



ЖУРНАЛ  
**НЕОТЛОЖНАЯ  
ХИРУРГИЯ**

имени И.И. Джанелидзе

№4  
2025



**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](https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=75970))

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. Свиство (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. Тулупов (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:

к.м.н. доцент Х.Э. Анваров (Ташкент, Узбекистан), д.м.н. профессор 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 В.А. Бывальцев (Иркутск, Россия), д.м.н. профессор Н.И. Вишняков (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор В.А. Волчков (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. Завражных (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. профессор М.Ю. Кабанов (Санкт-Петербург, Россия), д.м.н. доцент А.М. Карачун (Санкт-Петербург, Россия), д.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. М.Н. Кравцов (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. Миливская (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. доцент А.В. Осипов (Россия, Москва), 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. 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., доцент Д.Б. Туляганов (Ташкент, Узбекистан), 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. Хубутя (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. Dzhaneldidze”

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  
Evgenevich

**Deputy chief editors:**

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

**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](mailto:nh@emergency.spb.ru)

[info@emergency.spb.ru](mailto: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](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. Shchegolev (St. Petersburg, Russia).

EDITORIAL COUNCIL:

PhD associate professor Kh. Anvarov (Tashkent, Uzbekistan), 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. Baturshin (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. Byvaltsev (Irkutsk, Russia), Dr.Sci. (Medicine) professor V.A. Volchkov (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), Dr.Sci. (Medicine) 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) M.N. Kravtsov (Saint-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) associate professor A.V. Osipov (Moscow, 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. Shliafer (Moscow, 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), MD associate professor D. Tulyaganov (Tashkent, Uzbekistan), 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 non 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). 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

### ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

1. ГЕМОРРАГИЧЕСКИЕ ОСЛОЖНЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОМ МЕТОДЕ ДЕТОКСИКАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ОТРАВЛЕНИЕМ МЕТАНОЛОМ  
*А.М. АНТОНОВА, Р.А. НАРЗИКУЛОВ, А.Н. ЛОДЯГИН, Б.В. БАТОЦЫРЕНОВ, В.П. НАУМОВ.* . . . . . 8
2. ВЛИЯНИЕ ФАРМАКОНУТРИЦЕВТИКА, СОДЕРЖАЩЕГО НЕДЕНАТУРИРОВАННЫЙ КОЛЛАГЕН II ТИПА, НА СОСТОЯНИЕ ХРЯЩА ПОСЛЕ ПЕРЕЛОМА ЛОДЫЖЕК  
*И.Г. БЕЛЕНЬКИЙ, В.Е. САВЕЛЛО, Т.А. ШУМАКОВА, Д.Ю. РЕФИЦКАЯ, М.И. БОБРИН, Г.Д. СЕРГЕЕВ, Б.А. МАЙОРОВ, И.К. НИКОЛАЕВ* . . . . . 14
3. КОНСЕРВАТИВНОЕ И МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ЗАКРЫТЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПАРЕНХИМАТОЗНЫХ ОРГАНОВ ЖИВОТА  
*Я.В. ГАВРИЩУК, В.А. МАНУКОВСКИЙ, А.Н. ТУЛУПОВ, А.Е. ДЕМКО, Е.А. КОЛЧАНОВ, М.А. КИСЕЛЕВ, А.С. КАЗАНКИН, И.В. КАЖАНОВ, А.А. СИВАКОВ, И.Н. ЕСЮТИН, Р.В. ТИТОВ, Л.В. НОРКИНА* . . . . . 27
4. РОЛЬ NRWT-ТЕРАПИИ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ВЫСОКИМИ АМПУТАЦИЯМИ КОНЕЧНОСТЕЙ ПОСЛЕ МИННО-ВЗРЫВНОГО РАНЕНИЯ  
*М.Ю. КАБАНОВ, Н.И. ГЛУШКОВ, Т.Л. ГОРШЕНИН, М.А. БИНИЕНКО, В.О. МИРОШНИЧЕНКО, О.С. КРАВЦОВА, А.Н. ЗЕМЛИН, А.Р. ОМАРОВ.* . . . . . 41
5. ПРИМЕНЕНИЕ ИНТРАОПЕРАЦИОННОЙ КТ-НАВИГАЦИИ ПРИ БАЛЛОННОЙ КИФОПЛАСТИКЕ ПОЗВОНКОВ  
*М.В. КУБАСОВ, М.Н. КРАВЦОВ, И.С. ЖЕЛЕЗНЯК, А.И. ШИХБАЛАЕВ, В.Е. ПАРФЁНОВ, В.А. МАНУКОВСКИЙ* . . . . . 49
6. ОГНЕСТРЕЛЬНЫЕ ПУЛЕВЫЕ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВЫЕ РАНЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ПОПЫТКОЙ СУИЦИДА  
*С.А. ЛАНДИК, Р.И. ИСАЕВ, Д.В. СВИСТОВ, А.А. КНЯЗЕВ, Н.В. СТОЛЯРОВА* . . . . . 58
7. ВЛИЯНИЕ ЭТАНОЛА НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, КЛЕТочНЫЙ СОСТАВ, РАЗМЕР И КОЛИЧЕСТВО ЖИРОВЫХ ГЛОБУЛ В КРОВИ У ПОСТРАДАВШИХ С ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОЙ ЖИРОВОЙ ЭМБОЛИЕЙ  
*В.Н. ЛАПШИН, Н.К. РАЗУМОВА, А.В. ШВЕДКОВ, Н.В. СЕЛЕЗНЁВА, М.В. НАНИЕВА* . . . . . 70
8. ОРИГИНАЛЬНАЯ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕОБХОДИМОСТИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОСТЕОТОМИЙ ПРИ КОРРИГИРУЮЩЕЙ ОСТЕОТОМИИ ПО ПОВОДУ HALLUX VALGUS  
*А.А. ПОВАЛИЙ, И.Г. БЕЛЕНЬКИЙ, А.А. АКУЛАЕВ, К.А. ТИЩЕНКОВ, А.А. ИВАНОВ* . . . . . 77

### ОБЗОРЫ, КЛИНИЧЕСКИЕ СЛУЧАИ

9. КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ УСПЕШНОГО БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕОБШИРНОГО ГЛУБОКОГО ОЖОГА КОЖИ  
*Д.В. КОСТЯКОВ, А.В. КОСТЯКОВА, Е.В. ЗИНОВЬЕВ* . . . . . 89
10. ВОЗМОЖНОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МАГНИТНО РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ ПОКОЯ ПРИ НЕВРОПАТИЧЕСКОМ БОЛЕВОМ СИНДРОМЕ У ПАЦИЕНТОВ С ПОВРЕЖДЕНИЕМ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ  
*И.В. ЛИТВИНЕНКО, И.С. ЖЕЛЕЗНЯК, Н.В. ЦЫГАН, А.Р. БУЛАТОВ, С.В. КОЛОМЕНЦЕВ, М. Г. ЧЕРНЕНКО, М.Д. ЧЕРНЫШЕВ, И.С. ХОДКЕВИЧ, А.Я. ЛАТЫШЕВА, Е.Н. АДАЕВА, Д.А. ТАРУМОВ, И.В. ЛЕПЕХИН* . . . . . 95



11. СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ БОЕВЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЧЕРЕПА И ГОЛОВНОГО МОЗГА С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ НА ЭТАПЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПОМОЩИ <i>И.А. МЕНЬКОВ, И.С. ЖЕЛЕЗНЯК, Д.В. СВИСТОВ, Б.В. МАРТЫНОВ, А.И. ГАЙВОРОНСКИЙ, А.С. ГРИЩЕНКОВ, Д.С. КАЛЮЖНЫЙ, А.Я. ЛАТЫШЕВА, С.А. ЛАНДИК.</i> . . . . .	102
12. НЕПРЕДНАМЕРЕННО ОСТАВЛЕННОЕ ИНТРАОПЕРАЦИОННО ИНОРОДНОЕ ТЕЛО (ТАМПОН) С КАЗУИСТИЧЕСКОЙ ЛОКАЛИЗАЦИЕЙ В ПЕЧЕНИ <i>С.А. ПОВЗУН</i> . . . . .	112
13. РАЗВИТИЕ ПЕРВИЧНОЙ НАДПОЧЕЧНИКОВОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ КАК ОСЛОЖНЕНИЕ ТЯЖЕЛОЙ СОЧЕТАННОЙ ТРАВМЫ У ПАЦИЕНТА <i>С.Ш. ТАНИЯ, Г.А. ПИЧУГИНА, Д.И. ТОЛМАЧЁВА, А.М. ТОЛКАЧЁВА, А.К. УМАРОВ</i> . . . . .	116
14. ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА ОСЛОЖНЕННОГО ФОРМИРОВАНИЕМ ЛОЖНОЙ АНЕВРИЗМЫ ПОВРЕЖДЕНИЯ КОНЕЧНОСТЕЙ ПРИ МИННО-ВЗРЫВНОМ ПОРАЖЕНИИ: КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ <i>А.Г. ФРУМЕН, Г.Е. ТРУФАНОВ.</i> . . . . .	122
<b>ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДОРОВЬЕ, ОРГАНИЗАЦИЯ И СОЦИОЛОГИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕДИКО-СОЦИАЛЬНАЯ ЭКСПЕРТИЗА. СЕСТРИНСКОЕ ДЕЛО</b>	
15. ОРГАНИЗАЦИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПАЦИЕНТАМ С МНОЖЕСТВЕННОЙ МИЕЛОМОЙ В СТАЦИОНАРЕ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ <i>Г.А. РЫСЕВ, И.М. БАРСУКОВА, Т.В. РАЗУМОВА, А.В. РЫСЕВ.</i> . . . . .	131
16. СТАТИСТИКА УЩЕМЛЕННОЙ ГРЫЖИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ: 20 ЛЕТ НАБЛЮДЕНИЯ <i>В.Е. ПАРФЕНОВ, И.М. БАРСУКОВА, П.А. ДУБИКАЙТИС, А.О. БУМАЙ.</i> . . . . .	136
КАЛЕНДАРЬ НА 2026 ГОД . . . . .	144
ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ СТАТЕЙ . . . . .	145



## CONTENTS

### ORIGINAL ARTICLES

1. HEMORRHAGIC COMPLICATIONS OF THE BRAIN DURING EXTRACORPOREAL DETOXIFICATION IN PATIENTS WITH METHANOL POISONING  
*A.M. ANTONOVA, R.A. NARZIKULOV, A.N. LODYAGIN, B.V. BATOTSYRENOV, V.P. NAUMOV* .....8
2. THE EFFECT OF A PHARMACONUTRIENT CONTAINING UNDENATURED TYPE II COLLAGEN ON CARTILAGE CONDITION AFTER ANKLE FRACTURES  
*I.G. BELENKIY, V.E. SAVELLO, T.A. SHUMAKOVA, D.YU. REFITSKAYA, M.I. BOBRIN, G.D. SERGEEV, B.A. MAYOROV, I.K. NIKOLAEV* .....14
3. CONSERVATIVE AND MINIMALLY INVASIVE TREATMENT OF BLUNT SOLID ABDOMINAL ORGAN INJURY  
*YA.V. GAVRISHCHUK, V.A. MANUKOVSKY, A.N. TULUPOV, A.E. DEMKO, E.A. KOLCHANOV, M.A. KISELEV, A.S. KAZANKIN, I.V. KAZHANOV, A.A. SIVAKOV, I.N. YESYUTIN, R.V. TITOV, L.V. NORKINA* .....27
4. ROLE OF NPWT THERAPY IN COMPREHENSIVE TREATMENT OF PATIENTS WITH HIGH LIMB AMPUTATIONS AFTER MINE-BLAST WOUNDS  
*M.YU. KABANOV, N.I. GLUSHKOV, T.L. GORSHENIN, M.A. BINIENKO, V.O. MIROSHNICHENKO, O.S. KRAVTSOVA, A.N. ZEMLIN, A.R. OMAROV* .....41
5. THE USE OF INTRAOPERATIVE CT NAVIGATION IN BALLOON KYPHOPLASTY  
*M.V. KUBASOV, M.N. KRAVTSOV, I.S. ZHELEZNYAK, A.I. SHIHBALAEV, V.E. PARFENOV, V.A. MANUKOVSKY* .....49
6. GUNSHOT BULLET TRAUMATIC BRAIN INJURIES OF SERVICEMEN OF THE RUSSIAN MINISTRY OF DEFENSE ASSOCIATED WITH ATTEMPTED SUICIDE  
*S.A. LANDIK, R.I. ISAEV, D.V. SVISTOV, A.A. KNYAZEY, N.V. STOLYAROVA* .....58
7. THE EFFECT OF ETHANOL ON BIOCHEMICAL PARAMETERS, CELLULAR COMPOSITION, SIZE AND NUMBER OF FAT GLOBULES IN THE BLOOD OF PATIENTS WITH MECHANICAL INJURY COMPLICATED BY FAT EMBOLISM SYNDROME  
*V.N. LAPSHIN, N.K. RAZUMOVA, A.V. SHVEDKOV, N.V. SELEZNEVA, N.V. NANIEVA* .....70
8. MACHINE LEARNING DECISION-MAKING SUPPORT SYSTEM FOR DETERMINING THE NEED FOR ADDITIONAL OSTEOTOMIES IN CORRECTIVE HALLUX VALGUS OSTEOTOMY  
*A.A. POVALIY, I.G. BELENKIY, A.A. AKULAEV, K.A. TISHCHENKOV, A.A. IVANOV* .....77

### CLINICAL CASES AND REVIEW ARTICLES

9. CLINICAL EXAMPLE OF SUCCESSFUL BIOTECHNOLOGICAL RESTORATION OF A SMALL DEEP SKIN BURN  
*D.V. KOSTYAKOV, A.V. KOSTYAKOVA, E.V. ZINOVIEV* .....89
10. THE POSSIBILITIES OF RESTING STATE FUNCTIONAL MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN PAIN SYNDROME IN PATIENTS WITH DAMAGE OF THE PERIPHERAL NERVOUS SYSTEM  
*I.V. LITVINENKO, I.S. ZHELEZNYAK, N.V. TSYGAN, A.R. BULATOV, S.V. KOLOMENTSEV, M.G. CHERNENOK, M.D. CHERNYSHEV, I.S. KHODKEVICH, A.YA. LATYSHEVA, E.N. ADAEVA, D.A. TARUMOV, I.V. LEPEKHIN* .....95



11. CONTEMPORARY ASPECTS OF SKULL AND BRAIN COMBAT INJURY DIAGNOSTICS USING COMPUTED TOMOGRAPHY AT THE STAGE OF SPECIALIZED CARE <i>I.A. MENKOV, I.S. ZHELEZNYAK, D.V. SVISTOV, B.V. MARTYNOV, A.I. GAIVORONSKIY, A.S. GRISCHENKOV, D.S. KALIUZHNYI, A.YA. LATYSHEVA, S.A. LANDYK</i> .....	102
12. UNINTENTIONALLY INTRAOPERATIVELY LEFT FOREIGN BODY (TAMPON) WITH CASUISTIC LOCALIZATION IN THE LIVER <i>S.A. POVZUN</i> .....	112
13. THE DEVELOPMENT OF PRIMARY ADRENAL INSUFFICIENCY AS A COMPLICATION OF SEVERE COMBINED TRAUMA IN A PATIENT <i>S.SH. TANIYA, G.A. PICHUGINA, D.I. TOLMACHEVA, A.M. TOLKACHEVA, A.K. UMAROV</i> .....	116
14. RADIOLOGICAL DIAGNOSTICS OF LIMB INJURIES CAUSED BY MINE-EXPLOSIVE INJURIES COMPLICATED BY THE FORMATION OF A FALSE ANEURISME: CLINICAL CASE <i>A.G. FRUMEN, G.E. TRUFANOV</i> .....	122
<b>NURSING AND PUBLIC HEALTH, AN ORGANIZATION AND SOCIOLOGY OF HEALTHCARE, MEDICAL AND SOCIAL EXPERTISE</b>	
15. ORGANIZATION OF MEDICAL CARE FOR PATIENTS WITH MULTIPLE MYELOMA IN AN EMERGENCY HOSPITAL <i>G.A. RYSEV, I.M. BARSUKOVA, T.V. RAZUMOVA, A.V. RYSEV</i> .....	131
16. STATISTICS OF INCARCERATED HERNIA IN ST. PETERSBURG: 20 YEARS OF OBSERVATION <i>V.E. PARFENOV, I.M. BARSUKOVA, P.A. DUBYKAITIS, A.O. BUMAY</i> .....	136
CALENDAR FOR 2026 .....	144
RULES FOR PREPARING ARTICLES.....	145



УДК 615.099.07 : 616-037

DOI: 10.54866/27129632\_2025\_4\_08

## **ГЕМОМРАГИЧЕСКИЕ ОСЛОЖНЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОМ МЕТОДЕ ДЕТОКСИКАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ОТРАВЛЕНИЕМ МЕТАНОЛОМ**

© А.М. АНТОНОВА<sup>1,2</sup>, Р.А. НАРЗИКУЛОВ<sup>1,3</sup>, А.Н. ЛОДЯГИН<sup>1,3</sup>, Б.В. БАТОЦЫРЕНОВ<sup>1,3</sup>, В.П. НАУМОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ФГБУ «Научно-клинический центр токсикологии имени академика С.Н. Голикова Федерального медико-биологического агентства», Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский Государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

### **РЕЗЮМЕ**

**АКТУАЛЬНОСТЬ.** Острые отравления метанолом приводят к метаболическому ацидозу и неврологическими отклонениями, варьирующим от опьянения до смерти. Показатели смертности и заболеваемости остаются очень высокими, несмотря на интенсивную терапию. Это связано с поражением ЦНС, особенно геморрагическими осложнениями головного мозга. Общепринятым методом лечения тяжелого отравления метанолом является специфическая терапия в сочетании с гемодиализом.

**ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ:** оценить влияние антикоагулянтов на возможность развития геморрагических осложнений головного мозга при использовании экстракорпоральных методов детоксикации у пациентов с острым отравлением метанола.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** В исследование были включены истории болезней пациентов, госпитализированных в Центр острых отравлений ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе» с диагнозом «острое отравление метанолом» в период с 2017 по 2024 гг. Общее число пациентов составило 87, из них с летальным исходом — 48, выписаны — 39. Наличие геморрагических осложнений оценивали при СКТ головного мозга. Гемодиализ проводился в комплексе с интенсивной и антидотной терапией.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** СКТ головного мозга выполнена 58 пациентам, в 66,7% случаев отравления метанолом после поступления в стационар. По данным СКТ у 9 больных (15,5%) изменения головного мозга имели геморрагический компонент. В комплексной интенсивной терапии гемодиализ проводился в 63,2% случаев, что позволило достаточно быстро снизить уровень метанола в крови, остановить его метаболизм («летальный синтез») с образованием токсичных компонентов и восстановить рН крови (скорректировать метаболический ацидоз).

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Применение экстракорпоральных методов детоксикации способствует снижению концентрации метанола в крови и ограничению образования токсических метаболитов, а также коррекции метаболического ацидоза, что обеспечивает положительную клиническую динамику.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** отравление метанолом, гемодиализ, антикоагулянт, компьютерная томография, внутримозговая гематома, геморрагические осложнения.

**КАК ЦИТИРОВАТЬ.** Антонова А.М., Нарзикулов Р.А., Лодягин А.Н., Батоцыренов Б.В., Наумов В.П. Геморрагические осложнения головного мозга при экстракорпоральном методе детоксикации у пациентов с отравлением метанолом // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2025. № 4. С. 8–13.

## **HEMORRHAGIC COMPLICATIONS OF THE BRAIN DURING EXTRACORPOREAL DETOXIFICATION IN PATIENTS WITH METHANOL POISONING**

© А.М. ANTONOVA<sup>1,2</sup>, R.A. NARZIKULOV<sup>1,3</sup>, A.N. LODYAGIN<sup>1,3</sup>, B.V. BATOTSYRENOV<sup>1,3</sup>, V.P. NAUMOV<sup>1</sup>

<sup>1</sup> St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Federal State-Financed Institution Golikov Research Clinical Center of Toxicology under the Federal Medical Biological Agency, St. Petersburg, Russia



<sup>3</sup> 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

**RELEVANCE.** Acute methanol poisoning leads to metabolic acidosis and neurological abnormalities ranging from intoxication to death. Mortality and morbidity rates remain very high, despite intensive care. This is due to damage to the central nervous system, especially hemorrhagic complications of the brain. A common treatment for severe methanol poisoning is specific therapy in combination with hemodialysis.

**THE AIM** of the study was to evaluate the effect of anticoagulants on the possibility of developing hemorrhagic complications of the brain when using extracorporeal detoxification methods in patients with acute methanol poisoning.

**MATERIALS AND METHODS.** The material of the work was the study of the medical history of patients with acute methanol poisoning hospitalized in the Acute Poisoning Center of St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine during the period from 2017 to 2024. A total of 87 patients were admitted (48 deaths, 39 patients discharged) during the study period. The presence of hemorrhagic complications was assessed with CT scan of the brain. Hemodialysis was performed in combination with intensive and antidote therapy.

**RESULTS.** CT scan of the brain was performed in 58 patients, in 66.7 % of cases of methanol poisoning after admission to the hospital. According to CT data, 9 patients (15.5 %) had hemorrhagic brain changes. In complex intensive care, hemodialysis was performed in 63.2 % of cases. Hemodialysis allows us to quickly reduce the level of methanol in the blood, stop the metabolism of methanol (“lethal synthesis”) with the formation of toxic components and restore blood pH (correct metabolic acidosis).

**CONCLUSION:** the use of extracorporeal detoxification methods leads to a decrease in the concentration of methanol in the blood and prevention of the formation of toxic metabolites, as well as correction of metabolic acidosis, which leads to positive clinical dynamics.

**KEYWORDS:** methanol poisoning, hemodialysis, anticoagulant, computed tomography, intracerebral hematoma, hemorrhagic complications.

**TO CITE THIS ARTICLE.** Antonova A.M., Narzikulov R.A., Lodyagin A.N., Batotsyrenov B.V., Naumov V.P. Hemorrhagic complications of the brain during extracorporeal detoxification in patients with methanol poisoning. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze.* 2025;(4):8–13.

**Введение.** В клинической токсикологии среди случайных химических отравлений с летальным исходом ведущее место занимают отравления спиртосодержащими жидкостями, большей частью метиловым спиртом. Частые причины летальных исходов: несовместимая с жизнью доза, отравления метанолом, употребление технических жидкостей [1, 2].

По данным государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2024 г.» в общей структуре всех острых отравлений химической этиологии отравления спиртосодержащей продукцией составляют 28 %, что выше отравлений лекарственными препаратами (22 %) и наркотическими веществами (21 %). За период с 2015 по 2024 г. на территории Российской Федерации зарегистрировано 407 910 случаев острых отравлений спиртосодержащей продукцией с летальным исходом в 27,3 %.

Токсическое действие метанола проявляется при его приеме в объеме 7–8 мл. Смертельная доза метанола колеблется от 1 г/кг или 1,25 мл/кг [1, 3] и для человека может быть разной в зависимости от индивидуальных особенностей пациен-

та и обстоятельств отравления. Все неблагоприятные последствия при отравлении метанолом связаны с эффектами реакции токсификации, т.е. с его метаболитами [4, 5]. Метаболизм метанола осуществляется по типу «летального синтеза» [6]. При распаде образуются промежуточные продукты — формальдегид и муравьиная кислота [1, 2, 7, 8]. В митохондриях муравьиная кислота очень медленно метаболизируется до углекислого газа и воды, вследствие чего она накапливается в тканях, блокирует ферменты дыхательной цепи и приводит к тяжелой тканевой гипоксии с развитием лактат-ацидоза. Декомпенсированный метаболический ацидоз с высоким анионным промежутком (трудно корригируемый инфузионной терапией) является одним из важных диагностических критериев и биологическим маркером отравления метанолом [1, 3, 4, 5, 8]. Смертность и тяжесть интоксикации связаны с глубиной угнетения центральной нервной системы, метаболическим ацидозом, гипергликемией, но не с концентрацией метанола в сыворотке крови [2]. Одной из причин летальных исходов при остром отравлении метанолом является кровоизлияние в головной мозг [2, 9].



При оказании специализированной токсикологической помощи пациентам с острым отравлением метанолом значительную роль играют экстракорпоральные методы детоксикации и, в частности, гемодиализ. Применение гемодиализа направлено на удаление токсиканта и нейтрализацию его воздействия на органы и ткани. Для предотвращения возникновения свертывания крови во время сеанса гемодиализа в основном используются два подхода: системная антикоагуляция гепарином или низкомолекулярными гепаринами и региональная цитратная антикоагуляция без системного эффекта [7]. По данным литературы, некоторые авторы связывают кровоизлияния в мозг с применением системных антикоагулянтов во время гемодиализа и не рекомендуют использовать гепариновые антикоагулянты из-за риска геморрагических осложнений. Авторы предполагают, что гепаринизация во время сеанса гемодиализа может способствовать кровоизлиянию в головной мозг, осложняющему отравление метанолом, и рекомендуют использовать гемодиализ с биосовместимыми мембранами, обработанными альбумином [10, 11]. Другие авторы отмечают, что использование гепарина во время гемодиализа не связано с кровоизлиянием в мозг [7]. Тем не менее, вопрос о роли системных антикоагулянтов в этиологии геморрагических поражений головного мозга у пациентов с отравлением метанолом, остается дискуссионным.

**Целью** настоящей работы явилась оценка влияния антикоагулянтов на возможность развития геморрагических осложнений в головном мозге при использовании экстракорпоральных методов детоксикации у пациентов с острым отравлением метанола.

**Материалы и методы исследования.** В период 2017–2024 гг. в Центр острых отравлений ГБУ «Санкт-Петербургский Научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе» с признаками острого отравления метанолом госпитализировано 87 пациентов в возрасте от 23 до 88 лет (средний возраст 49,7 лет; мужчин — 73; женщин — 14), из них: с летальным исходом — 48 человек (55,2%), выписано — 39 (44,8%). При поступлении проводилось комплексное обследование пациентов, включавшее определение метанола и этанола в биосредах пациента (кровь и моча), общеклинические инструментальные и лабораторные исследования в соответствии с клиническими рекомендациями.

Клиническая картина характеризовалась развитием токсико-гипоксической энцефалопатии, что проявлялось сопором или коматозным состоянием 2–3 ст. Данные острого отравления метанолом подтверждались обнаружением вещества

при химико-токсикологическом исследовании качественно и количественно. Определение уровня метилового и этилового спирта осуществлялось алкилнитритным методом, в основе которого лежит этерификация спиртов при добавлении нитрита натрия в присутствии трихлоруксусной кислоты. Хроматографический анализ проводился с использованием газожидкостного хроматографа Кристалл 2000М® (Хроматэк, Россия) с детектором по теплопроводности. Время хроматографического анализа — 3,2 мин. Компьютерную томографию головного мозга выполняли по стандартной методике при поступлении в стационар и в динамике по клиническим показаниям. Гемодиализ выполнялся также по показаниям.

**Результаты исследования.** В комплекс лечения острого отравления метиловым спиртом в Центре острых отравлений ГБУ «Санкт-Петербургский Научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе» входили: искусственная вентиляция легких, зондовое промывание желудка, проведение инфузионной детоксикационной терапии, антидотной терапии этиловым спиртом. В состав комплексной интенсивной терапии у 55 пациентов (63,2% случаев) включали гемодиализ, который проводился пациентам с верифицированным диагнозом «токсическое действие метанола» при концентрации метанола в крови более 0,5 г/л и наличии декомпенсированного метаболического ацидоза. У 32 пациентов гемодиализ не выполнялся по следующим причинам: при переводе из другого стационара, где уже была проведена процедура, не было показаний (концентрация метанола в крови 0,5 г/л и меньше), в связи с крайне тяжелым состоянием и нарушениями гемодинамики (смерть наступила в течение 1–3 часов после поступления).

Экспозиция с момента приема токсиканта до проведения гемодиализа составляла от 6 до 48 ч. Содержание метилового спирта при поступлении в крови составляло 0,1–9,1 г/л, в моче — 0,4–14,4 г/л, этанола в крови и моче — 0–6,4 г/л. Длительность процедуры гемодиализа составляла от 4 до 12 часов, с повторным применением через 12 часов при необходимости, обусловленной нарастанием концентрации метанола в крови при его перераспределении в организме.

Параметры процедуры гемодиализа были следующие: скорость 300–350 мл/мин; высокопоточные гемодиализаторы с площадью мембраны более 2 м<sup>2</sup>; поток диализата до 800 мл в минуту. Параметры диализирующей жидкости — ВЕ +5. Ультрафильтрация не превышала объемы инфузии и составляла 4–10 л. Антикоагуляция раствором гепарина (регионарная и общая). Введение



дозы антикоагулянта осуществлялось под лабораторным контролем свертываемости крови. По окончании процедуры нейтрализация гепарина проводилась протамином сульфата.

Ацидоз трудно поддается коррекции инфузионной терапией, пока метанол присутствует в крови и происходит токсификация. Существует прямая зависимость между сроком включения в терапию диализно-фильтрационных методов и результатом лечения и выживаемости.

Компьютерная томография головного мозга выполнена 58 (66,7%) пациентам. По данным компьютерной томографии у 31 пациента (53,4%) на момент исследования были нормальные структуры и показатели головного мозга или имели место кистозно-атрофические изменения (возрастного или посттравматического генеза неизвестной давности). Патология головного мозга выявлена у 27 пациентов (46,6%). Среди патологических изменений геморрагические проявления встречались в 9 (15,5%) случаях, у 8 пациентов они отмечались уже при поступлении в стационар, т.е. еще до проведения гемодиализа и антикоагулянтной терапии. Кровоизлияние в головной мозг во время лечения в стационаре (на 13-й день пребывания) возникло у 1 из 9 пациентов через 12 дней после системной антикоагулянтной терапии во время сеанса гемодиализа. У 18 выписанных человек, которым проводился гемодиализ (1–4 сеанса), и у 37 пациентов с летальным исходом геморрагические осложнения не развились.

**Обсуждение результатов.** Интенсивная терапия при остром отравлении метанолом заключается в обеспечении адекватной гемодинамики и вентиляции, нейтрализации и элиминации токсиканта (подавление «летального синтеза» и коррекция ацидоза), его метаболитов, профилактики абсорбции токсиканта. Одним из важнейших мероприятий является адекватная коррекция ацидоза. Это позволяет значительно снизить токсические эффекты муравьиной кислоты [1, 4] и достигается 2 способами. Первый — блокада алкогольдегидрогеназы является наиболее эффективным методом лечения отравлений метанолом. Наиболее доступным для этой цели является пероральное использование этилового спирта [2, 4, 6]. Второй — применение экстракорпоральных методов детоксикации — гемодиализа — для нейтрализации, элиминации токсиканта и восстановления рН крови [1, 2, 4, 6, 7], но потребность в гемодиализе носит индивидуальный характер.

Противопоказаний к гемодиализу при подтвержденном тяжелом отравлении метанолом нет. Исключение может составлять лишь выявленное продолжающееся кровотечение.

Следует помнить, что этанол также диализируется при проведении гемодиализа, поэтому во время гемодиализа его поддерживающую дозу следует увеличивать.

Гемодиализ является важной эффективной составляющей комплексной интенсивной терапии острого отравлений метанолом, позволяет достаточно быстро снизить уровень метанола в крови, соответственно остановить метаболизм и образование токсичных метаболитов. Для получения хорошего результата лечения необходимо раннее применение гемодиализа в течение первых 2–3 часов с момента отравления, когда еще не закончилось распределение всей дозы токсиканта в органы-мишени. В отдельных случаях через 1–4 часа после гемодиализа может наблюдаться некоторое ухудшение клинического состояния и параллельно отмечаться небольшое повышение концентрации токсических веществ в крови. Это связано с продолжающимся всасыванием токсикантов из желудочно-кишечного тракта и их перераспределением между кровью, органами и тканями организма. В данной ситуации показано повторное проведение гемодиализа до улучшения состояния пациента и полного выведения токсикантов из организма.

Иногда после гемодиализа лабораторно определяется значительное снижение концентрации токсикантов в крови, но положительной клинической динамики нет. Это происходит при позднем обращении и тяжелом поражении центральной нервной системы, развивающимся после длительного коматозного состояния вследствие отека головного мозга, и объясняется необратимым токсическим действием метаболитов. Наступление летального исхода во время гемодиализа не является следствием его проведения, а свидетельствует о необратимом повреждении головного мозга метанолом и его метаболитами.

**Заключение.** Геморрагические осложнения в виде внутримозговых гематом с прорывом крови в желудочковую систему в сочетании с диффузным отеком головного мозга являются редким осложнением при отравлении метанолом (15,5% случаев), что согласуется с данными литературы [6, 7, 9].

В нашем исследовании не было выявлено связи между кровоизлияниями в головной мозг и системной антикоагулянтной терапией гепарином во время гемодиализа. Комплексное лечение с применением гемодиализа и введением гепарина не приводит к кровоизлияниям в мозг, что согласуется с упомянутым выше рядом источников [6, 7, 9]. При тяжелом отравлении метанолом могут возникать геморрагические осложнения в головном мозге у пациентов, не получающих системные антикоагулянты.



Вследствие ограниченного количества случаев факторы, предрасполагающие к геморрагическим осложнениям головного мозга, и антикоагулянтная терапия при проведении гемодиализа у пациентов с острым отравлением метанолом до сих пор неясны и требуют дальнейшего изучения.

**Выводы.** Гемодиализ как экстракорпоральный метод детоксикации является эффективной лечебной процедурой в рамках комплексной интенсивной терапии острых отравлений метанолом. Применение гемодиализа приводит к

снижению концентрации метанола в крови и, следовательно, предотвращению образования токсических метаболитов с коррекцией метаболического ацидоза. Гемодиализ, проводимый как можно в более ранние сроки в токсической стадии острого отравления метанолом, способствует улучшению прогноза и большей выживаемости. В нашем исследовании антикоагулянтная терапия при проведении гемодиализа не приводила к геморрагическим осложнениям в головном мозге.

**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. Яковенко Т.А., Онан О.Я., Долума А.М., Тарасов А.Ю. Острые отравления метанолом: обзор литературы // Вестник магистратуры. 2022. № 12–1. С. 4–8. EDN: JGDQPM.
2. Nekoukar Z., Zakariaei Z., Taghizadeh F. et al. Methanol poisoning as a new world challenge: A review. *Ann Med Surg (Lond)*. 2021;66:102445. Published 2021 Jun 2. DOI: 10.1016/j.amsu.2021.102445.
3. Богомолов А.Н., Олецкий В.Э., Григорьев И.М., Шмигельский А.А., Боровикова Л.Н., Вергун О.М. Острые отравления суррогатами алкоголя: метанолом и этиленгликолем // Медицинский журнал. 2019. № 3. С. 43–49. EDN: XEMFYB.
4. Сарманаев С.Х., Иванов В.Б., Ахметов И.Р. Токсическое действие метилового спирта: экстренная медицинская помощь // Вестник клинической больницы №51. 2017. Т. 5, № 8 (3). С. 24–29.
5. Самойлов А.Н., Бариева А.М. Характеристика токсического действия при острых отравлениях метанолом и этанолом // Офтальмологические ведомости. 2020. Т. 13, № 1. С. 65–70. DOI: 10.17816/OV17916 EDN: BHDIOZ.
6. Антонова А.М., Лодягин А.Н., Батоцыренов Б.В., Кузнецов С.В., Климанов Д.В., Шакурин Ю.В. Токсическое действие метанола: лучевые и патоморфологические параллели // Лучевая диагностика и терапия. 2024. Т. 15, № 4. С. 78–86. DOI: 10.22328/2079-5343-2024-15-4-78-86 EDN: WOJXTQ.
7. Zakharov S., Kotikova K., Vaneckova M. et al. Acute methanol poisoning: prevalence and predisposing factors of haemorrhagic and non-haemorrhagic brain lesions. *Basic clinical Pharmacology and Toxicology*. 2016;119(2):228–238. (In Czech). DOI: 10.1111/bcpt.12559.
8. Al Aseri Z., Altamimi S. Keeping a high index of suspicion: lessons learned in the management of methanol ingestion. *BMJ Case Rep*. 2009;2009:bcr09.2008.1013. DOI: 10.1136/bcr.09.2008.1013.
9. Decker M.E., Briski N.D., Salem A. et al. Methanol Intoxication-Associated Brain Hemorrhages: Can Early Detection Be Life-Saving? A Case Report. *Am J Case Rep*. 2023;24:e938749. DOI: 10.12659/AJCR.938749.
10. Phang P.T., Passerini L., Mielke B. et al. Brain hemorrhage associated with methanol poisoning. *Crit Care Med*. 1988;16(2):137–140. DOI: 10.1097/00003246-198802000-00008.
11. Giudicissi Filho M., Holanda C.V., Nader N.A. et al. Bilateral putaminal hemorrhage related to methanol poisoning: a complication of hemodialysis? Case report. *Arq Neuropsiquiatr*. 1995;53(3-A):485–487. DOI: 10.1590/s0004-282x1995000300020.

### REFERENCES

1. Yakovenko T.A., Yunan O.Ya., Doluma A.M., Tarasov A.Yu. Ostrye otravleniya metanolom: obzor literatury [Acute Methanol Poisoning: Literature Review]. *Vestnik Magistratury*. 2022;(12–1):4–8. (In Russ.). EDN: JGDQPM.
2. Nekoukar Z., Zakariaei Z., Taghizadeh F. et al. Methanol poisoning as a new world challenge: A review. *Ann Med Surg (Lond)*. 2021;66:102445. Published 2021 Jun 2. DOI: 10.1016/j.amsu.2021.102445.
3. Bogomolov A.N., Oleckij V.E., Grigor'ev I.M. et al. Acute Poisoning with Surrogate of Alcohol: Methanol and Ethyleneglycol. *Medical Journal*. 2019;(3):43–49. (In Russ.).



4. Sarmanaev S.H., Ivanov V.B., Akhmetov I.R. Toxic effect of methyl alcohol: emergency medical care. *Vestnik klinicheskoy bol'nitsy No. 51*. 2017;5(8):24–29. (In Russ.).
5. Samoylov A.N., Barieva A.M. Characterization of toxic effects in acute poisoning with methanol and ethanol. *Ophthalmology Reports*. 2020;13(1):65–70. (In Russ.). DOI: 10.17816/OV17916 EDN: BHDIOZ.
6. Antonova A.M., Lodygin A.N., Batotsyrenov B.V. et al. Toxic effect of methanol: radiation and pathomorphological parallels. *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2024;15(4):78–86. (In Russ.). DOI: 10.22328/2079-5343-2024-15-4-78-86 EDN: WOJXTQ.
7. Zakharov S., Kotikova K., Vaneckova M. et al. Acute methanol poisoning: prevalence and predisposing factors of haemorrhagic and non-haemorrhagic brain lesions. *Basic clinical Pharmacology and Toxicology*. 2016;119(2):228–238. (In Czech). DOI: 10.1111/bcpt.12559.
8. Al Aseri Z., Altamimi S. Keeping a high index of suspicion: lessons learned in the management of methanol ingestion. *BMJ Case Rep*. 2009;2009:bcr09.2008.1013. DOI: 10.1136/bcr.09.2008.1013.
9. Decker M.E., Briski N.D., Salem A. et al. Methanol Intoxication-Associated Brain Hemorrhages: Can Early Detection Be Life-Saving? A Case Report. *Am J Case Rep*. 2023;24:e938749. DOI: 10.12659/AJCR.938749.
10. Phang P.T., Passerini L., Mielke B. et al. Brain hemorrhage associated with methanol poisoning. *Crit Care Med*. 1988;16(2):137–140. DOI: 10.1097/00003246-198802000-00008.
11. Giudicissi Filho M., Holanda C.V., Nader N.A. et al. Bilateral putaminal hemorrhage related to methanol poisoning: a complication of hemodialysis? Case report. *Arq Neuropsiquiatr*. 1995;53(3-A):485–487. DOI: 10.1590/s0004-282x1995000300020.

#### АВТОРЫ

**Антонова Анна Михайловна**, к.м.н. — ORCID: 0009-0004-2690-5200 SPIN: 1576-7890  
**Нарзикулов Рустам Абдухалимович**, д.м.н. — ORCID 0000-0002-6788-3050 SPIN: 1958-4902  
**Лодягин Алексей Николаевич**, д.м.н., доц. — ORCID: 0000-0002-8672-2906 SPIN: 4886-8890  
**Батоцыренов Баир Васильевич**, д.м.н., доц. — ORCID: 0000-0003-4954-8977 SPIN: 5804-4264  
**Наумов Владимир Павлович** — ORCID: 0009-0001-8231-4382

#### AUTHORS

**Antonova Anna Mikhailovna**, Ph.D. — ORCID: 0009-0004-2690-5200 SPIN: 1576-7890  
**Narzikulov Rustam Abdukhalimovich**, Dr.Sci. (Medicine) — ORCID 0000-0002-6788-3050 SPIN: 1958-4902  
**Lodyagin Alexey Nikolaevich**, Dr.Sci. (Medicine), Assoc. Prof. — ORCID: 0000-0002-8672-2906 SPIN: 4886-8890  
**Batotsyrenov Bair Vasilyevich**, Dr.Sci. (Medicine), Assoc. Prof. — ORCID: 0000-0003-4954-8977 SPIN: 5804-4264  
**Naumov Vladimir Pavlovich** — ORCID: 0009-0001-8231-4382



УДК 615.036.8

DOI: 10.54866/27129632\_2025\_4\_14

## **ВЛИЯНИЕ ФАРМАКОНУТРИЦЕВТИКА, СОДЕРЖАЩЕГО НЕДЕНАТУРИРОВАННЫЙ КОЛЛАГЕН II ТИПА, НА СОСТОЯНИЕ ХРЯЩА ПОСЛЕ ПЕРЕЛОМА ЛОДЫЖЕК**

© И.Г. БЕЛЕНЬКИЙ<sup>1,2</sup>, В.Е. САВЕЛЛО<sup>1,3</sup>, Т.А. ШУМАКОВА<sup>1</sup>, Д.Ю. РЕФИЦКАЯ<sup>2</sup>, М.И. БОБРИН<sup>1</sup>, Г.Д. СЕРГЕЕВ<sup>1</sup>, Б.А. МАЙОРОВ<sup>1,2,3</sup>, И.К. НИКОЛАЕВ<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский Государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

### **РЕЗЮМЕ**

Нередко внутрисуставные переломы осложняются развитием посттравматического остеоартрита вследствие повреждения суставного хряща, обладающего ограниченным регенеративным потенциалом. Одним из перспективных направлений фармакологической профилактики посттравматического остеоартрита является применение неденатурированного коллагена II типа, однако его эффективность при травматических повреждениях ранее не изучалась.

**ЦЕЛЬ:** показать возможность применения фармаконутрицевтика, содержащего комбинацию неденатурированного коллагена II типа, метилсульфонилметана, босвеллиевых кислот, витаминов С и D<sub>3</sub>, для профилактики посттравматического остеоартрита у пациентов с внутрисуставными переломами.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ:** оценены результаты оперативного лечения пострадавшей с закрытым переломом обеих лодыжек 44 В2 по классификации АО после операции открытой репозиции и остеосинтеза обеих лодыжек. Больная принимала фармаконутрицевтик АРТНЕО, содержащий комбинацию неденатурированного коллагена II типа, метилсульфонилметана, босвеллиевых кислот, витаминов С и D<sub>3</sub>, по 1 капсуле 1 раз в день в течение 4 месяцев.

Через 7 дней и через 1 год после операции пациентке выполнена МРТ голеностопного сустава с оценкой выраженности синовита и состояния суставного хряща. Уровень болевого синдрома оценивали по шкале ВАШ на сроках 7 дней, 2, 4, 6, 12 месяцев после травмы. Функциональный результат по шкале AOFAS оценивали на сроках 2, 4, 6, 12 месяцев после травмы.

**РЕЗУЛЬТАТЫ:** Уровень болевого синдрома по шкале ВАШ составил: через 7 дней после операции 4 балла, через 2 месяца — 2 балла, на сроках 4, 6 и 12 месяцев после травмы — 0 баллов.

Функциональные результаты по шкале AOFAS на этапах наблюдения составили: через 2 месяца после травмы 37 баллов, через 4 месяца — 88 баллов, через 6 и 12 месяцев — 98 баллов.

По результатам МРТ отмечена положительная динамика с уменьшением синовита и отека сухожильно-связочного аппарата голеностопного сустава, а также уменьшение времени релаксации T2 на T2 MAP, что свидетельствует о частичном восстановлении процессов гидратации матрикса хряща.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** посттравматический остеоартрит, внутрисуставной перелом, голеностопный сустав, неденатурированный коллаген II типа, фармаконутрицевтик, T2-картирование хряща, регенерация хряща, остеосинтез.

**КАК ЦИТИРОВАТЬ.** Беленький И.Г., Савелло В.Е., Шумакова Т.А., Рефицкая Д.Ю., Бобрин М.И., Сергеев Г.Д., Майоров Б.А., Николаев И.К. Влияние фармаконутрицевтика, содержащего неденатурированный коллаген II типа, на состояние хряща после перелома лодыжек // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2025. № 4. С. 14–26.

## **THE EFFECT OF A PHARMACONUTRIENT CONTAINING UNDENATURED TYPE II COLLAGEN ON CARTILAGE CONDITION AFTER ANKLE FRACTURES**

© I.G. BELENKIY<sup>1,2</sup>, V.E. SAVELLO<sup>1,3</sup>, T.A. SHUMAKOVA<sup>1</sup>, D.YU. REFITSKAYA<sup>2</sup>, M.I. BOBRIN<sup>1</sup>, G.D. SERGEEV<sup>1</sup>, B.A. MAYOROV<sup>1,2,3</sup>, I.K. NIKOLAEV<sup>1</sup>

<sup>1</sup> St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

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



<sup>3</sup> 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

Intra-articular fractures are often complicated by the development of post-traumatic osteoarthritis due to damage to the articular cartilage, which has limited regenerative potential. One promising direction for the pharmacological prevention of post-traumatic osteoarthritis is the use of undenatured type II collagen; however, its effectiveness in traumatic injuries has not been previously studied.

**PURPOSE** is to demonstrate the possibility of using a pharmaceutical nutraceutical containing undenatured type II collagen for the prevention of post-traumatic osteoarthritis in patients with intra-articular fractures.

**MATERIALS AND METHODS.** The results of surgical treatment were evaluated in a female patient with a closed bimalleolar fracture (AO classification 44-B2) following open reduction and internal fixation of both malleoli. The patient took the pharmaconutrient ARTNEO, containing undenatured type II collagen, at a dosage of 1 capsule once daily for 4 months.

Magnetic resonance imaging (MRI) of the ankle joint was performed 7 days and 1 year after surgery to assess the severity of synovitis and the condition of the articular cartilage. The level of pain was assessed using the Visual Analogue Scale (VAS) at 7 days, 2, 4, 6, and 12 months after the injury. The functional outcome was assessed using the American Orthopaedic Foot & Ankle Society (AOFAS) scale at 2, 4, 6, and 12 months after the injury.

**RESULTS.** The pain level on the VAS was 4 points 7 days after surgery, 2 points after 2 months, and 0 points at 4, 6, and 12 months after the injury.

The functional results on the AOFAS scale at the follow-up stages were 37 points 2 months after the injury, 88 points after 4 months, and 98 points after 6 and 12 months.

MRI results showed positive dynamics with a reduction in synovitis and edema of the ankle joint's tendon-ligament apparatus, as well as a decrease in T2 relaxation time on T2 MAP, indicating partial restoration of cartilage matrix hydration processes.

**KEYWORDS:** post-traumatic osteoarthritis, intra-articular fracture, ankle joint, undenatured type II collagen, pharmaconutrient, T2 cartilage mapping, cartilage regeneration, internal fixation.

**TO CITE THIS ARTICLE.** Belenkiy I.G., Savello V.E., Shumakova T.A., Refitskaya D.Yu., Bobrin M.I., Sergeev G.D., Mayorov B.A., Nikolaev I.K. The effect of a pharmaconutrient containing undenatured type II collagen on cartilage condition after ankle fractures. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2025;(4):14–26.

Общеизвестно, что последствиями внутрисуставных переломов являются выраженные в той или иной степени расстройства функции поврежденного сустава. Это происходит вследствие развития посттравматического остеоартрита.

Остеоартрит — дегенеративное заболевание суставов, которое характеризуется прогрессирующей деградацией хряща, где ключевую роль играет разрушение коллагена II типа — основного структурного компонента внеклеточного матрикса хряща [1]. Для понимания изменений, происходящих в хряще после травмы, необходимо знание структуры и функции хряща в норме.

Суставной хрящ — специализированная соединительная ткань, состоящая из клеток хондроцитов (1–5% объема), синтезирующих и поддерживающих матрикс, и внеклеточного матрикса (95–99%), в свою очередь состоящего из коллагена II типа (90–95%), формирующего фибриллярную сеть, обеспечивающую механическую прочность, протеогликанов, удерживающих воду, обеспечивая устойчивость к компрессии и гликозаминогликанов (хондроитин-сульфат), регулирующих осмотические свойства [1–4].

Хрящ имеет слоистую, адаптированную к нагрузкам структуру [2]. Поверхностная, она же тангенциальная зона составляет 10–20% толщины хряща. В ней хондроциты мелкие, плоские и вместе с волокнами коллагена расположены параллельно хрящевой поверхности, содержание протеогликанов в этой зоне низкое. Ее ключевой функцией считается сопротивление сдвиговым нагрузкам [2]. Переходная (средняя) зона занимает 40–60% толщины хряща, хондроциты в ней сферической формы, менее организованы, чем в поверхностной зоне, коллагеновые волокна расположены хаотично, под углом 45° к поверхности хряща, содержание протеогликанов выше, чем в поверхностной зоне. Основной функцией этой зоны считается амортизация ударных нагрузок. Глубокая (радиальная) зона составляет 20–30% толщины хряща, хондроциты в ней крупные, собраны в колонки, волокна коллагена расположены перпендикулярно к субхондральной кости, содержание протеогликанов в этой зоне наибольшее. Основной ее функцией считается сопротивление компрессионной нагрузке [2, 6]. Кальцифицированная (минерализованная) зона отделе-



на от глубокой хрящевой зоны так называемой «tidemark» (или «базофильной линией»), обеспечивающей постепенное изменение жесткости тканей. Хондроциты в этой зоне мелкие, ядра пикнотические, коллагеновые волокна фрагментированные. Ключевой функцией этой зоны считается фиксация хряща к кости через «цементную линию» [2, 5–7].

К физиологическим свойствам хряща относят аваскулярность и аневральность, то есть питание хрящевой ткани осуществляется диффузно из синовиальной жидкости, что ограничивает ее регенеративный потенциал [2, 8], и механочувствительность — оптимальная нагрузка стимулирует синтез матрикса, в то время как перегрузка вызывает дегенерацию [4, 8].

На острое повреждение хрящ реагирует высвобождением молекулярных паттернов, ассоциированных с повреждением (Damage-Associated Molecular Patterns, DAMPs), например, HMGB1 (High Mobility Group Box 1, Белок Высокой Подвижности Группы B1), который активирует синовиоциты и иммунные клетки, запуская процесс воспаления [9].

Продолжающаяся секреция таких цитокинов как интерлейкин  $1\beta$  (IL- $1\beta$ ), интерлейкин 6 (IL-6), фактор некроза опухоли альфа (TNF- $\alpha$ , Tumor Necrosis Factor) подавляет синтез коллагена и протеогликанов, активирует разрушающие матрикс металлопротеиназы (Matrix Metalloproteinase, MMP), например, например, MMP-13 и приводит к хронизации процесса. К факторам, ограничивающим регенерацию, относят недостаточное количество клеток-предшественников хряща (Cartilage Progenitor Cells, CPCs), слабую миграцию хондроцитов в зону повреждения из-за плотной гидратированной гелевой структуры матрикса, а также формирование фиброзного хряща на месте повреждения гиалинового после микрофрактурирования из-за синтеза мезенхимальными стромальными клетками коллагена I типа. Таким образом, естественная регенерация с полным восстановлением гиалиновой структуры хряща становится невозможной из-за микроокружения, не поддерживающего дифференцировку стволовых клеток в хондроциты [4, 10–15].

Наиболее информативной методикой визуального определения повреждений суставного хряща является артроскопия. Она позволяет оценить качество репозиции суставных поверхностей, диагностировать наличие хондральных переломов, очагов хондромалиции, визуально оценить состояние хрящевой поверхности. Для оценки тяжести повреждения суставного хряща используется классификация ICRS (International Cartilage Repair Society, Международное Об-

щество Восстановления Хряща) [16]. Оценка осуществляется по степеням тяжести повреждения хряща. Нормой является интактный хрящ без дефектов и оценивается как стадия 0. Стадия поверхностных изменений (I) характеризуется неглубокими вдавлениями (A) и/или поверхностными трещинами и разрывами (B). Стадия патологических изменений (II) характеризуется дефектами, охватывающими до 50 % толщины хряща. Стадия выраженных патологических изменений (III) проявляется дефектами более 50 % толщины хряща (A), проникновением дефекта до кальцинированного слоя (B), до субхондральной кости без пенетрации (C), включая участки хондромалиции. Стадия критического повреждения (IV) характеризуется полной потерей хряща с обнажением субхондральной кости [16, 17].

Очевидно, что внутрисуставные переломы сопровождаются травматическими повреждениями хряща III–IV степени, в соответствии с этой классификацией.

Артроскопия с биопсией — «золотой стандарт» диагностики, позволяющий визуализировать и классифицировать повреждения по системе ICRS [18]. Тем не менее, артроскопия является оперативным вмешательством, требующим соответствующей подготовки, анестезии. Кроме того, используемые в ходе операции растворы нарушают состав синовиальной жидкости. Еще одним недостатком методики является отсутствие возможности визуализации глубоких слоев хрящевой ткани.

Наиболее адекватным исследованием, позволяющим оценить состояние хряща на всем его протяжении, является магнитно-резонансная томография (МРТ) [19, 20]. МРТ является методом выбора для неинвазивной визуализации хряща [19]. Использование стандартных сигнальных T1- и T2- взвешенных последовательностей позволяет оценить костные, связочные и сухожильные структуры, выявить грубые дефекты и истончение хряща. PD-взвешенные изображения позволяют определить субхондральный отек, мелкие повреждения хряща и наличие выпота в полости сустава. Чувствительность МРТ составляет 85–90 % в выявлении субхондральных дефектов размером  $>2$  мм [21].

МРТ с внутривенным контрастированием dGEMRIC (delayed Gadolinium-Enhanced MRI of Cartilage, Отсроченное МР-контрастирование Суставного Хряща Препаратами Гадолиния) позволяет оценить содержание протеогликанов. Снижение индекса коррелирует с потерей протеогликанов — является ранним признаком остеоартрита [22].



Для оценки дегенерации хряща используют программы картирования T2-MAP. На интенсивность и однородность МР-сигнала при определении времени T2-релаксации влияет гидрофильность, структура и распределение коллагена хряща. Принцип основывается на измерении времени T2-релаксации воды в матриксе хряща. Увеличение значений T2 указывает на разрушение коллагена и дегидратацию ткани. Данный метод позволяет оценивать эффективность применения препаратов неденатурированного коллагена II типа (Undenatured type II Collagen, UC-II) — восстановление значений T2 отмечается через 6 месяцев терапии [23–25].

Очевидно, что для уменьшения степени развития посттравматического остеоартрита крайне важна хирургическая составляющая. Основным принципом лечения внутрисуставных переломов является достижение полной (анатомичной) репозиции фрагментов суставной поверхности с обеспечением абсолютной стабильности и фиксации, исключающей микрподвижность [26, 27]. Кроме того, качество фиксации должно обеспечить возможность выполнения ранних активных движений в поврежденном суставе, что позитивно сказывается на питании суставного хряща. Также необходимо исключить раннюю осевую нагрузку на поврежденную конечность. Дефекты репозиции, снижение качества фиксации, которое требует дополнительной внешней иммобилизации, способствуют дегенерации суставного хряща и развитию посттравматического остеоартрита. Безусловно, выполнив анатомичную репозицию фрагментов, содержащих суставную поверхность, со стабильной их фиксацией и обеспечением ранних активных движений в суставе мы ликвидируем хирургическую составляющую развития посттравматического остеоартрита [28–31]. Тем не менее, существуют механизмы медикаментозной оптимизации восстановления суставного хряща. Препараты группы SYSADOA (Symptomatic Slow Acting Drugs for Osteoarthritis, симптоматические препараты замедленного действия для лечения остеоартрита), [32] внутрисуставно применяются препараты гиалуроновой кислоты [33]. Возможно использование плазмы, обогащенной тромбоцитами, и стромально-васкулярной фракции [34, 35].

Кроме того, в последнее время доказана эффективность использования препаратов UC-II [36–39].

Неденатурированная форма коллагена II типа обладает комплексным механизмом действия при остеоартрите, основанном на индукции оральной толерантности. В отличие от денату-

рированного коллагена, UC-II сохраняет свою третичную структуру, что является необходимым условием для осуществления иммуномодуляции. После перорального приема молекулы UC-II транспортируются через лимфоидную ткань, ассоциированную с кишечником (Gut-Associated Lymphoid Tissue, GALT), где они поглощаются пейеровыми бляшками тонкой кишки. Там происходит активация регуляторных T-клеток из популяции наивных T-лимфоцитов (regulatory T cells, Treg). Активированные Treg начинают секретировать противовоспалительные цитокины, такие как трансформирующий фактор роста  $\beta$  (Transforming Growth Factor beta, TGF- $\beta$ ), интерлейкин-4 (IL-4) и интерлейкин-10 (IL-10). Эти регуляторные клетки мигрируют в системный кровоток и достигают суставных тканей, где реализуют свой системный эффект, заключающийся в подавлении синтеза провоспалительных цитокинов, включая TNF- $\alpha$  и IL-1 $\beta$ . Это, в свою очередь, уменьшает аутоиммунный ответ, направленный против собственного коллагена II типа хрящевой ткани [40, 41].

Параллельно с иммуномодулирующим действием UC-II проявляет антиоксидантные и анаболические свойства, его прием способствует снижению окислительного стресса, что подтверждается уменьшением уровня маркера перекисного окисления липидов — малонового диальдегида, и одновременным повышением активности ключевых антиоксидантных ферментов: супероксиддисмутазы и глутатионпероксидазы. Кроме того, UC-II стимулирует синтез внеклеточного матрикса хряща [41–43]. Клиническая эффективность неденатурированного коллагена II типа подтверждена данными рандомизированных контролируемых испытаний. Согласно метаанализу, объединившему 8 исследований с общим числом участников 243 человека, трехмесячный курс приема UC-II приводил к статистически значимому улучшению состояния пациентов. Это выражалось в снижении индекса WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index, Индекс остеоартрита Западного Онтарио и университета Макмастер) на 40 % и уменьшении интенсивности боли по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) на 35 %, а также в увеличении дистанции, пройденной за 6 минут, на 20 % [24, 45]. Однако, данные об эффективности неденатурированного коллагена II типа были получены на популяциях больных с остеоартритом нетравматического происхождения. В литературе отсутствуют данные об эффективности подобных препаратов на развитие и течение посттравматического остеоартрита.

**Цель:** показать возможность применения фармаконутрицевтика, содержащего комбинацию неденатурированного коллагена II типа, метилсульфонилметана, босвеллиевых кислот, витаминов С и D<sub>3</sub>, для профилактики посттравматического остеоартрита у пациентов с внутрисуставными переломами.

**Материалы и методы.** оценены результаты оперативного лечения пострадавшей Н. с за-

крытым переломом обеих лодыжек 44 В2 по классификации АО (Ассоциация Остеосинтеза) [17]. При поступлении пациентке наложена гипсовая лангетная повязка. Через 4 дня выполнена операция открытой репозиции и остеосинтеза обеих лодыжек. На послеоперационных рентгенограммах отмечалось полное восстановление анатомии голеностопного сустава (рис. 1).



*Рис. 1. Рентгенограммы больной Н. до операции (А — прямая проекция, Б — боковая проекция) и после операции остеосинтеза (В — прямая проекция, Г — боковая проекция)*

Больная принимала фармаконутрицевтик АР-ТНЕО, содержащий комбинацию неденатурированного коллагена II типа, метилсульфонилметана, босвеллиевых кислот, витаминов С и D<sub>3</sub>, по 1 капсуле 1 раз в день в течение 4 месяцев. Через 7 дней и через 1 год после операции пациентке выполнена МРТ голеностопного сустава. МРТ выполнялась на высокопольном магнитно-резонансном томографе Signa Architect (GE, США) с индукцией магнитного поля 3 Тл с использованием гибкой 16-канальной приемно-передающей радиочастотной катушки для исследования суставов. Среднее время исследования составляло 25 минут.

Базовый МР-протокол включал в себя быстрые спин-эхо импульсные последовательности (FSE) с использованием жироподавления в 3 проекциях: AX PD FSE FS PROPELLER, COR PD FSE FS PROPELLER, SAG PD FSE FS PROPELLER, SAG T1 FSE (табл. 1), его основная цель была оценить выраженность синовита, а также исключить грубые повреждения и дегенеративные изменения костных структур и сухожильно-связочного аппарата голеностопного сустава. Однако, достоверно оценить изменения хрящевого матрикса, особенно на начальном этапе биохимической трансформации, не представлялось возможным.

Поэтому в дополнение к стандартному протоколу для оценки начальных проявлений деграда-

ции гиалинового хряща использовали методику картирования хряща (T2MAP) в коронарной и сагиттальной проекциях с последующей реконструкцией и построением T2-карт.

Хрящевой покров бедренной и таранной костей был разделен на четыре сектора (передний, задний, медиальный и латеральный) с выставлением области интереса в каждом и регистрацией показателей времени T2-релаксации гиалинового хряща. Далее проводилось сравнение значений времени T2-релаксации, полученных при первом сканировании и при контрольном исследовании, проведенном через год.

Состояние суставного хряща по данным МРТ оценивали по следующим критериям: измерение толщины хряща и оценка однородности его структуры, а также наличие дефектов. Толщина хряща оценивалась индивидуально и считалась измененной, если показатели были менее 1,2 мм. Время T2-релаксации выше 32–33 мс, оценивалось как деградация хряща.

Уровень болевого синдрома оценивали по шкале ВАШ [45] на сроках 7 дней, 2, 4, 6, 12 месяцев после травмы. Функциональный результат по шкале AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society, Американская ассоциация хирургов стопы и голеностопного сустава) [46] оценивали на сроках 2, 4, 6, 12 месяцев после травмы.

Таблица 1. Стандартизированный МР-протокол обследования голеностопного сустава

Импульсные последовательности	FOV	Matrix	TR	TE	Толщина среза (мм)	Шаг между срезами (мм)	Кол-во срезов
AX PD FSE FS PROPELLER	14	340×340	2516	43	3	0,3	39
COR PD FSE FS PROPELLER	14	360×360	2523	46	3	0,5	32
SAG PD FSE FS PROPELLER	14	360×360	1893	46	3	0,5	24
SAG T1 FSE	14	416×288	628	10,6	3	0,5	24
T2MAP COR FSE	16	320×256	1200	8,5	3	0,6	105
T2MAP SAG FSE	16	320×256	1200	65	3		120

**Результаты.** Послеоперационное лечение проводили без внешней иммобилизации. Активные движения в голеностопном суставе разрешены со второго дня после операции. Дозированная осевая нагрузка на оперированную конечность разрешена через 6 недель, полная — через 10 недель после операции. Позиционный винт удален через 2 месяца после операции остеосинтеза.

Уровень болевого синдрома по шкале ВАШ составил: через 7 дней после операции 4 балла, через 2 месяца — 2 балла, на сроках 4, 6 и 12 месяцев после травмы — 0 баллов.

Функциональные результаты по шкале AOFAS на этапах наблюдения составили через 2 месяца после травмы 37 баллов, через 4 месяца — 88 баллов, через 6 и 12 месяцев — 98 баллов.

По результатам МРТ-исследования получены следующие результаты.

Через 7 дней после операции отмечался умеренный синовит голеностопного и подтаранного суставов, частичное повреждение / растяжение в виде утолщения, отека и разволокнения передней и задней таранно-малоберцовой связок, пяточно-малоберцовой связки и дельтовидной связки, без нарушения общей целостности. Умеренный отек глубокой порции задней большеберцовой-таранной связки. Отек клетчатки в треугольнике Кагера и параартикулярной жировой клетчатки. Суставной хрящ был умеренно неравномерно истончен до 1,0 мм, более выражено в заднем и латеральном секторах, без отчетливых дефектов. Время T2-релаксации составило 39–64 мс (рис. 2).

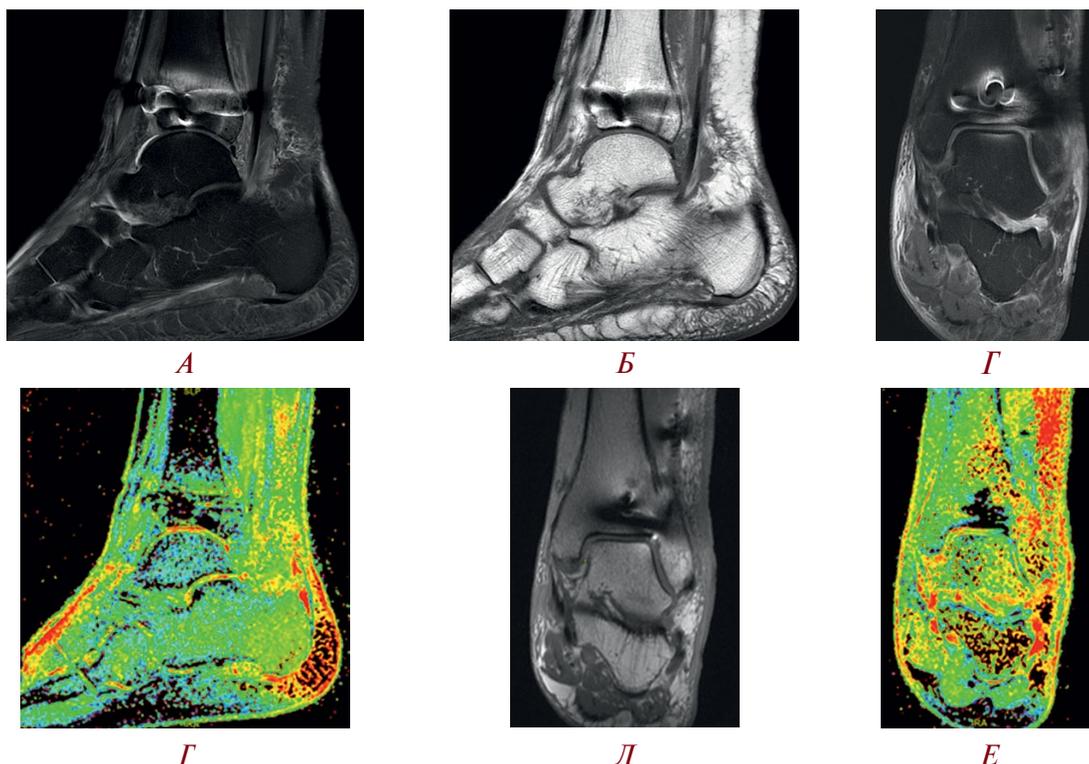
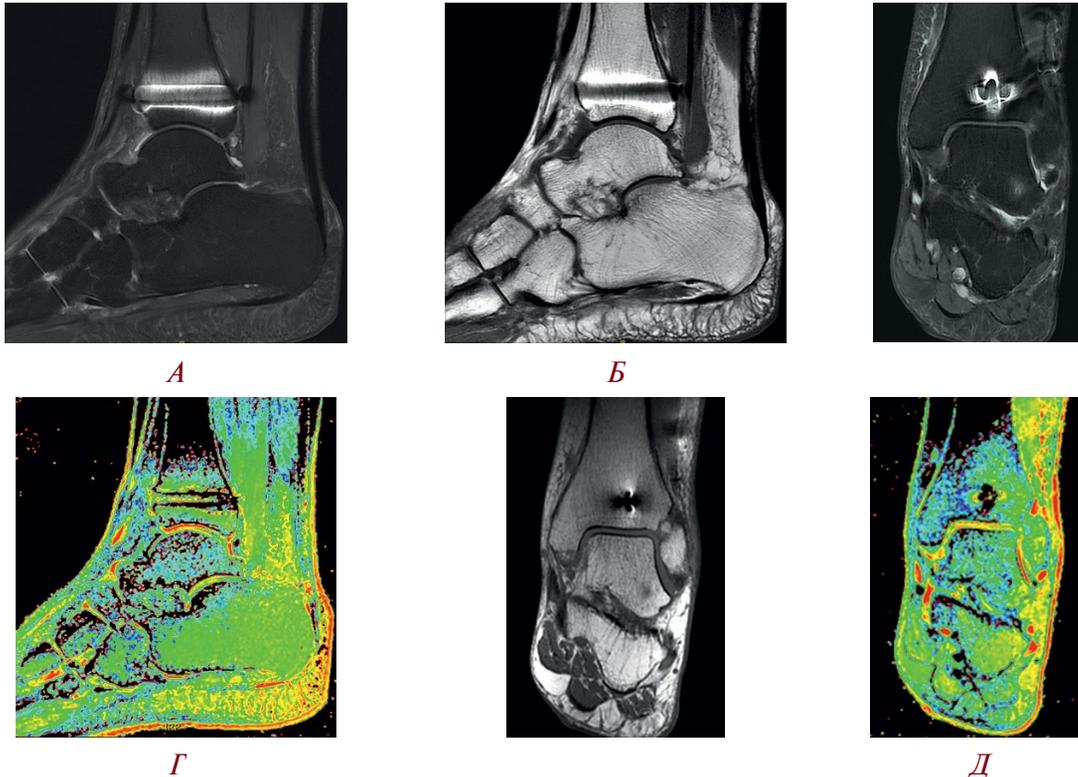


Рис. 2. Пациентка В. (ID-1187747/001). Состояние после МОС латеральной лодыжки и заднего отдела левой большеберцовой кости. МРТ левого голеностопного сустава в 2 проекциях с картированием суставного хряща на 7-й день после оперативного лечения: PD FSE FS PROPELLER SAG (А), T1 FSE SAG (Б), PD FSE FS PROPELLER COR (В), T2 MAP SAG (Г), T2 FSE COR (Д), T2 MAP COR (Е)

Через 1 год после операции при МРТ сохраняется незначительное скопление жидкости в голеностопном суставе, регресс выпота в подтаранном суставе. Регресс отека и дегенеративные изменения структуры передней и задней таранно-малоберцовой связок, пяточно-малоберцовой связки, дельтовидной связки, без нарушения общей целостности. Дезорганизация, частичная прерывистость, неровность контуров и дегенеративные изменения структуры волокон передней нижней межберцовой связ-

ки. Утолщение и дегенеративная неоднородность структуры задней нижней межберцовой связки. Структуры пазухи предплюсны без признаков повреждения. Регресс отека клетчатки в треугольнике Кагера и параартикулярной подкожной жировой клетчатки. Гиалиновый хрящ голеностопного сустава умеренно неоднородный, местами истончен до 1,1 мм, более выражено в области латерального угла, без отчетливых дефектов. Время T2-релаксации составило 37–50 мс (рис. 3).



*Рис. 3. Пациентка В. Состояние после металлоостеосинтеза латеральной лодыжки и заднего отдела левой большеберцовой кости. МРТ левого голеностопного сустава в 2 проекциях с картированием суставного хряща через 1 год после оперативного лечения: PD FSE FS PROPELLER SAG (А), T1 FSE SAG (Б), PD FSE FS PROPELLER COR (В), T2 MAP SAG (Г), T2 FSE COR (Д), T2 MAP COR (Е)*

Отмечается частичный регресс синовита голеностопного и подтаранного суставов, дегенеративные изменения латеральных коллатеральных связок, задней нижней межберцовой связки. Застарелое частичное повреждение передней нижней межберцовой связки.

В сравнении с первичным МРТ отмечается положительная динамика с уменьшением синовита и отека сухожильно-связочного аппарата голеностопного сустава, а также уменьшение времени релаксации T2 на T2-МАР, что свидетельствует о частичном восстановлении процессов гидратации матрикса хряща.

**Обсуждение.** Хрящ — сложная структура, не содержит сосуды, не регенерирует с формированием

истинного хряща 2 типа. Это повышает актуальность профилактики остеоартрита после травм. Безусловно, ведущей в профилактике остеоартрита после внутрисуставных переломов является хирургическая составляющая. Без качественного выполнения операции с анатомичным восстановлением суставной поверхности и стабильной фиксации костных фрагментов, обеспечивающей возможность ранних активных движений в поврежденном суставе, говорить о восстановлении хряща бессмысленно. Тем не менее, другими возможностями профилактики остеоартрита, в том числе и медикаментозными, нельзя пренебрегать. В этом плане перспективен неденатурированный коллаген II типа. Есть ряд публикаций по его при-



менению при остеоартрите [17, 36–44]. Исследований активности нативного коллагена II типа при травмах не было. Теоретически это направление представляется перспективным.

Мы стремились нивелировать влияние хирургической составляющей на процесс регенерации хрящевой ткани, исследовав результаты лечения пациентки, все анатомические структуры которой в ходе операции были качественно восстановлены.

Продемонстрированный случай показал, что болевой синдром после операции регрессировал достаточно быстро, и полностью регрессировал до 4 месяцев после травмы. Восстановление функции также шло достаточно быстрыми темпами. Так, если через 2 месяца результат по шкале AOFAS составлял 37 баллов, то к 4 месяцам был оценен уже в 88 баллов, а со срока 6 месяцев был на уровне 98 баллов, что свидетельствует о полном восстановлении функции до уровня, который имелся до повреждения. Данные МРТ свиде-

тельствуют о значительном снижении отека мягких тканей и синовита в динамике, что естественно с увеличением сроков после операции. Тем не менее, данные, свидетельствующие о восстановлении процессов гидратации матрикса хряща, полученные через 12 месяцев после травмы, свидетельствуют об эффективности предложенного комплексного подхода к лечению внутрисуставных переломов, сочетающего хирургическую и медикаментозную составляющие.

Безусловно, окончательные выводы можно будет сделать после формирования сопоставимых групп пациентов и статистической обработки полученных данных, но полученные нами первые результаты достаточно обнадеживающие.

Исследование одобрено локальным Этическим комитетом при ГБУ «Санкт-Петербургский НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», протокол № 4-06 от 04 июня 2024 года.

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.** Исследование выполнено при поддержке компании «Петровакс».  
**CONFLICT OF INTEREST.** The study was carried out with the support of Petrovax.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Wu Z., Korntner S.H., Mullen A.M., Zeugolis D.I. Collagen type II: From biosynthesis to advanced biomaterials for cartilage engineering. *Biomater Biosyst.* 2021;4:100030. DOI: 10.1016/j.bbiosy.2021.100030.
2. Sophia Fox A.J., Bedi A., Rodeo S.A. The basic science of articular cartilage: structure, composition, and function. *Sports Health.* 2009;1(6):461–468. DOI: 10.1177/1941738109350438.
3. Buckwalter J.A., Mankin H.J. Articular cartilage: tissue design and chondrocyte-matrix interactions. *Instr Course Lect.* 1998;47:477–486.
4. Liu Y., Shah K.M., Luo J. Strategies for Articular Cartilage Repair and Regeneration. *Front Bioeng Biotechnol.* 2021;9:770655. DOI: 10.3389/fbioe.2021.770655.
5. Ng L., Grodzinsky A.J., Patwari P. et al. Individual cartilage aggrecan macromolecules and their constituent glycosaminoglycans visualized via atomic force microscopy. *J Struct Biol.* 2003;143(3):242–257. DOI: 10.1016/j.jsb.2003.08.006.
6. Poole C.A., Matsuoka A., Schofield J.R. Chondrons from articular cartilage. III. Morphologic changes in the cellular microenvironment of chondrons isolated from osteoarthritic cartilage. *Arthritis Rheum.* 1991;34(1):22–35. DOI: 10.1002/art.1780340105.
7. Hu J.C.Y., Athanasiou K.A. Structure and function of articular cartilage. In: *Handbook of histology methods for bone and cartilage.* Totowa, NJ: Humana Press; 2003:73–95.
8. Samuels J., Krasnokutsky S., Abramson S.B. Osteoarthritis: a tale of three tissues. *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2008;66(3):244–250. PMID: 18937640.
9. Scanzello C.R., Goldring S.R. The role of synovitis in osteoarthritis pathogenesis. *Bone.* 2012;51(2):249–257. DOI: 10.1016/j.bone.2012.02.012.
10. Kapoor M., Martel-Pelletier J., Lajeunesse D. et al. Role of proinflammatory cytokines in the pathophysiology of osteoarthritis. *Nat Rev Rheumatol.* 2011;7(1):33–42. DOI: 10.1038/nrrheum.2010.196.
11. Hunziker E.B. Articular cartilage repair: basic science and clinical progress. A review of the current status and prospects. *Osteoarthritis Cartilage.* 2002;10(6):432–463. DOI: 10.1053/joca.2002.0801.
12. Dowthwaite G.P., Bishop J.C., Redman S.N. et al. The surface of articular cartilage contains a progenitor cell population. *J Cell Sci.* 2004;117(Pt 6):889–897. DOI: 10.1242/jcs.00912.
13. Richardson S.M., Kalamegam G., Pushparaj P.N. et al. Mesenchymal stem cells in regenerative medicine: Focus on articular cartilage and intervertebral disc regeneration. *Methods.* 2016;99:69–80. DOI: 10.1016/j.ymeth.2015.09.015.
14. Hu H., Liu W., Sun C. et al. Endogenous Repair and Regeneration of Injured Articular Cartilage: A Challenging but Promising Therapeutic Strategy. *Aging Dis.* 2021;12(3):886–901. DOI: 10.14336/AD.2020.0902.



15. Li M.H., Xiao R., Li J.B., Zhu Q. Regenerative approaches for cartilage repair in the treatment of osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2017;25(10):1577–1587. DOI: 10.1016/j.joca.2017.07.004.
16. Brittberg M., Winalski C.S. Evaluation of cartilage injuries and repair. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85-A(Suppl 2):58–69. DOI: 10.2106/00004623-200300002-00008.
17. Meinberg E.G., Agel J., Roberts C.S., Karam M.D., Kellam J.F. Fracture and Dislocation Classification Compendium-2018. *J Orthop Trauma*. 2018;32(Suppl 1):S1–S170. DOI: 10.1097/BOT.0000000000001063.
18. Brittberg M., Gomoll A.H., Canseco J.A. et al. Cartilage repair in the degenerative ageing knee. *Acta Orthop*. 2016;87(Suppl 363):26–38. DOI: 10.1080/17453674.2016.1265877.
19. Guermazi A., Roemer F.W., Alizai H. et al. State of the Art: MR Imaging after Knee Cartilage Repair Surgery. *Radiology*. 2015;277(1):23–43. DOI: 10.1148/radiol.2015141146.
20. Bui-Mansfield L.T., Youngberg R.A., Warme W., Pitcher J.D., Nguyen P.L. Potential cost savings of MR imaging obtained before arthroscopy of the knee: evaluation of 50 consecutive patients. *AJR Am J Roentgenol*. 1997;168(4):913–918. DOI: 10.2214/ajr.168.4.9124139.
21. Kijowski R., Blankenbaker D.G., Munoz Del Rio A. et al. Evaluation of the articular cartilage of the knee joint: value of adding a T2 mapping sequence to a routine MR imaging protocol. *Radiology*. 2013;267(2):503–513. DOI: 10.1148/radiol.12121413.
22. Burstein D., Gray M., Mosher T., Dardzinski B. Measures of molecular composition and structure in osteoarthritis. *Radiol Clin North Am*. 2009;47(4):675–686. DOI: 10.1016/j.rcl.2009.04.003.
23. Gold G.E., Bergman A.G., Pauly J.M. et al. Magnetic resonance imaging of knee cartilage repair. *Top Magn Reson Imaging*. 1998;9(6):377–392.
24. Lugo J.P., Saiyed Z.M., Lane N.E. Efficacy and tolerability of an undenatured type II collagen supplement in modulating knee osteoarthritis symptoms: a multicenter randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Nutr J*. 2016;15:14. DOI: 10.1186/s12937-016-0130-8.
25. Mosher T.J., Dardzinski B.J. Cartilage MRI T2 relaxation time mapping: overview and applications. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2004;8(4):355–368. DOI: 10.1055/s-2004-861764.
26. Бельный И.Г., Майоров Б.А., Кочиш А.Ю., 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.
27. Бельный И.Г., Кочиш А.Ю., Кислицын М.А., Майоров Б.А. Выбор хирургического доступа для остеосинтеза при переломах латерального мыщелка большеберцовой кости // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2020. № 2. С. 10–20. DOI: 10.25016/2541-7487-2020-0-2-10-20 EDN: BCEWKP.
28. Goyal D., Keyhani S., Lee E.H., Hui J.H. Evidence-based status of microfracture technique: a systematic review of level I and II studies. *Arthroscopy*. 2013;29(9):1579–1588. DOI: 10.1016/j.arthro.2013.05.027.
29. Brown T.D., Johnston R.C., Saltzman C.L. et al. Posttraumatic osteoarthritis: a first estimate of incidence, prevalence, and burden of disease. *J Orthop Trauma*. 2006;20(10):739–744. DOI: 10.1097/01.bot.0000246468.80635.ef.
30. Shivarathre D.G., Chandran P., Platt S.R. Operative fixation of unstable ankle fractures in patients aged over 80 years. *Foot Ankle Int*. 2011;32(6):599–602. DOI: 10.3113/FAI.2011.0599.
31. Marsh J.L., Buckwalter J., Gelberman R. et al. Articular fractures: does an anatomic reduction really change the result? *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84(7):1259–1271.
32. Bruyère O., Altman R.D., Reginster J.Y. Efficacy and safety of glucosamine sulfate in the management of osteoarthritis: Evidence from real-life setting trials and surveys. *Semin Arthritis Rheum*. 2016;45(4 Suppl):S12–S17. DOI: 10.1016/j.semarthrit.2015.11.011.
33. Bannuru R.R., Natov N.S., Dasi U.R. et al. Therapeutic trajectory following intra-articular hyaluronic acid injection in knee osteoarthritis—meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2011;19(6):611–619. DOI: 10.1016/j.joca.2010.09.014.
34. Rutjes A.W., Jüni P., da Costa B.R. et al. Viscosupplementation for osteoarthritis of the knee: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med*. 2012;157(3):180–191. DOI: 10.7326/0003-4819-157-3-201208070-00473.
35. Di Martino A., Di Matteo B., Papio T. et al. Platelet-Rich Plasma Versus Hyaluronic Acid Injections for the Treatment of Knee Osteoarthritis: Results at 5 Years of a Double-Blind, Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med*. 2019;47(2):347–354. DOI: 10.1177/0363546518814532.
36. Мазуров В.И., Алексеева Л.И., Беляева И.Б., и др. Эффективность, безопасность и перспективы применения комбинации нативного коллагена II типа, метилсульфонилметана, босвеллиевых кислот, витаминов С и D3 при остеоартрите коленных суставов: резолюция Совета экспертов // Терапевтический архив. 2024. Т. 96, № 1. С. 68–74. DOI: 10.26442/00403660.2024.01.202590 EDN: NHIJWJ.



37. Алексеева Л.И., Кашеварова Н.Г., Таскина Е.А., и др. Эффективность и безопасность применения неденатурированного коллагена II типа у пациентов с остеоартритом коленных суставов: многоцентровое проспективное двойное слепое плацебоконтролируемое рандомизированное исследование // Терапевтический архив. 2024. Т. 96, № 5. С. 500–510. DOI: 10.26442/00403660.2024.05.202788.

38. Беляев И.Б., Мазуров В.И., Ицкович И.Э., Бурулев А.Л. Открытое рандомизированное одноцентровое проспективное исследование поддерживающих свойств биологически активной добавки к пище «Артнео (Artneo)», в сравнении с активным контролем в параллельных группах у больных с остеоартритом коленного сустава // Остеопороз и остеопатии. 2024. Т. 27, № S1. С. S55. DOI: 10.14341/osteo2024271S EDN: MHTUYF.

39. Bakilan F., Armagan O., Ozgen M. et al. Effects of Native Type II Collagen Treatment on Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. *Eurasian J Med.* 2016;48(2):95–101. DOI: 10.5152/eurasian-jmed.2015.15030.

40. Bagchi D., Misner B., Bagchi M. et al. Effects of orally administered undenatured type II collagen against arthritic inflammatory diseases: a mechanistic exploration. *Int J Clin Pharmacol Res.* 2002;22(3–4):101–110.

41. Crowley D.C., Lau F.C., Sharma P. et al. Safety and efficacy of undenatured type II collagen in the treatment of osteoarthritis of the knee: a clinical trial. *Int J Med Sci.* 2009;6(6):312–321. DOI: 10.7150/ijms.6.312.

42. Лула А.М., Алексеева Л.И., Таскина Е.А., Кашеварова Н.Г. Остеоартрит как междисциплинарная проблема: алгоритм лечения для терапевтов и врачей общей практики // Современная ревматология. 2021. Т. 15, № 5. С. 68–75. DOI: 10.14412/1996-7012-2021-5-68-75.

43. Bruyère O., Zegels B., Leonori L. et al. Effect of collagen hydrolysate in articular pain: a 6-month randomized, double-blind, placebo controlled study. *Complement Ther Med.* 2012;20(3):124–130. DOI: 10.1016/j.ctim.2011.12.007.

44. Lugo J.P., Saiyed Z.M., Lau F.C. et al. Undenatured type II collagen (UC-II®) for joint support: a randomized, double-blind, placebo-controlled study in healthy volunteers. *J Int Soc Sports Nutr.* 2013;10(1):48. DOI: 10.1186/1550-2783-10-48.

45. Hawker G.A., Mian S., Kendzerska T., French M. Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2011;63(Suppl 11):S240–S252. DOI: 10.1002/acr.20543.

46. Фомичев В.А., Сорокин Е.П., Коновальчук Н.С., и др. Кросс-культурная адаптация и валидация русскоязычной версии шкалы Американской ассоциации хирургов стопы и голеностопного сустава AOFAS-AHS // Травматология и ортопедия России. 2023. Т. 29. № 4. С. 78–86. DOI: 10.17816/2311-2905-16494.

## REFERENCES

1. Wu Z., Korntner S.H., Mullen A.M., Zeugolis D.I. Collagen type II: From biosynthesis to advanced biomaterials for cartilage engineering. *Biomater Biosyst.* 2021;4:100030. DOI: 10.1016/j.bbiosy.2021.100030.

2. Sophia Fox A.J., Bedi A., Rodeo S.A. The basic science of articular cartilage: structure, composition, and function. *Sports Health.* 2009;1(6):461–468. DOI: 10.1177/1941738109350438.

3. Buckwalter J.A., Mankin H.J. Articular cartilage: tissue design and chondrocyte-matrix interactions. *Instr Course Lect.* 1998;47:477–486.

4. Liu Y., Shah K.M., Luo J. Strategies for Articular Cartilage Repair and Regeneration. *Front Bioeng Biotechnol.* 2021;9:770655. DOI: 10.3389/fbioe.2021.770655.

5. Ng L., Grodzinsky A.J., Patwari P. et al. Individual cartilage aggrecan macromolecules and their constituent glycosaminoglycans visualized via atomic force microscopy. *J Struct Biol.* 2003;143(3):242–257. DOI: 10.1016/j.jsb.2003.08.006.

6. Poole C.A., Matsuoka A., Schofield J.R. Chondrons from articular cartilage. III. Morphologic changes in the cellular microenvironment of chondrons isolated from osteoarthritic cartilage. *Arthritis Rheum.* 1991;34(1):22–35. DOI: 10.1002/art.1780340105.

7. Hu J.C.Y., Athanasiou K.A. Structure and function of articular cartilage. In: *Handbook of histology methods for bone and cartilage.* Totowa, NJ: Humana Press; 2003:73–95.

8. Samuels J., Krasnokutsky S., Abramson S.B. Osteoarthritis: a tale of three tissues. *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2008;66(3):244–250. PMID: 18937640.

9. Scanzello C.R., Goldring S.R. The role of synovitis in osteoarthritis pathogenesis. *Bone.* 2012;51(2):249–257. DOI: 10.1016/j.bone.2012.02.012.



10. Kapoor M., Martel-Pelletier J., Lajeunesse D. et al. Role of proinflammatory cytokines in the pathophysiology of osteoarthritis. *Nat Rev Rheumatol.* 2011;7(1):33–42. DOI: 10.1038/nrrheum.2010.196.
11. Hunziker E.B. Articular cartilage repair: basic science and clinical progress. A review of the current status and prospects. *Osteoarthritis Cartilage.* 2002;10(6):432–463. DOI: 10.1053/joca.2002.0801.
12. Dowthwaite G.P., Bishop J.C., Redman S.N. et al. The surface of articular cartilage contains a progenitor cell population. *J Cell Sci.* 2004;117(Pt 6):889–897. DOI: 10.1242/jcs.00912.
13. Richardson S.M., Kalamegam G., Pushparaj P.N. et al. Mesenchymal stem cells in regenerative medicine: Focus on articular cartilage and intervertebral disc regeneration. *Methods.* 2016;99:69–80. DOI: 10.1016/j.ymeth.2015.09.015.
14. Hu H., Liu W., Sun C. et al. Endogenous Repair and Regeneration of Injured Articular Cartilage: A Challenging but Promising Therapeutic Strategy. *Aging Dis.* 2021;12(3):886–901. DOI: 10.14336/AD.2020.0902.
15. Li M.H., Xiao R., Li J.B., Zhu Q. Regenerative approaches for cartilage repair in the treatment of osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2017;25(10):1577–1587. DOI: 10.1016/j.joca.2017.07.004.
16. Brittberg M., Winalski C.S. Evaluation of cartilage injuries and repair. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A(Suppl 2):58–69. DOI: 10.2106/00004623-200300002-00008.
17. Meinberg E.G., Agel J., Roberts C.S., Karam M.D., Kellam J.F. Fracture and Dislocation Classification Compendium–2018. *J Orthop Trauma.* 2018;32(Suppl 1):S1–S170. DOI: 10.1097/BOT.0000000000001063.
18. Brittberg M., Gomoll A.H., Canseco J.A. et al. Cartilage repair in the degenerative ageing knee. *Acta Orthop.* 2016;87(Suppl 363):26–38. DOI: 10.1080/17453674.2016.1265877.
19. Guermazi A., Roemer F.W., Alizai H. et al. State of the Art: MR Imaging after Knee Cartilage Repair Surgery. *Radiology.* 2015;277(1):23–43. DOI: 10.1148/radiol.2015141146.
20. Bui-Mansfield L.T., Youngberg R.A., Warme W., Pitcher J.D., Nguyen P.L. Potential cost savings of MR imaging obtained before arthroscopy of the knee: evaluation of 50 consecutive patients. *AJR Am J Roentgenol.* 1997;168(4):913–918. DOI: 10.2214/ajr.168.4.9124139.
21. Kijowski R., Blankenbaker D.G., Munoz Del Rio A. et al. Evaluation of the articular cartilage of the knee joint: value of adding a T2 mapping sequence to a routine MR imaging protocol. *Radiology.* 2013;267(2):503–513. DOI: 10.1148/radiol.12121413.
22. Burstein D., Gray M., Mosher T., Dardzinski B. Measures of molecular composition and structure in osteoarthritis. *Radiol Clin North Am.* 2009;47(4):675–686. DOI: 10.1016/j.rcl.2009.04.003.
23. Gold G.E., Bergman A.G., Pauly J.M. et al. Magnetic resonance imaging of knee cartilage repair. *Top Magn Reson Imaging.* 1998;9(6):377–392.
24. Lugo J.P., Saiyed Z.M., Lane N.E. Efficacy and tolerability of an undenatured type II collagen supplement in modulating knee osteoarthritis symptoms: a multicenter randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Nutr J.* 2016;15:14. DOI: 10.1186/s12937-016-0130-8.
25. Mosher T.J., Dardzinski B.J. Cartilage MRI T2 relaxation time mapping: overview and applications. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2004;8(4):355–368. DOI: 10.1055/s-2004-861764.
26. Belenkiy I.G., Maiorov B.A., Kochish A.Yu. et al. Unstable Fractures Osteosynthesis of Malleoli and Posterior Edge of the Tibia Using Posterolateral Surgical Approach. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2021;27(3):29–42. (In Russ.) DOI: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-29-42.
27. Belenky I.G., Kochish A.Yu., Kislitsyn M.A., Mayorov B.A. A choice of surgical approach for osteosynthesis in fractures of the lateral tibial condyle. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations.* 2020;(2):10–20. (In Russ.) DOI: 10.25016/2541-7487-2020-0-2-10-20 EDN: BCEWKP.
28. Goyal D., Keyhani S., Lee E.H., Hui J.H. Evidence-based status of microfracture technique: a systematic review of level I and II studies. *Arthroscopy.* 2013;29(9):1579–1588. DOI: 10.1016/j.arthro.2013.05.027.
29. Brown T.D., Johnston R.C., Saltzman C.L. et al. Posttraumatic osteoarthritis: a first estimate of incidence, prevalence, and burden of disease. *J Orthop Trauma.* 2006;20(10):739–744. DOI: 10.1097/01.bot.0000246468.80635.ef.
30. Shivarathre D.G., Chandran P., Platt S.R. Operative fixation of unstable ankle fractures in patients aged over 80 years. *Foot Ankle Int.* 2011;32(6):599–602. DOI: 10.3113/FAI.2011.0599.
31. Marsh J.L., Buckwalter J., Gelberman R. et al. Articular fractures: does an anatomic reduction really change the result? *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84(7):1259–1271.
32. Bruyère O., Altman R.D., Reginster J.Y. Efficacy and safety of glucosamine sulfate in the management of osteoarthritis: Evidence from real-life setting trials and surveys. *Semin Arthritis Rheum.* 2016;45(4 Suppl):S12–S17. DOI: 10.1016/j.semarthrit.2015.11.011.



33. Bannuru R.R., Natov N.S., Dasi U.R. et al. Therapeutic trajectory following intra-articular hyaluronic acid injection in knee osteoarthritis—meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2011;19(6):611–619. DOI: 10.1016/j.joca.2010.09.014.

34. Rutjes A.W., Jüni P., da Costa B.R. et al. Viscosupplementation for osteoarthritis of the knee: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med*. 2012;157(3):180–191. DOI: 10.7326/0003-4819-157-3-201208070-00473.

35. Di Martino A., Di Matteo B., Papio T. et al. Platelet-Rich Plasma Versus Hyaluronic Acid Injections for the Treatment of Knee Osteoarthritis: Results at 5 Years of a Double-Blind, Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med*. 2019;47(2):347–354. DOI: 10.1177/0363546518814532.

36. Mazurov V.I., Alekseeva L.I., Belyaeva I.B., et al. Efficacy, safety and prospects of using a combination of native type II collagen, methylsulfonylmethane, boswellic acids, vitamin C and vitamin D3 in knee osteoarthritis: a resolution of the Expert panel. *Terapevticheskii Arkhiv*. 2024;96(1):68–74. (In Russ.) DOI: 10.26442/00403660.2024.01.202590 EDN: NHIJWJ.

37. Alekseeva L.I., Kashevarova N.G., Taskina E.A. et al. Efficacy and safety of undenatured type II collagen in patients with knee osteoarthritis: a multicenter, prospective, double-blind, placebo- controlled, randomized trial. *Terapevticheskii Arkhiv*. 2024;96(5):500–510. (In Russ.) DOI: 10.26442/00403660.2024.05.202788.

38. Belyaev I.B., Mazurov V.I., Itskovich I.E., Burulev A.L. Otkrytoe randomizirovannoe odnotsentrovoe prospektivnoe issledovanie podderzhivayushchikh svoystv biologicheskii aktivnoy dobavki k pishche “Artneo (Artneo)”, v sravnenii s aktivnym kontrol'em v paralel'nykh gruppakh u bol'nykh s osteoartritom kolennogo sustava [An open, randomized, single-center prospective study of the supporting properties of the biologically active food supplement “Artneo” in comparison with the active control in parallel groups in patients with osteoarthritis of the knee joint]. *Osteoporosis And Bone Diseases*. 2024;27(S1):S55. (In Russ.) DOI: 10.14341/osteo2024271S EDN: MHTUYF.

39. Bakilan F., Armagan O., Ozgen M. et al. Effects of Native Type II Collagen Treatment on Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. *Eurasian J Med*. 2016;48(2):95–101. DOI: 10.5152/eurasian-jmed.2015.15030.

40. Bagchi D., Misner B., Bagchi M. et al. Effects of orally administered undenatured type II collagen against arthritic inflammatory diseases: a mechanistic exploration. *Int J Clin Pharmacol Res*. 2002;22(3–4):101–110.

41. Crowley D.C., Lau F.C., Sharma P. et al. Safety and efficacy of undenatured type II collagen in the treatment of osteoarthritis of the knee: a clinical trial. *Int J Med Sci*. 2009;6(6):312–321. DOI: 10.7150/ijms.6.312.

42. Lila A.M., Alekseeva L.I., Taskina E.A., Kashevarova N.G. Osteoarthritis as an interdisciplinary problem: treatment algorithm for physicians and general practitioners. *Sovremennaya Revmatologiya=Modern Rheumatology Journal*. 2021;15(5):68–75. (In Russ.) DOI: 10.14412/1996-7012-2021-5-68-75.

43. Bruyère O., Zegels B., Leonori L. et al. Effect of collagen hydrolysate in articular pain: a 6-month randomized, double-blind, placebo controlled study. *Complement Ther Med*. 2012;20(3):124–130. DOI: 10.1016/j.ctim.2011.12.007.

44. Lugo J.P., Saiyed Z.M., Lau F.C. et al. Undenatured type II collagen (UC-II®) for joint support: a randomized, double-blind, placebo-controlled study in healthy volunteers. *J Int Soc Sports Nutr*. 2013;10(1):48. DOI: 10.1186/1550-2783-10-48.

45. Hawker G.A., Mian S., Kendzerska T., French M. Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011;63(Suppl 11):S240–S252. DOI: 10.1002/acr.20543.

46. Fomichev V.A., Sorokin E.P., Konovalchuk N.S. et al. Cross-Cultural Adaptation and Validation of the Russian-Language Version of the American Orthopaedic Foot and Ankle Society Ankle-Hindfoot Scale (AO-FAS-AHS). *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2023. 2023;29(4):78–86. (In Russ.) DOI: 10.17816/2311-2905-16494.

#### АВТОРЫ

**Беленький Игорь Григорьевич**, д.м.н. — ORCID: 0000-0001-9951-5183; SPIN: 6594-8334

**Савелло Виктор Евгеньевич**, д.м.н. — ORCID: 0000-0002-4519-4844; SPIN: 8515-6603

**Шумакова Татьяна Анатольевна**, к.м.н. — ORCID: 0000-0001-8708-7249; SPIN: 3311-8447

**Бобрин Максим Игоревич** — ORCID: 0009-0004-6098-2656

**Рефицкая Дарья Юрьевна** — ORCID: 0009-0006-0393-0192



*Сергеев Геннадий Дмитриевич*, к.м.н. — ORCID: 0000-0002-8898-503X; SPIN: 3109-7076

*Майоров Борис Александрович*, к.м.н. — ORCID: 0000-0003-1559-1571; SPIN: 6158-2885

*Николаев Иван Константинович* — ORCID: 0009-0001-7123-5232; SPIN: 5745-9269

#### **AUTHORS**

*Belenkiy Igor Grigorevich*, Dr.Sci. (Medicine) — ORCID: 0000-0001-9951-5183; SPIN: 6594-8334

*Savello Victor Yevgenevich*, Dr.Sci. (Medicine) — ORCID: 0000-0002-4519-4844; SPIN: 8515-6603

*Shumakova Tatiana Anatolevna*, Ph.D. — ORCID: 0000-0001-8708-7249; SPIN: 3311-8447

*Bobrin Maksim Igorevich* — ORCID: 0009-0004-6098-2656

*Refitskaya Darya Yurevna* — ORCID: 0009-0006-0393-0192

*Sergeev Gennadii Dmitrievich*, Ph.D. — ORCID: 0000-0002-8898-503X; SPIN: 3109-7076

*Mayorov Boris Aleksandrovich*, Ph.D. — ORCID: 0000-0003-1559-1571; SPIN: 6158-2885

*Nikolaev Ivan Konstantinovich* — ORCID: 0009-0001-7123-5232; SPIN: 5745-9269



УДК 616-08-039.73

DOI: 10.54866/27129632\_2025\_4\_27

## КОНСЕРВАТИВНОЕ И МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ЗАКРЫТЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПАРЕНХИМАТОЗНЫХ ОРГАНОВ ЖИВОТА

© Я.В. ГАВРИЩУК<sup>1,3</sup>, В.А. МАНУКОВСКИЙ<sup>1,2</sup>, А.Н. ТУЛУПОВ<sup>1,4</sup>, А.Е. ДЕМКО<sup>1,4</sup>, Е.А. КОЛЧАНОВ<sup>1,2,3</sup>, М.А. КИСЕЛЕВ<sup>1</sup>, А.С. КАЗАНКИН<sup>1</sup>, И.В. КАЖАНОВ<sup>1,4</sup>, А.А. СИВАКОВ<sup>1</sup>, И.Н. ЕСЮТИН<sup>1</sup>, Р.В. ТИТОВ<sup>4</sup>, Л.В. НОРКИНА<sup>1,3</sup>

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

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup> ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург, Россия

### РЕЗЮМЕ

**ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ:** повышение эффективности лечения пациентов с закрытой травмой паренхиматозных органов брюшной полости путем использования консервативных и малоинвазивных методов лечения.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Проведен анализ результатов лечения 443 пострадавших с закрытыми повреждениями паренхиматозных органов живота. I группа (основная) — 264 пациента, лечение — по разработанному алгоритму. II группа (сравнения) — 179 пострадавших, лечение — традиционное хирургическое. Пациенты обеих групп распределены на подгруппы: I А ( $n \pm 182$ ) и II А ( $n \pm 104$ ) — пациенты со стабильной гемодинамикой, I Б ( $n \pm 82$ ) и II Б ( $n \pm 75$ ) — с нестабильной.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** В обеих группах большинство пострадавших с закрытыми повреждением паренхиматозных органов поступило в травмоцентр после дорожно-транспортных происшествий и кататравм. Статистически значимых различий по объему гемоперитонеума среди пострадавших подгрупп I А и II А не выявлено ( $p \pm 0,193$ ). В подгруппе I А объем гемоперитонеума составил 400 мл (ИКР: 300; 700 мл), в II А — 500 мл (ИКР: 300; 1000 мл).

В подгруппе I А применялось преимущественно консервативное лечение (52,2%). Отмечено снижение количества видеолапароскопий (на 23,0%) и лапаротомий (на 41,0%) в сравнении с подгруппой II А. Ангиографию выполнили 43 пострадавшим, эмболизацию сосудов — 31. Путем использования нового алгоритма удалось сохранить селезенку в 68,8% наблюдений. Двухэтапных разрывов, а также рецидивов кровотечения после эмболизации среди данных пациентов не было.

В подгруппе II А отмечалось большее количество местных осложнений в сравнении с I А ( $p < 0,001$ ).

Статистически значимых различий в частоте висцеральных и генерализованных осложнений, а также летальности между исследуемыми группами выявлено не было.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Согласно полученным данным, у 58,3% пациентов (154 из 264) с закрытыми повреждениями паренхиматозных органов брюшной полости лечение было успешно завершено консервативно или с применением минимально инвазивных хирургических методик. При соблюдении предложенного алгоритма отсутствие санационных лапаротомий возможно даже при значительном объеме гемоперитонеума.

Применение неоперативной и малоинвазивной тактики сопровождалось органосохраняющим исходом при повреждении селезенки в 68,8% случаев (66/96), а также снижением частоты диагностических лапароскопий на 23,0% (42/182 против 48/104) и лапаротомий — на 41,0% (46/182 против 69/104).

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** закрытая травма живота, повреждение паренхиматозных органов, ангиоэмболизация, неоперативное лечение, лучевая диагностика.

**КАК ЦИТИРОВАТЬ.** Гаврищук Я.В., Мануковский В.А., Тулупов А.Н., Демко А.Е., Колчанов Е.А., Киселев М.А., Казанкин А.С., Кажанов И.В., Сиваков А.А., Есютин И.Н., Титов Р.В., Норкина Л.В. Консервативное и минимально инвазивное лечение закрытых повреждений паренхиматозных органов живота // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2025. № 4. С. 27–40.



## CONSERVATIVE AND MINIMALLY INVASIVE TREATMENT OF BLUNT SOLID ABDOMINAL ORGAN INJURY

© YA.V. GAVRISHCHUK<sup>1,3</sup>, V.A. MANUKOVSKY<sup>1,2</sup>, A.N. TULUPOV<sup>1,4</sup>, A.E. DEMKO<sup>1,4</sup>, E.A. KOLCHANOV<sup>1,2,3</sup>, M.A. KISELEV<sup>1</sup>, A.S. KAZANKIN<sup>1</sup>, I.V. KAZHANOV<sup>1,4</sup>, A.A. SIVAKOV<sup>1</sup>, I.N. YESYUTIN<sup>1</sup>, R.V. TITOV<sup>4</sup>, L.V. NORKINA<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> St. Petersburg I.I. Dzhaneldidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

<sup>3</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint Petersburg State Pediatric Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

<sup>4</sup> Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

### ABSTRACT

**AIM** is to improve treatment results of patients with blunt abdominal solid organs injury through the use of nonoperative (NOM) and minimally invasive treatment.

**MATERIALS AND METHODS** are the results of treatment of 443 patients with blunt solid abdominal organ injuries. The main group consisted of 264 patients who received treatment according to the developed algorithm. The comparison group included 179 patients who received traditional surgical treatment.

**RESULTS.** In both groups, the majority of victims with blunt solid abdominal organ injuries were admitted to the trauma center after road traffic accidents and catatravms. No statistically significant differences were found in the volume of hemoperitoneum among patients with stable hemodynamics ( $p \pm 0.193$ ). In the test subgroup with stable hemodynamics (I A), the volume of hemoperitoneum was 400 ml (300; 700), while in the control group it was 500 ml (300; 1000). In the test group, patients with stable hemodynamics (I A) underwent NOM (52.5%). In contrast to the comparison group (II A), there was a decrease in the number of laparoscopies performed (by 23.0%) and laparotomies (by 41.0%). In subgroup I A, angiography was performed in 43 patients. Angioembolization was performed in 31 patients. By using the new algorithm, the spleen was preserved in 68.8% of cases (subgroup I A). There were no delayed spleen ruptures, neither was recurrent bleeding after embolization among these victims. Among hemodynamically stable patients in the comparison group (II A) there was a significantly higher number of local complications compared to the test group (I A) ( $p < 0.001$ ). There were no significant differences in the frequency of visceral and generalized complications, mortality rate.

**CONCLUSIONS.** According to the data obtained, up to 58.3% (154 out of 264) of victims with closed injuries to the parenchymal organs of the abdomen can be treated conservatively or applying minimally invasive surgical methods through the use of modern interventional radiation methods. With such algorithm, even with a large volume of hemoperitoneum, treatment can be performed without surgical interventions. Thanks to the use of nonoperative and minimally invasive treatment tactics, it was possible to preserve the damaged spleen in 68.8% (66/96) of cases, as well as reduce the number of diagnostic video laparoscopies by 23.0% (42/182 vs. 48/104, laparotomies by 41.0% (46/182 vs. 69/104).

**KEYWORDS:** blunt abdominal trauma, solid organ injury, angioembolization, non-operative management, radiodiagnosis.

**TO CITE THIS ARTICLE.** Gavrishchuk Ya.V., Manukovsky V.A., Tulupov A.N., Demko A.E., Kolchanov E.A., Kiselev M.A., Kazankin A.S., Kazhanov I.V., Sivakov A.A., Yesyutin I.N., Titov R.V., Norkina L.V. Conservative and minimally invasive treatment of blunt solid abdominal organ injury. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhaneldidze.* 2025;(4):27–40.

**Введение.** Частота повреждений органов и структур живота составляет до 38% при всех травмах [1–4]. Повреждения паренхиматозных органов при этом встречаются у 20–83% пострадавших [5]. При закрытой травме живота повреждения селезенки диагностируются с частотой до 50%, печени — до 45%, почек — до 5% [4–11], поджелудочной железы (ПЖЖ) — до 12% [12–14]. При закрытой изолированной травме живота летальность достигает 21%, а при сочетанной — 61% [1, 3, 15].

Основным методом лечения такой травмы до начала XX в. была открытая хирургия. Первые успешные попытки консервативного лечения описаны в 30-х гг. XX в. [16, 17]. Существенные изменения в лечении повреждений печени произошли в конце 80-х гг. [18]. В 1990-х годах в США наблюдался заметный рост случаев применения консервативного лечения пострадавших с закрытой травмой живота [18, 19].

Ангиография впервые была использована при травме живота в 1957 г. для оценки характера по-



вреждения почки [20]. В настоящее время этот метод во многих странах считается частью тактики неоперативного лечения (nonoperative management, NOM) [21, 22].

Около 100 лет спленэктомия была основным методом лечения при повреждениях селезенки. Первый случай успешного консервативного лечения разрыва этого органа описан в 1912 г. J. Bland-Sutton [23].

Роль селезенки в защитной функции организма описана на основании публикаций о повышенном риске развития инфекционных осложнений [24] и смертельных случаях в результате тяжелого сепсиса после спленэктомии [25]. Сохранение селезенки стало важным и способствовало развитию консервативного лечения [26–29].

В конце 1990-х годов в Европе и США ультразвуковое исследование (УЗИ) стало основным и доступным методом диагностики закрытых повреждений паренхиматозных органов живота [30].

Компьютерный томограф был разработан G.N. Hounsfield в 1967 г., но первые компьютерные томографии (КТ) были выполнены лишь 4 года спустя [31]. Широкое использование КТ у пациентов с закрытой травмой живота было предложено M.P. Federle в начале 1980-х годов [32]. КТ-ангиография стала активно применяться в практике как высокоточный метод диагностики с 1981 г. [33, 34].

Первые клинические рекомендации по неоперативному лечению закрытых травм живота опубликованы Восточной ассоциацией хирургии травмы (East association surgery for trauma, EAST) в 2002 г. [35].

**Цель исследования:** повышение эффективности лечения пациентов с закрытой травмой паренхиматозных органов брюшной полости путем использования консервативных и малоинвазивных методов лечения.

**Материалы и методы.** Нами проведен анализ результатов лечения 443 пострадавших с закрытыми повреждениями паренхиматозных органов живота при изолированной и сочетанной травме в Санкт-Петербургском НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе (далее — НИИ) в период с января 2014 г. по январь 2023 г. Сразу после поступления в травмоцентр пострадавшим выполняли УЗИ с использованием аппарата MySono U6 (Samsung Medison Co. Ltd., Корея) в соответствии с протоколом eFAST (Extended Focus Assessment Sonography for Trauma — ограниченное ультразвуковое исследование, направленное на поиск свободной жидкости в полостях и определение пневмоторакса) [36, 37]. Тяжесть повреждений оценивали по шкалам объективной оценки тяжести

Ю.Н. Цибина (1976), ВПХ-П (ВПХ — военно-полевая хирургия, П — повреждение), AIS (Abbreviated Injury Scale), ISS (Injury Severity Score). По шкале ВПХ-СП (С — состояние, П — при поступлении) [39, 40] оценивали тяжесть состояния пострадавшего при поступлении. Характер повреждения органов классифицировали согласно шкале, предложенной Американской ассоциацией хирургии травмы (AAST, American Association for the Surgery of Trauma).

Исследуемые пострадавшие с закрытой травмой живота и повреждением паренхиматозных органов были разделены на две группы. Группу I (основную) составили 264 пострадавших (2018–2023 гг.), лечение которым проводили в соответствии с разработанным НИИ алгоритмом (рис. 1). В группу II (сравнения) вошли 179 пострадавших, получивших лечение в период 2014–2017 гг. Пациенты обеих групп распределены на подгруппы в зависимости от показателей гемодинамики при поступлении: I А ( $n \pm 182$ ) и II А ( $n \pm 104$ ) — пациенты со стабильной гемодинамикой, I Б ( $n \pm 82$ ) и II Б ( $n \pm 75$ ) — с нестабильной.

Показателями стабильной гемодинамики считали уровень систолического артериального давления 90 мм рт. ст. и выше, положительный ответ на инфузионную терапию (1000 мл), отсутствие использования вазопрессорной поддержки.

В основной группе со стабильной гемодинамикой (I А) при выявлении свободной жидкости в брюшной полости и признаков повреждений паренхиматозных органов по данным eFAST пострадавшим выполняли мультиспиральную компьютерную томографическую ангиографию (МСКТ-А) на аппарате Aquilion prime 160 (Toshiba Co., Япония) с целью уточнения характера повреждений органов живота, расчета объема свободной жидкости.

МСКТ-А выполнялась с внутривенным болюсным контрастированием 75–100 мл йогексолом со скоростью 4 мл/с, автоматическим стартом (порог плотности 130 HU на уровне дуги аорты). Исследование проводилось в 4 фазы: нативная, артериальная, венозная и отсроченная. Анализ полученных изображений проводился с помощью программного комплекса Vitrea®, который позволял подсчитать объем гематомы в брюшной полости и забрюшинном пространстве путем обведения контуров гематомы на разных уровнях сканирования, выявить травматические повреждения паренхиматозных органов, продолжающиеся кровотечения (экстравазация контрастного вещества и его очаговое накопление), повреждение сосудов (обрыв контрастирования, формирование ложной аневризмы).

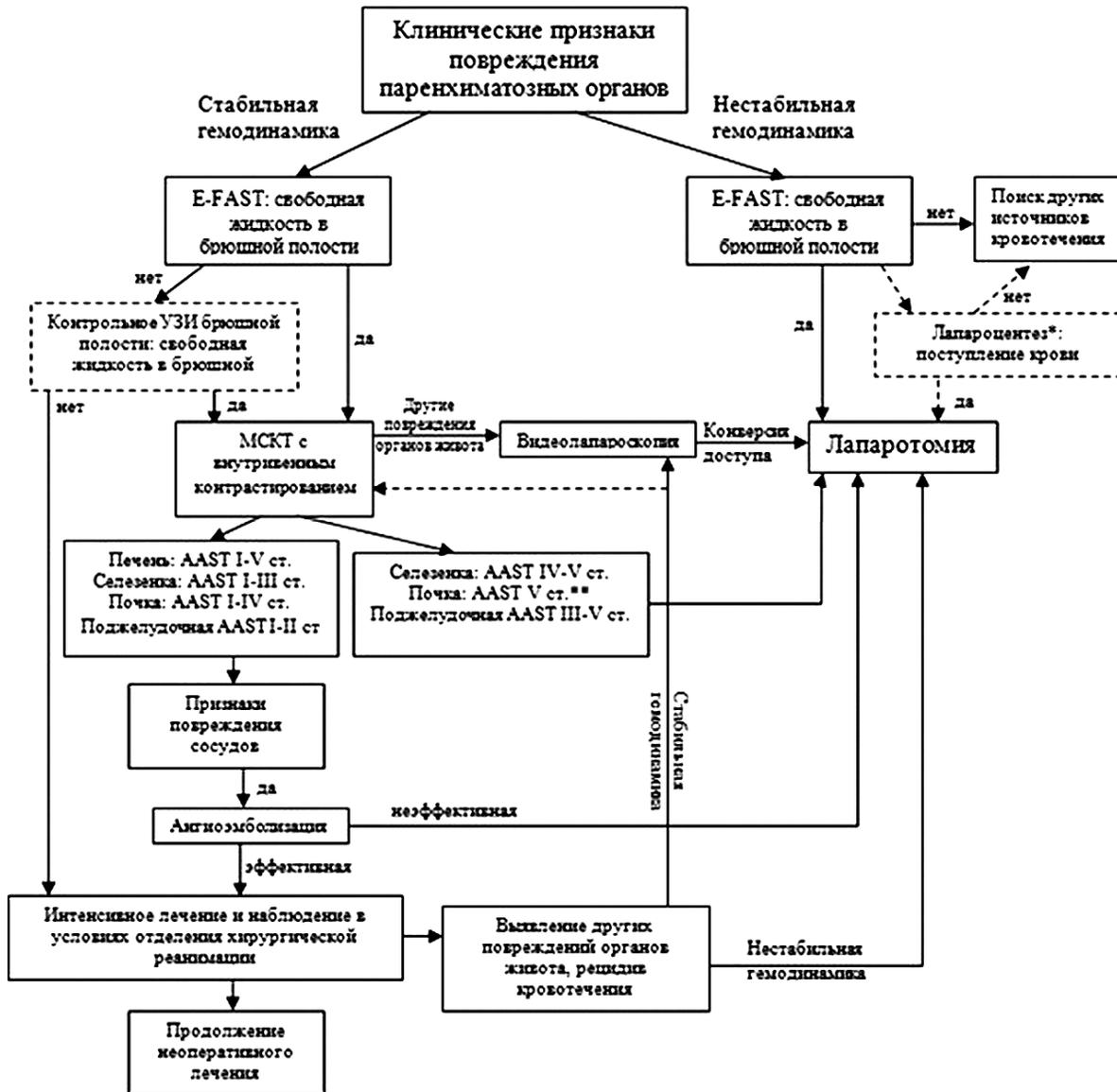


Рис. 1. Современный лечебно-диагностический алгоритм при закрытых повреждениях паренхиматозных органов живота

\* при нестабильной гемодинамике, при исключении других жизнеугрожающих источников продолжающегося кровотечения, отсутствии достоверных признаков наличия свободной жидкости в брюшной полости, невозможности выполнения УЗИ живота рекомендовано выполнение лапароцентеза

\*\* при краевом повреждении почечной артерии, стабильной гемодинамике и технической возможности — рассмотрение вопроса о постановке стент-графта

При повреждениях сосудов и продолжающемся кровотечении использовали ангиографию с последующим эндоваскулярным гемостазом с помощью сериографа Allura FD20 (Philips Medical Systems Nederland B.V., Нидерланды). Сосудистый доступ, как правило, выполняли путем пункции лучевой или бедренной артерий. С целью верификации источника выполнялась последовательная селективная и суперселективная катетеризация ветвей брюш-

ной аорты, в ходе которой оценивали наличие коллатералей и вариантной анатомии сосудов. Большинство эмболизирующих средств вызывают механическую окклюзию сосудов, создавая основу для образования тромба. Основные средства, использованные при эмболизации: сульфакрилат (B. Braun, Германия), измельченная гемостатическая губка (Белкозин, Россия), Липиодол® Ультра-Флюид (Франция), поливиниловый спирт (Contour, Boston Scientific,



США), металлические спирали (MReye, Cook Medical Co., США).

Объем гемоперитонеума у пострадавших определяли с путем проведения УЗИ и МСКТ-А при поступлении и в динамике. Видеолапароскопию осуществляли при подозрении на повреждение полых органов и диафрагмы по клиническим и инструментальным данным.

При отсутствии продолжающегося внутрибрюшного или забрюшинного кровотечения применялась консервативно-выжидательная тактика лечения. Для дальнейшего лечения и наблюдения пострадавших переводили в отделение хирургической реанимации, а затем — в отделение сочетанной травмы.

Пострадавшим с нестабильной гемодинамикой (подгруппа I Б), у которых выявляли обширную подкожную эмфизему или сомнительные признаки свободной жидкости, с целью исключения повреждения органов брюшной полости выполняли диагностический лапароцентез.

При продолжающемся внутрибрюшном кровотечении или признаках перитонита гемодинамически нестабильным пациентам в неотложном порядке выполняли лапаротомию.

В группе сравнения (подгруппы II А и II Б) независимо от состояния гемодинамики исполь-

зовали общепринятую тактику диагностики и лечения пострадавших, включающую проведение УЗИ, лапароцентеза и лапаротомии.

Результаты лечения сравнивали по показателям частоты осложнений, длительности стационарного лечения, количества открытых операций и летальности. Достоверность различий полученных результатов рассчитывали по критерию  $\chi^2$  Пирсона и t-критерию Стьюдента с использованием программного обеспечения Jamovi 2.3.

Исследование одобрено локальным этическим комитетом ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе» (протокол №9 от 12 ноября 2020 г.), выполнено в соответствии с этическими принципами Хельсинкской декларации (World Medical Association Declaration of Helsinki — Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013) и «Правилами клинической практики в Российской Федерации» (Приказ Минздрава РФ от 19.06.2003 № 266).

**Результаты и их обсуждение.** В обеих группах большинство пострадавших с закрытыми повреждениями паренхиматозных органов поступили в травмоцентр после падения с высоты и дорожно-транспортных происшествий (ДТП) (рис. 2).

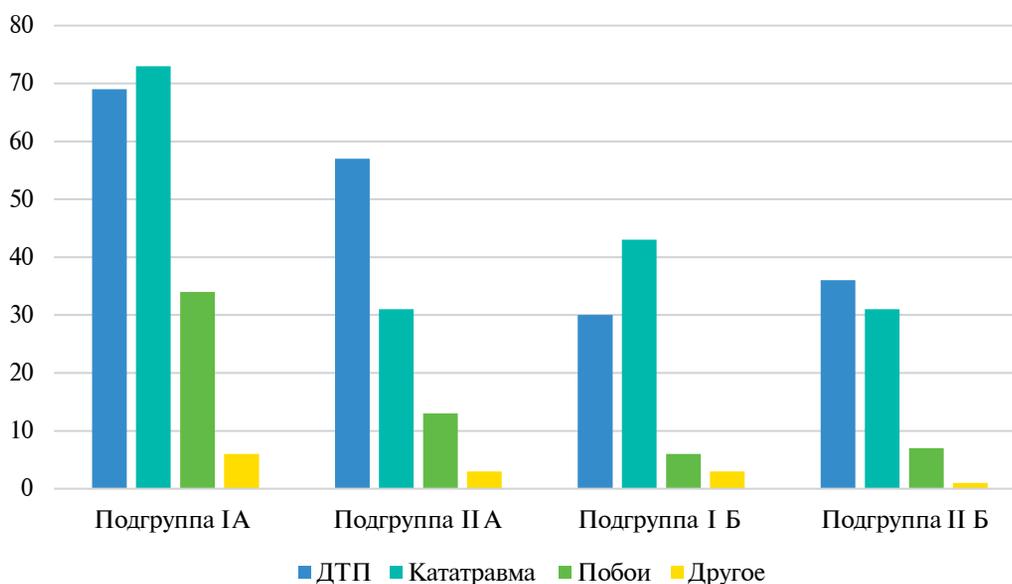


Рис. 2. Распределение пациентов по механизму травмы

Пострадавшие в группах представлены преимущественно мужчинами трудоспособного возраста. Статистически значимых различий между

подгруппами с учетом показателей гемодинамики при поступлении по тяжести травмы и тяжести состояния не было (табл. 1, 2).



Таблица 1. Характеристика подгрупп исследования со стабильной гемодинамикой

Показатели	Подгруппа I А, (n <sub>1а</sub> ± 182)	Подгруппа II А, (n <sub>2а</sub> ± 104)	Р
Пол:			
Мужчины, n (%)	133 (73,1,7)	77 (74,0)	0,870
Женщины, n (%)	49 (26,9)	27 (26,0)	
Возраст, лет (M ± m)	37,06 ± 14,11	37,22 ± 14,45	0,929
Время транспортировки в стационар, мин (M ± m)	70,63 ± 24,81	78,43 ± 41,67	0,107
АД на месте травмы, мм рт. ст. (M ± m)	112,55 ± 24,67	116,53 ± 29,36	0,419
Пульс на месте травмы, уд. в мин (M ± m)	96,90 ± 17,73	92,14 ± 13,68	0,103
АД при поступлении, мм рт. ст. (M ± m)	121,65 ± 19,19	118,40 ± 19,06	0,172
Пульс при поступлении, уд. в мин (M ± m)	91,49 ± 19,74	93,59 ± 15,82	0,358
Изолированные травмы живота, n (%)	25 (13,7)	12 (11,5)	0,788
Тяжесть травмы живота по AIS, баллы (M ± m)	2,93 ± 0,60	2,54 ± 0,78	0,087
Сочетанные травмы живота, n (%)	157 (86,3)	92 (88,5)	0,272
Тяжесть травмы по шкале ISS, баллы (M ± m)	25,28 ± 8,87	24,94 ± 9,45	0,802
Тяжесть травмы по шкале Ю.Н. Цибина, баллы (M ± m)	20,80 ± 4,77	10,89 ± 4,44	0,881
Тяжесть повреждения по шкале ВПХ-П, баллы (M ± m)	7,97 ± 6,68	8,77 ± 6,94	0,378
Тяжесть состояния по шкале ВПХ-СП, баллы (M ± m)	19,08 ± 4,83	20,00 ± 6,38	0,210

Таблица 2. Характеристика подгрупп исследования с нестабильной гемодинамикой

Показатели	Подгруппа I Б, (n <sub>1б</sub> ± 82)	Подгруппа II Б, (n <sub>2б</sub> ± 75)	Р
Пол:			
Мужчины, n (%)	57 (69,5)	53 (70,7)	0,805
Женщины, n (%)	25 (30,5)	22 (29,3)	
Возраст, лет (M ± m)	38,12 ± 14,66	33,08 ± 11,86	0,021
Время транспортировки в стационар, мин (M ± m)	64,66 ± 20,89	64,71 ± 21,84	0,991
АД на месте травмы, мм рт. ст. (M ± m)	84,71 ± 29,41	80,54 ± 25,38	0,448
Пульс на месте травмы, уд. в мин (M ± m)	100,18 ± 27,06	102,49 ± 21,33	0,662
АД при поступлении, мм рт. ст. (M ± m)	62,87 ± 34,73	69,80 ± 28,95	0,184
Пульс при поступлении, уд. в мин (M ± m)	102,72 ± 21,95	103,27 ± 31,85	0,908
Изолированные травмы живота, n (%)	3 (3,7)	7 (9,3)	0,510
Тяжесть травмы живота по AIS, баллы (M ± m)	3,67 ± 0,57	3,00 ± 0,82	0,242
Сочетанные травмы живота, n (%)	79 (96,3)	68 (90,7)	0,146
Тяжесть травмы по шкале ISS, баллы (M ± m)	36,41 ± 10,17	37,45 ± 10,14	0,548
Тяжесть травмы по шкале Ю.Н. Цибина, баллы (M ± m)	15,78 ± 5,34	16,17 ± 5,66	0,666
Тяжесть повреждения по шкале ВПХ-П, баллы (M ± m)	15,82 ± 9,60	17,72 ± 10,08	0,234
Тяжесть состояния по шкале ВПХ-СП, баллы (M ± m)	40,68 ± 20,08	36,08 ± 14,13	0,106

У пострадавших со стабильной гемодинамикой в обеих подгруппах чаще всего диагностировали повреждения паренхиматозных органов I–III степеней (рис. 3, 4).

В подгруппе I А повреждения селезенки составили 96 случаев (52,7%), печени — 66 (36,3%), почки — 54 (29,7%), поджелудочной железы — 12 (14,6%). В подгруппе II А: 57 (54,8%), 42 (40,9%), 19 (18,3%) и 9 (8,7%) соответственно.

В подгруппе I Б повреждения селезенки выявлены у 41 пострадавшего (50,0%), печени — у 46 (56,1%), почки — у 28 (34,1%), поджелудочной железы — у 9 (11,0%). В подгруппе II Б — соответственно у 39 (52,0%), 43 (57,3%), 29 (38,7%) и 6 (8,0%) (рис. 5, 6).

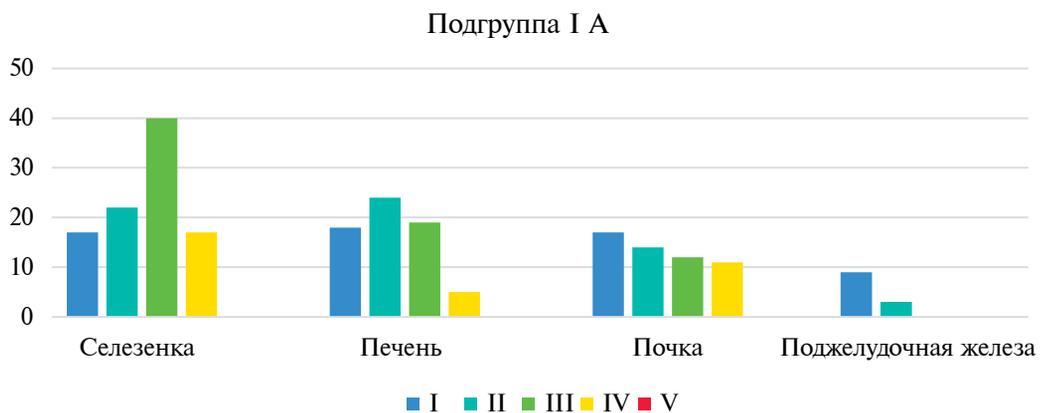


Рис. 3. Распределение пострадавших основной подгруппы со стабильной гемодинамикой в зависимости от поврежденного органа

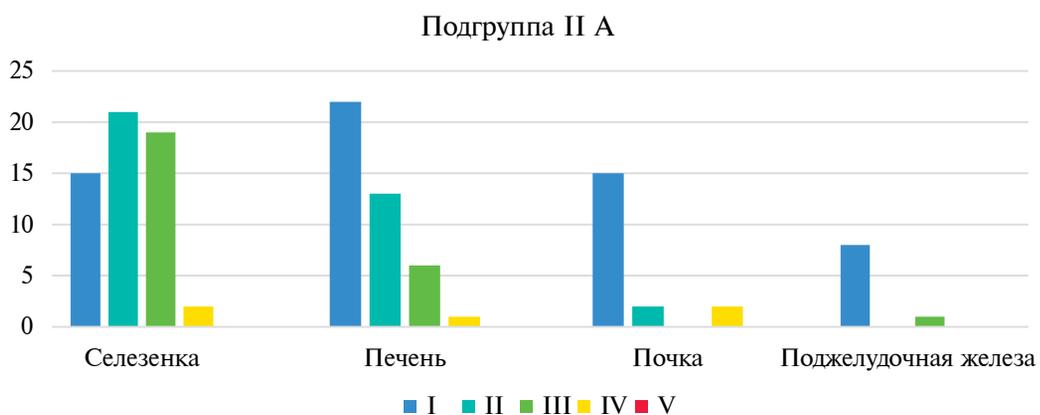


Рис. 4. Распределение пострадавших подгруппы сравнения со стабильной гемодинамикой в зависимости от поврежденного органа

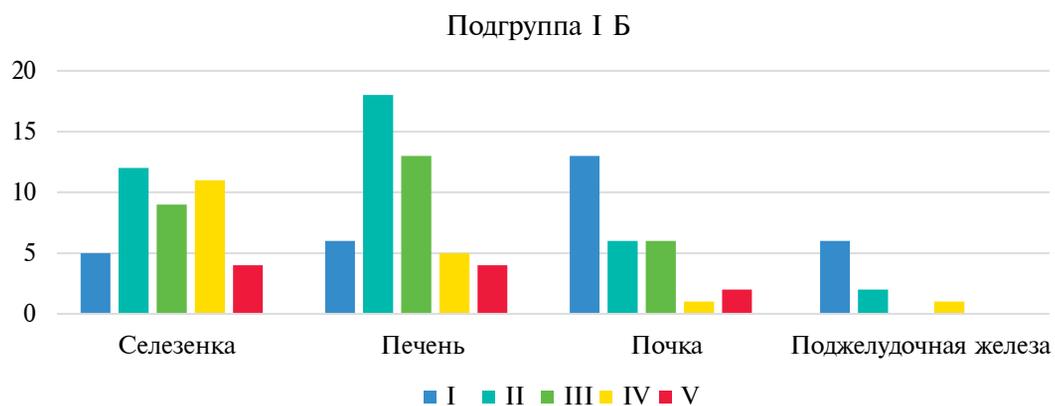
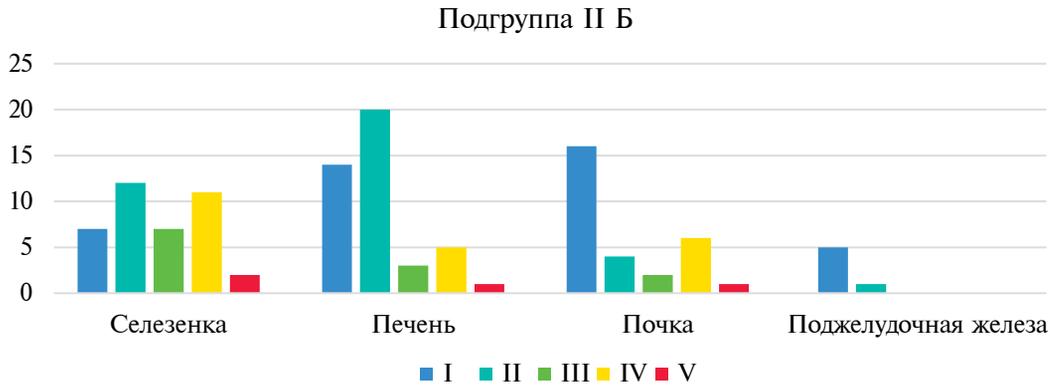


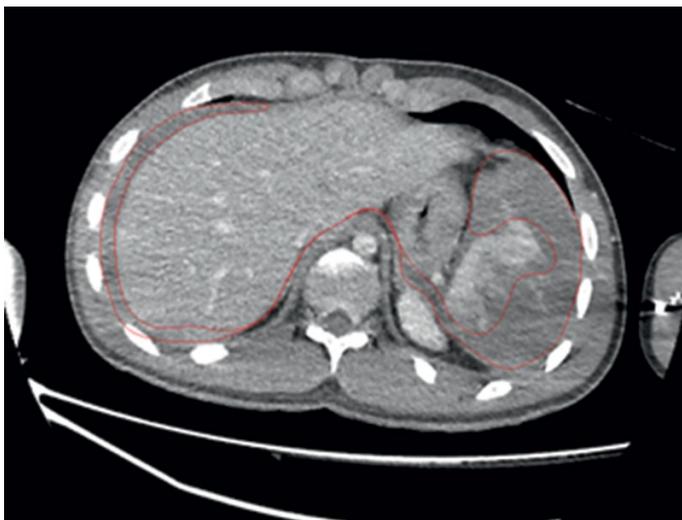
Рис. 5. Распределение пострадавших основной подгруппы с нестабильной гемодинамикой в зависимости от поврежденного органа



*Рис. 6. Распределение пострадавших подгруппы сравнения с нестабильной гемодинамикой в зависимости от поврежденного органа*

Среди пострадавших со стабильной гемодинамикой не выявлено статистически значимых различий по объему гемоперитонеума ( $p \pm 0,193$ ). В подгруппе исследования со стабильной гемодинамикой (I А) медиана объема гемоперитонеума составила 400 мл (ИКР: 300; 700 мл), в контрольной группе — 500 мл (ИКР: 300; 1000 мл).

С целью контроля изменения объема гемоперитонеума всем пострадавшим выполняли УЗИ и МСКТ-А в динамике (рис. 7). Чаще всего гемоперитонеум в подгруппе I А рассасывался в течение первых 4–7 суток после травмы.



*А*



*Б*

*Рис. 7. Определение объема гемоперитонеума на МСКТ-А с помощью ПО Vitrea: А — выделение контуров гемоперитонеума на аксиальных срезах; Б — 3D-реконструкция гемоперитонеума с расчетом объема и плотности*

*Таблица 3. Распределение пострадавших с повреждениями паренхиматозных органов в зависимости от показателей гемодинамики и вида лечения*

Гемодинамика при поступлении	Стабильная		р	Нестабильная		р
	n <sub>1a</sub>	95		n <sub>1b</sub>	23	
Консервативное лечение	n <sub>2a</sub>	12	<0,001	n <sub>2b</sub>	3	<0,001



Гемодинамика при поступлении	Стабильная		p	Нестабильная		p
	n <sub>1a</sub>			n <sub>1b</sub>		
Эмболизация	n <sub>1a</sub>	31	<0,001	n <sub>1b</sub>	5	<0,001
	n <sub>2a</sub>	0		n <sub>2b</sub>	0	
Лапароцентез	n <sub>1a</sub>	0	<0,001	n <sub>1b</sub>	30	<0,001
	n <sub>2a</sub>	58		n <sub>2b</sub>	52	
Видеолапароскопия	n <sub>1a</sub>	42	<0,001	n <sub>1b</sub>	5	<0,001
	n <sub>2a</sub>	48		n <sub>2b</sub>	6	
Лапаротомия	n <sub>1a</sub>	46	<0,001	n <sub>1b</sub>	55	<0,001

Из таблицы 3 следует, что в исследуемой группе у пострадавших со стабильной гемодинамикой (I А) проводилось преимущественно консервативное лечение травм паренхиматозных органов (52,2%). В ней, по сравнению с показателями группы сравнения (II А), отмечено уменьшение количества выполняемых видеолапароскопий на 23,0% и лапаротомий на 41,0%. В подгруппе I А ангиография выполнена 43 пострадавшим. Эмболизация сосудов с целью остановки выявленного при этом продолжающегося кровотечения произведена 31 пациенту: 15 — с использованием клеевой композиции (Гистоакрил® / Липиодол), 4 — микроспиральями, 10 — измельченной гемостатической губкой, 2 — микросферами. Рецидив кровотечения у 1 пострадавшего после эмболизации гемостатической губкой. У 3 пациентов, перенесших неселективную эмболизацию ствола селезеночной артерии, в последующем выполнена спленэктомия по поводу инфаркта и абсцесса селезенки.

В исследуемой группе у пострадавших с нестабильной гемодинамикой (I Б) также отмечалось статистически значимое снижение количества выполняемых лапаротомий на 16,9,8% и увеличе-

ние количества пролеченных консервативно пациентов на 24,0%. Статистически значимого отличия между подгруппами I Б и II Б по использованию видеолапароскопий не выявлено.

Уменьшение количества выполняемых лапаротомий в подгруппе I Б связано с преобладанием тяжести повреждения других областей, а также отличием подходов в диагностике повреждений внутрибрюшных органов.

Путем использования нового алгоритма удалось сохранить поврежденную селезенку в 68,8% наблюдений (подгруппа I А). Двухэтапных разрывов, а также рецидивов кровотечения после эмболизации среди данных пострадавших не было.

Распределение пострадавших в зависимости от возникших осложнений и исходов лечения приведено в таблицах 4 и 5. В подгруппе сравнения (II А) отмечалось существенно большее количество местных осложнений по сравнению с группой исследования (I А) (p < 0,001). Статистически значимых различий в частоте висцеральных и генерализованных осложнений, а также летальности между исследуемыми группами выявлено не было.

Таблица 4. Распределение пострадавших со стабильной гемодинамикой в зависимости от осложнений и исходов лечения

Показатели	Группа		p
	Подгруппа I А, (n <sub>1a</sub> = 182)	Подгруппа II А, (n <sub>2a</sub> = 104)	
<b>Неинфекционные осложнения, n (%):</b>			
Острый инфаркт миокарда	1 (0,5)	3 (2,9)	0,148
ТЭЛА	5 (2,7)	6 (5,8)	0,340
<b>Инфекционные осложнения, n (%):</b>			
Местные	3 (1,6)	13 (12,5)	<0,001
Висцеральные	43 (23,6)	27 (26,0)	0,796
Генерализованные	8 (4,4)	9 (8,7)	0,199
<b>Продолжительность лечения выживших пострадавших, сут. (M ± m)</b>	19,37 ± 14,26	21,11 ± 19,28	0,396
<b>Летальные исходы, n (%)</b>	12 (6,6)	12 (11,5)	0,396

Таблица 5. Распределение пострадавших с нестабильной гемодинамикой в зависимости от осложнений и исходов лечения

Показатели	Группа		p
	Подгруппа I Б, (n <sub>1a</sub> = 82)	Подгруппа II Б, (n <sub>2b</sub> = 75)	
<b>Неинфекционные осложнения, n (%):</b>			
Острый инфаркт миокарда	1 (1,2)	0 (0)	1,000
ТЭЛА	2 (2,4)	4 (5,3)	0,439
<b>Инфекционные осложнения, n (%):</b>			
Местные	5 (6,1)	9 (12,0)	0,274
Висцеральные	23 (28,0)	27 (36,0)	0,421
Генерализованные	10 (12,2)	13 (17,3)	0,446
<b>Продолжительность лечения выживших пострадавших, сут. (M ± m)</b>	35,52 ± 22,08	32,26 ± 26,90	0,697
<b>Летальные исходы, n (%)</b>	43 (52,4)	41 (54,7)	0,884

**Обсуждение.** У пациентов со стабильной гемодинамикой при использовании нового алгоритма диагностика внутрибрюшных кровотечений проводилась с использованием неинвазивных и высокотехнологических лучевых методов, а лапароскопия выполнялась только у пострадавших с нестабильной гемодинамикой при невозможности выполнения УЗИ живота.

По результатам данного исследования, при травмах паренхиматозных органов предпочтение стоит отдавать селективной эмболизации в связи с высоким риском возникновения обширных инфарктов и последующих инфекционных осложнений при эмболизации неселективной.

Применение тактики неоперативного и минимально инвазивного лечения способствовало снижению частоты местных осложнений, что, вероятно, обусловлено уменьшением количества выполняемых травматичных оперативных вмешательств.

Неоперативное лечение закрытых травм живота должно проводиться в крупных травмоцентрах, где имеется весь спектр оказания помощи. На сегодняшний день нет четких критериев отбора пациентов для неоперативного лечения, но ряд исследователей [1, 4, 38] единогласно считают, что наличие стабильной гемодинамики является обязательным фактором отбора. Также стоит отметить, что совершенствование методик, появление высокоточного

диагностического и хирургического оборудования повлияло на минимизацию агрессивной хирургической тактики лечения, что позволило снизить уровень летальности и частоту осложнений [6, 7].

При закрытых повреждениях паренхиматозных органов живота в травмоцентрах первого уровня можно использовать тактику неоперативного и минимально инвазивного лечения, что совпадает с мнением многих зарубежных и отечественных экспертов в области хирургии повреждений.

**Заключение.** Согласно полученным данным до 58,3% (154 из 264) пострадавших с закрытыми повреждениями паренхиматозных органов живота могут быть вылечены консервативно или с применением малоинвазивных хирургических способов путем применения современных интервенционных лучевых методов. При использовании предложенного алгоритма возможно проводить лечение повреждений паренхиматозных органов без санационных оперативных вмешательств даже при значительном объеме гемоперитонеума. Благодаря использованию тактики неоперативного и минимально инвазивного лечения удалось сохранить поврежденную селезенку в 68,8% (66/96) наблюдений, а также уменьшить количество выполняемых диагностических видеолапароскопий — на 23,0% (42/182 против 48/104, лапаротомий — на 41,0% (46/182 против 69/104).

**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. Gönültaş F., Kutlutürk K., Gok A.F.K. et al. Analysis of Risk Factors of Mortality in Abdominal Trauma. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2020;26(1):43–49. DOI: 10.14744/tjtes.2019.12147.



2. Afifi I., Abayazeed S., El-Menyar A. et al. Blunt Liver Trauma: A Descriptive Analysis from a Level I Trauma Center. *BMC Surg.* 2018;18(1):42. DOI: 10.1186/s12893-018-0369-4.
3. Costa G., Tierno S.M., Tomassini F. et al. The Epidemiology and Clinical Evaluation of Abdominal Trauma. An Analysis of a Multidisciplinary Trauma Registry. *Ann Ital Chir.* 2010;81(2):95–102. PMID: 20726387.
4. Smith J., Caldwell E., D'Amours S. et al. Abdominal Trauma: A Disease in Evolution. *ANZ J Surg.* 2005;75(9):790–794. DOI: 10.1111/j.1445-2197.2005.03524.x.
5. Wiik Larsen J., Søreide K., Søreide J.A. et al. Epidemiology of Abdominal Trauma: An Age- And Sex-Adjusted Incidence Analysis with Mortality Patterns. *Injury.* 2022;53(10):3130–3138. DOI: 10.1016/j.injury.2022.06.020.
6. Asensio J.A., Forno W., Gambaro E. et al. Abdominal Vascular Injuries. The Trauma Surgeon's Challenge. *Ann Chir Gynaecol.* 2000;89(1):71–78. PMID: 10791649.
7. Mehta N., Babu S., Venugopal K. An Experience with Blunt Abdominal Trauma: Evaluation, Management and Outcome. *Clin Pract.* 2014;4(2):599. DOI: 10.4081/cp.2014.599.
8. Swaid F., Peleg K., Alfici R. et al.; Israel Trauma Group; Kessel B. Concomitant Hollow Viscus Injuries in Patients with Blunt Hepatic and Splenic Injuries: an Analysis of a National Trauma Registry Database. *Injury.* 2014;45(9):1409–1412. DOI: 10.1016/j.injury.2014.02.027.
9. Wessells H., Suh D., Porter J.R. et al. Renal Injury and Operative Management in the United States: Results of a Population-Based Study. *J Trauma.* 2003;54(3):423–430. DOI: 10.1097/01.TA.0000051932.28456.F4.
10. Meng M.V., Brandes S.B., McAninch J.W. Renal Trauma: Indications and Techniques for Surgical Exploration. *World J Urol.* 1999;17(2):71–77. DOI: 10.1007/s003450050109.
11. Morey A.F., Brandes S., Dugi D.D. 3<sup>rd</sup> et al.; American Urological Association. Urotrauma: AUA guideline. *J Urol.* 2014;192(2):327–335. DOI: 10.1016/j.juro.2014.05.004.
12. Heuer M., Hussmann B., Lefering R., et al; Trauma Registry of the DGU. Pancreatic Injury in 284 Patients with Severe Abdominal Trauma: Outcome, Course, and Treatment Algorithm. *Langenbecks Arch Surg.* 2011;396(7):1067–1076. DOI: 10.1007/s00423-011-0836-1.
13. Antonacci N., Di Saverio S., Ciaroni V. et al. Prognosis and Treatment of Pancreaticoduodenal Traumatic Injuries: Which Factors are Predictors of Outcome? *J Hepatobiliary Pancreat Sci.* 2011;18(2):195–201. DOI: 10.1007/s00534-010-0329-6.
14. Bavishi D., Khajanchi M., Prajapati R. et al. Management of Pancreatic Trauma in Urban India: a Multicenter Study. *Ann Med Surg (Lond).* 2022 13;78:103564. DOI: 10.1016/j.amsu.2022.103564.
15. Тулунов А. Н., Мануковский В.А. Закрытые повреждения живота: руководство для врачей. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. 232 с. DOI: 10.33029/9704-6186- 0-CIA-2021-1-232.
16. Sargent J.C., Marquardt C.R. Renal Injuries. *J Urol.* 1950;63(1):1–8, illust; Disc 25–29. DOI: 10.1016/S0022-5347(17)68727-5.
17. Hinton J.W. Injuries to the Abdominal Viscera: Their Relative Frequency and Their Management. *Ann Surg.* 1929 Sep;90(3):351–356. DOI: 10.1097/00000658-192909000-00003.
18. Lucas C.E., Ledgerwood A.M. Changing Times and the Treatment of Liver Injury. *Am Surg.* 2000;66(4):337–341. PMID: 10776869.
19. David Richardson J., Franklin G.A., Lukan J.K. et al. Evolution in the Management of Hepatic Trauma: A 25-Year Perspective. *Ann Surg.* 2000;232(3):324–330. DOI: 10.1097/00000658-200009000-00004.
20. Redman H.C., Reuter S.R., Bookstein J.J. Angiography in Abdominal Trauma. *Ann Surg.* 1969;169(1):57–66. DOI: 10.1097/00000658-196901000-00005.
21. Smith H.E., Biffi W.L., Majercik S.D. et al. Splenic Artery Embolization: Have We Gone Too Far? *J Trauma.* 2006 Sep;61(3):541-4; discussion 545–546. DOI: 10.1097/01.ta.0000235920.92385.2b.
22. Pryor J.P., Braslow B., Reilly P.M. et al. The Evolving Role of Interventional Radiology in Trauma Care. *J Trauma.* 2005;59(1):102–104. DOI: 10.1097/01.ta.0000171455.66437.de.
23. Bland-Sutton J. Observations on the Surgery of the Spleen. *Br J Surg.* 1912;1:157–172.
24. Morris D.H., Bullock F.D. The Importance of the Spleen in Resistance to Infection. *Ann Surg.* 1919;70(5):513–521. DOI: 10.1097/00000658-191911000-00001.
25. Morris D.H., Bullock F.D. The Importance of the Spleen in Resistance to Infection. *Ann Surg.* 1919;70(5):513–521. DOI: 10.1097/00000658-191911000-00001.
26. Perry J.F. Jr. Injuries of the Spleen. *Curr Probl Surg.* 1988;25(12):749–859. DOI: 10.1016/0011-3840(88)90022-6.
27. Mishalany H. Repair of the Ruptured Spleen. *J Pediatr Surg.* 1974;9(2):175–178. DOI: 10.1016/s0022-3468(74)80117-x.



28. Howman-Giles R., Gilday D.L., Venugopal S. et al. Splenic Trauma—Nonoperative Management and Long-Term Follow-Up by Scintiscan. *J Pediatr Surg.* 1978;13(2):121-126. DOI: 10.1016/s0022-3468(78)80002-5.
29. Longo W.E., Baker C.C., McMillen M.A. et al. Nonoperative Management of Adult Blunt Splenic Trauma. Criteria For Successful Outcome. *Ann Surg.* 1989;210(5):626–629. DOI: 10.1097/00000658-198911000-00010.
30. Thompson P. Evolving Role of Ultrasound in the Emergency Department. *Emerg Med Australas.* 2008;20(5):375–378. DOI: 10.1111/j.1742-6723.2008.01121.x.
31. Hounsfield G.N. Computerized Transverse Axial Scanning (Tomography). 1. Description of System. *Br J Radiol.* 1973;46(552):1016–1022. DOI: 10.1259/0007-1285-46-552-1016.
32. Federle M.P., Crass R.A., Jeffrey R.B., Trunkey D.D. Computed Tomography in Blunt Abdominal Trauma. *Arch Surg.* 1982;117(5):645–650. DOI: 10.1001/archsurg.1982.01380290091016.
33. Toombs B.D., Lester R.G., Ben-Menachem Y., Sandler C.M. Computed Tomography in Blunt Trauma. *Radiol Clin North Am.* 1981;19(1):17–35. PMID: 7220837.
34. Oldham K.T., Guice K.S., Ryckman F. et al. Blunt Liver Injury in Childhood: Evolution of Therapy and Current Perspective. *Surgery.* 1986;100(3):542–549. PMID: 3738775.
35. Hoff W.S., Holevar M., Nagy K.K., et al; Eastern Association for the Surgery of Trauma. Practice Management Guidelines for the Evaluation of Blunt Abdominal Trauma: The East Practice Management Guidelines Work Group. *J Trauma.* 2002;53(3):602–615. DOI: 10.1097/00005373-200209000-00038.
36. Gillman L.M., Ball C.G., Panebianco N. et al. Clinician Performed Resuscitative Ultrasonography for the Initial Evaluation and Resuscitation of Trauma. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2009;17:34. DOI: 10.1186/1757-7241-17-34.
37. Polytrauma Guideline Update Group. Level 3 Guideline on the Treatment of Patients with Severe/Multiple Injuries: AWMF Register-Nr. 012/019. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2018;44(Suppl 1):3–271. DOI: 10.1007/s00068-018-0922-y.
38. Гавришук Я.В., Мануковский В.А., Тулунов А.Н., Демко А.Е., Колчанов Е.А., Савелло В.Е. и др. Возможности консервативного и малоинвазивного органосохраняющего лечения повреждений селезенки при закрытых травмах живота у взрослых // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 2021. Т. 180, № 4. С. 18–27 DOI: 10.24884/0042-4625-2021-180-4-18-27.
39. Гуманенко Е.К., Бояринцев В.В., Супрун Т.Ю., Ващенко В.В. Методология объективной оценки тяжести травм (Часть I. Оценка тяжести механических повреждений) // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 1997. Т. 156, № 2. С. 11–16. EDN: VPHCSV.
40. Гуманенко Е.К., Бояринцев В.В., Супрун Т.Ю. Методология объективной оценки тяжести травм (Часть III. Оценка тяжести состояния раненых и пострадавших) // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 1997. Т. 156, № 4. С. 10–15. EDN: NXEQEP.

## REFERENCES

1. Gönültaş F., Kutlutürk K., Gok A.F.K. et al. Analysis of Risk Factors of Mortality in Abdominal Trauma. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2020;26(1):43–49. DOI: 10.14744/tjtes.2019.12147.
2. Afifi I., Abayazeed S., El-Menyar A. et al. Blunt Liver Trauma: A Descriptive Analysis from a Level I Trauma Center. *BMC Surg.* 2018;18(1):42. DOI: 10.1186/s12893-018-0369-4.
3. Costa G., Tierno S.M., Tomassini F. et al. The Epidemiology and Clinical Evaluation of Abdominal Trauma. An Analysis of a Multidisciplinary Trauma Registry. *Ann Ital Chir.* 2010;81(2):95–102. PMID: 20726387.
4. Smith J., Caldwell E., D'Amours S. et al. Abdominal Trauma: A Disease in Evolution. *ANZ J Surg.* 2005;75(9):790–794. DOI: 10.1111/j.1445-2197.2005.03524.x.
5. Wiik Larsen J., Søreide K., Søreide J.A. et al. Epidemiology of Abdominal Trauma: An Age- And Sex-Adjusted Incidence Analysis with Mortality Patterns. *Injury.* 2022;53(10):3130–3138. DOI: 10.1016/j.injury.2022.06.020.
6. Asensio J.A., Forno W., Gambaro E. et al. Abdominal Vascular Injuries. The Trauma Surgeon's Challenge. *Ann Chir Gynaecol.* 2000;89(1):71–78. PMID: 10791649.
7. Mehta N., Babu S., Venugopal K. An Experience with Blunt Abdominal Trauma: Evaluation, Management and Outcome. *Clin Pract.* 2014;4(2):599. DOI: 10.4081/cp.2014.599.
8. Swaid F., Peleg K., Alfici R. et al.; Israel Trauma Group; Kessel B. Concomitant Hollow Viscus Injuries in Patients with Blunt Hepatic and Splenic Injuries: an Analysis of a National Trauma Registry Database. *Injury.* 2014;45(9):1409–1412. DOI: 10.1016/j.injury.2014.02.027.
9. Wessells H., Suh D., Porter J.R. et al. Renal Injury and Operative Management in the United States: Results of a Population-Based Study. *J Trauma.* 2003;54(3):423–430. DOI: 10.1097/01.TA.0000051932.28456.F4.



10. Meng M.V., Brandes S.B., McAninch J.W. Renal Trauma: Indications and Techniques for Surgical Exploration. *World J Urol.* 1999;17(2):71–77. DOI: 10.1007/s003450050109.
11. Morey A.F., Brandes S., Dugi D.D. 3<sup>rd</sup> et al.; American Urological Association. Urotrauma: AUA guideline. *J Urol.* 2014;192(2):327–335. DOI: 10.1016/j.juro.2014.05.004.
12. Heuer M., Hussmann B., Lefering R., et al; Trauma Registry of the DGU. Pancreatic Injury in 284 Patients with Severe Abdominal Trauma: Outcome, Course, and Treatment Algorithm. *Langenbecks Arch Surg.* 2011;396(7):1067–1076. DOI: 10.1007/s00423-011-0836-1.
13. Antonacci N., Di Saverio S., Ciaroni V. et al. Prognosis and Treatment of Pancreaticoduodenal Traumatic Injuries: Which Factors are Predictors of Outcome? *J Hepatobiliary Pancreat Sci.* 2011;18(2):195–201. DOI: 10.1007/s00534-010-0329-6.
14. Bavishi D., Khajanchi M., Prajapati R. et al. Management of Pancreatic Trauma in Urban India: a Multicenter Study. *Ann Med Surg (Lond).* 2022 13;78:103564. DOI: 10.1016/j.amsu.2022.103564.
15. Tulupov A.N., Manukovsky V.A. *Zakrytie povrezhdeniya zhivota: rukovodstvo dlya vrachey [Closed Abdominal Injuries: A Guide for Physicians]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2021. DOI: 10.33029/9704-6186-0-CIA-2021-1-232.
16. Sargent J.C., Marquardt C.R. Renal Injuries. *J Urol.* 1950;63(1):1–8, illust; Disc 25–29. DOI: 10.1016/S0022-5347(17)68727-5.
17. Hinton J.W. Injuries to the Abdominal Viscera: Their Relative Frequency and Their Management. *Ann Surg.* 1929 Sep;90(3):351–356. DOI: 10.1097/00000658-192909000-00003.
18. Lucas C.E., Ledgerwood A.M. Changing Times and the Treatment of Liver Injury. *Am Surg.* 2000;66(4):337–341. PMID: 10776869.
19. David Richardson J., Franklin G.A., Lukan J.K. et al. Evolution in the Management of Hepatic Trauma: A 25-Year Perspective. *Ann Surg.* 2000;232(3):324–330. DOI: 10.1097/00000658-200009000-00004.
20. Redman H.C., Reuter S.R., Bookstein J.J. Angiography in Abdominal Trauma. *Ann Surg.* 1969;169(1):57–66. DOI: 10.1097/00000658-196901000-00005.
21. Smith H.E., Biffi W.L., Majercik S.D. et al. Splenic Artery Embolization: Have We Gone Too Far? *J Trauma.* 2006 Sep;61(3):541–4; discussion 545–546. DOI: 10.1097/01.ta.0000235920.92385.2b.
22. Pryor J.P., Braslow B., Reilly P.M. et al. The Evolving Role of Interventional Radiology in Trauma Care. *J Trauma.* 2005;59(1):102–104. DOI: 10.1097/01.ta.0000171455.66437.de.
23. Bland-Sutton J. Observations on the Surgery of the Spleen. *Br J Surg.* 1912;1:157–172.
24. Morris D.H., Bullock F.D. The Importance of the Spleen in Resistance to Infection. *Ann Surg.* 1919;70(5):513–521. DOI: 10.1097/00000658-191911000-00001.
25. Morris D.H., Bullock F.D. The Importance of the Spleen in Resistance to Infection. *Ann Surg.* 1919;70(5):513–521. DOI: 10.1097/00000658-191911000-00001.
26. Perry J.F. Jr. Injuries of the Spleen. *Curr Probl Surg.* 1988;25(12):749–859. DOI: 10.1016/0011-3840(88)90022-6.
27. Mishalany H. Repair of the Ruptured Spleen. *J Pediatr Surg.* 1974;9(2):175–178. DOI: 10.1016/s0022-3468(74)80117-x.
28. Howman-Giles R., Gilday D.L., Venugopal S. et al. Splenic Trauma—Nonoperative Management and Long-Term Follow-Up by Scintiscan. *J Pediatr Surg.* 1978;13(2):121–126. DOI: 10.1016/s0022-3468(78)80002-5.
29. Longo W.E., Baker C.C., McMillen M.A. et al. Nonoperative Management of Adult Blunt Splenic Trauma. Criteria For Successful Outcome. *Ann Surg.* 1989;210(5):626–629. DOI: 10.1097/00000658-198911000-00010.
30. Thompson P. Evolving Role of Ultrasound in the Emergency Department. *Emerg Med Australas.* 2008;20(5):375–378. DOI: 10.1111/j.1742-6723.2008.01121.x.
31. Hounsfield G.N. Computerized Transverse Axial Scanning (Tomography). 1. Description of System. *Br J Radiol.* 1973;46(552):1016–1022. DOI: 10.1259/0007-1285-46-552-1016.
32. Federle M.P., Crass R.A., Jeffrey R.B., Trunkey D.D. Computed Tomography in Blunt Abdominal Trauma. *Arch Surg.* 1982;117(5):645–650. DOI: 10.1001/archsurg.1982.01380290091016.
33. Toombs B.D., Lester R.G., Ben-Menachem Y., Sandler C.M. Computed Tomography in Blunt Trauma. *Radiol Clin North Am.* 1981;19(1):17–35. PMID: 7220837.
34. Oldham K.T., Guice K.S., Ryckman F. et al. Blunt Liver Injury in Childhood: Evolution of Therapy and Current Perspective. *Surgery.* 1986;100(3):542–549. PMID: 3738775.



35. Hoff W.S., Holevar M., Nagy K.K., et al; Eastern Association for the Surgery of Trauma. Practice Management Guidelines for the Evaluation of Blunt Abdominal Trauma: The East Practice Management Guidelines Work Group. *J Trauma*. 2002;53(3):602–615. DOI: 10.1097/00005373-200209000-00038.

36. Gillman L.M., Ball C.G., Panebianco N. et al. Clinician Performed Resuscitative Ultrasonography for the Initial Evaluation and Resuscitation of Trauma. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2009;17:34. DOI: 10.1186/1757-7241-17-34.

37. Polytrauma Guideline Update Group. Level 3 Guideline on the Treatment of Patients with Severe/ Multiple Injuries: AWMF Register-Nr. 012/019. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2018;44(Suppl 1):3–271. DOI: 10.1007/s00068-018-0922-y.

38. Gavrishuk Y.V., Manukovskiy V.A., Tulupov A.N. et al. Possibilities of Non-Operative and Minimally Invasive Organ-Preserving Spleen Injuries Management in Blunt Abdominal Injuries in Adults. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2021;180(4):18–27. (In Russ.). DOI: 10.24884/0042-4625-2021-180-4-18-27.

39. Gumanenko E.K., Boiarintsev V.V., Suprun T.I., Vashchenkov V.V. Metodologiya ob'ektivnoy otsenki tyazhesti travm (Chast' 1. Otsenka tyazhesti mekhanicheskikh povrezhdeniy) [A Methodology for the Objective Assessment of Trauma Severity (Part I. Assessment of the Severity of Mechanical Damage)]. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 1997;156(2):11–16. EDN: VPHCSV.

40. Gumanenko E.K., Boyarintsev V.V., Suprun T.Yu. [The methodology for the objective assessment of trauma severity (Part III. Assessment of the Severity of the Condition of the Wounded and Injured)]. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 1997;156(4):10–15. EDN: NXEQEP.

#### **АВТОРЫ**

*Гавришук Ярослав Васильевич*, к.м.н. — ORCID: 0000-0001-7506-2992

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

*Тулупов Александр Николаевич*, д.м.н., проф. — ORCID: 0000-0003-2696-4847

*Демко Андрей Евгеньевич*, д.м.н., проф. — ORCID: 0000-0002-5606-288X

*Колчанов Евгений Александрович* — ORCID: 0000-0001-9716-4981

*Киселев Максим Анатольевич* — ORCID: 0000-0002-8412-1699

*Казанкин Андрей Сергеевич* — ORCID: 0000-0003-2280-1936

*Кажанов Игорь Владимирович*, д.м.н. — ORCID: 0000-0003-2880-2630

*Сиваков Алексей Анатольевич*, к.м.н., доц. — ORCID: 0009-0001-4504-7545

*Есютин Игорь Николаевич*, к.м.н. — ORCID: 0009-0001-0072-8769

*Титов Руслан Викторович*, к.м.н. — ORCID: 0000-0003-2280-8265

*Норкина Лилия Владимировна* — ORCID: 0009-0005-1044-3555

#### **AUTHORS**

*Gavrishchuk Yaroslav Vasil'evich*, Ph.D. — ORCID: 0000-0001-7506-2992

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

*Tulupov Aleksandr Nikolaevich*, Dr.Sci. (Medicine), Prof. — ORCID: 0000-0003-2696-4847

*Demko Andrey Evgen'evich*, Dr.Sci. (Medicine), Prof. — ORCID: 0000-0002-5606-288X

*Kolchanov Evgeniy Aleksandrovich* — ORCID: 0000-0001-9716-4981

*Kiselev Maksim Anatol'evich* — ORCID: 0000-0002-8412-1699

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

*Kazhanov Igor' Vladimirovich*, Dr.Sci. (Medicine) — ORCID: 0000-0003-2880-2630

*Sivakov Aleksey Anatol'evich*, Ph.D., Assoc. Prof. — ORCID: 0009-0001-4504-7545

*Yesyutin Igor' Nikolaevich*, Ph.D. — ORCID: 0009-0001-0072-8769

*Titov Ruslan Viktorovich*, Ph.D. — ORCID: 0000-0003-2280-8265

*Norkina Liliya Vladimirovna* — ORCID: 0009-0005-1044-3555



УДК 615.81 : 617-089.844 : 616-001.515

DOI: 10.54866/27129632\_2025\_4\_41

## РОЛЬ NPWT-ТЕРАПИИ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ВЫСОКИМИ АМПУТАЦИЯМИ КОНЕЧНОСТЕЙ ПОСЛЕ МИННО-ВЗРЫВНОГО РАНЕНИЯ

© М.Ю. КАБАНОВ<sup>1,2</sup>, Н.И. ГЛУШКОВ<sup>1,2</sup>, Т.Л. ГОРШЕНИН<sup>1,2</sup>, М.А. БИНИЕНКО<sup>1</sup>, В.О. МИРОШНИЧЕНКО<sup>1</sup>, О.С. КРАВЦОВА<sup>1</sup>, А.Н. ЗЕМЛИН<sup>1</sup>, А.Р. ОМАРОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> СПб ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн», Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

### РЕЗЮМЕ

**ОБОСНОВАНИЕ.** Данное исследование направлено на решение актуальной клинко-хирургической задачи — обоснование и оценку эффективности NPWT-терапии в комплексном лечении пациентов с высокими ампутациями конечностей после минно-взрывной травмы с применением объективных критериев оценки раневого процесса, включая адаптированную шкалу Бейтс-Дженсен (BWAT-M).

**ЦЕЛЬ:** сравнить эффективность использования NPWT-терапии и повязок из альгината кальция в комплексном лечении пациентов с высокими ампутациями конечностей после минно-взрывного ранения.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** В исследование включены 60 раненых пациентов с высокими ампутациями конечностей (на уровне голени и бедра), проходившие лечение в 2024–2025 гг. в СПб ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн». Группы разделены на основную (А) и контрольную (В) по 30 пациентов. Группа А — пациенты, получавшие комплексную терапию с использованием NPWT-терапии, группа В — пациенты, которым проводилось комплексное лечение без применения NPWT-терапии, для местного лечения применялся современный перевязочный материал: повязки с альгинатом кальция. Оценка динамики течения раневого процесса и готовность раны культи к закрытию проводилась с помощью адаптированной шкалы Бейтс-Дженсен (BWAT-M).

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** В основной группе (А) после  $5 \pm 2$  сеансов NPWT-терапии удалось подготовить рану к пластическому закрытию в среднем за  $15 \pm 6$  суток. Дно раны покрылось яркими зрелыми грануляциями, налеты фибрина стали скудными. Количество раневого отделяемого уменьшалось, уровень микробной обсемененности снился до  $10^3$  на 1 мл отделяемого, отек и гиперемия кожных краев стихли. Суммарный балл по шкале BWAT-M составил  $21 \pm 3$  баллов. В контрольной группе (В) потребовалось больше времени, чтобы подготовить рану к пластическому закрытию. Полного очищения раны от фибрина и гнойного отделяемого удалось добиться спустя  $21 \pm 6$  суток ( $7 \pm 2$  перевязок). Суммарный балл по шкале BWAT-M к 21 суткам составил  $21 \pm 4$  баллов.

**ВЫВОДЫ.** У пациентов с высокими ампутациями конечностей после минно-взрывного ранения применение NPWT-терапии в комплексной терапии с адекватной антибактериальной терапией и адекватным дебридментом раны позволяет в кратчайшие сроки подготовить рану к пластическому закрытию.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** минно-взрывное ранение, ампутация, лечение ран отрицательным давлением, NPWT-терапия, шкала Бейтс-Дженсен, антибиотикорезистентность, формирование культи.

**КАК ЦИТИРОВАТЬ.** Кабанов М.Ю., Глушков Н.И., Горшенин Т.Л., Биниенко М.А., Мирошниченко В.О., Кравцова О.С., Землин А.Н., Омаров А.Р. Роль NPWT-терапии в комплексном лечении пациентов с высокими ампутациями конечностей после минно-взрывного ранения // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2025. № 4. С. 41–48.

## ROLE OF NPWT THERAPY IN COMPREHENSIVE TREATMENT OF PATIENTS WITH HIGH LIMB AMPUTATIONS AFTER MINE-BLAST WOUNDS

© M.YU. KABANOV<sup>1,2</sup>, N.I. GLUSHKOV<sup>1,2</sup>, T.L. GORSHENIN<sup>1,2</sup>, M.A. BINIENKO<sup>1</sup>, V.O. MIROSHNICHENKO<sup>1</sup>, O.S. KRAVTSOVA<sup>1</sup>, A.N. ZEMLIN<sup>1</sup>, A.R. OMAROV<sup>1</sup>

<sup>1</sup> St. Petersburg State Budgetary Institution “Hospital for War Veterans”, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia



## ABSTRACT

**RATIONALE.** This study is aimed at solving an urgent clinical and surgical problem that is justification and evaluation of the effectiveness of NPWT therapy in the complex treatment of patients with high limb amputations after mine-blast injury, using objective criteria for assessing the wound process, including the adapted Bates-Jensen scale (BWAT-M).

**OBJECTIVE** is to compare the effectiveness of NPWT therapy and calcium alginate dressings in the complex treatment of patients with high limb amputations after mine-blast injury.

**MATERIALS AND METHODS.** The study included 60 wounded patients with high limb amputations (at the level of the lower leg and thigh), who were treated in the St. Petersburg State Budgetary Institution "Hospital for War Veterans" in 2024–2025. The groups were divided into the main and control, each consisting of 30 patients. The main group A were patients who received complex therapy using NPWT therapy, and the comparison group B included patients who underwent complex treatment without NPWT therapy, for local treatment a modern dressing material was used - dressings with calcium alginate. The dynamics of the wound process and the readiness of the stump wound for closure were assessed using the adapted Bates-Jensen scale (BWAT-M).

**RESULTS.** In the main group (A), after  $5 \pm 2$  sessions of NPWT therapy, it was possible to prepare the wound for plastic closure, on average in  $15 \pm 6$  days. The bottom of the wound was covered with bright mature granulations, fibrin deposits became scanty. The amount of wound discharge decreased, the level of microbial contamination dropped to 103 per 1 ml of discharge, edema and hyperemia of the skin edges subsided. The total score on the BWAT-M scale was  $21 \pm 3$  points. In the control group (B), it took more time to prepare the wound for plastic closure. Complete wound cleansing from fibrin and purulent discharge was achieved after  $21 \pm 6$  days ( $7 \pm 2$  dressings). The total score on the BWAT-M scale by day 21 was  $21 \pm 4$  points.

**CONCLUSIONS.** In patients with high limb amputations after mine-blast wounds, the use of NPWT therapy in combination with adequate antibacterial therapy and adequate wound debridement allows for the shortest possible time to prepare the wound for plastic closure.

**KEYWORDS:** mine-blast wound, amputation, negative pressure wound treatment, NPWT therapy, Bates-Jensen scale, antibiotic resistance, stump formation.

**TO CITE THIS ARTICLE.** Kabanov M.Yu., Glushkov N.I., Gorshenin T.L., Binyenko M.A., Miroshnichenko V.O., Kravtsova O.S., Zemlin A.N., Omarov A.R. Role of npwt therapy in comprehensive treatment of patients with high limb amputations after mine-blast wounds. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanlidze.* 2025;(4):41–48.

**Введение.** История развития хирургических методов лечения огнестрельных ранений насчитывает много лет. Однако, каждый затяжной вооруженный конфликт вновь заставляет хирургов обращаться к этой проблеме. Совершенствование современного оружия, рост и изменение его поражающих свойств, а также изменение тактики ведения боевых действий привели к трансформации механизмов и тяжести боевых повреждений [1]. Первоначально большинство ранений были огнестрельными, тогда как в последние годы значительно увеличилась доля проникающих ранений, вызванных высокоэнергетическими взрывами.

Амуниция нового поколения, квалифицированная и своевременная технологичная медицинская помощь на всех этапах медицинской эвакуации привели к росту показателей выживаемости среди раненых. В отличие от предыдущих войн, такая амуниция эффективно защищает туловище, делая при этом конечности относительно более уязвимыми для современных видов оружия [2, 3].

По статистике от  $\frac{1}{2}$  до  $\frac{3}{4}$  ранений в современных вооруженных конфликтах приходится на

ранения конечностей [4]. Подавляющее число из них составляют высокоэнергетические повреждения с массивным разрушением тканей и большой кровопотерей. Тяжелые травмы конечностей, такие как травматические ампутации, характеризуются высоким риском развития ранних инфекционных осложнений и нередкой хронизацией течения раневого процесса в отдаленном периоде [5]. Ранения конечностей обуславливают более половины хирургических вмешательств и сопровождаются значительными финансовыми затратами на многоэтапное лечение и реабилитацию [2, 3]. В настоящее время хирургическая помощь участникам боевых действий предполагает лечение обширных минно-взрывных ранений конечностей. Своевременная медицинская помощь и совершенствование хирургических методов за последнее десятилетие привели к изменению подходов к лечению боевых ран конечностей. Из-за обширности зоны вторичного повреждения тканей первичное закрытие таких ран противопоказано, что требует применение других хирургических методов лечения [2, 6].



С другой стороны, наблюдается постоянный рост агрессивности нозокомиальной флоры. Хирургическая инфекция в стационарах проявляется тяжелым течением и часто не поддается стандартным методам лечения. Все это приводит к постоянному росту осложнений гнойно-некротических заболеваний и нагноению послеоперационных ран различной локализации [7]. Объективными причинами развития хирургической инфекции ампутированных культей на этапе стационарного лечения являются травматичность и объем оперативного вмешательства, неадекватная санация очага инфекции на этапах эвакуации, нарушение техники ампутации, наличие госпитальной инфекции, нарушенный лимфатический дренаж, тканевая гипоксия, исходная анемия и гипопротеинемия, а также тяжелая эндогенная интоксикация, сниженный иммунный статус и антибиотикорезистентность [8].

Терапия ран с помощью локального отрицательного давления (NPWT, Negative Pressure Wound Treatment) используется уже на протяжении трех десятков лет, и показания к ее применению включают хронические, острые и травматические раны, пролежни и синдром диабетической стопы, ожоги и пластические операции [2, 9]. Применение NPWT-терапии способствует эффективному очищению раны и подготовке мягких тканей к закрытию за счет стимуляции ангиогенеза, уменьшения локального интерстициального отека и межклеточного давления, усиления местного кровообращения, сокращения раневой поверхности, снижения риска инфекционных осложнений и трудозатрат на смену классических повязок [1, 2, 3].

Концепция применения NPWT-терапии при лечении боевых ранений основана на результатах ее использования в гражданской практике [2, 9]. Благодаря достигнутым успехам в лечении травматических повреждений у гражданского населения, метод был активно внедрен в военно-медицинскую практику и стал одним из ключевых подходов к ведению таких пациентов [2, 9]. Вместе с тем, несмотря на обширную литературу, посвященную различным аспектам NPWT при травмах мирного времени, исследований, посвященных ее применению при боевых ранениях, остается недостаточно.

**Цель исследования:** оценить эффективность использования NPWT-терапии и альгината кальция в комплексном лечении пациентов с высокими ампутациями конечностей после минно-взрывного ранения.

**Материалы и методы.** В исследование включены 60 раненых с высокими ампутациями конеч-

ностей (на уровне голени и бедра), проходивших лечение в 2024–2025 гг. в СПб ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн». Все пациенты были переведены из Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова с ампутированными конечностями на уровне бедра, голени. Средний возраст составил  $32 \pm 8$  лет. Ампутированные культы у пациентов были не сформированы и представляли из себя открытые гранулирующие раны, в дне определялся опил ампутированной кости и отечные мышцы с налетами фибрина и участками некрозов. Сроки от момента ранения составляли около месяца, в среднем  $32 \pm 16$  суток. В зависимости от используемого метода лечения выделены 2 группы пациентов. Основная группа А ( $n \pm 30$ ) — пациенты получавшие комплексную терапию с использованием NPWT-терапии, группа сравнения В ( $n \pm 30$ ) — пациенты, которым проводилось комплексное лечение без применения NPWT-терапии, для местного лечения применялся современный перевязочный материал — повязки с альгинатом кальция.

Выполнялось стандартное комплексное обследование пациентов обеих групп. Производился клинический анализ крови, биохимический анализ крови, общий анализ мочи, ЭКГ. Выполнялась рентгенография органов грудной клетки и культы ампутированной конечности в двух проекциях для оценки состояния опиленной кости и исключения контактного остеоита, периостита и остеомиелита. Проводилась оценка бактериальной обсемененности ран в обеих группах с помощью бактериологических посевов отделяемого из ран на микрофлору и определение чувствительности к антибиотикам.

Стандартное комплексное лечение включало в себя антибактериальную, дезинтоксикационную, реологическую, антикоагулянтную, антисекреторную, общеукрепляющую терапию. В основной группе для местного лечения применяли NPWT-терапию с использованием отечественного аппарата «ВИТ® Мобил». После дообследования и предоперационной подготовки по показаниям выполнялась реампутация пораженной конечности или этапные хирургические обработки. В обеих группах производился дебридмент раневого ложа с использованием ультразвуковой кавитации физиологическим раствором 0,9%. В основной (А) и контрольной (В) группах перевязки выполнялись каждые 72 часа.

Эффективность проводимой терапии, а также степень готовности раны к закрытию и формированию культы оценивали с помощью адаптированной шкалы Бейтс-Дженсен (BWAT — Bates-Jensen Wound Assessment Tool). Шкала Бей-



тс-Дженсен (в дальнейшем — BWAT-M) состоит из 10 пунктов, отражающих различные характеристики пролежней и ран [10]. В адаптированную версию BWAT-M дополнительно включены критерии, характеризующие состояние раны, лабораторные маркёры воспаления и нутритивный статус. Каждый критерий оценивается по 5-балльной шкале; суммарный балл варьирует от 10 до 50 и служит основанием для оценки готовности ампутационной культи к пластическому закрытию.

Полученные результаты подвергались статистической обработке с сопоставлением средних показателей ( $M \pm m$ ) в обследуемых группах/подгруппах. Достоверность различий определяли с помощью непараметрического критерия Вилкоксона-Манна-Уитни. Достоверными принимали значения  $p < 0,05$ .

**Результаты и обсуждение.** Средний балл по шкале BWAT-M в основной (А) и контрольной (В) группах не имел статистически значимых различий и составил  $39 \pm 4$  в основной группе и  $40 \pm 4$  — в контрольной.

В группе А через 72 часа после начала NPWT-терапии при первой перевязке у 21 пациента (70%) в глубине раны выявляли яркие грануляции, уменьшение объема отделяемого за сутки, а также снижение отека и гиперемии кожи; суммарный балл по шкале BWAT-M составил  $35 \pm 5$ .

В группе Б первую перевязку также выполняли спустя 72 часа после наложения повязок с альгинатом кальция. На первой перевязке в контрольной группе грануляции были вялыми, в дне раны сохранялись фибриновые налеты в большем количестве, чем в основной группе; отек и гиперемия кожи также регрессировали. Суммарный балл по шкале BWAT-M составил  $37 \pm 6$ .

При оценке уровня бактериальной загрязненности выявлено, что в обеих группах преобладали *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*. Всем пациентам проводили антибактериальную терапию. В соответствии с рекомендациями по эмпирической антимикробной терапии все пациенты были стратифицированы по СКАТ и отнесены к типу III б [11]. В качестве стартового антибиотика применялся цефоперазон + сульбактам 1 г + 1 г в/в капельно 2 раза в сутки с последующей деэскалацией и назначением этиотропной антибактериальной терапии, исходя из полученных результатов посевов раневого отделяемого. Уровень бактериальной обсемененности уменьшился и в основной группе на первой перевязке составил

$10^5$  на 1 мл отделяемого, в контрольной группе  $10^6$  на 1 мл отделяемого.

Впоследствии перевязки выполнялись через 3 суток. Оценивался суммарный балл по шкале BWAT-M. В группе А после  $5 \pm 2$  сеансов NPWT-терапии удалось подготовить рану к пластическому закрытию в среднем за  $15 \pm 6$  суток. Дно раны покрылось яркими зрелыми грануляциями, налеты фибрина стали скудными. Количество раневого отделяемого уменьшилось, уровень микробной обсемененности снизился до  $10^3$  на 1 мл отделяемого, отек и гиперемия кожных краев стихли. Суммарный балл по шкале BWAT-M составил  $21 \pm 3$  баллов.

В группе Б потребовалось больше времени, чтобы подготовить рану к пластическому закрытию. Полного очищения раны от фибрина и гнойного отделяемого удалось добиться спустя  $21 \pm 6$  суток ( $7 \pm 2$  перевязок). Суммарный балл по шкале BWAT-M к 21 суткам составил  $21 \pm 4$  (рис. 1).

В обеих группах после подготовки ран к пластическому закрытию и оценки готовности ран по шкале BWAT-M выполнена пластика ран местными тканями (формирование культи). В послеоперационном периоде у 2 пациентов группы А выявлены признаки серозного целлюлита, в дальнейшем раны у этих пациентов заживали частично вторичным натяжением. В группе Б у 4 пациентов выявлено нагноение послеоперационной раны, выполнялись этапные хирургические обработки с последующим наложением вторичных швов. Швы снимались через 14–18 дней. После заживления ран пациенты осматривались протезистами и направлялись в санаторно-курортный комплекс в ожидании протезирования.

**Клинический пример.** Пациент Э., 37 лет, поступил в СПб ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн» 28.11.2024 из Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова на 18 суток после ранения. Ранение получено 10.11.2024. На этапах медицинской эвакуации обследован, установлен диагноз: «Минно-взрывное ранение от 10.11.2024. Осколочное ранение левой нижней конечности. Необратимая ишемия левой нижней конечности». 10.11.2024 выполнена операция: Ампутация левой нижней конечности на уровне средней трети бедра. 14.11.2024 доставлен в ВМедА, где проводилось лечение в объеме этапных вторичных хирургических обработок, наложения NPWT-систем. 28.11.2024 переведен в 6 отделение гнойной хирургии СПб ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн» для дальнейшего лечения. На рисунке 2 — вид раны при поступлении.

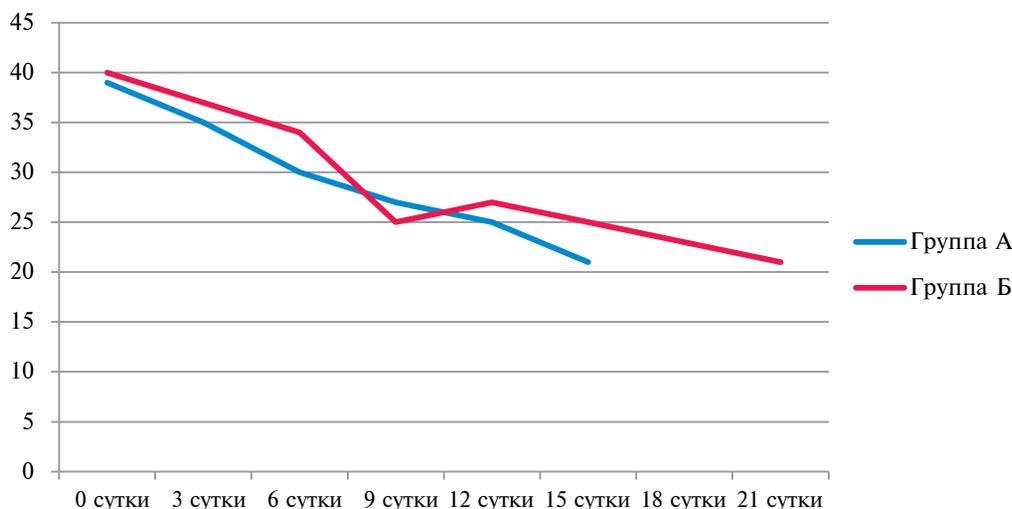


Рис. 1. Диаграмма средней скорости очищения ран культей (в сутках) и готовности их к пластическому закрытию (в баллах) в исследуемых группах



Рис. 2. Вид раны ампутированной культы левого бедра пациента Э. при поступлении

Пациенту проводилась комплексная антибактериальная и дезинтоксикационная терапия, профилактика стрессовых язв ЖКТ и венозных тромбозных осложнений, обезболивание. В качестве эмпирической антимикробной терапии применялся цефепим + сульбактам 1 г + 1 г в/в капельно 2 раза в сутки. При микробиологическом исследовании отделяемого раны была получена полирезистентная грамотрицательная флора: *Enterobacter cloacae*  $10^8$ , *Acinetobacter baumannii*  $10^8$ . С учетом полученных данных, выполнялась коррекция антимикробной терапии. Пациенту в качестве этиотропной терапии был

назначен меропенем 1 г 3 раза в сутки в/в капельно. В последующем выполнялась деэскалация, пациенту применялся амикацин 1,5 г в/в капельно 1 раз в сутки.

Пациенту после дообследования и предоперационной подготовки выполнена хирургическая обработка раны культы с применением NPWT-терапии. Иссечены некрозы в дне раны, некрозы фасции, установлена NPWT-система с отрицательным давлением 90–110 мм рт. ст. Смена NPWT-системы проводилась через 72 часа. Всего выполнено 5 оперативных вмешательств с хирургической обработкой раны и сменой NPWT-системы, что позволило подготовить рану к пластическому закрытию (рис. 3 и 4).



Рис. 3. Рентгенография культы левого бедра пациента Э. при поступлении



*Рис. 4. Вид раны ампутационной культи пациента Э. после 3 сеанса NPWT-терапии перед этапной хирургической обработкой*

После нормализации лабораторных показателей (нормализации уровня лейкоцитов, С-реактивного белка, гипопроотеинемии), по шкале BWAT-M получено 20 баллов, больному выполнена пластика раны культы местными тканями, произведено формирование культы (рис. 5).



*Рис. 5. Вид раны на 1-е сутки после формирования культы*

Послеоперационный период протекал без осложнений. Швы сняты через 18 суток, рана зажила первичным натяжением (рис. 6). Пациент направлен в санаторно-курортный комплекс для реабилитации и ожидания протезирования.



*Рис. 6. 18-е сутки после формирования культы, день снятия швов*

#### **Выводы:**

1. У пациентов с высокими ампутациями конечностей после минно-взрывного ранения применение NPWT-терапии позволяет в кратчайшие сроки подготовить рану к пластическому закрытию.

2. Использование NPWT-терапии должно проходить в комплексной терапии с адекватной антибактериальной терапией и адекватным дебридментом раны.

3. Критерием оценки готовности раны к пластическому закрытию является суммарный балл по адаптированной шкале Бейтс-Дженсен менее 21.

4. Ампутационные культы после применения NPWT-терапии по сравнению с лечением под повязками с альгинатом кальция раньше становятся пригодными к пластическому закрытию и сопровождаются меньшим числом воспалительных осложнений в раннем послеоперационном периоде.

**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. Порханов В.А., Богданов С.Б., Горюнов С.В. и др. Вакуумная терапия: учебно-методическое пособие для врачей. Краснодар: ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, 2023. 348 с. EDN: XSQVTG.
2. Бубман Л.И., Топольняская С.В., Молочников А.Ю. и др. Применение метода локального отрицательного давления в комплексном лечении пациентов с боевыми травмами конечностей опыт одного центра // Раны и раневые инфекции. 2024. Т. 11, №2. С. 16–29. EDN: BOEMDF.
3. Hinck D., Franke A., Gatzka F. Use of vacuum-assisted closure negative pressure wound therapy in combat-related injuries — literature review. *Mil Med.* 2010;175(3):173–181. DOI: 10.7205/MILMED-D-09-00075.
4. Дмитриев Н.В. Невоенная полевая хирургия. Лечение огнестрельных ран в условиях ограниченных ресурсов: монография. Барнаул: Новый формат, 2024. 208 с.
5. Борисов И.В., Митиш В.А., Пасхалова Ю.С. Анализ раневых инфекций при боевой травме в США (обзор литературы) // Раны и раневые инфекции. 2024. Т. 11, №2. С. 8–14. DOI: 10.25199/2408-9613-2024-11-2-6-12.
6. Connolly M., Ibrahim Z.R., Johnson O.N. 3rd. Changing paradigms in lower extremity reconstruction in war-related injuries. *Mil Med Res.* 2016;3:9. DOI: 10.1186/s40779-016-0080-7.
7. Kollef M.H., Torres A., Shorr A.F., Martin-Loeches I., Micek S.T. Nosocomial infection. *Crit Care Med.* 2021;49(2):169–187. DOI: 10.1097/CCM.0000000000004783.
8. Пильников С.А., Войновский А.Е. Анаэробная инфекция при минно взрывной травме конечностей // Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова. 2020. Т. 15, №3–2. С. 68–76. DOI: 10.25881/BPNM SC.2020.31.31.013013013013013013013013013.
9. Maurya S., Bhandari P.S. Negative pressure wound therapy in the management of combat wounds: a critical review. *Adv Wound Care (New Rochelle).* 2016;5(9):379–389. DOI: 10.1089/wound.2014.0624.
10. Bates-Jensen B., McCreath H., Harputlu D., Patlan A. Reliability of the Bates-Jensen wound assessment tool for pressure injury assessment: The pressure ulcers detection study. *Wound Repair Regen.* 2019;27(4):386–395. DOI: 10.1111/wrr.12714.
11. Программа СКАТ (Стратегия Контроля Антимикробной Терапии) при оказании стационарной медицинской помощи: Российские клинические рекомендации / под ред. С.В. Яковлева, Н.И. Брико, С.В. Сидоренко, Д.Н. Проценко. М.: Перо, 2018. 156 с.

#### REFERENCES

1. Porkhanov V.A., Bogdanov S.B., Goryunov S.V. et al. *Vakuumnaya terapiya [Vacuum therapy]*. Krasnodar; 2023. 348 p. (In Russ.). EDN: XSQVTG.
2. Bubman L.I., Topolyanskaya S.V., Molochnikov A.Yu. Local Negative Pressure Wound Therapy in Patients with Combat Limb Injuries: One-center Experience. *Wounds and Wound Infections.* 2024;11(2):16–29. (In Russ.). EDN: BOEMDF.
3. Hinck D., Franke A., Gatzka F. Use of vacuum-assisted closure negative pressure wound therapy in combat-related injuries — literature review. *Mil Med.* 2010;175(3):173–181. DOI: 10.7205/MILMED-D-09-00075.
4. Dmitriev N.V. *Nevoennaya polevaya khirurgiya. Lechenie ognestrelnykh ran v usloviyakh ogranichennykh resursov [Non-military field surgery. Treatment of gunshot wounds in conditions of limited resources]*. Barnaul; 2024. 208 p. (In Russ.).
5. Borisov I.V., Mitish V.A., Paskhalova Y.S. Analysis of Wound Infections in Combat Injuries in US (a Literature Review). *Wounds and Wound Infections.* 2024;11(2):8–14. (In Russ.) DOI: 10.25199/2408-9613-2024-11-2-6-12.
6. Connolly M., Ibrahim Z.R., Johnson O.N. 3rd. Changing paradigms in lower extremity reconstruction in war-related injuries. *Mil Med Res.* 2016;3:9. DOI: 10.1186/s40779-016-0080-7.
7. Kollef M.H., Torres A., Shorr A.F., Martin-Loeches I., Micek S.T. Nosocomial infection. *Crit Care Med.* 2021;49(2):169–187. DOI: 10.1097/CCM.0000000000004783.
8. Pilnikov S.A., Vojnovskij A.E. Anaerobic Infection in Mine-explosive Injury of the Extremities. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center.* 2020;15(3–2):68–76. (In Russ.) DOI: 10.25881/BPNM SC.2020.31.31.013013013013013013013013013.
9. Maurya S., Bhandari P.S. Negative pressure wound therapy in the management of combat wounds: a critical review. *Adv Wound Care (New Rochelle).* 2016;5(9):379–389. DOI: 10.1089/wound.2014.0624.



10. Bates-Jensen B., McCreath H., Harputlu D., Patlan A. Reliability of the Bates-Jensen wound assessment tool for pressure injury assessment: The pressure ulcers detection study. *Wound Repair Regen.* 2019;27(4):386-395. DOI: 10.1111/wrr.12714.

11. Yakovlev S.V., Briko N.I., Sidorenko S.V., Protsenko D.N., eds. *Programma SKAT (Strategiya Kontrolya Antimikrobnoy Terapii) pri okazanii statsionarnoj meditsinskoj pomoshchi: Rossijskie klinicheskie rekomendatsii [SKAT program (Strategy for Control of Antimicrobial Therapy) when providing stationary medical care: Russian clinical recommendations]*. Moscow; 2018. (In Russ.).

#### **АВТОРЫ**

**Кабанов Максим Юрьевич**, д.м.н. — ORCID: 0000-0002-9901-8520

**Глушков Николай Иванович**, д.м.н., проф. — ORCID: 0000-0001-8146-4728

**Горшенин Тимофей Леонидович**, д.м.н., проф. — SPIN: 6124-1311

**Биниенко Михаил Анатольевич**, к.м.н. — ORCID: 0000-0002-8226-3757

**Мирошниченко Вячеслав Олегович** — ORCID: 0009-0008-0372-6073

**Кравцова Ольга Сергеевна** — ORCID: 0000-0003-1165-4598

**Землин Александр Николаевич** — ORCID: 0009-0004-9421-1227

**Омаров Али Рабаданович** — ORCID: 0009-0000-9380-2739

#### **AUTHORS**

**Kabanov Maksim Yur'evich**, Dr.Sci. (Medicine) — ORCID: 0000-0002-9901-8520

**Glushkov Nikolay Ivanovich**, Dr.Sci. (Medicine), Prof. — ORCID: 0000-0001-8146-4728

**Gorshenin Timofey Leonidovich**, Dr.Sci. (Medicine), Prof. — SPIN: 6124-1311

**Binienko Mikhail Anatol'evich**, Ph.D. — ORCID: 0000-0002-8226-3757

**Miroshnichenko Vyacheslav Olegovich** — ORCID: 0009-0008-0372-6073

**Kravtsova Ol'ga Sergeevna** — ORCID: 0000-0003-1165-4598

**Zemlin Aleksandr Nikolaevich** — ORCID: 0009-0004-9421-1227

**Omarov Ali Rabadanovich** — ORCID: 0009-0000-9380-2739



УДК 617-089

DOI: 10.54866/27129632\_2025\_4\_49

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНТРАОПЕРАЦИОННОЙ КТ-НАВИГАЦИИ ПРИ БАЛЛОННОЙ КИФОПЛАСТИКЕ ПОЗВОНКОВ

© М.В. КУБАСОВ<sup>1</sup>, М.Н. КРАВЦОВ<sup>1,2,3</sup>, И.С. ЖЕЛЕЗНЯК<sup>1</sup>, А.И. ШИХБАЛАЕВ<sup>2</sup>, В.Е. ПАРФЁНОВ<sup>2</sup>, В.А. МАНУКОВСКИЙ<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

### РЕЗЮМЕ

За последние годы применение КТ-навигации в хирургии позвоночника значительно расширилось. Внедрение гибридных методик пункционной аугментации позвонков потенциально позволит повысить их точность и снизить лучевую нагрузку на операционную бригаду.

**ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ:** апробировать модифицированную методику баллонной кифопластики под интраоперационной компьютерно-томографической навигацией.

**ДИЗАЙН ИССЛЕДОВАНИЯ:** описание серии случаев.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** В соответствии с методом интраоперационного лучевого сопровождения при кифопластике компрессионных переломов тел позвонков, выделено две группы пациентов: основная группа ( $n \pm 26$ ), где кифопластика проводилась под КТ-навигацией, и контрольная группа ( $n \pm 28$ ) со стандартным применением рентгеноскопии. Проанализированы показатели: наличие миграции полиметилметакрилата; восстановленная высота тела позвонка в абсолютных значениях (мм); время, потраченное на всю процедуру; выраженность болевого синдрома в течение первых суток после операции по ВАШ; лучевая нагрузка на хирургов.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Критической миграции полиметилметакрилата в обеих сериях оперативных вмешательств не наблюдалось. Статистически незначимыми оказались показатели восстановления высоты тела позвонка и анализ выраженности болевого синдрома. Продолжительность операции в основной группе — 35 мин [ИКР 30; 35] против 45 мин [ИКР 40; 50] в контрольной группе. ЭД хирурга в контрольной группе: 0,25 мЗв; ЭквД хрусталика глаза 6,86 мЗв; кожи кистей 15,57 мЗв; в основной группе 0,16 мЗв; ЭквД хрусталика глаза 1,40 мЗв; кожи кистей 1,72 мЗв.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ:** использование интраоперационной КТ-навигации при баллонной кифопластике позволяет сократить время, затрачиваемое на процедуру и значительно снизить лучевую нагрузку на хирурга.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** баллонная кифопластика, рентгеноскопия, КТ-навигация, радиационная безопасность, эффективные дозы облучения, эквивалентные дозы облучения.

**КАК ЦИТИРОВАТЬ.** Кубасов М.В., Кравцов М.Н., Железняк И.С., Шихбалаев А.И., Парфёнов В.Е., Мануковский В.А. Применение интраоперационной КТ-навигации при баллонной кифопластике позвонков // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2025. № 4. С. 49–57.

## THE USE OF INTRAOPERATIVE CT NAVIGATION IN BALLOON KYPHOPLASTY

© M.V. KUBASOV<sup>1</sup>, M.N. KRAVTSOV<sup>1,2,3</sup>, I.S. ZHELEZNYAK<sup>1</sup>, A.I. SHIHBALAEV<sup>2</sup>, V.E. PARFENOV<sup>2</sup>, V.A. MANUKOVSKY<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

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

### ABSTRACT

The use of CT navigation in spinal surgery has greatly expanded its indications in recent years. The introduction of vertebral augmentation procedures has the potential to improve their accuracy and reduce radiation exposure to the operating team.



**THE AIM** of the study was to test a modified balloon kyphoplasty technique under intraoperative computed tomography navigation.

**STUDY DESIGN** is case series description.

**MATERIALS AND METHODS.** In accordance with the method of intraoperative radiation guidance during kyphoplasty for compression fractures of the vertebral bodies, two groups of patients were identified: the main group ( $n \pm 26$ ), where kyphoplasty was performed under CT navigation, and the control group ( $n \pm 28$ ), with standard use of fluoroscopy. The following indicators were analyzed: presence of PMMA migration; restored vertebral body height in absolute values (mm); time spent on the entire procedure; severity of pain syndrome during the first day after surgery according to VAS; radiation exposure to surgeons.

**RESULTS.** No critical migration of polymethyl methacrylate was observed in either series of surgical interventions. The indicators of vertebral body height restoration and analysis of pain syndrome severity were statistically insignificant. The duration of the operation in the main group was 35 min [IQR 30; 35] versus 45 min [IQR 40; 50] in the control group. Effective radiation dose to the surgeon in the control group was the following: 0.25 mSv; Equivalent dose to the lens of the eye 6.86 mSv; skin of the hands 15.57 mSv; in the main group 0.16 mSv; equivalent dose to the lens of the eye 1.40 mSv; skin of the hands 1.72 mSv.

**CONCLUSION.** The use of intraoperative CT navigation in balloon kyphoplasty reduces the time spent on the procedure and significantly reduces the radiation exposure of the surgeon.

**KEYWORDS:** balloon kyphoplasty, fluoroscopy, CT navigation, radiation safety, effective radiation doses, equivalent radiation doses.

**TO CITE THIS ARTICLE.** Kubasov M.V., Kravtsov M.N., Zheleznyak I.S., Shihbalaev A.I., Parfenov V.E., Manukovsky V.A. The use of intraoperative CT navigation in balloon kyphoplasty. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanlidze.* 2025;(4):49–57.

**Введение.** Баллонная кифопластика, как пункционная методика стабилизации позвоночника, была разработана в конце прошлого столетия для лечения остеопорозных переломов тел позвонков. Процедура была задумана как усовершенствование вертебропластики, позволяющее не только стабилизировать позвонок, но и восстановить его высоту, тем самым корригируя патологический кифоз [1]. За более чем два десятилетия показания к применению баллонной кифопластики значительно расширились. На сегодняшний день эта методика применяется не только при лечении различного рода патологических переломов, но также в хирургии травм позвоночника [2, 3].

Роль стандартной двумерной рентгеноскопии при пункционных методиках аугментации позвонков исторически является фундаментальной [1, 2]. Она обеспечивает наблюдение за процессом наполнения тела позвонка цементом в реальном времени. Хирург, используя боковую и прямую проекции, может управлять скоростью введения цемента, вовремя прекратить инъекцию при признаках его нежелательной миграции. Однако главный и неустраняемый недостаток этой методики — двумерность изображения. Накопление цемента в «слепой зоне», например, кзади по направлению к позвоночному каналу или латерально, может быть пропущено до тех пор, пока не произойдет критическая миграция [3].

Применение КТ при операциях по аугментации позвонков костным цементом нивелировало

вышеуказанные недостатки, но ее использование не нашло широкого распространения в этой области хирургии [4, 5]. Это связано большими дозами лучевой нагрузки на пациента и операционную бригаду, экономической нецелесообразностью [5].

Внедрение интраоперационной КТ-навигации в хирургию позвоночника открыло новые возможности в повышении точности имплантации [6]. Эти преимущества могли бы быть использованы и при кифопластике для селективного транспедикулярного введения пункционной иглы и прецизионного размещения баллона в теле поврежденного позвонка. Однако применение интраоперационной КТ-навигации при кифопластике и других методиках аугментации (вертебропластика, стентопластика) ограничивается необходимостью динамического контроля за распространением полиметилметакрилата (ПММА) под флюороскопией.

Особый интерес в этом контексте представляет «гибридная» методика аугментации, описанная в ряде работ [7, 8, 9]. Суть описанной техники представляет собой выполнение начальных этапов операции (позиционирование пункционной иглы по оптимальной траектории) под контролем методики XperGuide на ангиографическом комплексе, либо посредством интраоперационной КТ-навигации, а введение контраста (для раздувания баллона) и костного цемента — под флюороскопическим контролем. Методика позволяет совместить высокую прецизионность пункции и динамический контроль

аугментации. «Гибридная» техника аугментации позвонков способствует снижению доз облучения операционной бригады и сокращению времени процедуры [10].

До настоящего времени в научной литературе представлены единичные исследования, посвященные гибридной методике баллонной кифопластики, что и составило актуальность настоящей работы [8].

**Цель работы:** дать предварительную оценку эффективности модифицированной методике баллонной кифопластики под интраоперационной компьютерно-томографической навигацией.

**Дизайн:** описание серии случаев.

**Материалы и методы.** В исследование вошли стабилизирующие пособия на позвоночнике, проведенные по методике баллонной кифопластики пациентам с переломами тел позвонков. Исследование проводилось в клинике нейрохирургии Военно-Медицинской академии им. С.М. Кирова и в СПб НИИ скорой помощи имени И.И. Джанелидзе.

**Критерии включения:** оперативные вмешательства (баллонная кифопластика) при патологических и травматических переломах позвонков (уровень с Th10 по S1); количество аугментированных позвонков — не более двух.

Аппаратное сопровождение для двух групп оперативных вмешательств обеспечивал ангиографический комплекс Siemens® Artis Q. Работа с

рентгенологическим оборудованием проводилась в соответствии со строгими принципами ALARA (As Low As Reasonably Achievable — «настолько мало, насколько это возможно») и подразумевала оптимизацию параметров экспозиции (кВ, мА, время излучения), ограничение зоны сканирования минимально необходимыми объемами и максимальное сокращение времени флюороскопии. Для КТ-навигации применялся конусно-лучевой томограф Medtronic® O-arm, оснащенный навигационной платформой StealthStation S8.

В соответствии с методом интраоперационного лучевого сопровождения, выделено две группы пациентов с компрессионными переломами тел грудных и поясничных позвонков. В основной группе кифопластику выполняли по гибридной методике с применением интраоперационной КТ-навигации. Использовалась модификация классической техники баллонной кифопластики. Вначале к коже пациента узловыми швами фиксировали референтную рамку. Затем, после выполнения КТ-сканирования, осуществляли сопряжение навигируемых инструментов с системой навигационной станции. Синхронизация пункционной иглы обеспечивалась креплением трекера при помощи раздвижного фиксатора (рис. 1). В контрольную группу вошла серия пациентов после кифопластик ( $n \pm 28$ ), выполненных по традиционной методике под контролем рентгеноскопии (рис. 1).

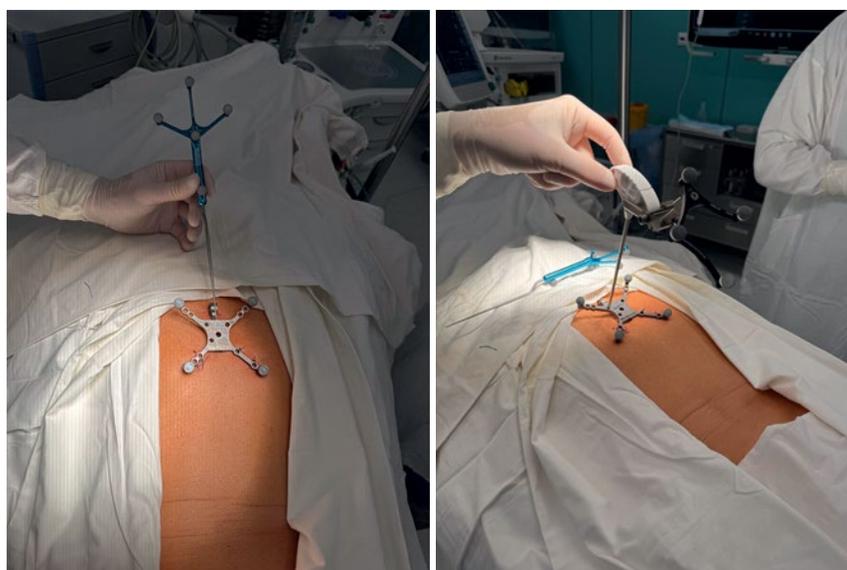
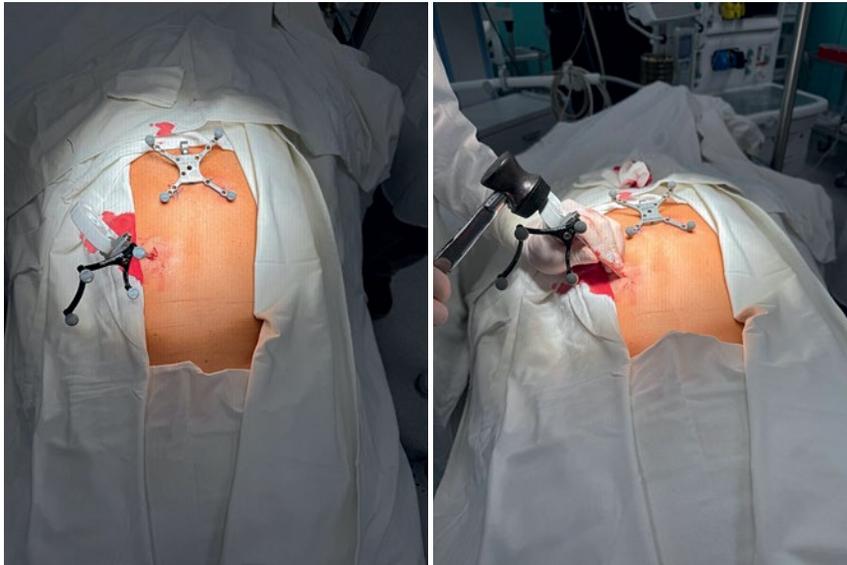


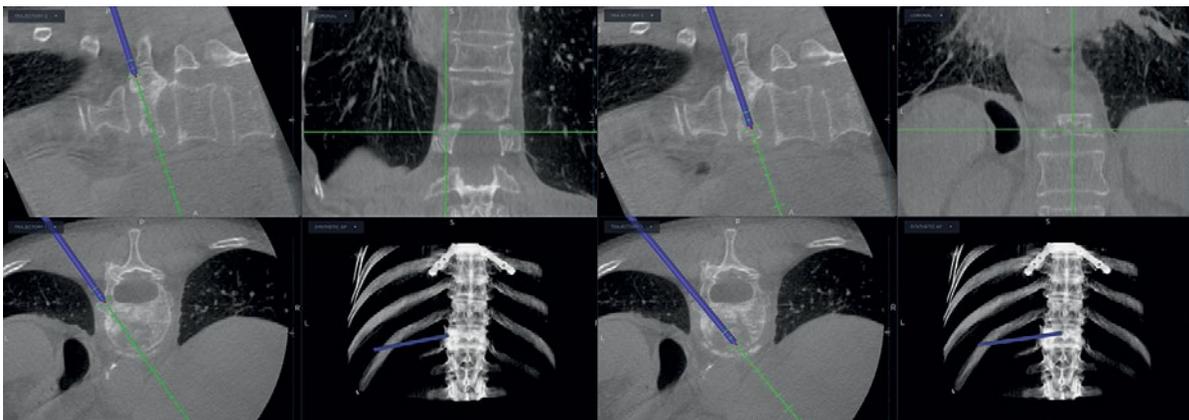
Рис. 1. Выполнение сопряжения иглы с системой КТ-навигации

Транспедикулярный пункционный доступ в основной группе выполняли под КТ-навигацией (рис. 2). Основной задачей наряду с поиском оптимальной траектории являлось позиционирова-

ние баллон-катетера в центре тела поврежденного позвонка (рис. 3). Такой подход потенциально позволяет восстановить высоту тела позвонка из монопедикулярного доступа.



*Рис. 2. Транспедикулярный доступ под контролем КТ-навигации (внешний вид)*



*Рис. 3. Транспедикулярный доступ под контролем КТ-навигации (изображение на мониторе)*

По достижению оптимального положения раздуваемого баллон-катетера производилась смена метода лучевого контроля и дальнейшие этапы вмешательства проводились по традиционной методике с использованием С-дуги (рис. 4).

В каждой группе проанализированы такие показатели, как восстановленная высота тела позвонка в абсолютных значениях (мм), наличие миграции ПММА, время, потраченное на всю процедуру и выраженность болевого синдрома в течение первых суток после операции по визуальной аналоговой шкале.

Помимо вышеперечисленных показателей, оценивалась лучевая нагрузка на хирургов. В рамках дозиметрического контроля медицинского персонала оценивались эффективная доза (ЭД) и эквивалентные дозы (ЭквД) хрусталиков глаз и кожи рук спинальных хирургов с использованием

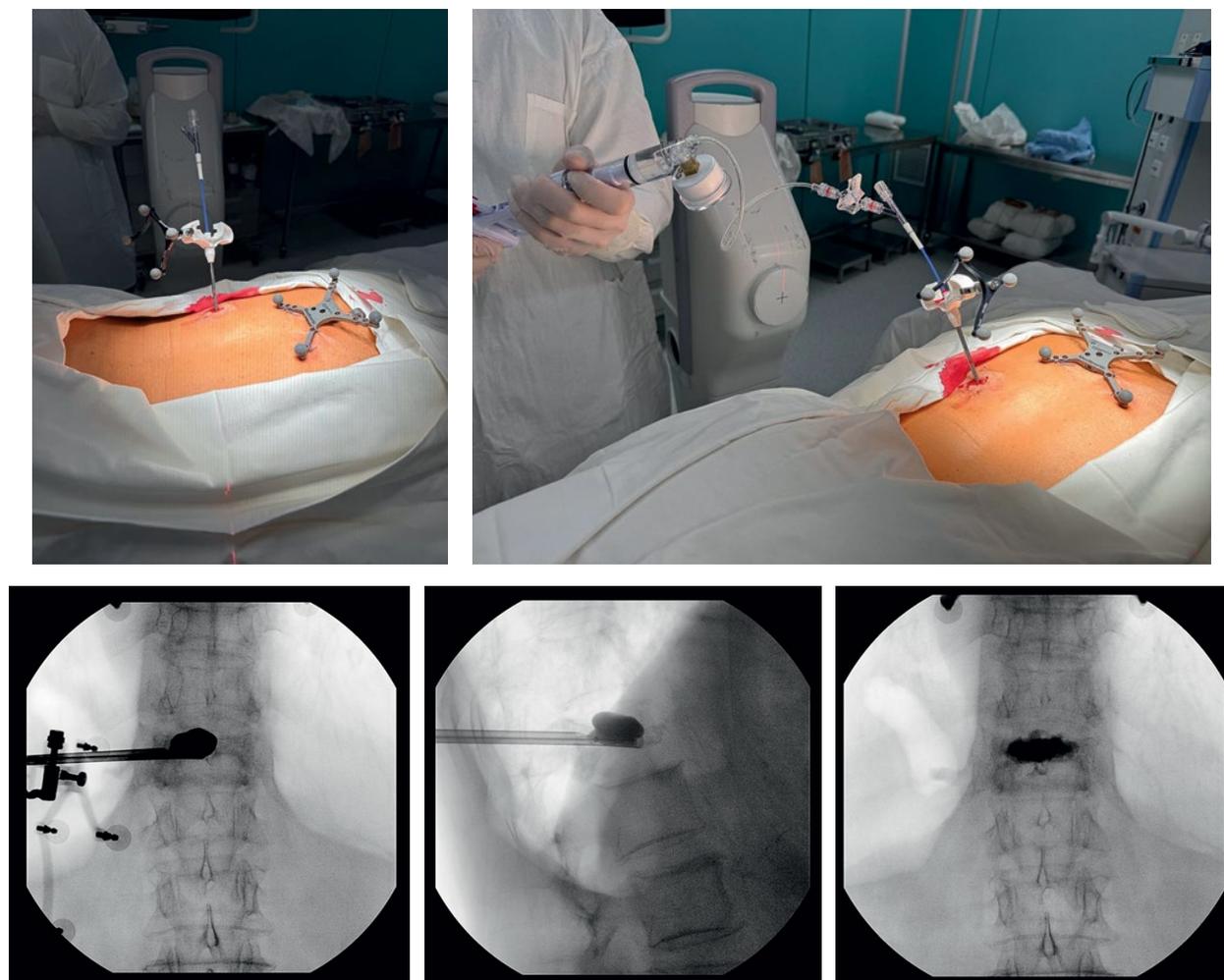
регламентированных индивидуальных дозиметров, расположенных в стандартных местах.

Для расчета ЭД использовали формулу, рекомендованную СанПиН 2.6.4115-25 вне зависимости от анодного напряжения, характеристик фартука и наличия защитного воротника [11]:

$$E \pm 0,6 H(10)Г, под + 0,025 H(10)В, над, мЗв,$$

где:  $H(10)Г, под$  — доза, мЗв, зарегистрированная дозиметром, расположенным на груди под защитным фартуком, а  $H(10)В, над$  — доза, мЗв, зарегистрированная дозиметром, расположенным над фартуком на воротнике халата или на шапочке.

Радиационная безопасность во время вмешательств обеспечивалась индивидуальными средствами рентген-защиты (фартук, воротник) с коэффициентом ослабления 0,25. Рентген-защитные перчатки и очки в ходе исследования не использовались.



*Рис. 4. Закрытая репозиция и аугментация тела поврежденного позвонка под контролем рентгеноскопии*

Результаты исследований заносили в электронную базу данных с помощью программы Microsoft Excel 2007. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программного обеспечения: Statistica for Windows 10.0 (StatSoft Inc., США) в соответствии с рекомендациями по статистическому анализу результатов медико-биологических исследований.

**Результаты.** Результаты сравнения качества аугментации тел поврежденных позвонков не выявили статистически значимой разницы в группах сравнения. Критической миграции цемента в обеих сериях оперативных вмешательств не наблюдалось. Тем не менее, следует заметить, что в контрольной группе 6 случаев потребовали выполнения контралатерального транспедикулярного доступа. Эта мера была обусловлена необходимостью равномерного заполнения тела поврежденного позвонка ПММА и применялась исключительно в случаях выраженной асимметрии при контрольной рентгенографии.

Анализ выраженности болевого синдрома в течение первых суток после оперативного вмешательства также не выявил статистически значимых различий ( $p \pm 0,865$ ). Медиана восстановленной высоты тела позвонка в абсолютных значениях в основной группе составила 6,5 мм [ИКР 6,0; 7,0], в контрольной группе — 6,0 мм [ИКР 5,0; 7,0]. При сравнении обе методики продемонстрировали сопоставимую эффективность в восстановлении тела поврежденного позвонка ( $p \pm 0,14$ ).

В контрольной группе не выявлено статистически значимых различий в восстановлении высоты тела позвонка между односторонним и двусторонним доступом ( $p \pm 0,912$ ).

Количественные показатели в обеих группах не поддавались закону нормального распределения, поэтому для сравнения применялся непараметрический U-критерий Манна-Уитни. Отмечается значительное сокращение продолжительности оперативного вмешательства в основной группе — 35 мин [ИКР 30; 35] против 45 мин



[ИКР 40; 50] в контрольной группе ( $p \pm 0,006$ ). Аналогичные соотношения показателей выявлены также при сравнении времени излучения: 132 с [ИКР 108; 137] и 552 с [ИКР 532; 567] в группе КТ-навигации и рентгеноскопии соответственно ( $p \pm 0,001$ ).

В контрольной группе параметры излучения были стандартными и обеспечивались заводским протоколом исследования Vertebro DR. Медианы значений напряжения и силы тока на аноде рентгеновской трубки соответственно были равны 74,9 кВ [ИКР 73,4; 77,1] кВ и 102,1 мА [ИКР 101,7; 103,9]. В основной группе параметры излу-

чения интраоперационного КТ O-arm Medtronic на аноде рентгеновской трубки были типовыми: напряжение 120,0 кВ; сила тока 125,12 мА, а медианы значений напряжения и силы тока на аноде рентгеновской трубки составляли 73,4 кВ [ИКР 72,1; 76,6] и 102,7 мА [ИКР 100,5; 103,3] соответственно.

Результаты дозиметрического контроля хирургов при выполнении баллонной кифопластики, выполненной под контролем стандартной рентгеноскопии и по «гибридной» методике с применением КТ-навигации представлены в таблице 1.

*Таблица 1. Суммарные дозиметрические показатели хирурга при проведении баллонной кифопластики с различными методами лучевого наведения*

Дозиметрический показатель	Контрольная группа (мЗв), $n \pm 28$	Основная группа (мЗв), $n \pm 26$
Hr(10) под фартуком	0,08	0,13
Hr(10) над фартуком	8,12	0,16
(E) эффективная доза	0,25	0,16
Hr(3) хрусталик глаза	6,86	1,4
Hr(0,07) кожа кистей	15,57	1,72

В обеих сериях оперативных вмешательств, в зависимости от рентгеновской проекции, источник излучения размещался под операционным столом или на противоположной стороне от хирурга. Суммарная ЭД хирурга за 28 оперативных вмешательств в контрольной группе, полученная расчетным методом, составила 0,25 мЗв. В свою очередь, в основной группе этот показатель составил 0,16 мЗв.

**Обсуждение.** В ходе нашего исследования установлено, что «гибридная» методика баллонной кифопластики с применением КТ-навигации является безопасной для пациента и потенциально позволяет сократить время, затрачиваемое на выполнение процедуры.

Несмотря на то, что в рамках нашего исследования не наблюдалось миграции цемента за пределы тела поврежденного позвонка, многие авторы отмечают, что применение КТ-навигации позволяет значительно снизить частоту этого грозного осложнения [10]. Аналогичным образом, исследование Sembrano J.N. et al., являясь одной из немногих работ, посвященных прямому сравнению обеих методик, выявило статистически значимую разницу в снижении частоты миграции цемента в группе с применением КТ-навигации [8].

Ключевым преимуществом данной методики является возможность выполнения транспедикулярного доступа по оптимальной траектории, минимизируя вероятность перфорации кортикального слоя педикулы [4, 8]. Такая точность

особенно необходима при оказании стабилизирующих пособий пациентам с метастатическим поражением структур позвоночника, позволяя избегать зон опухолевого распада.

Помимо точности транспедикулярного доступа, гибридная методика позволяет позиционировать раздуваемый баллон-катетер точно в зону перелома. Так, Liu Nao et al. в своей работе продемонстрировали возможности кифопластики при размещении канюли строго в зону вакуума, что позволило достичь оптимальной репозиции перелома [12].

Остается открытым вопрос о необходимости выполнения двухбаллонной кифопластики с точки зрения клинической эффективности. Систематический обзор Song et al. свидетельствует об отсутствии клинической эффективности между бипедикулярной и монопедикулярной кифопластикой. В свою очередь, применение монопедикулярного доступа значительно сокращает экономические расходы на процедуру [13, 14]. В нашем исследовании бипедикулярная кифопластика была скорее «вынужденной мерой» и применялась строго при выраженной асимметрии заполняемости ПММА тела поврежденного позвонка. Такая асимметрия имела место лишь в 6 случаях в контрольной группе (рис. 5). Тем не менее, при сравнении абсолютных значений восстановления тела поврежденного позвонка нами не получено статистически значимых различий между би- и монопедикулярной кифопластикой ( $p \pm 0,912$ ).



Рис. 5. Восстановление высоты тела L4 позвонка: КТ-исследование до операции и послеоперационный КТ-контроль

Примечательно, что в основной группе все вмешательства были выполнены из одностороннего доступа, что позволяет сделать вывод о том, что «гибридная» методика позволяет достичь более оптимального позиционирования раздуваемого баллон-катетера.

Не стоит также забывать о проблеме лучевой нагрузки на медицинский персонал. Методики аугментации являются одними из наиболее сопряженных с рентгеновским излучением. Наибольшую опасность для хирурга представляют дозы облучения хрусталика глаза и кожи кистей [11]. Зафиксированная нами эквивалентная доза на хрусталик за 28 операций кифопластики под контролем рентгеноскопии достигла 6,86 мЗв. С учетом ужесточенного предела МАГАТЭ в 20 мЗв/год [15], без защитных очков хирургу не следует выполнять более 82 таких операций в год.

В свою очередь, «гибридная» методика с применением интраоперационной КТ-навигации значительно повышает безопасность хирурга. Она исключает необходимость работы в прямом пучке излучения, практически решая проблему высокого перепада доз по телу. Как показывают наши данные, дозы на хрусталик глаза и кисти при использовании КТ-навигации на порядок ниже, чем при рентгеноскопии. Это позволяет увеличить потенциальный годовой лимит операций до 370. Аналогичные результаты были получены Wojdyn M. et al. в ходе сравнения лучевой нагрузки на хирурга при проведении вертебропластики под контролем рентгеноскопии и при использовании КТ-навигации [10].

**Заключение.** Баллонная кифопластика под контролем КТ-навигации является высокоэф-

фективным и безопасным методом лечения компрессионных переломов тел позвонков, прежде всего за счет обеспечения точности транспедикулярного доступа и значительного сокращения длительности оперативного вмешательства по сравнению со стандартной рентгеноскопией. Ключевым преимуществом метода является значительное снижение лучевой нагрузки на операционную бригаду.

#### **Выводы.**

1. При сравнении традиционной и гибридной методик по результатам анализа сравнения качества аугментации тел поврежденных позвонков и выраженности болевого синдрома в течение первых суток после оперативного вмешательства статистически значимых различий не выявлено.
2. Использование гибридной методики баллонной кифопластики позволяет достоверно сократить время операции за счет ускорения этапа пункции позвонка под навигацией и использования монопедикулярного доступа ( $p \pm 0,006$ ).
3. Не выявлено статистически значимых различий в восстановлении высоты тела позвонка между монопедикулярной и бипедикулярной техникой кифопластики ( $p \pm 0,912$ ).
4. Гибридная методика баллонной кифопластики, в сравнении с традиционной, значительно повышает радиационную безопасность хирурга, позволяя увеличить потенциальный годовой лимит подобных операций с 82 до 370, без учета других вмешательств, проводимых под рентгенологическим наведением.

**Ограничения исследования** были связаны с малым числом наблюдений.



**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. Theodorou D.J., Theodorou S., Duncan T.D. et al. Percutaneous balloon kyphoplasty for the correction of spinal deformity in painful vertebral body compression fractures. *Clin Imaging*. 2002;26(1):1–5. DOI: 10.1016/S0899-7071(01)00326-4.
2. Керимбаев Т.Т., Алейников В.Г., Урумбаев Е.А. и др. Опыт применения баллонной кифопластики при травматическом переломе позвоночника // Нейрохирургия и неврология Казахстана. 2013. № 2 (31). С. 22–27. EDN: TBDKZV.
3. Kasper D.M. Kyphoplasty. *Semin Intervent Radiol*. 2010;27(2):172–184. DOI: 10.1055/s-0030-1253515.
4. Kim J.H., Park K.S., Yi S. et al. Real-time CT fluoroscopy (CTF)-guided vertebroplasty in osteoporotic spine fractures. *Yonsei Med J*. 2005;46(5):635–642. DOI: 10.3349/ymj.2005.46.5.635.
5. Pitton M.B., Herber S., Koch U. et al. CT-guided vertebroplasty: analysis of technical results, extraosseous cement leakages, and complications in 500 procedures. *Eur Radiol*. 2008;18(11):2568–2578. DOI: 10.1007/s00330-008-1020-z.
6. Tabaraee E., Gibson A.G., Karahalios D.G. et al. Intraoperative cone beam-computed tomography with navigation (O-ARM) versus conventional fluoroscopy (C-ARM): a cadaveric study comparing accuracy, efficiency, and safety for spinal instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38(22):1953–1958. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182a51d1e.
7. Цибиров А.А., Свистов Д.В., Кандыба Д.В. и др. Начальный опыт применения XperCT в нейрохирургии // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 2011. Т. 170, № 3. С. 84–90. EDN: NUPARJ.
8. Sembrano J.N., Yson S.C., Polly D.W. et al. Comparison of nonnavigated and 3-dimensional image-based computer navigated balloon kyphoplasty. *Orthopedics*. 2015;38(1):e17–e23. DOI: 10.3928/01477447-20150105-51.
9. Tan B., Yang Q.Y., Fan B. et al. Digital subtraction angiography-guided percutaneous kyphoplasty in treatment of multi-segmental osteoporotic vertebral compression fracture: a retrospective single-center study. *J Pain Res*. 2023;16:169–176. DOI: 10.2147/JPR.S388068.
10. Wójdyn M, Pierzak O, Zapałowicz K, Radek M. Use of O-arm with neuronavigation in percutaneous vertebroplasty reduces the surgeon’s exposure to intraoperative radiation. *Arch Med Sci*. 2019;17(1):113–119. DOI: 10.5114/aoms.2019.84269.
11. Главный государственный санитарный врач Российской Федерации. Постановление от 27 марта 2025 г. № 6 «Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил и норм СанПиН 2.6.4.115-25 “Санитарно-эпидемиологические требования в области радиационной безопасности населения при обращении источников ионизирующего излучения“» [зарегистрировано Министерством юстиции РФ 21.04.2025 № 81916].
12. Liu H., Zhou Q., Zhang J. et al. Kyphoplasty for thoracic and lumbar fractures with an intravertebral vacuum phenomenon in ankylosing spondylitis patients. *Front Surg*. 2022;9:962723. DOI: 10.3389/fsurg.2022.962723.
13. Song B.K., Eun J.P., Oh Y.M. Clinical and radiological comparison of unipedicular versus bipedicular balloon kyphoplasty for the treatment of vertebral compression fractures. *Osteoporos Int*. 2009;20(10):1717–1723. DOI: 10.1007/s00198-009-0872-7.
14. Jing Z., Dong J., Li Z. et al. Single balloon versus double balloon bipedicular kyphoplasty: a systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J*. 2018;27(10):2550–2564. DOI: 10.1007/s00586-018-5631-z.
15. López P.O., Dauer L.T., Loose R. et al.; Authors on Behalf of ICRP. ICRP Publication 139: Occupational Radiological Protection in Interventional Procedures. *Ann ICRP*. 2018;47(2):1–118. DOI: 10.1177/0146645317750356. Erratum in: *Ann ICRP*. 2019;48(1):99. DOI: 10.1177/0146645318773608. Erratum in: *Ann ICRP*. 2019;48(1):98. DOI: 10.1177/0146645319860189.

#### REFERENCES

1. Theodorou D.J., Theodorou S., Duncan T.D. et al. Percutaneous balloon kyphoplasty for the correction of spinal deformity in painful vertebral body compression fractures. *Clin Imaging*. 2002;26(1):1–5. DOI: 10.1016/S0899-7071(01)00326-4.
2. Kerimbaev T.T., Aleinikov V.G., Urumbaev E.A. et al. Opyt primeneniya ballonnoy kifoplastiki pri travmaticheskom perelome pozvonochnika [Experience with balloon kyphoplasty for traumatic spinal fracture]. *Neirokhirurgii i nevrologii Kazakhstana*. 2013;(2):22–27. (In Russ.) EDN: TBDKZV.



3. Kasper D.M. Kyphoplasty. *Semin Intervent Radiol.* 2010;27(2):172–184. DOI: 10.1055/s-0030-1253515.
4. Kim J.H., Park K.S., Yi S. et al. Real-time CT fluoroscopy (CTF)-guided vertebroplasty in osteoporotic spine fractures. *Yonsei Med J.* 2005;46(5):635–642. DOI: 10.3349/ymj.2005.46.5.635.
5. Pitton M.B., Herber S., Koch U. et al. CT-guided vertebroplasty: analysis of technical results, extraosseous cement leakages, and complications in 500 procedures. *Eur Radiol.* 2008;18(11):2568–2578. DOI: 10.1007/s00330-008-1020-z.
6. Tabaraee E., Gibson A.G., Karahalios D.G. et al. Intraoperative cone beam-computed tomography with navigation (O-ARM) versus conventional fluoroscopy (C-ARM): a cadaveric study comparing accuracy, efficiency, and safety for spinal instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013;38(22):1953–1958. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182a51d1e.
7. Tsibirov A.A., Svistov D.V., Kandyba D.V. et al. Initial experience of using xperct in neurosurgery. *Grekov's Bulletin of Surgery.* 2011;170(3):84–90. (In Russ.) EDN: NUPARJ.
8. Sembrano J.N., Yson S.C., Polly D.W. et al. Comparison of nonnavigated and 3-dimensional image-based computer navigated balloon kyphoplasty. *Orthopedics.* 2015;38(1):e17–e23. DOI: 10.3928/01477447-20150105-51.
9. Tan B., Yang Q.Y., Fan B. et al. Digital subtraction angiography-guided percutaneous kyphoplasty in treatment of multi-segmental osteoporotic vertebral compression fracture: a retrospective single-center study. *J Pain Res.* 2023;16:169–176. DOI: 10.2147/JPR.S388068.
10. Wojdyn M, Pierzak O, Zapałowicz K, Radek M. Use of O-arm with neuronavigation in percutaneous vertebroplasty reduces the surgeon's exposure to intraoperative radiation. *Arch Med Sci.* 2019;17(1):113–119. DOI: 10.5114/aoms.2019.84269.
11. Russia. Chief State Sanitary Doctor. *Ob utverzhdenii sanitarno-epidemiologicheskikh pravil i norm San-PiN 2.6.4.115-25 "Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya v oblasti radiatsionnoy bezopasnosti naseleniya pri obrashchenii istochnikov ioniziruyushchego izlucheniya" [On the approval of sanitary and epidemiological rules and standards SanPiN 2.6.4115-25 "Sanitary and epidemiological requirements in the field of radiation safety of the population when handling sources of ionizing radiation"]*. Decree No. 6. March 27, 2025. Registered with the Ministry of Justice of the Russian Federation, April 21, 2025, No. 81916. (In Russ.).
12. Liu H., Zhou Q., Zhang J. et al. Kyphoplasty for thoracic and lumbar fractures with an intravertebral vacuum phenomenon in ankylosing spondylitis patients. *Front Surg.* 2022;9:962723. DOI: 10.3389/fsurg.2022.962723.
13. Song B.K., Eun J.P., Oh Y.M. Clinical and radiological comparison of unipedicular versus bipedicular balloon kyphoplasty for the treatment of vertebral compression fractures. *Osteoporos Int.* 2009;20(10):1717–1723. DOI: 10.1007/s00198-009-0872-7.
14. Jing Z., Dong J., Li Z. et al. Single balloon versus double balloon bipedicular kyphoplasty: a systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J.* 2018;27(10):2550–2564. DOI: 10.1007/s00586-018-5631-z.
15. López P.O., Dauer L.T., Loose R. et al.; Authors on Behalf of ICRP. ICRP Publication 139: Occupational Radiological Protection in Interventional Procedures. *Ann ICRP.* 2018;47(2):1–118. DOI: 10.1177/0146645317750356. Erratum in: *Ann ICRP.* 2019;48(1):99. DOI: 10.1177/0146645318773608. Erratum in: *Ann ICRP.* 2019;48(1):98. DOI: 10.1177/0146645319860189.

#### АВТОРЫ

- Кубасов Максим Валерьевич** — ORCID: 0009-0002-5101-1925; SPIN: 8497-0248.  
**Кравцов Максим Николаевич**, д.м.н. — ORCID: 0000-0003-2486-6995; SPIN: 2742-6397  
**Железняк Игорь Сергеевич**, д.м.н., проф. — ORCID: 0000-0001-7383-512X; SPIN: 1450-5053  
**Шихбалаев Агалар Исмаилович** — ORCID: 0009-0009-3612-0745  
**Парфёнов Валерий Евгеньевич**, д.м.н., проф. — ORCID: 0000-0002-3221-5466; SPIN: 1916-9971  
**Мануковский Вадим Анатольевич**, д.м.н., проф. — ORCID: 0000-0003-0319-814X; SPIN: 4323-4555

#### AUTHORS

- Kubasov Maksim Valerevich** — ORCID: 0009-0002-5101-1925; SPIN: 8497-0248.  
**Kravitsov Maksim Nikolaevich**, Dr.Sci. (Medicine) — ORCID: 0000-0003-2486-6995; SPIN: 2742-6397  
**Zheleznyak Igor Sergeevich**, Dr.Sci. (Medicine), Prof. — ORCID: 0000-0001-7383-512X; SPIN: 1450-5053  
**Shihbalaev Agalar Ismailovich** — ORCID: 0009-0009-3612-0745  
**Parfenov Valeriy Evgenevich**, Dr.Sci. (Medicine), Prof. — ORCID: 0000-0002-3221-5466; SPIN: 1916-9971  
**Manukovsky Vadim Anatolevich**, Dr.Sci. (Medicine), Prof. — ORCID: 0000-0003-0319-814X; SPIN: 4323-4555



УДК 616-001.515 : 616.89-008.441.44  
DOI: 10.54866/27129632\_2025\_4\_58

## **ОГНЕСТРЕЛЬНЫЕ ПУЛЕВЫЕ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВЫЕ РАНЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ПОПЫТКОЙ СУИЦИДА**

© С.А. ЛАНДИК<sup>1</sup>, Р.И. ИСАЕВ<sup>1</sup>, Д.В. СВИСТОВ<sup>1</sup>, А.А. КНЯЗЕВ<sup>2</sup>, Н.В. СТОЛЯРОВА<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ФГБУ «1472 Военно-морской клинический госпиталь» Минобороны России, Севастополь, Россия

<sup>3</sup> 34 Артиллерийская дивизия, пос. Мулино, Нижегородская область, Россия

### **РЕЗЮМЕ**

Суицид является одной из ведущих причин насильственной смерти в мире, и военнослужащие подвержены повышенному риску. Огнестрельные черепно-мозговые ранения являются одним из способов совершения суицида, особенно в воинских коллективах из-за доступности оружия.

**ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ:** проанализировать особенности суицидальных огнестрельных черепно-мозговых ранений, нанесенных штатным оружием у военнослужащих, и определить пути улучшения результатов лечения пострадавших.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ:** работа основана на анализе ближайших результатов хирургического лечения военнослужащих с суицидальными огнестрельными черепно-мозговыми ранениями, получивших специализированную нейрохирургическую помощь на этапах медицинской эвакуации. Проводились клинично-лабораторные исследования, КТ, СКТ-АГ. Выбор оперативного вмешательства основывался на анатомо-топографических особенностях повреждений.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** В исследование включены 18 историй болезни. Все пациенты — военнослужащие по контракту рядового и сержантского состава, мужского пола. В большинстве случаев использовался автомат АК-74. Наиболее частая локализация входного отверстия — подбородочная область. Во всех случаях ранения головы были сквозными, в 77,8% имели проникающий характер. Летальных исходов не отмечено.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Суицидальные огнестрельные черепно-мозговые ранения у военнослужащих чаще всего связаны с использованием автоматического оружия и характеризуются определенными особенностями локализации раневого канала. Раннее хирургическое вмешательство и мультидисциплинарный подход позволяют достичь благоприятных результатов лечения.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** черепно-мозговые ранения, огнестрельные пулевые черепно-мозговые ранения, боевые повреждения, суициды у военнослужащих, огнестрельное оружие и суицид; попытка суицида.

**КАК ЦИТИРОВАТЬ:** Ландик С.А., Исаев Р.И., Свистов Д.В., Князев А.А., Столярова Н.В. Огнестрельные пулевые черепно-мозговые ранения, связанные с попыткой суицида // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2025. № 4. С. 58–69.

## **GUNSHOT BULLET TRAUMATIC BRAIN INJURIES OF SERVICEMEN OF THE RUSSIAN MINISTRY OF DEFENSE ASSOCIATED WITH ATTEMPTED SUICIDE**

© S.A. LANDIK<sup>1</sup>, R.I. ISAEV<sup>1</sup>, D.V. SVISTOV<sup>1</sup>, A.A. KNYAZEV<sup>2</sup>, N.V. STOLYAROVA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> 1472 Naval Clinical Hospital of the Ministry of Defense of Russia, Sevastopol, Russia

<sup>3</sup> 34th Artillery Division, Mulino settlement, Nizhny Novgorod Region, Russia

### **ABSTRACT**

**RATIONALE.** Suicide is a leading cause of violent death worldwide, and military personnel are at increased risk. Gunshot-related traumatic brain injuries are one ways of suicide, particularly within military communities due to the accessibility of firearms.

**OBJECTIVE** is to analyze the characteristics of suicidal gunshot traumatic brain injuries (SG TBI) inflicted with standard-issue weapons among military personnel and to identify ways to improve patient outcomes.

**MATERIALS AND METHODS.** The work is based on the analysis of the nearest outcomes of surgical treatment for military personnel with traumatic brain injury who received specialized neurosurgical care during the



stages of medical evacuation. Clinical and laboratory studies, CT scans, and CT angiography were performed. The choice of surgical intervention was based on the anatomical and topographical features of the injuries.

**RESULTS.** The study included 18 cases of treatment of patients with SG TBI. All patients were male enlisted and sergeants serving under contract. In most cases, the AK-74 assault rifle was used. The most frequent location of the entrance wound was the chin area. In all cases, the SG TBI were through-and-through, with a penetrating nature in 77.8%. No fatalities were observed.

**CONCLUSION.** SG TBI in military personnel are most often associated with the use of automatic weapons and are characterized by certain features of the wound channel location. Early surgical intervention and a multidisciplinary approach allow for achieving favorable treatment outcomes.

**KEYWORDS:** traumatic brain injuries, gunshot projectile traumatic brain injuries, combat injuries, suicide in military personnel, firearms and suicide; suicide attempt.

**TO CITE THIS ARTICLE.** Landik S.A., Isaev R.I., Svistov D.V., Knyazev A.A., Stolyarova N.V. Gunshot bullet traumatic brain injuries of servicemen of the Russian Ministry of Defense associated with attempted suicide. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze.* 2025;(4):58–69.

**Введение.** Согласно данным Всемирной организации здравоохранения суицид занимает первое место в мире среди насильственных смертей, унося ежегодно жизни 4 млн человек [26, 29]. Число людей, совершающих попытки самоубийства, колеблется от 10 до 20 млн человек в год. В течение последних 50 лет отмечается устойчивая тенденция к увеличению числа суицидальных попыток и аутоагрессивных действий населения во всех странах [3].

Самоповреждения несуйцидального характера достаточно распространены в популяции: 18% людей в течение жизни причиняют себе вред [1]. Люди, пережившие стресс, более склонны к самоповреждению и суициду. Согласно исследованиям, проведенным в разных странах, риск суицида возрастает в случаях, когда имеют место тревожность, депрессия и посттравматическое стрессовое расстройство, разрыв отношений и трудности в личной жизни, злоупотребление алкоголем и психоактивными веществами, прессинг и буллинг в коллективе, а также в случаях сексуального домогательства [12, 15, 19, 20]. В ряде исследований показан повышенный риск самоубийств у военнослужащих в сравнении с гражданскими лицами [8, 9, 10, 11]. Помимо военнослужащих молодого возраста, проходящих военную службу, более высокий риск самоубийств наблюдается и у военнослужащих по завершении военной службы. Поскольку большинство военнослужащих — мужчины, а самоубийства достаточно редкое явление, частота встречаемости самоубийств военнослужащих широко не разглашается. По опубликованным данным, частота суицидов в армии США составляла 32 на 100 000 военнослужащих, в Канаде — 25 на 100 000, в Австралии — 11 на 100 000, в Великобритании — 8 на 100 000 [7, 9].

Исследования, проведенные в Австралии, Канаде, Великобритании и США, показывают, что самоубийства являются наиболее распространенной проблемой среди военнослужащих, осо-

бенно после отпуска, и что больше всего от них страдают молодые люди. Среди военнослужащих, участвовавших в боевых действиях, отмечается повышенный риск суицидального поведения. В армии США почти треть самоубийц — это солдаты, участвовавшие в вооруженных конфликтах в Ираке и Афганистане, а также вернувшиеся из зон боевых действий. В ходе участия военнослужащих США в войне в Афганистане и в Ираке, где и отсутствовала линия фронта и зачастую противник был невидим, с 2005 по 2010 гг. американский военнослужащий совершал самоубийство каждые 36 часов, а ветеран, вернувшийся с поля боя, лишает себя жизни каждые 80 минут. В 2010 г. в результате самоубийств в армии США погибло больше военнослужащих, чем в горячих точках в Ираке и Афганистане [23].

По имеющимся данным, в Российской Федерации в 2008 г. отмечен наиболее высокий уровень суицида, когда покончили с собой 292 человека в армии и 213 на флоте. С 2005 по 2009 гг. зарегистрировано 2 531 завершённое суицидальное действие. Статистику суицидальных случаев в Вооруженных силах эксперты объясняют личными проблемами и сложными отношениями в семье, нездоровой морально-психологической обстановкой в отдельных воинских коллективах и недостаточной подготовкой молодых людей к воинской службе. Основными выявленными мотивами являлось получение неблагоприятной информации из дома и неуставные отношения [5].

К факторам риска, ассоциированным с самоубийством относятся служба в сухопутных войсках (в отличие от военно-морского флота и военно-воздушных сил), низкое воинское звание, участие в боях на ближней дистанции, например, в штурмовой пехоте, травматический детский опыт, а также увольнение с военной службы в течение первых нескольких лет, особенно, если увольнение произошло против воли военнослужащего [7, 9, 22, 24, 25].

В воинских коллективах в силу особенностей несения военной службы, гендерного состава, высокой психоэмоциональной нагрузки, доступа к огнестрельному оружию частота суицидальных поступков, связанных с применением огнестрельного оружия, значительно выше, чем у гражданского населения.

В условиях боевых действий, ввиду еще большей психической, эмоциональной, волевой перегрузки на фоне субъективного снижения ценности человеческой жизни, эпизоды членовредительства и суицидальные огнестрельные черепно-мозговые ранения в голову встречаются еще чаще.

Отмечается, что каждый способ самоубийства при использовании одних и тех же средств может быть совершен в различных видах. При самоубийствах с применением огнестрельного оружия чаще всего ранения наносятся в голову, при этом классические места расположения огнестрельных ранений включают височную, лобную области, подбородок и полость ротоглотки [3]. В зависимости от доступности может использоваться любой тип огнестрельного оружия, в том числе пистолеты, гладкоствольные винтовки и дробовики, карабины с нарезным стволом. Наиболее часто, ввиду широкого распространения в войсках, применяются автомат Калашникова (АК-74) и пистолет Макарова (ПМ).

Несмотря на то, что значительная часть пострадавших с суицидальными огнестрельными

черепно-мозговыми ранениями (СО ЧМР) погибают на догоспитальном этапе, пациенты с огнестрельными пулевыми ЧМР, нанесенными из штатного огнестрельного оружия с близкого расстояния, регулярно встречаются в практике нейрохирурга.

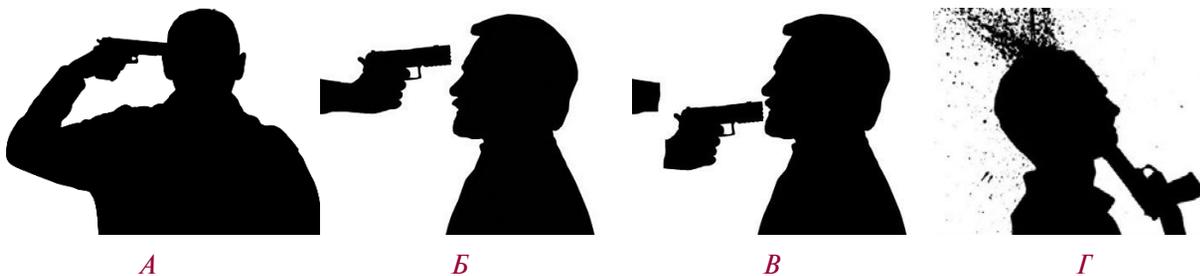
Частота СО ЧМР составляет менее 0,1% от входящего потока нейрохирургического профиля, ввиду того, что в структуре повреждений доминируют осколочные ЧМР, а пулевые ЧМР не превышают 5% случаев. Однако, среди пулевых огнестрельных ЧМР доля СО ЧМР может стать значительной.

**Цель исследования:** проанализировать особенности СО ЧМР, нанесенные штатным оружием, у военнослужащих, определить пути улучшения результатов лечения пострадавших.

**Материалы и методы.** Работа основана на анализе ближайших результатов хирургического лечения военнослужащих с СО ЧМР, получивших специализированную нейрохирургическую помощь на этапах медицинской эвакуации.

Критериями включения в исследование были пациенты с документированными на основании первичных медицинских документов случаи суицидальных эпизодов с огнестрельным ранением головы.

Виды ранений были разделены по расположению входного отверстия и хода раневого канала. Выделяли височное, лобное, орофарингеальное, подбородочное СО ЧМР (рис. 1).



*Рис. 1. Места расположения входных отверстий при СО ЧМР: А. Височная область; Б. Лобная область; В. Полость рта и ротоглотки; Г. Подбородочная область*

По виду использованного огнестрельного оружия ранения подразделялись на полученные из пистолета (ПМ) или автомата (АК-74).

Всем раненым при поступлении выполняли клинико-лабораторное обследование, общесоматический и неврологический осмотр, спиральную компьютерную томографию перед и после нейрохирургического оперативного пособия, по показаниям — спиральную КТ-ангиографию в артериальной и венозной фазах. Нейрохирургическую операцию планировали и

осуществляли на основе полученных диагностических данных с использованием принципов одноэтапности, радикальности, полноценности и завершенности хирургического пособия, после чего пациентов на 1–3 сутки эвакуировали на следующие этапы оказания помощи для завершения восстановительного лечения и медицинской реабилитации.

**Результаты.** В исследование включены 18 случаев лечения пациентов с СО ЧМР. Все пациенты были военнослужащими по контракту рядового и



сержантского состава, мужского пола. Они участвовали в боевых действиях, либо находились вблизи линии боевого столкновения на перфорировании.

Возраст пациентов варьировал от 19 до 56 лет (средний возраст — 29). За исключением трех пациентов старше 45 лет (46, 52 и 56 лет), основная группа пациентов была в возрасте от 19 до 31 лет (средний возраст — 26).

Все раненые с СО ЧМР доставлены в специализированный стационар в течение первых суток после ранения, где после обследования им было оказано полноценное хирургическое пособие.

В большинстве случаев СО ЧМР осуществлены с использованием АК-74 (16,88%), реже — с использованием ПМ (2,12%).

Локализация входных и выходных отверстий зависела от типа оружия. При использовании АК-74 входное отверстие обычно располагалось в подбородочной области, а выходное — в лобной или межбровной. Для пистолета ПМ типичным было расположение входного отверстия в лобно-височной области, а выходного — на противоположной стороне головы. При подбородочном варианте СО ЧМР были выявлены следующие типы раневых каналов: подбородочно-лицевой (3 случая), подбородочно-фронтальный (6 случаев, с расположением выходного отверстия в области лобной пазухи) и подбородочно-церебральный (4 случая).

Локализация входного отверстия при СО ЧМР представлена в таблице 1.

Таблица 1. Локализация входного отверстия при СО ЧМР

Вид СО ЧМР	Число случаев	%
височная область	2	11,2
лобная область	1	5,6
подбородочная область	13	72,2
орофарингеальные	2	11,2
Итого	18	100

Большинство раненых (n = 11, 61,1%) госпитализировано в состоянии медикаментозной седации, что было обусловлено тяжестью состояния, необходимостью поддержки витальных функций и обеспечения проходимости дыхательных путей. Среди пациентов, госпитализированных вне медикаментозной седации, средний уровень сознания составил 14 баллов по ШКГ.

Во всех случаях СО ЧМР головы были сквозными, в 77,8 — имели проникающий характер (табл. 2). У 4 пострадавших с непроникающими СО ЧМР, имело место повреждение костей лицевого скелета с ушибом головного мозга.

У 4 пострадавших с непроникающими СО ЧМР, имело место повреждение костей лицевого скелета с ушибом головного мозга.

Таблица 2. Встречаемость видов СО ЧМР

Вид СО ЧМР	Число случаев	%
Проникающие сквозные черепно-мозговые ранения	14	77,8
Непроникающие сквозные ранения с повреждением верхней, средней зон лица	4	22,2
Итого	18	100

Встречаемость внутричерепных повреждений у пациентов с проникающими СО ЧМР представлена в таблице 4. Ход раневого канала различался и в большинстве случаев имел ту или иную латерализацию с повреждением полюсно-базальных отделов лобных долей, придаточных пазух носа, прежде всего лобной, орбиты. Травматические изменения головного мозга в подавляющем большинстве случаев отмечались в обоих полушариях головного мозга.

Травматические изменения головного мозга в подавляющем большинстве случаев отмечались в обоих полушариях головного мозга.

Таблица 3. Встречаемость внутричерепных повреждений у пациентов с СО ЧМР

Признак	Число случаев	%
Огнестрельные переломы костей свода и основания черепа	15	83,3
Огнестрельные переломы костей лицевого скелета	14	77,8
Повреждение придаточных пазух носа	16	88,9
Очаги ушиба головного мозга I–IV видов	18	100
Внутричерепные гематомы	14	77,8

Признак	Число случаев	%
в т.ч. двусторонние	10	55,5
Повреждение верхнего сагиттального синуса	3	16,7
Пневмоцефалия	14	83,3
Гипертензионно-дислокационный полушарный синдром	8	44,4
Выпадение мозгового вещества через посттравматический дефект костей черепа	7	38,9
Повреждение структур орбиты	14	77,8
в т.ч. разрушение глазного яблока	2	11,1

Ушибы головного мозга I–IV видов являлись доминирующим вариантом внутричерепных повреждений. Локализация очагов ушиба головного мозга при СО ЧМР представлена в таблице 4.

*Таблица 4. Локализация очага ушиба пациентов с СО ЧМР*

Локализация	Справа	Слева
Лобная доля	13 (72,2%)	9 (50%)
Область центральных извилин	1 (5,6%)	1 (5,6%)
Височная доля	2 (11,2%)	0
Теменная доля	1 (5,6%)	1 (5,6%)

Во всех случаях пациенты госпитализированы и оперированы в течение первых суток после ранения. Нейрохирургическое оперативное лечение выполнялось по общепринятым показаниям [1].

Внешний вид входного и выходного отверстия представлен на рисунке 3.



*А*



*Б*



*В*

*Рис. 2. Клинический пример проникающего подбородочного СО ЧМР из АК-74: А. Внешний вид раненого. Определяется входное отверстие в подбородочной области с ободком осаднения, параорбитальная гематома справа; Б. Внешний вид выходного отверстия в лобной области справа. Определяется рана с дефектом ткани, неровными краями и участками разрыва тканей; В. Внешний вид выходного отверстия и ушитая послеоперационная рана после бифронтальной краниэктомии в конце операции*

Виды оперативного лечения, выполненные пациентам с СО ЧМР представлены в таблице 5.

*Таблица 5. Виды оперативного пособия пациентам с СО ЧМР*

Признак	Число случаев	%
Первичная хирургическая обработка раны	18	100
Декомпрессивная трепанация черепа	8	44,4
Удаление внутричерепных гематом и санация очагов ушиба	14	77,8
Краниализация лобной пазухи	11	61,1
Операции на костях лицевого скелета, придаточных пазухах носа	13	72,2
Операции на органах полости рта	13	72,2

К наиболее частым операциям относилась первичная хирургическая обработка раны, декомпрессивная трепанация черепа и удаление внутричерепных гематом. Реже выполнялись операции на лобных пазухах (61,1 %).

Пример СКТ раненого с височным проникающим СО ЧМР из ПМ представлен на рисунке 3.

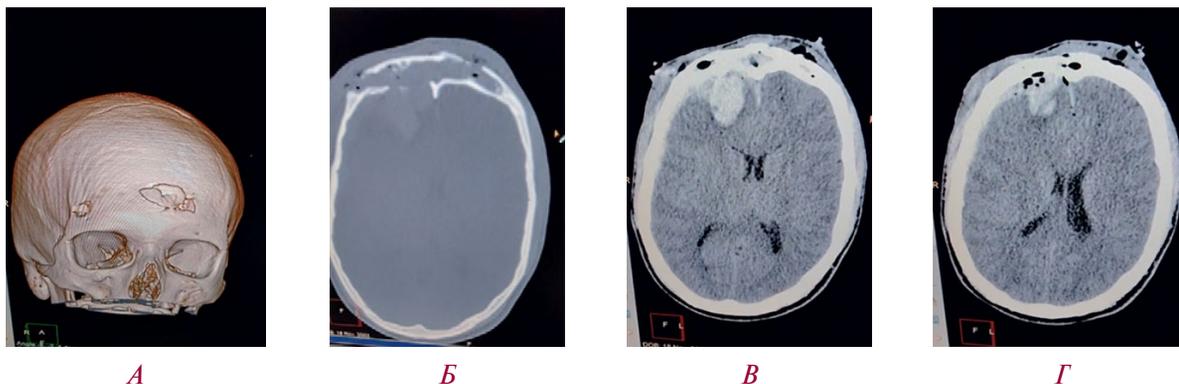


Рис. 3. Пример височного проникающего СО ЧМР из пистолета ПМ:

*А. СКТ-реконструкция раневого канала. В правой височной области определяется входное ранение в виде дырчатого перелома лобной кости, в лобной области определяется выходное отверстие в виде многооскольчатого перелома; Б. СКТ в аксиальной проекции, костный режим на уровне передних рогов боковых желудочков. Определяется многооскольчатый перелом лобной кости с повреждением обеих стенок лобной пазухи; В. СКТ в аксиальной проекции на уровне передних рогов боковых желудочков. Определяется внутримозговая гематома правой лобной доли; Г. СКТ в аксиальной проекции на уровне тел боковых желудочков. Определяется внутримозговая гематома правой лобной доли, субдуральная гематома правой лобной доли, пневмоцефалия*

Пример раненого с подбородочным проникающим СО ЧМР из АК-74 представлен на рисунке 4.

В нашей группе насчитывала 4 пациентов (22%) с непроникающими СО ЧМР. Им выполнены различные реконструкции костей лицевого скелета, пластика дефектов мягких тканей лица совместно со специалистами по профилю ЧЛХ.

**Оценка первичных результатов хирургического лечения.** В группе пациентов с СО ЧМР, доставленных на этап оказания специализированной хирургической помощи, летальных исходов не отмечено. Контрольные КТ выполняли в первые сутки после операции. Операционных осложнений не зарегистрировано.

В течение 1–3 суток после операции пациенты эвакуированы средствами авиамедицинской эвакуации или военно-санитарным поездом на следующие этапы оказания помощи без ухудшений по состоянию сознания и неврологическому статусу. 10 пациентов (56%) эвакуированы в состоянии медикаментозной седации и ИВЛ.

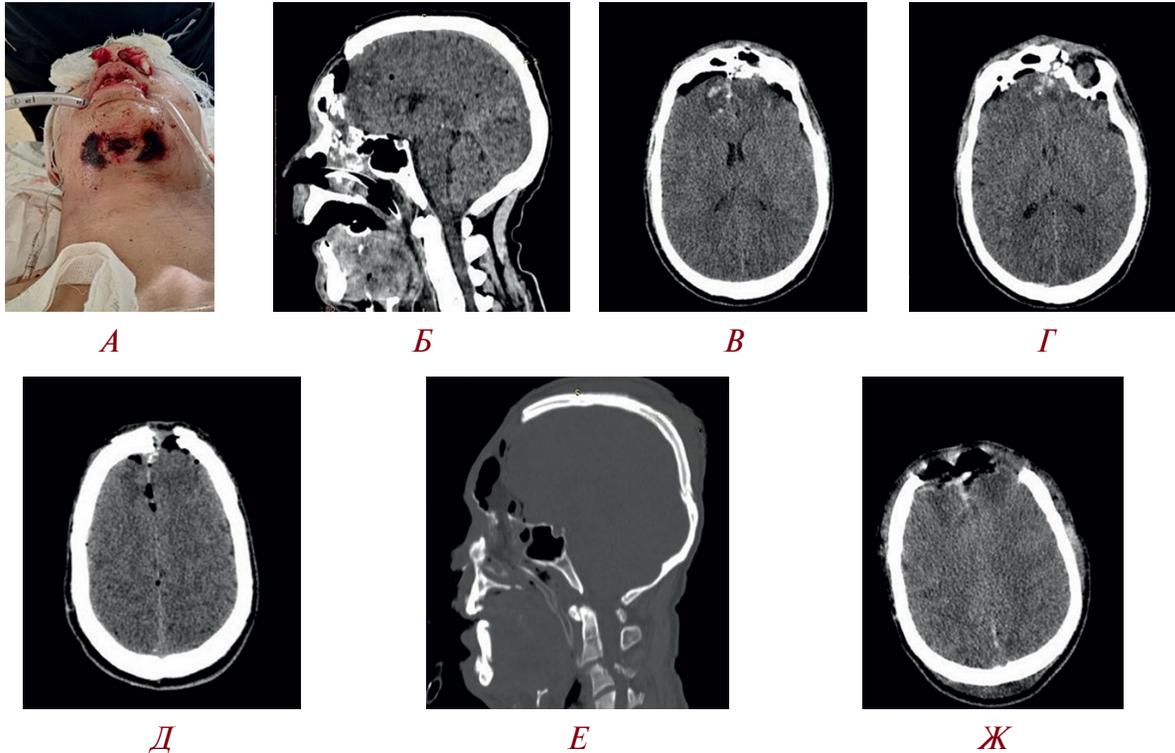
**Обсуждение.** Несмотря на психологическую работу, проводимую в войсках, частота суицидальных попыток остается высокой. Суицидальные случаи тесно связаны с вопросами психического здоровья, психическими заболеваниями и психическими расстройствами, вызванными острым или хроническим стрессом, такими как трево-

жность и депрессия [16]. Участие в боевых действиях, острый и хронический стресс могут накладывать отрицательное воздействие на психику. Отмечается, что опыт участия в активных боевых действиях в штурмовых подразделениях, выполнение специальных задач в ближнем бою, сопряжен с дополнительными рисками самоубийства. Показано, что психотравмирующий боевой опыт, в том числе ранение и убийство противника или наблюдение за этим, повышает риск самоубийства [25].

Несмотря на накопленный опыт, огнестрельные ранения головы остаются одной из сложнейших проблем современной нейрохирургии [6]. Ранения, нанесенные с близкой дистанции (включая выстрелы «в упор»), сопряжены с высоким риском летального исхода.

В изучаемой группе преобладали случаи проникающих ЧМР, что требовало выполнения нейрохирургической операции по жизненным показаниям. При непроникающих СО ЧМР участие нейрохирурга в основном носило консультативный характер.

Доминировали огнестрельные ранения из автоматического оружия, ввиду широкой распространенности и доступности. Огнестрельных ранений из гладкоствольного оружия не зафиксировано. Ввиду габаритов АК-74, наиболее распространенным являлся подбородочный вариант СО ЧМР.



*Рис. 4. Пример подбородочного СО ЧМР:*

*А. Входное раневое отверстие при ранении из АК-74 при подбородочном СО ЧМР; Б. СКТ в сагиттальной плоскости. Определяется ход раневого канала из подбородочной в лобную область; В. СКТ в аксиальной проекции на уровне передних рогов боковых желудочков. Определяется раневой канал в правой лобной доле, повреждение стенок лобной пазухи; Г. СКТ в аксиальной проекции на уровне задних рогов боковых желудочков. Определяется раневой канал по срединной линии, повреждение стенок левой орбиты; Д. СКТ в аксиальной проекции на уровне белого вещества конвекситальных отделов полушарий. Определяется выходное отверстие в проекции дырчатого перелома правой лобной кости. Е, Ж. КТ в сагиттальной плоскости, костный режим; СКТ в аксиальной проекции, срез на уровне белого вещества полушарий. Определяется состояние после декомпрессивной трепанации черепа, краниализации лобной пазухи, пластики дефекта основания черепа фрагментом жировой ткани*

Несмотря на большую кинетическую энергию пули, разрушения тканей головы, произведенные ранящим снарядом при выстреле со столь близкого расстояния, могут не носить фатальный характер. Начальная скорость пули автомата АК-74 составляет 900 м/с, а наибольшей (максимальной) скорости пуля достигает в конце третьего периода (после действия пороховых газов) на удалении нескольких десятков сантиметров от дульного среза ствола [4]. Таким образом, именно на таком удалении пуля оказывает максимально разрушительное воздействие, а вблизи среза ствола пуля оказывает локальное пронизывающее разрушающее действие.

В нашей группе наиболее подверженными к формированию очагов ушиба и внутричерепных гематом стали лобные доли головного мозга. У 50 % раненых были повреждены обе лобные доли, а наиболее пострадавшей являлась правая лобная доля (72 %). Это может быть связано с преобла-

данием в популяции правшей, и причинением себе вреда с правой стороны. Ранящий снаряд лишь в 12 % случаев проходил через задние отделы лобных долей, где расположены двигательные зоны (Роландова область). Таким образом, грубой очаговой симптоматики в виде центральных парезов и параличей у пациентов отмечено не было, а почти в 90 % наблюдений двигательные нарушения отсутствовали. Когнитивное снижение, интеллектуально-мнестические нарушения и эмоциональные расстройства, характерные для повреждений лобных долей, не были выражены и не выходили на первый план последствий СО ЧМР в раннем периоде ЧМР.

Ход раневого канала часто приводил к переломам стенок придаточных пазух носа (94 %), особенно часто — лобной (72 %).

В большинстве случаев помимо структур черепа и головного мозга имело место повреждение

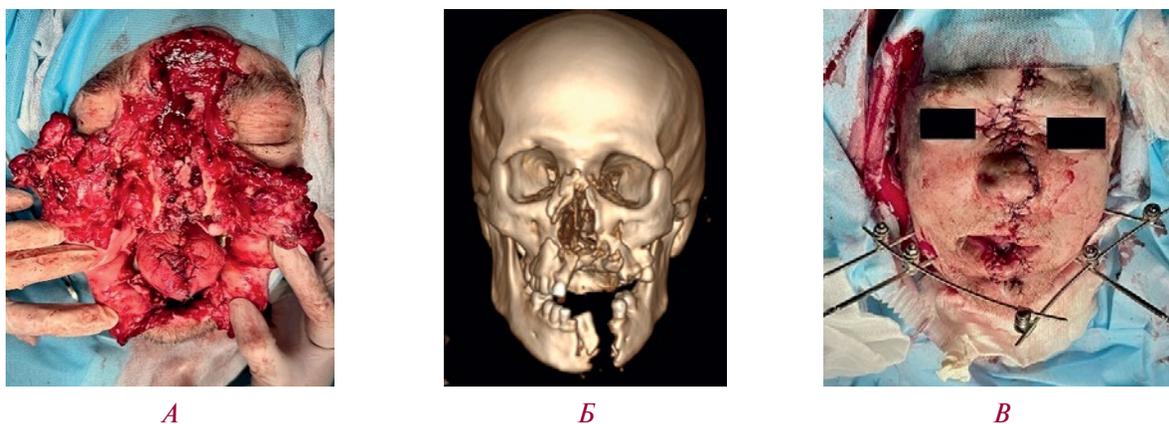


Рис. 5. Клинический пример непроникающего СО ЧМР из АК-74:

- А. Внешний вид огнестрельного ранения с повреждением верхней и средней зон лица;*  
*Б. СКТ-реконструкция повреждения костных структур лица. Определяется огнестрельный перелом нижней и верхней челюсти;*  
*В. Внешний вид раненого после хирургического пособия. Ушитая послеоперационная рана лица, внешняя фиксация перелома нижней челюсти*

орбитозигматического комплекса и содержимого орбит (82%), а в 12% случаях отмечалось разрушение глазного яблока.

Входной огнестрельный перелом костей черепа в большинстве случаев носил характер переднего парабазального ранения с повреждением переднего основания черепа. Выходной перелом чаще всего поражал лобную кость и носил характер многооскольчатого депрессионного перелома, тем самым создавая условия для внешней декомпрессии и компенсации внутричерепной гипертензии.

Перелом костей переднего основания черепа с вовлечением пазух приводил к высокой бактериальной обсемененности раневого канала, требовал хирургического лечения для герметизации субдурального пространства, пластики дефекта основания черепа, краниализации лобных пазух и рациональной антибактериальной терапии в послеоперационном периоде.

Раневой канал, как правило, располагался кпереди от артерий основания головного мозга, поэтому ранения крупных артерий и вен головного мозга не встречались, как и массивное субарахноидальное кровоизлияние. Между тем, в нашей выборке в 3 случаях (16%) имело место повреждение верхнего сагиттального синуса с развитием венозного кровотечения в передней трети, что потребовало его реконструкции.

У 8 пациентов (44%) при поступлении отмечен гипертензионно-дислокационный полушарный синдром, что определяло необходимость экстренного нейрохирургического вмешательства.

Пациентам с СО ЧМР во всех случаях выполнялась ПХО огнестрельной раны. Декомпрессивные трепанации черепа выполнены в 44%. Удаление внутричерепных гематом и санация очагов

ушиба осуществлена в 72% случаев. Краниализация лобных пазух выполнена в 61% случаев. В 72% случаев выполнялись операции на области лица с первичной костной фиксацией. Раненые с непроникающими СО ЧМР имели более благоприятный прогноз, несмотря на кажущиеся обширные дефекты костных и мягкотканых структур лица.

При подбородочном СО ЧМР раневой канал, как правило, проходил вентрально, повреждая передние отделы головного мозга или структуры лица. Между тем, дорзальное направление хода раневого канала является потенциально более опасным с высоким риском повреждения срединных структур, артерий и ствола головного мозга. Такие ранения с гораздо большей вероятностью приведут к летальному исходу. На представленные этапы оказания помощи пострадавшие с такими ранениями не поступали.

В нашем исследовании наиболее часто встречались раненые с подбородочным вариантом СО ЧМР (13 человек), где подбородочно-лицевой тип ранения протекал благоприятнее подбородочно-фронтального, а тот — подбородочно-краниального. Чем дорзальнее была направлена ось раневого канала, тем предполагаемый прогноз и последствия СО ЧМР были хуже.

Отсутствие летальности у госпитализированных раненых с СО ЧМР обусловлено нефатальным характером ранений, уровнем оказания медицинской помощи в военно-медицинских организациях, своевременной доставкой пациента на этап оказания специализированной нейрохирургической помощи, подключению к лечению раненых мультидисциплинарной бригады.

**Заключение.** Число раненых с СО ЧМР в обозримом будущем может иметь тенденцию к



увеличению. К числу таких пациентов будут относиться молодые военнослужащие рядового и сержантского состава, принимавшие участие в боевых действиях.

Раненые с СО ЧМР составляют сложную группу больных, в лечении которых требуется участие мультидисциплинарной бригады в составе нейрохирурга, анестезиолога-реаниматолога, челюстно-лицевого хирурга, отоларинголога, офтальмолога, невролога, психиатра.

Наиболее часто при СО ЧМР повреждаются полюсно-базальные отделы лобных долей, основание черепа, придаточные пазухи носа, особенно лобные, что обуславливает более высокую частоту инфекционных осложнений, чем при обычных ранениях.

Депрессионные переломы костей черепа способствуют компенсации внутричерепной гипертензии на догоспитальном этапе, позволяя паци-

ентам пережить острейший период после ранения. В структуре СО ЧМР доминируют проникающие ранения черепа и мозга. Подбородочно-лицевой тип подбородочного СО ЧМР, как правило, не требует нейрохирургического лечения.

В случае СО ЧМР, как правило, отсутствуют грубые двигательные и чувствительные нарушения, отмечается ясное сознание у большинства раненых на следующий день после оперативного вмешательства, что подтверждает эффективность неотложного хирургического лечения у данной группы пациентов.

Раненые с СО ОЧМР требуют сложного и комплексного лечения в многопрофильном стационаре для достижения позитивных клинических результатов. В дальнейшем такие раненые, несомненно, нуждаются в неврологической и психиатрической помощи, реабилитации и адаптации к жизни.

**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. Военно-полевая хирургия. Национальное руководство / под ред. Самохвалова И.М. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2024. 1056 с.
2. Евсеев В.Д., Пешковская А.Г., Бохан Н.А. и др. Скрининговое исследование несуицидальных форм самоповреждающего поведения у лиц призывного возраста // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2021. Т. 121, № 8. С. 54–60. DOI: 10.17116/jnevro202112108154.
3. Исаков В.Д., Назаров Ю.В. Редкий случай самоубийства огнестрельного оружия // Судебно-медицинская экспертиза. 2018. Т. 61, № 5. С. 41–43. DOI: 10.17116/sudmed20186105141.
4. Никульченко О.А., Козьменко А.А., Асеев А.И. Огневая подготовка из стрелкового оружия: учебно-методическое пособие. СПб., 2016. 108 с. URL: [https://vuts-miit.ru/library/Огневая\\_подготовка.pdf](https://vuts-miit.ru/library/Огневая_подготовка.pdf).
5. Самоубийц в армии столько же, сколько и на гражданке // Комсомольская правда. 2011. 13 окт. URL: <https://www.kp.ru/daily/25770.4/2754629/>.
6. 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.
7. Australian Institute of Health and Welfare. *Serving and ex-serving Australian Defense Force members who have served since 1985: suicide monitoring 2001 to 2019*. 2021. <https://www.aihw.gov.au/getmedia/c0338ed6-a0da-4f5a-b503-41abde024230/aihw-phe-290.pdf.aspx>
8. Carbone J.T., Jackson D.B., Holzer K.J. et al. Childhood adversity, suicidality, and non-suicidal self-injury among children and adolescents admitted to emergency departments. *Ann Epidemiol.* 2021;60:21–27. DOI: 10.1016/J.ANNEPIDEM.2021.04.015.
9. David Boulos. *2021 Report on Suicide Mortality in the Canadian Armed Forces (1995 to 2020)*. <https://www.canada.ca/en/department-national-defence/corporate/reports-publications/health/2021-report-on-suicide-mortality-in-the-caf-1995-to-2020.html>.
10. Department of Defense of USA. *Annual suicide report*. 2020. <https://www.dsps.mil/Portals/113/Documents/CY20%20Suicide%20Report/CY%202020%20Annual%20Suicide%20Report.pdf>.
11. Boulos D. *2021 Report on Suicide Mortality in the Canadian Armed Forces (1995 to 2020) 2022*. <https://www.canada.ca/en/department-national-defence/corporate/reports-publications/health/2021-report-on-suicide-mortality-in-the-caf-1995-to-2020.html>.



12. Goodwin L., Wessely S., Hotopf M. et al. Are common mental disorders more prevalent in the UK serving military compared to the general working population? *Psychol Med.* 2015;45(9):1881–1891. DOI: 10.1017/S0033291714002980.
13. Kang H.K., Bullman T.A., Smolenski D.J. et al. Suicide risk among 1.3 million veterans who were on active duty during the Iraq and Afghanistan wars. *Ann Epidemiol.* 2015;25(2):96–100. DOI: 10.1016/J.ANNEPIDEM.2014.11.020.
14. Holmes J., Fear N.T., Harrison K. et al. Suicide among Falkland war veterans. *BMJ.* 2013;346:f3204. DOI: 10.1136/BMJ.F3204.
15. Moore M.J., Shawler E., Jordan C.H. et al. Veteran and Military Mental Health Issues. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; August 17, 2023. PMID 34283458.
16. Iversen A.C., Fear N.T., Simonoff E. et al. Influence of childhood adversity on health among male UK military personnel. *Br J Psychiatry.* 2007;191:506–511. DOI: 10.1192/BJP.BP.107.039818.
17. Kapur N., While D., Blatchley N. et al. Suicide after leaving the UK armed forces—a cohort study. *PLoS Med.* 2009;6(3):e26. DOI: 10.1371/JOURNAL.PMED.1000026.
18. Kessler R.C., Stein M.B., Bliese P.D. et al. Occupational differences in US Army suicide rates. *Psychol Med.* 2015;45(15):3293–3304. DOI: 10.1017/S0033291715001294.
19. Kimerling R., Makin-Byrd K., Louzon S. et al. Military Sexual Trauma and Suicide Mortality. *Am J Prev Med.* 2016;50(6):684–691. DOI: 10.1016/J.AMEPRE.2015.10.019.
20. Brunstein Klomek A., Sourander A., Gould M. The association of suicide and bullying in childhood to young adulthood: a review of cross-sectional and longitudinal research findings. *Can J Psychiatry.* 2010;55(5):282–288. DOI: 10.1177/070674371005500503.
21. McGurk D., Cotting D.I., Britt Th.W. et al. Joining the ranks: The role of indoctrination in transforming civilians to service members. In: Adler A.B., Castro C.A., Britt Th.W., eds.
22. *Military life: The psychology of serving in peace and combat*. Vol. 2: Operational stress. Chapter: 2. Westport: Praeger Security International; 2006:13–31.
23. Ministry of Defense of the United Kingdom. *Suicides in the UK regular armed forces: Annual summary and trends over time (1 January 1984 to 31 December 2021)*. 2022. [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/1063678/20220331\\_UK\\_AF\\_Suicides.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1063678/20220331_UK_AF_Suicides.pdf).
24. One U.S. veteran attempts suicide every 80 minutes: Hidden tragedy of Afghanistan and Iraq wars. *Daily Mail*. November 3, 2011. <https://www.dailymail.co.uk/news/article-2057061/One-U-S-veteran-attempts-suicide-80-minutes-Hidden-tragedy-Afghanistan-Iraq-wars.html>.
25. Pinder R.J., Iversen A.C., Kapur N. et al. Self-harm and attempted suicide among UK armed forces personnel: results of a cross-sectional survey. *Int J Soc Psychiatry.* 2012;58(4):433–439. DOI: 10.1177/0020764011408534.
26. Reger M.A., Tucker R.P., Carter S.P. et al. Military Deployments and Suicide: A Critical Examination. *Perspect Psychol Sci.* 2018;13(6):688–699. DOI: 10.1177/1745691618785366.
27. Bille-Brahe U., Schmidtke A., Kerkhof A.J. et al. Background and introduction to the WHO/EURO Multicentre Study on Parasuicide. *Crisis.* 1995;16(2):72–84. DOI: 10.1027/0227-5910.16.2.72.
28. Ursano R.J., Kessler R.C., Stein M.B. et al. Risk Factors, Methods, and Timing of Suicide Attempts Among US Army Soldiers. *JAMA Psychiatry.* 2016;73(7):741–749. DOI: 10.1001/JAMAPSYCHIATRY.2016.0600.
29. Vedtofte M.S., Elrond A.F., Erlangsen A. et al. Combat Exposure and Risk of Suicide Attempt Among Danish Army Military Personnel. *J Clin Psychiatry.* 2021;82(6):20m13251. DOI: 10.4088/JCP.20M13251.
30. World Health Organization. Mental and Behavioural Disorders Team. *Figures and facts about suicide*. 1999. <https://iris.who.int/handle/10665/66097>.

## REFERENCES

1. Samokhvalov I.M., ed. *Voенно-polevaya khirurgiya [Military Field Surgery]*: National guidelines. 2nd ed. Moscow; 2024. (In Russ.).
2. Evseev V.D., Peshkovskaya A.G., Bokhan N.A. et al. A screening study of non-suicidal forms self-injurious behavior in persons of draft age. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry.* 2021;121(8):54–60. (In Russ.) DOI: 10.17116/JNEVRO202112108154.
3. Isakov V.D., Nazarov Y.V. A rare case of suicide carried out by firearm. *Forensic Medical Expertise.* 2018;61(5):41–43. (In Russ.) DOI: 10.17116/SUDMED20186105141.
4. Nikul'chenkov O.A., Koz'menko A.A., Aseev A.I. *Ognevaya podgotovka iz strelykovogo oruzhiya [Firearms Training]*: Teaching and methodological manual. St. Petersburg; 2016. (In Russ.) URL: [https://vuts-miit.ru/library/Огневая\\_подготовка.pdf](https://vuts-miit.ru/library/Огневая_подготовка.pdf).



5. Samoubiits v armii stol'ko zhe, skol'ko i na grazhdanke [The Number of Suicides in the Army Is the Same as in the Civilian Population]. *Komsomol'skaya Pravda*. October 13, 2011. (In Russ.) URL: <https://www.kp.ru/daily/25770.4/2754629/>.
6. Khrapov Y.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. *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2017;81(1):108–117. (In Russ., In Engl.) DOI: 10.17116/NEIRO2017807108-117.
7. Australian Institute of Health and Welfare. *Serving and ex-serving Australian Defense Force members who have served since 1985: suicide monitoring 2001 to 2019*. 2021. <https://www.aihw.gov.au/getmedia/c0338ed6-a0da-4f5a-b503-41abde024230/aihw-phe-290.pdf.aspx>
8. Carbone J.T., Jackson D.B., Holzer K.J. et al. Childhood adversity, suicidality, and non-suicidal self-injury among children and adolescents admitted to emergency departments. *Ann Epidemiol*. 2021;60:21–27. DOI: 10.1016/J.ANNEPIDEM.2021.04.015.
9. David Boulos. *2021 Report on Suicide Mortality in the Canadian Armed Forces (1995 to 2020)*. <https://www.canada.ca/en/department-national-defence/corporate/reports-publications/health/2021-report-on-suicide-mortality-in-the-caf-1995-to-2020.html>.
10. Department of Defense of USA. *Annual suicide report*. 2020. <https://www.dsps.mil/Portals/113/Documents/CY20%20Suicide%20Report/CY%202020%20Annual%20Suicide%20Report.pdf>.
11. Boulos D. *2021 Report on Suicide Mortality in the Canadian Armed Forces (1995 to 2020) 2022*. <https://www.canada.ca/en/department-national-defence/corporate/reports-publications/health/2021-report-on-suicide-mortality-in-the-caf-1995-to-2020.html>.
12. Goodwin L., Wessely S., Hotopf M. et al. Are common mental disorders more prevalent in the UK serving military compared to the general working population? *Psychol Med*. 2015;45(9):1881–1891. DOI: 10.1017/S0033291714002980.
13. Kang H.K., Bullman T.A., Smolenski D.J. et al. Suicide risk among 1.3 million veterans who were on active duty during the Iraq and Afghanistan wars. *Ann Epidemiol*. 2015;25(2):96–100. DOI: 10.1016/J.ANNEPIDEM.2014.11.020.
14. Holmes J., Fear N.T., Harrison K. et al. Suicide among Falkland war veterans. *BMJ*. 2013;346:f3204. DOI: 10.1136/BMJ.F3204.
15. Moore M.J., Shawler E., Jordan C.H. et al. Veteran and Military Mental Health Issues. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; August 17, 2023. PMID 34283458.
16. Iversen A.C., Fear N.T., Simonoff E. et al. Influence of childhood adversity on health among male UK military personnel. *Br J Psychiatry*. 2007;191:506–511. DOI: 10.1192/BJP.BP.107.039818.
17. Kapur N., While D., Blatchley N. et al. Suicide after leaving the UK armed forces—a cohort study. *PLoS Med*. 2009;6(3):e26. DOI: 10.1371/JOURNAL.PMED.1000026.
18. Kessler R.C., Stein M.B., Bliese P.D. et al. Occupational differences in US Army suicide rates. *Psychol Med*. 2015;45(15):3293–3304. DOI: 10.1017/S0033291715001294.
19. Kimerling R., Makin-Byrd K., Louzon S. et al. Military Sexual Trauma and Suicide Mortality. *Am J Prev Med*. 2016;50(6):684–691. DOI: 10.1016/J.AMEPRE.2015.10.019.
20. Brunstein Klomek A., Sourander A., Gould M. The association of suicide and bullying in childhood to young adulthood: a review of cross-sectional and longitudinal research findings. *Can J Psychiatry*. 2010;55(5):282–288. DOI: 10.1177/070674371005500503.
21. McGurk D., Cotting D.I., Britt Th.W. et al. Joining the ranks: The role of indoctrination in transforming civilians to service members. In: Adler A.B., Castro C.A., Britt Th.W., eds.
22. *Military life: The psychology of serving in peace and combat*. Vol. 2: Operational stress. Chapter: 2. Westport: Praeger Security International; 2006:13–31.
23. Ministry of Defense of the United Kingdom. *Suicides in the UK regular armed forces: Annual summary and trends over time (1 January 1984 to 31 December 2021)*. 2022. [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/1063678/20220331\\_UK\\_AF\\_Suicides.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1063678/20220331_UK_AF_Suicides.pdf).
24. One U.S. veteran attempts suicide every 80 minutes: Hidden tragedy of Afghanistan and Iraq wars. *Daily Mail*. November 3, 2011. <https://www.dailymail.co.uk/news/article-2057061/One-U-S-veteran-attempts-suicide-80-minutes-Hidden-tragedy-Afghanistan-Iraq-wars.html>.
25. Pinder R.J., Iversen A.C., Kapur N. et al. Self-harm and attempted suicide among UK armed forces personnel: results of a cross-sectional survey. *Int J Soc Psychiatry*. 2012;58(4):433–439. DOI: 10.1177/0020764011408534.
26. Reger M.A., Tucker R.P., Carter S.P. et al. Military Deployments and Suicide: A Critical Examination. *Perspect Psychol Sci*. 2018;13(6):688–699. DOI: 10.1177/1745691618785366.



27. Bille-Brahe U., Schmidtke A., Kerkhof A.J. et al. Background and introduction to the WHO/EURO Multicentre Study on Parasuicide. *Crisis*. 1995;16(2):72–84. DOI: 10.1027/0227-5910.16.2.72.

28. Ursano R.J., Kessler R.C., Stein M.B. et al. Risk Factors, Methods, and Timing of Suicide Attempts Among US Army Soldiers. *JAMA Psychiatry*. 2016;73(7):741–749. DOI: 10.1001/JAMAPSYCHIATRY.2016.0600.

29. Vedtofte M.S., Elrond A.F., Erlangsen A. et al. Combat Exposure and Risk of Suicide Attempt Among Danish Army Military Personnel. *J Clin Psychiatry*. 2021;82(6):20m13251. DOI: 10.4088/JCP.20M13251.

30. World Health Organization. Mental and Behavioural Disorders Team. *Figures and facts about suicide*. 1999. <https://iris.who.int/handle/10665/66097>.

#### **АВТОРЫ**

**Ландик Сергей Александрович**, к.м.н. — ORCID: 0000-0001-7482-0368; SPIN: 6111-2050

**Исаев Ренат Играмиевич** — ORCID: 0009-0002-0079-3728

**Свистов Дмитрий Владимирович**, к.м.н. — ORCID: 0000-0002-3922-9887

**Князев Антон Анатольевич** — ORCID: 0009-0002-7219-9023

**Столярова Надежда Викторовна** — ORCID: 0009-0004-3924-9863

#### **AUTHORS**

**Landik Sergey Aleksandrovich**, Ph.D. — ORCID: 0000-0001-7482-0368; SPIN: 6111-2050

**Isaev Renat Igramievich** — ORCID: 0009-0002-0079-3728

**Svistov Dmitriy Vladimirovich**, Ph.D. — ORCID: 0000 0002 3922 9887

**Knyazev Anton Anatol'evich** — ORCID: 0009-0002-7219-9023

**Stolyarova Nadezhda Viktorovna** — ORCID: 0009-0004-3924-9863



УДК 617-001-031,14-07

DOI: 10.54866/27129632\_2025\_4\_70

## **ВЛИЯНИЕ ЭТАНОЛА НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, КЛЕТочНЫЙ СОСТАВ, РАЗМЕР И КОЛИЧЕСТВО ЖИРОВЫХ ГЛОБУЛ В КРОВИ У ПОСТРАДАВШИХ С ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОЙ ЖИРОВОЙ ЭМБОЛИЕЙ**

© В.Н. ЛАПШИН, Н.К. РАЗУМОВА, А.В. ШВЕДКОВ, Н.В. СЕЛЕЗНЁВА, М.В. НАНИЕВА  
ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

### **РЕЗЮМЕ**

**АКТУАЛЬНОСТЬ.** Врачи разных специальностей сталкиваются со сложностью диагностики, непредсказуемостью клинического течения синдрома жировой эмболии и необходимостью коррекции возникших функциональных нарушений. В основе профилактики и интенсивной терапии синдрома жировой эмболии, диагностированного у пострадавших с механическими повреждениями, должны быть мероприятия по оказанию экстренной помощи при травме и шоке. Комплексная терапия носит синдромальный характер и направлена на предупреждение развития органной дисфункции. При обнаружении выраженной жировой глобулемии показана терапия, препятствующая дезэмульгированию липидов, т.е. назначение средств, способствующих их эмульсионной стабильности. Однако клиническая практика свидетельствует об их невысокой эффективности. Другой подход к терапии тяжелых форм синдрома жировой эмболии при травме сводится к попытке растворения дезэмульгированного жира в кровеносном русле.

**ЦЕЛЬЮ** исследования было изучение влияния терапевтических концентраций этанола на биохимические показатели, клеточный состав крови, размер и количество жировых глобул у пострадавших с механической травмой, осложненной синдромом жировой эмболии.

**ЗАДАЧИ** исследования состояли в определении безопасной концентрации этанола, не вызывающей гемолиз, не влияющей на морфологию и биохимию крови, а также динамическом контроле изменения размера и количества жировых глобул до и после его инфузии.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.** Полученные результаты в 30 модельных опытах *in vitro* свидетельствуют о незначительном гемолизе при добавлении в пробы крови 35 % этанола и о полном его отсутствии в пробах крови после экспозиции с 20 % этанолом. Этанол в объеме 400 мл 10 % раствора практически не оказывал какого-либо патологического влияния на организм пострадавшего, что подтверждается отсутствием существенных изменений биохимических показателей и стабильностью клеточного состава крови. Включение этанола в программу лечения синдрома жировой эмболии обосновано, его эффективность доказана в результате анализа 34 клинических случаев и связана с непосредственным влиянием на количество и размер жировых глобул, циркулирующих в крови при травме.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** механическая травма, посттравматическая жировая глобулемия, синдром жировой эмболии, терапия СЖЭ.

**КАК ЦИТИРОВАТЬ.** Лапшин В.Н., Разумова Н.К., Шведков А.В., Селезнёва Н.В., Наниева М.В. Влияние этанола на биохимические показатели, клеточный состав, размер и количество жировых глобул в крови у пострадавших с посттравматической жировой эмболией // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2025. № 4. С. 70–76.

## **THE EFFECT OF ETHANOL ON BIOCHEMICAL PARAMETERS, CELLULAR COMPOSITION, SIZE AND NUMBER OF FAT GLOBULES IN THE BLOOD OF PATIENTS WITH MECHANICAL INJURY COMPLICATED BY FAT EMBOLISM SYNDROME**

© V.N. LAPSHIN, N.K. RAZUMOVA, A.V. SHVEDKOV, N.V. SELEZNEVA, N.V. NANIEVA  
St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

### **RESUME**

**RELEVANCE.** Doctors of various branches are faced with the complexity of diagnosis, the unpredictability of the clinical course of fat embolism syndrome (FES) and the need to correct emerging functional disorders. The prevention and intensive care of FES, diagnosed in victims with mechanical injuries, should be based on



emergency measures for trauma and shock. Complex therapy is of a syndromic nature and is aimed at preventing the development of organ dysfunction. If pronounced fat globulemia is detected, therapy is indicated that prevents lipid desmulsification, i.e. the appointment of drugs that promote their emulsion stability. However, clinical practice indicates their low effectiveness. Another approach to the treatment of severe forms of FES in trauma is to try to dissolve desmulsified fat in the bloodstream.

**THE PURPOSE** of the study is to investigate the effect of therapeutic ethanol concentrations on biochemical parameters, blood cellular composition, size and number of fat globules in patients with mechanical injury complicated by fat embolism syndrome. The objectives of the study are to determine the safe concentration of ethanol that does not cause hemolysis and does not affect the morphology and biochemistry of blood, as well as the dynamic control of changes in the size and number of fat globules before and after its infusion.

**RESULTS.** The results obtained in 30 in vitro model experiments indicate insignificant hemolysis when 35 % ethanol was added to blood samples and its complete absence in blood samples after exposure to 20 % ethanol. Ethanol in a volume of 400 ml of an 18 % solution had practically no pathological effect on the victim's body, which is confirmed by the absence of significant changes in biochemical parameters and the stability of the cellular composition of the blood. The inclusion of ethanol in the treatment program for fat embolism syndrome is justified, its effectiveness has been proven by analyzing 34 clinical cases and is associated with a direct effect on the number and size of fat globules circulating in the blood during injury.

**KEYWORDS:** mechanical injury, post-traumatic fat globulemia, fat embolism syndrome, FES therapy.

**TO CITE THIS ARTICLE.** Lapshin V.N., Razumova N.K., Shvedkov A.V., Selezneva N.V., Nanieva N.V. The effect of ethanol on biochemical parameters, cellular composition, size and number of fat globules in the blood of patients with mechanical injury complicated by fat embolism syndrome. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze.* 2025;(4):70–76.

**Введение.** По данным Санкт-Петербургского НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, подтвержденные лабораторно-клинические проявления, обусловленные синдромом жировой эмболии (СЖЭ), отмечались в разные годы у 25–35 % пострадавших со скелетной травмой. При этом только у 10 % пациентов СЖЭ значительно отягощал течение острого и раннего периодов травматической болезни, во многом определяв исход. Летальность при синдроме, прижизненно диагностированном на основании характерных клинических признаков, анализа лабораторно-функциональных тестов и микроскопии плазмы крови, у пострадавших с механической травмой составила около 6 %. Неблагоприятный исход молниеносного течения СЖЭ, подтвержденный на аутопсии, был зарегистрирован у 0,4 % пострадавших на разных этапах лечения.

Статистика летальности не оставляет сомнений в необходимости изучения этого осложнения травматической болезни и совершенствовании способов профилактики, ранней диагностики и терапии.

Риск возникновения жировой эмболии особенно вероятен при получении травмы, транспортировке пострадавшего, выполнении временной иммобилизации, репозиции в ходе оперативного вмешательства, остеосинтезе, эндопротезировании, то есть в течение всего периода интенсивного наблюдения и терапии пострадавших с механической травмой.

Синдром жировой эмболии нередко является причиной органной дисфункции, определяющей

тяжесть течения посттравматического периода, а в некоторых случаях и исход. Доказано, что неудовлетворительные результаты лечения тяжелых форм СЖЭ, связаны с блокадой кровотока сначала в легких, а затем и в органах большого круга кровообращения, что приводит к выраженным, нередко необратимым, нарушениям их функций. Продолжительное нахождение жировых эмболов в микрососудах внутренних органов сопровождается повреждением эндотелия, избыточной продукцией липазы, жирных кислот и других БАВ, что, по-видимому, и является причиной развития синдрома полиорганной недостаточности [2, 5, 6, 12, 15, 17].

Интенсивная терапия тяжелых форм посттравматической жировой эмболии носит синдромально-эмпирический характер и далеко не всегда приводит к позитивному результату. Специфическая терапия тяжелого течения СЖЭ, направленная на нейтрализацию жировых глобул в сосудистом русле, предполагает назначение нескольких дорогостоящих препаратов одновременно, не вписывается в современную концепцию оказания экстренной помощи по программе ОМС, в том числе и по этой причине ожидать позитивных результатов лечения не приходится.

**Цель исследования:** изучить влияние терапевтических концентраций этанола на основные биохимические показатели, клеточный состав крови, размер и количество жировых глобул у пострадавших с механической травмой, осложненной синдромом жировой эмболии. **Задачи исследования** состояли в определении безопасной концентрации



этанолом, не вызывающей гемолиз, не влияющей на морфологию и биохимию крови, а также динамическом контроле изменения размера и количества жировых глобул до и после его инфузии.

**Материал и метод.** Не возникает сомнения в том, что своевременная диагностика синдрома, а значит, и упреждающая терапия, во многих случаях могут повлиять на лечебную тактику и, в конечном итоге, на исход травмы. В практической деятельности для постановки диагноза используется, как правило, сочетание наиболее информативных, но поздних признаков, указывающих на нарушение психики (энцефалопатия), терморегуляции (гипертермия), кровообращения (тахикардия), дыхания (тахипноэ, гипоксемия), коагуляции (петехиальная сыпь, анемия, тромбоцитопения) с обязательным выявлением жировых глобул в сыворотке крови и, вскоре, в различных биологических средах [4, 6, 13].

Следует обратить внимание на следующие выявленные при микроскопии плазмы крови морфологические признаки, коррелирующие со степенью тяжести жировой эмболии. Единственным ранним прижизненным патогномичным признаком жировой эмболии являются обнаруженные в пробах смешанной венозной и артериальной крови жировые глобулы. Они появляются практически у всех пострадавших сразу после полученных повреждений. Как правило, капли нейтрального жира, которые обнаруживаются в артериальной крови, появляются в моче и ликворе. Размер жировых глобул в крови, может, как соответствовать диаметру капилляра (5–10 мкм), так и составлять 200 мкм и более («озера»), хотя большинство из них имеют величину 20–40 мкм.

По нашим данным, у пострадавших с сочетанной костной травмой в остром периоде травматической болезни при микроскопии смешанной венозной и артериальной крови в 33,6% случаев обнаружены множественные жировые эмболы, размер которых превышает 10 мкм, 13% из них сливаются в «озера». Практически у всех пострадавших, кровь которых содержала значительное количество крупных (более 10 мкм) жировых глобул, имелись клинические признаки синдрома жировой эмболии. В то же время, жировые капли разного диаметра, в основном менее 10 мкм, были найдены при микроскопии крови в первые сутки после поступления в протившоковую операционную практически у всех пострадавших с механической травмой.

Диагноз «синдром жировой эмболии» может быть сформулирован при наличии жировой глобулемии, предшествующей появлению характерной полиморфной клинической картины и неспецифических лабораторных признаков.

Методику микроскопического исследования крови следует стандартизировать и производить измерение и подсчет жировых глобул при увеличении в 280 раз, в 10 полях зрения, в 3 препаратах, окрашенных суданом II–III. Документирование и хранение результатов анализа производится в цифровом виде, используя микрофотографии с высокой степенью разрешения. Несложно воспроизводимый и информативный способ оценки степени тяжести жировой глобулемии в клинике предусматривает балльную оценку размера, количества и формы капель жира в препаратах плазмы крови [4, 6, 10]. Пробы крови у пострадавших с механической травмой исследовались с помощью биохимического и гематологического анализаторов Roche® Cobas c 501 (Швейцария) и Sysmex® XN-1000 (Япония).

Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро-Уилка. Полученные в результате исследования цифровые данные обрабатывались статистически. Для этой цели использовались методика определения средних значений, среднеквадратичного отклонения и ошибки средней, а также метод оценки достоверности различий между выборками с попарно связанными вариантами. Оценку эффективности этанола при синдроме жировой эмболии, а также его влияния на количество и размер жировых глобул в сыворотке крови проводили с использованием непараметрического статистического критерия — критерия знаков (sign test).

**Результаты.** Доказано, что при СЖЭ происходит дезэмульгация — растворение липопротеиновой оболочки жировых глобул, приводящее к образованию капель нейтрального жира, способных изменять свои размеры, укрупняться, образовывать «озера», которые сами по себе создают угрозу эмболизации, а также являются источником множества более мелких эмболов [1, 3, 6, 12].

Можно предположить, что использование в терапии СЖЭ растворителя дезэмульгированных жировых капель будет способствовать восстановлению эффективного кровоснабжения органов. Одним из таких органических соединений является этанол, используемый парентерально и обладающий целым рядом лечебных свойств, таких как высокая энергоёмкость, седативный и обезболивающий эффекты, антимикробное действие. Использование этанола в качестве компонента в протившоковых инфузионных растворах описано в монографии [20].

Способность этанола растворять жировые капли, находящиеся в русле крови, отмечена в ряде работ, однако широкого распространения этот способ лечения не нашел, хотя практика по-



казывает, что альтернативы ему в настоящее время нет. Рекомендованные для клинического применения при СЖЭ Липостабил®, Эссенциале® используются в клинике как эмульгаторы жировых глобул, не входят в перечень жизненно необходимых и важнейших лекарственных средств (ЖН и ВЛС) и, кроме того, заметного лечебного эффекта не имеют [7, 11, 13,].

В рамках запланированной научно-исследовательской работы отдела анестезиологии и реаниматологии получено заключение локального этического комитета и одобрение на заседании проблемной комиссии № 1 Санкт-Петербургского научно-исследовательского института скорой помощи им. И. И. Джанелидзе (протокол от 20.02.2024). Предметом исследования является терапевтическая эффективность этанола при синдроме жировой эмболии у пострадавших с

механической травмой, а также его влияние на форменные элементы крови, биохимические маркеры, количество и характеристики циркулирующих жировых глобул в артериальной и смешанной венозной крови.

Обоснование безопасности использования этанола при лечении пострадавших с механической травмой, осложненной синдромом жировой эмболии, представлены на основании результатов модельных опытов и анализа лабораторных данных.

В серии опытов *in vitro* этанол в концентрациях 70 %, 35 % и 20 % добавлялся в пробирки с цельной кровью. Исследовались по 10 проб крови, в 3 сериях опытов. Пробирки с цельной кровью после экспозиции с этанолом различной концентрации центрифугировались на скорости 1500 об/мин в течение 10 минут. Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1. Визуальная колориметрическая оценка проб крови

Концентрация этанола	<20 %	35 %	70 %
Степень гемолиза ( <i>in vitro</i> )	–	+	+++

Результаты 30 модельных опытов свидетельствуют о незначительном гемолизе при добавлении 35-процентного этанола и о полном его отсутствии в пробах крови после экспозиции с 20-процентным этанолом.

При лабораторно подтвержденной жировой глобулемии и клинической картине, соответствующей внезапно развившемуся СЖЭ, у пострадавших с механической травмой с лечебной целью проводили внутривенное капельное введение этанола в концентрации 10 % на 400 мл 5 % раствора глюкозы.

У 23 пострадавших анализировались пробы венозной крови до и после появления клиниче-

ских и лабораторных признаков синдрома жировой эмболии. Внезапно возникшие симптомы легочно-сердечной недостаточности, сопровождающейся появлением в плазме крови множественных жировых глобул размером более 10 мкм и / или «озер», соответствующие 3–4 баллам тяжести жировой глобулемии, явились основанием для назначения расчетной дозы этанола. В таблице представлены данные изменений морфологического состава крови и биохимических показателей в процессе проведения синдромального лечения с участием 10 % этанола (табл. 2 и 3).

Таблица 2. Показатели гемограммы до и после введения 400 мл 10 % этанола (n = 23)

Показатель / Время	До	После	p
Гемоглобин (HGB), г/л	90,0 ± 1,7	81,9 ± 18,7	p = 0,006
Эритроциты (RBC), 10 <sup>12</sup> /л	3,1 ± 0,6	2,8 ± 0,5	p = 0,017
Ширина гистограммы распределения эритроцитов относительно среднего объема (RDW-CV), в %	15,3 ± 1,8	15,4 ± 1,7	p = 0,373
Средняя концентрация Hb в эритроцитах (MCHC), в г/л	325,9 ± 14,7	321,2 ± 12,7	p = 0,016
Средний объем эритроцитов (MCV), в фл.	89,4 ± 6,7	90,2 ± 6,3	p = 0,03
Лейкоциты (WBC), 10 <sup>9</sup> /л	12,4 ± 4,3	11,3 ± 5,1	p = 0,06
Тромбоциты (PLT), 10 <sup>9</sup> /л	183,4 ± 73,1	183,43 ± 99,7	p = 0,5

В таблице показано, что изменения показателей гемограммы носили разнонаправленный характер, а абсолютные значения гемоглобина отличались незначительно. Так, изменения концентрации гемоглобина, количества эритроцитов, средней концентрации гемоглобина

в эритроцитах и среднего объема эритроцитов, хотя и отличались от исходных величин, нельзя считать клинически значимыми. Существенных различий в количестве тромбоцитов и лейкоцитов до и после инфузии этанола не отмечено. Колебания значений исследуемых

показателей могут быть связаны с характером водно-электролитного баланса, и возможной инфузионной терапией, влияющей на состояние гемодилуции.

Таблица 3. Биохимических показателей крови до и после введения 400 мл 10% этанола (n = 23)

Показатель / Время	До	После	P
Амилаза (AMYL), в ед/л	126,8 ± 85,4	212,0 ± 32,3	p = 0,6
Общий белок (TP), в г/л	49,7 ± 10,2	50,7 ± 8,9	p = 0,7
Билирубин (TBIL), в Umol/l	9,1 ± 3,8	9,2 ± 2,1	p = 0,9
Глюкоза (GLUC), ммоль/л	7,0 ± 2,4	6,8 ± 1,4	p = 0,8
Калий (K <sup>+</sup> ), в ммоль/л	3,9 ± 0,6	4,8 ± 0,8	p = 0,03
Креатинин (CREA), мкмоль/л	87,3 ± 44,6	95,7 ± 46,0	p = 0,5

При анализе доступных в стационаре биохимических показателей у пострадавших с механической травмой, клиническими признаками СЖЭ и значительным количеством жировых глобул размером более 40 мкм в сыворотке крови, которым проводилась инфузия этанола, выявлены недостоверные изменения большинства исследуемых параметров, за исключением незначительного повышения содержания калия.

Таким образом, исходя из полученных данных, инфузия 400 мл 10% этанола в группе обследованных пострадавших с СЖЭ существенного влияния на морфологический и биохимический состав крови не оказала.

Следующей задачей исследования было изучение влияния этанола на размер и количество жировых глобул у пострадавших с механической травмой. У 34 пострадавших с жировой глобулемией после внутривенной инфузии 400 мл 10% этанола производилась микроскопия проб крови, выявившая достоверные изменения количества и величины жировых глобул практически у всех пациентов, за исключением трех наблюдений, в которых отмечено незначительное уменьшение, как их числа, так и размера. Изменения состава жировых глобул у травмированных пациентов после введения этанола проиллюстрировано на графике (рис. 1).

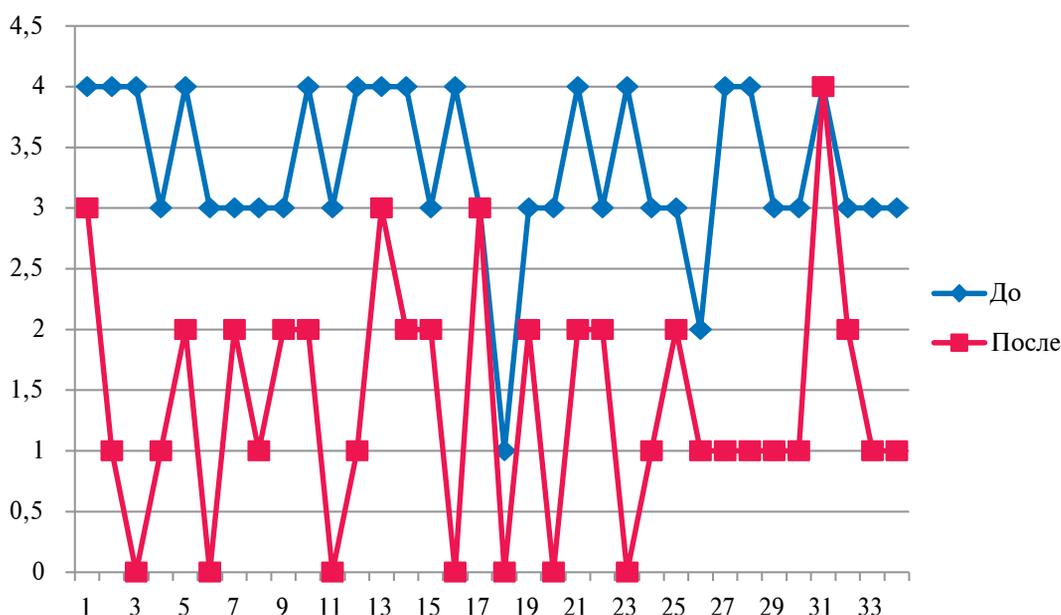


Рис. 1. Изменение степени жировой глобулемии до и после введения этанола

Для оценки эффективности этанола использовался тест разности попарно сопряженных вариантов, определялась направленность сдвига в сравниваемых наблюдениях, подсчитывалось общее число парных наблюдений с различиями и меньшее число однозначных изменений. График иллюстрирует

значимое, достоверное уменьшение количества и величины жировых глобул после инфузии этанола.

**Заключение.** Включение этанола в программу комплексного лечения синдрома жировой эмболии обосновано, его эффективность доказана и связана с непосредственным влиянием на коли-



чество и размер жировых глобул, циркулирующих в крови при травме.

Инфузия 10% раствора этанола в объеме 400 мл практически не оказывала кого-либо негативного

влияния, что подтверждается отсутствием суще-

ственных изменений биохимических показателей

крови и стабильностью ее клеточного состава.

**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. Апанасенко Б.Г., Жуков Г.А., Куницин А.И. Травматическая жировая эмболия: Научный обзор. Ч.1. М.: ВНИИМИ, 1976. 104 с.
2. Байкубесов К.Б., Набиев Е.Н. Патогенез синдрома жировой эмболии (обзор литературы) // Фармация Казахстана. 2024. №4. С. 38–46.
3. Борисов М.Б., Гаврилин С.В. Синдром жировой эмболии при тяжелых сочетанных травмах // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 2006. Т. 165. №5. С. 68–71.
4. Вашетко Р.В. Травма нижних конечностей, осложненная массивной жировой эмболией сосудов головного мозга // Труды Ленинградского научного общества патологоанатомов. Л., Медицина, 1984. Вып. 25. С. 62–63.
5. Калинин О.Г., Гридасова Г.И. Патогенез синдрома жировой эмболии // Травма. 2008. Т. 9, №2. С. 233–238.
6. Корнилов Н.В., Кустов В.М. Жировая эмболия. Санкт-Петербург, 2001. 287 с.
7. Миронов Н.П., Аржикова Н.И., Рябцев К.Л. Синдром жировой эмболии, как осложнение травматической болезни // Вестник интенсивной терапии. 1996. №2–3. С. 43–48.
8. Пащук А.Ю., Фадеев П.А. Диагностика и лечение жировой эмболии // Ортопедия, травматология и протезирование. 1991. №12. С. 41–44.
9. Певнев А.А., Яковлев А.Ю., Белоус М.С., Рябиков Д.В., Загреков В.И. Прогностические признаки жировой эмболии. Исследование «случай-контроль» // Вестник интенсивной терапии имени А.И. Солтанова. 2021. №1. С. 143–149.
10. Разумова Н.К., Лапшин В.Н., Селезнёва Н.В., Шведков А.В. Диагностика жировой глобулемии у пострадавших с механической травмой // Неотложная хирургия им. И.И. Джанелидзе. 2024. №2. С. 59–64.
11. Творогова С.С. Сравнительная оценка эффективности медикаментозной профилактики и лечения жировой эмболии (экспериментальное исследование): дисс. ... канд. мед. наук: 14.00.27 / Творогова Светлана Сергеевна. Иркутск, 2005.
12. Шифман Е.М. Жировая эмболия: клиническая физиология, диагностика и интенсивная терапия. Петрозаводск, 2003. 32 с.
13. Яковлев В.Н., Марченков Ю.В., Панова Н.С., Алексеев В.Г., Мороз В.В. Жировая эмболия // Общая реаниматология. 2013. Т. 9. №4. С. 50–58.
14. Hussain A. A fatal fat embolism. *The Internet J Anesthesiol.* 2004;8(2).
15. Latif A. Fat embolism and fat embolism Syndrome. *Professional Med J.* 2008;15(4):407–413.
16. Riding G., Daly K., Hutchinson S. et al. Paradoxical cerebral embolisation. An explanation for fat embolism syndrome. *J Bone Joint Surg Br.* 2004;86(1):95-98.
17. Schwartz D.A., Finkelstein S.D., Lumb G.D. Fat embolism to the cardiac conduction system associated with sudden death. *Hum Pathol.* 1988;19(1):116-119. DOI: 10.1016/s0046-8177(88)80328-9.
18. Schonfeld S.A., Ploysongsang Y., DiLisio R. et al. Fat embolism prophylaxis with corticosteroids. A prospective study in high-risk patients. *Ann Intern Med.* 1983;99(4):438-443. DOI: 10.7326/0003-4819-99-4-438.
19. White T., Petrisor B.A., Bhandari M. Prevention of fat embolism syndrome. *Injury.* 2006;37 Suppl 4:S59-S67. DOI: 10.1016/j.injury.2006.08.041.
20. Опыт советской медицины в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. / гл. ред. ген.-полк. мед. службы Е. И. Смирнов. М. : Медгиз, 1949–1955. В 35 т.

#### REFERENCES.

1. Apanasenko B.G., Zhukov G.A., Kunitsin A.I. *Travmaticheskaya zhirovaya emboliya: Nauchnyy obzor [Traumatic fat embolism: Scientific review]. Part 1.* Moscow; 1976. (In Russ.).



2. Baikubesov K., Nabiyev Y. Pathogenesis of fat embolism syndrome (literature review). *Pharmacy of Kazakhstan*. 2024;(4):38–46. (In Russ.).
3. Borisov M.B., Gavrilin S.V. The fat embolism syndrome in severe combined traumas. *Vestnik khirurgii named after I.I. Grekov*. 2006;165(5):68–71. (In Russ.).
4. Vashetko R.V. Travma nizhnikh konechnostey, oslozhnennaya massivnoy zhirovoy emboliey sosudov golovnogo mozga [Trauma to the lower extremities complicated by massive fat embolism of the cerebral vessels]. *Trudy Leningradskogo nauchnogo obshchestva patologoanatomov*. Leningrad; Meditsina; 1984;(25):62–63. (In Russ.).
5. Kalinkin O.G., Gridasova G.I. Patogenez sindroma zhirovoy emboli [Pathogenesis of fat embolism syndrome]. *Trauma*. 2008;9(2):233–238. (In Russ.).
6. Kornilov N.V., Kustov V.M. *Zhirovaya emboliya [Fat embolism]*. St. Petersburg; 2001. (In Russ.).
7. Mironov N.P., Arzhikova N.I., Ryabtsev K.L. Sindrom zhirovoy embolii, kak oslozhnenie travmaticheskoy bolezni [Fat embolism syndrome as a complication of traumatic disease]. *Vestnik intensivnoy terapii*. 1996;(2–3):43–48. (In Russ.).
8. Pashchuk A.Yu., Fadeev P.A. Diagnostika i lechenie zhirovoy embolii [Diagnosis and treatment of fat embolism]. *Ortopediya Travmatologiya i Protezirovaniye*. 1991;(12):41–44. (In Russ.).
9. Pevnev A.A., Yakovlev A.Yu., Belous M.S., Ryabikov D.V., Zagrekov V.I. Prognostic signs of fat embolism. Case-control study. *Annals of Critical Care*. 2021;(1):143–149. (In Russ.).
10. Razumova N.K., Lapshin V.N., Selezneva N.V., Shvedkov A.V. Diagnosis of fat globulemia in patients with mechanical injury. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanlidze*. 2024;(2):59–63. (In Russ.).
11. Tvorogova S.S. *Sravnitel'naya otsenka effektivnosti medikamentoznoy profilaktiki i lecheniya zhirovoy embolii (eksperimental'noe issledovanie) [Comparative assessment of the effectiveness of drug prevention and treatment of fat embolism (experimental study)]* [Ph.D. Medical dissertation]. Irkutsk; 2005. (In Russ.).
12. Shifman E.M. *Zhirovaya emboliya: klinicheskaya fiziologiya, diagnostika i intensivnaya terapiya [Fat embolism: clinical physiology, diagnosis, and intensive care]*. Petrozavodsk; 2003. (In Russ.).
13. Yakovlev V.N., Marchenkov Yu.V., Panova N.S., Alekseyev V.G., Moroz V.V. Fat Embolism. *General Reanimatology*. 2013;9(4):50. (In Russ.).
14. Hussain A. A fatal fat embolism. *The Internet J Anesthesiol*. 2004;8(2).
15. Latif A. Fat embolism and fat embolism Syndrome. *Professional Med J*. 2008;15(4):407–413.
16. Riding G., Daly K., Hutchinson S. et al. Paradoxical cerebral embolisation. An explanation for fat embolism syndrome. *J Bone Joint Surg Br*. 2004;86(1):95–98.
17. Schwartz D.A., Finkelstein S.D., Lumb G.D. Fat embolism to the cardiac conduction system associated with sudden death. *Hum Pathol*. 1988;19(1):116–119. DOI: 10.1016/s0046-8177(88)80328-9.
18. Schonfeld S.A., Ploysongsang Y., DiLisio R. et al. Fat embolism prophylaxis with corticosteroids. A prospective study in high-risk patients. *Ann Intern Med*. 1983;99(4):438–443. DOI: 10.7326/0003-4819-99-4-438.
19. White T., Petrison B.A., Bhandari M. Prevention of fat embolism syndrome. *Injury*. 2006;37 Suppl 4:S59–S67. DOI: 10.1016/j.injury.2006.08.041.
20. Smirnov E.I., ed. *Opyt sovetskoy meditsiny v Velikoy Otechestvennoy voyne 1941–1945 gg. [The experience of Soviet medicine in the Great Patriotic War of 1941–1945]*. Vol. 1–35. Moscow: Medgiz; 1949–1955. (In Russ.).

#### АВТОРЫ

**Лапшин Владимир Николаевич**, д.м.н., проф. — ORCID: 0009-0000-7283-2875  
**Разумова Нина Константиновна**, канд. биол. наук — ORCID: 0009-0006-2954-857X  
**Шведков Артём Владимирович** — ORCID: 0009-0000-2222-5540  
**Селезнёва Наталья Владимировна** — ORCID: 0009-0000-4797-9736  
**Наниева Мадина Викторовна** — ORCID: 0009-005-4326-6997

#### AUTHORS

**Lapshin Vladimir Nikolaevich**, Dr.Sci. (Medicine), Prof. — ORCID: 0009-0000-7283-2875  
**Razumova Nina Konstantinovna**, Ph.D. in Biology — ORCID: 0009-0006-2954-857X  
**Shvedkov Artem Vladimirovich** — ORCID: 0009-0000-2222-5540  
**Selezneva Natal'ya Vladimirovna** — ORCID: 0009-0000-4797-9736  
**Nanieva Madina Viktorovna** — ORCID: 0009-005-4326-6997



УДК 611.728.8 : 617.586

DOI: 10.54866/27129632\_2025\_4\_77

## ОРИГИНАЛЬНАЯ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕОБХОДИМОСТИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОСТЕОТОМИЙ ПРИ КОРРИГИРУЮЩЕЙ ОСТЕОТОМИИ ПО ПОВОДУ HALLUX VALGUS

© А.А. ПОВАЛИЙ<sup>1</sup>, И.Г. БЕЛЕНЬКИЙ<sup>1,2</sup>, А.А. АКУЛАЕВ<sup>1</sup>, К.А. ТИЩЕНКОВ<sup>1</sup>, А.А. ИВАНОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Клиника высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** При выполнении scarf-остеотомии решение о выполнении дополнительных остеотомий обычно принимается хирургом. Для правильного решения необходимо учесть большое количество факторов. Классификационные системы оценки рентгенологический показателей стопы и их классификации неоднородны, что не позволяет объективизировать процесс принятия подобных решений.

**ЦЕЛЬ:** провести клиническое исследование оригинальной рекомендательной системы машинного обучения для определения необходимости выполнения дополнительных остеотомий при корригирующей остеотомии hallux valgus.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Дизайн исследования: проспективное одноцентровое рандомизированное исследование. В исследование были включены 378 пациентов. В группе А (исследуемая, n=189) решение о необходимости выполнения дополнительных остеотомий принималось на основе рекомендаций, сгенерированных моделью машинного обучения. В группе Б (контрольная, n=189) лечение проводилось в строгом соответствии с утвержденными клиническими рекомендациями, а решение принимал хирург.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** В группе А метатарзалгия зарегистрирована у меньшего числа пациентов, чем в группе Б: 7 (2% от общего числа) и 19 (5%) соответственно. Была выявлена статистически значимая разница как по данному показателю ( $p=0,022$ ), так и в оценке анкетирования AOFAS, VASFA, FADI через 12 месяцев и AOFAS, VASFA через 24 месяца в пользу группы А.

**ДИСКУССИЯ.** В исследуемой группе удалось достичь показателя частоты метатарзалгии в 6,8%. В контрольной группе, где система машинного обучения не применялась, частота метатарзалгии составила 11,2%, что статистически близко к исходному уровню осложнений в 9,9%. Одним из ограничений настоящего исследования, как и многих других в данной области, является отсутствие консенсуса в объективной оценке деформаций переднего отдела стопы, а также проверки единообразия и однородности систем машинного обучения.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Проведенный сравнительный анализ выявил статистически значимые различия в частоте послеоперационных метатарзалгий при использовании модели машинного обучения. Полученные данные свидетельствуют о преимуществах использования модели машинного обучения для планирования дополнительных остеотомий при выполнении корригирующей остеотомии scarf. Кроме того, представляется перспективным внедрение технологий машинного обучения в другие области ортопедической хирургии для объективизации принятия хирургом решения о выполнении той или иной хирургической манипуляции.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** вальгусное отклонение 1 пальца стопы, остеотомия scarf, остеотомия akin, дистальная минимально инвазивная остеотомия, машинное обучение

**КАК ЦИТИРОВАТЬ.** Повалий А.А., Беленький И.Г., Акулаев А.А., Тищенко К.А., Иванов А.А. Оригинальная рекомендательная система машинного обучения для определения необходимости дополнительных остеотомий при корригирующей остеотомии по поводу Hallux Valgus // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2025. № 4. С. 77–88.

## MACHINE LEARNING DECISION-MAKING SUPPORT SYSTEM FOR DETERMINING THE NEED FOR ADDITIONAL OSTEOTOMIES IN CORRECTIVE HALLUX VALGUS OSTEOTOMY

© А.А. POVALIY<sup>1</sup>, I.G. BELENKIY<sup>1,2</sup>, А.А. AKULAЕV<sup>1</sup>, К.А. TISHCHENKOV<sup>1</sup>, А.А. IVANOV<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Clinic of High Medical Technologies of St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russian Federation

<sup>2</sup> St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The optimal extent of surgery during Scarf osteotomy is difficult to determine, as it requires the integration of numerous preoperative factors. This decision-making is further complicated by the heterogeneity in radiographic classification systems for forefoot deformities.

**PURPOSE** is to evaluate clinically an original machine learning-based recommendation system for identifying the need for additional osteotomies during corrective hallux valgus surgery.

**MATERIALS AND METHODS** A prospective, single-center, randomized controlled trial was conducted involving 378 patients. Participants were allocated into two groups: Group A (group of study, n=189), where the decision to perform additional osteotomies was guided by the machine learning model, and Group B (control, n=189), where treatment adhered strictly to conventional clinical guidelines at the surgeon's discretion.

**RESULTS.** In group A, metatarsalgia was recorded in fewer patients than in group B: 7 (2% of the total) and 19 (5%), respectively. A statistically significant difference was found both for this indicator ( $p=0.022$ ) and in the assessment of the AOFAS, VASFA, and FADI questionnaires at 12 months and the AOFAS and VASFA questionnaires at 24 months in favor of group A.

**DISCUSSION.** The use of the machine learning model resulted in a metatarsalgia rate of 6.8% in the study group, a notable reduction compared to the 11.2% rate in the control group, which aligned with the baseline complication rate of 9.9%. A key limitation of this study, consistent with the field, is the lack of consensus and standardization in the objective assessment of forefoot deformities, which presents a challenge for the development and validation of homogeneous machine learning systems.

**CONCLUSION.** The comparative analysis revealed a statistically significant reduction in the incidence of postoperative metatarsalgia. These findings indicate a potential benefit of using the proposed machine learning model to assist in surgical planning for additional osteotomies during corrective Scarf osteotomy.

**KEYWORDS:** hallux valgus, scarf osteotomy, akin osteotomy, distal minimally invasive osteotomy, machine learning.

**TO CITE THIS ARTICLE.** Povaliy A.A., Belenkiy I.G., Akulaev A.A., Tishchenkov K.A., Ivanov A.A. Machine learning decision-making support system for determining the need for additional osteotomies in corrective hallux valgus osteotomy. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze.* 2025;(4):77–88.

**Введение.** Hallux valgus (HV, отклонение первого пальца стопы) — это сложная деформация первого луча стопы, которая приводит к нарушению биомеханики первого плюснефалангового сустава (1ПФС), его дисфункции и прогрессирующему болевому синдрому, часто локализирующемуся с медиальной стороны стопы [1]. Это широко распространенная патология: предполагаемая распространенность среди взрослых в возрасте 18–65 лет составляет 23%, а среди лиц старше 65 лет увеличивается до 35,7%. Литературные данные свидетельствуют о значительно более высокой распространенности HV у женщин с соотношением от 2:1 до 15:1 по сравнению с мужчинами [2–4].

Для коррекции HV часто применяется scarf-osteotomy. Ряд исследований демонстрирует ее эффективность, отмечая улучшение показателей по шкале AOFAS (Американского ортопедического общества стопы и голеностопного сустава) с 57 баллов до операции до 95 баллов в послеоперационном периоде ( $p < 0,05$ ). Также было зафиксировано значительное ( $p < 0,05$ ) улучшение таких рентгенологических параметров, как угол

вальгусного отклонения первого пальца (HVA, hallux valgus angle), межплюсневый угол (IMA, intermetatarsal angle) и угол наклона дистальной суставной поверхности плюсневой кости (DMAA, Distal Metatarsal Articular Angle). Несмотря на это, частота рецидивов (определяемых как HVA  $>20^\circ$ ) через 10 лет наблюдения достигает 30% [5].

Также к потенциальным осложнениям scarf-osteotomy относятся недостаточная коррекция или рецидив деформации, чрезмерная коррекция, варусная деформация первого пальца, укорочение плюсневой кости, а также несращение или неправильное сращение остеотомии с тыльным или подошвенным смещением фрагментов. Ятрогенная метатарзалгия переноса встречается чаще, чем предполагалось ранее, и ее распространенность, вероятно, растет [6, 7].

Высокий уровень рецидивов после scarf-osteotomy [5] может быть причиной частого выполнения дополнительной Akin-osteotomy [8]. Однако решение о ее применении остается на усмотрение хирурга, поскольку четкие показания к этой процедуре до сих пор не определены. Некоторые авторы считают Akin-osteoto-



мию обязательным компонентом коррекции HV [9–12]. На сегодняшний день лишь в нескольких исследованиях представлены результаты комбинированного применения scarf- и Akin-osteотомий [9, 13, 14].

Для хирургического лечения метатарзалгии, включая метатарзалгию переноса, используются такие методики, как остеотомия по Weil и дистальная минимально инвазивная остеотомия (ДМО). В систематическом обзоре 2019 г. Rivero-Santana A. et al. пришли к выводу, что прямые сравнительные данные об эффективности этих двух методов скудны и недостаточно качественны. Для минимизации влияния смещающих факторов необходимы рандомизированные контролируемые исследования [15].

Henry J. et al. (2011) сообщили о том, что результаты лечения статической метатарзалгии были сопоставимы при использовании ДМО и остеотомии по Weil. Однако после ДМО период восстановления был более длительным, что частично связывали с послеоперационным отеком. Чрескожная техника ДМО также не приводила к увеличению амплитуды движений в плюснефаланговом суставе [16]. В 2022 г. Lee Jia Ying с соавт. отметили, что преимущество дополнительной остеотомии по Weil в сочетании с scarf-osteотомией в лечении метатарзалгии второго луча или улучшении функциональных исходов не было доказано [17].

Анализ классификационных систем HV выявляет их значительную неоднородность в отношении градаций как IMA, так и HVA [18]. Spindler F.T. и коллеги (2024) подчеркивают, что существующие системы классификации не стандартизированы, что ограничивает возможность сравнения результатов между исследованиями. Более того, они, вероятно, недооценивают многопараметрический характер деформации. С появлением новых диагностических инструментов, таких как компьютерная томография (КТ) с нагрузкой, и методов лечения, например, минимально инвазивной хирургии, назрела необходимость в разработке новых, более совершенных классификаций [18].

Очевидно, что прогнозирование успеха хирургического вмешательства на основе отдельных показателей является сложной задачей, поскольку на конечный результат влияет множество взаимосвязанных факторов. В связи с этим авторы настоящего исследования предлагают рассмотреть потенциал систем машинного обучения для улучшения предоперационного планирования scarf-osteотомии и решения о необходимости дополнительных процедур.

**Цель:** провести клиническое исследование оригинальной рекомендательной системы ма-

шинного обучения для определения необходимости выполнения дополнительных остеотомий при корригирующей остеотомии по поводу HV.

**Материалы и методы.** Исследование проводилось в два этапа. На первом этапе на основании изучения клинических и рентгенологических результатов до- и послеоперационного обследования 314 пациентов, которым выполнена операция по поводу HV, сформирована модель машинного обучения.

#### **Описание системы машинного обучения.**

При разработке модели машинного обучения в работе применялись алгоритмы RandomForestClassifier, train\_test\_split, GridSearchCV, cross\_val\_score и accuracy\_score. В результате была подобрана наиболее эффективная ансамблевая модель. Выборка исследования составила 314 клинических случаев, которые были случайным образом разделены на обучающую (n = 157) и тестовую (n = 157) подгруппы. Частота негативных исходов в выборке составила 9,9%. Разработанная модель была реализована в качестве рекомендательной системы для поддержки принятия решения о выполнении дополнительных остеотомий при корригирующей остеотомии первого плюснефалангового сустава по поводу вальгусной деформации.

Для настоящего исследования были собраны следующие данные: наличие метатарзалгии, тугоподвижности и рецидива деформации по HVA; применение остеотомии Akin и дополнительных остеотомий; использование дистальной метатарзальной остеотомии (ДМО) и остеотомии Weil. Также регистрировались исходная степень деформации, удовлетворенность по шкале AOFAS и динамика функциональных исходов, оцененных по шкалам AOFAS, VAS FA (визуальная аналоговая шкала стопы и голеностопного сустава), MOXFQ (Манчестер-Оксфордский опросник), FAD<sub>1</sub> (Индекс инвалидности стопы и голеностопного сустава), FAAM (опросник возможности стопы и голеностопного сустава) и SEFAS (показатель стопы и голеностопного сустава для самооценки) до операции, а также на 6-й, 12-й и 24-й месяцы наблюдения. Рентгенологические параметры (углы HVIPA (межфаланговый угол отклонения первого пальца), HVA, IMA, DMAA, градация TSP (положение сесамовидных костей)) измерялись в градусах двумя независимыми врачами для последующей оценки внутриклассовой корреляции. Также фиксировалось время операции в минутах.

Ключевым этапом построения модели машинного обучения стала предобработка данных, включавшая их очистку и исследование мульти-



коллинеарности для отбора минимального набора слабокоррелирующих предикторов. Для определения значимых факторов, влияющих на необходимость дополнительных остеотомий, был проведен статистический анализ и машинное обучение с использованием следующих библиотек Python: pandas, matplotlib, seaborn, sklearn.

#### **Характеристика рандомизации и формирования групп сравнения.**

На втором этапе с июля 2022 по октябрь 2025 г. проводилось проспективное клиническое исследование на базе травматологического отделения № 2 Клиники высоких медицинских технологий СПбГУ.

Первичной конечной точкой исследования была регистрация случаев метатарзалгии. В число вторичных конечных точек вошли рецидив деформации, тугоподвижность первого ПФС, а также развитие таких осложнений, как варусная деформация первого пальца стопы и аваскулярный некроз.

В выборке для машинного обучения частота указанных неблагоприятных исходов составила 9,9%. Согласно данным литературы, распространенность подобных исходов может достигать 30% [5]. В метаанализе Sieloff M.R. et al. (2023) этот показатель был зафиксирован на уровне 5,1% при сроке наблюдения 26 месяцев [20].

Для определения необходимого количества пациентов в группах сравнения был проведен расчет объема выборки. При уровне значимости  $=0,05$  и мощности 80% для детекции клинически значимого эффекта, а именно снижения частоты исходов с 9,9% до 4,9% за двухлетний период наблюдения, что соответствует среднесрочному периоду наблюдения, потребовалось 378 пациентов с учетом 15% поправки на возможные потери качества сбора данных.

В соответствии с расчетами в исследование были включены 378 пациентов, рандомизированные на две группы. В группе А (исследуемая,  $n=189$ ) решение о необходимости выполнения дополнительных остеотомий принималось на основе рекомендаций, сгенерированных моделью машинного обучения, а именно модель машинного обучения моделировала результат лечения. В группе Б (контрольная,  $n=189$ ) лечение проводилось в строгом соответствии с утвержденными клиническими рекомендациями, а решение о выполнении дополнительных остеотомий оставалось на усмотрение оперирующего хирурга.

#### **Набор пациентов и методология рандомизации.**

За указанный период настоящего исследования один хирург выполнил корригирующую scarf-остеотомию 569 пациентам, из которых

66% ( $n=378$ ) дали информированное согласие на участие в исследовании. Важным условием было выполнение операций одним и тем же хирургом с опытом более 6 лет именно операций hallux valgus.

Рандомизация проводилась с использованием электронного генератора случайных чисел. Пациенты не были осведомлены о том, в какую именно группу они были распределены. Алгоритм действий хирурга в обеих группах представлен на рисунке 1.

#### **Описание оперативного вмешательства.**

Все операции выполнялись в положении пациента лежа на спине. Использовалась проводниковая анестезия. На нижнюю треть голени был наложен турникет с давлением до 350 мм рт. ст. После трехкратной обработки операционного поля раствором антисептика выполнялся прямой медиальный хирургический доступ длиной 5–7 см в проекции I плюснефалангового сустава и I плюсневой кости. Выполнялся латеральный релиз I плюснефалангового сустава правой стопы, артротомия, проводилось удаление костно-хрящевых экзостозов. Выполнялась корригирующая остеотомия первой плюсневой кости техникой scarf при помощи осциллирующей пилы с использованием полотна Stryker Micro Dual Cut 7,0 0,38 18,5. Проводилась фиксация головки плюсневой кости винтом после латерализации и плантарного смещения дистального фрагмента первой плюсневой кости. При принятии решения о выполнении остеотомии Akin проводилась корригирующая остеотомия основной фаланги I пальца с фиксацией остеотомированных фрагментов в правильном положении винтом. При самостоятельном решении о выполнении остеотомии рекомендовалось использовать угол HVPA  $>9$  мм [21]. Выполнение дополнительных остеотомий 2–5 плюсневых костей преимущественно проходило по технике ДМО. При самостоятельном решении о выполнении остеотомий рекомендовалось использовать модифицированный метод авторов Hardy и Clapham, подробно описанный Dominguez-Maldonado G. в 2014 г. [22]. Метод основан на относительном расчете длин пястных костей относительно II пястной кости. Проводился ЭОП-контроль для контроля положения остеотомированных фрагментов после их фиксации. Проводился гемостаз, послойный шов раны и асептическая фиксирующая повязка.

#### **Количественное описание групп.**

Представленные в исследовании группы были однородны по всем исследуемым показателям (табл. 1 и 2).

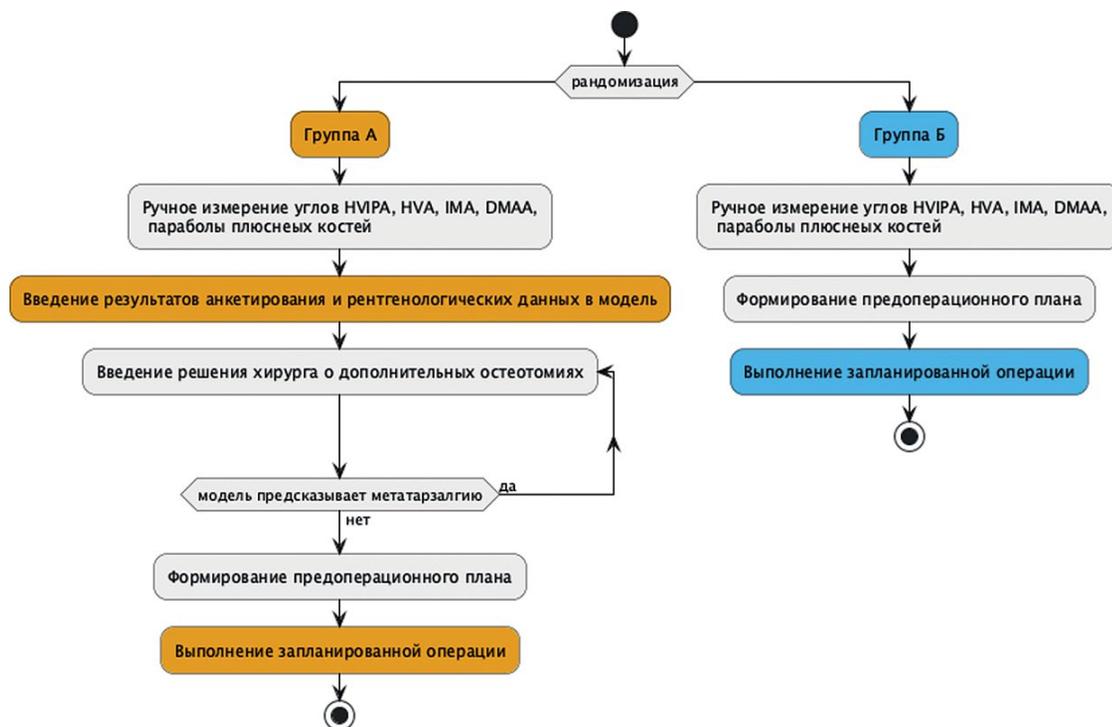


Рис. 1. Алгоритм действий хирурга в группах

Таблица 1. Распределение пациентов по полу, ИМТ, начальной стадии деформации, по стадии положения сесамовидных костей до операции

Параметр	Группа	Значения	Количество	Процент	р
Пол	А	женский	170	45 %	0,127
		мужской	19	5 %	
	Б	женский	179	47 %	
		мужской	10	3 %	
ИМТ	А	норма	52	14 %	0,585
		ожирение I	35	9 %	
		ожирение II	5	1 %	
		предожирение	97	26 %	
	Б	норма	60	16 %	
		ожирение I	40	11 %	
		ожирение II	3	1 %	
		предожирение	86	23 %	
Начальная стадия деформации	А	легкая	38	10 %	0,97
		средняя	151	40 %	
	Б	легкая	37	10 %	
		средняя	152	40 %	
Стадия положения сесамовидных костей до операции	А	5	77	20 %	0,433
		6	94	25 %	
		7	18	5 %	
	Б	5	84	22 %	
		6	82	22 %	
		7	23	6 %	

Таблица 2. Распределение пациентов по возрасту, ИМТ, анкетирование AOFAS, VASFA, MOXFQ, FADI, FAAM, SEFAS до операции, оценка углов HVIPA, HVA, IMA, DMMA до операции

Параметр	Группа А	Группа Б	p
Возраст	57 [49;64]	57 [46;64]	0,85
ИМТ	27,24 ± 3,76	26,91 ± 3,92	0,42
Анкетирование AOFAS до операции	57,74 ± 16,18	57 [42;68]	0,15
Анкетирование VASFA до операции	55,5 [44;71]	55,5 [43;65]	0,06
Анкетирование MOXFQ до операции	46 [37;56]	46 [39;60]	0,23
Анкетирование FADI до операции	61 [51;72]	61 [50;71]	0,17
Анкетирование FAAM до операции	43,5 [32;62]	43,5 [30;58]	0,18
Анкетирование SEFAS до операции	43,5 [32;62]	43,5 [30;58]	0,18
Угол HVIPA до операции	11 [7;13]	11 [9;13]	1,00
Угол HVA до операции	33,25 [30,6;37]	33,25 [30,5;36,1]	0,21
Угол IMA до операции	14 [12;16]	14 [12;16]	0,59
Угол DMMA до операции	17 [15;18]	17 [15;19]	0,47

### Послеоперационный этап лечения.

Со второго послеоперационного дня пациентам разрешали дозированную нагрузку на оперированную нижнюю конечность. Для этого на протяжении 4 недель они использовали специальную послеоперационную обувь, а именно ботинок Барука, после чего переходили на обычную обувь [23]. В течение первой недели после вмешательства проводились перевязки с наложением корректирующей мягкой повязки. Послеоперационные швы снимали на 14-е сутки.

Активная фаза реабилитации начиналась с 5-й недели. Под руководством специалистов по лечебной физкультуре пациенты выполняли комплекс упражнений, который включал активные движения для укрепления мышц голени и мануальную разработку подвижности плюснефаланговых суставов до 5–8 недели [23].

### Сбор данных.

Данные регистрировались в индивидуальной карте клинического случая настоящего исследования отдельно от основной медицинской документации. Все карты были обработаны и заведены в электронном виде в программное обеспечение, поддерживающем формат .xlsx (LibreOffice). Все файлы были размещены на локальном компьютере исследователя.

### Статистическая оценка.

Для разработки модели машинного обучения использовался язык программирования Python со стандартными библиотеками. Статистический анализ клинических результатов проводился с помощью языка R и его базовых пакетов.

Сравнение непрерывных переменных между независимыми группами осуществлялось с использованием t-критерия Стьюдента для данных с нормальным распределением и U-критерия Манна-Уитни — для распределений, отличных от нормального. Анализ категориальных пере-

менных проводился с применением критерия  $\chi^2$  Пирсона или точного критерия Фишера в зависимости от объема выборки и ожидаемых частот. Статистически значимыми считались различия при  $p < 0,05$ .

На основании результатов корреляционного анализа Пирсона был проведен множественный линейный регрессионный анализ с включением отобранных предикторов. Уровень значимости для регрессионной модели также был установлен на уровне  $p < 0,05$ .

**Результаты.** Операция Akin была выполнена с сопоставимой частотой в обеих группах: у 135 пациентов (36 %) в группе А и у 143 пациентов (38 %) в группе Б.

Наиболее частым уровнем вмешательства при остеотомия плюсневых костей в обеих группах была изолированная остеотомия 5-й плюсневой кости (11 % в группе А и 13 % в группе Б). Многоуровневые остеотомии (2-3-4-5) были выполнены у 10 (3 %) пациентов группы А и у 13 (3 %) пациентов группы Б. Остеотомия не выполнялась 106 (28 %) пациентам в группе А и 103 (27 %) пациентам в группе Б.

Если говорить об остеотомии фаланг, то в большинстве случаев в обеих группах выполнялась остеотомия основной фаланги 2-го луча (12 % в группе А и 12 % в группе Б). Многоуровневые остеотомии фаланг проводились редко ( $\leq 1$  %). Остеотомия фаланг не выполнялась 139 (37 %) пациентам в группе А и 140 (37 %) пациентам в группе Б.

Анализ послеоперационных исходов показал, что частота послеоперационных осложнений варьировала между группами. Метатарзалгия была менее распространена в группе А. Она зарегистрирована у 7 пациентов (2 % от общего числа), по сравнению с группой Б, где она отмечена у 19 пациентов (5 % от общего числа). По этому по-



казателю была найдена статистически значимая разница ( $p=0,022$ ). Общая доля метатарзалгий составила 6,8 %.

Тугоподвижность в плюснефаланговых суставах встречалась реже в группе А (16 пациентов, 4%) по сравнению с группой Б (20 пациентов, 5%), но незначительно, и разница не достигла статистической значимости ( $p=0,624$ ). Возврат деформации был зафиксирован у 27 пациентов (7%) в группе А и у 21 пациента (6%) в группе Б, также без статистически значимого различия. По рентгенологическим исходам разницы между группами не было.

Ключевым различием явилась большая стабильность и однородность положительных результатов в группе А, что отражается в более высоких квартильных диапазонах по всем шкалам на сроках 12 и 24 месяца наблюдения по шкалам AOFAS, VASFA и FADI.

Оценка по шкале AOFAS составила 82 балла в обеих группах, однако в группе А значения были в

более узком и высоком диапазоне [77; 90] по сравнению с группой Б [73; 88]. Аналогичная картина наблюдалась и по шкале VASFA: при одинаковой медиане в 81,5 балла 25–75 процентиля в группе А [76; 90] были выше, чем в группе Б [71; 88].

На 24-м месяце наблюдения было отмечено дальнейшее улучшение функциональных показателей, которое также было одинаковым в сравниваемых группах. Медианный балл по шкале AOFAS повысился до 84 баллов в обеих группах, при этом у пациентов группы А значения оставались стабильно высокими [78; 93], тогда как в группе Б разброс был несколько шире [75; 92]. Оценка по шкале FADI к 24-му месяцу достигла 88 баллов в обеих группах, вновь демонстрируя более высокий и стабильный результат в группе А [82; 96] по сравнению с группой Б [79; 95].

Основные показатели, где была найдена статистически значимая разница в пользу группы А представлены в таблицах 3 и 4 и визуализированы на рисунке 2.

Таблица 3. Найденная статистически значимая разница по количеству метатарзалгий в группах

Параметр	Группа	Значения	Количество	Процент	p
Метатарзалгия	А	да	13	3 %	0,025**
		нет	176	47 %	
	Б	да	27	7 %	
		нет	162	43 %	

Таблица 4. Результаты анкетирования AOFAS, VASFA на 12 месяце и AOFAS, VASFA на 24 месяце, где была обнаружена статистически значимая разница в пользу группы А

Параметр	Группа А	Группа Б	p
Анкетирование AOFAS на 12 месяце	82 [77;90]	82 [73;88]	0,01**
Анкетирование VASFA на 12 месяце	81,5 [76;90]	81,5 [71;88]	0,01**
Анкетирование FADI на 12 месяце	86 [81;94]	86 [74;92]	<0,01**
Анкетирование AOFAS на 24 месяце	84 [78;93]	84 [75;92]	0,03**
Анкетирование FADI на 24 месяце	88 [82;96]	88 [79;95]	0,04**

**Дискуссия.** Объем выборки настоящего исследования (378 клинических случаев) был рассчитан для обнаружения значимого снижения частоты послеоперационной метатарзалгии по завершении реабилитационного периода — с 9,9% до 4,9%. В результате, в исследуемой группе удалось достичь показателя в 6,8%. В контрольной группе (Б), где система машинного обучения не применялась, частота метатарзалгии составила 11,2%, что статистически близко к исходному уровню осложнений в 9,9%. При этом в группе с использованием модели показатель был достоверно ниже.

Тема применения машинного обучения и других технологий искусственного интеллекта, таких как глубокое обучение, в медицине активно раз-

вивается [24, 25], и хирургия стопы не является исключением.

Например, Mitsumasa H. et al. (2023) [26] решали задачу скрининга вальгусной деформации (HV), продемонстрировав, что машинное обучение может с высокой точностью классифицировать изображения стоп с HV и без нее, что открывает перспективы для создания простых инструментов массового скрининга.

Rui Zhao et al. (2024) [27] представили модель, способную прогнозировать рецидив HV ( $HVA > 20^\circ$ ) в течение года наблюдения, выявляя ключевые предикторы с помощью многофакторного анализа. Подобные инструменты могут позволить хирургам эффективно идентифицировать пациентов с высоким риском рецидива.

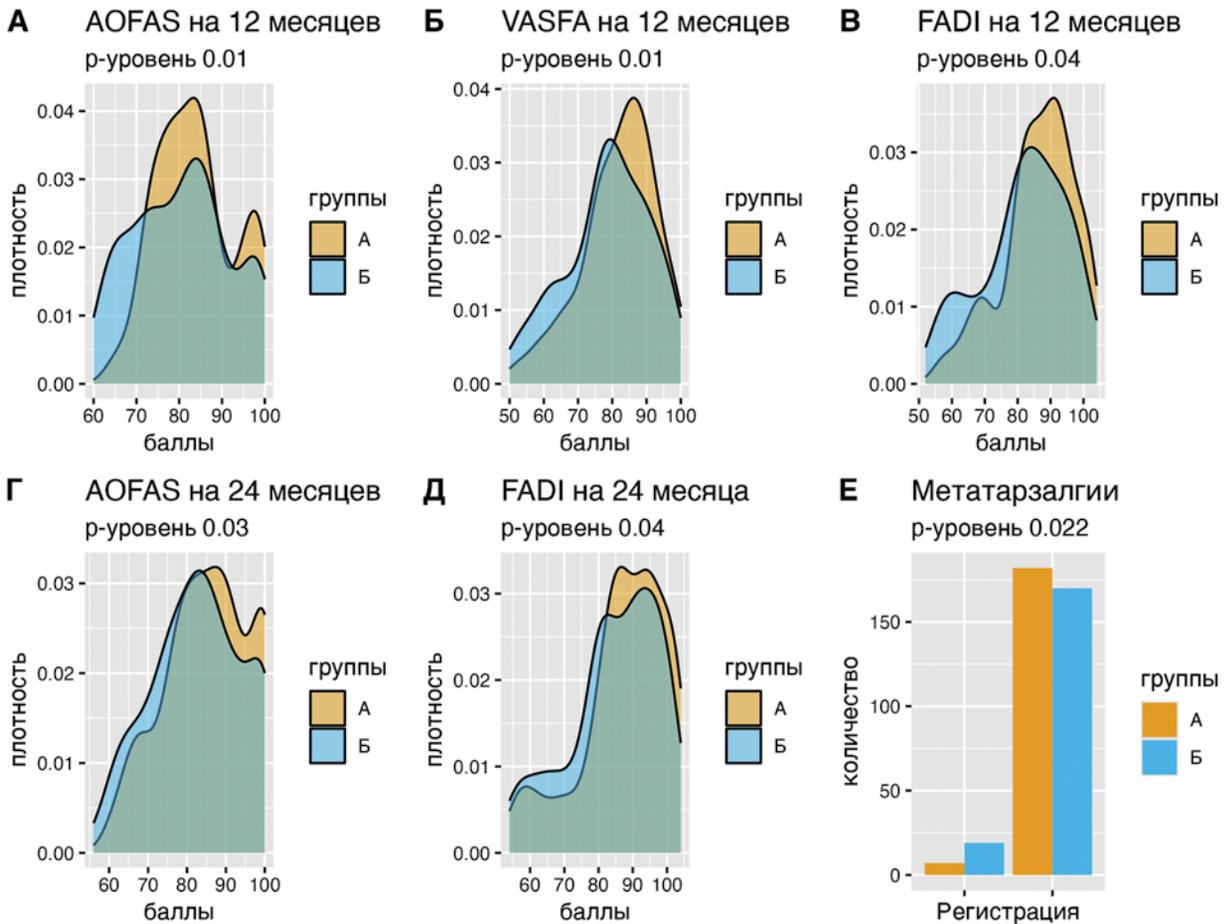


Рис. 2. Результаты анкетирования AOFAS (А), VASFA (Б), FADI (В) на 12 месяце и AOFAS (Г), VASFA (Д) на 24 месяце и количество метатарзалгий (Е)

Как заключили Gupta P. et al. (2023) в своем систематическом обзоре [28], сфера применения ИИ в хирургии стопы и голеностопного сустава расширяется, особенно в области интерпретации изображений и прогнозирования исходов. При этом они отмечают, что качество моделей варьируется, а большинство исследований не прошло внешнюю валидацию, что указывает на необходимость дальнейших изысканий до их широкого клинического внедрения.

Создание универсальной системы машинного обучения является сложной задачей, поскольку каждая модель, как правило, решает узкоспециализированную проблему. В данном исследовании целевой эффект был достигнут именно в снижении частоты метатарзалгии, что ожидаемо, поскольку врачи-разработчики целенаправленно оптимизировали модель для решения этой конкретной задачи.

Полученные результаты имеют важное клиническое значение. Дисфункция после неудачной операции по поводу Hallux Valgus часто связана с перераспределением нагрузки на головки

плюсневых костей. Однако неспособность достичь правильной параболы Мортон или некорректное положение остеотомии первой плюсневой кости также могут вызывать трансферную метатарзалгию. Согласно литературным данным, от 11% до 20% пациентов сталкиваются с этим осложнением после остеотомии, где рецидив деформации и укорочение первой плюсневой кости являются наиболее частыми причинами [29, 30]. Таким образом, представленная модель предлагает инструмент для решения одной из ключевых проблем в реконструктивной хирургии переднего отдела стопы.

Одним из ограничений настоящего исследования, как и многих других в данной области, является отсутствие консенсуса в объективной оценке деформаций переднего отдела стопы. Анализ классификационных систем, используемых в литературе, выявляет значительную неоднородность в критериях для IMA и HVA [18]. Разработка и внедрение стандартизированных подходов являются необходимым условием для адекватного сравнения результатов между исследованиями



и формирования высококачественной доказательной базы в хирургии стопы [18].

**Заключение.** Проведенный сравнительный анализ выявил статистически значимые различия в частоте послеоперационных осложнений, в частности, метатарзалгии, а также в функциональных результатах при определении тактики лечения при помощи технологии машинного обучения. Вмешательства, такие как остеотомия Akin и остеотомии плюсневых костей и фаланг, в обеих группах выполнялись с сопоставимой частотой, и вывести причинно-следственные связи

необходимости их выполнения на проанализированном материале достаточно сложно. Полученные данные свидетельствуют о преимуществах использования модели машинного обучения для планирования дополнительных остеотомий при выполнении корригирующей остеотомии scarf у пациентов с Hallux Valgus. Кроме того, представляется перспективным внедрение технологий машинного обучения в другие области ортопедической хирургии для объективизации принятия хирургом решения о выполнении той или иной хирургической манипуляции.

**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. Ray J.J., Friedmann A.J., Hanselman A.E. et al. Hallux Valgus. *Foot Ankle Orthop.* 2019;4(2):2473011419838500. DOI: 10.1177/2473011419838500.
2. Nery C., Réssio C., de Azevedo Santa Cruz G. et al. Proximal opening-wedge osteotomy of the first metatarsal for moderate and severe hallux valgus using low profile plates. *Foot Ankle Surg.* 2013;19(4):276–282. DOI: 10.1016/J.FAS.2013.07.002.
3. Nix S., Smith M., Vicenzino B. Prevalence of hallux valgus in the general population: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res.* 2010;3:21. DOI: 10.1186/1757-1146-3-21.
4. Piqué-Vidal C., Solé M.T., Antich J. Hallux valgus inheritance: pedigree research in 350 patients with bunion deformity. *J Foot Ankle Surg.* 2007;46(3):149–154. DOI: 10.1053/J.JFAS.2006.10.011.
5. Bock P., Kluger R., Kristen K.H. et al. The Scarf Osteotomy with Minimally Invasive Lateral Release for Treatment of Hallux Valgus Deformity: Intermediate and Long-Term Results. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97(15):1238–1245. DOI: 10.2106/JBJS.N.00971.
6. Besse J.L. Metatarsalgia. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2017;103(1S):S29–S39. DOI: 10.1016/J.OTSR.2016.06.020.
7. Chahal G.S., Davies M.B., Blundell C.M. Treating metatarsalgia: current concepts. *Orthop Trauma.* 2020;34(1):30–36. DOI: 10.1016/J.MPORTH.2019.11.005.
8. Kaufmann G., Hofmann M., Ulmer H. et al. Outcomes after scarf osteotomy with and without Akin osteotomy: a retrospective comparative study. *J Orthop Surg Res.* 2019;14(1):193. DOI: 10.1186/S13018-019-1241-7.
9. Kerr H.L., Jackson R., Kothari P. Scarf-Akin osteotomy correction for hallux valgus: short-term results from a district general hospital. *J Foot Ankle Surg.* 2010;49(1):16–19. DOI: 10.1053/J.JFAS.2009.07.024.
10. Kilmartin T.E., O’Kane C. Combined rotation scarf and Akin osteotomies for hallux valgus: a patient focussed 9 year follow up of 50 patients. *J Foot Ankle Res.* 2010;3:2. DOI: 10.1186/1757-1146-3-2.
11. Lai M.C., Rikhray I.S., Woo Y.L. et al. Clinical and Radiological Outcomes Comparing Percutaneous Chevron-Akin Osteotomies vs Open Scarf-Akin Osteotomies for Hallux Valgus. *Foot Ankle Int.* 2018;39(3):311–317. DOI: 10.1177/1071100717745282.
12. Lee M., Walsh J., Smith M.M. et al. Hallux Valgus Correction Comparing Percutaneous Chevron/Akin (PECA) and Open Scarf/Akin Osteotomies. *Foot Ankle Int.* 2017;38(8):838–846. DOI: 10.1177/1071100717704941.
13. Agrawal Y., Bajaj S.K., Flowers M.J. Scarf-Akin osteotomy for hallux valgus in juvenile and adolescent patients. *J Pediatr Orthop B.* 2015;24(6):535–540. DOI: 10.1097/BPB.0000000000000215.
14. Garrido I.M., Rubio E.R., Bosch M.N. et al. Scarf and Akin osteotomies for moderate and severe hallux valgus: clinical and radiographic results. *Foot Ankle Surg.* 2008;14(4):194–203. DOI: 10.1016/J.FAS.2008.02.003.
15. Rivero-Santana A., Perestelo-Pérez L., Garcés G. et al. Clinical effectiveness and safety of Weil’s osteotomy and distal metatarsal mini-invasive osteotomy (DMMO) in the treatment of metatarsalgia: A systematic review. *Foot Ankle Surg.* 2019;25(5):565–570. DOI: 10.1016/J.FAS.2018.06.004.



16. Henry J., Besse J.L., Fessy M.H. et al. Distal osteotomy of the lateral metatarsals: a series of 72 cases comparing the Weil osteotomy and the DMMO percutaneous osteotomy. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2011;97(6 Suppl):S57–S65. DOI: 10.1016/J.OTSR.2011.07.003.
17. Lee J.Y., Tay K.S., Tan J.H.I. et al. Hallux valgus with second metatarsalgia: Is second metatarsal Weil osteotomy necessary? *Foot Ankle Surg.* 2022;28(8):1433–1439. DOI: 10.1016/J.FAS.2022.08.001.
18. Spindler F.T., Ettinger S., Baumbach S.F. Classification of hallux valgus deformity—is there a standard? *Arch Orthop Trauma Surg.* 2024;144(11):4737–4743. DOI: 10.1007/S00402-024-05522-Z.
19. Lee H.Y., Mansur N.S., Lalevee M. et al. Does metatarsus primus elevatus really exist in hallux rigidus? A weightbearing CT case-control study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2023;143(2):755–761. DOI: 10.1007/S00402-021-04168-5.
20. Sieloff M.R., Tokarski A.R., Elliott A.D. et al. The Incidence of Complications Following Scarf Osteotomy for the Treatment of Hallux Valgus: A Systematic Review With Meta-Analysis. *J Foot Ankle Surg.* 2023;62(4):610–617. DOI: 10.1053/J.JFAS.2022.11.017.
21. Акулаев А.А., Беленький И.Г., Тищенко К.А., Повалий А.А., Иванов А.А. Когда требуется выполнение дополнительной остеотомии Акин при выполнении остеотомии scarf при легких и средних деформациях hallux valgus? // Медицинский Альянс. 2022. Т. 10, № 4. С. 55–62. EDN: QCVDVX.
22. Domínguez-Maldonado G., Munuera-Martinez P.V., Castillo-López J.M. et al. Normal values of metatarsal parabola arch in male and female feet. *ScientificWorldJournal.* 2014;2014:505736. DOI: 10.1155/2014/505736.
23. McDonald E., Shakked R., Daniel J. et al. Driving After Hallux Valgus Surgery. *Foot Ankle Int.* 2017;38(9):982–986. DOI: 10.1177/1071100717711926.
24. Повалий А.А., Беленький И.Г. Искусственный интеллект в травматологии и ортопедии: перспективы и опасности (обзор литературы) // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 2. С. 88–95. doi: 10.54866/27129632\_2024\_2\_88 EDN: AOXBGR.
25. Повалий А.А., Беленький И.Г. Роль компьютерных технологий в принятии решений в травматологии (обзор литературы) // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 3. С. 134–143. doi: 10.54866/27129632\_2024\_1\_134 EDN: DNHVRN.
26. Hida M., Eto S., Wada C. et al. Development of Hallux Valgus Classification Using Digital Foot Images with Machine Learning. *Life.* 2023;13(5):1146. DOI: 10.3390/LIFE13051146.
27. Zhao R., Wang G., Li F. et al. Developing Machine Learning-Based Predictive Models for Hallux Valgus Recurrence Based on Measurements From Radiographs. *Foot Ankle Int.* 2024;45(9):1000–1008. DOI: 10.1177/10711007241256648.
28. Gupta P., Kingston K.A., O'Malley M. et al. Advancements in Artificial Intelligence for Foot and Ankle Surgery: A Systematic Review. *Foot Ankle Orthop.* 2023;8(1):24730114221151079. DOI: 10.1177/24730114221151079.
29. Rouveyrol M., Harrosch S., Curvale G. et al. Does screwless scarf osteotomy for hallux valgus increase the risk of transfer metatarsalgia? *Orthop Traumatol Surg Res.* 2021;107(6):102853. DOI: 10.1016/J.OTSR.2021.102853.
30. Rajan L., Kim J., An T. et al. The influence of concomitant hammertoe correction on postoperative outcomes in patients undergoing hallux valgus correction. *Foot Ankle Surg.* 2022;28(7):1100–1105. DOI: 10.1016/J.FAS.2022.03.008.

## REFERENCES

1. Ray J.J., Friedmann A.J., Hanselman A.E. et al. Hallux Valgus. *Foot Ankle Orthop.* 2019;4(2):2473011419838500. DOI: 10.1177/2473011419838500.
2. Nery C., Réssio C., de Azevedo Santa Cruz G. et al. Proximal opening-wedge osteotomy of the first metatarsal for moderate and severe hallux valgus using low profile plates. *Foot Ankle Surg.* 2013;19(4):276–282. DOI: 10.1016/J.FAS.2013.07.002.
3. Nix S., Smith M., Vicenzino B. Prevalence of hallux valgus in the general population: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res.* 2010;3:21. DOI: 10.1186/1757-1146-3-21.
4. Piqué-Vidal C., Solé M.T., Antich J. Hallux valgus inheritance: pedigree research in 350 patients with bunion deformity. *J Foot Ankle Surg.* 2007;46(3):149–154. DOI: 10.1053/J.JFAS.2006.10.011.
5. Bock P., Kluger R., Kristen K.H. et al. The Scarf Osteotomy with Minimally Invasive Lateral Release for Treatment of Hallux Valgus Deformity: Intermediate and Long-Term Results. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97(15):1238–1245. DOI: 10.2106/JBJS.N.00971.
6. Besse J.L. Metatarsalgia. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2017;103(1S):S29–S39. DOI: 10.1016/J.OTSR.2016.06.020.



7. Chahal G.S., Davies M.B., Blundell C.M. Treating metatarsalgia: current concepts. *Orthop Trauma*. 2020;34(1):30–36. DOI: 10.1016/J.MPORTH.2019.11.005.
8. Kaufmann G., Hofmann M., Ulmer H. et al. Outcomes after scarf osteotomy with and without Akin osteotomy: a retrospective comparative study. *J Orthop Surg Res*. 2019;14(1):193. DOI: 10.1186/S13018-019-1241-7.
9. Kerr H.L., Jackson R., Kothari P. Scarf-Akin osteotomy correction for hallux valgus: short-term results from a district general hospital. *J Foot Ankle Surg*. 2010;49(1):16–19. DOI: 10.1053/J.JFAS.2009.07.024.
10. Kilmartin T.E., O’Kane C. Combined rotation scarf and Akin osteotomies for hallux valgus: a patient focussed 9 year follow up of 50 patients. *J Foot Ankle Res*. 2010;3:2. DOI: 10.1186/1757-1146-3-2.
11. Lai M.C., Rikhray I.S., Woo Y.L. et al. Clinical and Radiological Outcomes Comparing Percutaneous Chevron-Akin Osteotomies vs Open Scarf-Akin Osteotomies for Hallux Valgus. *Foot Ankle Int*. 2018;39(3):311–317. DOI: 10.1177/1071100717745282.
12. Lee M., Walsh J., Smith M.M. et al. Hallux Valgus Correction Comparing Percutaneous Chevron/Akin (PECA) and Open Scarf/Akin Osteotomies. *Foot Ankle Int*. 2017;38(8):838–846. DOI: 10.1177/1071100717704941.
13. Agrawal Y., Bajaj S.K., Flowers M.J. Scarf-Akin osteotomy for hallux valgus in juvenile and adolescent patients. *J Pediatr Orthop B*. 2015;24(6):535–540. DOI: 10.1097/BPB.0000000000000215.
14. Garrido I.M., Rubio E.R., Bosch M.N. et al. Scarf and Akin osteotomies for moderate and severe hallux valgus: clinical and radiographic results. *Foot Ankle Surg*. 2008;14(4):194–203. DOI: 10.1016/J.FAS.2008.02.003.
15. Rivero-Santana A., Perestelo-Pérez L., Garcés G. et al. Clinical effectiveness and safety of Weil’s osteotomy and distal metatarsal mini-invasive osteotomy (DMMO) in the treatment of metatarsalgia: A systematic review. *Foot Ankle Surg*. 2019;25(5):565–570. DOI: 10.1016/J.FAS.2018.06.004.
16. Henry J., Besse J.L., Fessy M.H. et al. Distal osteotomy of the lateral metatarsals: a series of 72 cases comparing the Weil osteotomy and the DMMO percutaneous osteotomy. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2011;97(6 Suppl):S57–S65. DOI: 10.1016/J.OTSR.2011.07.003.
17. Lee J.Y., Tay K.S., Tan J.H.I. et al. Hallux valgus with second metatarsalgia: Is second metatarsal Weil osteotomy necessary? *Foot Ankle Surg*. 2022;28(8):1433–1439. DOI: 10.1016/J.FAS.2022.08.001.
18. Spindler F.T., Ettinger S., Baumbach S.F. Classification of hallux valgus deformity—is there a standard? *Arch Orthop Trauma Surg*. 2024;144(11):4737–4743. DOI: 10.1007/S00402-024-05522-Z.
19. Lee H.Y., Mansur N.S., Lalevee M. et al. Does metatarsus primus elevatus really exist in hallux rigidus? A weightbearing CT case-control study. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2023;143(2):755–761. DOI: 10.1007/S00402-021-04168-5.
20. Sieloff M.R., Tokarski A.R., Elliott A.D. et al. The Incidence of Complications Following Scarf Osteotomy for the Treatment of Hallux Valgus: A Systematic Review With Meta-Analysis. *J Foot Ankle Surg*. 2023;62(4):610–617. DOI: 10.1053/J.JFAS.2022.11.017.
21. Akulaev A.A., Belen’kij I.G., Tishchenkov K.A. et al. When it is necessary to perform an additional akin osteotomy with a scarf osteotomy for mild and moderate deformities of hallux valgus? *Medical Alliance*. 2022;10(4):55–62. (In Russ.) EDN: QCVVDVX.
22. Domínguez-Maldonado G., Munuera-Martinez P.V., Castillo-Lpez J.M. et al. Normal values of metatarsal parabola arch in male and female feet. *ScientificWorldJournal*. 2014;2014:505736. DOI: 10.1155/2014/505736.
23. McDonald E., Shakked R., Daniel J. et al. Driving After Hallux Valgus Surgery. *Foot Ankle Int*. 2017;38(9):982–986. DOI: 10.1177/1071100717711926.
24. Povaliy A.A., Belenky I.G. Artificial intelligence in traumatology and orthopedics: prospects and dangers (literature review). *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2024;(2):88–95. (In Russ.) doi: 10.54866/27129632\_2024\_2\_88 EDN: AOXBGR.
25. Povaliy A.A., Belenky I.G. The role of computer technologies in decision-making in traumatology (literature review). *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2024;(3):134–143. (In Russ.) doi: 10.54866/27129632\_2024\_1\_134 EDN: DNHVRN.
26. Hida M., Eto S., Wada C. et al. Development of Hallux Valgus Classification Using Digital Foot Images with Machine Learning. *Life*. 2023;13(5):1146. DOI: 10.3390/LIFE13051146.
27. Zhao R., Wang G., Li F. et al. Developing Machine Learning-Based Predictive Models for Hallux Valgus Recurrence Based on Measurements From Radiographs. *Foot Ankle Int*. 2024;45(9):1000–1008. DOI: 10.1177/10711007241256648.
28. Gupta P., Kingston K.A., O’Malley M. et al. Advancements in Artificial Intelligence for Foot and Ankle Surgery: A Systematic Review. *Foot Ankle Orthop*. 2023;8(1):24730114221151079. DOI: 10.1177/24730114221151079.



29. Rouveyrol M., Harrosch S., Curvale G. et al. Does screwless scarf osteotomy for hallux valgus increase the risk of transfer metatarsalgia? *Orthop Traumatol Surg Res.* 2021;107(6):102853. DOI: 10.1016/J.OTSR.2021.102853.

30. Rajan L., Kim J., An T. et al. The influence of concomitant hammertoe correction on postoperative outcomes in patients undergoing hallux valgus correction. *Foot Ankle Surg.* 2022;28(7):1100–1105. DOI: 10.1016/J.FAS.2022.03.008.

#### **АВТОРЫ**

*Повалий Андрей Александрович* — ORCID: 0000-0002-1389-6489; SPIN: 2040-4381

*Беленький Игорь Григорьевич*, д.м.н., проф. — ORCID: 0000-0001-9951-5183; SPIN: 6594-8334

*Акулаев Антон Андреевич* — ORCID: 0000-0002-0502-8120; SPIN: 6975-8820

*Тищенко Константин Александрович* — ORCID: 0000-0003-3756-7281

*Иванов Александр Александрович* — ORCID: 0000-0002-8227-5424; SPIN: 8841-9896

#### **AUTHORS**

*Povaliy Andrey Aleksandrovich* — ORCID: 0000-0002-1389-6489; SPIN: 2040-4381

*Belenkiy Igor Grigorevich*, Dr.Sci. (Medicine), Prof. — ORCID: 0000-0001-9951-5183; SPIN: 6594-8334

*Akulaev Anton Andreevich* — ORCID: 0000-0002-0502-8120; SPIN: 6975-8820

*Tishchenkov Konstantin Aleksandrovich* — ORCID: 0000-0003-3756-7281

*Ivanov Aleksandr Aleksandrovich* — ORCID: 0000-0002-8227-5424; SPIN: 8841-9896



УДК 616-001.17 : 622.82  
DOI: 10.54866/27129632\_2025\_4\_89

## КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ УСПЕШНОГО БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕОБШИРНОГО ГЛУБОКОГО ОЖОГА КОЖИ

© Д.В. КОСТЯКОВ<sup>1,2</sup>, А.В. КОСТЯКОВА<sup>1</sup>, Е.В. ЗИНОВЬЕВ<sup>1,3,4</sup>

<sup>1</sup> ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup> ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург, Россия

### РЕЗЮМЕ

Поиск способов безоперационного восстановления глубоких ожогов кожи является одной из наиболее сложных задач комбустиологии, решение которой в настоящее время отсутствует. Существующие методы хирургического лечения данных видов травм предусматривают раннее удаление участков некротизированных тканей с одномоментной аутодермотрансплантацией, что в ряде случаев является невозможным, например, при неблагоприятном коморбидном фоне, невозможности выполнения операции в связи с тяжестью состояния пациента или отказе от нее. В то же время консервативное ведение глубоких ожоговых ран сопровождается интенсивной токсемией и выраженным нарушением системы гомеостаза, негативно влияющими на исход лечения.

Одним из возможных путей решения поставленной задачи может являться регенеративная медицина. Применение доступных специалистам культур кератиноцитов, фибробластов и стволовых клеток уже в настоящее время позволяет достоверно сократить длительность эпителизации обширных пограничных ожоговых ран, а также повысить эффективность хирургического лечения обожженных. В большинстве случаев клеточные продукты апплицируются на рану изолированно, что нарушает физиологические процессы взаимной паракринной регуляции клеточных компонентов дермы и эпидермиса. На основании вышесказанного сотрудниками отдела термических поражений Санкт-Петербургского научно-исследовательского института скорой помощи им. И.И. Джанелидзе была разработана методика последовательной трансплантации культур аллогенных фибробластов и кератиноцитов. Ее клиническая апробация позволила успешно восстановить необширный глубокий ожог кожи без применения хирургических методов лечения. Это свидетельствует о высоком потенциале регенеративной медицины и возможности разработки альтернативы традиционной аутодермопластике.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ожог кожи, глубокие ожоги, регенеративная медицина, кератиноциты, фибробласты, последовательная трансплантация.

**КАК ЦИТИРОВАТЬ.** Костяков Д.В., Костякова А.В., Зиновьев Е.В. Клинический случай успешного биотехнологического восстановления необширного глубокого ожога кожи // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2025. № 4. С. 89–94.

## CLINICAL EXAMPLE OF SUCCESSFUL BIOTECHNOLOGICAL RESTORATION OF A SMALL DEEP SKIN BURN

© D.V. KOSTYAKOV<sup>1,2</sup>, A.V. KOSTYAKOVA<sup>1</sup>, E.V. ZINOVIEV<sup>1,3,4</sup>

<sup>1</sup> St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

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

<sup>3</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Saint Petersburg State Pediatric Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

<sup>4</sup> Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

### ABSTRACT

The search for methods of non-surgical restoration of deep skin burns is one of the most complex problems of combustiology, the solution to which is currently absent. Existing methods of surgical treatment of these



types of injuries provide for early removal of areas of necrotic tissue with one-stage autodermotransplantation, which in some cases is impossible. For example, there is an unfavorable comorbid background, the impossibility of performing an operation due to the severity of the patient's condition or refusal to do so. At the same time, conservative management of deep burn wounds is accompanied by intense toxemia and severe disorders of the homeostasis system, negatively affecting the outcome of treatment.

One of the possible ways to solve this problem may be regenerative medicine. The use of cultures of keratinocytes, fibroblasts and stem cells available to specialists already now allows to reliably reduce the duration of epithelialization of extensive borderline burn wounds, as well as to increase the effectiveness of surgical treatment of burns. In most cases, cellular products are applied to the wound in isolation, which disrupts the physiological processes of mutual paracrine regulation of the cellular components of the skin. Based on the above, the staff of the department of thermal injuries of the St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine developed a method for sequential transplantation of allogenic fibroblasts and keratinocytes. Its clinical testing allowed for the successful restoration of a small deep skin burn without the use of surgical treatment methods. This indicates the high potential of regenerative medicine and the possibility of developing an alternative to traditional autodermoplasty.

**KEYWORDS:** skin burn, deep burns, regenerative medicine, keratinocytes, fibroblasts, sequential transplantation.

**TO CITE THIS ARTICLE.** Kostyakov D.V., Kostyakova A.V., Zinoviev E.V. Clinical example of successful biotechnological restoration of a small deep skin burn. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2025;(4):89–94.

Ежегодно в нашей стране ожоговые поражения получают около 500 тыс. человек, из них примерно в 20 % наблюдений констатируются обширные глубокие ожоги кожи, требующие специализированной медицинской помощи. Несмотря на внедрение в алгоритмы лечения современных изделий медицинского назначения и методик ведения ран, общий показатель летальности сохраняется на уровне 6–8 % и не имеет тенденции к снижению [1].

Наиболее сложной проблемой остается оказание медицинской помощи группе пострадавших с критическими и сверхкритическими ожогами (общая площадь ожогов 50 % и более), летальность в которой составляет более 50 %, т.е. погибает каждый второй пациент [2]. При этом раннее хирургическое лечение (некрэктомия с одномоментной аутодермопластикой) зачастую приводит к неудовлетворительным результатам (лизис / отторжение аутодермотрансплантатов, гнойно-воспалительный процесс и т.д.) и, как следствие, увеличению общей площади ран с последующим дефицитом донорских ресурсов [3]. В то же время консервативное ведение такой категории пациентов характеризуется выраженной аутоинтоксикацией, развитием полиорганной недостаточности, вторичным присоединением патогенной полирезистентной внутрибольничной микрофлоры и септическим течением ожоговой болезни, требующим длительного назначения многокомпонентных схем системной антибактериальной терапии [4].

Разработки в области регенеративной медицины позволили значительно улучшить результаты лечения пострадавших с ожоговой травмой

[5]. Аппликация культивируемых аллогенных кератиноцитов и фибробластов ускоряет регенерацию пограничных ожогов и подготовку ран к хирургическому лечению, а также улучшает результаты пластики с применением расщепленных перфорированных аутодермотрансплантатов [6]. Однако ни одна из указанных методик, применяемая по отдельности, не позволяет полноценно восстановить участки глубоких поражений, самостоятельная регенерация которых невозможна. Известно, что аллофибробласты позволяют добиться ускорения формирования грануляционной ткани, тогда как аллокератиноциты ответственны за восстановление эпидермального слоя кожного покрова. Отсутствие сочетанного применения данных клеточных популяций сопряжено с нарушением сложного физиологического паракринного взаимодействия, что, вероятно, способствует снижению общей эффективности клеточной терапии [7].

Технология лечения глубоких ожогов кожи, разрабатываемая специалистами ожогового центра ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе», предусматривает поэтапную последовательную трансплантацию данных популяций клеток. В соответствии с научной гипотезой исследования, искусственное воспроизведение физиологического взаимодействия данных клеточных популяций в области глубокого поражения позволит не только включить трансплантируемые клетки в новообразованные ткани, но и мобилизовать собственный регенеративный потенциал за счет паракринного воздействия. Теоретические основы предложенной технологии позволя-

ют предположить, что активность основных клеточных популяций кожи при их совместной (поэтапной) трансплантации, позволит полноценно восстанавливать участки утраченного кожного покрова и частично отказаться от использования традиционного хирургического лечения.

С целью демонстрации эффективности разработанной технологии приводим клинический пример. Пациентка А. 27 лет поступила в отдел термических поражений ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе» 19.05.2021 с диагнозом «Ожог пламенем 1,5% (0,5%) / I–II–III степени верхних конечностей». Ожоги получены в процессе тушения шторы, загоревшейся от газовой плиты. При визуальном осмотре отмечены гиперемированные кожные покровы, единичные тонкостенные пузыри с серозным содержимым, деэпителизованная дерма от розового до белёсого цвета. Сосудистая реакция и болевая чувствительность отсутствовали на площади около 0,5% в области тыльной поверхности правой кисти (рис. 1).



Рис. 1. Пациентка А. Вид раны в момент травмы

Учитывая локализацию и наличие объективных признаков глубоких поражений, было принято решение об использовании активно-выжидательной тактики лечения. К исходу второй недели наблюдения на фоне неэффективности консервативной тактики ведения ран пациентке было рекомендовано выполнение кожной пластики, от которой она отказалась. При осмотре область дефекта была покрыта плотным налетом фибрина с участками перифокального воспаления (рис. 2).

В качестве альтернативы хирургическому лечению пациенту было предложено принять участие в научно-исследовательской работе отдела термических поражений «Разработка метода лечения обширных ожоговых ран путем последо-

вательной трансплантации дермального эквивалента и аллогенных кератиноцитов». Добровольное информированное согласие на участие в исследовании подписано. На 12-е сутки после травмы проведен первый этап методики, а именно трансплантация культуры аллофибробластов. В стерильных условиях (перевязочный кабинет) выполнено снятие повязок с последующим орошением раны физиологическим раствором NaCl 0,9%. После просушивания салфеткой осуществлена трансплантация клеточной культуры аллофибробластов на коллагеновом носителе (рис. 3). Фиксация несколькими слоями марли и бинтом, пропитанными физиологическим раствором NaCl 0,9%. Последний также применялся для дополнительного орошения области трансплантации каждые 3 часа в течение суток.



Рис. 2. Пациентка А, 11-е сутки после травмы. Вид раны на фоне консервативного лечения. Визуализируется область глубокого поражения кожного покрова без признаков эпителизации



Рис. 3. Пациентка А, 12-е сутки после травмы. Трансплантация культуры аллофибробластов на коллагеновом носителе

На 14-е сутки после травмы по аналогичной методике выполнен второй этап исследования — трансплантация культуры аллокератиноцитов. После снятия повязок местно на поверхно-

сти раны визуализировались остатки фибрина. Констатированы признаки активной краевой и островковой эпителизации (рис. 4).



*Рис. 4. Пациентка А., 14-е сутки после травмы. А — Вид раны после трансплантации культуры аллофибробластов, Б — Трансплантация кератиноцитов на коллагеновом носителе*

На 19-е сутки после травмы выполнена оценка результатов применения методики последовательной трансплантации культуры аллогенных фибробластов и кератиноцитов. При осмотре отмечено субтотальное восстановление ран. Сохраняются два незначительных раневых дефекта с признаками активной смешанной эпителизации (рис. 5).

нием повязок с многокомпонентной мазью Левомеколь®. К 36-м суткам после травмы кожный покров был полностью восстановлен (рис. 6). Отдаленные результаты наблюдения за пациентом в течение 2,5 лет свидетельствует об отсутствии признаков патологического рубцевания в области трансплантации (рис. 7).

Результаты настоящего клинического примера демонстрируют возможность использования технологии последовательной трансплантации культур аллогенных фибробластов и кератиноцитов для оказания помощи пострадавшим с глубокими ожогами и полнослойными дефектами кожного покрова. Физиологически обоснованное применение данных популяций клеток позволило в течение 30 суток добиться полного восстановления раны при наличии объективно подтвержденного глубокого поражения с удовлетворительными эстетическими и функциональными результатами. Данная методика может стать альтернативной хирургическому способу восстановления кожного покрова в случаях отказа пациента от операции или высокого анестезиологического риска. Технология последовательной трансплантации культур фибробластов и кератиноцитов проста, не требует от врачей специального оборудования и, как следствие, может быть использована в лечебных учреждениях различного ранга.



*Рис. 5. Пациентка А, 19-е сутки после травмы. Субтотальная эпителизация ожоговых ран*

Дальнейшее ведение остаточных ран осуществлялось традиционным способом с использова-



Рис. 6. Пациентка А., вид раны после биотехнологического восстановления кожного покрова. А — 28-е сутки после травмы, Б — 36-е сутки после травмы



Рис. 7. Пациентка А., 2,5 года после травмы. Вид раны после биотехнологического восстановления кожного покрова. Визуализируется нормотрофический рубец

**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. Медведев Г.В., Родоманова Л.А., Тимирбаева О.Ю., Жогина М.А., Мельникова О.А., Мустафаев А.Ш. и др. Эпидемиология термической травмы кисти у взрослых // Сибирское медицинское обозрение. 2022. № 4 (136). С. 89–97. DOI: 10.20333/25000136-2022-4-89-97 EDN: XPPCUC.
2. Коньков С.В., Илюкевич Г.В. Эпидемиология и диагностика гнойно-септических осложнений у пациентов с тяжелой ожоговой болезнью // Хирургия. Восточная Европа. 2024. Т. 13, № 1. С. 115–125. DOI: 10.34883/PI.2024.13.1.025 EDN: SJCOVE.



3. Спиридонова Т.Г., Жиркова Е.А., Сачков А.В., Рогаль М.Л., Петриков С.С. Проблемы хирургического лечения глубоких ожогов // Трансплантология. 2025. Т. 17, № 1. С. 76–89. DOI: 10.23873/2074-0506-2025-17-1-76-89 EDN: XICVTR.

4. Даминов Ф.А., Карабаев Х.К., Хурсанов Ё.Э. Принципы местного лечения ожоговых ран у тяжело-обожженных (Обзор литературы) // Research Focus. 2022. № 1 (3). С. 133–142.

5. Дерий Э.К., Костяков Д.В., Мовчан К.Н., Пятаков С.Н., Мануковский В.А. Биотехнологические методы местного лечения ожоговых поражений (обзор литературы) // Medline.ru. Российский биомедицинский журнал. 2022. Т. 23, № 1. С. 481–498. EDN: FQBJDE.

6. Крайнюков П.Е., Арцимович И.В., Зиновьев Е.В., Гостимский А.В., Костяков Д.В., Кокорин В.В., Вахаев Д.С. Применение клеточных технологий в лечении ран различной этиологии // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. 2021. Т. 16, № 2. С. 132–137. DOI: 10.25881/20728255\_2021\_16\_2\_132 EDN: ZRMZEU.

7. Никонорова В.Г., Криштоп В.В., Румянцева Т.А. Факторы роста в восстановлении и формировании кожных рубцов // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. 2022. Т. 12, № 1. С. 102–112. DOI: 10.37279/2224-6444-2022-12-1-102-112 EDN: YXAOZG.

## REFERENCES

1. Medvedev G.V., Rodomanova L.A., Timirbaeva O.Yu. et al. Epidemiology of thermal injury to the hand in adults. *Siberian Medical Review*. 2022;(4):89–97. (In Russ.). DOI: 10.20333/25000136-2022-4-89-97 EDN: XPPCUC.

2. Konkov S.V., Ilyukevich G.V. Epidemiology and diagnostics of purulent-septic complications in patients with severe burn disease. *Surgery. Eastern Europe*. 2024;13(1):115–125. (In Russ.). DOI: 10.34883/PI.2024.13.1.025 EDN: SJCOVE.

3. Spiridonova T.G., Zhirkova E.A., Sachkov A.V., Rogal M.L., Petrikov S.S. Problems of surgical treatment of deep burns. *Transplantology*. 2025;17(1):76–89. (In Russ.). DOI: 10.23873/2074-0506-2025-17-1-76-89 EDN: XICVTR.

4. Daminov F.A., Karabaev H.K., Khursanov E.E. Principles of local treatment of burn wounds in severely burned patients (Literature review). *Research Focus*. 2022;(1):133–142. (In Russ.). EDN: FQBJDE.

5. Deriy E.K., Kostyakov D.V., Movchan K.N. et al. Biotechnological methods of local treatment of burn lesions (literature review). *Medline.ru. Russian Biomedical Journal*. 2022;23(1):481–498. (In Russ.).

6. Kraynyukov P.E., Artsimovich I.V., Zinoviev E.V. et al. Application of cellular technologies in the treatment of wounds of various etiologies. *Bulletin of the Pirogov National Medical and Surgical Center*. 2021;16(2):132–137. (In Russ.). DOI: 10.25881/20728255\_2021\_16\_2\_132 EDN: ZRMZEU.

7. Nikonorova V.G., Krishtop V.V., Rummyantseva T.A. Growth factors in the restoration and formation of skin scars. *Crimean Journal of Experimental and Clinical Medicine*. 2022;12(1):102–112. (In Russ.). DOI: 10.37279/2224-6444-2022-12-1-102-112 EDN: YXAOZG.

## АВТОРЫ

**Костяков Денис Валерьевич**, к.м.н. — ORCID: 0000-0001-5687-7168

**Костякова Анна Витальевна** — ORCID: 0000-0002-1230-1412

**Зиновьев Евгений Владимирович**, д.м.н., проф. — ORCID: 0000-0002-2493-5498

## AUTHORS

**Kostyakov Denis Valerievich**, Ph.D. — ORCID: 0000-0002-2493-5498

**Kostyakova Anna Vitalievna** — ORCID: 0000-0002-1230-1412

**Zinoviev Evgeny Vladimirovich**, Dr.Sci. (Medicine), Prof. — ORCID: 0000-0002-2493-5498



УДК 616-073 : 616.85

DOI: 10.54866/27129632\_2025\_4\_95

## ВОЗМОЖНОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ ПОКОЯ ПРИ НЕВРОПАТИЧЕСКОМ БОЛЕВОМ СИНДРОМЕ У ПАЦИЕНТОВ С ПОВРЕЖДЕНИЕМ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

© И.В. ЛИТВИНЕНКО, И.С. ЖЕЛЕЗНЯК, Н.В. ЦЫГАН, А.Р. БУЛАТОВ, С.В. КОЛОМЕНЦЕВ, М.Г. ЧЕРНЕНОК, М.Д. ЧЕРНЫШЕВ, И.С. ХОДКЕВИЧ, А.Я. ЛАТЫШЕВА, Е.Н. АДАЕВА, Д.А. ТАРУМОВ, И.В. ЛЕПЕХИН

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

### РЕЗЮМЕ

**ОБОСНОВАНИЕ.** При поражении периферической нервной системы боль является одним из наиболее постоянных симптомов. С целью проведения эффективной терапии и реабилитации важно точно определить этиопатогенез данной патологии. Функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) покоя представляет собой перспективный способ диагностики состояния нервной системы как источника хронической боли у лиц с повреждением периферической нервной системы.

**ЦЕЛЬ:** обобщение накопленного опыта исследователей по данным фМРТ покоя при различных неврологических состояниях с целью исключения или подтверждения вовлечения центральной нервной системы в развитии боли.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ.** Для написания данной работы были использованы результаты ранее проведенных оригинальных исследований, клинических случаев и мета-анализов, представленных в научной электронной библиотеке Elibrary, в поисковой системе PubMed, а также в научно-информационной социальной сети ResearchGate. Представленные данные проанализированы и обобщены для формирования современного представления о возможностях функциональной МРТ покоя у пациентов с болевым синдромом. Вследствие наличия множества патологических состояний, приводящих к болевому синдрому, были рассмотрены следующие нозологии: комплексный региональный болевой синдром, фантомная боль в конечности, невралгия тройничного нерва.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Анализ показал, что фМРТ покоя позволяет достоверно определять следующие изменения в головном мозге: усиление или ослабление функциональной коннективности между различными отделами коры головного мозга, феномен кортикальной реорганизации, а также оценить влияние фармацевтического и нефармацевтического (в том числе психотерапевтического) лечения на указанные изменения.

**ВЫВОД.** Функциональная МРТ покоя — уникальный, но в то же время недооцененный метод лучевой диагностики, расширяющий возможности диагностирования происхождения боли у клинически сложных пациентов неврологического профиля. Дальнейшие исследования следует проводить в различных возрастных группах из-за разного болевого порога и механизма формирования боли, а также при других типах невропатической боли.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** фМРТ покоя, функциональная коннективность, комплексный региональный болевой синдром, невропатический болевой синдром, фантомная боль в конечности, классическая невралгия тройничного нерва.

**КАК ЦИТИРОВАТЬ.** Литвиненко И.В., Железняк И.С., Цыган Н.В., Булатов А.Р., Коломенцев С.В., Черненко М. Г., Чернышев М.Д., Ходкевич И.С., Латышева А.Я., Адаева Е.Н., Тарумов Д.А., Лепехин И.В. Возможности функциональной магнитно-резонансной томографии покоя при невропатическом болевом синдроме у пациентов с повреждением периферической нервной системы // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2025. № 4. С. 95–101.

## THE POSSIBILITIES OF RESTING STATE FUNCTIONAL MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN PAIN SYNDROME IN PATIENTS WITH DAMAGE OF THE PERIPHERAL NERVOUS SYSTEM

© I.V. LITVINENKO, I.S. ZHELEZNYAK, N.V. TSYGAN, A.R. BULATOV, S.V. KOLOMENTSEV, M.G. CHERNENOK, M.D. CHERNYSHEV, I.S. KHODKEVICH, A.YA. LATYSHEVA, E.N. ADAEVA, D.A. TARUMOV, I.V. LEPEKHIN

Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia



## ABSTRACT

**RATIONALE.** Pain is one of the most consistent symptoms. In peripheral nerve system damage, it is crucial to accurately determine the etiopathogenesis of this pathology. For effective therapy and rehabilitation resting-state functional magnetic resonance imaging (rs-fMRI) represents a promising diagnostic method for assessing the condition of the nervous system as a source of chronic pain in individuals with peripheral nerve damage.

**OBJECTIVE.** The aim of this work is to accumulate experience of rs-fMRI data in various neurological conditions, in order to rule out or confirm the involvement of the central nervous system in the development of pain.

**MATERIAL AND METHODS.** We used the results of previously conducted original research, clinical cases, and meta-analyses presented in the Elibrary scientific electronic library, the PubMed search engine, and the ResearchGate scientific and information social network. We analyzed and summarized the data to form a contemporary understanding of the possibilities of resting-state fMRI in the presence of pain syndrome. Due to the multitude of pathological conditions leading to pain syndrome, the following nosologies were considered: complex regional pain syndrome, phantom limb pain, and trigeminal neuralgia.

**RESULTS.** The analysis indicates that rs-fMRI allows for the reliable identification of the following changes in the brain: strengthening or weakening of functional connectivity between different areas of the cerebral cortex, the phenomenon of cortical reorganization, and the possibility of assessing the impact of pharmaceutical and non-pharmaceutical (including psychotherapeutic) treatment.

**CONCLUSION.** fMRI is a unique but underrated imaging method that expands the possibilities for diagnosing the origin of pain in neurological patients. Further research should be conducted in different age groups due to varying pain thresholds and mechanisms of pain formation, and should also be applied to other types of neuropathic pain.

**KEYWORDS:** resting-state fMRI, functional connectivity, complex regional pain syndrome, neuropathic pain syndrome, phantom limb pain, classic trigeminal neuralgia.

**TO CITE THIS ARTICLE.** Litvinenko I.V., Zheleznyak I.S., Tsygan N.V., Bulatov A.R., Kolomentsev S.V., Chernenok M.G., Chernyshev M.D., Khodkevich I.S., Latysheva A.Ya., Adaeva E.N., Tarumov D.A., Lepkhin I.V. The possibilities of resting state functional magnetic resonance imaging in pain syndrome in patients with damage of the peripheral nervous system. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanlidze.* 2025;(4):95–101.

**Обоснование.** При поражении периферической нервной системы боль является одним из наиболее постоянных симптомов. С целью проведения эффективной терапии и реабилитации важно точно определить этиопатогенез данной патологии. Функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) покоя является перспективным способом диагностики состояния нервной системы как источника хронической боли у лиц с повреждением периферической нервной системы.

**Цель исследования:** обобщение накопленного опыта исследователей по данным фМРТ покоя при различных неврологических состояниях с целью исключения или подтверждения вовлечения центральной нервной системы в развитии боли.

**Материал и методы исследования.** Для написания данной работы были использованы результаты ранее проведенных оригинальных исследований, клинических случаев и мета-анализов, представленные в научной электронной библиотеке Elibrary, в поисковой системе PubMed, а также в научно-информационной социальной сети ResearchGate. Представленные данные проанализированы и обобщены для формирования современного представления о возможностях

функциональной МРТ покоя у пациентов с болевым синдромом. Вследствие наличия множества патологических состояний, приводящих к болевому синдрому, были рассмотрены следующие нозологии: комплексный региональный болевой синдром, фантомная боль в конечности, невралгия тройничного нерва.

**Результаты исследования.** Невропатическая боль (в том числе периферическая невропатическая боль, ПНБ) представляет особую категорию боли, которая не связана с непосредственным физическим повреждением центральной нервной ткани [1]. Патогенез НБ включает в себя патологическое возбуждение нейронов как в периферических, так и в центральных отделах нервной системы, также возможен смешанный генез. Например, к невропатической боли центрального генеза относится постинсультная боль, невропатическая боль при повреждении спинного мозга, боль центрального генеза при множественном склерозе [2]. Травмы периферической нервной системы встречаются наиболее часто, при этом возникают сложности в определении степени тяжести повреждения и дифференциальной диагностики [3]. При диагностике с помощью традиционной МРТ структурные изменения головного



мозга не определяются. В связи с этим, для оценки состояния нервной системы при невропатическом болевом синдроме возникает необходимость использования фМРТ [4]. Фармакотерапия играет важную роль в управлении симптомами болевого синдрома и включает в себя широкий спектр препаратов, таких как нестероидные противовоспалительные средства, глюкокортикостероиды, антидепрессанты и антиконвульсанты. Однако, оптимальные схемы лечения и эффективность отдельных препаратов остаются предметом дискуссий, а роль опиоидных анальгетиков вызывает особые опасения из-за риска побочных эффектов и ограниченной доказательной базы [1, 4].

Рассмотрим **виды невропатической боли**.

**Комплексный регионарный болевой синдром (КРБС).** КРБС представляет собой один из типов болевого синдрома, значительно ухудшающий качество жизни пациентов всех возрастов [4].

В современной классификации болевых синдромов КРБС подразделяется на три типа, отражающие различные патогенетические механизмы. КРБС I типа возникает вследствие повреждения тканей без явного поражения периферического нерва, в то время как КРБС II типа характеризуется развитием болевого синдрома на фоне подтвержденного органического повреждения нерва. Обособленно выделяется КРБС III типа, возникающий вследствие центральных патологических процессов, таких как инфаркт миокарда, инсульт или черепно-мозговая травма, подчеркивая роль центральной нервной системы в формировании хронической боли [4]. В силу относительной редкости КРБС II и III типов в данной публикации не рассматриваются.

В серии работ показано, что в когорте пациентов с КРБС отмечается ослабление функциональной коннективности (ФК) участков головного мозга. Эти изменения ФК тесно связаны с центральной сенситизацией, ключевым механизмом в патофизиологии КРБС, характеризующимся повышенной возбудимостью нейронов и изменениями синаптической пластичности [5]. Тем не менее, нарушение связей не всегда означает только их ослабление: в исследовании [6] было показано, у пациентов с КРБС функциональная коннективность между одними структурами ослабевает, а между другими, наоборот, усиливается [7]. Другим параметром для оценки может послужить амплитуда низкочастотных колебаний (аНЧК) [8]. Исследования показывают нарушения ФК в сенсомоторной коре и сети пассивного режима работы мозга, что может быть связано с нарушением обработки сенсорной информации, восприятием боли и изменениями в самосознании [5]. В парном случае «родитель — ребенок»

при клинически установленном диагнозе «КРБС I типа» у обоих пациентов были выявлены изменения, однако структуры, в которых произошло нарушение ФК, были разными [9]. Такое наблюдение позволяет предположить отсутствие корреляции между генотипическим родством и фенотипическими изменениями структур головного мозга. Из-за отсутствия лучевой нагрузки, методика фМРТ покоя отлично подходит для оценки состояния связей нервной системы в динамике. Так, исследователи показали, что после проведенного лечения измененная ФК может восстанавливаться до исходного состояния [10]. Причем, терапия не обязательно будет лекарственной: в исследовании Timmers et al. (2021) было показано снижение боли у пациентов, подвергшихся экспозиционной психотерапии [10]. Важно учитывать, что воспалительные процессы играют роль в развитии и поддержании КРБС и могут влиять на нейрональную активность и синаптическую пластичность, приводя к наблюдаемым изменениям в ФК [5].

Помимо нейробиологических изменений, важную роль в патогенезе и клинической картине КРБС играют психологические факторы. Исследования Hong et al. (2023) показывают, что у пациентов с КРБС часто наблюдаются повышенные уровни кинезиофобии (боязни движения) и тревожности. Определяется взаимосвязь между уровнем боли, кинезиофобией и тревожностью: более выраженная боль часто связана с более высокой кинезиофобией и тревожностью. Более того, кинезиофобия может выступать в качестве медиатора, усиливающего влияние боли на тревожность. В связи с этим, тщательная психологическая оценка, включая оценку уровня кинезиофобии и тревожности, является важной частью комплексного ведения пациентов с КРБС [11].

У пациентов с КРБС могут наблюдаться изменения в активности различных областей мозга и в связях между ними. Важно отметить, что эти изменения могут быть динамическими и могут меняться в зависимости от стадии заболевания и ответа на лечение. Это подчеркивает важность нейровизуализации для понимания патофизиологии КРБС и для мониторинга эффективности лечения [12]. Таким образом, в отсутствие визуально заметных изменений в веществе головного мозга ФК его структур доступна к оценке в любой момент ведения пациента: до начала лечения (baseline-study), во время и после терапии [13].

**Фантомная боль в конечности (ФБК)** — это вид хронической боли, которая развивается после удаления органа или ампутации конечности и с трудом поддается лечению. В 87% у пациентов болевые ощущения сохраняются на всю жизнь.



Среди наиболее изученных теорий, объясняющих ФБК у ампутантов верхней конечности, следует отметить теорию кортикальной реорганизации [14]. По существу, деафферентация ампутированной конечности приводит к тому, что соматосенсорные и первичные моторные области коры, которые ранее соответствовали иннервации этой конечности, подвергаются воздействию нейронов из близлежащих областей коры головного мозга. Положения данной теории подтверждаются данными функциональной МРТ.

В исследовании, проведенном Flor et al. (1995), принимали участие ампутанты с ФБК, ампутанты без ФБК и здоровые добровольцы. Была показана прямая связь кортикальной реорганизации и наличия ФБК, а также положительная связь между уровнем кортикальной реорганизации и выраженностью болевых ощущений у лиц с ФБК [15].

Изучение ФБК с помощью фМРТ выявило значительные изменения в структуре и активности мозга. Клинические случаи часто иллюстрируют эти изменения: например, пациент с ФБК после ампутации руки может сообщать о боли, ощущаемой в «фантомной» руке, когда касаются его лица. фМРТ такого пациента, скорее всего, покажет активацию областей соматосенсорной коры, соответствующих лицу, при этом, как ни странно, области, отвечающие за руку, могут быть неактивны или демонстрировать нетипичные паттерны активности. Другой пример — пациент с ФБК, у которого боль в фантомной ноге усиливается при движении другой ноги. Функциональная МРТ может показать повышенную активность в области, связанной с фантомной конечностью, во время таких движений, демонстрируя связь между моторными командами и восприятием боли.

Важно отметить, что эти изменения в мозге не являются единственной причиной ФБК, а лишь одним из важных компонентов сложного механизма боли. Другие факторы, такие как травма периферических нервов, формирование невромы и психологические аспекты, также играют значительную роль в развитии ФБК [16].

Как и в случае с КРБС, фМРТ покоя помогает в оценке лечения пациентов с ФБК. Так, в одном из исследований показано, что применение морфина способствует уменьшению боли по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) и сопровождается полным или частичным обратным развитием кортикальной реорганизации [17]. Немаловажно помнить, что даже при наличии большинства критериев установка диагноза фантомной боли конечности как причины хронической боли центрального генеза является скорее диагнозом исключения. В клиническом случае Halloran et al.

(2024) фантомная боль конечности была включена в дифференциальный диагноз, однако не подтвердилась из-за выявленной крупной гистологически подтвержденной невромы в области края культи конечности, изначально принятой за опухолевидное разрастание оболочки нервной ткани [18].

**Невралгия тройничного нерва.** Патология черепных нервов является трудной в диагностике, но особо значимой вследствие затруднения процессов общения, приема пищи и сенсорных нарушений. Распространенность классической невралгии тройничного нерва (КНТН) составляет от 161,5 до 224,6 случаев на 100 000 населения [19].

Поскольку причины развития рецидивов КНТН до конца не изучены — вне зависимости от выбранного метода лечения, включая хирургическое вмешательство [20], — фМРТ покоя может быть полезна для выявления функциональных изменений в веществе головного мозга. Так, в исследовании Tsai et al. (2019) по данным фМРТ покоя показано, что у пациентов с высоким коэффициентом кластеризации в сети пассивного режима работы мозга (default mode network, DMN) относительно других выделенных узлов функциональной коннективности ( $n=7$ ) эффективность хирургического вмешательства превышает таковую при консервативной терапии [21].

Фармакологическое лечение болевого синдрома включает применение НПВП, глюкокортикоидов (особенно эффективных на ранних стадиях), антидепрессантов и антиконвульсантов (например, габапентина), ориентированных на купирование боли и воспаления. Опиоидные анальгетики, такие как морфин, показали ограниченную эффективность при высоком риске побочных эффектов. В комплексной терапии рассматривается использование препаратов кальция, баклофена, витаминов и метаболических средств, однако их клиническая значимость требует дальнейшей оценки [1, 4].

**Обсуждение.** В данном исследовании мы рассмотрели спектр невропатических болевых синдромов, включая КРБС, ФБК и КНТН, подчеркивая сложности их диагностики и лечения.

В частности, при КРБС I типа традиционные методы нейровизуализации часто не выявляют структурных изменений, что обуславливает необходимость использования фМРТ для оценки центральной сенситизации и изменений функциональной коннективности головного мозга. Важно также учитывать вклад психологических факторов, таких как кинезиофобия и тревожность, в патогенез КРБС и ФБК, что требует комплексного подхода к ведению этих пациентов.



ФМРТ, в том числе фМРТ покоя, представляется перспективным инструментом для изучения нейрофизиологических механизмов различных невропатических болевых синдромов. При ФБК данные фМРТ подтверждают теорию кортикальной реорганизации, демонстрируя связь между степенью перестройки и выраженностью боли. В случае КНТН фМРТ покоя может выявлять функциональные изменения, предсказывающие эффективность лечения. Таким образом, фМРТ может способствовать более глубокому пониманию патофизиологии невропатической боли и оптимизации подходов к ее диагностике и лечению.

#### **Выводы:**

1. Функциональная МРТ покоя представляет собой эффективный метод для оценки функцио-

нального состояния головного мозга у пациентов, страдающих болевым синдромом различной этиологии.

2. Метод позволяет выявить нарушения в паттернах нейронной активности и функциональной связности, что особенно полезно в клинически сложных случаях, когда установить причину и механизм боли затруднительно.

3. В перспективе, дальнейшие исследования необходимо направить на сравнительный анализ функциональной связности структур головного мозга у пациентов различных возрастных групп, включая детей. Это позволит выявить возрастные различия нейрофизиологических механизмов боли и разработать более персонализированные подходы к диагностике и лечению.

**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. Турбина Л.Г., Гордеев С.А. Невропатическая боль: патогенез, клиника, диагностика, лечение // Доктор.Ру. 2013. № 5. С. 56–60. EDN: RDFSEH.
2. Finnerup N.B., Kuner R., Jensen T.S. Neuropathic Pain: From Mechanisms to Treatment. *Physiol Rev.* 2021;101(1):259–301. DOI: 10.1152/physrev.00045.2019.
3. Литвиненко И.В., Цыган Н.В., Базилевич С.Н., Булатов А.Р., Наумов К.М., Заболотский Н.Н. и др. Алгоритм диагностики и вынесения экспертного решения при травмах периферических нервов // Военно-медицинский журнал. 2024. Т. 345, № 7. С. 33–40. DOI: 10.52424/00269050\_2024\_345\_7\_33 EDN: VSHYKR.
4. Яриков А.В., Макеева О.А., Фраерман А.П., Перльмуттер О.А., Хиноверкер В.В., Байтингер А.В. и др. Комплексный региональный болевой синдром: клиника, диагностика, лечение // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9, № 5. С. 257–272. DOI: 10.33619/2414-2948/90/33 EDN: YEGHMG.
5. Hotta J., Saari J., Harno H. et al. Somatotopic Disruption of the Functional Connectivity of the Primary Sensorimotor Cortex in Complex Regional Pain Syndrome Type 1. *Hum Brain Mapp.* 2023;44(17):6258–6274. DOI: 10.1002/hbm.26513.
6. Azqueta-Gavaldon M., Youssef A.M., Storz C. et al. Implications of the Putamen in Pain and Motor Deficits in Complex Regional Pain Syndrome. *Pain.* 2020;161(3):595–608. DOI: 10.1097/j.pain.0000000000001745.
7. Verriotes M., Sorger C., Peters J. et al. Amygdalar Functional Connectivity Differences Associated With Reduced Pain Intensity in Pediatric Peripheral Neuropathic Pain. *Front Pain Res (Lausanne).* 2022;3:918766. DOI: 10.3389/fpain.2022.918766.
8. Lee B., Di Pietro F., Henderson L.A., Austin P.J. Altered Basal Ganglia Infralow Oscillation and Resting Functional Connectivity in Complex Regional Pain Syndrome. *J Neurosci Res.* 2022;100(7):1487–1505. DOI: 10.1002/jnr.25057.
9. Moriwaki K., Yoshino A., Ikejiri Y. et al. A Case of a Father and Son with Complex Regional Pain Syndrome Type 1 Exhibiting Different Resting-State Functional Connectivity on Functional MRI. *Cureus.* 2024;16(1):e52589. DOI: 10.7759/cureus.52589.
10. Timmers I., van de Ven V.G., Vlaeyen J.W.S. et al. Corticolimbic Circuitry in Chronic Pain Tracks Pain Intensity Relief Following Exposure In Vivo. *Biol Psychiatry Glob Open Sci.* 2021;1(1):28–36. DOI: 10.1016/j.bpsgos.2021.03.004.
11. Hong H., Suh C., Namgung E. et al. Aberrant Resting-state Functional Connectivity in Complex Regional Pain Syndrome: A Network-based Statistics Analysis. *Exp Neurobiol.* 2023;32(2):110–118. DOI: 10.5607/en23003.



12. Iwatsuki K., Hoshiyama M., Yoshida A. et al. Chronic Pain-Related Cortical Neural Activity in Patients with Complex Regional Pain Syndrome. *IBRO Neurosci Rep.* 2021;10:208–215. DOI: 10.1016/j.ibneur.2021.05.001.
13. Becerra L., Sava S., Simons L.E. et al. Intrinsic Brain Networks Normalize With Treatment in Pediatric Complex Regional Pain Syndrome. *Neuroimage Clin.* 2014;6:347–369. DOI: 10.1016/j.nicl.2014.07.012.
14. Culp C.J., Abdi S. Current Understanding of Phantom Pain and its Treatment. *Pain Physician.* 2022;25(7):E941–E957. PMID: 36288580.
15. Flor H., Elbert T., Knecht S. et al. Phantom-Limb Pain As A Perceptual Correlate Of Cortical Reorganization Following Arm Amputation. *Nature.* 1995;375(6531):482–484. DOI: 10.1038/375482a0.
16. Pawela C.P., Biswal B.B., Hudetz A.G. et al. Interhemispheric Neuroplasticity Following Limb Deafferentation Detected by Resting-State Functional Connectivity Magnetic Resonance Imaging (fcMRI) and Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI). *Neuroimage.* 2010;49(3):2467–2478. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2009.09.054.
17. Huse E., Larbig W., Flor H., Birbaumer N. The Effect of Opioids on Phantom Limb Pain and Cortical Reorganization. *Pain.* 2001;90(1-2):47–55. DOI: 10.1016/S0304-3959(00)00385-7.
18. Halloran P.J., Chiocca E.A., Santos A. Phantom Limb Pain, Traumatic Neuroma, or Nerve Sheath Tumor? Illustrative Case. *J Neurosurg Case Lessons.* 2024;7(16):CASE247. DOI: 10.3171/CASE247.
19. Bang S., Kim Y.S., Lee S. et al. Prevalence of Common Causes of Neuropathic Pain in Korea: Population-Based Observational Study. *J Int Med Res.* 2020;48(7):300060519888102. DOI: 10.1177/0300060519888102.
20. Zuniga J.R., Yates D.M. Factors Determining Outcome After Trigeminal Nerve Surgery for Neuropathic Pain. *J Oral Maxillofac Surg.* 2016;74(7):1323–1329. DOI: 10.1016/j.joms.2016.02.005.
21. Tsai Y.H., Liang X., Yang J.T., Hsu L.M. Modular Organization of Brain Resting State Networks in Patients with Classical Trigeminal Neuralgia. *Neuroimage Clin.* 2019;24:102027. DOI: 10.1016/j.nicl.2019.102027.

## REFERENCES

1. Turbina L.G., Gordeev S.A. Neuropathic Pain: Pathogenesis, Clinical Manifestations, Diagnosis, and Treatment. *Doctor.Ru.* 2013;(5):56–60. (In Russ.). EDN: RDFSEH.
2. Finnerup N.B., Kuner R., Jensen T.S. Neuropathic Pain: From Mechanisms to Treatment. *Physiol Rev.* 2021;101(1):259–301. DOI: 10.1152/physrev.00045.2019.
3. Litvinenko I.V., Tsygan N.V., Bazilevich S.N. et al. An Algorithm for Diagnosing and Making an Expert Decision for Injuries of Peripheral Nerves. *Military Medical Journal.* 2024;345(7):33-40. (In Russ.). DOI: 10.52424/00269050\_2024\_345\_7\_33 EDN: VSHYKR.
4. Yarikov A.V., Makeeva O.A., Fraerman A.P. et al. Complex Regional Pain Syndrome: Clinic, Diagnosis, Treatment. *Bulletin of Science and Practice.* 2023;9(5):257–272. (In Russ.). DOI: 10.33619/2414-2948/90/33 EDN: YEGHMG.
5. Hotta J., Saari J., Harno H. et al. Somatotopic Disruption of the Functional Connectivity of the Primary Sensorimotor Cortex in Complex Regional Pain Syndrome Type 1. *Hum Brain Mapp.* 2023;44(17):6258–6274. DOI: 10.1002/hbm.26513.
6. Azqueta-Gavaldon M., Youssef A.M., Storz C. et al. Implications of the Putamen in Pain and Motor Deficits in Complex Regional Pain Syndrome. *Pain.* 2020;161(3):595–608. DOI: 10.1097/j.pain.0000000000001745.
7. Verriotis M., Sorger C., Peters J. et al. Amygdalar Functional Connectivity Differences Associated With Reduced Pain Intensity in Pediatric Peripheral Neuropathic Pain. *Front Pain Res (Lausanne).* 2022;3:918766. DOI: 10.3389/fpain.2022.918766.
8. Lee B., Di Pietro F., Henderson L.A., Austin P.J. Altered Basal Ganglia Infralow Oscillation and Resting Functional Connectivity in Complex Regional Pain Syndrome. *J Neurosci Res.* 2022;100(7):1487–1505. DOI: 10.1002/jnr.25057.
9. Moriwaki K., Yoshino A., Ikejiri Y. et al. A Case of a Father and Son with Complex Regional Pain Syndrome Type 1 Exhibiting Different Resting-State Functional Connectivity on Functional MRI. *Cureus.* 2024;16(1):e52589. DOI: 10.7759/cureus.52589.
10. Timmers I., van de Ven V.G., Vlaeyen J.W.S. et al. Corticolimbic Circuitry in Chronic Pain Tracks Pain Intensity Relief Following Exposure In Vivo. *Biol Psychiatry Glob Open Sci.* 2021;1(1):28–36. DOI: 10.1016/j.bpsgos.2021.03.004.
11. Hong H., Suh C., Namgung E. et al. Aberrant Resting-state Functional Connectivity in Complex Regional Pain Syndrome: A Network-based Statistics Analysis. *Exp Neurol.* 2023;32(2):110–118. DOI: 10.5607/en23003.



12. Iwatsuki K., Hoshiyama M., Yoshida A. et al. Chronic Pain-Related Cortical Neural Activity in Patients with Complex Regional Pain Syndrome. *IBRO Neurosci Rep.* 2021;10:208–215. DOI: 10.1016/j.ibneur.2021.05.001.
13. Becerra L., Sava S., Simons L.E. et al. Intrinsic Brain Networks Normalize With Treatment in Pediatric Complex Regional Pain Syndrome. *Neuroimage Clin.* 2014;6:347–369. DOI: 10.1016/j.nicl.2014.07.012.
14. Culp C.J., Abdi S. Current Understanding of Phantom Pain and its Treatment. *Pain Physician.* 2022;25(7):E941–E957. PMID: 36288580.
15. Flor H., Elbert T., Knecht S. et al. Phantom-Limb Pain As A Perceptual Correlate Of Cortical Reorganization Following Arm Amputation. *Nature.* 1995;375(6531):482–484. DOI: 10.1038/375482a0.
16. Pawela C.P., Biswal B.B., Hudetz A.G. et al. Interhemispheric Neuroplasticity Following Limb Deafferentation Detected by Resting-State Functional Connectivity Magnetic Resonance Imaging (fcMRI) and Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI). *Neuroimage.* 2010;49(3):2467–2478. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2009.09.054.
17. Huse E., Larbig W., Flor H., Birbaumer N. The Effect of Opioids on Phantom Limb Pain and Cortical Reorganization. *Pain.* 2001;90(1-2):47–55. DOI: 10.1016/S0304-3959(00)00385-7.
18. Halloran P.J., Chiocca E.A., Santos A. Phantom Limb Pain, Traumatic Neuroma, or Nerve Sheath Tumor? Illustrative Case. *J Neurosurg Case Lessons.* 2024;7(16):CASE247. DOI: 10.3171/CASE247.
19. Bang S., Kim Y.S., Lee S. et al. Prevalence of Common Causes of Neuropathic Pain in Korea: Population-Based Observational Study. *J Int Med Res.* 2020;48(7):300060519888102. DOI: 10.1177/0300060519888102.
20. Zuniga J.R., Yates D.M. Factors Determining Outcome After Trigeminal Nerve Surgery for Neuropathic Pain. *J Oral Maxillofac Surg.* 2016;74(7):1323–1329. DOI: 10.1016/j.joms.2016.02.005.
21. Tsai Y.H., Liang X., Yang J.T., Hsu L.M. Modular Organization of Brain Resting State Networks in Patients with Classical Trigeminal Neuralgia. *Neuroimage Clin.* 2019;24:102027. DOI: 10.1016/j.nicl.2019.102027.

#### АВТОРЫ

**Литвиненко Игорь Вячеславович**, д.м.н., проф. — ORCID: 0000-0001-8988-3011

**Железняк Игорь Сергеевич**, д.м.н., проф. — ORCID: 0000-0001-7383-512X

**Цыган Николай Васильевич**, д.м.н., проф. — ORCID: 0000-0002-5881-2242

**Булатов Альберт Ренатович**, к.м.н. — ORCID: 0000-0001-7180-4389

**Коломенцев Сергей Витальевич**, к.м.н. — ORCID: 0000-0002-3756-6214

**Черненко Максим Геннадьевич** — ORCID: 0000-0002-7793-4544

**Чернышев Михаил Дмитриевич** — ORCID: 0009-0008-5483-6328

**Ходкевич Илья Сергеевич** — ORCID: 0000-0003-0359-5831

**Латышева Анастасия Яковлевна**, к.м.н. — ORCID: 0000-0003-3677-8765

**Адаева Екатерина Николаевна** — ORCID: 0009-0009-8687-9119

**Тарумов Дмитрий Андреевич**, д.м.н., доц. — ORCID: 0000-0002-9874-5523

**Лепехин Иван Васильевич**, к.м.н. — ORCID: 0000-0002-0987-8309

#### AUTHORS

**Litvinenko Igor Vyacheslavovich**, Dr.Sci. (Medicine), Prof. — ORCID: 0000-0001-8988-3011

**Zheleznyak Igor Sergeevich**, Dr.Sci. (Medicine), Prof. — ORCID: 0000-0001-7383-512X

**Tsygan Nikolay Vasilievich**, Dr.Sci. (Medicine), Prof. — ORCID: 0000-0002-5881-2242

**Bulatov Albert Renatovich**, Ph.D. — ORCID: 0000-0001-7180-4389

**Kolomentsev Sergey Vitalievich**, Ph.D. — ORCID: 0000-0002-3756-6214

**Chernenok Maksim Gennadievich** — ORCID: 0000-0002-7793-4544

**Chernyshev Mikhail Dmitrievich** — ORCID: 0009-0008-5483-6328

**Khodkevich Ilya Sergeevich** — ORCID: 0000-0003-0359-5831

**Latysheva Anastasiya Yakovlevna**, Ph.D. — ORCID: 0000-0003-3677-8765

**Adaeva Ekaterina Nikolaevna** — ORCID: 0009-0009-8687-9119

**Tarumov Dmitriy Andreevich**, Dr.Sci. (Medicine), Assoc. Prof. — ORCID: 0000-0002-9874-5523

**Lepekhhin Ivan Vasilievich**, Ph.D. — ORCID: 0000-0002-0987-8309



УДК 617-089

DOI: 10.54866/27129632\_2025\_4\_102

## **СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ БОЕВЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЧЕРЕПА И ГОЛОВНОГО МОЗГА С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ НА ЭТАПЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПОМОЩИ**

© И.А. МЕНЬКОВ, И.С. ЖЕЛЕЗНЯК, Д.В. СВИСТОВ, Б.В. МАРТЫНОВ, А.И. ГАЙВОРОНСКИЙ, А.С. ГРИЩЕНКОВ, Д.С. КАЛЮЖНЫЙ, А.Я. ЛАТЫШЕВА, С.А. ЛАНДИК  
ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург, Россия

### **РЕЗЮМЕ**

**ОБОСНОВАНИЕ:** боевые повреждения черепа и головного мозга занимают одно из ведущих мест в структуре санитарных потерь в условиях вооруженных конфликтов последнего времени. Компьютерная томография является ведущим методом диагностики огнестрельных проникающих ранений черепа и головного мозга на этапе специализированной помощи. Она дает подробную характеристику изменений вещества мозга и костей черепа, распределения костных отломков и инородных тел, позволяя определить показания к оперативному вмешательству, разработать его план и выявить инфекционные осложнения.

**ЦЕЛЬ:** показать современные возможности различных методик компьютерной томографии в диагностике огнестрельных проникающих ранений черепа и головного мозга на этапе специализированной помощи.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ.** Для написания данной работы были использованы результаты научных обзоров, действующих клинических рекомендаций по диагностике и лечению огнестрельных ранений черепа и головного мозга, представленных в научной электронной библиотеке Elibrary, в поисковой системе PubMed, а также в научно-информационной социальной сети ResearchGate. Представленные данные проанализированы и обобщены для формирования современного представления о возможностях компьютерной томографии.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Представлена эволюция взглядов на диагностику огнестрельных ранений черепа от начала XX в. до настоящего времени, определены роль и задачи компьютерной томографии на этапе специализированной помощи в условиях последних вооруженных конфликтов, разработано деление на зоны поражения вещества головного мозга. Авторами сформулированы показания для проведения КТ-ангиографии, отмечена важность диагностики травматических церебральных аневризм, определены прямые и косвенные признаки повреждения сосудов. Кроме того, показаны возможности компьютерной томографии в диагностике воспалительных осложнений, определена методика выполнения компьютерной томографии для их диагностики.

**ВЫВОД.** Компьютерная томография при проникающих огнестрельных ранениях черепа и головного мозга является высокоинформативным методом визуализации, позволяющим быстро и точно выявлять различные виды повреждений как черепа, так и вещества головного мозга, а также оценить осложнения, возникающие непосредственно после черепно-мозговых травм и выполнения оперативных вмешательств.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** компьютерная томография, боевая травма черепа и головного мозга, огнестрельные проникающие ранения черепа и головного мозга, КТ-ангиография, травматические церебральные аневризмы, классификация огнестрельных ранений черепа и головного мозга, воспалительные послеоперационные осложнения.

**КАК ЦИТИРОВАТЬ.** Меньков И.А., Железняк И.С., Свистов Д.В., Мартынов Б.В., Гайворонский А.И., Грищенко А.С., Калюжный Д.С., Латышева А.Я., Ландик С.А. Современные аспекты диагностики боевых повреждений черепа и головного мозга с помощью компьютерной томографии на этапе специализированной помощи // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2025. № 4. С. 102–111.

## **CONTEMPORARY ASPECTS OF SKULL AND BRAIN COMBAT INJURY DIAGNOSTICS USING COMPUTED TOMOGRAPHY AT THE STAGE OF SPECIALIZED CARE**

© I.A. MENKOV, I.S. ZHELEZNYAK, D.V. SVISTOV, B.V. MARTYNOV, A.I. GAIVORONSKIY, A.S. GRISCHENKOV, D.S. KALIUZHNYI, A.YA. LATYSHEVA, S.A. LANDYK  
Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia



## ABSTRACT

**RATIONALE.** Combat injuries of the skull and brain are among the leading types of injury in the structure of sanitary losses in recent armed conflicts. The most commonly used method for identifying penetrating skull and brain gunshot wounds at the stage of specialized care is computed tomography (CT). It provides a detailed characterization of changes in the substance of the brain and skull bones, the distribution of bone fragments and foreign bodies, allowing to determine indications for surgical intervention, develop its plan and identify infectious complications.

**OBJECTIVE.** The aim of this work is to show the current capabilities of various CT techniques in the diagnosis of penetrating gunshot wounds of the skull and brain at the stage of specialized care.

**MATERIAL AND METHODS.** We analyzed results of multiple scientific reviews and current clinical recommendations on the diagnosis and treatment of gunshot wounds of the skull and brain which are presented in the scientific electronic library “Elibrary”, in the PubMed search engine and the scientific social network ResearchGate. The aforementioned data was summarized to form a contemporary idea about the possibilities of computed tomography.

**RESULTS.** This study presents an evolution of views on the diagnosis of gunshot wounds of the skull from the beginning of the XX century to the present time, defines the role and tasks of computed tomography at the stage of specialized care in recent armed conflicts, and develops a zonal division of brain substance lesions. The authors established direct and indirect indicators of vascular injury, developed indications for CT angiography, and highlighted the significance of diagnosing traumatic cerebral aneurysms. Additionally, the potential uses of CT angiography for the diagnosis of inflammatory problems are demonstrated, and the method for doing so is described.

**CONCLUSION.** Computed tomography in penetrating gunshot wounds of the skull and brain is a highly informative imaging method that allows rapid and precise detection of various types of damage to both skull and brain substance, as well as evaluation of complications arising immediately after craniocerebral injuries and surgical interventions.

**KEYWORDS:** computed tomography, combat trauma to the skull and brain, penetrating gunshot wounds of the skull and brain, CT angiography, traumatic cerebral aneurysms, classification of gunshot wounds to the skull and brain, inflammatory postoperative complications.

**TO CITE THIS ARTICLE.** Menkov I.A., Zheleznyak I.S., Svistov D.V., Martynov B.V., Gaivoronskiy A.I., Grischenkov A.S., Kaliuzhnyi D.S., Latysheva A.Ya., Landyk S.A. Contemporary aspects of skull and brain combat injury diagnostics using computed tomography at the stage of specialized care. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze.* 2025;(4):102–111.

Рентгенологический метод исследования при огнестрельных ранениях черепа был применен впервые в 1895 г. с целью определения локализации инородного тела. В последующие годы несколько авторов, в том числе Л.Л. Левшин в России в 1989 г., опубликовали единичные наблюдения. Однако в начале XX в. этот метод не имел еще широкого распространения в военной обстановке из-за низкого уровня рентгенотехники и неумения правильно анализировать рентгенограммы черепа [1, 2].

К началу Великой Отечественной войны разработка рентгеноанатомии черепа была почти завершена благодаря преимущественно советским исследователям. Было уделено большое внимание рентгенодиагностике неогнестрельных повреждений черепа и распознаванию поздних осложнений, возникающих в черепе и его содержимом после повреждений [1].

Краниография при ранениях черепа во время Великой Отечественной войны являлась основным, а в ряде случаев единственным рентгенологическим методом исследования, позволяющим установить точную анатомическую локализацию области перелома, сместившихся костных оскол-

ков и инородных тел. Кроме того, определялись особенности, заслуживающие отдельного внимания: ранения придаточных пазух носа, уха, возможность повреждения венозных синусов, ветвей оболочечной артерии, мозговых желудочков, что позволяло решать вопросы о показаниях к оперативному вмешательству, разработке его плана, а также для установления прогноза и эвакуационной характеристики раненого [1, 2, 3].

На основе этих данных Н.С. Косинской была разработана клиничко-рентгеноанатомическая классификация огнестрельных ранений черепа на принципе выявления типа огнестрельного перелома свода черепа. Были выделены 6 типов прямых огнестрельных переломов черепа: неполный, линейный, вдавленный, раздробленный, дырчатый и оскольчатый переломы [3].

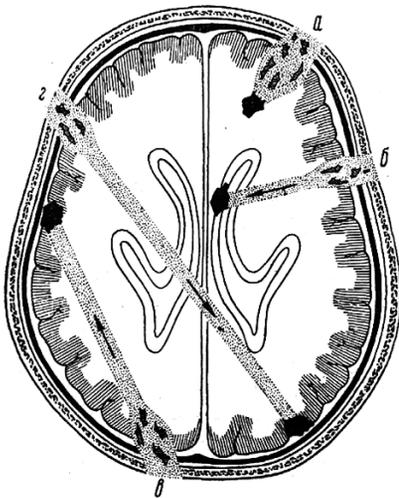
Кроме краниографии, более точные сведения о состоянии мозгового вещества и о характере развивающихся в нем воспалительных и дегенеративных процессов получались при помощи энцефало- и вентрикулографии. При наличии инфекционных осложнений выполнялись абсцессография с использованием воздуха или жид-

ких контрастов (сергозин, йодолипол, торотраст) и фистулография [1, 2].

Таким образом, рентгенологический метод давал более или менее достоверные диагностические сведения, обеспечивая в то же время наиболее полноценное решение вопроса о целесообразности и методе оперативного вмешательства.

Классификации огнестрельных проникающих ранений черепа и головного мозга прошли длинный путь, начиная с 1911 г., когда О.М. Хольбек впервые выделил слепой, касательный, сегментарный и диаметральный типы ранений. В 1916–1917 гг. введено понятие «проникающих» и «непроникающих» ранений черепа и головного мозга (Х.У. Кушинг) и последующее их разделение Н.Н. Петровым [1, 5, 6] на 3 группы с учетом глубины повреждения.

В 1949 г. И.С. Бабчин [4] представил классификацию огнестрельных ранений черепа, в которой помимо выделения четырех основных характеров ранения (касательный, сквозной, слепой и рикошетирующий) была представлена более подробная классификация огнестрельных проникающих слепых ранений черепа (рис. 1).



*Рис. 1. Схема слепых проникающих ранений черепа и головного мозга: а — простые; б — радиарные; в — сегментарные; г — диаметральные*

Обе классификации Н.С. Косинской и И.С. Бабчина просуществовали более 70 лет и активно использовались до недавнего времени. Однако опыт военных конфликтов последних лет, разнообразие современного боевого оружия и, в частности, разработка реактивных систем залпового огня с наличием высокоэнергетических поражающих элементов, вызывающих иной характер повреждений головного мозга на большей глубине и протяженности, требуют иного подхода к оценке тяжести поражения и, следовательно, влияют как

на выбор хирургической тактики, так и на определение прогноза у раненых [5, 8].

В 2015 г. Ассоциацией нейрохирургов России были приняты и опубликованы Клинические рекомендации по лечению огнестрельных и взрывных ранений черепа и головного мозга. В этих рекомендациях была представлена наиболее актуальная версия классификации огнестрельных и взрывных ранений черепа и головного мозга [6]:

По характеру ранения:

- мягких тканей;
- непроникающее;
- проникающее.

По виду ранящего снаряда:

- пулевые,
- осколочные,
- специальными ранящими снарядами.

По типу ранения:

- одиночные,
- множественные,
- сочетанные,
- комбинированные.

По виду раневого канала:

- касательное,
- слепое:
  - простое,
  - радиарное,
  - сегментарное,
  - диаметральное,
  - диагональное;
- сквозное:
  - сегментарное,
  - диаметральное,
  - диагональное;
- рикошетирующее:
  - простое отвесное,
  - простое касательное,
  - слепое (незавершенное).

По локализации ранения:

- ранение свода черепа,
- парабазальные ранения,
- передние,
- средние,
- задние.

По состоянию головного мозга:

- сотрясение головного мозга;
- ушиб головного мозга;
- сдавление головного мозга;
- разрушение головного мозга.

По виду переломов черепа:

- неполный;
- линейный;
- вдавленный;
- раздробленный;
- дырчатый:
  - слепой,



отвесный,  
сквозной,  
оскольчатый.

Однако современные реалии условий ведения боевых действий и глубокий анализ имеющихся медицинских данных последнего вооруженного конфликта показывают необходимость модификации классификации слепых огнестрельных проникающих ранений черепа и головного мозга по форме раневого канала, учитывающей более детальную характеристику повреждений, прямо влияющую на определение тактики и прогноза у данной группы раненых. Данная классификация должна дать более подробное отражение глубины раневого канала, протяженности, наличия вторичного поражения головного мозга при внутреннем рикошете и расположения ранящего снаряда относительно кортикальной пластинки кости, а также относительно средней линии в случае радиарных ранений.

В настоящее время компьютерная томография является обязательным методом обследования пострадавших с огнестрельными и взрывными ранениями черепа и головного мозга [6].

Относительным противопоказанием к проведению КТ головного мозга является нетранспортабельность пострадавшего в пределах отделения.

При выполнении компьютерной томографии наиболее важным является определение следующих признаков:

1. Характер черепно-мозгового ранения:
  - мягких тканей;
  - непроникающее;
  - проникающее.
2. Характер поражения головного мозга:
  - характер, количество, расположение и объем патологических очагов;
  - наличие оболочечных и паренхиматозных гематом, очагов ушиба-размозжения мозга;
  - тяжесть травматического вентрикулярного и субарахноидального и кровоизлияния;
  - расположение и направление раневого(-ых) канала(-ов);
  - наличие, количество и расположение ранящего снаряда(-ов), костных отломков, внедренных в вещество мозга.

Необходимо оценить:

- степень выраженности гипертензионно-дислокационного синдрома, особенно смещения срединных структур головного мозга;
- состояние ликворосодержащей системы мозга (величина, форма, положение, деформация желудочков) с определением вентрикуло-краниальных коэффициентов, состояние цистерн основания мозга, борозд и щелей мозга;

- состояние костных структур свода и основания черепа с полной характеристикой переломов, состояние и содержимое околоносовых пазух, состояние покровов черепа.

При подозрении на продолжающееся внутричерепное кровотечение или подозрение на повреждение внутричерепных сосудов КТ повторяют с внутривенным контрастированием в режиме ангиографии для выявления источника кровотечения, травматических аневризм, окклюзий церебральных артерий, вен, синусов.

Компьютерную томографию выполняют всем без исключения пострадавшим с огнестрельными и взрывными черепно-мозговыми ранениями при поступлении, в раннем послеоперационном периоде (в течение первых суток после оперативного вмешательства), далее — по показаниям. При развитии признаков инфекционных осложнений компьютерную томографию выполняют с внутривенным контрастированием.

При сочетанных огнестрельных и взрывных поражениях также необходимо выполнение компьютерной томографии других пострадавших областей тела по показаниям. При тяжелых черепно-мозговых ранениях раненым с нарушением сознания и находящимся на искусственной вентиляции легких и вспомогательной вентиляции легких выполняют компьютерную томографию груди.

Только при невозможности выполнения КТ головы пострадавшим выполняют краниографию в стандартных и атипичных проекциях для диагностики характера огнестрельного перелома и локализации ранящих снарядов и костных отломков. В случае необходимости дополнительно выполняют каротидную или селективную церебральную ангиографию.

Компьютерную томографию головы следует выполнять стандартным протоколом сканирования от конвексимальных отделов черепа до нижнего края подбородочного выступа для верификации хода раневого канала и возможных повреждений лицевого отдела черепа. Толщина срезов должна находиться в диапазоне 0,5–1,0 мм. Реконструкция данных должна включать как мягкотканый, так и костный режимы.

Еще одним важным дополнением, предлагаемым к существующей классификации, является разграничение по зонам поражения, которая позволяет определить прогноз лечения раненых:

1. **Верхняя зона поражения** включает конвексимальные отделы большого мозга выше мозолистого тела. Эти ранения клинически менее тяжелые, редко сопровождаются тяжелым неврологическим дефицитом, жизнеугрожающими нарушениями и, как правило, имеют благоприятный прогноз (рис. 2).

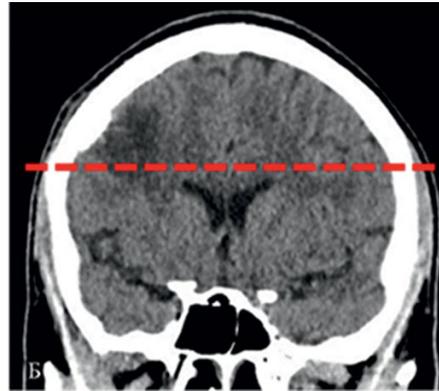
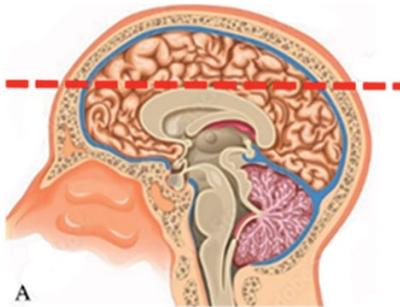


Рис. 2. А — Схема ранения верхней зоны головного мозга;  
Б — КТ. Корональная плоскость

2. **Средняя зона поражения** включает уровень от верхней части мозолистого тела до верхней части таламуса. Ранения средней зоны тяжелые, так как поражаются витальные структуры

зоны *morbi*. При таких ранениях, как правило, прогноз функционального исхода неблагоприятный (рис. 3).

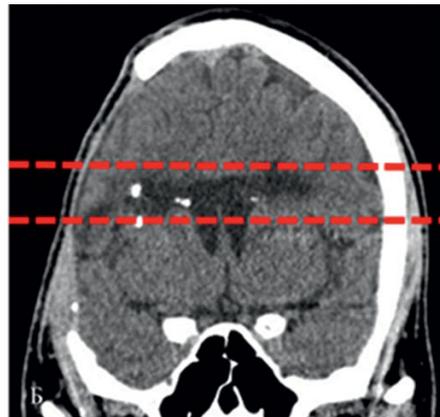
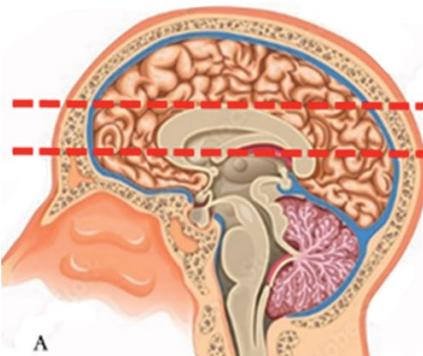


Рис. 3. А — Схема ранения средней зоны головного мозга.  
Б — КТ. Корональная плоскость

3. **Нижняя зона поражения** включает сегмент от верхней части таламуса до ножек мозга и намета мозжечка. Ранения нижней зоны, как и средней, тяжелые, так как поражаются витальные структуры зоны *morbi*. При таких ранениях нередко происходит сочетанное повреждение структур задней черепной ямки, сопровождающееся самым неблагоприятным прогнозом для жизни раненого (рис. 4).

При оценке вещества головного мозга особое внимание необходимо уделять наличию инородных тел, прежде всего металлическим осколкам и костным отломкам. Внедрение инородных тел в вещество головного мозга, помимо прямого повреждающего фактора, является потенциальным источником инфицирования. Присутствует риск

миграции инородного тела, в литературе описаны случаи металлоза, локального и системного токсического воздействия.

При подозрении на повреждение сосудов головного мозга в ходе первичного обследования обязательно должна быть выполнена КТ-ангиография. Область сканирования при подозрении на повреждение интракраниальных артерий идет от основания черепа (уровень межпозвоночного диска С2–С3) до конвекситальных отделов головного мозга. Направление сканирования каудокраниальное. Скорость введения контрастного вещества (КВ) 4–5 мл/с, объем введения КВ 70–80 мл. Обязательно необходимо выполнить вторую фазу сканирования через 7–10 с после окончания артериальной фазы для оценки венозного русла головного мозга.



Рис. 4. А — Схема ранения нижней зоны головного мозга.  
Б — КТ. Корональная плоскость

Главной задачей КТ-ангиографии на этапе специализированной помощи является выявление главного жизнеугрожающего состояния —

травматических церебральных аневризм, разрыв которых может сопровождаться самыми тяжелыми последствиями (рис. 5) [11, 12].

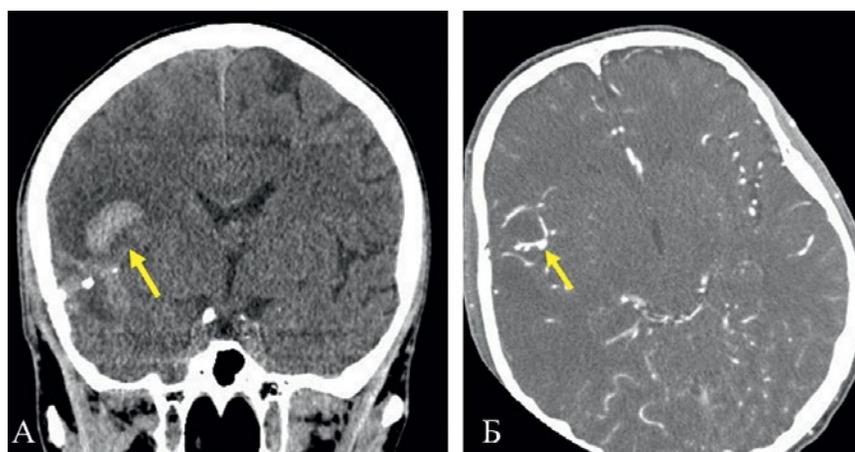


Рис. 5. 3-и сутки после сегментарного ранения правой лбно-височной области. КТ. А — нативная фаза, корональная плоскость. Внутримозговая гематома в правой височной доле (стрелка). Б — КТ-ангиография, аксиальная плоскость. Травматическая аневризма М3 сегмента правой СМА (стрелка)

Основными показаниями для выполнения КТ-ангиографии головного мозга являются [5, 6, 10]:

- проникающие черепно-мозговые ранения (особенно диаметральные и диагональные) (рис. 6),
- пересечение раневым каналом проекции срединной и боковых щелей головного мозга,
- наличие внутримозговой гематомы или массивного субарахноидального кровоизлияния,
- наличие зон инфаркта головного мозга,
- наличие большого количества гемостатического материала в ране мозга у оперированных раненых,
- ранения основания черепа и задней черепной ямки,
- эпидуральные гематомы, особенно при отсутствии повреждения прилегающих костных структур черепа (рис. 7).

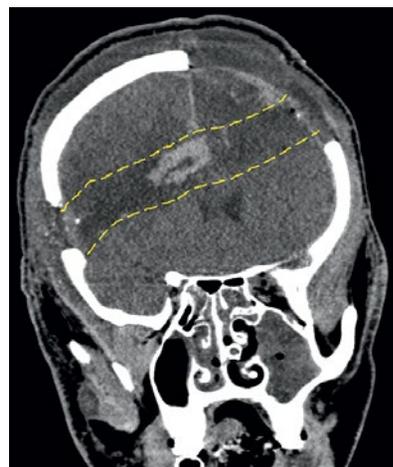


Рис. 6. КТ, корональная плоскость. Двухполушарное диаметральное ранение. Внутримозговая гематома по ходу раневого канала (пунктирные линии)

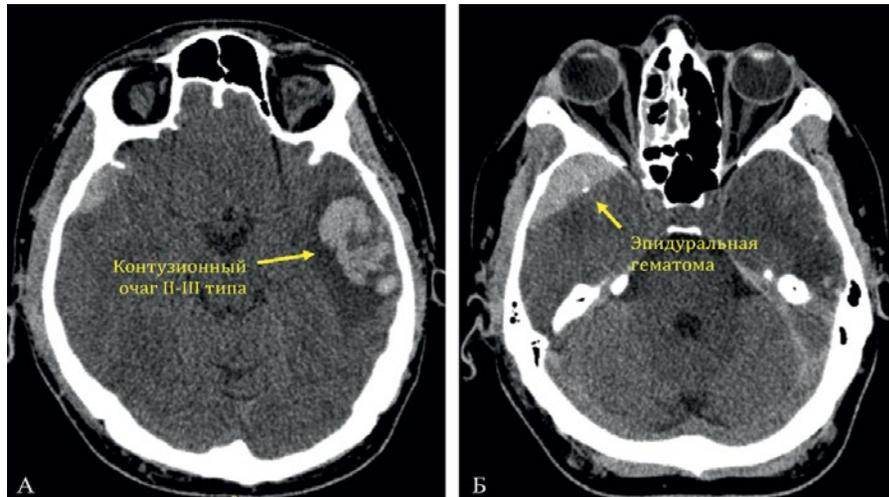


Рис. 7. КТ, аксиальная плоскость. А — Контузионный очаг II–III типа в левой височной доле. Б — Эпидуральная гематома в правой височной области в результате повреждения ветви средней оболочечной артерии

С помощью компьютерной томографии выделяют прямые и косвенные признаки повреждения сосудов.

К прямым признакам повреждения сосудов относятся:

- экстрavasация контрастного препарата,
- окклюзия или отсутствие контрастирования сегмента артерии в результате тромбоза или разрыва сосуда,
- резкое сужение просвета сосуда в результате спазма, внешней компрессии или диссекции,
- внутрисосудистый дефект контрастирования,
- наличие псевдоаневризмы,
- раннее контрастирование вен в результате артериовенозной фистулы,
- аномальное положение, контуры и калибр сосуда.

К косвенным признакам относятся:

- параваскулярная гематома,
- повреждение в области сосудисто-нервного пучка,
- осколки на расстоянии менее 5 мм от крупного сосуда,
- раневой канал, пересекающий проекцию хода в области прохождения сосуда.

Боевая черепно-мозговая травма часто сопровождается осложнениями, что связано с тяжелым состоянием пациентов, сочетанным, как правило, характером повреждения, первичной инфицированностью раны, присоединением нозокомиальных инфекционных осложнений [7, 9].

Свод черепа, оболочки головного мозга и гематоэнцефалический барьер защищают головной мозг от экзо- и эндогенных инфекций. Особенности строения головного мозга: отсутствие тканевых макрофагов, цереброспинальная система

(субарахноидальное пространство и периваскулярные ликворные пространства), ткань, предельная для иммунной системы организма, способствуют быстрому развитию воспалительных процессов при попадании возбудителей интракраниально [5].

Наиболее часто возникают:

- воспалительные осложнения,
- кровоизлияния при разрыве травматической аневризмы,
- посттравматическая гидроцефалия,
- посттравматическая наружная ликворея,
- послеоперационные осложнения.

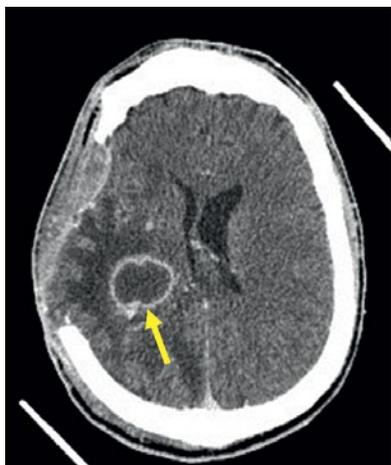
Воспалительные осложнения являются наиболее обширной группой среди всех осложнений боевой травмы. Выделяют *очаговые и диффузные воспалительные изменения*.

К очаговым воспалительным изменениям относят: абсцесс, ограниченное капсулой скопление гноя в эпи- и субдуральном пространстве (эпидуральные, субдуральные эмпиемы); локальное воспаление стенок раневого канала, демаркационные зоны по периметру очаговых повреждений мозга, внутримозговых гематом.

К диффузным воспалительным изменениям относят энцефалит, воспаление мозговых оболочек: менингит, вентрикулит / эпендимит; разлитую субдуральную эмпиему.

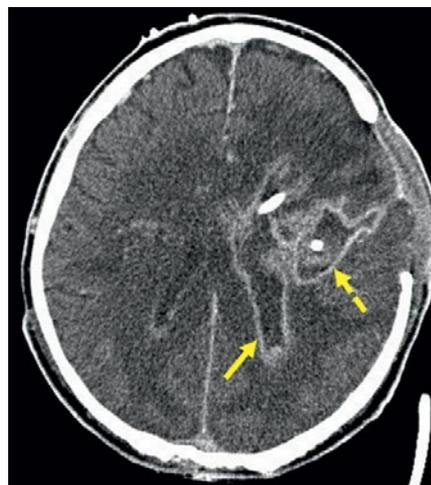
Компьютерная томография является ведущим методом диагностики воспалительных осложнений. Она выполняется двумя способами: при первичном исследовании проводят 3 фазы сканирования: нативное, поздняя артериальная фаза, отсроченное сканирование на 3-й минуте. При контрольных исследованиях выполняют нативное и отсроченное сканирование.

Абсцессы являются тяжелой формой гнойно-воспалительных осложнений черепно-мозговой травмы, требующие на определенной стадии хирургического лечения. КТ-семиотика сформированного абсцесса включает толстостенное полостное образование, окруженное обширной зоной перифокального отека, как правило, с явлениями масс-эффекта и латеральной дислокацией (рис. 8).



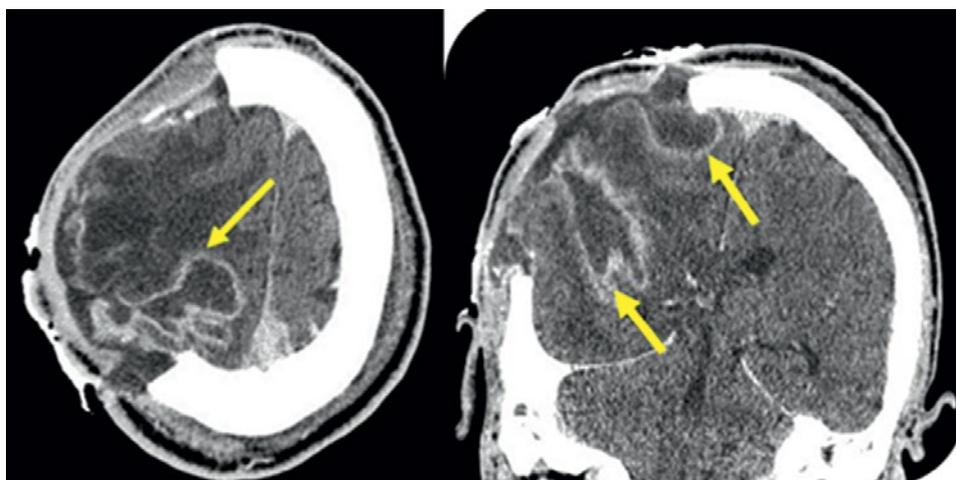
*Рис. 8. КТ, аксиальная плоскость. Сформированный абсцесс, 26-е сутки после ранения. В правой теменной доле абсцесс с перифокальной зоной отека и компрессией правого бокового желудочка (явления масс-эффекта)*

Основными КТ-признаками, позволяющими выявить энцефалит являются: расширение желудочков, уплотнение стенок боковых желудочков в сочетании с зоной перивентрикулярного отека (рис. 9).



*Рис. 9. КТ, аксиальная плоскость. 29-е сутки после ранения. Вентрикулярные дренажи слева, при контрастном усилении выявлен паравентрикулярный абсцесс (желтая пунктирная стрелка), а также интенсивное накопление контрастного вещества эпендимой желудочков. Вероятнее, абсцесс сообщается с левым боковым желудочком*

Суб- и эпидуральные эмпиемы характеризуются скоплением гноя под и над твердой мозговой оболочкой. КТ-семиотика включает в себя жидкостные скопления на 10–15 HU выше плотности ликвора. При контрастном усилении выявляется зона накопления контрастного вещества, отделяющая мозговое вещество от эмпиемы, как следствие формирования грануляционной ткани на границе с веществом мозга. Нередко могут сопровождаться масс-эффектом и дислокацией (рис. 10).



*Рис. 10. КТ, аксиальная плоскость. 26-е сутки после ранения. Выполнена декомпрессионная трепанация черепа. Эпидурально-субдуральное скопление содержимого, накапливающее контрастное средство по периферии на уровне трепанационного дефекта (стрелки)*



**Вывод.** КТ является высокоинформативным методом визуализации, позволяющим быстро и точно выявлять различные виды повреждений как черепа, так и вещества головного мозга, а также оценить осложнения, возникающие непосредственно после черепно-мозговых травм и выполнения оперативных вмешательств. В настоящий момент КТ является обязательным методом обследования пострадавших с огнестрельными и взрывными ранениями черепа и головного мозга.

В настоящее время назрел вопрос разработки модифицированной классификации огнестрельных ранений черепа и головного мозга по форме раневого канала, которая должна дать более подробное отражение глубины раневого канала, протяженности, наличия вторичного поражения

головного мозга при внутреннем рикошете и расположения ранящего снаряда относительно кортикальной пластинки кости, а также относительно средней линии в случае радиарных ранений.

КТ-ангиография является основным неинвазивным инструментом диагностики повреждения внутримозговых артерий и вен, включая такие жизнеугрожающие осложнения, как травматические церебральные аневризмы.

КТ с отсроченным контрастированием является основной методикой диагностики инфекционных осложнений огнестрельных ранений черепа и головного мозга. Она позволяет выявить и дифференцировать как очаговые, так и диффузные воспалительные изменения.

**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. Опыт советской медицины в Великой Отечественной Войне 1941–1945 гг.: в 35 т. Т. 4. / под ред. Е.И. Смирнова. М.: Медгиз, 1949.
2. *Виноградов Б.В.* Возможности компьютерно-томографической диагностики огнестрельных черепно-мозговых ранений в современных локальных вооруженных конфликтах: дис. ... канд. мед. наук: 14.00.19 / Виноградов Борис Витальевич. СПб., 2000. 152 с.
3. *Косинская Н.С.* Рентгенологическая диагностика огнестрельных ранений черепа и головного мозга // Опыт советской медицины в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.: в 35 т. Т. 4. Гл. IV / под ред. Е.И. Смирнова. М.: Медгиз, 1949. С. 150–164.
4. *Бабчин И.С.* Диагностика огнестрельных ранений черепа и головного мозга // Опыт советской медицины в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.: в 35 т. Т. 4. Гл. II. / под ред. Е.И. Смирнова. М.: Медгиз, 1949. С. 39–51.
5. Военно-полевая хирургия: национальное руководство / под ред. И.Ю. Быкова, Н.А. Ефименко, Е.К. Гуманенко. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 816 с.
6. *Гайдар Б.В., Парфенов В.Е., Беляков К.В. и др.* Клинические рекомендации по лечению огнестрельных и взрывных ранений черепа и головного мозга. Санкт-Петербург, 2015. 17 с.
7. *Лебедев В.В., Крылов В.В., Щиголов Ю.С.* Оружейные черепно-мозговые ранения. Москва: Медицина, 1996. 115 с.
8. Тысяча дней специальной военной операции. Избранные вопросы медицинского обеспечения / под ред. Д.В. Тришкина. Москва, 2024. 321 с.
9. *Шагинян Г.Г., Александрова И.А., Парфенов А.Л.* Инфекционные осложнения при проникающих огнестрельных черепно-мозговых ранениях // Вестник практической неврологии. 1997. № 3. С. 169–172.
10. Yadav T., Gamanagatti S.G., Kumar A. C-1726. *ECR 2017*. DOI: 10.1594/ecr2017/C-1726.
11. *Бабичев К.Н., Савелло А.В., Садковская Е.К., Свистов Д.В., Мартынов Р.С., Станишевский А.В., Ландик С.А.* Травматические аневризмы головного мозга при боевых повреждениях // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 2023. Т. 87, № 6. С. 25–32. DOI: 10.17116/neiro20238706125.
12. Babichev K.N., Savello A.V., Isaeva A.V. et al. Multidetector Computed Tomography Angiography for Diagnosis of Traumatic Aneurysms Associated with Penetrating Head Injuries. *Chin J Traumatol*. 2025;28(2):91–95. DOI: 10.1016/j.cjte.2024.12.002.

## REFERENCES

1. Smirnov E.I., ed. *Opyt sovetskoy meditsiny v Velikoy Otechestvennoy Voyne 1941–1945 gg. [The Experience of Soviet Medicine in the Great Patriotic War of 1941–1945]*: in 35 volumes. Vol. 4. Moscow: Medgiz; 1949. (In Russ.).



2. Vinogradov B.V. *Vozmozhnosti komp'yuterno-tomograficheskoy diagnostiki ognestrel'nykh cherepno-mozgovykh raneniy v sovremennykh lokal'nykh vooruzhennykh konfliktakh [The Potential of Computed Tomography Diagnostics for Firearm-Related Traumatic Brain Injuries in Contemporary Local Armed Conflicts]* [Ph.D. Medical dissertation]. Saint Petersburg; 2000. (In Russ.).

3. Kosinskaya N.S. Rentgenologicheskaya diagnostika ognestrel'nykh raneniy cherepa i golovnogo mozga [Radiographic Diagnosis of Gunshot Wounds to the Skull and Brain]. In Smirnov E.I., ed. *Opyt sovetskoy meditsiny v Velikoy Otechestvennoy Voyne 1941–1945 gg. [The Experience of Soviet Medicine in the Great Patriotic War of 1941–1945]*: in 35 volumes. Vol. 4. Chapter IV. Moscow: Medgiz; 1949:150–164. (In Russ.).

4. Babchin I.S. Diagnostika ognestrel'nykh raneniy cherepa i golovnogo mozga [Diagnosis of gunshot wounds of the skull and brain]. In: Smirnov E.I., ed. *Opyt sovetskoy meditsiny v Velikoy Otechestvennoy Voyne 1941–1945 gg. [The Experience of Soviet Medicine in the Great Patriotic War of 1941–1945]*: in 35 volumes. Vol. 4. Chapter II. Moscow: Medgiz; 1949:39–51. (In Russ.).

5. Bykov I.Y., Efimenko N.A., Gumanenko E.K., eds. *Voенно-polevaya khirurgiya: natsionalnoe rukovodstvo [Battlefield Surgery: National Guide]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2009. (In Russ.).

6. Gaidar B.V., Parfenov V.E., Belyakov K.V. et al. *Klinicheskie rekomendatsii po lecheniyu ognestrel'nykh i vzryvnykh raneniy cherepa i golovnogo mozga [Clinical Guidelines for the Treatment of Gunshot and Explosive Wounds of the Skull and Brain]*. St. Petersburg; 2015. Russian. (In Russ.).

7. Lebedev V.V., Krylov V.V., Shchigolev Y.S. *Oruzheynye cherepno-mozgovye raneniya [Firearm Craniocerebral Injuries]*. Moscow: Meditsina; 1996. (In Russ.).

8. Trishkin D.V., ed. *Tysyacha dney spetsialnoy voyennoy operatsii. Izbrannye voprosy meditsinskogo obespecheniya [One Thousand Days of the Special Military Operation. Selected Issues of Medical Support]*. Moscow; 2024. (In Russ.).

9. Shaginian G.G., Alexandrova I.A., Parfenov A.L. Infektsionnye oslozhneniya pri pronikayushchikh ognestrel'nykh cherepno-mozgovykh raneniyakh [Infectious Complications in Penetrating Gunshot Craniocerebral Injuries]. *Vestnik prakticheskoy nevrologii*. 1997;(3):169–172. (In Russ.).

10. Yadav T., Gamanagatti S.G., Kumar A. C-1726. *ECR 2017*. 10.1594/ecr2017/C-1726.

11. Babichev K.N., Saveillo A.V., Sadkovskaya E.K. et al. Travmaticheskie anevrizmy golovnogo mozga pri boevykh povrezhdeniyakh [Traumatic Brain Aneurysms in Combat Injuries]. *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2023;87(6):25–32. (In Russ.). DOI: 10.17116/neiro20238706125.

12. Babichev K.N., Savello A.V., Isaeva A.V. et al. Multidetector Computed Tomography Angiography for Diagnosis of Traumatic Aneurysms Associated with Penetrating Head Injuries. *Chin J Traumatol*. 2025;28(2):91–95. DOI: 10.1016/j.cjtee.2024.12.002.

## АВТОРЫ

**Меньков Игорь Анатольевич**, к.м.н. — ORCID: 0000-0002-1569-2180

**Железняк Игорь Сергеевич**, д.м.н., проф. — ORCID: 0000-0001-7383-512X

**Свистов Дмитрий Владимирович**, к.м.н. — ORCID: 0000-0002-3922-9887

**Мартынов Борис Владимирович**, д.м.н., проф. — ORCID: 0000-0002-8459-2466

**Гайворонский Алексей Иванович**, д.м.н., проф. — ORCID: 0000-0003-1886-5486

**Грищенко Александр Сергеевич**, к.м.н. — ORCID: 0000-0003-0910-6904

**Калюжный Денис Станиславович** — ORCID: 0009-0006-6663-9597

**Латышева Анастасия Яковлевна**, к.м.н. — ORCID: 0000-0003-3677-8765

**Ландик Сергей Александрович**, к.м.н. — ORCID: 0000-0001-7482-0368

## AUTHORS

**Menkov Igor Anatol'evich**, Ph.D. — ORCID: 0000-0002-1569-2180

**Zheleznyak Igor Sergeevich**, Dr.Sci. (Medicine), Prof. — ORCID: 0000-0001-7383-512X

**Svistov Dmitriy Vladimirovich**, Ph.D. — ORCID: 0000-0002-3922-9887

**Martynov Boris Vladimirovich**, Dr.Sci. (Medicine), Prof. — ORCID: 0000-0002-8459-2466

**Gaivoronskiy Alexey Ivanovich**, Dr.Sci. (Medicine), Prof. — ORCID: 0000-0003-1886-5486

**Grishchenko Alexander Sergeevich**, Ph.D. — ORCID: 0000-0002-8459-2466

**Kaliuzhnyi Denis Stanislavovich** — ORCID: 0000-0002-1569-2180

**Latysheva Anastasiya Yakovlevna**, Ph.D. — ORCID: 0000-0003-3677-8765

**Landyk Sergei Alexandrovich**, Ph.D. — ORCID: 0000-0001-7482-036

УДК 616-01

DOI: 10.54866/27129632\_2025\_4\_112

## НЕПРЕДНАМЕРЕННО ОСТАВЛЕННОЕ ИНТРАОПЕРАЦИОННО ИНОРОДНОЕ ТЕЛО (ТАМПОН) С КАЗУИСТИЧЕСКОЙ ЛОКАЛИЗАЦИЕЙ В ПЕЧЕНИ

© С.А. ПОВЗУН

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

### РЕЗЮМЕ

При аутопсии умершего больного в печени был обнаружен инкапсулированный тампон, случайно оставленный в полости брюшины 33 года назад во время операции по поводу язвенной болезни. Обсуждаются возможные механизмы, благодаря которым он оказался в печени и приводятся литературные данные анализа обстоятельств и последствий непреднамеренного интраоперационного оставления инородных тел.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** инкапсулированный тампон, интраоперационное оставление инородных тел, обстоятельства и последствия

**КАК ЦИТИРОВАТЬ.** Повзун С.А. Непреднамеренно оставленное интраоперационно инородное тело (тампон) с казуистической локализацией в печени // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2025. №4. С. 112–115.

## UNINTENTIONALLY INTRAOPERATIVELY LEFT FOREIGN BODY (TAMPON) WITH CASUISTIC LOCALIZATION IN THE LIVER

© S.A. POVZUN

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

### ABSTRACT

At autopsy of the deceased patient the encapsulated tampon accidentally left in the peritoneal cavity during surgery for a peptic ulcer 33 years ago was found in the liver. Possible mechanisms by which it ended up in the liver are discussed and the literature data on the analysis of the circumstances and consequences of unintentional intraoperative retention of foreign bodies are provided.

**KEYWORDS:** encapsulated tampon, intraoperative leaving of foreign bodies, circumstances and consequences.

**TO CITE THIS ARTICLE.** Povzun S.A. Unintentionally intraoperatively left foreign body (tampon) with casuistic localization in the liver. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2025;(4):112–115.

**Наблюдение из практики.** При патологоанатомическом вскрытии тела больного 68 лет, умершего от сердечной недостаточности, обусловленной постинфарктным кардиосклерозом, после разделения спаек в поддиафрагмальном пространстве в правой доле печени под капсулой была обнаружена псевдокиста диаметром 9 см с толстой фиброзной капсулой и наличием в ней среди замазкообразных масс практически неизмененного марлевого тампона (рис. 1). При расспросе родственников умершего выяснилось, что в 1991 г. пациент перенес операцию по поводу перфоративной язвы желудка. Гистологически было установлено, что содержимое псевдокисты представляет собой детрит без признаков воспаления, а в капсуле среди грубой фиброзной ткани определялись очаговые отложения извести.



Рис. 1. Инкапсулированный тампон среди тканевого детрита, находившийся в правой доле печени 33 года. Умерший больной С., 68 лет



Ввиду отсутствия воспалительных изменений казуистическую локализацию инородного тела в печени можно объяснить случайным оставлением тампона в поддиафрагмальном пространстве, который вызвал очаговый некроз печени по типу пролежня с постепенным погружением его в глубь VII сегмента органа под действием движений диафрагмы с последующей инкапсуляцией инородного тела.

**Обсуждение.** Случайное оставление инородных тел в ходе оперативного вмешательства остается проблемой в хирургической практике. При выявлении таких случаев их пытаются трактовать как несчастный случай, с чем трудно согласиться, поскольку основной характеристикой несчастного случая является непредсказуемость. Но случайное оставление инородных тел вполне предсказуемо, т.к. связано с небрежностью хирурга, его невнимательностью (особенно при наличии

объективных трудностей при выполнении операции), нарушением правил проведения оперативного вмешательства. Сравнение этих случаев с действиями непреодолимой силы является некорректным.

Знание обстоятельств возникновения таких ситуаций могло бы в уменьшить вероятность их возникновения. В свое время этой проблеме были посвящены две диссертационные работы, выполненные под руководством автора данной публикации (Бахчевников В.В., 2000 [1]; Унгурян В.М., 2014 [2]), обобщенный анализ результатов которых (113 и 84 наблюдения соответственно), приводимый ниже, может представлять интерес для практикующих хирургов и других специалистов. Анализировались результаты анонимного анкетирования хирургов, публикации и протоколы патологоанатомических и судебно-медицинских исследований.

*Таблица 1. Сопоставленные данные об обстоятельствах непреднамеренного интраоперационного оставления инородных тел (ИТ) и его последствиях*

Изученные факторы и обстоятельства	Бахчевников В.В., 2000 [1]	Унгурян В.М., 2015 [3]
Локализация ИТ	Брюшная полость – 46,9 %	–
Тканевый характер ИТ	72,6 %	2/3 случаев
Размеры ИТ	Преобладание средних и крупных	–
Сроки обнаружения после операции	Чаше – до 1 месяца	56 % – отдаленный период
Макроскопические изменения в зоне нахождения ИТ	До 14 суток – отсутствуют	–
При плановых операциях	61,1 %	52 %
Объем операции	Сложные – 26,5 % Средней сложности – 50,6 %	Сложные – 46 %, Менее сложные – 54 %
Хирурги с опытом работы ≥10 лет	В большинстве случаев	85 %
Объективные трудности	–	58 %
Осложнения	67,2 %	75 %, из них 73 % вызваны тканевыми ИТ
ИТ повлияли на летальный исход	22 %, из них 92 % – тканевые ИТ	11 %
Прямая причинная связь с летальным исходом	–	60 %

В бытовом представлении ИТ чаще случайно оставляются в ходе лапаротомий. Действительно, они чаще обнаруживаются в полости малого таза, подпеченочном и поддиафрагмальном пространствах. Однако брюшная полость оказывалась локализацией ИТ только примерно в половине случаев, в остальных — была самой разнообразной, включая полость черепа (5 наблюдений), где, как кажется, отсутствует место для ИТ (табл. 1). По характеру, преобладающими оказываются тканевые ИТ (салфетки, турунды и т.п.), особенно крупные [1], что нередко приводит к осложнениям воспалительного характера,

образованию свищей. В то же время забытые металлические инструменты, в частности иглы, при длительном нахождении, как правило, подвергаются инкапсуляции и могут стать причиной некоего дискомфорта для пациента. Пластмассовые и резиновые инородные тела, как правило, клинически не проявляются.

В целом, оставленные ИТ клинически себя не проявляли у 32,8 % прооперированных [1]. Вероятно, так и произошло в описываемом здесь наблюдении с инкапсулированным марлевым тампоном, пролежавшим в печени 33 года без каких-либо последствий.



В.В. Унгуриян [3] отмечает, что более чем в половине случаев оставление инородных тел происходило при операциях, сопровождавшихся техническими трудностями — такими как спайки в зоне вмешательства или массивное интраоперационное кровотечение. При этом, вероятно, подобные трудности имели место в еще большем числе случаев, поскольку, как показывает наш опыт, хирурги, к сожалению, нередко уделяют недостаточно внимания подробному описанию хода операции и ее обстоятельств — информация, которая впоследствии может иметь решающее значение при анализе причин неблагоприятного исхода, в том числе в рамках судебно-медицинской экспертизы.

При таких разборах хирурги нередко в качестве смягчающих обстоятельств ссылаются на срочность и большой объем оперативного вмешательства, однако приведенный анализ свидетельствует, что оставление инородных тел происходит преимущественно в ходе плановых операций средней сложности. Особую обеспокоенность вызывает тот факт, что инородные тела чаще всего оставляют хирурги с большим стажем работы, что указывает на ведущую роль в возникновении подобных ситуаций не недостатка опыта или квалификации, а так называемого «человеческого фактора».

С юридической точки зрения важным является наличие в протоколе операции записи о проведенном контроле гемостаза и подтверждении отсутствия инородных тел в операционной ране. Отсутствие такой записи в случае выявления не-

преднамеренно оставленного инородного тела позволяет квалифицировать его оставление не как проявление «человеческого фактора», а как грубое нарушение установленной технологии выполнения оперативного вмешательства — с соответствующими правовыми и дисциплинарными последствиями.

**Выводы.** Случайное интраоперационное оставление инородных тел неблагоприятно сказывается на состоянии здоровья пациента в двух случаях из трех. При этом значительно большую опасность представляют тканевые инородные тела вследствие риска развития воспалительных осложнений и свищей, тогда как твердые инородные тела, как правило, не оказывают существенного влияния на здоровье и самочувствие пациента в послеоперационном периоде.

Более чем в половине случаев оставление инородных тел происходит в ходе операций, выполняемых в условиях объективных технических трудностей, что требует особого внимания со стороны хирурга. Наличие таких трудностей должно быть четко зафиксировано в протоколе операции.

Помимо непосредственного проведения контроля, протокол операции должен завершаться обязательной формулировкой о выполненной проверке гемостаза и подтверждении отсутствия инородных тел в операционной ране. Отсутствие такой записи создает основания для квалификации оставления инородного тела как грубого нарушения технологии оперативного вмешательства.

**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. Бахчевников В.В. Последствия непреднамеренного интраоперационного оставления инородных тел и их судебно-медицинская оценка: дис. ... канд. мед. наук: 14.00.15, 14.00.24 / Бахчевников Владлен Викторович. СПб., 2000. 148 с.
2. Унгуриян В.М. Дефекты в оказании медицинской помощи манипуляционного характера в абдоминальной хирургии и их экспертная оценка: дис. ... канд. мед. наук: 14.03.05 / Унгуриян Владимир Михайлович. СПб., 2014. 139 с.
3. Унгуриян В.М. Манипуляционные ятрогении в абдоминальной хирургии. СПб.: Коста, 2015. 96 с.

## REFERENCES

1. Bakhchevnikov V.V. *Posledstviya neprednamerennogo intraoperatsionnogo ostavleniya inorodnykh tel i ikh sudebno-meditsinskaya otsenka [Consequences of unintentional intraoperative foreign body retention and their forensic medical assessment]* [Ph.D. Medical dissertation]. St. Petersburg; 2000. (In Russ.).
2. Unguryan V.M. *Defekty v okazanii meditsinskoy pomoshchi manipulyatsionnogo kharaktera v abdominal'noy khirurgii i ikh ekspertnaya otsenka [Defects in the provision of medical care of a manipulative nature in abdominal surgery and their expert assessment]* [Ph.D. Medical dissertation]. St. Petersburg; 2014. (In Russ.).



3. Unguryan V.M. *Manipulation Iatrogenies in Abdominal Surgery*. St. Petersburg; Kosta; 2015. (In Russ.).

**АВТОР**

*Повзун Сергей Андреевич*, д.м.н., проф. — ORCID: 0000-0001-9252-0852

**AUTHOR**

*Povzun Sergey Andreevich*, Dr.Sci. (Medicine) — ORCID: 0000-0001-9252-0852



УДК 616.453

DOI: 10.54866/27129632\_2025\_4\_116

## **РАЗВИТИЕ ПЕРВИЧНОЙ НАДПОЧЕЧНИКОВОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ КАК ОСЛОЖНЕНИЕ ТЯЖЕЛОЙ СОЧЕТАННОЙ ТРАВМЫ У ПАЦИЕНТА**

© С.Ш. ТАНИЯ, Г.А. ПИЧУГИНА, Д.И. ТОЛМАЧЁВА, А.М. ТОЛКАЧЁВА, А.К. УМАРОВ  
ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

### **РЕЗЮМЕ**

**ОБОСНОВАНИЕ.** Первичная надпочечниковая недостаточность как осложнение тяжелой сочетанной травмы описана в литературе как результат двухстороннего кровоизлияния в надпочечники. Оценить частоту этого состояния затруднительно, т.к. в доступной литературе описаны отдельные клинические наблюдения, при которых оно было диагностировано. Большинство авторов отмечает объективные трудности в распознавании этого осложнения. В представленной статье описан клинический случай развития первичной надпочечниковой недостаточности после тяжелой сочетанной травмы, не сопровождавшейся двухсторонним кровоизлиянием в надпочечники, охарактеризованы основные клинические проявления, отражены объективные сложности в диагностике редкого состояния.

**ЦЕЛЬ:** демонстрация клинического случая развития первичной надпочечниковой недостаточности в ходе длительного лечения тяжелой сочетанной травмы.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ:** анализ клинических, инструментальных и лабораторных данных пострадавшего, анализ отечественной и зарубежной литературы.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Пациент 71 г., не контролировавший гликемию и без адекватной терапии, получил тяжелую сочетанную травму, осложнившуюся перфорацией язвы двенадцатиперстной кишки, перитонитом и подпеченочными абсцессами, что потребовало оперативных вмешательств и анестезиологической поддержки. Через 2 месяца после травмы у пациента выявлены симптомы первичной надпочечниковой недостаточности, подтвержденные двукратным повышением уровня АКТГ. Начата заместительная терапия, в ходе которой пациент успешно отлучен от ИВЛ, переведен на спонтанное дыхание и деканюлирован. Электролитные нарушения купированы, показатели натрия и калия достигли целевых значений, уровень АКТГ вернулся к референсным значениям. Пациент выписан для продолжения лечения в эндокринологическое отделение.

**ВЫВОД.** Представленный клинический случай демонстрирует возможность развития эндокринологических нарушений в отдаленном периоде травматической болезни, необходимость настороженности в их отношении, особенно у пациентов пожилого возраста, а также трудности диагностики у больных в критическом состоянии.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** тяжелая сочетанная травма, первичная надпочечниковая недостаточность.

**КАК ЦИТИРОВАТЬ.** Тания С.Ш., Пичугина Г.А., Толмачёва Д.И., Толкачёва А.М., Умаров А.К. Развитие первичной надпочечниковой недостаточности как осложнение тяжелой сочетанной травмы у пациента // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2025. № 4. С. 116–121.

## **THE DEVELOPMENT OF PRIMARY ADRENAL INSUFFICIENCY AS A COMPLICATION OF SEVERE COMBINED TRAUMA IN A PATIENT**

© S.SH. TANIYA, G.A. PICHUGINA, D.I. TOLMACHEVA, A.M. TOLKACHEVA, A.K. UMAROV  
St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

### **ABSTRACT**

**RATIONALE.** Primary adrenal insufficiency as a complication of severe combined trauma is described in the literature as a result of bilateral hemorrhage into the adrenal glands. Assessing the frequency of this condition is difficult, as the available literature only describes individual clinical observations where it has been diagnosed. Most authors note the objective difficulties in recognizing this complication. The article presents a clinical case of primary adrenal insufficiency developing after severe combined trauma, unaccompanied by bilateral hemorrhage into the adrenal glands, characterizing the main clinical manifestations and reflecting the objective challenges in diagnosing this rare condition.



**OBJECTIVE** is to demonstrate a clinical case of primary adrenal insufficiency developing during prolonged treatment for severe combined trauma.

**MATERIAL AND METHODS** include analysis of clinical, instrumental, and laboratory data received from the patient, along with a review of domestic and foreign literature.

**RESULTS.** A 71-year-old patient with uncontrolled glycemia and without adequate therapy sustained a severe combined trauma complicated by perforation of a duodenal ulcer, peritonitis, and subhepatic abscesses, which required surgical interventions and anesthetic support. Two months after the trauma, signs of primary adrenal insufficiency were identified in the patient, confirmed by a twofold increase in ACTH levels. Replacement therapy was initiated, during which the patient was successfully weaned off mechanical ventilation, transitioned to spontaneous breathing, and extubated. Electrolyte disturbances were resolved, sodium and potassium levels reached target values, and ACTH levels returned to reference values. The patient was discharged for continued treatment in the endocrinology department.

**CONCLUSION.** The presented clinical case demonstrates the possibility of developing endocrine disorders in the remote period of traumatic disease, the need for vigilance regarding such conditions, especially in elderly patients, as well as the difficulties in diagnosing patients in critical condition.

**KEYWORDS:** severe combined injury, primary adrenal insufficiency.

**TO CITE THIS ARTICLE.** Taniya S.Sh., Pichugina G.A., Tolmacheva D.I., Tolkacheva A.M., Umarov A.K. The development of primary adrenal insufficiency as a complication of severe combined trauma in a patient. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze.* 2025;(4):116–121.

**Введение.** Тяжелая сочетанная травма может сопровождаться развитием целого ряда осложнений, среди которых инфекционные, неврологические, геморрагические и т.д. Частота их развития, тактика диагностики и лечения достаточно широко освещены в литературе [1, 2, 3]. В доступных источниках нарушения в работе эндокринных органов, в частности развитие первичной надпочечниковой недостаточности при политравме, описаны как следствие двухстороннего кровоизлияния в надпочечники с клинической картиной адреналового криза [4, 5].

Данный синдром является следствием абсолютной или относительной нехватки гормонов: катехоламинов, глюкокортикоидов, минералокортикоидов, и проявляется артериальной гипотонией (абсолютной или относительной), различными абдоминальными симптомами, тошнотой или рвотой, нарушениями психического статуса, лабораторными отклонениями (гипонатриемия, гипогликемия, реже гиперкалиемия). Кровоизлияние в надпочечники может явиться следствием непосредственно абдоминальной травмы, использования антикоагулянтов, развития ДВС-синдрома, сепсиса [6, 7]. В литературе также имеются сообщения о случаях выявления ранее не диагностированной хронической надпочечниковой недостаточности после травмы или оперативного вмешательства, перенесенного инфекционного заболевания [8, 9].

**Цель публикации:** демонстрация клинического случая развития первичной надпочечниковой недостаточности в ходе длительного лечения тяжелой сочетанной травмы.

**Материал и методы исследования:** анализ клинических, инструментальных и лабораторных

данных пострадавшего, анализ отечественной и зарубежной литературы.

**Клиническое наблюдение:** Пациент Д. 71 г. 12.08.2023 года был доставлен в противошоковое отделение ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе» через 1 час 5 мин после того, как был сбит автомобилем. Дообследован, установлен диагноз: «Автотравма, сочетанная травма головы, груди, конечностей, ушибы, гематомы мягких тканей головы, лица, закрытая травма груди с множественными переломами (со 2 по 7, 11 и 12) ребер справа, ушиб правого легкого, малый гемоторакс, средний пневмоторакс справа, множественные ссадины туловища, конечностей».

В течение часа после поступления было выполнено дренирование правой плевральной полости. Лабораторные показатели при поступлении в стационар: гемоглобин 152 г/л (130,0–160,0), эритроциты  $4,88 \times 10^{12}$  /л (4,0–5,0), лейкоциты  $13,4 \times 10^9$ /л (4,0–9,0), гематокрит 43,7%, тромбоциты,  $238 \times 10^9$ /л (180,0–320,0), аланинаминотрансфераза 24,2 ед./л (0,0–31,0), амилаза 58,3 ед./л (28,0–100,0), аспартатаминотрансфераза 41,2 ед./л (0,0–31,0), билирубин общий 6,1 мкмоль/л (0,0–21,0), креатинкиназа 480 ед./л (7,0–190,0), креатинин 114 мкмоль/л (60,0–120,0), глюкоза 13,77 ммоль/л (3,05–6,38), общий белок 61,5 г/л (64,0–83,0), мочевины 9,7 ммоль/л (0,0–8,3), рН 7,387 (7,35–7,45),  $pCO_2$  40 мм рт.ст. (36,0–45,0),  $pO_2$  87,8 мм рт.ст. (85,0–105,0),  $HCO_3^-$  — 23,5 ммоль/л (22,0–26,0),  $BE_b$  — 1,3 ммоль/л,  $BE_{ect}$  — 1,5 ммоль/л,  $Na^+$  136,9 ммоль/л (135,0–148,0),  $K^+$  2,97 ммоль/л (3,0–4,0),  $Ca^{2+}$  0,689 ммоль/л (1,12–1,32),  $Cl^-$  98,6 ммоль/л (98,0–107,0).



Резюме по анализам при поступлении: умеренный лейкоцитоз, повышенные уровни аспаратаминотрансферазы, креатинкиназы, креатинина, мочевины. Гипергликемия, гипокалиемия, гипокальциемия умеренно выражены.

На следующий день пациент был переведен в хирургическое отделение в стабильном состоянии. Консультирован эндокринологом, установлен диагноз: «Сахарный диабет 2 типа» (целевой HbA1C <7,5%), даны рекомендации по диете, контролю гликемии и инсулинотерапии.

15.08.2023 (на третьи сутки госпитализации) появились боли в животе, определены показания для оперативного вмешательства. Выполнена лапаротомия, прошивание язвы двенадцатиперстной кишки, пилоропластика по Финнею. В связи с развитием сепсиса получал лечение в условиях реанимационного отделения. Длительно находился на ИВЛ в связи с развитием госпитальной пневмонии.

28.09.2023 диагностировано развитие подпеченочного абсцесса, который был дренирован. При бактериологическом исследовании отделяемого получен рост *Candida albicans*, чувствительной к амфотерицину В и резистентной к флуконазолу, в связи с чем произведена смена терапии.

За время нахождения в отделении реанимации у пациента периодически отмечалась склонность к гипотонии, требовавшая кратковременных эпизодов подключения вазопрессорной поддержки, мышечная слабость, проявлявшаяся в невозможности отключения от аппарата ИВЛ, сниженном кашлевом рефлексе и нарушении эвакуации мокроты. Гипонатриемия до 125–132 ммоль/л, уровень калия оставался на верхней границе нормы.

Спустя 2 месяца от травмы у пациента отмечено снижение уровня гликемии от 7,1 до 3,9 ммоль/л, появление на теле гиперпигментации стрий на верхних конечностях, складок на ладони, которых ранее замечено не было. С целью дальнейшей диагностики был определен уровень адренокортикотропного гормона, полученный результат — 123,4 пг/мл превысил верхнюю границу нормального уровня более чем в 2 раза (референсные значения 6,17–58,2 пг/мл).

По рекомендации эндокринолога начата заместительная гормональная терапия кортизоном 25 мг утром с 8 до 9 часов; 25 мг в 13:00 и 12,5 мг вечером (суммарная доза 62,5 мг). На этом фоне стабилизировалась гемодинамика (ушла тенденция к гипотонии), пациент успешно отлучен от аппарата ИВЛ, переведен на спонтанное дыхание и деканюлирован, стал более активен. Электролитные нарушения купировались, натрий и калий на момент выписки пациента достигли целевых показателей. Контрольный уровень адре-

нокортикотропного гормона составил 28,36 пг/мл (6,17–58,2) на данной схеме заместительной терапии. Пациент выписан для дальнейшего лечения в эндокринологическое отделение.

**Обсуждение.** Первичная надпочечниковая недостаточность по данным литературы не является редким заболеванием, как минимум 144 млн человек, живущих в развитых странах, имеют этот недуг [10]. Ежегодно регистрируется 4,4–6 новых случаев на 1 млн населения [11]. Частота развития адреналового криза колеблется от 5 до 17 случаев на 100 пациентов в год, летальность при этом осложнении сохраняется высокой — 0,5–2% [5].

При анализе обсуждаемого случая целесообразно остановиться на патогенезе заболевания, т.к. он имеет принципиальное значение при установлении диагноза. Надпочечниковая недостаточность (НН) в зависимости от уровня поражения в системе гипоталамус-гипофиз-надпочечники классифицируется как первичная и центральная (вторичная или третичная); от скорости развития — как острая и хроническая. Причиной первичной НН является патология самих надпочечников. Центральная НН может быть обусловлена снижением секреции адренокортикотропного гормона (АКТГ) при вторичной НН или кортиколиберина при третичной [11]. При любом уровне повреждения конечным звеном патогенеза является снижение концентрации глюкокортикоидов, а при первичной НН еще минералокортикоидов и андрогенов. НН — это опасное для жизни состояние, т.к. глюкокортикоиды и минералокортикоиды играют ключевую роль в ответе организма на любой стресс, в том числе при тяжелой травме.

Скорость прогрессирования НН существенно влияет на прогноз выживаемости пациента. Острая НН или адреналовый криз при отсутствии диагноза и своевременно начатой терапии неизбежно приведет к летальному исходу. Специалисты, занимающиеся лечением тяжелой сочетанной травмы, в большинстве случаев имеют настороженность в отношении риска развития острой НН. В доступной литературе отсутствуют данные, позволяющие определить, что является более частой причиной надпочечникового криза — НН вследствие травмы с кровоизлиянием в надпочечники или декомпенсация ранее существовавшей, но не диагностированной НН. Кроме того, существующие стандарты обследования и лечения включают обязательную визуализацию, позволяющую оперативно установить наличие кровоизлияния.

В рассматриваемом случае отсутствовали клинико-лабораторные и инструментальные данные, указывающие на наличие острой или хронической надпочечниковой недостаточности.



Ретроспективно анализируя данное клиническое наблюдение можно выделить вероятные причины развития первичной НН в отдаленном от травмы периоде:

1. Пациент пожилого возраста (71 г.), не контролировавший уровень гликемии и не получавший адекватной терапии (не знал о наличии сахарного диабета 2 типа). Анамнестически удалось установить наличие жажды и никтурии в последние несколько лет.
2. Полученная тяжелая сочетанная травма осложнилась рядом состояний (перфорация язвы ДПК, перитонит, формирование подпеченочных абсцессов), требовавших проведения оперативных вмешательств, анестезиологического пособия, обезболивания в послеоперационном периоде. De Vries F. et al. в проведенном мета-анализе показали, что опиоиды вызывают дозозависимое угнетение функции коры надпочечников, ослабляя ответ на стимуляцию как на стресс, в т.ч. операционный, так и на введенный АКТГ [12]. Схожие результаты были получены и в другом исследовании [13].
3. Длительное лечение после получения травмы у данного пациента требовало применения различных препаратов, в том числе, эпизодически, барбитуратов и флуконазола в максимально разрешенной дозе. Данные медикаменты установлено нарушают обмен глюкокортикоидов и могут вызвать надпочечниковую недостаточность, особенно при длительном применении [5].

Клиническая картина НН в обсуждаемом случае была достаточно типичной: гипотензия, выраженная мышечная слабость, периодическое нарушение стула, изменение цвета кожных покровов. Однако, характерным для этого состояния в данном наблюдении стал только «бронзовый» оттенок кожи, который появился спустя 2 месяца после травмы. Остальные признаки, тоже достаточно типичные и очевидные, легко объяснялись критическим состоянием пациента и раз-

вивавшимися у него септическими осложнениями тяжелой сочетанной травмы.

Диагностика НН в представленном случае представляет некоторые трудности. Исследования, в которых определялся «нормальный» уровень кортизола у пациентов в критическом состоянии, в доступной литературе не найдено. Рекомендуемые лабораторные методы диагностики первичной НН требуют правильной интерпретации в данной категории пациентов [14]. Исследования последних лет указывают, что у больных, находящихся в отделениях реанимации, закономерен повышенный уровень кортизола из-за нарушений печеночного и почечного метаболизма [15]. Оценка повышенного уровня АКТГ у данного пациента вызвала определенные затруднения, т.к. ранее считалось, что уровень данного тропного гормона закономерно повышается в ответ на любой стресс, критическое состояние или оперативное вмешательство [16, 17]. Анализ современной литературы показал, что в зависимости от сроков и этапов течения травматической болезни, динамика уровня АКТГ и кортизола меняется не вполне закономерно классической схеме. В публикациях последних лет указывается, что в отдаленные периоды септического процесса (недели после события) концентрация АКТГ снижается и не вызывает ответного повышения уровня кортизола, несмотря на сохраняющееся критическое состояние [15, 17]. На основании этих данных было предложено расценивать повышенный в 2 раза уровень АКТГ как проявление первичной НН с назначением заместительной гормональной терапии.

**Выводы.** Представленный клинический случай демонстрирует возможность развития эндокринологических нарушений в отдаленном периоде травматической болезни, необходимость настороженности в их отношении, особенно у пациентов пожилого возраста, а также трудности диагностики у больных в критическом состоянии.

**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. Amaravathi U., Singh S., Reddy A.A. et al. The Morel-Lavallée lesion. *J Emerg Med.* 2023;64(1):67-69. DOI: 10.1016/j.jemermed.2022.10.012.
2. Jimidar N, Ysebaert D, Twickler M et al. Bilateral adrenal haemorrhage after a High Energetic Trauma: A Case Report and Review of Current Literature. *Acta Chir Belg.* 2020;120(2):131-135. DOI: 10.1080/00015458.2018.1515339.



3. Szwarcbard N., Davis A., Bach L.A., Hackman K. Adrenal Gland Haemorrhages Following Motor Vehicle Accident with Resultant Adrenal Insufficiency. *Endocrinol Diabetes Metab Case Rep*. Published online May 1, 2022. DOI: 10.1530/EDM-21-0208.

4. Борисов А.Е., Краснов Л.М., Федоров Е.А. и др. Хроническая и острая надпочечниковая недостаточность в хирургической практике // Вестник хирургии имени И. И. Грекова. 2006. Т. 165, № 6. С. 59–62.

5. Martucci G., Bonicolini E., Parekh D. et al. Metabolic and Endocrine Challenges. *Semin Respir Crit Care Med*. 2021;42(1):78–97. DOI: 10.1055/s-0040-1713084.

6. Hasan E., Lamba A., Ghosh A. et al. Spontaneous Contralateral Adrenal Hemorrhage during Periduodenal Abscess Drain Placement. *Diagnostics (Basel)*. 2024;14(3):334. DOI: 10.3390/diagnostics14030334.

7. Karwacka I.M., Obolończyk Ł., Sworzak K. Adrenal hemorrhage: A Single Center Experience and Literature Review. *Adv Clin Exp Med*. 2018;27(5):681–687. DOI: 10.17219/acem/68897.

8. Мохорт Т.В., Лихорад Н.М., Суходолова О.И. и др. Сложности диагностики хронической надпочечниковой недостаточности // Здоровоохранение (Минск). 2020. № 8. С. 57–63. END: KISGDW.

9. Волкова Н.И., Решетников И.Б. Первичная надпочечниковая недостаточность: уроки от COVID-19 // Инновационные технологии в эндокринологии. Сборник тезисов IV (XXVII) Национального конгресса эндокринологов с международным участием. Москва, 2021. 280 с. EDN: NPSLHL. DOI: 10.14341/Conf22-25.09.21-280.

10. Meyer G., Badenhoop K. Addison-Krise — Risiko erkennen und rasch behandeln [Addisonian Crisis — Risk Assessment and Appropriate Treatment]. *Dtsch Med Wochenschr*. 2018;143(6):392–396. DOI: 10.1055/s-0043-111729.

11. Ушанова Ф.О., Демидова Т.Ю., Короткова Т.Н. Современные возможности и перспективы в терапии надпочечниковой недостаточности // FOCUS Эндокринология. 2023. Т. 4, № 1. С. 89–96. DOI: 10.15829/2713-0177-2023-20 EDN: ZLFRTO.

12. de Vries F., Bruin M., Lobatto D.J. et al. Opioids and Their Endocrine Effects: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Clin Endocrinol Metab*. 2020;105(3):1020–1029. DOI: 10.1210/clinem/dgz022.

13. Li T., Cunningham J.L., Gilliam W.P. et al. Prevalence of Opioid-Induced Adrenal Insufficiency in Patients Taking Chronic Opioids. *J Clin Endocrinol Metab*. 2020;105(10):e3766–e3775. DOI: 10.1210/clinem/dgaa499.

14. Клинические рекомендации российской ассоциации эндокринологов. Первичная надпочечниковая недостаточность. 2025. URL: [https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/524\\_3](https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/524_3) (дата обращения: 19.05.2025).

15. Van den Berghe G., Téblick A., Langouche L., Gunst J. The Hypothalamus-Pituitary-Adrenal Axis in Sepsis- and Hyperinflammation-Induced Critical Illness: Gaps in Current Knowledge and Future Translational Research Directions. *EBioMedicine*. 2022;84:104284. DOI: 10.1016/j.ebiom.2022.104284.

16. Téblick A., Peeters B., Langouche L., Van den Berghe G. Adrenal Function and Dysfunction in Critically Ill Patients. *Nat Rev Endocrinol*. 2019;15(7):417–427. DOI: 10.1038/s41574-019-0185-7.

17. Fowler C., Raouf N., Pastores S.M. Sepsis and Adrenal Insufficiency. *J Intensive Care Med*. 2023;38(11):987–996. DOI: 10.1177/08850666231183396.

## REFERENCES

1. Amaravathi U., Singh S., Reddy A.A. et al. The Morel-Lavallée lesion. *J Emerg Med*. 2023;64(1):67-69. DOI: 10.1016/j.jemermed.2022.10.012.

2. Jimidar N, Ysebaert D, Twickler M et al. Bilateral adrenal haemorrhage after a High Energetic Trauma: A Case Report and Review of Current Literature. *Acta Chir Belg*. 2020;120(2):131-135. DOI: 10.1080/00015458.2018.1515339.

3. Szwarcbard N., Davis A., Bach L.A., Hackman K. Adrenal Gland Haemorrhages Following Motor Vehicle Accident with Resultant Adrenal Insufficiency. *Endocrinol Diabetes Metab Case Rep*. Published online May 1, 2022. DOI: 10.1530/EDM-21-0208.

4. Borisov A.E., Krasnov L.M., Fedorov E.A. et al. Khronicheskaya i ostraya nadpochechnikovaya nedostatochnost' v khirurgicheskoy praktike [Chronic and Acute Adrenal Insufficiency in Surgical Practice]. *Vestnik khirurgii imeni I. I. Grekova*. 2006;165(6):59–62. (In Russ.).

5. Martucci G., Bonicolini E., Parekh D. et al. Metabolic and Endocrine Challenges. *Semin Respir Crit Care Med*. 2021;42(1):78–97. DOI: 10.1055/s-0040-1713084.

6. Hasan E., Lamba A., Ghosh A. et al. Spontaneous Contralateral Adrenal Hemorrhage during Periduodenal Abscess Drain Placement. *Diagnostics (Basel)*. 2024;14(3):334. DOI: 10.3390/diagnostics14030334.



7. Karwacka I.M., Obolończyk Ł., Sworczak K. Adrenal hemorrhage: A Single Center Experience and Literature Review. *Adv Clin Exp Med*. 2018;27(5):681–687. DOI: 10.17219/acem/68897.
8. Mokhort T.V., Likhorad N.M., Sukhodolova O.I. et al. Difficult Aspects in Diagnosing Chronic Adrenal Insufficiency. *Healthcare (Minsk)*. 2020;(8):57–63. (In Russ.).
9. Volkova N.I., Reshetnikov I.B. Pervichnaya nadpochechnikovaya nedostatochnost': uroki ot COVID-19 [Primary Adrenal Insufficiency: Lessons from COVID-19]. *Innovatsionnye tekhnologii v endokrinologii*. 2021;280. (In Russ.). DOI: 10.14341/Conf22-25.09.21-280.
10. Meyer G., Badenhop K. Addison-Krise — Risiko erkennen und rasch behandeln [Addisonian Crisis — Risk Assessment and Appropriate Treatment]. *Dtsch Med Wochenschr*. 2018;143(6):392–396. DOI: 10.1055/s-0043-111729.
11. Ushanova F.O., Demidova T.Yu., Korotkova T.N. Modern Possibilities and Prospects in the Treatment of Adrenal Insufficiency. *FOCUS. Endocrinology*. 2023;4(1):89–96. (In Russ.). DOI: 10.15829/2713-0177-2023-20 EDN: ZLFRTO.
12. de Vries F., Bruin M., Lobatto D.J. et al. Opioids and Their Endocrine Effects: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Clin Endocrinol Metab*. 2020;105(3):1020–1029. DOI: 10.1210/clinem/dgz022.
13. Li T., Cunningham J.L., Gilliam W.P. et al. Prevalence of Opioid-Induced Adrenal Insufficiency in Patients Taking Chronic Opioids. *J Clin Endocrinol Metab*. 2020;105(10):e3766–e3775. DOI: 10.1210/clinem/dgaa499.
14. *Klinicheskie rekomendatsii rossiyskoy assotsiatsii endokrinologov. Pervichnaya nadpochechnikovaya nedostatochnost' [Clinical Guidelines of the Russian Association of Endocrinologists. Primary Adrenal Insufficiency]*. 2025. (In Russ.). [https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/524\\_3](https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/524_3) (Accessed May 19, 2025).
15. Van den Berghe G., Téblick A., Langouche L., Gunst J. The Hypothalamus-Pituitary-Adrenal Axis in Sepsis- and Hyperinflammation-Induced Critical Illness: Gaps in Current Knowledge and Future Translational Research Directions. *EBioMedicine*. 2022;84:104284. DOI: 10.1016/j.ebiom.2022.104284.
16. Téblick A., Peeters B., Langouche L., Van den Berghe G. Adrenal Function and Dysfunction in Critically Ill Patients. *Nat Rev Endocrinol*. 2019;15(7):417–427. DOI: 10.1038/s41574-019-0185-7.
17. Fowler C., Raouf N., Pastores S.M. Sepsis and Adrenal Insufficiency. *J Intensive Care Med*. 2023;38(11):987–996. DOI: 10.1177/08850666231183396.

#### АВТОРЫ

- Тания Сергей Шаликович**, д.м.н. — ORCID: 0000-0002-9103-3427  
**Пичугина Галина Александровна**, к.м.н. — ORCID: 0000-0002-3176-5300  
**Толмачёва Дарья Игоревна** — ORCID: 0009-0005-4118-3119  
**Толкачёва Анна Михайловна** — ORCID: 0009-0000-5197-1657  
**Умаров Артём Казбекович** — ORCID: 0009-0001-1923-7548

#### AUTHORS

- Taniya Sergey Shalikovich**, Dr.Sci. (Medicine) — ORCID: 0000-0002-9103-3427  
**Pichugina Galina Alexandrovna**, Ph.D. — ORCID: 0000-0002-3176-5300  
**Tolmacheva Darya Igorevna** — ORCID: 0009-0005-4118-3119  
**Tolkacheva Anna Mikhailovna** — ORCID: 0009-0000-5197-1657  
**Umarov Artem Kazbekovich** — ORCID: 0009-0001-1923-7548



УДК 616-001.515 : 616.13.002.1  
DOI: 10.54866/27129632\_2025\_4\_122

## **ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА ОСЛОЖНЕННОГО ФОРМИРОВАНИЕМ ЛОЖНОЙ АНЕВРИЗМЫ ПОВРЕЖДЕНИЯ КОНЕЧНОСТЕЙ ПРИ МИННО-ВЗРЫВНОМ ПОРАЖЕНИИ: КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ**

© А.Г. ФРУМЕН<sup>1</sup>, Г.Е. ТРУФАНОВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГКУЗ «Главный военный клинический госпиталь войск национальной гвардии Российской Федерации», Балашиха, Московская область, Россия

<sup>2</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

### **РЕЗЮМЕ**

В настоящее время в связи с проведением специальной военной операции особо актуальна тема боевой травмы. В современных реалиях военных действий наблюдается все более широкое применение минно-взрывных боеприпасов, при воздействии которых наиболее часто происходит повреждение конечностей. Данные травмы носят комплексный характер с дефектом мягких тканей, повреждением костей, сосудов и нервов конечностей, наличием осколков, затрудняющих диагностику. Такие ранения требуют точной и своевременной диагностики, так как являются одной из основных причин снижения годности к военной службе и инвалидности.

В данном клиническом наблюдении представлен подробный анализ случая минно-взрывного поражения конечностей, осложненного формированием ложной аневризмы. Основное внимание уделено комплексной оценке диагностических возможностей классической рентгенографии, мульти-спиральной компьютерной томографии (МСКТ) и ультразвуковой доплерографии поврежденной конечности, а также применению селективной ангиографии.

Продемонстрированы высокие диагностические возможности методов в условиях остеосинтеза, а также описана лучевая семиотика повреждений. Представленный случай демонстрирует эффективность современного комплексного подхода диагностики боевой травмы, что позволяет выявить пост-травматические изменения поврежденной конечности и вовремя принять решение о тактике лечения данных пациентов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** боевая травма конечностей, минно-взрывные поражения, артериовенозная аневризма, рентгенография, компьютерная томография, УЗДГ, КТ-ангиография.

**КАК ЦИТИРОВАТЬ.** Фрумен А.Г., Труфанов Г.Е. Лучевая диагностика осложненного формированием ложной аневризмы повреждения конечностей при минно-взрывном поражении: клинический случай // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2025. № 4. С. 122–130.

## **RADIOLOGICAL DIAGNOSTICS OF LIMB INJURIES CAUSED BY MINE-EXPLOSIVE INJURIES COMPLICATED BY THE FORMATION OF A FALSE ANEURISME: CLINICAL CASE**

© A.G. FRUMEN<sup>1</sup>, G.E. TRUFANOV<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Main Military Clinical Hospital of the National Guard Troops of the Russian Federation, Balashikha, Moscow Region, Russia

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Institution “Almazov National Medical Research Center” of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

### **ABSTRACT**

Currently, due to the ongoing special military operation, the topic of combat trauma is relevant. In the current realities of military operations, there is an increasing use of mine-explosive munitions, which often result in limb injuries. These injuries are complex, involving soft tissue defects, bone damage, vascular and nerve injuries, and the presence of fragments that complicate diagnosis. These injuries require accurate and timely diagnosis, as they are a major cause of reduced military fitness and disability. This clinical observation presents a detailed analysis of a case of mine-explosive damage to the extremities, complicated by the formation of a false aneurysm. The main focus is on a comprehensive assessment of the diagnostic capabilities of classical X-ray imaging, multispiral computed tomography, and ultrasound dopplerography of the injured limb, as well as the use of selective angiography.



**KEYWORDS:** combat trauma of the extremities, mine-explosive injuries, arteriovenous aneurysm, X-ray, computed tomography, ultrasound Doppler imaging, CT angiography.

**TO CITE THIS ARTICLE.** Frumen A.G., Trufanov G.E. Radiological diagnostics of limb injuries caused by mine-explosive injuries complicated by the formation of a false aneurysm: clinical case. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze.* 2025;(4):122–130.

**Введение.** В современной боевой патологии наблюдается увеличение доли множественных и сочетанных ранений до 43,9%. При этих ранениях преобладают повреждения конечностей, вследствие минно-взрывной травмы — 62,5% [1]. Боевые травмы конечностей включают повреждения мягких тканей, переломы костей, отрывы (неполные и полные) и разрушения конечностей, повреждения суставов, кровеносных сосудов и нервных стволов [2, 3]. Повреждения конечностей в настоящем военном конфликте составляют 53,0–60,0% в общей структуре боевой хирургической травмы, большинство из которых приходится на ранения нижних конечностей [4, 5]. В структуре санитарных хирургических потерь ранения сосудов конечностей в настоящее время составляет от 6–7% до 17,6% [6]. Локальная травма сосуда является причиной развития псевдоаневризм магистральных артерий конечностей в боевой обстановке [7]. У 85% раненых с повреждением сосудов имеются общие и местные признаки повреждения сосудов, при этом постановка диагноза сосудистой травмы не вызывает больших трудностей. Однако у 15% раненых повреждения сосудов могут легко остаться не выявленными по причине отсутствия наружного кровотечения и признаков острой ишемии, особенно при наличии тяжелых сочетанных травм. Для исключения таких ситуаций необходимо использовать инструментальные методы обследования [8]. Для диагностики используют ультразвуковые методы, компьютерную томографическую ангиографию (КТ-ангиографию), прямую ангиографию [9]. По результатам применения различных методов визуализации решается вопрос о хирургическом лечении данных пациентов, однако необходимо глубокое понимание возможностей и ограничения каждого из диагностических методов, особенно при наличии сосудистых осложнений.

**Цель:** на примере клинического случая минно-взрывного повреждения конечностей, осложненного образованием ложной аневризмы, которое было выявлено и детально охарактеризовано на этапе специализированной медицинской помощи, показать возможности различных методов лучевой диагностики для выбора тактики лечения и оценки его эффективности.

**Клинический случай.** Пациент А. 38 лет получил ранение в районе проведения СВО. С места ранения доставлен на этап оказания квалифицирован-

ной хирургической помощи, выставлен диагноз: «Минно-взрывная травма. Огнестрельный перелом нижней трети обеих костей правой голени со смещением. Огнестрельное осколочное ранение мягких тканей правого бедра и голени, ягодичной области. Множественные огнестрельные слепые ранения мягких тканей верхних и нижних конечностей, живота, спины. Множественные инородные тела мягких тканей верхних и нижних конечностей». Там же была выполнена первичная хирургическая обработка ран, остеосинтез костей правой голени аппаратом внешней фиксации. Санитарным авиатранспортом эвакуирован на этап специализированной хирургической помощи в ГВКГ ВНГ РФ.

При поступлении пострадавший предъявлял жалобы на боль в области ран. Объективное состояние больного средней степени тяжести, сознание ясное. Госпитализирован в травматологическое отделение по неотложным показаниям. Выполнена рентгенография правой голени (рис. 1).

Для предоперационной подготовки выполнена МСКТ обеих голеней в целях уточнения характера ранения правой голени, состояния мягких тканей и положения осколков (рис. 2).

На основании полученных диагностических данных выполнена повторная хирургическая обработка раны правой голени, внешний остеосинтез костей правой голени и стопы аппаратом Илизарова, остеосинтез внутренней лодыжки спицами Киршнера (рис. 3).

На 7-е сутки после ранения на основании жалоб была выполнена МСКТ органов брюшной полости, забрюшинного пространства и малого таза с внутривенным болюсным контрастированием в артериальную, венозную и отсроченную фазы контрастирования. По данным МСКТ было подтверждено травматическое повреждение задней стенки прямой кишки. Пациент переведён в отделение гнойной хирургии, где выполнена операция в объёме: лапароскопическая петлевая сигмостомия, санация отводящей петли сигмовидной кишки, ревизия прямой кишки, извлечение инородного тела из её просвета, ушивание дефекта в нижнеампулярном отделе прямой кишки, санация и тампонирование раны в левой ягодичной области.

Через месяц на рентгенограммах правой голени динамики не выявлено, признаков консолидации перелома не обнаружено. Через 2 месяца проведено оперативное вмешательство: внутрибрюшное

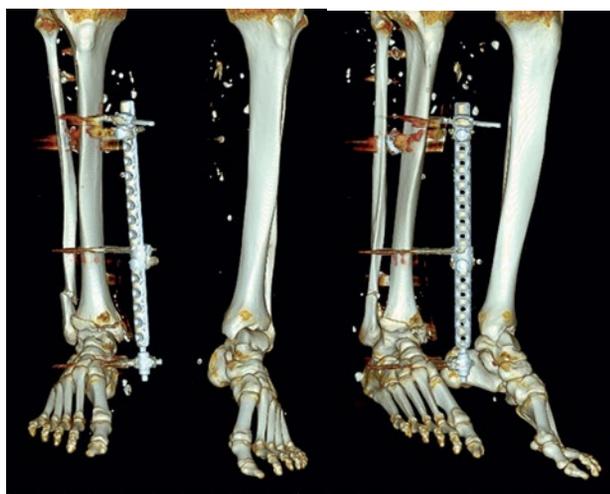
закрытие петлевой колостомы из местного доступа с формированием аппаратного сигмоанастомоза «бок в бок», дренирование брюшной полости. Послеоперационный период без осложнений. На контрольных рентгенограммах правой голени определялась незначительная положительная динамика в виде начальных признаков консолидации дистальной трети правой большеберцовой кости и поперечного перелома правой малоберцовой кости со смещением. Пациент активизирован с опорой на костыли с дозированной, возрастающей в дина-

мике, опорной нагрузкой на правую стопу. Через 2 недели при УЗИ мягких тканей правой голени выявлены УЗ-признаки аневризмы (с прилежащим к ней инородным телом — осколок) тibiоперонеального ствола справа с дефицитом кровотока в бассейне задней большеберцовой артерии, гемодинамическая картина сформированного артериовенозного соустья задней большеберцовой артерии, с системой глубоких вен правой голени (рис. 4). Выполнены контрольные рентгенограммы костей правой голени, демонтирован аппарат Илизарова.



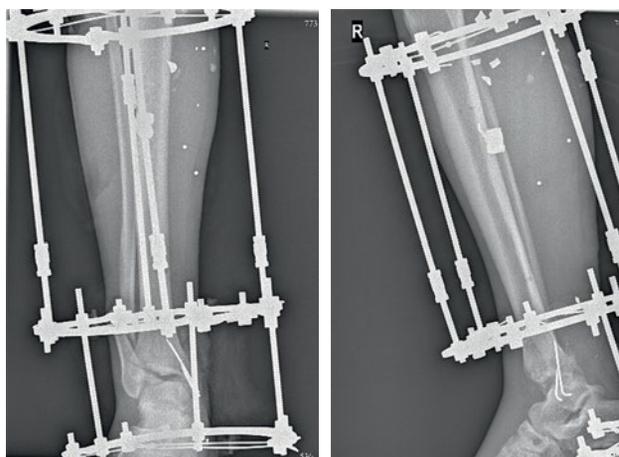
*Рис. 1. Рентгенограммы правой голени при поступлении пациента А., 38 лет.*

*Огнестрельный многооскольчатый внутрисуставной перелом дистального метаэпифиза правой большеберцовой кости со смещением, в аппарате внешней фиксации; поперечный перелом малоберцовой кости в дистальных отделах со смещением. Множество инородных тел в мягких тканях правой голени*

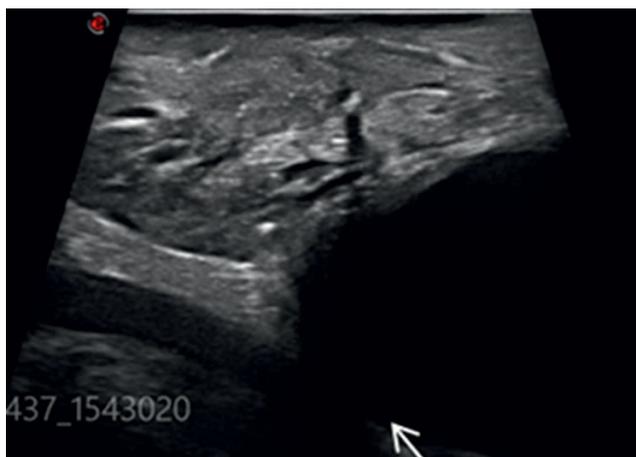


*Рис. 2. Данные МСКТ обеих голеней на 3-и сутки после ранения*

*Состояние после выполнения аппарата внешней фиксации на правую большеберцовую кость, металлоостеосинтез медиальной лодыжки правой большеберцовой кости. КТ-картина многооскольчатого внутрисуставного перелома дистальной трети правой большеберцовой кости, поперечного перелома правой малоберцовой кости. Множественные металлические осколки мягких тканей обеих голеней*



*Рис. 3. Рентгенограммы правой голени после выполнения остеосинтеза аппаратом Илизарова. Многооскольчатый внутрисуставной перелом дистальной трети правой большеберцовой кости, поперечный перелом правой малоберцовой кости со смещением, фиксированный 2 спицами. В мягких тканях голени множественные инородные тела металлической плотности*



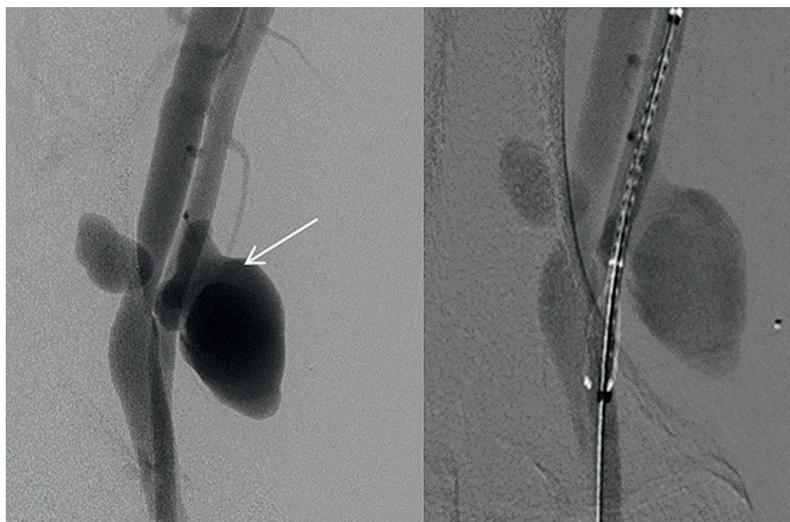
*Рис. 4. УЗИ тibiоперонеального ствола правой голени. Артериовенозная аневризма тibiоперонеального ствола правой голени*

Выполнена КТ-ангиография артерий нижних конечностей: выявлены признаки оскольчатого огнестрельного ранения правой нижней конечности, артериовенозной аневризмы тibiоперонеального ствола правой голени, а также множественные инородные тела в мягких тканях правой голени (рис. 5).

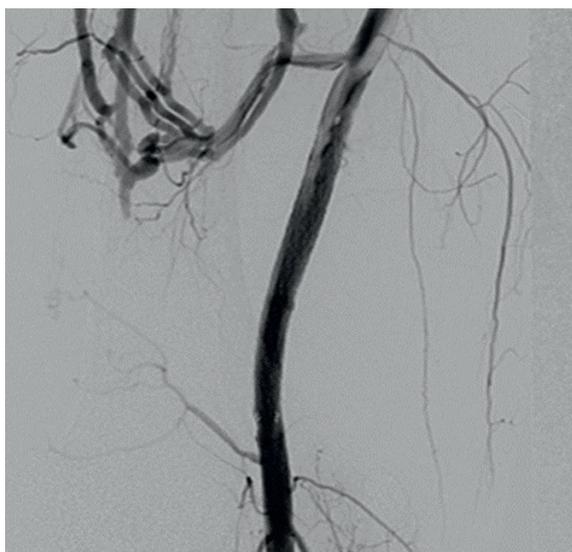
Пациент переведен в отделение сосудистой хирургии. Для правой нижней конечности выполнены ангиография артерий, а также рентгенэндоваскулярная окклюзия правого тibiоперонеального ствола, задней большеберцовой и малоберцовой артерий (рис. 6, 7). Послеоперационный период протекал без осложнений. Через 5 дней после операции при контрольном дуплексном исследовании и МСКТ-ангиографии обнаружены признаки разобщения артериовенозного соустья правой голени, тромбоза ложной аневризмы.



*Рис. 5. Пациент А. КТ-ангиография нижних конечностей. Артериовенозная аневризма тibiоперонеального ствола правой голени*



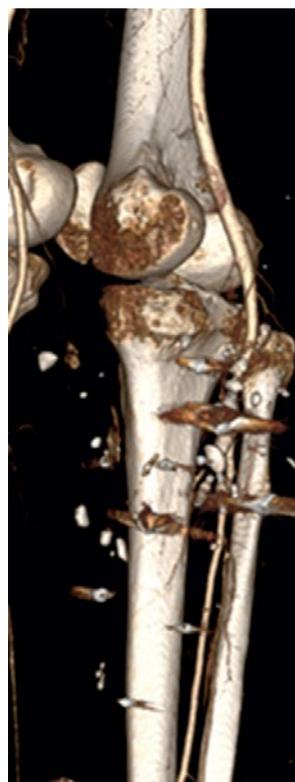
*Рис. 6. Пациент А. Ангиография артерий правой нижней конечности. Окклюзия задней большеберцовой артерии. Травматический артериальный свищ тibiоперонеального ствола. Ложная артериовенозная аневризма подколенной вены*



*Рис. 7. Пациент А. Правая нижняя конечность. Контрольная ангиограмма артерий. Состояние после рентгенэндоваскулярной окклюзии тibiоперонеального ствола, задней большеберцовой артерии и малоберцовой артерии*

Через неделю после окклюзии ложной аневризмы с целью оценки результатов рентгенохирургического лечения выполнена МСКТ-ангиография правой нижней конечности (рис. 8).

При контрольном осмотре пациента через 5 месяцев жалобы отсутствуют. По данным МСКТ: состояние после рентгенэндоваскулярной окклюзии тibiоперонеального ствола правой голени и разобщения патологического артериовенозного соустья.



*Рис. 8. Пациент А. КТ-ангиография правой нижней конечности через 7 суток после окклюзии ложной аневризмы. Состояние после стентирования правого тibiоперонеального ствола, разобщения артериовенозного соустья, резекции артериовенозной аневризмы тibiоперонеального ствола и удаления множественных инородных тел (осколков) в мягких тканях правой голени. Отмечается положительная динамика*

Визуализируются

- лизированная («отключённая») ложная аневризма тibiоперонеального ствола,
- неконсолидированный внутрисуставной многооскольчатый перелом дистальной трети правой большеберцовой кости со смещением,

- неконсолидированный поперечный перелом правой малоберцовой кости со смещением,
- множественные металлические инородные тела мягких тканей правой голени,
- признаки регионарного остеопороза костей правой голени и стопы (рис. 9).



*Рис. 9. Пациент А. КТ-ангиография нижних конечностей, 5 месяцев после окклюзии ложной аневризмы тibiоперонеального ствола правой голени.*

*Псевдоаневризма тibiоперонеального ствола правой голени не контрастируется*

**Обсуждение.** Представленный клинический случай минно-взрывной травмы нижней конечности с формированием ложной аневризмы наглядно демонстрирует первоочередность оказания помощи раненым при минно-взрывной травме в современном военном конфликте.

Цифровая рентгенография являлась базовым исследованием при поступлении раненого на этап оказания специализированной помощи для уточнения полученных повреждений костей конечности. Также ее выполнение было необходимо для динамического наблюдения и интраоперационного сопровождения при выполнении остеосинтеза. Недостатком метода является затруднительная оценка повреждения мягких тканей и суставов, невозможность дифференцировать повреждения сосудов и нервов.

Рентгенография и компьютерная томография являлись основными и ведущими методами для определения основных характеристик инородных тел, таких как количество, размеры, плотность, контуры и локализация [11].

Для КТ характерны высокая скорость сканирования и разрешающая способность [12], ее использование позволило существенно сократить время исследований и провести мультипланарные и трехмерные реконструкции для формирования пространственного представления о переломах, уточнить локализацию инородных тел, произвести оценку повреждения мягких тканей и оптимально спланировать хирургическое лечение для выполнения остеосинтеза.

Ультразвуковое исследование в данном клиническом случае было методом первичной инструментальной диагностики повреждения сосудов конечностей. Комбинированное ультразвуковое ангиосканирование, которое включало в себя сочетание режимов визуализации в реальном времени (В-режима, режимов цветовой и импульсной доплерометрии), являлось важнейшим методом визуализации аневризмы тibiоперонеального ствола правой голени. Преимуществами метода УЗДГ сосудов являются неинвазивность, доступность, возможность мно-



гократного использования, отсутствие лучевой нагрузки [7].

Существует другой метод ультразвуковой диагностики повреждений магистральных артерий нижних конечностей, основанный на выполнении так называемого доплеровского FAST (D-FAST) протокола. При получении на экране классической трехфазной кривой (магистральный кровоток) можно с высокой точностью исключить повреждение магистральных артерий конечностей. Общими недостатками указанных ультразвуковых методов являются отсутствие окончательного вывода о наличии или отсутствии артериального перерыва, а также необходимость проведения других инструментальных исследований или даже интраоперационной ревизии для прямого выявления повреждения сосудов [8].

Диагностические возможности МСКТ-ангиографии при повреждении сосудов конечностей характеризуются исключительно высокой чувствительностью (98 %) и специфичностью (100 %) в выявлении сосудистых осложнений [10].

В представленном клиническом случае КТ, выполненная в режиме ангиографии, являлась малоинвазивной методикой визуализации сосудистого русла правой голени при минно-взрывном повреждении у раненого, подтвердила выявленную при УЗДГ псевдоаневризму тиббиоперонеального ствола и определила дальнейшую

тактику лечения. Затем была выполнена селективная ангиография с целью верификации диагноза и определения возможности рентгенэндоваскулярного лечения с последующей окклюзией аневризмы.

**Заключение.** Представленное клиническое наблюдение наглядно демонстрирует, что диагностика боевой травмы крупных сосудов конечностей представляет серьезную проблему. Так как ранения, полученные в ходе боевых действий, чаще имеют сочетанный характер, то и помощь раненым оказывается в порядке срочности. Повреждения периферических сосудов с развитием осложнений в виде псевдоаневризм часто распознаются спустя несколько недель или месяцев после получения ранений.

УЗДГ является первичным методом диагностики состояния сосудов конечностей, а в дальнейшем при возникновении подозрения на повреждение периферических сосудов выполнение МСКТ позволяет оценить с достаточной точностью состояние сосудов конечностей на всем протяжении и выбрать дальнейшую тактику лечения.

Использование возможностей МСКТ в сочетании с современными эндоваскулярными технологиями позволяет достичь отличных результатов лечения при повреждениях сосудов конечностей, осложненных формированием ложных аневризм.

**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. Яковлева О.В., Новикова И.И., Новикова О.В. Минно-взрывные ранения нижних конечностей: эволюция подходов оказания медицинской помощи // Интегративные тенденции в медицине и образовании: материалы науч.-практ. конф. (2024 г.). СПб., 2024. Т. 4. С. 309–319. EDN: AITTVG.
2. Денисов А.В., Хоминец В.В., Логаткин С.М. и др. Разработка шкалы оценки тяжести минно-взрывных ранений защищенных нижних конечностей человека // Вестник Российской Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова. СПб., 2021. Т. 23, № 3. С. 195–204. DOI: 10.17816/BRMMA73198 EDN: SGSVLY.
3. Тришкин Д.В., Крюков Е.В., Чуприна А.П. и др. Методические рекомендации по лечению боевой хирургической травмы. СПб.: Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, 2022. 373 с. EDN: MHOUD.
4. Гончаров А.В., Рева В.А., Петров А.Н. и др. Учебно-практический курс СМАРТ: итоги трех лет подготовки военных и гражданских хирургов // Военно-медицинский журнал. СПб., 2021. Т. 342, № 9. С. 20–29. DOI: 10.52424/00269050\_2021\_342\_9\_20 EDN: SMGMDL.
5. Тулунов А.Н., Мануковский В.А., Савелло В.Е. и др. Минно-взрывное сочетанное ранение головы, груди и конечностей // Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б.М. Костюченка. СПб., 2021. Т. 8, № 3. С. 36–43. DOI: 10.25199/2408-9613-2021-8-3-34-41 EDN: HMONLR.
6. Дубров В.Э., Герейханов Ф.Г., Колтович А.П. Ранения магистральных сосудов при боевых термомеханических повреждениях // Политравма. М., 2020. № 4. С. 23–29. DOI: 10.24411/1819-1495-2020-10043 EDN: CTSYKN.



7. Денисов А.В., Носов А.М., Вирко В.А. и др. Локальная травма сосуда как причина развития псевдоаневризм магистральных артерий конечностей в боевой обстановке: обзор литературы // VI конференция «Военная медицина XXI века»: материалы VI конф. в рамках конгрессно-деловой программы «XII Петербургского международного форума здоровья 2024» (Санкт-Петербург, 26 сентября 2024 г.). СПб.: Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, 2024. С. 57–61. EDN: OMKVZW.

8. Самохвалов И.М., Чуприна А.П., Бельских А.Н. Военно-полевая хирургия: учебник. СПб.: Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, 2021.

9. Гаврилов Е.К., Зограбов Ф.И., Хубулава Г.Г. Ультразвуковое ангиосканирование в ранней диагностике боевой огнестрельной сосудистой травмы нижних конечностей // Флебология. М., 2023. Т. 17, № 4. С. 320–328. DOI: 10.17116/FLEBO202317041320 EDN: SZRRYN.

10. Обельчак И.С. Лучевая диагностика повреждений магистральных сосудов при боевой огнестрельной травме: дис. ... д-ра мед. наук: 14.01.13 / Обельчак Игорь Семенович. М., 2020. 281 с. EDN: GOAKHA.

11. Бацекко А.С. Рентгенологическая характеристика инородных тел при огнестрельной и взрывной травме // Конгресс Российского общества рентгенологов и радиологов: материалы конгресса (Санкт-Петербург, 8–10 ноября 2023 г.). СПб.: СПбОО «Человек и его здоровье», 2023. 22 с. EDN: WJWRUY.

12. Созаонти З.Р. Многосрезовая компьютерная томография в оценке степени инвалидизации пострадавших от боевых травм: дис. ... канд. мед. наук / Созаонти Зарина Руслановна. СПб., 2012. 148 с. EDN: EMIPNT.

## REFERENCES

1. Yakovleva O.V., Novikova I.I., Novikova O.V. Mine-blast wounds of the lower extremities: evolution of approaches to providing medical care. In: *Integrativnye tendentsii v meditsine i obrazovanii: materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii (2024 g.)*. Vol. 4. St. Petersburg; 2024:309–319. (In Russ.) EDN: AITTVG.

2. Denisov A.V., Khominets V.V., Logatkin S.M. et al. Development of mine-blast trauma severity score for lower extremities in men. *Bull Russ Mil Med Acad.* 2021;23(3):195–204. (In Russ.) DOI: 10.17816/BRMMA73198 EDN: SGSVLY.

3. Trishkin D.V., Kryukov E.V., Chuprina A.P. et al. *Metodicheskie rekomendatsii po lecheniyu boevoi khirurgicheskoi travmy [Methodological Recommendations for the Treatment of Combat Surgical Trauma]*. St. Petersburg; 2022. (In Russ.) EDN: MHOUD.

4. Goncharov A.V., Reva V.A., Petrov A.N. et al. Uchebno-prakticheskii kurs SMART: itogi trekh let podgotovki voennykh i grazhdanskikh khirurgov [*SMART training course: results of three years of training military and civilian surgeons*]. *Voen Med Zh.* 2021;342(9):20–29. (In Russ.) DOI: 10.52424/00269050\_2021\_342\_9\_20 EDN: SMGMDL.

5. Tulupov A.N., Manukovskiy V.A., Savello V.E. et al. Head, chest and limbs mine-explosive wounds. *Wounds and Wound Infections.* 2021;8(3):36–43. (In Russ.) DOI: 10.25199/2408-9613-2021-8-3-34-41 EDN: HMONLR.

6. Dubrov V.E., Gereykanov F.G., Koltovich A.P. et al. Wounds of magistral vessels in combat thermomechanical injuries. *Polytrauma.* 2020;(4):23–29. (In Russ.) DOI: 10.24411/1819-1495-2020-10043 EDN: CTSYKN.

7. Denisov A.V., Nosov A.M., Virko V.A. et al. Posterior local injury of the vessel as a cause of the development of aneurysms of the main arteries of the extremities: literature review. In: *VI konferentsiya "Voенно-медицинская академия XXI века": материалы VI konferentsii v ramkakh kongressno-delovoi programmy "XII Peterburgskogo mezhdunarodnogo foruma zdorovya 2024" (Sankt-Peterburg, 26 sentyabrya 2024 g.)*. St. Petersburg; 2024:57–61. (In Russ.) EDN: OMKVZW.

8. Samokhvalov I.M., Chuprina A.P., Belskikh A.N. *Voенно-polevaya khirurgiya [Military Field Surgery]*: Textbook. St. Petersburg; 2021.

9. Gavrilov E.K., Zokhrabov F.I., Khubulava G.G. Ultrasound in early diagnosis of combat gunshot vascular injury of the lower extremities. *Journal of Venous Disorders.* 2023;17(4):320–328. (In Russ.) DOI: 10.17116/FLEBO202317041320 EDN: SZRRYN.

10. Obelchak I.S. *Luhevaya diagnostika povrezhdenii magistralnykh sosudov pri boevoi ognestralnoi travme [Radiological Diagnosis of Major Vessel Injuries in Combat Gunshot Trauma]*: [Dr. Sci. Medical dissertation]. Moscow; 2020. (In Russ.) EDN: GOAKHA.

11. Batseko A.S. Рентгенологическая характеристика инородных тел при огнестрельной и взрывной травме [Radiographic characteristics of foreign bodies in gunshot and blast injuries]. In: *Kongress Rossiiskogo obshchestva*



*rentgenologov i radiologov: materialy kongressa (Sankt-Peterburg, 8–10 noyabrya 2023 g.)*. St. Petersburg; 2023. (In Russ.) EDN: WJWRUY.

12. Sozaonti Z.R. *Mnosrezovaya kompyuternaya tomografiya v otsenke stepeni invalidizatsii postradavshikh ot boevykh travm [Multislice Computed Tomography in Assessing Disability in Combat Trauma Victims]*: [Ph.D. Medical dissertation]. St. Petersburg; 2012. (In Russ.) EDN: EMIPNT.

#### **АВТОРЫ**

**Фрумен Альбина Григорьевна** — ORCID: 0009-0004-8382-8379; SPIN: 5052-2936; Researcher Id: LWI-7668-2024

**Труфанов Геннадий Евгеньевич**, д.м.н., проф. — ORCID: 0000-0002-1611-5000; SPIN: 3139-3581; Scopus Author ID: 6602602324; Researcher Id: ABE-3366-2020

#### **AUTHORS**

**Frumen Albina Grigorievna** — ORCID: 0009-0004-8382-8379; SPIN: 5052-2936; Researcher Id: LWI-7668-2024

**Trufanov Gennady Evgenievich**, Dr.Sci. (Medicine), Prof. — ORCID: 0000-0002-1611-5000; SPIN: 3139-3581; Scopus Author ID: 6602602324; Researcher Id: ABE-3366-2020



УДК 616.4 : 614.2

DOI: 10.54866/27129632\_2025\_4\_131

## ОРГАНИЗАЦИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПАЦИЕНТАМ С МНОЖЕСТВЕННОЙ МИЕЛОМОЙ В СТАЦИОНАРЕ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

© Г.А. РЫСЕВ<sup>1</sup>, И.М. БАРСУКОВА<sup>1,2</sup>, Т.В. РАЗУМОВА<sup>1</sup>, А.В. РЫСЕВ<sup>1</sup>

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

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

### РЕЗЮМЕ

**АКТУАЛЬНОСТЬ.** Стационары скорой медицинской помощи вносят свой вклад в диагностику и лечение заболеваний крови, в том числе онкогематологических, даже при отсутствии профильных отделений или специалистов. Множественная миелома — злокачественное заболевание с клональной пролиферацией атипичных плазматических клеток. Число больных множественной миеломой ежегодно увеличивается, что требует совершенствования организации гематологической помощи.

**ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ:** рассмотреть организационные особенности оказания помощи, медико-социальные и клинические характеристики пациентов с множественной миеломой, проходивших лечение в НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе в 2025 г.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.** Материалом послужили данные электронных историй болезней пациентов с заболеваниями системы крови, в том числе с множественной миеломой, проходивших лечение в клинике НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе в 2020–2025 (первое полугодие) гг. Применены статистический и аналитический методы.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.** Рассмотрена структура входящего потока пациентов клиники, динамика числа поступающих пациентов, у которых было выявлено то или иное заболевание системы крови. Доля заболеваний крови, выявленных у пациентов клиники, выросла с 1,2% (535 случаев) в 2020 г. до 3,5% (2681 случай) в 2024 г. ( $p < 0,01$ ). Доля онкогематологических пациентов составляет от 2,8% до 5,4%. В динамике 2020–2024 гг. наблюдается положительная динамика по числу выявленных заболеваний, прирост 159% ( $R^2=0,77$ ). Наблюдается увеличение числа выявленных случаев множественной миеломы. В 2020 г. было выявлено 4 случая, в 2024 — 10, а за первые 6 месяцев 2025 г. диагноз был поставлен 7 пациентам клиники: 2 мужчинам (28,6%) и 5 женщинам (71,4%). Средний возраст пациентов — 61,4 г. Аспирационные биопсии костного мозга выполнялись всем 7 пациентам (100%), трепанобиопсии в 4 случаях (57,1%), повторные исследования выполнялись 2 пациентам (28,6%). Лечение пациентов проводилось в объеме, доступном непрофильному учреждению.

**ВЫВОДЫ.** Изложенное свидетельствует о необходимости совершенствования как амбулаторного, так и стационарного звеньев гематологической помощи в Санкт-Петербурге, в частности — повышения доступности консультаций врача-гематолога, в том числе экстренных.

Своевременная консультация гематолога позволит разработать план лечения пациента, правильно осуществить маршрутизацию и избежать значительного числа осложнений.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** скорая медицинская помощь, множественная миелома, организация здравоохранения.

**КАК ЦИТИРОВАТЬ.** Рысев Г.А., Барсукова И.М., Разумова Т.В., Рысев А.В. Организация медицинской помощи пациентам с множественной миеломой в стационаре скорой медицинской помощи наблюдения // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2025. № 4. С. 131–135.

## ORGANIZATION OF MEDICAL CARE FOR PATIENTS WITH MULTIPLE MYELOMA IN AN EMERGENCY HOSPITAL

© G.A. RYSEV<sup>1</sup>, I.M. BARSUKOVA<sup>1,2</sup>, T.V. RAZUMOVA<sup>1</sup>, A.V. RYSEV<sup>1</sup>

<sup>1</sup> St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> 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

**RATIONALE.** Emergency medical hospitals contribute to the diagnosis and treatment of blood diseases, including oncohematology, even in the absence of specialized departments or profile experts. Multiple myeloma is a malignant disease with clonal proliferation of atypical plasma cells. The number of patients with multiple myeloma is increasing annually, which requires improvement in the organization of hematology care.

**OBJECTIVE** is to consider the organizational features of care, medical, social and clinical characteristics of patients with multiple myeloma who were treated at the St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine in 2025.

**MATERIAL AND METHODS.** The material was data from electronic medical cards of patients with diseases of the blood system, including those with multiple myeloma, who were treated at the St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine in 2020–2025 (the first half of the year). Statistical and analytical methods are applied.

**RESULTS.** In our research we considered the structure of the incoming flow of clinic patients, the dynamics of the number of incoming patients who have been diagnosed with a particular disease of the blood system. The proportion of blood diseases detected in the hospital patients increased from 1.2 % (535 cases) in 2020 to 3.5 % (2681 cases) in 2024 ( $p < 0.01$ ). The proportion of oncohematological patients ranges from 2.8 % to 5.4 %. In the dynamics of 2020–2024, there is a positive trend in the number of detected diseases, an increase of 159 % ( $R^2 = 0.77$ ). There is an increase in the number of identified cases of multiple myeloma. In 2020, 4 cases were identified, in 2024 there were 10, and in the first 6 months of 2025, 7 patients of the clinic were diagnosed: 2 men (28.6 %) and 5 women (71.4 %). The average age of the patients was 61.4. Aspiration bone marrow biopsies were performed in all 7 patients (100 %), trepanobiopsies in 4 cases (57.1 %), and repeated examinations were performed in two patients (28.6 %). The patients were treated to the extent available to a non-core institution.

**CONCLUSIONS.** All of the above points to the need to improve both outpatient and inpatient hematology care in St. Petersburg, namely, to increase the availability of consultations with a hematologist, including emergency ones. Timely consultation with a hematologist will make it possible to develop a patient's treatment plan, correctly route and avoid a significant number of complications.

**KEYWORDS:** emergency medical care, multiple myeloma, healthcare organization.

**TO CITE THIS ARTICLE.** Rysev G.A., Barsukova I.M., Razumova T.V., Rysev A.V. Organization of medical care for patients with multiple myeloma in an emergency hospital. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze.* 2025;(4):131–135.

**Актуальность.** Болезни системы крови, в особенности онкогематологические заболевания — одна из актуальных проблем отечественного здравоохранения. Число пациентов с заболеваниями крови увеличивается от года к году. Согласно данным, представленным НИИОЗММ ДЗМ, число выявленных заболеваний крови и кроветворных органов за последние 5 лет увеличилось более чем на 27 % [1]. Стационары скорой медицинской помощи вносят свой вклад в диагностику и лечение заболеваний крови, в том числе онкогематологических, даже при отсутствии профильных отделений или специалистов. Например, в НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе в 2024 г. диагноз заболеваний системы был установлен в 3053 случаях, из них диагноз злокачественного заболевания крови — в 122, множественной миеломы — в 10 [2]. Множественная миелома — злокачественное В-клеточное лимфопролиферативное заболевание с клональной пролиферацией атипичных плазматических клеток в костном мозге или экстрамедуллярных очагах. Средний показатель заболеваемости составляет 3,0–4,0 случая на 100 000 человек населения [3]. Клинически при-

нято разделять (согласно International Myeloma Working Group, [4]): моноклональную гаммапатию неясного значения (MGUS), солитарную плазмоцитому, солитарную плазмоцитому с минимальным вовлечением костного мозга, тлеющую миелому, активную множественную миелому, POEMS-синдром, системный AL-амилоидоз. Клинические проявления заболевания варьируются от ускорения СОЭ и общей слабости до патологических переломов и почечной недостаточности. Классическим симптомокомплексом активной множественной миеломы считается CRAB-синдром (Calcium, Renal disease, Anemia, Bone lesions). Следует также отметить, что этому обычно предшествует длительное бессимптомное течение заболевания. Тактика ведения пациентов определяется стадией заболевания, наличием или отсутствием осложнений и сопутствующей патологии, а также тем, является ли пациент кандидатом на высокодозную химиотерапию и аутологичную трансплантацию гемопоэтических стволовых клеток.

**Цель исследования:** Рассмотреть организационные особенности оказания помощи, меди-

ко-социальные и клинические характеристики пациентов с множественной миеломой, проходивших лечение в НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе в 2025 г.

**Материал и методы исследования.** Материалом послужили данные электронных историй болезней пациентов с заболеваниями системы крови, в том числе с множественной миеломой, проходивших лечение в клинике НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе в 2020–2025 (первое полу-

годие) гг. Применены статистический и аналитический методы.

**Результаты исследования.** Рассмотрена структура входящего потока пациентов клиники, динамика числа поступающих пациентов, у которых было выявлено то или иное заболевание системы крови (рис. 1). Доля заболеваний крови, выявленных у пациентов клиники, выросла с 1,2% (535 случаев) в 2020 г. до 3,5% (2681 случай) в 2024 г. ( $p < 0,01$ ).

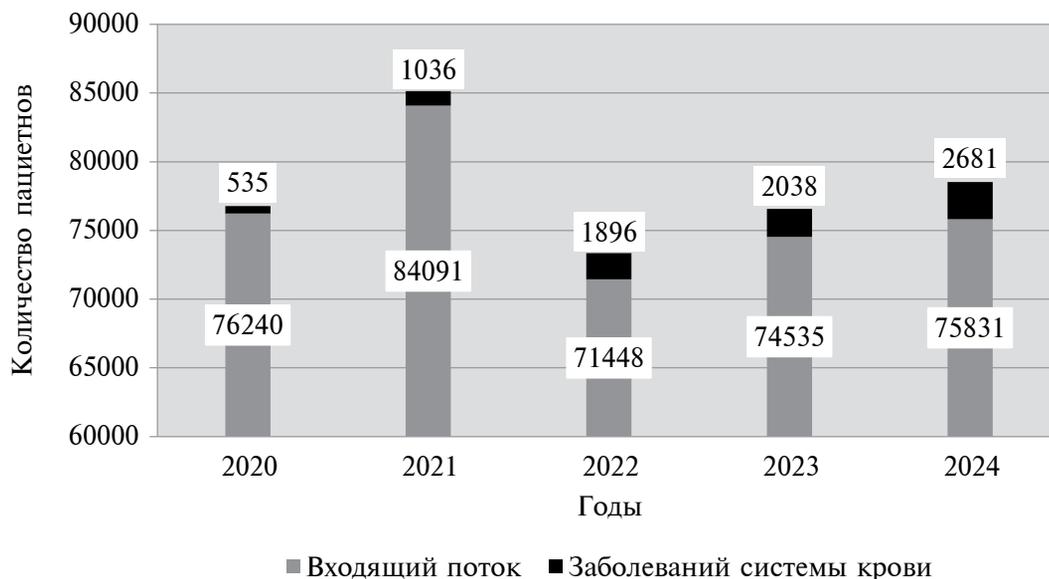


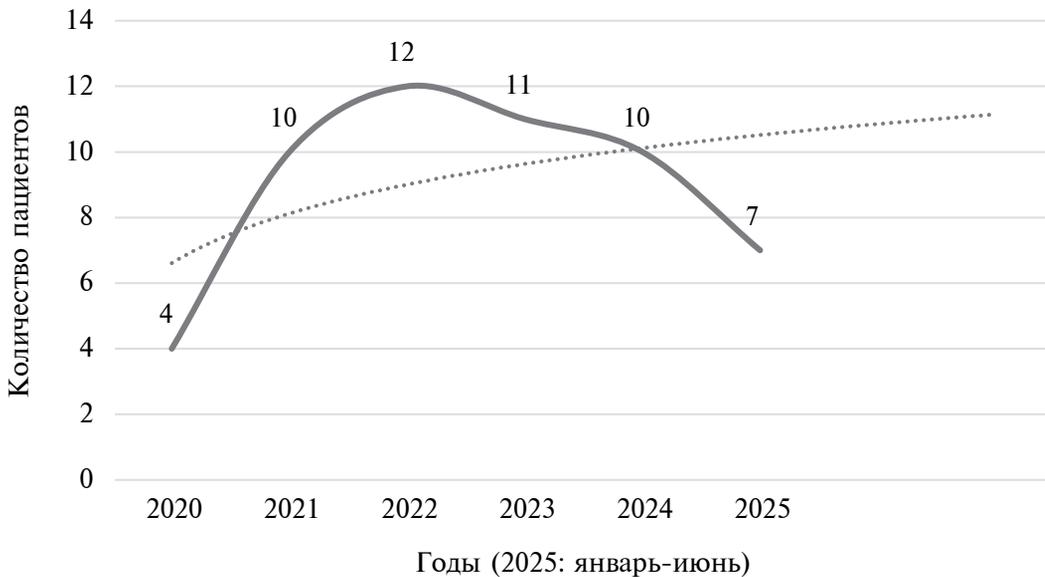
Рис. 1. Динамика выявляемости заболеваний крови в клинике НИИ СП им. И.И. Джанелидзе, 2020–2024 гг.

Нозологическая структура пациентов с заболеваниями крови в течение исследуемого периода оставалась стабильной. Наиболее многочисленную группу составляли пациенты с анемиями (постгеморрагическими, железодефицитными и др.). Доля онкогематологических пациентов среди входящего потока и пациентов с заболеваниями крови незначительна и составляет от 2,8% до 5,4%. В динамике 2020–2024 наблюдается положительная динамика по числу выявленных заболеваний: 29 и 75 случаев соответственно, прирост 159% ( $R^2=0,77$ ). Аналогичная динамика наблюдается также по числу случаев установления диагноза заболевания крови в качестве основного диагноза (прирост 100%,  $R^2=0,76$ ).

Диагноз «Множественная миелома» (МКБ-10: С90) устанавливался пациентам клиники НИИ на основании лабораторных (электрофорез белков сыворотки крови и мочи с иммунофиксацией, миелограммы и т.д.), инструментальных (спиральной компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии, совмещенной позитронно-эмиссионной компьютерной томо-

графии с 18-фтордезоксиглюкозой). В динамике 2020–2024 г. наблюдается увеличение числа выявленных случаев множественной миеломы. В 2020 г. было выявлено 4 случая, в 2024 — 10, а за первые 6 месяцев 2025 г. диагноз множественной миеломы был установлен 7 пациентам клиники НИИ СП им. И.И. Джанелидзе (рис. 2). Рост числа выявленных случаев связан как с улучшением диагностики, большей осведомленности врачей о заболеваниях крови и увеличением продолжительности жизни, так и с ростом заболеваемости, наблюдаемой во всем мире [5].

Рассмотрены медико-социальные характеристики и клинические особенности пациентов с множественной миеломой, проходивших лечение в клинике в 2025 г. Всего за первое полугодие 2025 г. диагноз был установлен 7 пациентам: 2 мужчинам (28,6%) и 5 женщинам (71,4%). Возраст пациентов составлял от 40 до 76, средний возраст — 61,4 лет. Интересно также то, что самыми молодыми пациентами (40 и 47 лет) были мужчины. Клинические проявления, с которыми пациенты поступали в клинику, укладывались в



*Рис. 2. Динамика количества пациентов клиники НИИ СП им. И.И. Джанелидзе с установленным диагнозом «Множественная миелома» (МКБ-10: С90)*

рамки CRAB-синдрома в 6 случаях из 7. В четырех случаях (57,1%) пациенты поступали с оссалгиями и остеодеструктивным синдромом (боли в костях и суставах, патологические переломы), один пациент поступил с проявлениями почечной недостаточности, двое — с тяжелой анемией и необходимостью трансфузионной поддержки.

Диагностику проводили как с помощью неинвазивных (исследование крови), так и инвазивных процедур — аспирационных и трепанобиопсий костного мозга. Аспирационные биопсии костного мозга с выполнением миелограммы выполнялись всем 7 пациентам (100%), трепанобиопсии с гистологическим и иммуногистохимическим исследованием костного мозга выполнялись в 4 случаях (57,1%), повторные исследования костного мозга выполнялись 2 пациентам (28,6%) в случае затрудненной диагностики или нетипичных проявлений заболевания. Пациент 47 лет, у которого впоследствии (посмертно) был установлен диагноз тлеющей миеломы с внекостномозговыми проявлениями, требует отдельного доклада в качестве разбора клинического случая.

Исходы стационарного лечения пациентов с множественной миеломой распределялись следующим образом: трое пациентов (42,8%) были переведены в гематологические отделения других стационаров, двое пациентов (28,6%) были выписаны на амбулаторное лечение, двое пациентов скончались от осложнений (28,6%). В дальнейшем при выполнении аутопсий и гистологическом исследовании диагноз множественной миеломы подтверждался.

Лечение пациентов проводилось в объеме, доступном непрофильному учреждению: инфузионно-десинтоксикационная терапия, заместительная гемокомпонентная терапия, терапия бисфосфонатами, профилактика осложнений, купирование болевого синдрома. Двум пациентам также был назначен гемодиализ в связи с прогрессированием почечной недостаточности.

**Обсуждение.** Из представленных данных видно, что оказание медицинской помощи пациентам с множественной миеломой в условиях НИИ скорой помощи имени И.И. Джанелидзе заключалось, в основном, в проведении первичной диагностики и дальнейшей маршрутизации согласно Распоряжению Комитета по здравоохранению Санкт-Петербурга от 8 ноября 2022 г. № 747-р «О маршрутизации взрослого населения Санкт-Петербурга при оказании медицинской помощи по профилю «гематология» (с изменениями и дополнениями)». Рост числа выявленных случаев заболеваний крови с 2020 по 2025 гг. обусловлен также введением в 2021 г. должности врача-гематолога общеинститутского медицинского персонала. С учетом отсутствия в НИИ СП им. И.И. Джанелидзе гематологического отделения и коек гематологического профиля, первичная диагностика гематологических заболеваний и дальнейшая маршрутизация — максимальный возможный объем оказания помощи. С другой стороны, многие пациенты, поступающие в клинику, ранее были записаны на амбулаторный прием к гематологу по месту жительства, но ввиду ухудшения состояния вынуждены были вызвать бригаду скорой медицинской помощи и были госпитализированы по экстренным показаниям в не-



профильное учреждение. Показатель летальности, в данном случае среди пациентов с множественной миеломой, говорит о тяжелом состоянии поступающих пациентов и наличии большого числа осложнений, развившихся из-за несвоевременно оказанной медицинской помощи.

**Выводы.** Изложенное свидетельствует о необходимости развития как амбулаторного, так и

стационарного компонентов гематологической помощи в Санкт-Петербурге, в первую очередь — за счет расширения доступности консультаций врача-гематолога, включая экстренные. Своевременная консультация гематолога позволит разработать план лечения пациента, правильно осуществить маршрутизацию и избежать значительного числа осложнений.

**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. Статистические сборники ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы» (ГБУ «НИИ-ОЗММ ДЗМ»). URL: <https://niiioz.ru/moskovskaya-meditsina/izdaniya-nii/sborniki/>

2. Рысев Г.А., Барсукова И.М., Разумова Т.В. Пациенты с заболеваниями крови и кроветворных органов в потоке поступающих стационара скорой медицинской помощи // Современные научные и образовательные стратегии в общественном здоровье: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 15 мая 2025 г.). СПб.: Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, 2025. С. 240–247. EDN: ZZKBIT.

3. Гематология: национальное руководство / под ред. О.А. Рукавицына. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2024. 916 с. DOI: 10.33029/9704-8188-2-GEM-2024-1-916.

4. Rajkumar S.V. Multiple myeloma: 2024 update on diagnosis, risk-stratification, and management. *Am J Hematol.* 2024;99(9):1802–1824. DOI: 10.1002/ajh.27422.

5. Padala S.A., Barsouk A., Barsouk A. et al. Epidemiology, Staging, and Management of Multiple Myeloma. *Med Sci (Basel).* 2021;9(1):3. DOI: 10.3390/medsci9010003.

### REFERENCES

1. Statistical collections of State budgetary institution “Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management of Moscow Healthcare Department” (SBI NIIOZMM DZM). <https://niiioz.ru/moskovskaya-meditsina/izdaniya-nii/sborniki/>

2. Rusev G.A., Barsukova I.M., Razumova T.V. Patients with diseases of the blood and hemopoietic organs in the patient flow of the emergency medical care hospital. In: *Sovremennye nauchnye i obrazovatel'nye strategii v obshhestvennom zdravookhranении: Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference; Saint Petersburg, Russia; May 15, 2025.* St. Petersburg; 2025:240–247. EDN: ZZKBIT.

3. Rukavitsin O.A., ed. *Gematologiya: natsional'noe rukovodstvo [Hematology: national guidelines]*. 2<sup>nd</sup> ed., rev. and add. Moscow: GEOTAR-Media; 2024. DOI: 10.33029/9704-8188-2-GEM-2024-1-916.

4. Rajkumar S.V. Multiple myeloma: 2024 update on diagnosis, risk-stratification, and management. *Am J Hematol.* 2024;99(9):1802–1824. DOI: 10.1002/ajh.27422.

5. Padala S.A., Barsouk A., Barsouk A. et al. Epidemiology, Staging, and Management of Multiple Myeloma. *Med Sci (Basel).* 2021;9(1):3. DOI: 10.3390/medsci9010003.

### АВТОРЫ

**Рысев Георгий Александрович** — ORCID: 0000-0001-6688-3705, SPIN: 1966-3919

**Барсукова Ирина Михайловна**, д.м.н., доц. — ORCID: 0000-0002-5398-714X, SPIN: 4888-2447

**Разумова Татьяна Валентиновна**

**Рысев Александр Васильевич**, к.м.н., доц. — SPIN: 7715-0455

### AUTHORS

**Rysev Georgy Alexandrovich** — ORCID: 0000-0001-6688-3705, SPIN: 1966-3919

**Barsukova Irina Mikhailovna**, Dr.Sci. (Medicine), Assoc. Prof. — ORCID: 0000-0002-5398-714X, SPIN: 4888-2447

**Razumova Tatiana Valentinovna**

**Rysev Alexander Vasilyevich**, Ph.D., Assoc. Prof. — SPIN: 7715-0455



УДК 614.2 : 617.55-007

DOI: 10.54866/27129632\_2025\_4\_136

## СТАТИСТИКА УЩЕМЛЕННОЙ ГРЫЖИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ: 20 ЛЕТ НАБЛЮДЕНИЯ

© В.Е. ПАРФЕНОВ<sup>1</sup>, И.М. БАРСУКОВА<sup>1,2</sup>, П.А. ДУБИКАЙТИС<sup>1</sup>, А.О. БУМАЙ<sup>1,3</sup>

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

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

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия

### РЕЗЮМЕ

**ОБОСНОВАНИЕ.** Экстренная абдоминальная хирургическая патология занимает лидирующую позицию в структуре больничной летальности. Ущемленная грыжа — одна из нозологических форм обобщенного понятия «острый живот», требующая пристального внимания.

**ЦЕЛЬ:** изучить динамику показателей деятельности медицинских организаций Санкт-Петербурга при оказании медицинской помощи больным с ущемленной грыжей за 2005–2024 гг.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Использованы данные мониторинга состояния острой хирургической патологии органов брюшной полости за 2005–2024 гг., проводимого Санкт-Петербургским НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе в соответствии с Распоряжением Комитета по здравоохранению Санкт-Петербурга от 31.07.2009 № 477-р «О контроле экстренной госпитализации в государственные учреждения здравоохранения Санкт-Петербурга». Применялись статистический и аналитический методы.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** 20-летний мониторинг ежегодно фиксировал в Санкт-Петербурге около 1 тыс. пациентов с диагнозом «ущемленная грыжа»:  $5,6 \pm 1,0\%$  в структуре острой хирургической патологии органов брюшной полости, объединенных понятием «острый живот». Их число снизилось на 48,1 %, а доля — на 25,5 % за период наблюдения. Оперативная активность ( $97,2 \pm 2,3\%$ ) оставалась высокой и стабильной последние 10 лет. 60 % пациентов госпитализировались в первые сутки заболевания, 40 % больных — в более поздние сроки. Отмечен рост (на 19,7 %) доли больных с поздним (на вторые сутки) поступлением в стационар. 69,0 % пациентов были прооперированы в первые 6 ч от момента госпитализации, остальные (31,0 %) требовали дифференциальной диагностики, динамического наблюдения. Отмечена негативная динамика роста доли отсроченных операций: в интервале 6–24 ч — на 20,9 %, на вторые сутки госпитализации — на 48,9 %. Послеоперационная летальность составила  $3,62 \pm 0,80\%$ , отмечен рост показателя на 0,52 % (базисный темп прироста составил 17,6 %).

**ВЫВОДЫ.** Ущемленная грыжа составляет небольшую долю (5,6 %) острой хирургической патологии органов брюшной полости. Тем не менее, выявленные негативные тенденции увеличения доли поздних госпитализаций и отсроченных операций вызывают тревогу, несут риски развития неблагоприятных исходов. Санитарно-просветительная работа среди населения, совершенствование организации первичной медико-санитарной и скорой медицинской помощи, оптимизация работы хирургических отделений стационаров должны способствовать своевременности лечебно-диагностических мероприятий, рациональной логистике пациентов, доступности и качеству медицинской помощи.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ущемленная грыжа, острый живот, острая хирургическая патология органов брюшной полости, Санкт-Петербургский институт скорой помощи, И.И. Джанелидзе.

**КАК ЦИТИРОВАТЬ.** Парфенов В.Е., Барсукова И.М., Дубикайтис П.А., Бумай А.О. Статистика ущемленной грыжи в Санкт-Петербурге: 20 лет наблюдения // Журнал «Неотложная хирургия» им. И.И. Джанелидзе. 2025. № 4. С. 136–143.

## STATISTICS OF INCARCERATED HERNIA IN ST. PETERSBURG: 20 YEARS OF OBSERVATION

© V.E. PARFENOV<sup>1</sup>, I.M. BARSUKOVA<sup>1,2</sup>, P.A. DUBYKAITIS<sup>1</sup>, A.O. BUMAY<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> 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



<sup>3</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Saint Petersburg State University”, St. Petersburg, Russia

## ABSTRACT

**RATIONALE.** Emergency abdominal surgical pathology occupies a leading position in the structure of hospital mortality. Strangulated hernia is one of the nosological forms of the generalized concept of “acute abdomen” requiring close attention.

**OBJECTIVE.** The aim of the investigation is to study the dynamics of the performance indicators of medical organizations in St. Petersburg in providing medical care to patients with strangulated hernia during 2005–2024.

**MATERIALS AND METHODS.** The research team used the data of monitoring the state of acute surgical pathology of abdominal organs, conducted by the St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine in accordance with the Order of the Health Committee of St. Petersburg dated 31.07.2009 No. 477-r “On the control of emergency hospitalization in state healthcare institutions of St. Petersburg”, during the period 2005–2024. Statistical and analytical methods were used.

**RESULTS.** The 20-year monitoring annually recorded about 1 thousand patients with the diagnosis of “strangulated hernia” in St. Petersburg,  $5.6 \pm 1.0\%$  in the structure of acute surgical pathology of the abdominal organs, united by the concept of “acute abdomen”; their number decreased by 48.1%, and the proportion — by 25.5% over the observation period. Surgical activity ( $97.2 \pm 2.3\%$ ) remained high and stable over the past 10 years. 60% of patients were hospitalized on the first day of the disease, 40% of patients — at a later date. An increase (by 19.7%) in the proportion of patients with late (on the second day) admission to the hospital was noted. 69.0% of patients were operated on in the first 6 hours from the moment of hospitalization, the rest (31.0%) required differential diagnostics, dynamic observation. Negative dynamics of growth in the proportion of delayed operations was noted: in the interval of 6–24 hours the increase was by 20.9%, on the second day of hospitalization — by 48.9%. Postoperative mortality was  $3.62 \pm 0.80\%$ , with an increase of 0.52% (the base growth rate was 17.6%).

**CONCLUSIONS.** Strangulated hernia accounts for a small proportion (5.6%) of acute surgical pathology of the abdominal organs. However, the identified negative trends in the increase in the proportion of late hospitalizations and delayed operations are alarming and carry risks of developing unfavorable outcomes. Public health education work, improving the organization of primary health care and emergency medical care, and optimizing the work of surgical departments in hospitals should contribute to the timeliness of treatment and diagnostic measures, rational patient logistics, and the availability and quality of medical care.

**KEYWORDS:** strangulated hernia, acute abdomen, acute surgical pathology of abdominal organs, St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine.

**TO CITE THIS ARTICLE.** Parfenov V.E., Barsukova I.M., Dubykaitis P.A., Bumay A.O. Statistics of incarcerated hernia in St. Petersburg: 20 years of observation. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze.* 2025;(4):136–143.

**Обоснование.** Экстренная абдоминальная хирургическая патология занимает лидирующую позицию в структуре больничной летальности [1–4]. В настоящее время абдоминальный болевой синдром является наиболее распространенным симптомом в повседневной врачебной практике [5]. Более 80% пациентов, поступающих в общехирургический стационар, составляют пациенты с жалобами на боли в животе [6]. Своевременная диагностика в отделениях хирургии является ведущим критерием качественного оказания медицинской помощи [7]. Внедрение диагностической лапароскопии в алгоритм обследования пациентов с абдоминальной патологией позволяет в 31,4% случаев выявить заболевания, отличные от предварительного диагноза [2, 8]. Данные исследований свидетельствуют, что «применение эндовидеохирургии в диагностике и лечении ущем-

ленных грыж безопасно, а лапароскопический доступ при ущемленных паховых грыжах позволяет произвести полноценную ревизию брюшной полости» [9]. В то же время установление точного диагноза в кратчайшие сроки и своевременное лечение способствуют быстрой реабилитации пациентов, сокращению длительности пребывания в стационаре, уменьшению расходов на лечение [2, 8]. Перспективным направлением развития в снижении показателей госпитальной летальности является увеличение количества лапароскопических операций и их техническое совершенствование [2, 10].

**Цель исследования:** изучить динамику показателей деятельности медицинских организаций Санкт-Петербурга при оказании медицинской помощи больным с ущемленной грыжей за 2005–2024 гг.

**Материалы и методы исследования.** Использованы данные мониторинга состояния острой хирургической патологии органов брюшной полости за 2005–2024 гг., проводимого Санкт-Петербургским научно-исследовательским институтом скорой помощи им. И.И. Джanelидзе в соответствии с Распоряжением Комитета по здравоохранению Санкт-Петербурга от 31.07.2009 № 477-р «О контроле экстренной госпитализации в государственные учреждения здравоохранения Санкт-Петербурга». Применялись статистический и аналитический методы.

**Результаты исследования.** За 20 лет наблюдения в стационары Санкт-Петербурга, подведомственные Комитету по здравоохранению города, ежегодно поступало около 1 тыс. (985,3 ± 324,9) пациентов с диагнозом «ущемленная грыжа» (УГ), их число снизилось на 48,1% за период наблюдения, однако, выявленную динамику нельзя считать выраженной устойчивой тенденцией ( $R^2 < 0,7$ ).

Число оперированных больных мало отличалось от общего числа пациентов с УГ, оперативная активность была высока и составляла  $97,2 \pm 2,3\%$ . Корреляционная связь этих показателей обратная, средней силы (коэффициент корреляции Пирсона  $r = -0,507$ ). Характерным было снижение числа пациентов в период пандемии COVID-19: минимальным оно было в 2019–2020 гг.

Доля пациентов с УГ в структуре 7 нозологических форм острой хирургической патологии органов брюшной полости («острый живот», ОЖ) невысока и составляет  $5,6 \pm 1,0\%$ . За 20 лет она снизилась почти на четверть (на 25,5%, с 6,8% в 2005 г. до 5,1% в 2024 г.), без достоверной выраженной устойчивой тенденции ( $R^2 < 0,7$ ). Динамика доли пациентов с УГ коррелировала с их общим числом ( $r = 0,808$ ).

Оперативная активность оставалась высокой и стабильной последние 10 лет, без значимой динамики за годы наблюдения (рис. 1, 2, табл. 1).

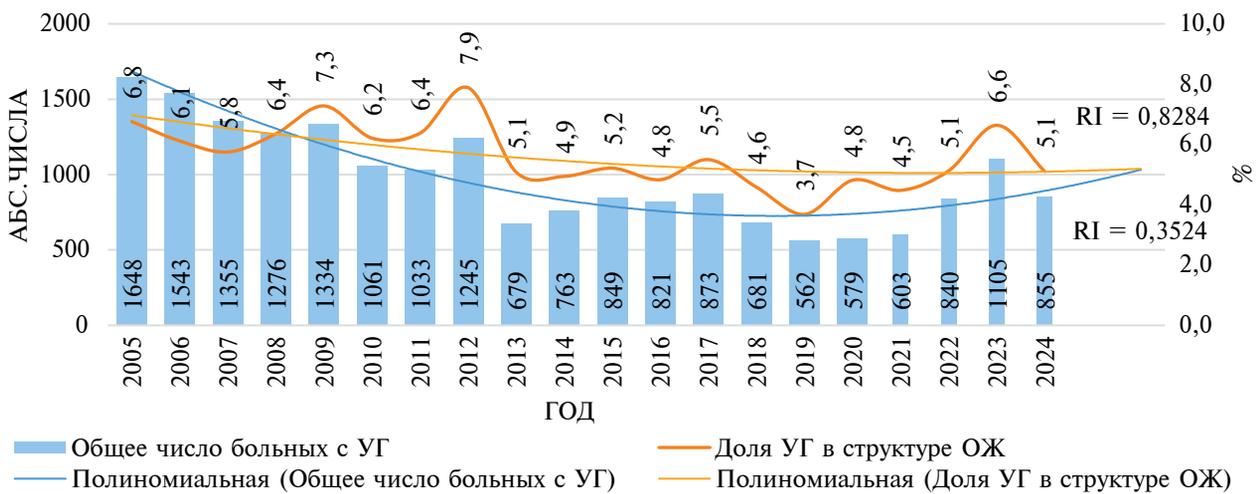


Рис. 1. Динамика общего числа больных с ущемленной грыжей (УГ, абс. числа) и их доли (%) в общей структуре патологии «острого живота» (ОЖ) в стационарах Санкт-Петербурга, 2005–2024 гг.



Рис. 2. Динамика оперативной активности у больных с ущемленной грыжей в стационарах Санкт-Петербурга, 2005–2024 гг., %



Таблица 1. Показатели динамики числа больных, их доли в структуре пациентов с острой хирургической патологией органов брюшной полости и оперативной активности у пациентов с ущемленной грыжей в стационарах Санкт-Петербурга, 2005–2024 гг.

Год / Показатели	Число больных, абс. числа	Доля пациентов в структуре «острый живот», %	Оперативная активность, %
2005	1648	6,8	96,42
2024	855	5,1	97,54
М ± σ, 2024/2005 гг., абс. числа	985,3 ± 324,9	5,6 ± 1,0	97,2 ± 2,3
Базисный абс. прирост 2024/2005 гг.	-793	-1,7	1,12
Базисный темп прироста 2024/2005 гг., %	-48,1	-24,5	1,2
Средний темп прироста, %	-1,3	0,2	0,01
Коэффициент аппроксимации (R2)	0,251	0,262	0,456
Критерий Фишера (>F >F <sub>критический</sub> )*	4,704 > F <sub>кр.</sub>	4,959 > 3,896	11,735 < F <sub>кр.</sub>

\*F<sub>критический</sub> (табличный) = 3,896

Коэффициент корреляции Пирсона r<sub>столб. 2/3</sub> = 0,808, r<sub>столб. 2/4</sub> = -0,507, r<sub>столб. 3/4</sub> = -0,675

Анализ оперативности оказания медицинской помощи позволил изучить сроки поступления больных в стационар. 39,8 ± 6,8 % пациентов поступили в первые 6 ч от появления признаков заболевания, 20,0 ± 3,8 % — в интервале 6–24 ч, 40,2 ± 7,2 % — позднее 24 ч. В динамике отмечено снижение доли госпитализированных в первые 6 ч (на 19,9%) и рост доли поступивших на вторые

сутки заболевания (на 19,7%). При этом подобная негативная динамика не носила характер выраженной устойчивой тенденции (R<sup>2</sup> < 0,7). Снижение доли госпитализированных в первые 6 ч коррелировало с повышением доли поступивших позднее 24 ч: r = -0,853, связь обратная, сильная (рис. 3, табл. 2).

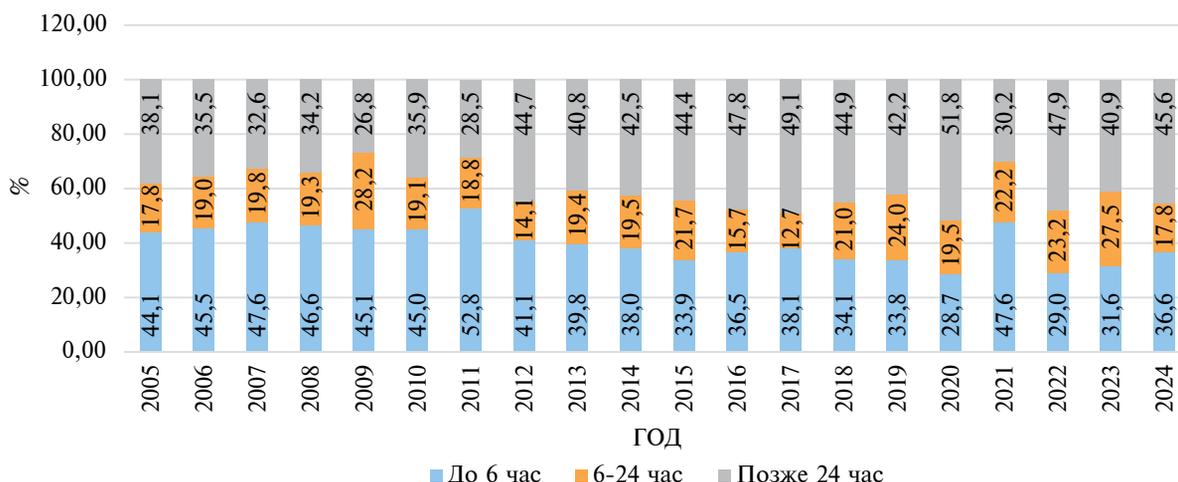


Рис. 3. Динамика доли пациентов с ущемленной грыжей в стационарах Санкт-Петербурга по срокам госпитализации, 2005–2024 гг., %

Таблица 2. Показатели динамики доли пациентов с ущемленной грыжей в стационарах Санкт-Петербурга по срокам госпитализации, 2005–2024 гг., %

Год / Показатели	Сроки госпитализации		
	до 6 ч	6–24 ч	позже 24 ч
2005	44,1	17,8	38,1
2024	36,6	17,8	45,6
М ± σ, 2024/2005 гг., %	39,8 ± 6,8	20,0 ± 3,8	40,2 ± 7,2
Базисный абс. прирост 2024/2005 гг., %	-7,4	-0,06	7,5

Год / Показатели	Сроки госпитализации		
	до 6 ч	6–24 ч	позже 24 ч
Базисный темп прироста 2024/2005 гг., %	-16,9	-0,3	19,7
Средний темп прироста, %	0,9	3,2	3,7
Коэффициент аппроксимации (R <sup>2</sup> )	0,388	0,023	0,226
Критерий Фишера (>F >F <sub>критический</sub> )*	8,869 < F <sub>кр.</sub>	0,328 < 3,896	4,094 > F <sub>кр.</sub>

\*F<sub>критический</sub> (табличный) = 3,896

Коэффициент корреляции Пирсона  $r_{\text{столб. } 2/3} = -0,173$ ,  $r_{\text{столб. } 2/4} = -0,853$ ,  $r_{\text{столб. } 3/4} = -0,368$

Сроки оперативного лечения (от момента госпитализации) пациентов с УГ были следующими:  $69,0 \pm 7,4\%$  — в первые 6 ч от момента госпитализации; остальные 31,0% требовали дифференциальной диагностики, динамического наблюдения, из них  $14,1 \pm 3,6\%$  были прооперированы в сроки, не превышающие 1 сутки (в интервале 6–24 ч), а  $16,9 \pm 6,1\%$  — позднее 24 ч. В динамике отмечено снижение доли прооперированных в

первые 6 ч (на 13,0%), рост доли прооперированных в более поздние сроки: в интервале 6–24 ч — на 20,9%, на вторые сутки госпитализации — на 48,9%. При этом подобная негативная динамика не носила характер выраженной устойчивой тенденции ( $R^2 < 0,7$ ). Снижение доли госпитализированных в первые 6 ч коррелировало с повышением доли операций позднее 24 ч:  $r = -0,878$ , связь обратная, сильная (рис. 4, табл. 3).

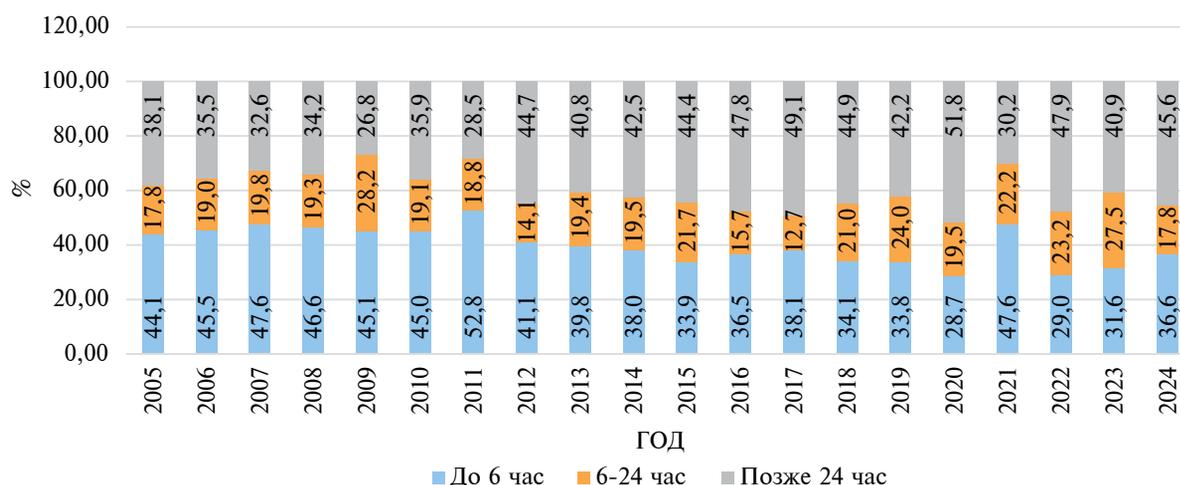


Рис. 3 Динамика доли пациентов с ущемленной грыжей в стационарах Санкт-Петербурга по срокам операции после госпитализации, 2005–2024 гг., %

Таблица 3. Показатели динамики доли пациентов с ущемленной грыжей в стационарах Санкт-Петербурга по срокам операции после госпитализации, 2005–2024 гг., %

Показатели	Сроки операции после госпитализации		
	до 6 ч	6–24 ч	позже 24 ч
2005	74,0	11,0	15,0
2024	64,4	13,3	22,3
M ± , 2024/2005 гг., %	$69,0 \pm 7,4$	$14,1 \pm 3,6$	$16,9 \pm 6,1$
Базисный абс. прирост 2024/2005 гг., %	-9,6	2,3	7,3
Базисный темп прироста 2024/2005 гг., %	-13,0	20,9	48,9
Средний темп прироста, %	0,3	5,7	8,6
Коэффициент аппроксимации (R <sup>2</sup> )	0,002	0,140	0,067
Критерий Фишера (>F >F <sub>критический</sub> )*	0,034 < F <sub>кр.</sub>	2,285 < F <sub>кр.</sub>	0,999 < F <sub>кр.</sub>

\*F<sub>критический</sub> (табличный) = 3,896

Коэффициент корреляции Пирсона  $r_{\text{столб. } 2/3} = -0,591$ ,  $r_{\text{столб. } 2/4} = -0,878$ ,  $r_{\text{столб. } 3/4} = -0,133$



Послеоперационная летальность — значимый показатель эффективности хирургического лечения. Средний показатель за 2005–2024 гг. составил  $3,62 \pm 0,80\%$ , отмечен его рост на  $0,52\%$

(базисный темп прироста  $17,6\%$ ) за период наблюдения (с  $2,96\%$  в 2005 г. до  $3,48\%$  в 2024 г., без выраженной устойчивой тенденции,  $R^2=0,099$ ) (рис. 4, табл. 4).

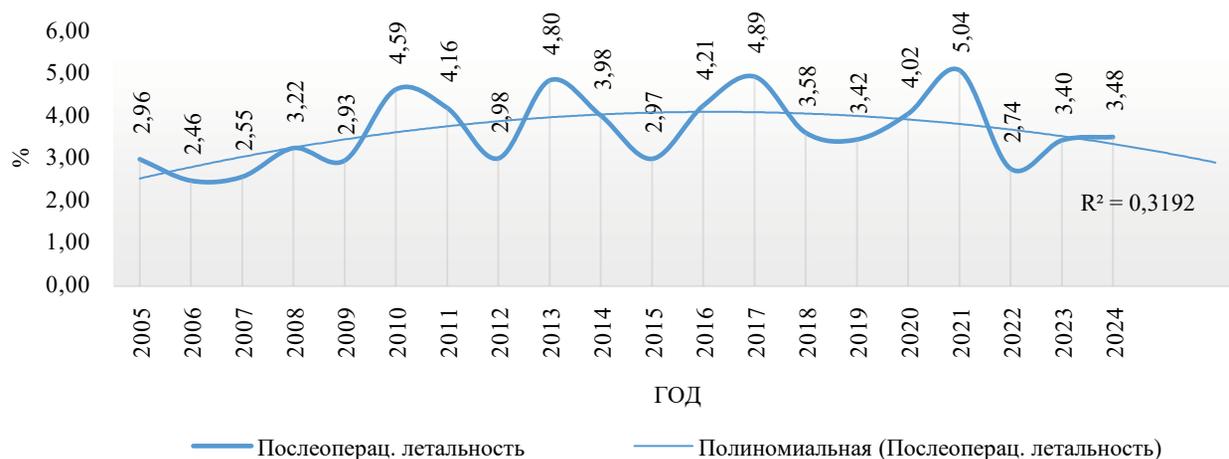


Рис. 4. Динамика послеоперационной летальности пациентов с ущемленной грыжей в стационарах Санкт-Петербурга, 2005–2024 гг., %

Таблица 4. Показатели динамики послеоперационной летальности пациентов с ущемленной грыжей в стационарах Санкт-Петербурга, 2005–2024 гг.

Показатели	Послеоперационная летальность, %
2005	2,96
2024	3,48
$M \pm$ , 2024/2005 гг., абс. числа	$3,62 \pm 0,80$
Базисный абс. прирост 2024/2005 гг.	0,52
Базисный темп прироста 2024/2005 гг., %	17,6
Средний темп прироста, %	4,8
Коэффициент аппроксимации (R2)	0,099
Критерий Фишера ( $>F > F_{\text{критический}}$ )*	$1,972 < 3,896$

\* $F_{\text{критический}}$  (табличный) = 3,896

**Обсуждение.** 20-летний мониторинг ежегодно фиксировал в Санкт-Петербурге около 1 тыс. пациентов с диагнозом «ущемленная грыжа»,  $5,6 \pm 1,0\%$  в структуре острой хирургической патологии органов брюшной полости, объединенных понятием «острый живот»; их число снизилось на  $48,1\%$ , а доля — на  $25,5\%$  за период наблюдения. Оперативная активность ( $97,2 \pm 2,3\%$ ) оставалась высокой и стабильной последние 10 лет.  $60\%$  пациентов госпитализировались в первые сутки заболевания,  $40\%$  больных — в более поздние сроки. Отмечен рост (на  $19,7\%$ ) доли больных с поздним (на вторые сутки) поступлением в стационар.  $69,0\%$  пациентов были прооперированы в первые 6 ч от момента госпитализации, остальные ( $31,0\%$ ) требовали дифференциальной диагностики, динамического наблюдения. Отмечена негативная динамика роста доли

отсроченных операций: в интервале 6–24 ч — на  $20,9\%$ , на вторые сутки госпитализации — на  $48,9\%$ . Средний показатель послеоперационной летальности —  $3,62 \pm 0,80\%$ , отмечен его рост на  $0,52\%$  (базисный темп прироста составил  $17,6\%$ ). Он сопоставим с общероссийским значением —  $3,2\%$  (2024 г.).

**Выводы.** Ущемленная грыжа занимает небольшую долю ( $5,6\%$ ) острой хирургической патологии органов брюшной полости. Тем не менее, выявленные негативные тенденции увеличения доли поздних госпитализаций и отсроченных операций вызывают тревогу, несут риски развития неблагоприятных исходов. Санитарно-просветительная работа среди населения, совершенствование организации первичной медико-санитарной и скорой помощи, а также оптимизация работы хирургических отделений стационаров



должны способствовать своевременности лечебно-диагностических мероприятий, рациональной логистике пациентов, а также доступности и качеству медицинской помощи.

**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. Тотиков З.В., Тотиков В.З., Аликова З.Р. и др. Анализ оказания экстренной хирургической помощи в РСО-Алания за 2021–2023 гг. // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2024. № 16 (6). С. 405–422. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-6-1006.
2. Парфенов В. Е., Барсукова И. М., Дубикайтис П. А. Структура острой хирургической патологии органов брюшной полости в Санкт-Петербурге за 20 лет наблюдения // Журнал «Неотложная хирургия им. И.И. Джанелидзе». 2025. № 2. С. 142–146. DOI: 10.54866/27129632\_2025\_2\_142. EDN: MCXKUT.
3. Козлов Ю.А., Рожанский А.П., Макарошкина М.В. и др. Робот-ассистированная аппендэктомия у ребёнка — демонстрация клинического наблюдения // *Детская хирургия*. 2025. № 29(1). С. 33–40. DOI: 10.17816/ps844.
4. Барсукова И.М., Дубикайтис П.А., Бумай А.О. Статистика острого аппендицита в Санкт-Петербурге: 20 лет наблюдения // МЕДЛАЙН.РУ. Т. 26. Статья 15. С. 393–406. URL: <https://medline.ru/public/art/tom26/art15.html>.
5. Илькаева В.Н., Морозов А.М., Жуков С.В. и др. Абдоминальный болевой синдром в практике врача-кардиолога // *Современные проблемы науки и образования*. 2021. № 5. С. 126. DOI: 10.17513/srno.31194. EDN: EVQGDV.
6. Подолужный В.И. Боли в животе: принципы диагностики ургентной абдоминальной хирургической патологии // *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2024. Т. 9, № 4. С. 107–119. DOI: 10.23946/2500-0764-2024-9-4-107-119. EDN: JRPDST.
7. Бурневич С.З., Масленко Н.С. Оценка эффективности экспертной системы принятия врачебных решений в диагностике острого аппендицита // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина*. 2023. № 27(2). С. 228–245. DOI: 10.22363/2313-0245-2023-27-2-228-245.
8. Турбин М.В., Черкасов М.Ф., Бондаренко В.А. и др. Роль диагностической лапароскопии у пациентов с острой хирургической патологией // *Эндоскопическая хирургия*. 2022. № 28(6). С. 37–44. DOI: 10.17116/endoskop20222806137.
9. Тимербулатов Ш.В., Сагитов Р.Б., Тимербулатов М.В. и др. Некоторые вопросы уточненной диагностики и выбора метода лечения при осложненном остром аппендиците за последние годы // *Новости хирургии*. 2023. № 31(4). С. 288–300. DOI: 10.18484/2305-0047.2023.4.288.
10. Таджибаев Ш.А., Собиров Э.К., Абдурашидов Ф.Ш. К проблеме эндовидеохирургии аппендикулярного перитонита // *Эндоскопическая хирургия*. 2024. № 30(6). С. 13–17. DOI: 10.17116/endoskop20243006113.
11. Акимов В.П., Крикунов Д.Ю., Тулюбаев И.Н. и др. Возможности применения видеолапароскопии при ущемленных паховых грыжах // *Скорая медицинская помощь*. 2020. Т. 21, № 1. С. 43–47. DOI: 10.24884/2072-6716-2020-21-1-43-47. EDN: CFCYKC.
12. Сажин В.П., Панин С.И., Сажин И.В. и др. Динамика госпитальной летальности при острых абдоминальных заболеваниях в Центральном федеральном округе России в зависимости от частоты применения лапароскопических операций // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2023. № 6. С. 13–20. DOI: 10.17116/hirurgia202306113.

### REFERENCES

1. Totikov Z.V., Totikov V.Z., Alikova Z.R. et al. Analysis of emergency surgical care in the Republic of North Ossetia-Alania for 2021–2023. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2024;(16):405–422. (In Russ.). DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-6-1006.
2. Parfenov V.E., Barsukova I.M., Dubykaitis P. A. Structure of acute surgical pathology of abdominal organs in St. Petersburg over 20 years of observation. *The Journal of Emergency Surgery named after I.I. Dzhanelidze*. 2025;(2):142–146. (In Russ.). DOI: 10.54866/27129632\_2025\_2\_142. EDN: MCXKUT.



3. Kozlov Yu. A., Rozhansky A. P., Makarochkina M. V. et al. Robot-assisted appendectomy in a child — demonstration of clinical observation. *Pediatric surgery*. 2025;(29):33–40. (In Russ.). DOI: 10.17816/ps844.
4. Barsukova I.M., Dubykaitis P.A., Bumai A.O. Statistics of acute appendicitis in St. Petersburg: 20 years of observation. *MEDLINE.RU*. 2025;26(15):393–406. (In Russ.). <https://medline.ru/public/art/tom26/art15.html>
5. Ilkaeva V.N., Morozov A.M., Zhukov S.V. [et al.] Abdominal pain syndrome in the practice of a cardiologist. *Modern problems of science and education*. 2021;5:126. (In Russ.). DOI: 10.17513/spno.31194. EDN: EVQGDV
6. Podoluzhny V.I. Abdominal pain: principles of diagnosis of urgent abdominal surgical pathology. *Fundamental and clinical medicine*. 2024;9(4):107–119. (In Russ.). DOI: 10.23946/2500-0764-2024-9-4-107-119. EDN: JRPDST
7. Burnevich S.Z., Maslenko N.S. Evaluation of the effectiveness of an expert system for making medical decisions in the diagnosis of acute appendicitis. *Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia. Series: Medicine*. 2023;27(2):228–245. (In Russ.). DOI: 10.22363/2313-0245-2023-27-2-228-245
8. Turbin M.V., Cherkasov M.F., Bondarenko V.A. et al. The role of diagnostic laparoscopy in patients with acute surgical pathology. *Endoscopic surgery*. 2022;28(6):37–44. (In Russ.). DOI: 10.17116/endoskop20222806137
9. Timerbulatov Sh.V., Sagitov R.B., Timerbulatov M.V. et al. Some issues of refined diagnostics and choice of treatment method for complicated acute appendicitis in recent years. *News of surgery*. 2023;31(4):288–300. (In Russ.). DOI: 10.18484/2305-0047.2023.4.288
10. Tadjibaev Sh.A., Sobirov E.K., Abdurashidov F.Sh. On the problem of endovideosurgery of appendicular peritonitis. *Endoscopic surgery*. 2024;30(6):13–17. (In Russ.). DOI: 10.17116/endoskop20243006113
11. Akimov V.P., Krikunov D.Yu., Tulyubaev I.N. [et al.] Possibilities of using videolaparoscopy for strangulated inguinal hernias. *Emergency medical care*. 2020;21(1):43–47. (In Russ.). DOI: 10.24884/2072-6716-2020-21-1-43-47. EDN: CFCYKC
12. Sazhin V.P., Panin S.I., Sazhin I.V. et al. Dynamics of hospital mortality in acute abdominal diseases in the Central Federal District of Russia depending on the frequency of laparoscopic surgeries. *Surgery. Journal named after N.I. Pirogov*. 2023;6:13–20. (In Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia202306113

#### АВТОРЫ

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

*Барсукова Ирина Михайловна*, д.м.н., доц. — ORCID: 0000-0002-5398-714X, SPIN: 4888-2447

*Дубикайтис Петр Александрович*, к.м.н. — SPIN: 2705-1693

*Бумай Алексей Олегович* — SPIN: 5448-5521

#### AUTHORS

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

*Barsukova Irina Mikhailovna*, Dr.Sci. (Medicine), Assoc. Prof. — ORCID: 0000-0002-5398-714X, SPIN: 4888-2447

*Dubykaitis Petr Aleksandrovich*, Ph.D. — SPIN: 2705-1693

*Bumay Aleksey Olegovich* — SPIN: 5448-5521

# АРТНЕО®

**Неденатурированный  
коллаген II типа (НК2)**  
доказанного действия  
для защиты суставов  
и позвоночника



- Не требует совместного применения с ГГХ и ХС.
- Эффективность и безопасность АРТНЕО® изучена в ходе исследований под руководством Л. И. Алексеевой и В. И. Мазурова
- Всего 1 капсула в день.

НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ЛЕКАРСТВЕННЫМ СРЕДСТВОМ



# 2026

## Январь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
		1	2	3	4	
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

## Февраль

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	

## Март

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

## Апрель

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

## Май

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

## Июнь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

## Июль

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

## Август

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

## Сентябрь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

## Октябрь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

## Ноябрь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

## Декабрь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					



## **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](mailto: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 повторов. 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%** заимствований 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 10.12.2025. Формат 60×84/8.  
Печать цифровая. Усл. печ. л. 18,5. Тираж 50. Заказ 01122025.

Отпечатано



Р О К И

Типография «Строки»



г. Воронеж, ул. Любы Шевцовой, 34

Тел.: +7 (995)49-48-47-7

Сайт: [www.strokivrn.ru](http://www.strokivrn.ru)

E-mail: [info@strokivrn.ru](mailto:info@strokivrn.ru)

