractures. J Orthop Trauma. 2010 Nov;24(11):683-92. DOI: 10.1097/BOT.0b013e3181d436f3.
21. Eichenblat M., Nathan H. The proximal tibio fibular joint. An anatomical study with clinical and pathological considerations. Int Orthop. 1983;7(1):31-9. DOI: 10.1007/BF00267557.



22. Uigita T., Matsumura Y., Umehara J., Sakurai M. Proximal tibiofibular joint: a radiographic and computed tomographic study. *Tohoku J Exp Med.* 1995 May;176(1):35-44. DOI: 10.1620/tjem.176.35.
23. Espregueira-Mendes J.D., da Silva M.V. Anatomy of the proximal tibiofibular joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006 Mar;14(3):241-9. DOI: 10.1007/s00167-005-0684-z.
24. Hoekstra H., Kempenaers K., Nijs S. A revised 3-column classification approach for the surgical planning of extended lateral tibial plateau fractures. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2017 Oct;43(5):637-643. DOI: 10.1007/s00068-016-0696-z.
25. Chang S.M., Hu S.J., Du S.C., Ma Z., Xiong W.F., Yao X.Z. Four-quadrant/column classification of tibial plateau fractures. *Int Orthop.* 2018 Mar;42(3):725-727. DOI: 10.1007/s00264-017-3733-6.
26. Kfuri M., Schatzker J. Revisiting the Schatzker classification of tibial plateau fractures. *Injury.* 2018 Dec;49(12):2252-2263. DOI: 10.1016/j.injury.2018.11.010.
27. Tao J., Hang D.H., Wang Q.G., Gao W., Zhu L.B., Wu X.F., Gao K.D. The posterolateral shearing tibial plateau fracture: treatment and results via a modified posterolateral approach. *Knee.* 2008 Dec;15(6):473-9. DOI: 10.1016/j.knee.2008.07.004.
28. Solomon L.B., Stevenson A.W., Baird R.P., Pohl A.P. Posterolateral transfibular approach to tibial plateau fractures: technique, results, and rationale. *J Orthop Trauma.* 2010 Aug;24(8):505-14. DOI: 10.1097/BOT.0b013e3181caba4b.
29. Zeltser D.W., Leopold S.S. Classifications in brief: Schatzker classification of tibial plateau fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2013 Feb;471(2):371-4. DOI: 10.1007/s11999-012-2451-z.
30. Krause M., Preiss A., Müller G., Madert J., Fehske K., Neumann M.V., Domnick C., Raschke M., Südkamp N., Frosch K.H. Intra-articular tibial plateau fracture characteristics according to the "Ten segment classification". *Injury.* 2016 Nov;47(11):2551-2557. DOI: 10.1016/j.injury.2016.09.014.
31. Lobenhoffer P., Gerich T., Bertram T., Lattermann C., Pohlemann T., Tschene H. Spezielle postero-mediale und posterolaterale zugänge zur versorgung von tibiakopffrakturen [Particular posteromedial and posterolateral approaches for the treatment of tibial head fractures]. *Unfallchirurg.* 1997 Dec;100(12):957-67. German. DOI: 10.1007/s001130050218.
32. Ren W., Zhang W., Jiang S., Peng J., She C., Li L., Mao Y., Zhou H., Xu W. The Study of Biomechanics and Clinical Anatomy on a Novel Plate Designed for Posterolateral Tibial Plateau Fractures *via* Anterolateral Approach. *Front Bioeng Biotechnol.* 2022 Mar 8;10:818610. DOI: 10.3389/fbioe.2022.818610.
33. Hu Z., Ren W., Peng J., Gu Z., Wu C., Wu W., Zhang W., Xu W., Li L. Biomechanics and finite element analysis comparing posterior T-plates with LCP for fixation of posterolateral tibial plate fractures. *Front Bioeng Biotechnol.* 2023 Dec 7;11:1286993. DOI: 10.3389/fbioe.2023.1286993.
34. Ren D., Liu Y., Lu J., Xu R., Wang P. A Novel Design of a Plate for Posterolateral Tibial Plateau Fractures Through Traditional Anterolateral Approach. *Sci Rep.* 2018 Nov 6;8(1):16418. DOI: 10.1038/s41598-018-34818-5.
35. Lan W., Lin P., Wang F., Wu G., Qiu Y., Xie Y. [Application of a new universal locking anatomical plate in treatment of tibial plateau posterolateral column fractures]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2022 Nov 15;36(11):1351-1356. Chinese. DOI: 10.7507/1002-1892.202207093.
36. Gao W., Qi X., Zhao K., Feng X., Yang Y., Liu P., Fu D. Lateral locking plate plus antero-posterior lag screws techniques for the management of posterolateral tibial plateau fracture: preliminary clinical results and biomechanical study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2023 Jun;143(6):3163-3172. DOI: 10.1007/s00402-022-04554-7.
37. Lu Y., Bai H., Wang Q., Ren C., Li M., Li Z., Zhang K., Huang Q., Ma T. The study of biomechanics and finite element analysis on a novel plate for tibial plateau fractures via anterolateral supra-fibular-head approach. *Sci Rep.* 2023 Aug 19;13(1):13516. DOI: 10.1038/s41598-023-40842-x.
38. Zhang B.B., Wang B.H., Mei J., Luo C.F., Zhu Y. Biomechanical study of a new rim plate fixation strategy for two kinds of posterolateral depression patterns of tibial plateau fractures: a finite element analysis. *J Orthop Surg Res.* 2023 Nov 7;18(1):840. DOI: 10.1186/s13018-023-04315-1.
39. Pires R.E.S., Giordano V., Wajnsztejn A., Oliveira Santana E. Junior, Pesantez R., Lee M.A., de Andrade M.A.P. Complications and outcomes of the transfibular approach for posterolateral fractures of the tibial plateau. *Injury.* 2016 Oct;47(10):2320-2325. DOI: 10.1016/j.injury.2016.07.010.
40. Solasz S.J., Ganta A., Konda S.R. Operative Repair of a Schatzker II Tibial Plateau Fracture Using a Combined Anterolateral and Posterolateral Approach Without Fibular Head Osteotomy. *J Orthop Trauma.* 2022 Aug 1;36(Suppl 3):S23-S24. DOI: 10.1097/BOT.0000000000002393.
41. Frosch K.H., Balcarek P., Walde T., Stürmer K.M. Ein modifizierter posterolateraler Zugang für die operative Versorgung von Tibiakopffrakturen [A modified posterolateral approach for the treatment of tibial



plateau fractures]. Oper Orthop Traumatol. 2010 Mar;22(1):107-19. German. DOI: 10.1007/s00064-010-3008-0.

42. Deemer A.R., Jejuriar N., Konda S., Leucht P., Egol K.A. Approach variation affects outcomes after operative repair of lateral tibial plateau fractures. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2023 Jul;33(5):1705-1711. DOI: 10.1007/s00590-022-03343-7.

43. Messori M., Gilli A., Touloupakis G., Theodorakis E., Ghirardelli S., Indelli P.F., Antonini G. Short-term clinical outcome of not-fixed posterolateral fragment for tibial plateau fractures. Clin Ter. 2021 Nov 22;172(6):542-546. DOI: 10.7417/CT.2021.2375.

REFERENCES

1. Kochish A.Iu., Belen'kii I.G., Kislitsin M.A., Maiorov B.A. Anatomical and clinical basis for a posterior surgical approach in fractures of the posterior parts of the lateral tibial condyle. *Genij Ortopedii*. 2020;26(4):461-470. (In Russ.). DOI: 10.18019/1028-4427-2020-26-4-461-470.

2. Malyshev E.E., Zykin A.A., Gorbato R.O., Trifonov A.M., Illarionova T.V. Long-term results of reconstructive surgery in posttraumatic deformities of the proximal epimetaphysis of the tibia. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(4):5-12. (In Russ.). DOI: 10.17816/vto83921.

3. Toledo K.V. Treatment of intraarticular fractures of the proximal tibia (review). *RUDN Journal of Medicine*. 2016;(3):60-69. (In Russ.).

4. Voronkevich L.A., Tikhilov R.M. Intrajoint osteotomies for posttraumatic deformities of tibial condylar surfaces. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2010;16(3):87-91. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2010-0-3-87-91.

5. Egiazaryan K.A., Cherkasov S.N., Attaeva L.Zh. The analysis of the social and economic determinants detecting injury rate among adult population in regions of the Russian Federation. *Public Health and Health Care*. 2017;(1):7-13. (In Russ.).

6. Sapin M.R. *Atlas anatomii cheloveka: Uchenie o kostyakh, soedineniyakh kostey i myshtsakh*. Vol. 1. Moscow: Shiko Meditsina; 2006. (In Russ.).

7. Sinel'nikov R.D. *Atlas anatomii cheloveka*. Moscow: Meditsina; 1967. (In Russ.).

8. Kapandzhi A.I. *Nizhnaya konechnost'. Funktsional'naya anatomiya*. Vol. 2. Moscow: Eksmo; 2009. (In Russ.).

9. Shevtsov V.I., Karaseva T.Yu., Karasev E.A., Dolganova T.I., Karasev A.G. Surgical treatment of patients with closed fractures of tibial plateau using arthroscopic technique. *Genij Ortopedii*. 2009;(3):82-89. (In Russ.).

10. Lobenhoffer P. Posterolateral transfibular approach to tibial plateau fractures. J Orthop Trauma. 2011 Mar;25(3):e31; author reply e31. DOI: 10.1097/BOT.0b013e31820b809a.

11. Bhattacharyya T., McCarty L.P. 3rd, Harris M.B., Morrison S.M., Wixted J.J., Vrahas M.S., Smith R.M. The posterior shearing tibial plateau fracture: treatment and results via a posterior approach. J Orthop Trauma. 2005 May-Jun;19(5):305-10. PMID: 15891538.

12. Carlson D.A. Posterior bicondylar tibial plateau fractures. J Orthop Trauma. 2005 Feb;19(2):73-8. DOI: 10.1097/00005131-200502000-00001.

13. Chang S.M., Hu S.J., Zhang Y.Q., Yao M.W., Ma Z., Wang X., Dargel J., Eysel P. A surgical protocol for bicondylar four-quadrant tibial plateau fractures. Int Orthop. 2014 Dec;38(12):2559-64. DOI: 10.1007/s00264-014-2487-7.

14. Chang S.M., Wang X., Zhou J.Q., Huang Y.G., Zhu X.Z. Posterior coronal plating of bicondylar tibial plateau fractures through posteromedial and anterolateral approaches in a healthy floating supine position. Orthopedics. 2012 Jul 1;35(7):583-8. DOI: 10.3928/01477447-20120621-03.

15. Cho K.Y., Oh H.S., Yoo J.H., Kim D.H., Cho Y.J., Kim K.I. Treatment of Schatzker Type V and VI Tibial Plateau Fractures Using a Midline Longitudinal Incision and Dual Plating. Knee Surg Relat Res. 2013 Jun;25(2):77-83. DOI: 10.5792/ksrr.2013.25.2.77.

16. Giordano V., Pires R.E., Pimenta F.S., Campos T.V.O., Andrade M.A.P., Giannoudis P.V. Posterolateral Fractures of the Tibial Plateau Revisited: A Simplified Treatment Algorithm. J Knee Surg. 2022 Jul;35(9):959-970. DOI: 10.1055/s-0040-1721026.

17. Yu B., Han K., Zhan C., Zhang C., Ma H., Su J. Fibular head osteotomy: a new approach for the treatment of lateral or posterolateral tibial plateau fractures. Knee. 2010 Oct;17(5):313-8. DOI: 10.1016/j.knee.2010.01.002.

18. Cho J.W., Kim J., Cho W.T., Kim J.K., Samal P., Gujjar P.H., Kent W.T., Oh J.K. Approaches and fixation of the posterolateral fracture fragment in tibial plateau fractures: a review with an emphasis on rim plating via modified anterolateral approach. Int Orthop. 2017 Sep;41(9):1887-1897. DOI: 10.1007/s00264-017-3563-6.



19. Reul M., Hoekstra H. Der kombinierte posteromediale und anterolaterale Zugang in der „floating“-Position zur operativen Versorgung der Zwei-Pfeiler-Tibiakopffraktur [Combined Posteromedial and Anterolateral Approach in the “floating position” - Two Column Fracture of the Tibia Head]. *Z Orthop Unfall*. 2017 Dec;155(6):661-669. German. DOI: 10.1055/s-0043-114415.
20. Luo C.F., Sun H., Zhang B., Zeng B.F. Three-column fixation for complex tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma*. 2010 Nov;24(11):683-92. DOI: 10.1097/BOT.0b013e3181d436f3.
21. Eichenblat M., Nathan H. The proximal tibio fibular joint. An anatomical study with clinical and pathological considerations. *Int Orthop*. 1983;7(1):31-9. DOI: 10.1007/BF00267557.
22. Uigita T., Matsumura Y., Umehara J., Sakurai M. Proximal tibiofibular joint: a radiographic and computed tomographic study. *Tohoku J Exp Med*. 1995 May;176(1):35-44. DOI: 10.1620/tjem.176.35.
23. Espregueira-Mendes J.D., da Silva M.V. Anatomy of the proximal tibiofibular joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006 Mar;14(3):241-9. DOI: 10.1007/s00167-005-0684-z.
24. Hoekstra H., Kempenaers K., Nijs S. A revised 3-column classification approach for the surgical planning of extended lateral tibial plateau fractures. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2017 Oct;43(5):637-643. DOI: 10.1007/s00068-016-0696-z.
25. Chang S.M., Hu S.J., Du S.C., Ma Z., Xiong W.F., Yao X.Z. Four-quadrant/column classification of tibial plateau fractures. *Int Orthop*. 2018 Mar;42(3):725-727. DOI: 10.1007/s00264-017-3733-6.
26. Kfuri M., Schatzker J. Revisiting the Schatzker classification of tibial plateau fractures. *Injury*. 2018 Dec;49(12):2252-2263. DOI: 10.1016/j.injury.2018.11.010.
27. Tao J., Hang D.H., Wang Q.G., Gao W., Zhu L.B., Wu X.F., Gao K.D. The posterolateral shearing tibial plateau fracture: treatment and results via a modified posterolateral approach. *Knee*. 2008 Dec;15(6):473-9. DOI: 10.1016/j.knee.2008.07.004.
28. Solomon L.B., Stevenson A.W., Baird R.P., Pohl A.P. Posterolateral transfibular approach to tibial plateau fractures: technique, results, and rationale. *J Orthop Trauma*. 2010 Aug;24(8):505-14. DOI: 10.1097/BOT.0b013e3181ccba4b.
29. Zeltser D.W., Leopold S.S. Classifications in brief: Schatzker classification of tibial plateau fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2013 Feb;471(2):371-4. DOI: 10.1007/s11999-012-2451-z.
30. Krause M., Preiss A., Müller G., Madert J., Fehske K., Neumann M.V., Domnick C., Raschke M., Südkamp N., Frosch K.H. Intra-articular tibial plateau fracture characteristics according to the “Ten segment classification”. *Injury*. 2016 Nov;47(11):2551-2557. DOI: 10.1016/j.injury.2016.09.014.
31. Lobenhoffer P., Gerich T., Bertram T., Lattermann C., Pohlemann T., Tscheme H. Spezielle posteromediale und posterolaterale zugänge zur versorgung von tibiakopffrakturen [Particular posteromedial and posterolateral approaches for the treatment of tibial head fractures]. *Unfallchirurg*. 1997 Dec;100(12):957-67. German. DOI: 10.1007/s001130050218.
32. Ren W., Zhang W., Jiang S., Peng J., She C., Li L., Mao Y., Zhou H., Xu W. The Study of Biomechanics and Clinical Anatomy on a Novel Plate Designed for Posterolateral Tibial Plateau Fractures *via* Anterolateral Approach. *Front Bioeng Biotechnol*. 2022 Mar 8;10:818610. DOI: 10.3389/fbioe.2022.818610.
33. Hu Z., Ren W., Peng J., Gu Z., Wu C., Wu W., Zhang W., Xu W., Li L. Biomechanics and finite element analysis comparing posterior T-plates with LCP for fixation of posterolateral tibial plate fractures. *Front Bioeng Biotechnol*. 2023 Dec 7;11:1286993. DOI: 10.3389/fbioe.2023.1286993.
34. Ren D., Liu Y., Lu J., Xu R., Wang P. A Novel Design of a Plate for Posterolateral Tibial Plateau Fractures Through Traditional Anterolateral Approach. *Sci Rep*. 2018 Nov 6;8(1):16418. DOI: 10.1038/s41598-018-34818-5.
35. Lan W., Lin P., Wang F., Wu G., Qiu Y., Xie Y. [Application of a new universal locking anatomical plate in treatment of tibial plateau posterolateral column fractures]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. 2022 Nov 15;36(11):1351-1356. Chinese. DOI: 10.7507/1002-1892.202207093.
36. Gao W., Qi X., Zhao K., Feng X., Yang Y., Liu P., Fu D. Lateral locking plate plus antero-posterior lag screws techniques for the management of posterolateral tibial plateau fracture: preliminary clinical results and biomechanical study. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2023 Jun;143(6):3163-3172. DOI: 10.1007/s00402-022-04554-7.
37. Lu Y., Bai H., Wang Q., Ren C., Li M., Li Z., Zhang K., Huang Q., Ma T. The study of biomechanics and finite element analysis on a novel plate for tibial plateau fractures *via* anterolateral supra-fibular-head approach. *Sci Rep*. 2023 Aug 19;13(1):13516. DOI: 10.1038/s41598-023-40842-x.
38. Zhang B.B., Wang B.H., Mei J., Luo C.F., Zhu Y. Biomechanical study of a new rim plate fixation strategy for two kinds of posterolateral depression patterns of tibial plateau fractures: a finite element analysis. *J Orthop Surg Res*. 2023 Nov 7;18(1):840. DOI: 10.1186/s13018-023-04315-1.



39. Pires R.E.S., Giordano V., Wajnsztein A., Oliveira Santana E. Junior, Pesantez R., Lee M.A., de Andrade M.A.P. Complications and outcomes of the transfibular approach for posterolateral fractures of the tibial plateau. *Injury*. 2016 Oct;47(10):2320-2325. DOI: 10.1016/j.injury.2016.07.010.
40. Solasz S.J., Ganta A., Konda S.R. Operative Repair of a Schatzker II Tibial Plateau Fracture Using a Combined Anterolateral and Posterolateral Approach Without Fibular Head Osteotomy. *J Orthop Trauma*. 2022 Aug 1;36(Suppl 3):S23-S24. DOI: 10.1097/BOT.0000000000002393.
41. Frosch K.H., Balcarek P., Walde T., Stürmer K.M. Ein modifizierter posterolateraler Zugang für die operative Versorgung von Tibiakopffrakturen [A modified posterolateral approach for the treatment of tibial plateau fractures]. *Oper Orthop Traumatol*. 2010 Mar;22(1):107-19. German. DOI: 10.1007/s00064-010-3008-0.
42. Deemer A.R., Jejurikar N., Konda S., Leucht P., Egol K.A. Approach variation affects outcomes after operative repair of lateral tibial plateau fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2023 Jul;33(5):1705-1711. DOI: 10.1007/s00590-022-03343-7.
43. Messori M., Gilli A., Touloupakis G., Theodorakis E., Ghirardelli S., Indelli P.F., Antonini G. Short-term clinical outcome of not-fixed posterolateral fragment for tibial plateau fractures. *Clin Ter*. 2021 Nov 22;172(6):542-546. DOI: 10.7417/CT.2021.2375.

АВТОРЫ

Ягфаров Рамиль Салаватович — ORCID: 0009-0001-2371-1716

Воронкевич Игорь Алексеевич — Д.м.н., ORCID: 0000-0001-8471-8797

Стафеев Дмитрий Викторович — К.м.н., ORCID: 0009-0001-4332-2574

AUTHORS

Yagfarov Ramil Salavatovich — ORCID: 0009-0001-2371-1716

Voronkevich Igor Alekseevich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0001-8471-8797

Stafeev Dmitry Viktorovich — PhD, ORCID: 0009-0001-4332-2574



УДК 617.5-089.844

DOI: 10.54866/27129632_2024_3_184

ПРИМЕНЕНИЕ ИММУНОМОДУЛЯТОРОВ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С ХРОНИЧЕСКИМ ОСТЕОМИЕЛИТОМ И ИНФИЦИРОВАННЫМИ ЛОЖНЫМИ СУСТАВАМИ

© С.А. ЛИННИК, Я.Б. ЦОЛОЛО, П.П. РОМАШОВ, Г. КАРАГЕЗОВ, Г.Э. КВИНИКАДЗЕ, М.Б. СЕРГЕЕВА

ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» МЗ РФ, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

ОБОСНОВАНИЕ: хронический остеомиелит и инфицированные ложные суставы представляют серьезную проблему в ортопедии и травматологии, характеризуюсь высокой частотой рецидивов, длительным течением и риском развития тяжелых осложнений, что обуславливает необходимость поиска новых, более результативных подходов к терапии, в том числе с применением иммуномодуляторов.

ЦЕЛЬ: изучить результаты лечения больных с хроническими формами остеомиелита и инфицированными ложными суставами путем применения иммуномодулятора Деринат.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: проанализированы результаты лечения 156 пациентов с хроническим остеомиелитом и инфицированными ложными суставами длинных трубчатых костей. Больные разделены на две статистически сопоставимые клинические группы. Всем больным с остеомиелитом осуществлялась хирургическая обработка гнойного очага с пластическим замещением костной полости, а при наличии ложных суставов выполняли чрескостный остеосинтез и, по показаниям, костную пластику. В комплексном лечении основной группы применяли препарат Деринат. С учетом предложенных методов лечения авторами проведен сравнительный анализ клинических, гематологических, иммунологических и рентгенологических результатов обследования в послеоперационном и отдаленном периодах.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Оценка результатов лечения показала, что в основной группе больных с инфицированными ложным суставом и остеомиелитом хорошие и удовлетворительные исходы были достигнуты в 97,1 % случаев, в то время как в контрольной группе статистически достоверно ниже — 79,7 %.

ВЫВОД. Предложенные подходы лечения пациентов сравнимых групп позволили улучшить клинические и функциональные показатели объективной оценки функции по таблице Н.А. Любошица и Э.Р. Матисса в нашей модификации, позволяющей объективно оценивать результаты лечения, а качество жизни — по «Международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья» ВОЗ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: остеомиелит, ложный сустав, иммуномодулятор Деринат, костная пластика, чрескостный остеосинтез.

КАК ЦИТИРОВАТЬ. Линник С.А., Цололо Я.Б., Ромашов П.П., Карагезов Г., Квиникадзе Г.Э., Сергеева М.Б. Применение иммуномодуляторов в комплексном лечении больных с хроническим остеомиелитом и инфицированными ложными суставами // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 3. С. 184–188.

THE USE OF IMMUNOMODULATORS IN THE COMPLEX TREATMENT OF PATIENTS WITH CHRONIC OSTEOMYELITIS AND INFECTED PSEUDARTHROSIS

© S.A. LINNIK, YA.B. TSOLOLO, P.P. ROMASHOV, G. KARAGEZOV, G.E. KVINIKADZE, M.B. SERGEEVA

North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

RATIONALE. Chronic osteomyelitis and infected pseudoarthroses are a serious problem in orthopedics and traumatology, characterized by a high recurrence rate, long course and risk of severe complications, which necessitates the search for new, more effective approaches to therapy, including the use of immunomodulators.

OBJECTIVE: to study the results of treating patients with chronic osteomyelitis and infected pseudoarthroses using the immunomodulator Derinat.



MATERIALS AND METHODS. The results of treating 156 patients with chronic osteomyelitis and infected pseudoarthroses of long tubular bones were analyzed. The patients were divided into two statistically comparable clinical groups. All patients with osteomyelitis underwent surgical treatment of the purulent focus with plastic replacement of the bone cavity, and in the presence of pseudoarthroses, transosseous osteosynthesis was performed and, if indicated, bone grafting. In the complex treatment of the main group, Derinat was used. Taking into account the proposed treatment methods, the authors conducted a comparative analysis of clinical, hematological, immunological and radiological examination results in the postoperative and late periods.

RESULTS. Evaluation of the treatment results showed that in the main group of patients with infected pseudoarthrosis and osteomyelitis, good and satisfactory outcomes were achieved in 97.1 % of cases, while in the control group they were statistically significantly lower — 79.7 %.

CONCLUSION. The proposed approaches to treating patients in the compared groups improved the clinical and functional indicators of objective function assessment according to the table of N.A. Lyuboshits and E.R. Matisse in our modification, which allows for an objective assessment of treatment results, and the quality of life according to the “International Classification of Functioning, Disability and Health” of WHO.

KEYWORDS: osteomyelitis, pseudoarthrosis, Derinat immunomodulator, bone grafting, transosseous osteosynthesis.

TO CITE THIS ARTICLE. Linnik S.A., Tsololo Ya.B., Romashov P.P., Karagezov G., Kvinikadze G.E., Sergeeva M.B. The use of immunomodulators in the complex treatment of patients with chronic osteomyelitis and infected pseudarthrosis *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2024;(3):184–188.

Введение. В последние годы в связи с эволюцией возбудителей гнойной инфекции и снижением резистентности человеческого организма по отношению к ней, отмечается увеличение числа неудачных исходов лечения остеомиелита. [1, 2, 3]. Таким образом, остеомиелит стал серьезной социальной и санитарно-гигиенической проблемой.

Диафизарные переломы костей, несмотря на постоянное совершенствование методов лечения, продолжают занимать одно из первых мест по продолжительности лечения и по инвалидности. Большинство специалистов отдают предпочтение хирургическим методам при лечении диафизарных переломов костей. Применение внутренних фиксаторов нередко приводит к гнойным осложнениям с развитием послеоперационного остеомиелита и ложных суставов. [1].

При хронических формах остеомиелита страдает не только костно-мышечная система, но и поражаются паренхиматозные органы, а также наблюдается значительное снижение иммунобиологических сил организма больного. Поэтому в комплексном лечении хронического остеомиелита и ложных суставов, осложненных остеомиелитом, наряду с оперативными методами лечения необходимо включать препараты способствующие стабилизации иммунной системы больного [4, 5, 6].

Многими исследователями показано, что у пациентов с патологией сердечнососудистой, дыхательной, эндокринной и других систем отмечается угнетение иммунитета. Применение препарата Деринат этим больным позволяет улучшить исходы лечения, ускорить активизацию и сократить сроки пребывания в стационаре [4, 6].

Материалы и методы. Нами был произведен анализ результатов лечения 108 больных с инфицированными ложными суставами и 48 — с хроническим остеомиелитом в возрасте от 19 до 60 лет. Исследование было согласовано с комиссиями по этике на базе лечебных учреждений и носило сплошной открытый характер.

Распределение больных выполнялось на 2 группы, сходные по возрасту и клиническому течению заболевания. Основную группу составили 85 пациентов, из них 57 с ложными суставами и 28 с остеомиелитом. В контрольную группу вошли 71 пациент, из них — 51 с ложными суставами и 20 с хроническим остеомиелитом.

В основной группе после рандомизации в комплексное лечение наряду с хирургическим включено введение препарата Деринат.

Деринат (дезоксирибонуклеат натрия) — высокоочищенная натриевая соль нативной низкомолекулярной дезоксирибонуклеиновой кислоты природного происхождения, растворенная в 0,1 % водном растворе хлорида натрия. Современная субстанция натрия дезоксирибонуклеата имеет следующие физико-химические свойства: молекулярная масса 270–500 кД, гиперхромный эффект не менее 37 %, содержание белка не более 0,7 %.

Препарат разрешен к применению у детей и взрослых в качестве иммуномодулятора, влияющего на клеточный и гуморальный иммунитет, обладающего высокими репаративными и регенеративными свойствами. (Регистрационное удостоверение РН 002916/01).

В настоящем исследовании больным основной группы проводился курс лечения препаратом Деринат, состоящий из 10 инъекций. 2 инъек-



ции больные получали до операции и 8 — после операции. Препарат вводился внутримышечно в виде стерильного раствора по 5 мл 15 мг/мл (75 мг) с интервалом 24 часа. В контрольной группе больным проводили традиционное лечение. Все больные обеих групп были оперированы, некоторым производилась радикальная хирургическая обработка гнойного очага с пластикой гнойной полости, а при ложных суставах применяли аппараты внешней фиксации в сочетании с костной пластикой или без нее.

В послеоперационном периоде больным обеих групп проводилась антибактериальная терапия с учетом данных антибиотикограммы.

Всем больным проводилось традиционное в травматологии и ортопедии клиническое, рентгенологическое, клинко-лабораторное обследование. Наряду с этим осуществляли микробиологические и иммунологические методы исследования. Все полученные результаты внесены в индивидуальные регистрационные карты пациентов и обработаны методами вариационной статистики.

Клиническое обследование проводилось по общепринятой схеме с учетом предъявляемых жалоб, установления обстоятельств и механизма травмы, сбора необходимы данных о возрасте, профессии, состоянии здоровья, перенесенных заболеваниях и травмах. При клиническом исследовании проводили оценку ортопедотравматологического статуса по классическим схемам: оценивали состояние костей и мягких тканей, наличие свищей, рубцов, гнойных затеков, остеомиелитических язв, функцию смежных суставов, общее состояние больного.

Осуществляли обзорную рентгенографию, компьютерную томографию пораженного сегмента конечности до операции и через 1,5–2 месяца после операции. Проведенные исследования позволяли выявлять распространенность гнойного процесса в кости и мягких тканях, наличие секвестров. Микробиологические исследования осуществлялись до операции, а при сохранении гнойных ран — в послеоперационном периоде в динамике. Данные антибиотикограммы позволяли правильно подобрать антибиотик в соответствии с чувствительностью к патогенной микрофлоре.

Все больные обеих групп с инфицированными ложными суставами были оперированы. Из них — чрескостный остеосинтез по методу Илизарова выполнен 51 основной и 44 пациентам контрольной групп. Костная аутопластика в сочетании с чрескостным остеосинтезом выполнена 11 пациентам основной и 9 — контрольной групп.

Больным обеих групп с хроническим остеомиелитом выполнялась хирургическая обработка гнойного очага с мышечной или костной пластикой остеомиелитической полости.

Результаты и обсуждения. В ходе лабораторного мониторинга за пациентами, подвергшимися оперативному лечению по поводу остеомиелита и инфицированных ложных суставов, были охарактеризованы особенности изученных параметров больных обеих групп, а также их изменения в ответ на проводимое оперативное вмешательство. Всем пациентам при поступлении в стационар и после оперативного вмешательства проводилось лабораторное исследование, включая иммунологическое. В послеоперационном периоде гематологические и иммунологические исследования осуществляли на 14 и 21 сутки после операции. В дооперационном периоде показатели лабораторных исследований статистически достоверно не различались в исследуемых группах больных.

В послеоперационном периоде у пациентов основной группы лейкоцитоз, ЛИИ, СОЭ, СРБ, иммунологические показатели к 14–21 суткам нормализовались, в то время как во 2 группе даже к 21 дню оставались повышены. К 3 неделе после операции у пациентов основной группы наблюдалось повышение доли естественных киллеров в периферической крови и достоверное снижение абсолютного и относительного числа киллеров с маркером CD16.

Полученные результаты показывают, что различия гематологических и иммунологических показателей были статистически достоверно различны в сравниваемых группах после лечения: в группе с использованием Дерината более значительно выросло относительное число лимфоцитов, уменьшилась соответственно доля нейтрофилов, которые характеризуют воспаление, снизилось (нормализовалось) число В-лимфоцитов. Показатели фагоцитоза также нормализовались в данной группе, особенно выражены различия в ЦИК — они не только достоверно стали ниже, но и нормализовались, чего не произошло в контрольной группе. Активация комплемента в группе с применением Дерината позволяет удалить ЦИК из кровотока.

Исследование больных, которым применяли традиционные методы лечения (контрольная группа) показали более медленное протекание процессов консолидации инфицированных ложных суставов по сравнению с больными основной группы. Так, у больных основной группы с инфицированными ложными суставами рентгенологические признаки консолидации появлялись через 1–1,5 месяца после начала лечения, а к 3–4



месяцу у 82% больных достигнуто сращение. К этому сроку у больных контрольной группы консолидация наступила только в 59% случаев. Исследование больных с хроническим остеомиелитом, которым применялись традиционные методы лечения (контрольная группа) показало более выраженные явления эндогенной интоксикации, которое наблюдалось до операции и сохранялось в течение одного-двух месяцев после операции, по сравнению с больными основной группы. Так, у больных основной группы раны зажили вторичным натяжением только у 14,3% больных, в то время как в контрольной группе — у 31,7% больных. Несмотря на проведенное комплексное лечение у 5 (25%) больных контрольной группы наступил рецидив остеомиелита в ближайшем послеоперационном периоде, в то время как в основной группе рецидив возник только у 2 (7,2%) пациентов.

Оценка результатов лечения проводилась с использованием таблицы Н.А. Любошица и Э.Р. Матисса в нашей модификации, позволяющей объективно рассматривать и оценивать исходы лечения. Большое количество используемых при этом показателей позволяет уменьшить влияние субъективного фактора в оценке состояния больного. Критериями в оценке состояния больного являлись клиничко-функциональные и рентгенологические данные: боль в месте бывшего перелома, функция смежных суставов, сосудистые

и трофические нарушения, неврологические расстройства и инфекционные осложнения. Хорошим считается результат от 80 до 100 баллов, удовлетворительным — от 70 до 79, неудовлетворительным — ниже 70 баллов. Детальный анализ результатов анатомо-функционального восстановления показал, что в основной группе больных с инфицированными ложным суставом и остеомиелитом хорошие исходы получены у 97,1%, удовлетворительные — у 2,9%. В то время, как в контрольной группе статистически достоверно результаты были хуже, из них хорошие получены у 76,7%, удовлетворительные у 20,0%, неудовлетворительные у 3,3%.

Выводы.

1. Применение Дерината при хроническом остеомиелите позволяет уменьшать уровень эндогенной интоксикации.
2. Препарат Деринат может быть рекомендован для клинического применения в комплексном лечении хронического остеомиелита и инфицированных ложных суставов.
3. Применение препарата Деринат позволяет не только достичь улучшения результатов лечения больных с хроническим остеомиелитом, но и может применяться для профилактики гнойных осложнений при выполнении ортопедических и травматологических операций, так как препарат позволяет моделировать иммунный статус пациента.

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

SOURCE OF FUNDING. The study was performed without sponsorship.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гараев М.Р., Пантелеев В.С., Нартайлаков М.А., Дорофеев В.Д., Инюшев Д.В., Голков Д.С. Хирургическое лечение хронического остеомиелита // Креативная хирургия и онкология. 2019. Т. 9, № 3. С. 209–215. doi: 10.24060/2076-3093-2019-9-3-209-215
2. Резник Л.Б., Борзунов Д.Ю., Моховиков Д.С., Стасенко И.В. Опыт замещения дефектов длинных костей на основе сочетанного применения внеочагового чрескостного остеосинтеза и остеодеструктивных материалов в клинической практике // Политравма. 2017. № 2. С. 16–22.
3. Greenfield E.M., Bechtold J.; Implant Wear Symposium 2007 Biologic Work Group. What other biologic and mechanical factors might contribute to osteolysis? *J Am Acad Orthop Surg*. 2008;16 Suppl 1:S56-62. doi: 10.5435/00124635-200800001-00012
4. Калинина Н.М. Использование отечественного иммуномодулятора Деринат в клинической практике // Медлайн-экспресс. 2004. № 4. С. 12–13.
5. Линник С.А., Калинина Н.М., Ромашов П.П., Хаймин В.В., Нестеров Н.Н. Комплексное лечение замедленной консолидации диафизарных переломов и ложных суставов диафизов костей с применением препарата Деринат // Травматологи и ортопедия России. 2007. № 3. С. 76.
6. Кичемасов С.Ч., Матвеев А.В., Тарасенко М.Ю., Калинина Н.М. Эффективность иммуномодулятора Деринат для профилактики и лечения сепсиса у тяжелообожженных // Terra Medica Nova. 2006. № 4. С. 50–54.



REFERENCES

1. Garaev M.R., Panteleev V.S., Nartayakov M.A., et al. Surgical Treatment of Chronic Osteomyelitis. *Creative surgery and oncology*. 2019;9(3):209–215. (In Russ.) doi: 10.24060/2076-3093-2019-9-3-209-215
2. Reznik L.B., Borzunov D.Yu., Mokhovikov D.S., Stasenko I.V. Experience with long bones defects replacement on the basis of combined use of transosseous osteosynthesis and osteoconductive materials in clinical practice. *Polytrauma*. 2017;(2):6–12. (In Russ.).
3. Greenfield E.M., Bechtold J.; Implant Wear Symposium 2007 Biologic Work Group. What other biologic and mechanical factors might contribute to osteolysis? *J Am Acad Orthop Surg*. 2008;16 Suppl 1:S56–62. doi: 10.5435/00124635-200800001-00012
4. Kalinina N.M. Ispol'zovanie otechestvennogo immunomodulyatora Derinat v klinicheskoy praktike. *Medlayn-ekspres*. 2004;(4):12–13. (In Russ.).
5. Linnik S.A., Kalinina N.M., Romashov P.P., Hajmin V.V., Nesterov N.N. Kompleksnoe lechenie zamedennoy konsolidatsii diafizarnykh perelomov i lozhnykh sustavov diafizov kostey s primeneniem preparata Derinat. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2007;(3):76. (In Russ.).
6. Kichemasov S.Ch., Matveenkov A.V., Tarasenko M.Ju., Kalinina N.M. Effektivnost' immunomodulyatora Derinat dlya profilaktiki i lecheniya sepsisa u tyazheleobozhennykh. *Terra Medica Nova*. 2006;(4):50–54. (In Russ.).

АВТОРЫ

Линник Станислав Антонович — д.м.н., ORCID: 0000-0002-1360-6971
Цололо Ярослав Борисович — ORCID: 0000-0001-7744-0002
Ромашов Павел Павлович — к.м.н., ORCID: 0000-0002-6045-5037
Карагезов Гиорги — ORCID: 0000-0002-5234-1697
Квиникадзе Гурам Элгуджевич — к.м.н.
Сергеева Марина Борисовна — к.м.н.

AUTHORS

Linnik Stanislav Antonovich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0002-1360-6971
Tsololo Yaroslav Borisovich — ORCID: 0000-0001-7744-0002
Romashov Pavel Pavlovich — PhD, ORCID: 0000-0002-6045-5037
Karagezov Giorgi — ORCID: 0000-0002-5234-1697
Kvinikadze Guram Elgudzhevich — PhD
Sergeeva Marina Borisovna — PhD



УДК 616-001.513 : 616.718.56/.66 : 616-089.8

DOI: 10.54866/27129632_2024_3_189

ВЛИЯЕТ ЛИ КАЧЕСТВО ПЕРВИЧНОЙ РЕПОЗИЦИИ В АППАРАТЕ ВНЕШНЕЙ ФИКСАЦИИ НА РЕЗУЛЬТАТ ЛЕЧЕНИЯ ПЕРЕЛОМОВ ДИСТАЛЬНОГО МЕТАЭПИФИЗА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ?

© Б.А. МАЙОРОВ^{1,2}, И.Г. БЕЛЕНЬКИЙ^{1,2}, Г.Д. СЕРГЕЕВ^{1,2}, К.К. ГАДОВЕВ²

¹ ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

ОБОСНОВАНИЕ. В рамках двухэтапной тактики остеосинтеза при выполнении первичной стабилизации перелома пилона с помощью аппарата внешней фиксации (АВФ) качеству репозиции отломков не всегда уделяется должное внимание, что может негативно сказываться на окончательном результате хирургического лечения.

ЦЕЛЬ: оценить рентгенологические и функциональные результаты лечения пациентов с переломами пилона большеберцовой кости всех типов в зависимости от качества первичной репозиции костных отломков в аппарате наружной фиксации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В исследование были включены 50 пациентов с переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости различных типов. Пациенты были разделены на две группы в зависимости от качества репозиции отломков при использовании АВФ. Все пациенты были прооперированы в соответствии с двухэтапным протоколом лечения. Применялась либо открытая, либо малоинвазивная техника окончательного погружного остеосинтеза. Рентгенологически оценивали качество репозиции отломков после операции, а также ближайшие и среднесрочные функциональные результаты по шкале AOFAS.

РЕЗУЛЬТАТЫ. У пациентов группы 1 удавалось статистически значимо чаще добиться анатомичной репозиции, а неудовлетворительная репозиция встречалась статистически значимо реже, чем у пациентов группы 2 ($p = 0,011$ для обоих сравнений). Функциональные результаты по шкале AOFAS на сроках 6, 12 и 24 месяца были сопоставимы в обеих группах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Качество первичной репозиции в аппарате внешней фиксации существенно влияло на результаты окончательного остеосинтеза. Пациенты с корректной репозицией отломков в АВФ имеют лучшие анатомические и функциональные результаты.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: перелом пилона, внешняя фиксация, внутрисуставной перелом, анатомичная репозиция, двухэтапный протокол лечения.

КАК ЦИТИРОВАТЬ. Майоров Б.А., Беленький И.Г., Сергеев Г.Д., Гадоев К.К. Влияет ли качество первичной репозиции в аппарате внешней фиксации на результат лечения переломов дистального метаэпифиза большеберцовой кости? // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 3. С. 189–197.

DOES THE QUALITY OF PRIMARY REDUCTION IN AN EXTERNAL FIXATOR AFFECT THE OUTCOME IN THE TREATMENT OF DISTAL TIBIAL METAEPIPHYSEAL FRACTURES?

© B.A. MAIOROV^{1,2}, I.G. BELEN'KII^{1,2}, G.D. SERGEEV^{1,2}, K.K. GADOEV²

¹ St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint Petersburg State University", St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

RATIONALE. In the two-stage approach to osteosynthesis, when performing initial stabilization of pilon fractures using an external fixator, the quality of fragment reduction is not always given adequate attention, which can negatively affect the final outcome of surgical treatment.

OBJECTIVE. To evaluate the radiological and functional outcomes in patients with all types of pilon fractures, depending on the quality of initial fragment reduction in the external fixator.



MATERIALS AND METHODS. The study included 50 patients with various types of distal tibial metaepiphyseal fractures. Patients were divided into two groups based on the quality of fragment reduction in the external fixator. All patients underwent surgery according to the two-stage treatment protocol, using either ORIF or MIPO. The quality of fragment reduction after surgery was radiologically assessed, as well as short- and medium-term functional outcomes using the AOFAS scale.

RESULTS. Anatomical reduction was achieved statistically significantly more often in Group 1 patients, while unsatisfactory reduction was statistically significantly less common than in Group 2 ($p=0.011$ for both comparisons). Functional outcomes on the AOFAS scale at 6, 12, and 24 months were comparable between both groups.

CONCLUSION. The quality of primary reduction in the external fixator had a significant impact on the final osteosynthesis outcomes. Patients with correct fragment reduction in the external fixator showed better anatomical and functional results.

KEYWORDS: pilon fracture, external fixation, intra-articular fracture, anatomic reduction, two-stage treatment protocol.

TO CITE THIS ARTICLE. Maierov B.A., Belen'kii I.G., Sergeev G.D., Gadoev K.K. Does the quality of primary reduction in an external fixator affect the outcome in the treatment of distal tibial metaepiphyseal fractures? *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2024;(3):189–197.

Введение. Метод временной стабилизации перелома пилона путем первичного наложения аппарата внешней фиксации (АВФ) простейшей комплектации в режиме умеренной дистракции с последующим переходом на погружной остеосинтез после нормализации состояния мягких тканей получил широкое распространение благодаря работам М. Sirkin, et al. (1999) и М.Ј. Pater-son, J.D. Cole (1999) [1, 2].

Такая тактика известна как «двухэтапный протокол». По мнению многих современных авторов, она стала «золотым стандартом» лечения не только открытых внутрисуставных переломов костей нижних конечностей, сопровождающихся значительным повреждением мягких тканей, но и сложных около- и внутрисуставных закрытых переломов дистального отдела бедренной кости, плато, пилона большеберцовой кости, а в ряде случаев и нестабильных переломов лодыжек [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

Преимуществами такой тактики являются создание условий для нормализации состояния мягких тканей, а также активного наблюдения и хирургической обработки ран, ссадин, фликтен, участков деэпителизации кожи. Погружной остеосинтез производится только после уменьшения отека перифрактурных мягких тканей, который проявляется в виде симптома «морщин» на коже, а также заживления всех ран и участков деэпителизации в области планируемых хирургических доступов.

Как правило, подобный период подготовки к операции окончательного остеосинтеза занимает от 10 до 21 дней после травмы [3, 4]. Такая задержка в значительной мере может усложнить процесс репозиции костных отломков, что связано с ретракцией мышц и относительным укорочением поврежденного сегмента конечности. Главной

целью раннего наложения АВФ является восстановление длины, оси и устранение ротационного смещения, а также первичная репозиция внутрисуставных костных отломков за счет механизма лигаментотаксиса [8, 10]. Однако на практике при выполнении первичного наложения АВФ не всегда уделяется должное внимание качеству репозиции отломков.

В современной литературе мало исследований посвящено вопросу влияния качества первичной репозиции в АВФ на окончательный результат хирургического лечения. Гипотетически ранняя качественная репозиция может уменьшить необходимость расширенных доступов и сложных репозиционных маневров для восстановления корректного анатомического положения отломков, а в ряде случаев даже при сложных переломах ограничиться малоинвазивным погружным остеосинтезом через мини-доступы (Minimally Invasive Plate Osteosynthesis, MIPO). Такой подход наряду с многоколонной фиксацией может существенно улучшить результаты лечения профильных пациентов [12, 13].

Цель исследования: оценить рентгенологические и функциональные результаты лечения пациентов с переломами пилона большеберцовой кости всех типов в зависимости от качества первичной репозиции костных отломков в аппарате наружной фиксации.

Материалы и методы. В исследование были включены 50 пациентов с переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости различных типов по классификации АО, получивших оперативное лечение на базе травмоцентров ГБУЗ ЛО Всеволожская КМБ и НИИ СП им И.И. Джанелидзе за период с 2018 по 2023 гг.

Для первичной стабилизации перелома у всех исследуемых пациентов мы применяли метод



наружной фиксации, выполняя установку перемыкающего голеностопный сустав стержневого аппарата простейшей конфигурации. Два или три чрескостных стержня вводились в область средней трети диафиза большеберцовой кости. Установка дистальных стержней производилась в область пяточной кости и/или оснований 1 и 5 плюсневых костей. Чрескостные элементы соединялись при помощи трубок универсальными зажимами [14]. У ряда пациентов были применены гибридные спице-стержневые АВФ из компонентов аппарата Илизарова на двух кольцевых опорах с введением стержней в область диафиза большеберцовой кости выше зоны перелома дистального метаэпифиза и введением спиц в область бугра пяточной кости и диафизов плюсневых костей [15].

После первичной фиксации в АВФ выполняли рентгенограммы голени и голеностопного сустава в двух стандартных проекциях. Согласно результатам контрольной рентгенографии пациенты были разделены на две группы.

В первую группу были включены 30 пациентов, которым в качестве первичной стабилизации перелома был использован АВФ, при этом

было достигнуто удовлетворительное положение отломков, под которым мы подразумевали восстановление длины и оси сегмента. За критерии удовлетворительного положения отломков принимали следующее: на контрольных рентгенограммах в прямой и боковой стандартных проекциях остаточная угловая деформация (вальгус, варус, анте- или ретрокурвация) не превышала 5 градусов наклона суставной поверхности по сравнению с контралатеральной конечностью при отсутствии укорочения. Ротационное смещение на этом этапе нами не оценивалось, так как не имело существенного влияния на течение посттравматического периода.

Во вторую группу вошли 20 пациентов, которым также был установлен первичный стабилизирующий АВФ, однако положение отломков при этом на контрольных рентгенограммах оставалось неудовлетворительным, т.е. сохранялось значимое укорочение большеберцовой кости и связанная с этим угловая деформация более 5 градусов.

Распределение пациентов по полу, возрасту и типам переломов по классификации АО в группах исследования было сопоставимо (Табл. 1).

Таблица 1. Общие характеристики групп пациентов

Параметр		Группа 1	Группа 2
Возраст, М ± σ		42,7 ± 12,9	50,7 ± 14,8
Пол	М	21 (70 %)	13 (65 %)
	Ж	9 (30 %)	7 (35 %)
Тип перелома	A1	1 (3 %)	—
	A3	3 (10 %)	3 (15 %)
	B2	2 (7 %)	—
	B3	8 (27 %)	1 (5 %)
	C1	3 (10 %)	2 (10 %)
	C2	4 (13 %)	3 (15 %)
	C3	9 (30 %)	11 (55 %)
Открытые		2 (7 %)	3 (15 %)
Всего		30	20

Операцию окончательного внутреннего остеосинтеза проводили после нормализации состояния мягких тканей, уменьшения отека, заживления ран, эпителизации фликтов. Были определены средний предоперационный койко-день и длительность стационарного лечения.

В качестве метода окончательной хирургической стабилизации перелома применяли накостный остеосинтез. При этом во всех случаях оперативного лечения мы стремились к максимально точному восстановлению анатомии и достижению абсолютной стабильности при фиксации внутрисуставных фрагментов дистального метаэ-

пифиза большеберцовой кости. При остеосинтезе метафизарного компонента перелома принципиальное значение придавали сохранению кровоснабжения окружающих мягких тканей и кости. При этом, в зависимости от клинической ситуации, использовали различные приемы и техники репозиции.

У ряда пациентов с переломами 43A1, A3, C1 и C2 мы применяли метод малоинвазивной фиксации большеберцовой кости без обнажения зоны перелома, производя не прямое закрытое восстановление оси, длины и ротации дистального отдела голени, а также при необходимости прямую



закрытую репозицию суставных фрагментов с помощью временного наложения «остроконечных» костодержателей и установки стягивающих винтов. Предызогнутую опорную пластину и, в ряде случаев, дополнительную пластину мы устанавливали через стандартные, широко описанные в литературе, медиальный и переднелатеральный минидоступы длиной 3–5 см [16, 17, 18]. Также мы использовали описанный ранее оригинальный способ малоинвазивной фиксации из поперечного дистального хирургического доступа [12].

У пациентов с переломами 43B2, B3, C3, когда добиться анатомичной репозиции суставных фрагментов закрытыми методами не представлялось возможным, мы выполняли ограниченно открытую репозицию отломков через прямые переднелатеральный, переднемедиальный, заднелатеральный и заднемедиальный доступы [3, 4, 17].

Репозицию отломков проводили под визуальным контролем, обнажая суставную щель, устраняли центральную импрессию и, в случае формирования костного дефекта, проводили его замещение ауто- или аллокостью. Суставные фрагменты фиксировались отдельными субхондральными винтами, дополнительными пластинами для малых сегментов, а также анатомичными опорными пластинами по стандартной технологии. Во всех случаях стремились не обнажать зону метафиза, фиксировать проксимальный конец пластин через дополнительные проксимальные минидоступы. Все этапы операции контролировали рентгенологически в стандартных проекциях. В ряде случаев в ходе репозиции для восстановления длины сегмента применяли временную установку дистрактора. У пациентов с удовлетворительным положением отломков, достигнутым после установки первичного АВФ, наложенный ранее аппарат внешней фиксации сохраняли до этапа фиксации пластиной.

При сочетании повреждений большеберцовой и малоберцовой костей остеосинтез последней выполняли одновременно с фиксацией большеберцовой кости, если считали, что это необходимо для восстановления латеральной стабильности голеностопного сустава [19]. Более подробно техника остеосинтеза при различных типах переломов пилона описана нами ранее [20].

Результат восстановления анатомии дистального метаэпифиза большеберцовой кости и голеностопного сустава оценивали на основании контрольных рентгенограмм, выполняемых в двух стандартных проекциях и проекции «mottise» с внутренней ротацией стопы на 15°. При этом определяли наличие остаточной угловой деформации во фронтальной и сагиттальной плоскостях.

Репозиция костных отломков определялась как анатомичная при отсутствии угловой деформации и укорочения большеберцовой кости, а также отсутствии внутрисуставной ступени, расхождения линии перелома, подвывиха в голеностопном суставе. Репозицию отломков признавали удовлетворительной, если угловая деформация не превышала 5°, внутрисуставная ступень или расхождение линии перелома в области суставной поверхности не превышала 2 мм. Неудовлетворительная репозиция отломков определялась как остаточная угловая деформация более 5°, наличие внутрисуставной ступени или расхождения отломков в области их контакта по суставной щели более 2 мм и наличии подвывиха в голеностопном суставе.

Контрольные осмотры и рентгенограммы проводились на сроках 3, 6, 12, 24 месяцев. Оценивали рентгенограммы в стандартных проекциях, жалобы пациентов, объем движений в голеностопном суставе, признаки консолидации перелома. Функциональный результат по шкале AOFAS в баллах [21] и наличие осложнений оценивали в срок 6, 12 и 24 месяцев.

Статистический анализ. Базы данных по всем наблюдениям были сформированы в табличном редакторе Excel пакета программ Microsoft Office (Microsoft, USA). Статистический анализ производился в программе SPSS Statistics v.27 (IBM, USA). Оценка нормальности распределения количественных переменных производилась использованием критериев Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. При описании нормально распределенных переменных указывались средние значения со стандартным отклонением ($M \pm \sigma$), а для переменных с распределением отличным от нормального — медиана (Me) с интерквартильным размахом (IQR — interquartile range), а также минимальные (min) и максимальные (max) значения переменной. Биноминальные и порядковые переменные были представлены в виде таблиц сопряженности, для которых рассчитывались критерий χ^2 Пирсона, точный критерий Фишера-Фримана-Холтона, а также z-критерий с поправкой Бонферрони для пропорций. Мерой ассоциации признаков служил критерий V Крамера, интерпретация которого проводилась согласно рекомендациям Rea и Parker. Сравнение переменных выполнялось с учетом типа распределения с использованием t-критерия Стьюдента или критерия Манна-Уитни. Относительные величины представлены в процентах.

Результаты исследования. Медиана предоперационного периода составила в первой группе 11 дней (IQR 9, min 2, max 29), во второй группе — 23 дня (IQR 17, min 0, max 52). Медиана длительно-



сти стационарного лечения в первой группе составила 16 дней (IQR 7, min 14, max 37), во второй группе — 32 дня (IQR 22, min 11, max 61). Оба параметра были статистически значимо меньше для первой группы пациентов ($p=0,038$ и $p=0,005$, соответственно).

В качестве метода окончательного накостного остеосинтеза МИРО применялось у 11 пациентов (33%) первой группы, а ограниченная ORIF из переднелатерального или переднемедиального доступа — у 19 пациентов (67%).

Во второй группе МИРО был выполнен 4 пациентам (20%), ограниченная ORIF из различных доступов и их сочетаний — 16 пациентам (80%).

Результаты репозиции отломков в ходе опера-

ции накостного остеосинтеза, исходя из применяемых нами критериев, в первой группе расценены как отличные у 25 пациентов (83%), удовлетворительные у 5 пациентов (17%). Неудовлетворительные результаты не отмечены ни у одного пациента.

Во второй группе анатомичная репозиция констатирована у 7 пациентов (35%), удовлетворительная — у 8 пациентов (40%), неудовлетворительная — у 5 пациентов (25%).

Распределение результатов репозиции отломков в группах исследования в зависимости от метода накостного остеосинтеза представлено в таблице 2.

Таблица 2. Распределение пациентов внутри групп в зависимости от техники операции и репозиции

Техника-репозиция	Группа 1, n = 30	Группа 2, n = 20
МИРО-Анат	7 (23 %)	2 (10 %)
МИРО-Уд	3 (10 %)	2 (10 %)
МИРО-Неуд	—	—
МИРО	10 (33 %)	4 (20 %)
ORIF-Анат	18 (60 %)	5 (25 %)
ORIF-Уд	2 (7 %)	6 (30 %)
ORIF-Неуд	—	5 (25 %)
ORIF	20 (67 %)	16 (80 %)

Примечание: МИРО-Анат — малоинвазивная техника фиксации с анатомичной репозицией; МИРО-Уд — малоинвазивная техника фиксации с удовлетворительной репозицией; МИРО-Неуд — малоинвазивная техника фиксации с неудовлетворительной репозицией; ORIF-Анат — открытая внутренняя фиксация с анатомичной репозицией; ORIF-Уд — открытая внутренняя фиксация с удовлетворительной репозицией; ORIF-Неуд — открытая внутренняя фиксация с неудовлетворительной репозицией

Анализ представленной таблицы показал, что МИРО и ORIF в группе 1 применялись с той же частотой, что и в группе 2 ($\chi^2 = 1,058$; $p = 0,304$).

Согласно расчетам, без учета техники остеосинтеза отмечается статистически значимая разница между группами при анализе качества репозиции (точный критерий Фишера-Фримана-Холтона равен 14,40; $p < 0,001$). У пациентов группы 1 статистически значимо чаще удавалось добиться анатомичной репозиции, а неудовлетворительная репозиция встречалась статистически значимо реже, чем у пациентов группы 2 ($p = 0,011$ для обоих сравнений). Сила связи между признаками была относительно сильной (критерий V Крамера 0,537; $p < 0,001$).

В случае применения МИРО статистической разницы между группами выявлено не было ($p = 0,58$). Однако у пациентов, которым была выполнена ORIF, мы получили сильную связь между качеством репозиции на этапе внешней фиксации и после остеосинтеза (точный критерий Фишера-Фримана-Холтона 13,793; $p < 0,001$; критерий V Крамера 0,625; $p < 0,001$).

В первой группе рентгенологические признаки сращения, отсутствие жалоб на болевой синдром и возможность осевой нагрузки наблюдались у 5 пациентов (17%) через 3 месяца, у 17 пациентов (57%) — через 6 месяцев и у 7 пациентов (23%) — через 12 месяцев. У одного пациента (3%) через 12 месяцев было отмечено несращение. Во второй группе аналогичные данные по срокам наблюдения составили: в срок 3 месяца сращение перелома не отмечено ни у одного пациента, в срок 6 месяцев — у 7 пациентов (35%), в 12 месяцев — у 11 пациентов (55%). У двух пациентов (10%) в срок 12 месяцев отмечено несращение. По этому параметру было обнаружено наличие статистически значимых различий между группами согласно точному критерию Фишера-Фримана-Холтона (8,429; $p = 0,025$).

Функциональные результаты по шкале AOFAS в срок 6, 12 и 24 месяца в первой группе исследования составили по медиане: 71 балл (IQR 13; min 42; max 84), 75 баллов (IQR 15; min 51; max 84), 78 баллов (IQR 10; min 54; max 93), соответственно.



Во второй группе исследования функциональные результаты в баллах, определенные в те же сроки, составили по медиане 67 баллов (IQR 27; min 45; max 82), 71 балл (IQR 41; min 45; max 94), 73 балла (IQR 25; min 70; max 97), соответственно. На каждом из сроков наблюдения статистически значимой разницы между балльными показателями групп получено не было.

Доля и структура осложнений в обеих группах исследования, прослеженные нами до срока 2 года после операции, несколько различалась, однако эта разница не была статистически значимой ($\chi^2=2,589$, $p=0,108$). В первой группе нами отмечены осложнения у 7 пациентов (23%): 2 случая замедленных сращений, 1 несращение, 1 неправильное сращение с выраженной вальгусной деформацией, 3 случая остеоартрита голеностопного сустава.

Во второй группе осложнения наблюдались у 9 пациентов (45%): 2 случая инфекции (оба первично открытые переломы с последующим удалением имплантата после сращения), 2 случая несращения, 7 клинически значимых случаев остеоартрита, 3 из которых потребовали выполнения артродезирования голеностопного сустава в срок до 2 лет после травмы.

Потребность в реоперации. В первой группе повторные оперативные вмешательства нами были выполнены у 4 пациентов (13%). При этом у двух пациентов нами были выполнены операции реостеосинтеза с заменой фиксатора и замещением дефекта метафизарной зоны аутокостью. В обоих случаях мы добились сращения перелома. Еще у двух пациентов первой группы были выполнены удаления металлоконструкций по настоянию пациентов.

Во второй группе повторные оперативные вмешательства выполнялись у 6 пациентов (30%). Из них в 2 случаях, осложнившихся инфекцией, было выполнено удаление имплантатов и санация ложа. У других 2 пациентов для оптимизации процесса сращения перелома было выполнено замещение дефекта метафизарной зоны ауто- и аллокостью. У одного из этих пациентов после сращения перелома и еще у двух пациентов из-за выраженного посттравматического остеоартрита было выполнено артродезирование голеностопного сустава.

Статистически значимых различий по частоте повторных оперативных вмешательств между группами выявлено не было ($\chi^2=2,083$, $p=0,149$).

Обсуждение. В настоящее время широко освещенная в научной литературе двухэтапная тактика лечения при высокоэнергетических около- и внутрисуставных переломах является общепринятой [3, 4, 7, 8]. Наложение АВФ способствует

регрессу посттравматического отека, нормализации трофики тканей и значительно сокращает сроки до выполнения окончательной внутренней фиксации [22, 23, 24]. Техника монтажа АВФ в режиме умеренной дистракции, которая позволяет выполнить первичную репозицию отломков за счет лигаментотаксиса, также является общепризнанной [10, 14].

Аппарат внешней фиксации не позволяет добиться репозиции всех фрагментов суставной поверхности. Тем не менее, можно добиться устранения укорочения сегмента, а также значимого углового смещения отломков при использовании почти любых компоновок аппарата [10, 15, 22, 23, 24]. Однако нередко хирурги оставляют без внимания качество первичной репозиции отломков в АВФ, концентрируясь на самом факте наложения аппарата. Они считают, что первичная репозиция не имеет серьезного значения, так как пациенту предстоит второй этап лечения, в ходе которого желаемый уровень положения отломков будет достигнут.

Этот тезис подтверждается тем, что в специальной литературе отсутствуют исследования, которые оценивают качество первичной репозиции при около- и внутрисуставных переломах. В первую очередь, это относится к переломам пилона как наиболее требовательным к состоянию мягких тканей в силу особенностей анатомического строения сегмента. Эти обстоятельства послужили поводом для проведения настоящего исследования.

В обеих группах исследования в большинстве случаев (в первой группе у 67% пациентов, во второй у 80% пациентов) в качестве метода окончательного остеосинтеза мы выбирали метод ограниченно открытой репозиции отломков с открытым прямым сопоставлением внутрисуставных фрагментов. Всего у 33% пациентов первой группы и 20% второй группы мы посчитали достаточным применить малоинвазивный остеосинтез с закрытой репозицией внутрисуставных фрагментов под рентгенологическим контролем.

Как показал проведенный статистический анализ, различия в этих показателях не являются значимыми. Однако несколько большая доля пациентов, которым мы применили технику МРО после корректной первичной репозиции отломков в АВФ, с нашей точки зрения, имеет практическое значение. Этот факт позволяет говорить о том, что после качественной первичной репозиции вероятность достижения удовлетворительного положения отломков с использованием минимально инвазивной техники значительно повышается, и, следовательно, уменьшается травма-



тичность выполнения основного этапа внутренней фиксации.

Корректное наложение АВФ в целом улучшает качество репозиции отломков при окончательном остеосинтезе. Это наблюдается как у пациентов, которым проводили МИО, так и у тех, кому выполняли ORIF. Хотя в группе с некорректным наложением АВФ была выше доля реопераций и осложнений, статистически значимых различий по этим показателям не выявлено. Функциональные результаты также были сопоставимы в обеих группах. Однако необходимо отметить, что сращение переломов у пациентов первой группы наступало раньше.

Заключение. Результаты исследования демонстрируют, что качество первичной репозиции отломков в АВФ влияло на качество репозиции в ходе окончательного остеосинтеза, независимо от техники его выполнения. Плохие результаты первичной репозиции были скорее обусловлены сложностью перелома, многооскольчатый характером, выраженной первичной деформацией и отеком, чем невнимательной работой хирурга. Тем не менее, нельзя не обращать внимание на то, что чем качественнее была первичная репозиция, тем проще в последующем было выполнить окончательный остеосинтез и тем лучше был результат лечения в целом.

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

SOURCE OF FUNDING. The study was performed without sponsorship.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sirkin M., Sanders R., DiPasquale T., Herscovici D. Jr. A staged protocol for soft tissue management in the treatment of complex pilon fractures. *J Orthop Trauma*. 2004 Sep;18(8 Suppl):S32-8. DOI: 10.1097/00005131-200409001-00005.
2. Patterson M.J., Cole J.D. Two-staged delayed open reduction and internal fixation of severe pilon fractures. *J Orthop Trauma*. 1999 Feb;13(2):85-91. DOI: 10.1097/00005131-199902000-00003.
3. Buckley R.E., Moran C.G., Apivatthakakul T. *AO — principles of fracture management*. 3rd Edition. Stuttgart etc : Thieme Medical Publishers, 2018..
4. Court-Brown C.M. *Rockwood and Green's fractures in adults*. Walters Kluwer: USA, 2015..
5. Солод Э.И., Загородний Н.В., Лазарев А.Ф., Абдулхабилов М.А., Алсмади Я.М., Дмитров И.А. Лечение внутри- и околосуставных переломов нижней трети бедренной кости у больных с политравмой методом конверсионного остеосинтеза // Трудный пациент. 2020. Т. 18, № 3. С. 41–45. DOI: 10.24411/2074-1995-2020-10019.
6. Майоров Б.А., Бельский И.Г., Сергеев Г.Д. Результаты оперативного лечения переломов плато большеберцовой кости в многопрофильном стационаре Ленинградской Области // Кафедра травматологии и ортопедии. 2023. № 3(53). С. 46–51 DOI: 10.17238/2226-2016-2023-3-46-51.
7. Saad B.N., Yingling J.M., Liporace F.A., Yoon R.S. Pilon Fractures: Challenges and Solutions. *Orthop Res Rev*. 2019;11:149-157. DOI: 10.2147/ORR.S170956.
8. Jacob N., Amin A., Giotakis N., Narayan B., Nayagam S., Trompeter A.J. Management of high-energy tibial pilon fractures. *Strategies Trauma Limb Reconstr*. 2015;10(3):137-147. DOI: 10.1007/s11751-015-0231-5.
9. Buyukkuscu M.O., Basilgan S., Mollaomeroglu A., Misir A., Basar H. Splinting vs temporary external fixation in the initial treatment of ankle fracture-dislocations. *Foot Ankle Surg*. 2022;28(2):235-239. DOI: 10.1016/j.fas.2021.03.018.
10. Lareau C.R., Daniels A.H., Vopat B.G., Kane P.M. Emergency department external fixation for provisional treatment of pilon and unstable ankle fractures. *J Emerg Trauma Shock*. 2015;8(1):61-4. DOI: 10.4103/0974-2700.150400.
11. Andonov Y., Sokolov T., Parashkevova P. Staged treatment of high energy lower limb fractures. *J of IMAV*. 2019;25(3):2679-2682. doi: 10.5272/jimav.2019253.2679.
12. Майоров Б.А., Бельский И.Г., Сергеев Г.Д., Гадоев К.К. Малоинвазивный остеосинтез закрытого перелома дистального метаэпифиза большеберцовой кости со смещением отломков // Медикобиологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2023. № 3. С. 00–35. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-3-00-35.
13. Майоров Б.А., Бельский И.Г., Кочиш А.Ю., Сергеев Г.Д. Сходства и особенности современных подходов к хирургическому лечению при внутрисуставных переломах проксимального и дисталь-



ного метаэпифизов большеберцовой кости // Медицинский альянс. 2023. Т. 11, № 3. С. 56–68. DOI: 10.36422/23076348-2023-11-3-56-68.

14. Lavini F., Dall'Oca C., Mezzari S., Maluta T., Luminari E., Perusi F., Vecchini E., Magnan B. Temporary bridging external fixation in distal tibial fracture. *Injury*. 2014;45 Suppl 6:S58-63. DOI: 10.1016/j.injury.2014.10.025.

15. Соломин Л.Н. Основы чрескостного остеосинтеза аппаратом Г.А. Илизарова: Монография. СПб. ООО «МОПСАР АВ», 2005. 544 с.

16. Byun Y-S., Oh Ch-W. Tibia and Fibula Distal. In: Tong GO, Bavonratanavech S, ed. *AO — Manual of fracture management. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO)*. Switzerland: AO Publishing; 2007: 305-325.

17. Assal M., Ray A., Stern R. Strategies for surgical approaches in open reduction internal fixation of pilon fractures. *J Orthop Trauma*. 2015;29(2):69-79. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000218.

18. Lakhotia D., Sharma G., Khatri K., Kumar G.N., Sharma V., Farooque K. Minimally invasive osteosynthesis of distal tibial fractures using anterolateral locking plate: Evaluation of results and complications. *Chin J Traumatol*. 2016;19(1):39-44. DOI: 10.1016/j.cjtee.2015.07.010.

19. Майоров Б.А., Бельский И.Г., Кочиш А.Ю., Григорян Ф.С. К вопросу о фиксации малоберцовой кости при ее переломах, сочетающихся с переломами пилон // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 6. DOI: 10.17513/spno.30311. Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=30311>. (Дата обращения: 15.04.2024).

20. Бельский И.Г., Мануковский В.А., Майоров Б.А., Сергеев Г.Д., Барсукова И.М. Современные принципы диагностики и лечения переломов пилон большеберцовой кости: учебное пособие. Санкт-Петербург: Медиапир, 2022. 70 с.

21. Фомичев В.А., Сорокин Е.П., Коновальчук Н.С., Пашкова Е.А., Середа А.П. Кросскультурная адаптация и валидация русскоязычной версии шкалы Американской ортопедической ассоциации стопы и голеностопного сустава AOFAS-AHS. Травматология и ортопедия России. 2023; Т. 29, № 4. С. 78–86. DOI: 10.17816/2311-2905-16494.

22. Daghighi W., Messina M., Filippini M., Alessandro M. Temporary Stabilization with External Fixator in 'Tripolar' Configuration in Two Steps Treatment of Tibial Pilon Fractures. *Open Orthop J*. 2016;10:49-55. DOI: 10.2174/1874325001610010049.

23. Bear J., Rollick N., Helfet D. Evolution in Management of Tibial Pilon Fractures. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2018 Dec;11(4):537-545. DOI: 10.1007/s12178-018-9519-7.

24. Hebert-Davies J., Kleweno C.P., Nork S.E. Contemporary Strategies in Pilon Fixation. *J Orthop Trauma*. 2020;34 Suppl 1:S14-S20. DOI: 10.1097/BOT.0000000000001698.

REFERENCES

1. Sirkin M., Sanders R., DiPasquale T., Herscovici D. Jr. A staged protocol for soft tissue management in the treatment of complex pilon fractures. *J Orthop Trauma*. 2004 Sep;18(8 Suppl):S32-8. DOI: 10.1097/00005131-200409001-00005.

2. Patterson M.J., Cole J.D. Two-staged delayed open reduction and internal fixation of severe pilon fractures. *J Orthop Trauma*. 1999 Feb;13(2):85-91. DOI: 10.1097/00005131-199902000-00003.

3. Buckley R.E., Moran C.G., Apivatthakakul T. *AO — principles of fracture management*. 3rd Edition. Stuttgart etc : Thieme Medical Publishers, 2018..

4. Court-Brown C.M. *Rockwood and Green's fractures in adults*. Walters Kluwer: USA, 2015..

5. Solod E.I., Zagorodny N.V., Lazarev A.F., Abdulkhabirov M.A., Alsmadi Ya.M., Dmitrov I.A. Treatment of Intra- and Periarticular Fractures of the Lower Third of Femur in Patients with Polytrauma with Conversion Osteosynthesis Method. *Difficult patient*. 2020;18(3):41-45. (In Russ.). DOI: 10.24411/2074-1995-2020-10019.

6. Maiorov B.A., Belen'kii I.G., Sergeev G.D. Results of Surgical Treatment of Tibial Plateau Fractures in a General Hospital of the Leningrad Oblast. *Department of traumatology & orthopedics*. 2023;3(53):46-51 (In Russ.). DOI: 10.17238/2226-2016-2023-3-46-51.

7. Saad B.N., Yingling J.M., Liporace F.A., Yoon R.S. Pilon Fractures: Challenges and Solutions. *Orthop Res Rev*. 2019;11:149-157. DOI: 10.2147/ORR.S170956.

8. Jacob N., Amin A., Giotakis N., Narayan B., Nayagam S., Trompeter A.J. Management of high-energy tibial pilon fractures. *Strategies Trauma Limb Reconstr*. 2015;10(3):137-147. DOI: 10.1007/s11751-015-0231-5.

9. Buyukkuscu M.O., Basilgan S., Mollaomeroglu A., Misir A., Basar H. Splinting vs temporary external fixation in the initial treatment of ankle fracture-dislocations. *Foot Ankle Surg*. 2022;28(2):235-239. DOI: 10.1016/j.fas.2021.03.018.



10. Lareau C.R., Daniels A.H., Vopat B.G., Kane P.M. Emergency department external fixation for provisional treatment of pilon and unstable ankle fractures. *J Emerg Trauma Shock*. 2015;8(1):61-4. DOI: 10.4103/0974-2700.150400.
11. Andonov Y., Sokolov T., Parashkevova P. Staged treatment of high energy lower limb fractures. *J of IMAB*. 2019;25(3):2679-2682. doi: 10.5272/jimab.2019253.2679.
12. Maiorov B.A., Belen'kii I.G., Sergeev G.D., Gadoev K.K. Minimally invasive osteosynthesis of displaced closed fracture of distal tibial metaepiphysis. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2023; (3):00–35 (In Russ.) DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-3-00-35.
13. Mayorov B.A., Belenkiy I.G., Kochish A.Y., Sergeev G.D. Similarities and Special Features of Modern Approaches to Surgical Treatment of Intra-Articular Fractures of Tibial Proximal and Distal Metaepiphyses. *Medical alliance*. 2023;11(3):56-68 (in Russ.). DOI: 10.36422/23076348-2023-11-3-56-68.
14. Lavini F., Dall'Oca C., Mezzari S., Maluta T., Luminari E., Perusi F., Vecchini E., Magnan B. Temporary bridging external fixation in distal tibial fracture. *Injury*. 2014;45 Suppl 6:S58-63. DOI: 10.1016/j.injury.2014.10.025.
15. Solomin L.N. *Osnovy chreskostnogo osteosinteza apparatom G.A. Ilizarova: Monografiya*. St. Petresburg: MORSAR AV; 2005. (In Russ.).
16. Byun Y-S., Oh Ch-W. Tibia and Fibula Distal. In: Tong GO, Bavonratanavech S, ed. *AO — Manual of fracture management. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO)*. Switzerland: AO Publishing; 2007: 305-325.
17. Assal M., Ray A., Stern R. Strategies for surgical approaches in open reduction internal fixation of pilon fractures. *J Orthop Trauma*. 2015;29(2):69-79. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000218.
18. Lakhota D., Sharma G., Khatri K., Kumar G.N., Sharma V., Farooque K. Minimally invasive osteosynthesis of distal tibial fractures using anterolateral locking plate: Evaluation of results and complications. *Chin J Traumatol*. 2016;19(1):39-44. DOI: 10.1016/j.cjtee.2015.07.010.
19. Mayorov B.A., Belenkiy I.G., Kochish A.Y., Grigoryan F.S. To the Issue of the Fibula Fixation in Cases of Pilon Fractures in Association with Fibula Fractures. *Modern problems of science and education*. 2020;(6). DOI: 10.17513/spno.30311 (In Russ.). <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=30311> Accessed April 15, 2024.
20. Belen'kiy I.G., Manukovskiy V.A., Mayorov B.A., Sergeev G.D., Barsukova I.M. *Sovremennye printsipy diagnostiki i lecheniya perelomov pilona bol'shebertsovoy kosti : Uchebnoe posobie*. St. Petersburg: Mediapapir; 2022. (In Russ.).
21. Fomichev V.A., Sorokin E.P., Konovalchuk N.S., Pashkova E.A., Sereda A.P. Cross-Cultural Adaptation and Validation of the Russian-Language Version of the American Orthopaedic Foot and Ankle Society Ankle Hindfoot Scale (AOFAS-AHS). *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2023;29(4):78-86. (In Russ.). DOI: 10.17816/2311-2905-16494.
22. Daghighi W., Messina M., Filippini M., Alessandro M. Temporary Stabilization with External Fixator in 'Tripolar' Configuration in Two Steps Treatment of Tibial Pilon Fractures. *Open Orthop J*. 2016;10:49-55. DOI: 10.2174/1874325001610010049.
23. Bear J., Rollick N., Helfet D. Evolution in Management of Tibial Pilon Fractures. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2018 Dec;11(4):537-545. DOI: 10.1007/s12178-018-9519-7.
24. Hebert-Davies J., Kleweno C.P., Nork S.E. Contemporary Strategies in Pilon Fixation. *J Orthop Trauma*. 2020;34 Suppl 1:S14-S20. DOI: 10.1097/BOT.0000000000001698.

АВТОРЫ

Майоров Борис Александрович — к.м.н., ORCID: 0000-0003-1559-1571

Беленький Игорь Григорьевич — д.м.н., ORCID: 0000-0001-9951-5183

Сергеев Геннадий Дмитриевич — к.м.н., ORCID: 0000-0002-8898-503X

Гадоев Камолiddин Комилович — ORCID: 0009-0003-5565-0721

AUTHORS

Maiorov Boris Aleksandrovich — PhD, ORCID: 0000-0003-1559-1571

Belen'kii Igor' Grigor'evich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0001-9951-5183

Sergeev Gennadii Dmitrievich — PhD, ORCID: 0000-0002-8898-503X

Gadoev Kamoliddin Komilovich — ORCID: 0009-0003-5565-0721



УДК: 617.585.1

DOI: 10.54866/27129632_2024_3_198

ТОПОГРАФО-АНАТОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЗАДНЕЛАТЕРАЛЬНОГО И ЗАДНЕМЕДИАЛЬНОГО ХИРУРГИЧЕСКИХ ДОСТУПОВ К ЗАДНЕМУ ОТДЕЛУ ДИСТАЛЬНОГО МЕТАЭПИФИЗА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ

© И.Г. БЕЛЕНЬКИЙ^{1,2}, Б.А. МАЙОРОВ^{1,2,3}, А.Ю. КОЧИШ^{4,5}, Г.Д. СЕРГЕЕВ^{1,2}, Ю.В. РЕФИЦКИЙ¹

¹ ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия

³ ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский Государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

⁴ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена», Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

⁵ ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО России, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

ВВЕДЕНИЕ. До недавнего времени традиционно считалось, что при сочетании переломов лодыжек и заднего края большеберцовой кости достаточно большие фрагменты заднего края большеберцовой кости, включающие даже до 1/3 ее суставной поверхности, могут оставаться нефиксированными при остеосинтезе. Однако в настоящее время все больше травматологов выступают за обязательную фиксацию крупного отломка заднего края большеберцовой кости, справедливо считая, что это лучше обеспечивает восстановление анатомических взаимоотношений костей, образующих голеностопный сустав, а также увеличивает стабильность этого сустава после остеосинтеза в целом. При этом весьма важным считается также применение надежного способа фиксации обсуждаемого костного отломка, который должен обеспечивать его стабильность после выполнения остеосинтеза, что во многом зависит от правильного выбора соответствующего хирургического доступа. Техника введения винтов сзади наперед позволяет выполнить анатомичную репозицию крупного отломка заднего края большеберцовой кости и стабильную фиксацию. При этом, если имеется соответствующая необходимость, остеосинтез может быть осуществлен не только винтами, но и противоскользкой пластиной.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ: посредством прикладного топографо-анатомического исследования на нефиксированном анатомическом материале изучить возможности и риски использования заднелатерального и заднемедиального хирургических доступов для остеосинтеза при переломах лодыжек с наличием крупного фрагмента заднего края дистального метаэпифиза большеберцовой кости.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Топографо-анатомическое исследование проведено на 18 нефиксированных препаратах голени и стопы без видимых повреждений, рубцов и оперативных вмешательств в этой области (по 9 для каждого из двух изученных хирургических доступов). Выполняли заднелатеральный и заднемедиальный доступы к дистальному метаэпифизу большеберцовой кости. Предварительно отмоделированную по форме кости пластину в форме 1/3 трубки устанавливали как можно более медиально из заднелатерального доступа и как можно более латерально из заднемедиального доступа. Далее на рентгенограммах в прямой проекции вычисляли расстояния до пластины от медиального и от латерального краев дистального метаэпифиза большеберцовой кости. На рентгенограммах в боковой проекции оценивали корректность положения дистального фиксирующего пластину винта по отношению к линии суставной поверхности большеберцовой кости.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Заднелатеральный хирургический доступ позволяет осуществить адекватную имплантацию вертикально ориентированной пластины с последующим корректным направлением винтов сзади наперед на протяжении около 40 % ($40,4 \pm 4,4$ %) ширины дистального метаэпифиза большеберцовой кости, начиная от его латерального края, а заднемедиальный — на протяжении около 60 % ($58,8 \pm 5,1$ %) ширины дистального метаэпифиза большеберцовой кости, начиная от его медиального края. Таким образом, при любой конфигурации перелома заднего края большеберцовой кости существует возможность выбора хирургического доступа, позволяющего осуществить качественную фиксацию отломка заднего края большеберцовой кости путем имплантации противоскользкой пластины в оптимальном положении с введением в нее винтов в направлении сзади наперед.



КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: перелом лодыжек, перелом заднего края большеберцовой кости, остеосинтез, хирургический доступ.

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Бельский И.Г., Майоров Б.А., Кочиш А.Ю., Сергеев Г.Д., Рефицкий Ю.В. Топографо-анатомическое обоснование клинического применения заднелатерального и заднемедиального хирургических доступов к заднему отделу дистального метаэпифиза большеберцовой кости // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 3. С. 198–209.

TOPOGRAPHIC AND ANATOMICAL RATIONALE FOR THE CLINICAL APPLICATION OF POSTEROLATERAL AND POSTEROMEDIAL SURGICAL APPROACHES TO THE POSTERIOR PART OF THE DISTAL METAEPIPHYSIS OF THE TIBIA

© I.G. BELEN'KIY^{1,2}, B.A. MAIOROV^{1,2,3}, A.YU. KOCHISH^{4,5}, G.D. SERGEEV^{1,2}, YU.V. REFITSKIY¹

¹ St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint Petersburg State University", St. Petersburg, Russia

³ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University" of the Ministry of Healthcare of Russian Federation, St. Petersburg, Russia

⁴ Russian Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vreden, St. Petersburg, Russia

⁵ Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

INTRODUCTION. Until recently, it was believed that in cases of ankle fractures associated with posterior malleolus fractures, even large fragments of the posterior edge of the tibia, including up to 1/3 of its articular surface, could remain unfixed. However, more and more trauma surgeons now advocate for the mandatory fixation of large posterior edge fragments of the tibia, considering that this better restores the anatomical relationships of the bones forming the ankle joint and increases the stability of the joint after osteosynthesis as a whole. It is also considered highly important to use a reliable method of fixation for Volkmann's fragment, ensuring its stability after osteosynthesis, which largely depends on the proper choice of surgical approach. The technique of inserting screws from posterior to anterior allows for anatomical reduction of the large fragment of the posterior edge of the tibia and its stable fixation. Moreover, if required, osteosynthesis can be performed not only with screws but also with an anti-glide plate.

THE AIM OF THE STUDY is to investigate the potential and risks of using posterolateral and posteromedial surgical approaches for osteosynthesis in ankle fractures involving a large fragment of the posterior edge of the distal metaepiphysis of the tibia, through an applied topographic-anatomical study on fresh anatomical material.

MATERIALS AND METHODS. A topographic-anatomical study was conducted on 18 fresh cadaveric specimens of the lower leg and foot, without visible damage, scarring, or previous surgical interventions in this area (9 specimens for each of the two surgical approaches studied). Posterolateral and posteromedial approaches to the distal metaepiphysis of the tibia were performed. A pre-modeled 1/3 tubular plate was placed as medially as possible via the posterolateral approach and as laterally as possible via the posteromedial approach. X-rays in the anteroposterior view were used to measure the distances from the medial and lateral edges of the distal metaepiphysis of the tibia to the plate. In the lateral view, the accuracy of the distal screw placement in relation to the articular surface of the tibia was assessed.

RESULTS. The posterolateral surgical approach allows for adequate placement of a vertically oriented plate with proper screw direction from posterior to anterior across approximately 40% ($40.4 \pm 4.4\%$) of the width of the distal metaepiphysis of the tibia, starting from its lateral edge. The posteromedial approach allows for fixation across approximately 60% ($58.8 \pm 5.1\%$) of the width of the distal metaepiphysis, starting from the medial edge.

CONCLUSION. Regardless of the fracture configuration of the posterior edge of the tibia, it is possible to select a surgical approach that ensures secure fixation of the posterior edge fragment by optimally positioning an anti-glide plate with screws directed from posterior to anterior.

KEYWORDS: ankle fracture; posterior edge tibia fracture; osteosynthesis; surgical approach.

TO CITE THIS ARTICLE. Belen'ky IG, Mayorov BA, Kochish AY, Sergeev GD, Refitskiy YuV. Topographic and anatomical rationale for the clinical application of posterolateral and posteromedial surgical approaches to the posterior part of the distal metaepiphysis of the tibia. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2024;(3):198–209.



Введение. До недавнего времени традиционно считалось, что при сочетании переломов лодыжек и заднего края большеберцовой кости (ББК) достаточно большие фрагменты заднего края ББК, включающие даже до 1/3 ее суставной поверхности, могут оставаться нефиксированными при остеосинтезе [1]. Однако в настоящее время все больше травматологов выступают за обязательную фиксацию крупного отломка заднего края ББК, справедливо считая, что это лучше обеспечивает восстановление анатомических взаимоотношений костей, образующих голеностопный сустав (ГСС), а также увеличивает стабильность этого сустава после остеосинтеза в целом [2, 3, 4]. При этом весьма важным считается также применение надежного способа фиксации обсуждаемого костного отломка, который должен обеспечивать его стабильность после выполнения остеосинтеза, что во многом зависит от правильного выбора соответствующего хирургического доступа [4, 5, 6, 7, 8].

Традиционный остеосинтез рассматриваемых переломов с введением стягивающих винтов в направлении спереди назад с предварительной закрытой репозицией фрагмента заднего края ББК привлекает своей простотой и малой травматичностью. Однако при этом сложно выполнить точную анатомичную репозицию крупного отломка заднего края ББК и качественно его зафиксировать [9]. Проведение фиксирующих винтов в направлении сзади наперед более травматично, так как предполагает открытую прямую репозицию костных отломков, которая обычно возможна только из дополнительного хирургического доступа. Тем не менее, эта техника позволяет выполнить анатомичную репозицию крупного отломка заднего края ББК и полноценную его фиксацию с проведением винтов сзади наперед, что обеспечивает необходимую стабильность. При этом, если имеется соответствующая необходимость, остеосинтез может быть осуществлен не только винтами, но и противоскользкой пластиной [6, 7, 8].

Следует также отметить, что указанная техника может быть реализована с применением заднелатерального или заднемедиального хирургических доступов к голеностопному суставу [8]. При этом в ряде случаев для фиксации одного конкретного перелома возможно использование как заднелатерального, так и заднемедиального доступов к заднему краю ББК, а показания к применению каждого из них не обоснованы специально проведенными исследованиями. В профильной научной литературе имеется описание различных модификаций этих хирургических доступов [10, 11, 12, 13]. Однако до сих пор остаются неясны-

ми возможности, обеспечиваемые каждым из них применительно к остеосинтезу при переломах лодыжек с наличием крупного фрагмента заднего края ББК. Кроме того, недостаточно изучена безопасность выполнения указанных доступов в отношении риска повреждения клинически значимых анатомических образований в области ГСС и, прежде всего, крупных кровеносных сосудов и нервов, что ограничивает их использование в клинической практике.

Цель исследования: посредством прикладного топографо-анатомического исследования на нефиксированном анатомическом материале изучить возможности и риски использования заднелатерального и заднемедиального хирургических доступов для остеосинтеза при переломах лодыжек с наличием крупного фрагмента заднего края дистального метаэпифиза большеберцовой кости.

Материалы и методы. Топографо-анатомическое исследование проведено на 18 нефиксированных препаратах голени и стопы без видимых повреждений, рубцов и оперативных вмешательств в этой области (по 9 для каждого из двух изученных хирургических доступов). Соответствующий анатомический материал был предоставлен и изучен на кафедре оперативной хирургии с топографической анатомией Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова.

В ходе исследования определяли: длину окружности голени на уровне 5 см выше вершины латеральной лодыжки, продольный размер подошвы стопы — от пяточного бугра до кончика второго пальца стопы, а также поперечный размер подошвы стопы — от медиального края головки первой плюсневой кости до латерального края головки пятой плюсневой кости.

При выполнении заднелатерального доступа (ЗЛД) к дистальному метаэпифизу ББК изученные препараты голени и стопы позиционировали тыльной поверхностью вниз, моделируя положение пациента на животе на операционном столе. При производстве этого доступа использовали известную хирургическую технику, описанную в статье М. Assal, et al. (2015) [12]. При реализации указанной техники прямой разрез кожи длиной 8 см выполняли на середине расстояния между латеральным краем ахиллова сухожилия и задним краем малоберцовой кости, начиная его на уровне вершины латеральной лодыжки и продолжая продольно вверх. Углубляя операционную рану, достигали заднего края ББК. Затем предварительно отмоделированную по форме кости пластину в форме 1/3 трубки устанавливали как можно более медиально таким образом, чтобы ее нижний край находился на уровне субхондрального слоя ББК,

а сама пластина была ориентирована вертикально, параллельно длинной оси ББК, и располагалась перпендикулярно суставной поверхности дистального метаэпифиза этой кости. Далее пла-

стину фиксировали двумя винтами диаметром 3,5 мм, введенными сзади наперед и перпендикулярно поперечнику дистального отдела ББК во фронтальной плоскости (Рис. 1 А, Б, В, Г).



А



Б



В



Г

Рис. 1. Этапы выполнения и результат установки пластины из заднелатерального доступа к заднему краю большеберцовой кости:

А — разметка операционного поля; Б — хирургический доступ с имплантированной пластиной; В — рентгенограмма после имплантации пластины (прямая проекция); Г — рентгенограмма после имплантации пластины (боковая проекция)

При моделировании заднемедиального доступа (ЗМД) препараты голени и стопы располагали в положении на боку медиальной поверхностью вверх, моделируя положение больного на спине с согнутой в коленном и голеностопном суставах и ротированной кнаружи в тазобедренном суставе нижней конечностью (положение «четверки»), как это обычно выполняется в клинике при производстве указанного доступа. Далее выполняли модификацию ЗМД, описанную М. Assal, et al. (2014) [14], а также Y.Wang, et al. (2016) [11] с некоторыми нашими доработками. В отличие от модификации расширенного доступа, предложенного [11], мы применяли только «вертикальное» продольное, параллельное медиальному краю Ахиллова сухожилия «крыло» доступа, не загибая его кпереди параллельно ходу сухожилия задней большеберцовой мышцы, аналогично модификации [14]. Но, несмотря на это сходство, в нашей работе есть ряд отличий. Во-первых, мы проводили разрез, делая его несколько более коротким, ограничиваясь длиной 8 см, при том что в [14] длина доступа составляла 12 см. Во-вторых, сам доступ позиционировали несколько медиальнее (ближе к медиальной лодыжке) — на середине расстояния между ахилловым сухожилием и вершиной медиальной лодыжки. Доступ в [14] был произведен лишь на 1 см медиальнее этого сухожилия и параллельно ему. В-третьих, в ходе диссекции мы не выделяли само ахиллово сухожилие, а брюшко длинного сгибателя большого пальца стопы отводили кзади (по направлению к медиальному краю ахиллова сухо-

жилия), заходя спереди от указанной мышцы и от расположенного над этой мышцей заднего большеберцового сосудисто-нервного пучка (ближе к медиальной лодыжке) [11, 14].

Таким образом, прямой заднемедиальный хирургический доступ длиной 8 см выполняли на середине расстояния между медиальным краем ахиллова сухожилия и задним краем медиальной лодыжки, начиная его дистально на уровне вершины медиальной лодыжки и продолжая продольно вверх. После рассечения собственной фасции голени определяли в операционной ране сухожилия задней большеберцовой мышцы и длинного сгибателя пальцев стопы, а также брюшко длинного сгибателя большого пальца стопы с располагавшимися над ним задними большеберцовыми сосудами и большеберцовым нервом. Затем комплекс тканей, включавший указанный сосудисто-нервный пучок и брюшко длинного сгибателя большого пальца стопы, отводили единым блоком кзади — по направлению к медиальному краю ахиллова сухожилия.

В дальнейшем, по аналогии с заднелатеральным доступом, предварительно отмоделированную по форме кости пластину в форме 1/3 трубки устанавливали как можно более кпереди (по направлению к медиальной лодыжке) таким образом, чтобы ее нижний край находился на уровне субхондрального слоя ББК, а сама пластина была ориентирована вертикально, параллельно длинной оси этой кости, и располагалась перпендикулярно плоскости ее суставной поверхности. Далее пластину фикси-

ровали двумя винтами диаметром 3,5 мм, введенными сзади наперед перпендикулярно поперечни-

ку дистального метаэпифиза ББК во фронтальной плоскости. (Рис. 2 А, Б, В, Г).



А



Б



В



Г



Д



Е

Рис. 2. Заднемедиальный доступ к заднему краю дистального метаэпифиза ББК:

А — разметка операционного поля; **Б** — хирургический доступ с имплантированной пластиной, формирование отверстия для дистального винта; **В** — хирургический доступ с имплантированной пластиной, измерение кратчайшего расстояния от пластины до сосудисто-нервного пучка; **Г** — в заднюю большеберцовую артерию введен рентген-контрастный зонд; **Д** — рентгенограмма после имплантации, прямая проекция; **Е** — рентгенограмма после имплантации, боковая проекция

Следует особо отметить, что попытки измерения кратчайших расстояний от установленных пластин до клинически значимых сосудов и нервов давали результаты, которые сложно было интерпретировать в силу мобильности мягких тканей и различного расположения сосудистых и нервных образований на разных уровнях. Поэтому было выполнено введение рентген-контрастного зонда в заднюю большеберцовую артерию, что позволило на плоскостных рентгенограммах оценить взаимное расположение указанной артерии и имплантированных пластин в интересах повышения безопасности выполнения предложенной модификации остеосинтеза.

После установки пластин из обоих изучавшихся хирургических доступов выполняли рентгено-

графию всех препаратов в прямой и боковой проекциях на рентгеновском аппарате General Electric OEC Elite MiniView. Измерения исследуемых параметров осуществляли при помощи функции «линейка», дублируя полученные результаты при помощи рентген-контрастного ориентира округлой формы с известным диаметром (23 мм), который помещали в кадре рядом с исследуемой конечностью (Рис. 1 В, Г; Рис. 2 Д, Е).

Далее на рентгенограммах в прямой проекции измеряли поперечный размер дистального метаэпифиза ББК на уровне суставной поверхности этой кости, проводя на этом уровне горизонтальную линию. Затем на этой линии отмечали точку, соответствующую середине установленных пластин. Далее вычисляли расстояния до этой точ-



ки от медиального и от латерального краев дистального метаэпифиза ББК, проводя измерения в абсолютных (мм) величинах, а также отражая их в процентах. На рентгенограммах в боковой проекции оценивали корректность положения дистального фиксирующего пластину винта по отношению к линии суставной поверхности ББК.

Статистический анализ полученных количественных данных проводили в программе Statistica 8 (StatSoft inc., USA). Для проверки распределения в выборках данных применялись критерии Шапиро-Уилка и Колмогорова-Смирнова. Оценку значимости различий в случае нормального распределения проводили с использованием t-критерия Стьюдента для несвязанных выборок.

Критерий Левена позволил оценить равенство дисперсий в выборках. При неравных дисперсиях статистический анализ различий между выборками проводился при помощи t-критерия с отдельными оценками дисперсий. Показатели описательной статистики представлены в виде среднего значения, стандартного отклонения ($M \pm$) и 95 % доверительного интервала (95 % ДИ) для среднего значения. Относительные величины выражены в процентах.

Результаты. Результаты проведенных измерений ряда изученных антропометрических показателей на 18 нефиксированных препаратах голени и стопы были суммированы нами и представлены далее в таблице 1.

Таблица 1. Результаты измерений антропометрических показателей на изученных препаратах

Хирургический доступ	Номер препарата	Окружность голени (см)	Продольный размер стопы (см)	Поперечный размер стопы (см)
Заднелатеральный	1	21	22,5	9
Заднелатеральный	2	26	29	11,5
Заднелатеральный	3	25	28,5	11
Заднелатеральный	4	26	29,5	12
Заднелатеральный	5	23	27	11
Заднелатеральный	6	20	22	8,5
Заднелатеральный	7	22	24	9
Заднелатеральный	8	21	23	9
Заднелатеральный	9	21	22	9
Заднемедиальный	10	21	22,5	9
Заднемедиальный	11	22	23	10
Заднемедиальный	12	23	27	10
Заднемедиальный	13	25	29	12
Заднемедиальный	14	24	25	10
Заднемедиальный	15	25	28	11
Заднемедиальный	16	22	25	10
Заднемедиальный	17	22	24	10
Заднемедиальный	18	22	24	10

Отметим, что, несмотря на существенный разброс в значениях изученных показателей на препаратах голени и стопы, предложенные нами технические решения, касающиеся техники выполнения моделировавшихся доступов, позиционирования имплантируемых пластин и введения винтов, позволили обеспечить надежную безопасность обоих доступов.

Результаты измерений на выполненных рентгенограммах систематизированы и представлены в таблице 2.

Следует сказать, что на рентгенограммах в боковой проекции во всех случаях при использовании обоих разновидностей хирургических досту-

пов дистальный фиксирующий пластину винт по отношению к линии суставной поверхности ББК был введен корректно и располагался не выше 10 мм от линии суставной поверхности этой кости. Мы не проводили статистическую обработку этих данных, так как в реальной клинической практике введение винтов проводится под прямым рентгеноскопическим контролем. Однако наши данные, полученные в ходе экспериментов на нефиксированном анатомическом материале, наглядно подтвердили техническую возможность корректного проведения винтов из обоих моделировавшихся хирургических доступов.

Таблица 2. Результаты измерений позиционирования имплантированных пластин при выполнении остеосинтеза в зависимости от хирургического доступа

Хирургический доступ	Номер препарата	Ширина метаэпифиза на рентгенограмме (мм)	Расстояние от середины пластины до латерального края метаэпифиза ББК (мм %)		Расстояние от середины пластины до медиального края метаэпифиза ББК (мм %)	
Заднелатеральный	1	46,0	23	50,0	23	50,0
Заднелатеральный	2	69,2	24,7	35,7	44,5	64,3
Заднелатеральный	3	67,9	26,5	39,0	41,4	61,0
Заднелатеральный	4	69,7	27,9	35,8	41,8	64,2
Заднелатеральный	5	64,8	26,1	40,3	38,7	59,7
Заднелатеральный	6	43,7	16,3	37,3	27,4	62,7
Заднелатеральный	7	57,6	25,9	45,0	31,7	55,0
Заднелатеральный	8	52,0	20,2	38	31,8	62
Заднелатеральный	9	49,7	18,7	38	31	62
Заднемедиальный	10	46,0	18	39,1	28	60,9
Заднемедиальный	11	52,1	17,1	32,9	35	67,1
Заднемедиальный	12	55,4	20,2	36,5	25,2	63,5
Заднемедиальный	13	66,1	30,9	46,7	35,2	53,3
Заднемедиальный	14	56,2	21,9	39,0	34,3	61,0
Заднемедиальный	15	68,5	30,5	44,5	38,0	55,5
Заднемедиальный	16	55,5	25,7	46,3	29,8	53,7
Заднемедиальный	17	54,6	18,9	34,6	35,7	65,4
Заднемедиальный	18	52,1	22,5	43,2	29,6	56,8

Проведенный статистический анализ представленных выше измерений продемонстрировал отсутствие статистически значимой разницы между расстояниями от середины установленных пластин до латерального ($p=0,49$) и до медиального ($p=0,43$) краев дистального метаэпифиза ББК в зависимости от использованного хирургического доступа.

В таблице 3 приведены рассчитанные значения описательной статистики по измеренным параметрам, а также 95 % ДИ.

Таблица 3. Средние значения позиционирования имплантированных пластин при выполнении остеосинтеза в зависимости от хирургического доступа

Изученные показатели	Заднелатеральный доступ $M \pm \sigma$ (95 % ДИ)	Заднемедиальный доступ $M \pm \sigma$ (95 % ДИ)
Расстояние от пластины до латерального края метафиза (мм / %)	$23,3 \pm 4,0$ (20,2; 26,3) / $40,4 \pm 4,4$ % (37,0 %; 43,8 %)	$22,9 \pm 5,1$ (18,9; 26,8) / $41,2 \pm 5,1$ % (37,3 %; 45,1 %)
Расстояние от пластины до медиального края метафиза (мм / %)	$34,6 \pm 7,3$ (29,0; 40,2) / $59,6 \pm 4,4$ % (56,2 %; 63,0 %)	$32,3 \pm 4,3$ (29,0; 35,6) / $58,8 \pm 5,1$ % (54,9 %; 62,7 %)

Согласно представленным данным, заднелатеральный хирургический доступ позволяет осуществить адекватную имплантацию вертикально ориентированной пластины с последующим корректным направлением винтов сзади наперед на протяжении около 40 % ($40,4 \pm 4,4$ %) ширины дистального метаэпифиза ББК, начиная от его латерального края, а заднемедиальный — на протяжении около 60 % ($58,8 \pm 5,1$ %) ширины дистального метаэпифиза ББК, начиная от его медиального края. Таким образом, при любой

конфигурации перелома заднего края ББК существует возможность выбора хирургического доступа, позволяющего осуществить качественную фиксацию отломка заднего края ББК путем имплантации противоскользкой пластины в оптимальном положении с введением в нее винтов в направлении сзади наперед.

Обсуждение полученных результатов. Безусловно, с позиций современных подходов к остеосинтезу при внутрисуставных переломах, фиксация отломка заднего края дистального метаэпифиза



ББК в направлении сзади наперед после открытой и анатомичной репозиции предпочтительнее, чем фиксация в направлении спереди назад после закрытой репозиции. При этом отсутствие фиксации вообще рассматривается в качестве опции только в тех случаях, когда фиксацию выполнить невозможно технически в силу недостаточного по размерам фрагмента заднего края ББК [5, 8, 15].

Поэтому предложено несколько вариантов выполнения заднелатеральных и заднемедиальных доступов [10, 11, 12, 13]. При этом в отношении заднелатерального доступа принципиально практически все авторы сходятся на том, что он показан при сочетании переломов заднего края ББК с переломом латеральной лодыжки на том уровне, который позволяет зафиксировать этот перелом из того же заднелатерального доступа [5, 13]. Однако по поводу использования заднемедиального доступа среди специалистов имеются определенные разногласия [15, 16]. В частности, описаны прямой заднемедиальный доступ [14] и заднемедиальный доступ, огибающий медиальную лодыжку [11]. Во втором случае из такого доступа возможно одновременно фиксировать переломы заднего края ББК и медиальной лодыжки. К преимуществам этого подхода относится также возможность работать из четырех окон, что обеспечивает адекватную визуализацию всех важных заднемедиальных структур в области голеностопного сустава [11].

Однако подобная хирургическая техника приводит к значимому скелетированию кожно-жировых лоскутов по краям доступа, что, в свою очередь, может являться причиной осложнений — некрозов кожи. Прямой заднемедиальный доступ несколько менее удобен в плане визуализации важных анатомических структур, но имеет ряд преимуществ в биологическом аспекте, так как не приводит к нарушениям кровоснабжения кожи и подлежащих мягких тканей [7, 16].

Тем не менее, до настоящего времени остается открытым вопрос о том, какой доступ целесообразно использовать в тех случаях, когда есть выбор между заднелатеральным и заднемедиальным доступами. Ответ, на наш взгляд, мог бы находиться в зависимости от возможностей визуализации заднего края ББК из этих доступов. Некоторые публикации показывают, что визуализация заднего края ББК из заднелатерального доступа достоверно меньше, чем из заднемедиального [13, 14]. Однако недостатком одной из таких работ является то, что площадь визуализации ББК на анатомическом материале авторы ограничивали введением спиц [14]. Такая методика, по нашему мнению, может давать ложные результаты, так как техническая возможность проведения спиц

еще не означает возможности адекватного выполнения остеосинтеза.

В нашем исследовании была смоделирована техника остеосинтеза противоскользкой пластиной, которую устанавливали максимально латерально при заднемедиальном доступе и максимально медиально при заднелатеральном доступе. При этом пластина была позиционирована параллельно длинной оси большеберцовой кости, а винт в ее дистальный метаэпифиз вводили перпендикулярно поперечнику дистального отдела ББК во фронтальной плоскости. Такое положение пластины и дистального винта в клинической практике максимально способствует адекватной фиксации фрагмента заднего края ББК с обеспечением противоскользкого эффекта и межфрагментарной компрессии такого костного фрагмента [17].

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что заднемедиальный и заднелатеральный доступы в своей совокупности обеспечивают визуализацию всей задней поверхности дистального метаэпифиза ББК. Это позволяет хирургу на этапе предоперационного планирования выбрать оптимальный хирургический доступ в зависимости от архитектоники перелома и конфигурации отломка заднего края ББК. В частности, доля поперечника дистального метаэпифиза ББК, которая доступна хирургу для установки имплантата из заднемедиального доступа приближается к 60 %, в то время как из заднелатерального доступа — около 40 %. Рассчитанные 95 % доверительные интервалы для средних значений, ранее представленные в таблице 3, свидетельствуют о том, что разница этих показателей статистически значима.

Возвращаясь к проблеме выбора хирургического доступа к заднему краю ББК, необходимо отметить следующее: сторонники открытой репозиции и стабильной внутренней фиксации заднего края ББК сзади наперед, руководствуясь классификацией J. Bartoníček et al. (2015) [3], говорят о том, что переломы 2-го типа (заднелатеральный интраинцизурный фрагмент) предпочтительно фиксировать из заднелатерального доступа, переломы 3-го типа (интраинцизурный заднемедиальный фрагмент) — из заднемедиального доступа, а 4-го типа (большой фрагмент треугольной формы) — из обоих доступов в зависимости от клинической ситуации. Однако, с учетом полученных нами данных, можно сделать заключение о том, что переломы 2-го типа по [3], также можно фиксировать из заднемедиального прямого хирургического доступа, так как 60 % ширины поперечника метафиза ББК вполне достаточно для выполнения качественного остеосинтеза за-



днелатерального фрагмента. Такой подход позволит в значительной мере оптимизировать выполнение операции остеосинтеза при переломах 2-го типа, так как заднемедиальный доступ обеспечивает выполнение всей операции в положении пациента на спине и не будет вступать в конфликт с латеральным или переднелатеральным хирургическими доступами, которые традиционно применяются для фиксации перелома латеральной лодыжки и ревизии межберцового синдесмоза.

В то же время при 3-ем типе перелома заднего края ББК и 4-ом (двухфрагментарном) типе, с имеющимся заднемедиальным фрагментом ББК по J. Barton et al. (2015) [3], требующем отдельной фиксации, выполнить качественную репозицию и фиксацию перелома заднего края ББК из заднелатерального доступа значительно сложнее, так как введение винтов в перпендикулярном плоскости перелома заднемедиального фрагмента из заднелатерального доступа будет проблематичным. Эти данные подтверждают и другие авторы, прицельно изучавшие группу подобных переломов [18, 19] и отметившие необходимость фиксации заднелатерального и заднемедиального фрагментов ББК отдельными имплантами, винтами или противоскользящими пластинами, а в ряде случаев — необходимость использования комбинации заднелатерального и заднемедиального доступов в подобных клинических ситуациях для адекватного остеосинтеза переломов заднего края ББК [18].

Длина выполненных доступов в нашем исследовании составила 8 см, что, по нашему мнению, является достаточным для визуализации фрагмента заднего края ББК и приемлемо с биологических позиций. Безусловно, увеличение длины исследуемых доступов может расширить возможности визуализации скелетной травмы, однако это приведет к дополнительной травматизации тканей зоны перелома и будет способствовать увеличению риска связанных с этим осложнений в виде некрозов тканей в ране и послеоперационной инфекции. Тем не менее, в реальной клинической практике необходимо учитывать возможность расширения описанных доступов с целью улучшения качества репозиции и фиксации отломков заднего края ББК.

Проведенные нами исследования также позволили сделать некоторые практически важные заключения о безопасности выполнения двух изученных хирургических доступов. Прежде всего, следует отметить, что оба этих доступа технически относительно простоты и могут быть без проблем воспроизведены хирургами. При этом заднелатеральный доступ менее опасен с точки зрения рисков повреждения крупных кровенос-

ных сосудов и нервов. При его производстве есть риск пересечения ветвей икроножного нерва, но его основной ствол ни разу не встретился нам вблизи краев смоделированных операционных доступов. В реальной же клинической практике хирурги могут ориентироваться на расположение обычно достаточно легко идентифицируемой на голени малой подкожной вены ноги (*vena saphena parva*), рядом с которой располагается основной ствол икроножного нерва. При необходимости эту вену можно также обнаружить посредством ультразвукового предоперационного исследования и заранее точно обозначить на коже ее ход.

В отношении модифицированного нами и изученного переднемедиального доступа необходимо отметить, что при его выполнении есть реальная угроза повреждения задних большеберцовых сосудов и большеберцового нерва, которые находятся как раз в проекции кожного разреза. Однако указанный сосудисто-нервный пучок располагается под собственной фасцией голени, после осторожного рассечения которой указанные артерия, сопутствующие ей парные комитантные вены и большеберцовый нерв легко визуализируются над брюшком длинного сгибателя большого пальца стопы. При этом в рамках модифицированной нами техники прямого заднемедиального доступа этот крупный сосудисто-нервный пучок и подлежащая мышца смещаются пластинчатым крючком кзади (в сторону медиального края ахиллова сухожилия) что, по нашему мнению, обеспечивает сравнительно лучший обзор и расширенные возможности для манипуляций на заднем крае ББК по сравнению с известной модификацией доступа по M. Assal et al. (2014) [14].

На наш взгляд, рассечение собственной фасции голени в области лодыжкового канала с соблюдением необходимых мер безопасности, например, с использованием желобоватого зонда, а также осторожное смещение пластинчатым крючком кзади (к медиальному краю ахиллова сухожилия) блока тканей, включающего задние большеберцовые сосуды, большеберцовый нерв и расположенное глубже брюшко длинного сгибателя большого пальца стопы, обеспечивают достаточно надежную защиту от повреждений важных анатомических структур в зоне обсуждаемого хирургического доступа. В дополнение следует также сказать, что операции остеосинтеза при переломах лодыжек и заднего края большеберцовой кости не могут считаться простой операцией, которую можно доверить молодому специалисту, а являются уделом опытных хирургов, что само по себе является фактором, снижающим вероятность интраоперационного повреждения важных анатомических структур [6, 7, 8].



Закключение. Таким образом, изученные на нефиксированном анатомическом материале задне-латеральный и модифицированный нами прямой заднемедиальный хирургические доступы к заднему краю ББК можно эффективно использовать при операциях остеосинтеза у пациентов с переломами лодыжек, сочетающимися с переломом заднего края ББК. Проведенное нами прикладное топографо-анатомическое исследование позволило получить ряд новых практически важных сведений, а также обосновать предпочтительное выполнение каждого из указанных доступов при разных типах переломов по классификации J. Bartoníček et al. (2015) [3].

В частности, заднелатеральный хирургический доступ предпочтительнее в случаях сочетания перелома заднего края ББК с низким переломом латеральной лодыжки, так как из этого доступа можно последовательно выполнить остеосинтез сначала заднего края большеберцовой кости, а затем и латеральной лодыжки, что существенно снижает трав-

матичность всего оперативного вмешательства. В остальных случаях целесообразно использование модифицированного нами прямого заднемедиального хирургического доступа, который является более универсальным и имеет больший спектр показаний к применению. Так, прямой заднемедиальный доступ можно сочетать как с латеральным или переднелатеральным, так и с ограниченным переднемедиальным для остеосинтеза отломка медиальной лодыжки. В случае же выполнения расширенного дугообразного заднемедиального доступа из него возможно выполнение как остеосинтеза заднего края ББК, так и медиальной лодыжки.

Кроме того, в ходе нашего исследования были уточнены некоторые правила безопасного выполнения двух изученных хирургических доступов, а в отношении прямого заднемедиального доступа разработаны конкретные технические приемы защиты задних большеберцовых сосудов и большеберцового нерва от возможных ятрогенных повреждений.

ОГРАНИЧЕНИЯ. Малый объем выборки анализируемых переменных может приводить к погрешностям в статистическом анализе.

LIMITATIONS. Small sample size of analyzed variables may lead to errors in statistical analysis.

ЭТИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА. Проведение настоящего исследования обсуждено и одобрено этическим комитетом ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», протокол № 10 от 26 октября 2021 года.

ETHICAL REVIEW. The conduct of this study was discussed and approved by the ethical committee of the St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, protocol No. 10 of October 26, 2021.

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

SOURCE OF FUNDING. The study was performed without sponsorship.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hahn D.M., Colton Ch.L. Лодыжки // АО — Принципы лечения переломов. Том 2: пер. на рус. язык А.А. Ситника. 2-е изд., доп. и перераб. Berlin, 2013. С. 871–896.
2. Haraguchi N., Haruyama H., Toga H., et al. Pathoanatomy of posterior malleolar fractures of the ankle. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:1085-1092.
3. Bartoníček J., Rammelt S., Kostlivý K., et al. Anatomy and classification of the posterior tibial fragment in ankle fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2015;135(4):505-16. DOI: 10.1007/s00402-015-2171-4.
4. Бельский И.Г., Майоров Б.А., Кочиш А.Ю., Тульчинский А.Э., Григорян Ф.С., Николаев И.К. Современные представления об остеосинтезе заднего края большеберцовой кости при сочетаниях его повреждений с переломами лодыжек (обзор литературы) // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 2. С. 197. DOI: 10.17513/spno.30751.
5. Bartoníček J., Rammelt S., Tuček M., Naňka O. Posterior malleolar fractures of the ankle. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2015 Dec;41(6):587-600. DOI: 10.1007/s00068-015-0560-6.
6. Бельский И.Г., Майоров Б.А., Кочиш А.Ю., Сергеев Г.Д., Савелло В.Е., Тульчинский А.Э. и др. Остеосинтез нестабильных переломов лодыжек и заднего края большеберцовой кости из заднелатерального хирургического доступа // Травматология и ортопедия России. 2021. Т. 27, № 3. С. 29–42. DOI: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-29-42.



7. Бельский И.Г., Майоров Б.А., Кочис А.Ю., Сергеев Г.Д., Рефицкий Ю.В., Савелло В.Е., Смирнов С.С. Использование заднемедиального хирургического доступа для остеосинтеза при переломах лодыжек и заднего края большеберцовой кости // Травматология и ортопедия России. 2022. Т. 28, № 3. С. 16–28. DOI: 10.17816/2311-2905-1800.

8. Сергеев Г.Д., Бельский И.Г., Рефицкий Ю.В., Савелло В.Е., Майоров Б.А. Результаты лечения пациентов с переломами лодыжек и заднего края большеберцовой кости с использованием различных вариантов хирургической техники // Травматология и ортопедия России. 2023. Т. 29, № 4. С. 59–68. DOI: 10.17816/2311-2905-16493.

9. Odak S., Ahluwalia R., Unnikrishnan P., Hennessy M., Platt S. Management of Posterior Malleolar Fractures: A Systematic Review. *J Foot Ankle Surg.* 2016 Jan-Feb;55(1):140-5. DOI: 10.1053/j.jfas.2015.04.001.

10. Zhong S., Shen L., Zhao J.G., Chen J., Xie J.F., Shi Q., Wu Y.H., Zeng X.T. Comparison of Posteromedial Versus Posterolateral Approach for Posterior Malleolus Fixation in Trimalleolar Ankle Fractures. *Orthop Surg.* 2017 Feb;9(1):69-76. DOI: 10.1111/os.12308.

11. Wang Y., Wang J., Luo C.F. Modified posteromedial approach for treatment of posterior pilon variant fracture. *BMC Musculoskelet Disord.* 2016 Aug 5;17:328. DOI: 10.1186/s12891-016-1182-9.

12. Assal M., Dalmau-Pastor M., Ray A., Stern R. How to Get to the Distal Posterior Tibial Malleolus? A Cadaveric Anatomic Study Defining the Access Corridors Through 3 Different Approaches. *J Orthop Trauma.* 2017 Apr;31(4):e127-e129. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000774.

13. Philpott M.D.G., Jayatilaka M.L.T., Millward G., Molloy A., Mason L. Posterior approaches to the ankle - an analysis of 3 approaches for access to the posterior malleolar fracture. *Foot (Edinb).* 2020 Dec;45:101725. DOI: 10.1016/j.foot.2020.101725.

14. Assal M., Ray A., Fasel J.H., Stern R. A modified posteromedial approach combined with extensile anterior for the treatment of complex tibial pilon fractures (AO/OTA 43-C). *J Orthop Trauma.* 2014 Jun;28(6):e138-45. DOI: 10.1097/01.bot.0000435628.79017.c5.

15. Pflüger P., Harder F., Müller K., Biberthaler P., Crönlein M. Evaluation of ankle fracture classification systems in 193 trimalleolar ankle fractures. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2022 Oct;48(5):4181-4188. DOI: 10.1007/s00068-022-01959-2.

16. Zhang J., Wang H., Pen C., Qu W.C., Duan L., Ren J., Li L., Liu Z., Sun T. Characteristics and proposed classification system of posterior pilon fractures. *Medicine (Baltimore).* 2019 Jan;98(3):e14133. DOI: 10.1097/MD.00000000000014133.

17. Buckley R.E., Moran C.G., Apivatthakakul Th. *AO — Principles of Fracture Management*. 3rd ed. Thieme; 2018:1120..

18. Mason L.W., Marlow W.J., Widnall J., Molloy A.P. Pathoanatomy and Associated Injuries of Posterior Malleolus Fracture of the Ankle. *Foot Ankle Int.* 2017 Nov;38(11):1229-1235. DOI: 10.1177/1071100717719533.

19. Klammer G., Kadakia A.R., Joos D.A., Seybold J.D., Espinosa N. Posterior pilon fractures: a retrospective case series and proposed classification system. *Foot Ankle Int.* 2013 Feb;34(2):189-99. DOI: 10.1177/1071100712469334.

REFERENCES

1. Hahn D.M., Colton Ch.L. Ankles. In: Rüedi ThP, Buckley RE, Morgan ChG, ed. *AO — Principles of Fracture Management*. Vol. 2. 2nd ed. Switzerland; 2007:871-896.

2. Haraguchi N, Haruyama H, Toga H, et al. Pathoanatomy of posterior malleolar fractures of the ankle. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:1085-1092.

3. Bartoniček J., Rammelt S, Kostlivý K., et al. Anatomy and classification of the posterior tibial fragment in ankle fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2015;135(4):505-16. DOI: 10.1007/s00402-015-2171-4.

4. Belenkiy I.G., Mayorov B.A., Kochish A.Y., Tulchinskiy A.E., Grigoryan F.S., Nikolaev I.K. The current approaches to the osteosynthesis of the posterior rim of the distal tibia in cases of unstable ankle fractures. Modern problems of science and education. 2021;(2):197. (In Russ.). DOI: 10.17513/spno.30751.

5. Bartoniček J., Rammelt S., Tuček M., Naňka O. Posterior malleolar fractures of the ankle. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2015 Dec;41(6):587-600. DOI: 10.1007/s00068-015-0560-6.

6. Belenkiy I.G., Mayorov B.A., Kochish A.Yu., et al. Unstable fractures osteosynthesis of malleoli and posterior edge of the tibia using posterolateral surgical approach. *Travmatologiya i ortopediya Rossii = Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2021;27(3):29-42. DOI: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-29-42.

7. Belen'kii I.G., Mayorov B.A., Kochish A.Yu., et al. Posteromedial approach in fracture fixation of malleoli and posterior edge of tibia. *Travmatologiya i ortopediya Rossii = Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2022;28(3):16-28. DOI: 10.17816/2311-2905-1800.



8. Sergeev G.D., Belen'kiy I.G., Refitskii Yu.V., et al. Results of surgical treatment of ankle and posterior malleolus fractures using different surgical techniques. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2023;29(4):59-68. (In Russ.). DOI: 10.17816/2311-2905-16493.
9. Odak S., Ahluwalia R., Unnikrishnan P., Hennessy M., Platt S. Management of Posterior Malleolar Fractures: A Systematic Review. *J Foot Ankle Surg*. 2016 Jan-Feb;55(1):140-5. DOI: 10.1053/j.jfas.2015.04.001.
10. Zhong S., Shen L., Zhao J.G., Chen J., Xie J.F., Shi Q., Wu Y.H., Zeng X.T. Comparison of Posteromedial Versus Posterolateral Approach for Posterior Malleolus Fixation in Trimalleolar Ankle Fractures. *Orthop Surg*. 2017 Feb;9(1):69-76. DOI: 10.1111/os.12308.
11. Wang Y., Wang J., Luo C.F. Modified posteromedial approach for treatment of posterior pilon variant fracture. *BMC Musculoskelet Disord*. 2016 Aug 5;17:328. DOI: 10.1186/s12891-016-1182-9.
12. Assal M., Dalmau-Pastor M., Ray A., Stern R. How to Get to the Distal Posterior Tibial Malleolus? A Cadaveric Anatomic Study Defining the Access Corridors Through 3 Different Approaches. *J Orthop Trauma*. 2017 Apr;31(4):e127-e129. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000774.
13. Philpott M.D.G., Jayatilaka M.L.T., Millward G., Molloy A., Mason L. Posterior approaches to the ankle - an analysis of 3 approaches for access to the posterior malleolar fracture. *Foot (Edinb)*. 2020 Dec;45:101725. DOI: 10.1016/j.foot.2020.101725.
14. Assal M., Ray A., Fasel J.H., Stern R. A modified posteromedial approach combined with exten-sile anterior for the treatment of complex tibial pilon fractures (AO/OTA 43-C). *J Orthop Trauma*. 2014 Jun;28(6):e138-45. DOI: 10.1097/01.bot.0000435628.79017.c5.
15. Pflüger P., Harder F., Müller K., Biberthaler P., Crönlein M. Evaluation of ankle fracture classifica-tion systems in 193 trimalleolar ankle fractures. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2022 Oct;48(5):4181-4188. DOI: 10.1007/s00068-022-01959-2.
16. Zhang J., Wang H., Pen C., Qu W.C., Duan L., Ren J., Li L., Liu Z., Sun T. Characteristics and pro-posed classification system of posterior pilon fractures. *Medicine (Baltimore)*. 2019 Jan;98(3):e14133. DOI: 10.1097/MD.00000000000014133.
17. Buckley R.E., Moran C.G., Apivatthakakul Th. *AO — Principles of Fracture Management*. 3rd ed. Thieme; 2018:1120..
18. Mason L.W., Marlow W.J., Widnall J., Molloy A.P. Pathoanatomy and Associated Injuries of Posterior Malleolus Fracture of the Ankle. *Foot Ankle Int*. 2017 Nov;38(11):1229-1235. DOI: 10.1177/1071100717719533.
19. Klammer G., Kadakia A.R., Joos D.A., Seybold J.D., Espinosa N. Posterior pilon fractures: a ret-rospective case series and proposed classification system. *Foot Ankle Int*. 2013 Feb;34(2):189-99. DOI: 10.1177/1071100712469334.

АВТОРЫ

Беленький Игорь Григорьевич — д.м.н., ORCID: 0000-0001-9951-5183, SPIN-код: 6594-8334
Майоров Борис Александрович — к.м.н., ORCID: 0000-0003-1559-1571, SPIN-код: 6158-2885
Сергеев Геннадий Дмитриевич — к.м.н., ORCID: 0000-0002-8898-503X, SPIN-код: 3109-7076
Кочий Александр Юрьевич — д.м.н., ORCID: 0000-0002-2466-7120
Рефицкий Юрий Владимирович — ORCID: 0000-0002-6437-6424

AUTHORS

Belen'kiy Igor' Grigor'evich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0001-9951-5183, SPIN-code: 6594-8334
Maivorov Boris Aleksandrovich — PhD, ORCID: 0000-0003-1559-1571, SPIN-code: 6158-2885
Kochish Aleksandr Yur'evich — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0002-2466-7120
Sergeev Gennadii Dmitrievich — PhD, ORCID: 0000-0002-8898-503X, SPIN-code: 3109-7076
Refitskii Yuri Vladimirovich — ORCID: 0000-0002-6437-6424, SPIN-code: 3794-6800



УДК 614.2+616-001

DOI: 10.54866/27129632_2024_3_210

СИНДРОМ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ У МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА ХИРУРГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

© М.В. ПОЛЮКОВА^{1,2}, И.М. БАРСУКОВА^{1,2}

¹ ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский Государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

В современном мире все больше людей страдает от проявлений и последствий синдрома эмоционального выгорания (СЭВ), в значительной степени это свойственно профессиям с высокой психоэмоциональной нагрузкой.

ЦЕЛЮ исследования было изучение причин возникновения СЭВ у медработников и мер по его профилактике.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ. Использованы контент-анализ на ресурсе Научной электронной библиотеки и аналитический методы.

РЕЗУЛЬТАТОМ исследования стало изучение влияния стресса, эмоционального (профессионального) выгорания и их последствий, возникающих в коллективах хирургического профиля. Профилактические мероприятия СЭВ на индивидуальном, межличностном и организационном уровне повышают профессиональную мотивацию, уменьшают рабочее напряжение, оптимизируют психофизиологическое состояние, выравнивают баланс между физическими и психоэмоциональными затратами, повышают удовлетворенность от выполненной работы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: синдром эмоционального выгорания, хирургический коллектив, анестезиологи, средний медицинский персонал.

КАК ЦИТИРОВАТЬ. Полюкова М.В., Барсукова И.М. Синдром эмоционального выгорания у медицинского персонала хирургического профиля // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 3. С. 210–215.

EMOTIONAL BURNOUT SYNDROME IN SURGICAL MEDICAL PERSONNEL

© M.V. POLYUKOVA^{1,2}, I.M. BARSUKOVA^{1,2}

¹ Saint Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University” of the Ministry of Healthcare of Russian Federation, St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

In the modern world, more and more people suffer from diseases and emotional burnout syndrome (EBS), to the extent that this is typical for a profession with a high psycho-emotional load.

THE PURPOSE of the study was to study the causes of EBS in medical staffs and measures to provide it.

MATERIAL AND METHODS. Content analysis on the Scientific Electronic Library resource and analytical methods were used.

THE RESULT of the research was the study of the influence of stress, emotional (professional) burnout and their consequences that arise in surgical teams. Preventive measures of EBS at the individual, interpersonal and organizational levels increase professional motivation, reduce work stress, optimize the psychophysiological state, and equalize the balance between physical and psycho-emotional costs, increase satisfaction from the work performed.

KEYWORDS: burnout syndrome, surgical team, anesthesiologists, nursing staff.

TO CITE THIS ARTICLE. Polyukova M.V., Barsukova I.M. Emotional burnout syndrome in surgical medical personnel. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2024;(3):210–215.

Актуальность. В современном мире все больше людей страдает от проявлений и последствий синдрома эмоционального выгорания (СЭВ), который приводит к снижению трудовой мотивации, про-



изводительности труда и его качества, к развитию неудовлетворенности жизнью, психологическому неблагополучию [1]. Помимо снижения продуктивности, работники в таком состоянии негативно влияют на коллег и замедляют рабочий процесс. Особого внимания заслуживают специалисты «субъект-субъектных» профессий [2], где предполагается постоянный контакт с людьми, что требует от специалиста не только профессиональных умений, но и навыков адаптации к сложным эмоциональным ситуациям. В медицине такие ситуации могут быть связаны как с состоянием пациента, напряженностью и интенсивностью труда, так и с отношением самого сотрудника к реальной или предполагаемой проблеме.

Важен как анализ причин, вызывающих СЭВ у медработников, так и влияние данной проблемы на работу профессиональных коллективов. Особенно остро данный феномен касается коллективов быстрого реагирования и высокого эмоционального напряжения, таких как операционный блок, отделения хирургии, реанимации и анестезиологии. Процент выявления и подверженности синдрому эмоционального выгорания мало отличался среди врачей и среднего медперсонала, но значительно отличался у коллективов терапевтического и хирургического профиля.

Целью исследования было изучение причин возникновения СЭВ у медработников хирургического профиля и мер по его профилактике.

Материалы и методы. Объектом исследования явился анализ литературных источников, размещенных на ресурсе Научной электронной библиотеки e-Library. Использованы контент-анализ и аналитический методы.

Результаты исследования. Ежедневная профессиональная деятельность медработников сопряжена с воздействием комплексных факторов и раздражителей, накоплению отрицательных эмоций в результате длительно продолжающегося стресса, что приводит к перегрузке и быстрому физиологическому и психическому истощению [3–4]. В работах отечественных психологов описаны стадии формирования СЭВ и характерные симптомы, в каждой из них [5–6]:

1. Эмоциональное истощение, когда человек испытывает эмоциональное перенапряжение, опустошенность, недостаток собственных ресурсов, а также ощущение «приглушенности», «приглушенности» эмоций.

2. Деперсонализация проявляется развитием циничного, обезличенного и формального отношения к реципиентам. Поначалу контролируемое и сдерживаемое раздражение может проявляться в виде вспышек раздражения или конфликтных ситуаций.

3. Редуцирование персональных достижений ощущается как чувство некомпетентности в работе, безразличия к ней, а также недовольство собой, своей профессией.

В литературе выделяют следующие виды стресса: рабочий (связан с условиями труда/местом работы), профессиональный — с родом/видом деятельности, организационный — с особенностями организации труда [6]. Большое значение имеют продолжительность стресса, его хронический характер, условия труда и личностные характеристики медработника. На каждое из этих направлений можно влиять тем или иным способом.

Высокий риск развития эмоционального выгорания свойственен медработникам отделений хирургии, анестезиологии и реанимации, оперблоков, оказывающим медицинскую помощь в условиях дефицита времени, высокой ответственности за жизнь и здоровье человека [7–11]. Также необходимо отметить, что в отрасли существует кадровый дисбаланс. На данный момент не хватает почти 6 млн среднего медицинского персонала [8]. Данный факт способствует усталости, нервозности, отвлечению внимания во время выполнения своих трудовых функций. В условиях дефицита персонала повышается вероятность оказания помощи не в полном объеме, с потерей времени, это создает риски по безопасности, как для пациентов, так и для сотрудников.

Установлено, что вероятность развития СЭВ становится значимой при более высоком классе условий труда: на уровне 2.0 риск развития эмоционального выгорания через пять лет работы составлял 30,7 %, а при классе условий труда 3.2 трудовое выгорание у медиков достигало 46,7 % [12].

Примерно 35–54 % медсестер и врачей и 45–60 % студентов-медиков и ординаторов сообщают о симптомах выгорания [13]. Анкетирование сотрудников медицинских организаций показало, что общая распространенность выгорания составляет 17 %: среди врачей — 21 %, у среднего медицинского персонала — 14 %; более чем у трети опрошенных эмоциональное выгорание находилось в стадии развития [14–15]. Средний возраст работников с профессиональным выгоранием составляет 34–49 лет. Среди сотрудников с выгоранием более половины имели высшее, 30 % — среднее специальное образование.

Начало СЭВ проявляется неудовлетворенностью собой, переживанием психотравмирующих ситуаций, неадекватным эмоциональным реагированием и редукцией профессиональных обязанностей [15]. При этом для врачей характерно развитие тревоги и депрессии, а для среднего



медперсонала — возникновение эмоционального дефицита и симптома «загнанности в клетку».

Профессиональная деятельность не может быть обособлена от ценностных идеалов и этических качеств самого медработника. Нельзя не учитывать характерологические особенности каждого конкретного специалиста, его темперамент, образование, личные жизненные и профессиональные цели. Выявлено, что медработники с такими качествами как необщительность, отчужденность, импульсивность и раздражительность, самоуверенность, авторитарность и враждебность, чаще всего обнаруживают симптомы выгорания [16].

При наличии СЭВ снижается мотивация, человек склонен допускать ошибки [6]. Данный факт способствует ухудшению микроклимата в коллективе, вызывает ощущение психологической незащищенности. В одном из исследований определено, что при неблагоприятной психологической обстановке в коллективе риск развития СЭВ составлял 74,3 %, а при благоприятной — не превышал 21 % [17].

Еще одним фактором возникновения СЭВ является уровень заработной платы, который не всегда соответствует ожиданиям от степени тяжести выполняемой работы, может быть причиной неудовлетворенности профессией. Внедрение системы эффективного контракта дает возможность оценивать труд сотрудников дифференцированно, но повышает требования к выполнению работ для получения любых видов доплат.

Некоторые ученые указывают на профилактическую роль эмоционального интеллекта (ЭИ) и успеха в деятельности среднего медперсонала [18]. Среди врачей проводилось похожее исследование, где были выявлены ингибиторы и катализаторы СЭВ [19]. К катализаторам отнесли низкий ЭИ, трудности описания чувств, высокий контроль экспрессии. Факторы, предотвращающие СЭВ, связаны с пониманием эмоциональных переживаний на базе предшествующего опыта и с высокой аутентичностью, пониманием эффективности эмоций.

Также факторами профессионального выгорания работники считают необходимость прово-

дить большую часть рабочего времени (до 92 %) за компьютером (заполняя электронные медицинские формы, часто дублируя бумажный и электронный вариант), нереалистичные ожидания пациентов от оказанной им медицинской помощи (до 88 %), сверхурочную работу и нехватку времени на личную жизнь [13–14].

Выводы. Итак, выгорание возникает в тех случаях, когда адаптационные возможности (ресурсы) человека по преодолению стрессовой ситуации превышены [6]. Отделения хирургической направленности, реанимационные мероприятия, интенсивная и продолжительная работа в операционном блоке являются теми подразделениями, в которых стрессовые ситуации встречаются чаще.

Для предотвращения СЭВ рекомендуется регулярно оценивать его уровень, распространенность, степень проявлений. Результаты таких исследований можно учитывать при разработке программ по психопрофилактике эмоционального выгорания, а в рутинной работе важно участие психотерапевтов и клинических психологов [16]. Помимо этого, каждый медработник способен взять на себя ответственность за свое развитие, обращать свой взгляд внутрь себя для активизации памяти, обучения эффективному мышлению. Такие способы расширяют адаптационные возможности и могут способствовать предупреждению и устранению СЭВ [20].

Таким образом, профилактическими мероприятиями СЭВ будут: информирование специалистов о факторах риска и ранних признаках, эмоциональная поддержка со стороны коллег и руководства, эффективная коммуникация и наставничество; психологические тренинги; положительное отношение к себе, физическая активность, интерес и любовь к своей работе, реалистичные ожидания от нее.

Важными могут быть как индивидуальные профилактические меры, так и организационные мероприятия (программы по укреплению психического здоровья, обучение навыкам психологической самопомощи, групповые тренинги), где в основе лежит приоритет благополучия медицинских работников.

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

SOURCE OF FUNDING. The study was performed without sponsorship.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кравчук А.С. Эмоциональное выгорание: понятие, причины, способы предотвращения // Студенческий. 2024. № 18-5 (272). С. 39–42. EDN: HAMQXM.



2. *Водопьянова Н.Е.* Ресурсное обеспечение противодействия профессиональному выгоранию субъектов труда (на примере специалистов субъект-субъектных профессий): дис. ... канд. псих. наук: 19.00.03 / Водопьянова Наталья Евгеньевна. СПб., 2014. 554 с. EDN: TAPGYU.

3. *Сибгатуллин И.Я., Фатхутдинова Л.М.* Методы профилактики профессионального стресса и эмоционального выгорания медицинских работников (обзор литературы) // Медицина труда и экология человека. 2022. № 4 (32). С. 20–33. DOI: 10.24412/2411-3794-2022-10402 EDN: JNDDBV.

4. *Водопьянова Н., Старченкова Е.* Синдром выгорания. СПб.: Питер, 2008. 440 с.

5. *Бойко В.В.* Энергия эмоций в общении: взгляд на себя и на других. М.: Информационно-издательский дом «Филинъ», 2015.

6. *Водопьянова Н.Е., Старченкова Е.С.* Синдром выгорания. Диагностика и профилактика: практическое пособие. 3-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт, 2020. EDN: VNRFJE.

7. *Муравьева А.А., Михайлова Ю.В., Горбунова В.В.* Проблемы выраженности синдрома эмоционального выгорания у врачей анестезиологов-реаниматологов // Социальные аспекты здоровья населения [сетевое издание]. 2023. Т. 69, № 1. URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/1446/30/lang,ru/> DOI: 10.21045/2071-5021-2023-69-1-2 EDN: HHRIZX.

8. Состояние сестринского дела в мире, 2020 г.: вложение средств в образование, рабочие места и воспитание лидеров. Всемирная организация здравоохранения, 2020..

9. *Стародед А.С., Майдан В.А., Алексеев Д.Е.* Гигиеническая оценка влияния социальных факторов и условий профессиональной деятельности среднего медицинского персонала хирургических отделений // Медицина: теория и практика. 2019. Т. 4, № S. С. 524–526 EDN: ZMKKSB.

10. *Пузырев В.Г., Бондаренко В.В., Карчевская А.О. и др.* Исследование синдрома профессионального выгорания на примере специалистов отделения анестезиологии и реанимации // Сибирский научный медицинский журнал. 2020. Т. 40, № 5. С. 106–112. DOI: 10.15372/SSMJ20200513 EDN: UOXIBR.

11. *Кузнецова Ю.В., Волкова Е.А., Дьяконов М.А.* Особенности синдрома эмоционального выгорания у среднего медицинского персонала различного профиля // Forcipe. 2023. Т. 6, № S1. С. 331–332. EDN: JDDJPO.

12. *Елисеев Ю.Ю., Ратушная Н.Ш., Елисеева Ю.В.* Риск развития эмоционального выгорания у медицинских работников с учетом влияния условий труда и психологической обстановки в коллективе // Наука и инновации в медицине. 2021. Т. 6, № 3. С. 38–41. DOI: 10.35693/2500-1388-2021-6-3-38-41 EDN: ETDGUY.

13. Greep NC, Woolhandler S, Himmelstein D. Physician Burnout: Fix the Doctor or Fix the System? *Am J Med.* 2022 Apr; 135(4):416–417. DOI: 10.1016/j.amjmed.2021.10.011.

14. *Безымянный А.С., Мингазова Э.Н.* Профессиональное выгорание медицинских работников и факторы, его определяющие // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2024. Т. 32, № 2. С. 180–186. DOI: 10.32687/0869-866X-2024-32-2-180-186 EDN: YQIHMP.

15. *Миков Д.Р., Кулеш А.М., Муравьев С.В. и др.* Особенности синдрома эмоционального выгорания у медицинских работников многопрофильного стационара // Вестник Пермского университета. Философия. Психология. Социология. 2018. № 1 (33). С. 88–97. DOI: 10.17072/2078-7898/2018-1-88-97 EDN: YVSLVV.

16. *Очирова Л.И., Мудрова И.В.* Личностные особенности медицинских работников и синдром эмоционального выгорания // Казанский педагогический журнал. 2022. № 1 (150). С. 227–234. DOI: 10.51379/kpj.2022.151.1.029 EDN: KQRTOA.

17. *Елисеева Ю.В., Ратушная Н.Ш., Дубровина Е.А.* Влияние психологической обстановки на риск развития эмоционального выгорания в коллективе медицинских работников // Российский вестник гигиены. 2022. № 1. С. 28–32. DOI: 10.24075/rbh.2022.035 EDN: OOOVXU.

18. *Первитская А.М.* Парциальность эмоционального интеллекта медицинских работников в зависимости от стажа работы // Вестник Ярославского государственного университета им. П. Г. Демидова. Серия Гуманитарные науки. 2023. Т. 17, № 1 (63). С. 138–147. DOI: 10.18255/1996-5648-2023-1-138-147 EDN: ONZFNR.

19. *Григорьева П.М., Сапожникова Е.Е.* Эмоциональное выгорание и эмоциональный интеллект у работников здравоохранения: эмпирическое исследование // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 7–2 (109). С. 133–137. DOI: 10.23670/IRJ.2021.109.7.060 EDN: VKPBVJ.

20. *Струк Ю.В., Якушева О.А., Вахтина Е.Б., Волков В.К.* Роль сущностно-эмоционального воспитания в предупреждении и устранении синдрома эмоционального выгорания у анестезиологов-реаниматологов // Спорт, этика, политика: Сборник научных статей Всероссийской с международным участием научно-практической конференции (45 лет со дня основания академии), Воронежская го-



сударственная академия спорта, 01–02 февраля 2024 года. Москва: РИТМ, 2024. С. 224–227. EDN: MFVDNL.

REFERENCES

1. Kravchuk A.S. Emotional burnout: concept, causes, methods of prevention. *Studencheskiy = Student*. 2024;(18-5):39-42. (In Russ.). EDN: HAMQXM.
2. Vodop'yanova N.E. *Resursnoe obespechenie protivodeystviya professional'nomu vygoraniyu sub"ektiv truda (na primere spetsialistov sub"ekt-sub"ektnykh professiy)*. [PhD dissertation]. St. Petersburg; 2014. (In Russ.). EDN: TAPGY.
3. Sibgatullin I.Y., Fatkhutdinova L.M. Methods of prevention of occupational stress and emotional burnout of medical workers (literature review). *Occupational Health and Human Ecology*. 2022;(4):20-33. (In Russ.). DOI: 10.24412/2411-3794-2022-10402 EDN: JNDDVB.
4. Vodop'yanova N., Starchenkova E. *Sindrom vygoraniya*. St. Petersburg: Piter; 2008. (In Russ.).
5. Boyko V.V. *Energiya emotsiy v obshchenii: vzglyad na sebya i na drugikh*. Moscow: Filin; 2015. (In Russ.).
6. Vodop'yanova N.E., Starchenkova E.S. *Sindrom vygoraniya. Diagnostika i profilaktika: prakticheskoe posobie*. 3rd ed. Moscow: Yurayt; 2020. (In Russ.). EDN: VNRFJF.
7. Muravyeva A.A., Mikhaylova Yu.V., Gorbunova V.V. Problems related to the level of emotional burnout syndrome in anesthesiologists-resuscitators. *Social'nye aspekty zdorov'a naseleniya [serial online]*. 2023; 69(1):2. Available from: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/1446/30/lang,ru/> (In Russ.). DOI: 10.21045/2071-5021- 2023-69-1-2.
8. *State of the world's nursing 2020*. World Health Organization, 2020..
9. Staroded A.S., Maydan V.A., Alekseev D.E. Gigienicheskaya otsenka vliyaniya sotsial'nykh faktorov i usloviy professional'noy deyatel'nosti srednego meditsinskogo personala khirurgicheskikh otdeleniy. *Medicine: Theory and Practice*. 2019;4(S):524-526. (In Russ.). EDN: ZMKKSB.
10. Puzyrev V.G., Bondarenko V.V., Karchevskaya A.O. The study of professional burnout syndrome in specialists of the department of anaesthesiology and intensive care. *The Siberian Scientific Medical Journal*. 2020;40(5):106-112. (In Russ.). DOI: 10.15372/SSMJ20200513 EDN: UOXIBR.
11. Kuznetsova Yu.V., Volkova E.A., D'yakonov M.A. Osobennosti sindroma emotsional'nogo vygoraniya u srednego meditsinskogo personala razlichnogo profilya. *Forcipe*. 2023;6(S1):331-332. (In Russ.). EDN: JDDJPO.
12. Yeliseev Yu.Yu., Ratushnaya N.Sh., Eliseeva Yu.V. The risk of burnout syndrome in medical professionals under the impact of working conditions and psychological climate in the team. *Science & Innovations in Medicine*. 2021;6(3):38-41. (In Russ.). DOI: 10.35693/2500-1388-2021-6-3-38-41 EDN: ETDGUY.
13. Greep N.C., Woolhandler S., Himmelstein D. Physician Burnout: Fix the Doctor or Fix the System? *Am. J. Med*. 2022;135(4):416-7. DOI: 10.1016/j.amjmed.2021.10.011 EDN: LOTGOI.
14. Bezmyanny A.S. Professional burnout of medical workers and the factors that determine it / A. S. Bezmyanny, E. N. Mingazova // Problems of social hygiene, health care and history of medicine. – 2024. – T. 32, No. 2. – P. 180-186. (In Russ.). DOI: 10.32687/0869-866X-2024-32-2-180-186 EDN: YQIHMP.
15. Mikov D.R., Kulesh A.M., Muravyev S.V. Features of the burnout syndrome in health care workers of a multi-speciality hospital. *Perm University Herald. Series Philosophy. Psychology. Sociology*. 2018;(1):88-97. (In Russ.). DOI: 10.17072/2078-7898/2018-1-88-97 EDN: YVSLVV.
16. Ochirova L.I., Mudrova I.V. Personal characteristics of medical workers and burnout syndrome. *Kazan Pedagogical Journal*. 2022;(1)227-234. (In Russ.). DOI: 10.51379/kpj.2022.151.1.029 EDN: KQRTOA.
17. Eliseeva Yu.V., Ratushnaya N.Sh., Dubrovina E.A. Effect of psychological climate on risks of burnout syndrome in a team of healthcare professionals. *Russian Bulletin of Hygiene*. 2022;(1)28-32. (In Russ.). DOI: 10.24075/rbh.2022.035 EDN: OOOVXU.
18. Pervitskaya A.M. Partiality of emotional intelligence of medical workers depending on work experience. *Vestnik Yaroslavl'skogo Gosudarstvennogo Universiteta IM. P.G. Demidova. Seriya Gumanitarnye Nauki*. 2023;17(1):138-147. (In Russ.). DOI: 10.18255/1996-5648-2023-1-138-147 EDN: ONZFNH.
19. Grigorieva P.M., Sapozhnikova E.E. Emotional burnout and emotional intelligence in healthcare workers: an empirical study // *International Research Journal*. 2021;(7-2):133-137. (In Russ.). DOI: 10.23670/IRJ.2021.109.7.060 EDN: VKPBVI.
20. Struk Yu.V., Yakusheva O.A., Vakhtina E.B., Volkov V.K. Rol' sushchnostno-emotsional'nogo vospitaniya v preduprezhdenii i ustranении sindroma emotsional'nogo vygoraniya u anesteziologov-reanimatologov. *Sport, etika, politika: Sbornik nauchnykh statey Vserossiyskoy s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-prakticheskoy konferentsii (45 let so dnya osnovaniya akademii), Voronezhskaya gosudarstvennaya akademiya sporta*, February 01–02, 2024. Moscow: RITM; 2024:224-227. EDN: MFVDNL.



АВТОРЫ

Полюкова Майя Владимировна — ORCID: 0009-0006-6167-1379

Барсукова Ирина Михайловна — д.м.н., ORCID: 0000-0002-5398-714X, SPIN-код: 4888-2447

AUTHORS

Polyukova Mayya Vladimirovna — ORCID: 0009-0006-6167-1379

Barsukova Irina Mikhailovna — Dr. Sci. (Medicine), ORCID: 0000-0002-5398-714X, SPIN-code: 4888-2447



УДК 614.251.2

DOI: 10.54866/27129632_2024_3_216

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ВОЛЕИЗЪЯВЛЕНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЭКСТРЕННОГО МЕДИЦИНСКОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА У ПАЦИЕНТОВ С «ПЬЯНОЙ» ТРАВМОЙ

© Е.Ю. ТЯВОКИНА¹, И.М. БАРСУКОВА^{1,2}

¹ ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский Государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

Чрезмерное употребление алкоголя достоверно связано с более высоким риском травм и смертей в результате дорожно-транспортных происшествий, суицидов, бытового насилия. Пациенты с «пьяной» травмой создают объективные трудности диагностического поиска, дезорганизуют процесс оказания медицинской помощи, отказываются от выполнения экстренного медицинского вмешательства в силу особенностей волеизъявления.

ЦЕЛЬЮ ИССЛЕДОВАНИЯ было рассмотреть отдельные организационно-правовые вопросы оказания скорой специализированной медицинской помощи травматологическому пациенту в условиях многопрофильного стационара.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Отраслевые нормативные правовые документы, правоприменительная и клиническая практика клиник ГБУ «Санкт-Петербургский НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе» за 2015–2023 гг. Применены описательный и герменевтические методы, теоретические методы формальной и диалектической логики, частнонаучные методы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В исследуемый период в многопрофильный стационар ежегодно поступали с алкоголь-ассоциированными заболеваниями и состояниями $18471,0 \pm 4017,6$ чел., из которых в первые сутки госпитализации 3,59 % самовольно прервали госпитализацию без оформления бланка отказа от получения МП, еще 1,64 % информировали медицинского работника о своем отказе от госпитализации. При этом в нозологической структуре пациентов с алкоголь-ассоциированными заболеваниями и состояниями патология травматологического профиля составляла 7,80 % ($p < 0,05$).

В ургентной практике спасение жизни и здоровья таких пациентов напрямую зависит от оценки его способности к волеизъявлению. Общеизвестные стандартизированные методы оценки состояния пациентов и нормативно-правовые регламенты не содержат должного набора инструментов для оценки нарушения волеизъявления. Предложены облигатные и факультативные критерии нарушения волеизъявления. Для оптимизации процесса оказания скорой стационарной помощи таким пациентам разработана шкала оценки нарушения волеизъявления для выполнения ВК на предмет МВ без согласия лица (его законного представителя).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: алкоголь, многопрофильный стационар, дорожно-транспортный травматизм, алкогольное опьянение, информированное добровольное согласие.

КАК ЦИТИРОВАТЬ. Тявокина Е.Ю., Барсукова И.М. К вопросу оценки волеизъявления при выполнении экстренного медицинского вмешательства у пациентов с «пьяной» травмой // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 3. С. 216–221.

ON THE ISSUE OF ASSESSING WILL WHEN PERFORMING EMERGENCY MEDICAL INTERVENTION WITH PATIENTS WITH “DRUNK” INJURY

© E.YU. TYAVOKINA¹, I.M. BARSUKOVA^{1,2}

¹ St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University” of the Ministry of Healthcare of Russian Federation, St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

Excessive alcohol consumption is related to a higher risk of injuries and deaths by traffic accidents, suicide, marital violence. Patients with “drunk” injury create objective difficulties in the diagnostic search, disorganize



the process of providing medical care, and refuse to perform emergency medical intervention due to the peculiarities of their will.

THE PURPOSE OF THE STUDY was to consider certain organizational and legal issues of providing emergency specialized medical care to a trauma patient in a multidisciplinary hospital.

MATERIALS AND METHODS: regulatory legal documents, law enforcement and data from a multidisciplinary emergency hospital was used (St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine for 2018–2022), theoretical methods of formal and dialectical logic, private scientific methods were used.

CONCLUSION: during this period, in a multidisciplinary hospital 18471.0 ± 4017.6 people were admitted annually with alcohol-associated diseases and conditions, on the first day of hospitalization, 3.59 % voluntarily interrupted hospitalization without filling out a form for refusing to receive medical treatment, another 1.64 % informed the medical worker about their refusal to hospitalize. At the same time, in nosological patients with alcohol-associated diseases and conditions, the pathology of the trauma profile was 7.80 % ($p < 0.05$). Generally accepted standardized methods for assessing the condition of patients and legal regulations do not contain the proper set of tools for assessing violation of will. Obligate and optional criteria for violation of will are proposed. To optimize the process of providing emergency hospital care to such patients, a scale for assessing violation of will has been developed for performing a medical consultation on the subject of medical interference without the consent of the person (his legal representative).

KEYWORDS: alcohol, multidisciplinary hospital, road traffic injuries, alcohol intoxication, informed voluntary consent.

TO CITE THIS ARTICLE. Tyavokina E.Yu., Barsukova I.M. On the issue of assessing will when performing emergency medical intervention with patients with “drunk” injury. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2024;(3):216–221.

Актуальность. По данным информационно-аналитического обзора «Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 2022 г.» [1], среди всех ДТП в 74,8 % у водителей (10 798 человек) обнаружены признаки опьянения, при этом долевое значение таких случаев выше, чем в 2021 г. (73,9 %). В таких ДТП погибли 3 222 человека, что составило 90,5 % от общего числа погибших в происшествиях с участием водителей с признаками опьянения (в 2021 г. — 89,1 %).

Наибольшей тяжестью последствий (28,1 %) характеризуются ДТП с участием водителей, находящихся в тяжелой степени алкогольного опьянения: в них погиб каждый четвертый пострадавший [2].

Чрезмерное употребление алкоголя достоверно связано с более высоким риском травм и смертей в результате дорожно-транспортных происшествий, суицидов, бытового насилия [3]. Результаты исследования American Association for the Surgery of Trauma, основанные на материалах более 7,5 млн записей о травматических инцидентах и предоставленные 750 травматологическими центрами США и Канады, подчеркивают важность скрининга пациентов на алкогольное и наркотическое опьянение для принятия верной тактики лечения [4].

В малых дозах алкоголь проявляет депрессантное и эйфорическое действие. При потреблении больших доз этанола развивается более распространенное угнетение значительного числа разных структур ЦНС, ведущее к дезорганизации и нарушениям высоко интегрированных процессов [5], что клинически проявляется разнообразными

нарушениями психики и поведения, в том числе снижением критических и прогностических способностей пациента.

Аналгетическое действие этилового спирта приводит к снижению болевого порога, дезактуализации жалоб и соматических симптомов, седативные и эйфорические эффекты алкоголя изменяют психику и поведение пациента. Вышеперечисленные обстоятельства создают объективные трудности диагностического поиска, дезорганизуют процесс оказания медицинской помощи, увеличивают случаи отказа лица от выполнения ему экстренного медицинского вмешательства в силу особенностей волеизъявления.

Цель исследования — рассмотреть отдельные организационно-правовые вопросы оказания скорой специализированной медицинской помощи травматологическому пациенту в условиях многопрофильного стационара.

Материалы и методы. Отраслевые нормативные правовые документы, правоприменительная и клиническая практика клиник ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе» за 2018–2022 гг. Применены описательный и герменевтические методы, теоретические методы формальной и диалектической логики, частнонаучные методы.

Результаты исследования. Сохранение жизни и сбережение здоровья реализуется правом на медицинскую помощь (МП). Важнейшим условием ее получения является информированное добровольное согласие на медицинское вмеша-



тельство (ИДС на МВ). Сознательный отказ от МП является законным механизмом соблюдения прав человека в демократическом обществе. Невозможность получения ИДС на МВ, отказ от МВ или отказ от дачи ИДС на МВ создает невозможность получения МП. При этом в перечисленных ситуациях причинами неполучения ИДС на МВ могут быть физические или психические патологические состояния, препятствующие волеизъявлению или создающие пороки критики и воли. Повреждения систем и органов в остром периоде травматической болезни, стремительные патологические процессы, развивающиеся в органах и тканях вследствие прогрессирующей гиперперфузии и гипоксии [6], нередко сопровождаются изменениями психики. Алкогольное опьянение у таких пациентов утяжеляет состояние: статический или паралитический тип нарушения микрогемоперфузии свидетельствует о глубоком нарушении тканевой перфузии и служит прогностическим критерием неблагоприятного течения травматической болезни [7].

В изучаемый период среднесуточное поступление больных и пострадавших в ГБУ «Санкт-Петербургский НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе» представляется значительным и составляет $204,9 \pm 46,5$ пациентов, $45,7 \pm 3,9\%$ получают лечение в условиях стационарного отделения скорой медицинской помощи (СтОСМП). Более 18 тыс. пациентов ежегодно поступали в многопрофильный стационар с алкоголь-ассоциированными заболеваниями и состояниями ($18471,0 \pm 4017,6$ чел.), из которых в первые сутки госпитализации 3,59% самовольно прервали госпитализацию без оформления бланка отказа от получения МП, еще 1,64% информировали медицинского работника о своем отказе от госпитализации. При этом в нозологической структуре пациентов с алкоголь-ассоциированными заболеваниями и состояниями патология травматологического профиля составляла 7,80% ($p < 0,05$).

Согласно ч. 1, п. 9, ст. 20 Федерального закона от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями, вступившими в силу с 01.04.2024) (Закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ) МВ без согласия гражданина, одного из родителей или иного законного представителя допускается, если МВ необходимо по экстренным показаниям для устранения угрозы жизни человека и если его состояние не позволяет выразить свою волю или отсутствуют законные представители. Такое решение принимается консилиумом врачей, а в случае, если собрать консилиум невозможно, — непосредственно лечащим (дежурным) врачом с внесением такого решения в медицинскую доку-

ментацию пациента и последующим уведомлением должностных лиц медицинской организации (руководителя медицинской организации или руководителя отделения медицинской организации), гражданина, в отношении которого проведено МВ, или его законного представителя.

Согласно ч. 4, ст. 32 Закона от 21.11.2011 № 323-ФЗ, формами оказания медицинской помощи являются:

1) экстренная — медицинская помощь, оказываемая при внезапных острых заболеваниях, состояниях, обострении хронических заболеваний, представляющих угрозу жизни пациента;

2) неотложная — медицинская помощь, оказываемая при внезапных острых заболеваниях, состояниях, обострении хронических заболеваний без явных признаков угрозы жизни пациента;

3) плановая — медицинская помощь, которая оказывается при проведении профилактических мероприятий, при заболеваниях и состояниях, не сопровождающихся угрозой жизни пациента, не требующих экстренной и неотложной медицинской помощи, и отсрочка оказания которой на определенное время не повлечет за собой ухудшение состояния пациента, угрозу его жизни и здоровью.

Таким образом, формы медицинской помощи нормативно определены. Однако, основания к выполнению МВ в условиях стационара для взрослого населения для устранения угрозы жизни человека без его согласия требуют оценки его состояния как «не позволяющего выразить свою волю». Смысловая конструкция рассматриваемой нормы права позволяет сделать вывод о возможности рассмотрения как физических, так и психических изменений в состоянии лица в качестве критериев для такой оценки.

К сожалению, на основании действующей отраслевой нормативной правовой базы можно говорить лишь об одной группе состояний, указывающей на невозможность волеизъявления и определяющей, прежде всего порядком оформления документа, свидетельствующего о согласии или отказе лица от выполнения МВ. Так, по основаниям ч. 7, ст. 20 Федерального закона от 21.11.2011 № 323-ФЗ, ИДС на МВ или отказ от МВ оформляется в виде документа на бумажном носителе, подписанного гражданином, одним из родителей или иным законным представителем, медицинским работником, либо формируется в форме электронного документа, подписанного гражданином, одним из родителей или иным законным представителем с использованием усиленной квалифицированной электронной подписи или простой электронной подписи посредством применения еди-



ной системы идентификации и аутентификации, а также медицинским работником с использованием усиленной квалифицированной электронной подписи. Это юридическое обстоятельство заставляет созывать врачебный консилиум (ВК) при выполнении МВ лицу, способному выразить свою волю, однако в силу физических ограничений не способных подписать бумажный или электронный документ, что нередко случается, например, при нарушении функций верхних конечностей фактом костной травмы, контузии периферических нервов, в результате гипсовой иммобилизации.

Вместе с тем, в urgentной практике спасение жизни и здоровья лица напрямую зависит от оценки его способности к волеизъявлению.

Степень выраженности качественных и количественных признаков нарушения сознания лица, безусловно, позволяет судить о возможности его волеизъявления.

Общепризнанные стандартизированные методы оценки уровня бодрствования и степени адекватности пациента (например, шкала FOUR, Full Outline of UnResponsiveness, FOUR; шкала комы Глазго, ШКГ, The Glasgow Coma Scale, GCS; шкала возбуждения-седации Ричмонда, Richmond Agitation-Sedation Scale, RASS) рассматривают как качественные, так и количественные признаки изменения сознания, однако, проблематичны к применению при невозможности полноценного вербального контакта с пациентом, создают значительные погрешности оценки при психиатрическом диагнозе [8, 9].

Предназначенные для оценки нарушений психической деятельности шкалы и критерии часто объемны по своему содержанию и требуют специальных психиатрических знаний у исследователя (шкала оценки тяжести делирия (Delirium Rating Scale-Revised-98, DRS-R-98) или охватывают лишь часть сфер психической деятельности при исследовании (Мини-Ког, Quick screening for early dementia detection, mini-COG; краткая шкала оценки психического статуса, Mini-Mental State Examination, MMSE; шкала депрессии Бека, Beck Depression Inventory, BDI; шкала Гамильтона для оценки депрессии, Hamilton Rating Scale for Depression, HDRS; госпитальная шкала тревоги и депрессии, The hospital Anxiety and Depression Scale Zigmond A.S., Snaith R.P., HADS).

Клинические признаки опьянения, регламентированные приложением № 2 к Приказу Министерства здравоохранения РФ от 18 декабря 2015 г. N 933н «О порядке проведения медицинского освидетельствования на состояние опьянения (алкогольного, наркотического или иного токсического)» (с изменениями и дополнениями), тем более не позволяют судить о способности лица выразить свою волю при истребовании у него ИДС на МВ.

По нашему мнению, в ежедневной практике необходима оценка обязательных, обязывающих следовать алгоритму реализации врачебного консилиума для выполнения МВ без согласия лица (его законного представителя), критериев нарушения волеизъявления (Табл. 1).

Таблица 1. Обязательные критерии нарушения волеизъявления и их оценка

Критерий	Балл	Соответствие баллам ШКГ
Кома	3	≤12
Сопор	3	
Глубокое оглушение	3	
Глубокая медикаментозная седация, медикаментозный сон	3	
Нарушение ориентировки в месте и времени	3	≥13
Нарушение ориентировки в собственной личности	3	
Физическая невозможность подписи пациента на бумажном или электронном документе	3	

Учитывая обоюдоострые последствия реализации ВК для выполнения МВ без согласия лица (его законного представителя), нами пред-

ложены к учету и комплексной оценке факультативные критерии нарушения волеизъявления (Табл. 2).



Таблица 2. Факультативные критерии нарушения волеизъявления и их оценка

Критерий	Балл
Затруднения в подборе слов, сопоставлении предметов, явлений и их названий, выраженные трудности сохранения, воспроизведения и использования текущей информации, ее искажение	2
Физическая (словесная) агрессия, активное и пассивное сопротивление воздействию и словесному контакту, невыполнение инструкций, несоответствие поведения ситуации	2
Выраженное угнетение настроения или эмоциональное возбуждение (эйфория, страх, тревога, паника, гнев), внезапная смена настроения, несоответствие эмоций ситуации	2
Бессвязность мышления, речи, бред, галлюцинации	2
Клинические признаки опьянения	1

Для удобства практического применения в таблице 3 представлена шкала оценки нарушения волеизъявления и интерпретация результатов ее применения.

Таблица 3. Шкала оценки нарушения волеизъявления для выполнения ВК на предмет МВ без согласия лица (его законного представителя)

Вид критериев	Сумма баллов	Интерпретация результата
Облигатные	≥ 3	Выполнение ВК в составе трех участников
Факультативные	≥ 3	Выполнение ВК в составе трех участников
	2	Выполнение ВК в составе пяти участников
	1	Отказ от выполнения ВК

Заключение и выводы. Таким образом, в период 2015–2023 гг. в ГБУ «Санкт-Петербургский НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе» ежегодно поступали с алкоголь-ассоциированными заболеваниями и состояниями 18471,0 $\pm$ 4017,6 чел., из которых в первые сутки госпитализации 3,59 % самовольно прервали госпитализацию без оформления бланка отказа от получения МП, еще 1,64 % информировали медицинского работника о своем отказе от госпитализации. При этом в нозологической структуре пациентов с алкоголь-ассоциированными заболеваниями и состояниями патология травматологического профиля составляла 7,80 % ($p < 0,05$).

В ургентной практике спасение жизни и здоровья таких пациентов напрямую зависит от оценки его способности к волеизъявлению. Общепризнанные стандартизированные методы оценки состояния пациентов и нормативно-правовые регламенты не содержат должного набора инструментов для оценки нарушения волеизъявления. Предложены облигатные и факультативные критерии нарушения волеизъявления. Для оптимизации процесса оказания скорой стационарной помощи таким пациентам разработана шкала оценки нарушения волеизъявления для выполнения ВК на предмет МВ без согласия лица (его законного представителя).

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

SOURCE OF FUNDING. The study was performed without sponsorship.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 2022 год. Информационно-аналитический обзор. М.: ФКУ «НЦ БДД МВД России», 2023. 150 с.
2. Бурцев А.А. Медицинский и правовой аспекты профилактики автодорожного травматизма, связанные с опьянением водителя транспортного средства: монография. М.: Техполиграфцентр, 2017. 147 с.
3. Minzer S., Losno R.A., Casas R. The Effect of Alcohol on Cardiovascular Risk Factors: Is There New Information? *Nutrients*. 2020 Mar 27;12(4):912. doi: 10.3390/nu12040912.



4. Silver C.M., Visenio M.R., Thomas A.C., Reddy S., Raven M.C., Kanzaria H.K., Plevin R.E., Stey A.M. Hospital variability in adoption of alcohol and drug screening in adult trauma patients. *J Trauma Acute Care Surg.* 2023 May 1;94(5):684-691. doi: 10.1097/TA.0000000000003928.
5. Шабанов П.Д. Наркология: руководство для врачей. М: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 832 с.
6. Тулупов А.Н. Сочетанная механическая травма: руководство для врачей. СПб.: Стискс, 2012. 393 с.
7. Фирсов С.А. Метаболические нарушения и осложнения, связанные с алкогольным потреблением, при сочетанных черепно-мозговых и скелетных травмах // Мир науки, культуры, образования. 2014. № 4 (47). С. 348–351.
8. Пирадов М.А., Супонева Н.А., Рябинкина Ю.В., Гнедовская Е.В., Ильина К.А., Юсупова Д.Г. и др. Шкала комы Глазго (Glasgow Coma Scale, GCS): лингвокультурная адаптация русскоязычной версии // Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь». 2021. Т. 10, № 1. С. 91–99. DOI: 10.23934/2223–9022–2021–10–1-91–99.
9. Белкин А.А., Боцкарев П.Ю., Левит А.Л., Заболотских И.Б. Оценка нарушения сознания: шкала FOUR или шкала Glasgow? // Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова. 2019. № 3. С. 46–51.

REFERENCES

1. Dorozhno-transportnaya avariynost' v Rossiyskoy Federatsii za 2022 god. Informatsionno-analiticheskiy obzor. Moscow: Research Institute for Road Safety Problems of the Russian MIA; 2023. (In Russ.).
2. Burtsev A.A. *Meditinskiy i pravovoy aspekty profilaktiki avtodorozhnogo travmatizma, svyazannye s op'yaniem voditelya transportnogo sredstva: monografiya.* Moscow: Tekhpolygon; 2017. (In Russ.).
3. Minzer S., Losno R.A., Casas R. The Effect of Alcohol on Cardiovascular Risk Factors: Is There New Information? *Nutrients.* 2020 Mar 27;12(4):912. doi: 10.3390/nu12040912.
4. Silver C.M., Visenio M.R., Thomas A.C., Reddy S., Raven M.C., Kanzaria H.K., Plevin R.E., Stey A.M. Hospital variability in adoption of alcohol and drug screening in adult trauma patients. *J Trauma Acute Care Surg.* 2023 May 1;94(5):684-691. doi: 10.1097/TA.0000000000003928.
5. Shabanov P.D. *Narkologiya: rukovodstvo dlya vrachey.* Moscow: GEOTAR-Media; 2012. (In Russ.).
6. Tulupov A.N. *Sochetannaya mekhanicheskaya travma: rukovodstvo dlya vrachey.* St. Petersburg: Stiks; 2012. (In Russ.).
7. Firsov S.A. Metabolic disorders and complications associated with alcohol consumption, concomitant craniocerebral and skeletal injuries. *Mir Nauki, Kul' tury, Obrazovaniya.* 2014;(4):348-351.
8. Piradov M.A., Suponeva N.A., Ryabinkina Yu.V., Gnedovskaya E.V., Ilyina K.A., Yusupova D.G., et al. Glasgow Coma Scale: Linguistic-Cultural Adaptation of the Russian Version. *Russian Sklifosovsky Journal "Emergency Medical Care".* 2021;10(1):91-99. (in Russ.). DOI: 10.23934/2223–9022–2021–10–1-91–99.
9. Belkin A.A., Bochkarev P.Yu., Levit A.L., Zabo-lotskikh I.B. Evaluation of consciousness: the FOUR scale or the Glasgow coma scale? Review. *Ann Crit Care.* 2019;(3):46-51. (In Russ.).

АВТОРЫ

Тявокина Елена Юрьевна — SPIN-код: 2228–6532

Барсукова Ирина Михайловна — д.м.н., ORCID 0000–0002–5398–714X, SPIN-код: 4888–2447

AUTHORS

Tyavokina Elena Yuryevna — SPIN: 2228–6532

Barsukova Irina Mikhailovna — Dr. Sci. (Medicine), ORCID 0000–0002–5398–714X, SPIN-код: 4888–2447



ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ СТАТЕЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «НЕОТЛОЖНАЯ ХИРУРГИЯ ИМ. И.И. ДЖАНЕЛИДЗЕ»

В журнале публикуются статьи научно-практического содержания, обзоры, лекции, клинические наблюдения, информационные материалы, рецензии, дискуссии, письма в редакцию, краткие сообщения, информация о клинической и научной жизни Института, поздравления юбиляров. Материал, предлагаемый для публикации, должен являться оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях. Журнал принимает к публикации статьи по специальностям: 3.1.9. — Хирургия (медицинские науки), 3.1.8. — Травматология и ортопедия (медицинские науки), 3.1.12. — Анестезиология и реаниматология (медицинские науки), 3.1.10. — Нейрохирургия (медицинские науки), 3.1.25. — Лучевая диагностика (медицинские науки).

1. РЕДАКЦИОННАЯ ЭТИКА И КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.

Статья должна иметь визу руководителя и сопровождаться официальным направлением от учреждения (подпись руководителя и гербовая печать учреждения), в котором выполнена работа. В направлении следует указать, является ли статья фрагментом диссертационной работы, научно-исследовательской работы (в этом случае следует указать номер НИР). Работы, поступившие по электронной почте, публикуются в порядке очереди по мере рассмотрения редакцией поступившей корреспонденции и осуществления переписки с авторами.

Статья должна быть подписана всеми авторами.

Нельзя направлять в редакцию работы, опубликованные или ранее направленные для публикации в иных изданиях. При представлении рукописи авторы несут ответственность за раскрытие своих финансовых и других конфликтных интересов, способных оказать влияние на их работу. При наличии спонсоров авторы должны указать их роль в определении структуры исследования, сборе, анализе и интерпретации данных, а также принятии решения опубликовать полученные результаты. Если источники финансирования не участвовали в подобных действиях, это также следует отметить в прилагаемом бланке направления.

Информированное согласие.

Запрещается публиковать любую информацию, позволяющую идентифицировать больного (указывать его имя, инициалы, номера историй болезни на фотографиях, при составлении письменных описаний и родословных), за исключением тех случаев, когда она представляет большую научную ценность и больной (его родители или опекуны) дал на это информированное письменное согласие. При получении согласия об этом следует сообщать в публикуемой статье.

Права человека и животных.

Если в статье имеется описание экспериментов на человеке, необходимо указать, соответствовали ли они этическим стандартам Комитета по экспериментам на человеке (входящего в состав учреждения, в котором выполнялась работа, или регионального) или Хельсинкской декларации 1975 г. и ее пересмотренного варианта 2000 г. При изложении экспериментов на животных следует указать, соответствовало ли содержание и использование лабораторных животных правилам, принятым в учреждении, рекомендациям национального совета по исследованиям, национальным законам.

Автор несет ответственность за правильность библиографических данных.

2. РЕДАКЦИЯ ОСТАВЛЯЕТ ЗА СОБОЙ ПРАВО СОКРАЩАТЬ И РЕДАКТИРОВАТЬ ПРИНЯТЫЕ РАБОТЫ.

Датой регистрации статьи считается время поступления окончательного (переработанного в соответствии с замечаниями редколлегии или рецензента) варианта статьи.

3. ПЛАТА ЗА ПУБЛИКАЦИЮ РУКОПИСЕЙ НЕ ВЗИМАЕТСЯ.



4. ОТПРАВКА СТАТЕЙ

Авторы присылают материалы, оформленные в соответствии с правилами журнала, по электронной либо обычной почте (192242, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3, литер А, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт им. И.И. Джанелидзе, редакция журнала «Неотложная хирургия им.И.И. Джанелидзе») или передают лично ответственному секретарю журнала. Решение о публикации (или отклонении) статьи принимается редакционной коллегией журнала после ее рецензирования и обсуждения. Адрес электронной почты редакции журнала: nh@emergency.spb.ru

Для отправки статьи требуется подготовить следующие файлы:

1. Текст статьи в формате Microsoft Word (файл rtf, doc, docx);
2. Рисунки отдельными файлами (все рисунки одной архивной папкой zip или rar), **если они не размещены в тексте статьи;**
3. Отдельный файл с аннотацией (**ТРЕБОВАНИЯ к аннотациям см. в п. 5 настоящих правил;**)
4. Отсканированную форму направления с визой руководителя и гербовой печатью учреждения (файл pdf или jpeg), последнюю страницу текста статьи с подписями всех соавторов (файл pdf или jpeg).

5. ТРЕБОВАНИЯ К АННОТАЦИЯМ

Аннотация — один из ключевых разделов научной статьи. Решение о целесообразности передачи статьи на рецензирование принимается в первую очередь на основании соответствия аннотации следующим требованиям.

1. Аннотация **должна быть структурирована** и включать **пять обязательных разделов**, отражающих хронологический порядок проведения исследования: обоснование, цель, материал и методы, результаты и заключение / выводы (структурированные аннотации более информативны, чем неструктурированные, необходимость структурирования продиктована преимуществами поиска упорядоченной информации в электронных базах данных).

1) **Обоснование:** краткое (1–3 предложения) описание проблемы.

2) **Цель:** предельно конкретное описание главной цели исследования и исследовательского вопроса, решение которого потребовало проведения исследования.

3) **Методы:** а) объекты исследования, б) наличие группы сравнения, в) критерии включения в сравниваемые группы, г) наличие и характеристики вмешательства, д) место проведения исследования, е) продолжительность исследования, ж) оценка результатов, з) описание способов оценки.

4) **Результаты:** краткое описание объектов исследования с оценкой исходов, относящихся к цели.

5) **Заключение:** краткое обобщение результатов, относящихся к главной цели исследования. **Следует избегать чрезмерных обобщений.**

2. В аннотации **НЕ ДОЛЖНЫ присутствовать** торговые наименования средств медицинского назначения.

3. Аннотация оформляется отдельным файлом. Объем до 2500 знаков. Шрифт — Times New Roman.

6. ТРЕБОВАНИЯ К РИСУНКАМ

Рисунки в формате tiff, jpeg или png приводятся в тексте работы (номер и описание расположены под рисунком), а также прикладываются отдельными файлами (все рисунки одной архивной папкой zip или rar). Графики и диаграммы, созданные в форматах офисных приложений (Word, Excel и т.п.) достаточно привести в тексте статьи в том виде как они есть. Графики и диаграммы, созданные в программах векторной графики (Corel, Illustrator и т.п.), необходимо также предоставить в отдельных файлах. Каждый файл назван по номеру рисунка, соответствующему номеру в тексте статьи (например: Рис-1, Рис-2а, Рис-2б и т.д.). Каждый рисунок должен иметь общий заголовок и расшифровку всех сокращений. В подписях к графикам указываются обозначения по осям абсцисс и ординат и единицы измерения, приводятся пояснения по каждой кривой. В подписях к микрофотографиям указываются



метод окраски и увеличение. Все иллюстрации должны быть высокого качества. Фотографии должны иметь достаточное разрешение (не менее 2000 пикселей по длинной стороне), а цифровые и буквенные обозначения должны хорошо читаться при том размере, в котором иллюстрация будет напечатана в журнале.

7. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕКСТУ СТАТЬИ

Статья должна быть напечатана шрифтом Times New Roman, размер шрифта 10, интервал 1,15, поля: сверху и снизу по 2 см, по сторонам — 2,25 см. Автоматический перенос слов использовать нельзя.

ОБЪЕМ для оригинальных исследований не должен превышать 20 000, для лекций и обзоров — 30 000 знаков.

СТРУКТУРА и оформление подробно описаны в шаблоне на сайте журнала (<http://emerg-surgery.ru/>) и на сайте ГБУ НИИ СП им. И.И.Джанелидзе» (<https://emergency.spb.ru/manh/manhjournal/>) (См. Шаблон): **Обязательными элементами публикации являются:** индекс Универсальной десятичной классификации (УДК) (печатать над названием статьи слева), достаточно подробно отражающий тематику статьи (основные правила индексирования по УДК описаны на сайте <http://teacode.com/online/udc/>); название статьи (заглавными буквами на русском и английском языках); инициалы и фамилия автора (соавторов, на русском и английском языках); наименования города, учреждения, кафедры или отдела, где выполнена работа (на русском и английском языках); основная часть (структура оригинальной статьи: введение, цель, материал и методы, результаты, заключение или обсуждение с выводами, литература); затекстовые библиографические ссылки; резюме на русском и английском языках (с переводом фамилии автора, соавторов, названия статьи и ключевых слов) объемом 8–10 строк с включением цели, методов, результатов и выводов исследования; сведения об авторе (фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание, адрес учреждения с почтовым индексом) и контактная информация (телефоны, e-mail) (на русском и английском языках).

Изложение статьи должно быть ясным, сжатым, без длинных исторических введений и повторений. Рукопись может сопровождать словарь терминов (неясных, способных вызвать у читателя затруднения при прочтении). Помимо общепринятых сокращений единиц измерения, физических, химических и математических величин и терминов (например, ДНК), допускаются аббревиатуры словосочетаний, часто повторяющихся в тексте. Все вводимые автором буквенные обозначения и аббревиатуры должны быть расшифрованы в тексте при их первом упоминании. Не допускаются сокращения простых слов, даже если они часто повторяются. Дозы лекарственных средств, единицы измерения и другие численные величины должны быть указаны в системе СИ.

8. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ приводятся согласно ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления» и AMA CITATION STYLE GUIDE. Для русскоязычных источников указывать EDN (eLIBRARY Document Number) — код, присваиваемый публикации на платформе eLIBRARY

9. ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Для корреспонденции указать координаты ответственного автора (адрес электронной почты; номер мобильного телефона для редакции).

ОБЯЗАТЕЛЬНО указывать идентификатор ORCID для всех авторов. При отсутствии номера ORCID его необходимо получить, зарегистрировавшись на сайте <https://orcid.org/>.

Посмотреть и скачать шаблоны можно на сайте журнала (<http://emerg-surgery.ru/>) или на сайте ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе» (<https://emergency.spb.ru/manh/manhjournal/>)

В соответствии с требованиями ВАК редакция журнала Неотложная хирургия подвергает статьи, предлагаемые для публикации, проверке на наличие в них плагиата, то есть неправомерных заимствований, нарушающих авторские права третьих лиц и нормы законодательства о защите интеллектуальной собственности. Согласно существующим требованиям, превышение показателя **85%** заимстwow-



ний при тестировании контента в программе Антиплагиат является безоговорочным основанием для отказа в публикации статьи.

Статьи, подготовленные без соблюдения вышеизложенных правил, возвращаются авторам без предварительного рассмотрения.

Актуальные правила для авторов уточняйте на сайте журнала <http://emerg-surgery.ru/ru/authors> и сайте института <https://emergency.spb.ru/manh/manh-journal/>.

Подписано в печать 22.10.2024. Формат 60×84/8.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 28,5. Тираж 50. Заказ 30092024.

Отпечатано



СТРОКИ Типография «Строки»



г. Воронеж, ул. Любы Шевцовой, 34

Тел.: +7 (995)49-48-47-7

Сайт: www.stroki.vrn.ru

E-mail: info@stroki.vrn.ru
