



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СКОРОЙ ПОМОЩИ ИМ. И.И. ДЖАНЕЛИДЗЕ

ТАКТИКА ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПРИ ДЕФЕКТАХ СВОДА ЧЕРЕПА

Учебно-методическое пособие

Государственное бюджетное учреждение
«Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи
имени И.И. Джанелидзе»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России)

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии
им. В.М. Бехтерева» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение
высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова»
Министерства обороны Российской Федерации

ТАКТИКА ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПРИ ДЕФЕКТАХ СВОДА ЧЕРЕПА

Учебно-методическое пособие

Тактика хирургического лечения при дефектах свода черепа :
учебно-методическое пособие. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский
НИИ скорой помощи имени И.И. Джанелидзе, 2026. — 48 с.

Авторы:

Мануковский В.А., Верещако А.В., Нарышкин А.Г., Валерко В.Г.,
Селиверстов Р.Ю., Кравцов М.Н., Серебренников Н.А., П.Г. Туниманов,
Кондаков Д.А., Тамаев Т.И.

Редактор

В.А. Мануковский — профессор, директор Санкт-Петербургского
НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, заслуженный врач РФ.

Рецензенты:

Иваненко А.В., доктор мед наук.
Тюликов К.В., кандидат мед. наук.

*Утверждено в качестве методического пособия проблемной комиссией №1
ГБУ СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе,
протокол № 14 от 28 апреля 2026 г.*

В пособии описаны клинические формы последствий черепно-мозговых травм (ЧМТ), подлежащих хирургическому лечению, среди которых дефекты черепа составляют более 30 %. Необходимым этапом реабилитации пациентов с последствиями ЧМТ авторы пособия считают краниопластику — хирургическую операцию, помогающую исправить дефекты черепа, возникшие из-за травм, операций или врождённых аномалий.

Успех в реконструкции дефектов черепа сегодня тесно связан с использованием инновационных технологий, материалов и методов, которые повышают точность операций, снижают риск осложнений и улучшают функциональные и косметические результаты у пациентов.

Пособие адресовано врачам-нейрохирургам, реаниматологам, хирургам, а также врачам, обучающимся по программам основной и дополнительной профессиональной подготовки, клиническим ординаторам.

Пособие содержит 10 рисунков, 3 чертежа и 20 вопросов для самоконтроля знаний и ответов на вопросы.

ISBN 978-5-907834-37-8

ISBN 978-5-907834-37-8



9 785907 834378 >

© Санкт-Петербургский НИИ скорой помощи
им. И.И. Джанелидзе, 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ:

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КРАНИОПЛАСТИКИ СВОДА ЧЕРЕПА	6
ПОКАЗАНИЯ К КРАНИОПЛАСТИКЕ КОСТЕЙ СВОДА ЧЕРЕПА	9
КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ КОСТЕЙ СВОДА ЧЕРЕПА	10
ПАТОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ СИНДРОМА ТРЕПАНИРОВАННЫХ	12
КЛИНИЧЕСКАЯ КАРТИНА	14
СОВРЕМЕННЫЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ	15
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ	17
ВЫБОР ТАКТИКИ И СРОКОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАТИВНОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА	22
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕФЕКТОВ КОСТЕЙ ЧЕРЕПА	28
ОСЛОЖНЕНИЯ КРАНИОПЛАСТИКИ	32
ПРИМЕНЕНИЕ КУРКОВОЙ СТРУБЦИНЫ ДЛЯ УДЕРЖАНИЯ КОСТНОГО ЛОСКУТА ИЛИ ЕГО ПРОТЕЗА В ДЕФЕКТЕ ЧЕРЕПА ПРИ КРАНИОПЛАСТИКЕ	34
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ.....	40
ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ	41
ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ.....	45
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	46

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ВПСШ	—	вентрикулоперитонеальное шунтирование
ВСС	—	верхний сагиттальный синус
ВЧД	—	внутричерепное давление
ДТЧ	—	декомпрессивная трепанация черепа
КТ	—	компьютерная томография
МСКТ	—	мультиспиральная компьютерная томография
РММА	—	полиметилметакрилат
РЕЕК	—	полиэфирэфиркетон
CAD	—	система автоматизированного проектирования (Computer aided design)
CAM	—	система автоматизированного моделирования (Computer aided manufacturing)
SLS	—	селективное лазерное спекание (Selective Laser Sintering)
SLM	—	селективное лазерное плавление (Selective Laser Melting)
СМЖ	—	спинномозговая жидкость
СТЧ	—	синдром трепанированного черепа
ТД	—	трепанационный дефект
ТМО	—	твердая мозговая оболочка
ЧМТ	—	черепно-мозговая травма

ВВЕДЕНИЕ

Количество пациентов с дефектами черепа постоянно увеличивается в связи с увеличением частоты черепно-мозговых травм и их последствий, а также в связи с расширением показаний к декомпрессивной трепанации черепа при рефрактерной внутричерепной гипертензии, опухолевых поражениях костей черепа и сосудистой патологии головного мозга.

Среди клинических форм последствий ЧМТ, подлежащих хирургическому лечению, дефекты черепа составляют более 30 %. Герметизация черепа восстанавливает защиту мозга от воздействия внешних факторов, прежде всего – перманентного влияния атмосферного давления, что предотвращает развитие «синдрома трепанированного черепа» (СТЧ). Нормализация церебральной гемодинамики, циркуляции ликвора обуславливают неврологическое улучшение пациентов, улучшение их когнитивных функций. Реконструкция косметически значимых дефектов способствует социальной адаптации пациентов. Все изложенное позволяет рассматривать краниопластику в качестве необходимого этапа реабилитации пациентов с последствиями ЧМТ.

В последние годы возрос интерес к изучению различных аспектов реконструкции дефектов черепа – оптимизации временных параметров оперативного вмешательства, поиску новых пластических материалов, разработке различных методик пластики, включая интраоперационное изготовление имплантатов, применение 3D-печати, исследование стволовых клеток и морфогенных белков для снижения риска отторжения трансплантатов.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КРАНИОПЛАСТИКИ СВОДА ЧЕРЕПА

Операции по закрытию дефектов костей черепа насчитывают тысячелетнюю историю. Последствия операций на своде черепа эпохи мезолита или раннего неолита (10–12 тыс. лет назад) описаны учеными-археологами.

Имеются сведения о выполнении краниопластики за 7000 лет до н.э. Данный вид оперативных вмешательств практиковали представители различных античных цивилизаций: инки, бритты, племена Северной Африки, полинезийцы.

В 3000 году до н.э. древними инками выполнялась краниопластика с использованием золота или серебра (*Рис. 1*). Другие материалы, например, тыква и кокос, оказались неудачными для применения с этой целью, поскольку их использование сопровождалось осложнениями, в виде остеомиелита (по данным археологических исследований, опубликованных R. Marino et. al.).

В Исландской Полинезии с этой целью использовали скорлупу кокосовых орехов и пальмовые листья. Описано, что позже в область трепанации начали имплантировать незагрязнённую кость черепа самого пациента (Stula D., 1984).

Есть свидетельства успешно проведенных трепанаций у представителей древних цивилизаций, обитавших на территории современной России в период между V и III веком до нашей эры. В ходе археологических раскопок в Республике Алтай были обнаружены три черепа Пазырыкской культуры, имевших непосредственные искусственные костные дефекты в разных отделах свода черепа.



Рис. 1. Череп древнего инка после краниопластики золотой пластиной, выставленный в музее Museo del Oro, Богота (Колумбия)

Успех такого рода операций зависит не только от мастерства хирурга, но и от используемых материалов для закрытия дефекта.

Одно из первых упоминаний о краниопластике в средние века относится к XVI в., когда Fallorius Gabriele (1523—1562) описывал методику замещения костного дефекта черепа с помощью пластины из золота (Courville С.В., 1959).

На протяжении всей истории человечества предпринимались многочисленные попытки имплантировать ткани животных для устранения дефектов черепа. Имеются свидетельства использования в практике костных трансплантатов от собаки, обезьяны, кролика, теленка и т.д. В 1668 году Van Meekeren описал случай реконструкции дефекта черепа после травмы саблей, где для краниопластики была использована кость собаки.

В 1901 году Marshan предложил использовать для краниопластики материал из рогов животных. Так, применялись в практике рога быка, буйвола и слоновая кость с удовлетворительными результатами. В прошлом веке стала доступна аутопластика дефектов черепа фрагментами большеберцовой кости с надкостницей в виде надкостнично-костного лоскута, костной стружкой, ребром, хрящом ребра и т.д. (Лейбезон Н.Д., 1960). В дальнейшем для краниопластики с различным успехом использовались синтетические материалы — такие, как целлулоид (1890), алюминий (1893), платина (1929), тантал (1942), виталлий пр — сплав кобальта и хрома (1943), нержавеющая хирургическая сталь (1945), серебро (1950), титан (1965).

Согласно результатам исследований Т. Makela (1949), серьезным стимулом для активного развития краниопластики послужили мировые войны, во время которых с этой целью, в основном, применялись различные металлы, в большей степени тантал. В послевоенный период для замещения дефектов черепа активно стали применять полимерные материалы — такие, как полиэтилен (1947) и другие. В 1951 году с этой целью начали применять быстро затвердевающий акрил.

Дефект костных структур черепа формируется после оперативных пособий при травматических повреждениях, сосудистых заболеваниях головного мозга, гнойно-воспалительных заболеваниях или при лечении онкологического процесса. Увеличение количества выполняемых декомпрессивных трепанаций в последнее десятилетие обусловлено их эффективностью как метода адекватной борьбы с отеком головного мозга при перечисленных выше состояниях. В нейрохирургии продолжают оставаться актуальными проблемы закрытия дефектов свода черепа и фиксации трансплантатов. В арсенале нейрохирурга имеется масса методов и материалов для проведения краниопластики. Широкий выбор свидетельствует о постоянном научно-технологическом поиске и совершенствовании реконструктивной нейрохирургии.

Можно произвести периодизацию этапов изучения краниопластики свода черепа:

- Первый период характеризовался началом систематического изучения методов и способов краниопластики. В этом периоде изучалась судьба пересаженного трансплантата, роль надкостницы, твердой мозговой оболочки, сосудистой системы (в частности, диплоических вен), солевого обмена и различных других факторов в процессе закрытия дефектов свода черепа.
- Второй период развития краниопластики (с 00-х по 60-е гг. XX века) характеризовался широким внедрением в нейрохирургическую практику различных материалов: ауто-, ксено-, алло-, гетеротрансплантатов. Это было обусловлено тем, что во время Первой мировой войны и Второй мировой войны появилось большое количество раненых, имеющих обширные дефекты черепных костей. Наличие такого контингента пациентов требовало поиска новых материалов, позволяющих надежно закрывать обширные дефекты черепа. В этот период предлагались различные металлы: тантал, виталлий, серебро, свинец, нержавеющая сталь, полиметилметакрилат (РММА). В этот период был хорошо изучен и описан также «синдром трепанированного черепа».
- Третий период истории развития краниопластики (с 60-х по 80-е гг. XX века) был отмечен находкой трансплантационных материалов, которые по своим биологическим, физиологическим и биохимическим свойствам были бы близки тканям реципиента и не вызывали побочных реакций; поисками методов консервации органов и тканей для краниопластики. Достижения в консервации органов и тканей на тот период дали возможность искать трансплантационные материалы, которые по своим биологическим, физиологическим и биохимическим свойствам были бы близки тканям реципиента и не вызывали побочных реакций. В этот период разрабатывались также различные способы хранения аутокости и аллокости: формализация (0,5 и 0,25 %-ный р-р формалина), лиофилизация (замораживание с последующим высушиванием в вакууме) и быстрое замораживание жидким азотом (t от -40 до -70°C) с последующим хранением при $t -25^{\circ}\text{C}$.
- Четвертый период (с 80-х по 90-е гг. XX века) характеризовался появлением более удобных в применении, в меньшей степени вызывающих аллергическую реакцию окружающих тканей синтетических материалов: керамики, полиэфирэфиркетона (РЕЕК) и т.д.
- Пятый период (с 90-х гг. XX века по 10-е гг. XXI века) характеризовался появлением аддитивных технологий, позволяющих изготавливать индивидуальные импланты. Ранее использовались «свободно» или «вручную» моделируемые биополимеры.

ПОКАЗАНИЯ К КРАНИОПЛАСТИКЕ КОСТЕЙ СВОДА ЧЕРЕПА

1) Лечебные (необходимость герметизации черепа, защита от внешних воздействий, нормализация внутричерепного давления, ликвородинамики и гемодинамики головного мозга, профилактика развития «синдрома трепанированного черепа»).

2) Косметические (закрытие дефектов после декомпрессивной трепанации). Восстановление целостности черепа при вдавленных, оскольчатых переломах или обширных дефектах, возникших в результате травмы; реконструкция черепа после резекции кости, пораженной опухолью, или после удаления других патологических очагов; коррекция врожденных деформаций черепа — таких, как преждевременное заращение швов (краниосиностоз); коррекция выраженных деформаций черепа, которые вызывают у пациента психологический дискомфорт и влияют на качество жизни).

3) Профилактические (предупреждение случаев прямого и дополнительного травматизма, в частности, у лиц, страдающих эпилептическими припадками).

КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ КОСТЕЙ СВОДА ЧЕРЕПА

I. По причинам

A. Собственно травматические костные дефекты

1. Дырчатый перелом без инородного тела.
2. Дырчатый перелом с наличием в мозговом веществе инородного тела (костного, металлического и др.).
3. Вдавленные переломы черепа.
4. Многооскольчатые переломы черепа.
5. Посттравматическое рассасывание костей черепа.

Б. Ятрогенные (послеоперационные) костные дефекты вследствие резекционной или декомпрессивной трепанации при хирургическом лечении ЧМТ.

II. По расположению применительно к крыше и основанию черепа

1. Сагиттальные.
2. Парасагиттальные.
3. Конвекситальные.
4. Парабазальные.
5. Базальные.
6. Сочетанные.

III. По латерализации

1. Правосторонние.
2. Левосторонние.
3. Двухсторонние.

IV. По локализации

1. Свод черепа (лобные, височные, теменные, затылочные и т.д.).
2. Основание черепа (передней черепной ямки; средней черепной ямки; задней черепной ямки и прочие).
3. Сочетанные (свода и основания черепа).

V. По размерам

1. Малые (до 10 см²).
2. Средние (до 30 см²).
3. Большие (до 60 см²).
4. Обширные (более 60 см²).

VI. По форме

1. Простые.
2. Сложные.

VII. По количеству

1. Одиночные.
2. Множественные.

VIII. По состоянию окружающей костной ткани в зоне дефекта

1. Без патологических изменений.
2. С патологическими изменениями (рассасывание или уплотнение краев, признаки остеомиелита и др.).

IX. По характеру функционирования зоны дефекта

1. Непульсирующие.
2. Пульсирующие.
3. Западающие.
4. Выбухающие.
5. Смешанные.

X. По состоянию мягких тканей в области дефекта

1. Без изменений.
2. Гиперемия.
3. Свищи.
4. Рубцовые изменения.
5. Утолщение.
6. Истончение.
7. Прочие.

ПАТОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ СИНДРОМА ТРЕПАНИРОВАННЫХ

Синдром трепанированного черепа (СТЧ) («посткраниотомический синдром», «синдром запавшей кожи» или «утонувшего лоскута») — это комплекс неврологических и физических симптомов, который развивается у некоторых пациентов после декомпрессивной трепанации до момента проведения краниопластики (пластики дефекта).

Этиология

Главным этиологическим фактором развития СТЧ является наличие дефекта костей черепа, что приводит к нарушению герметичности черепной коробки и прямому воздействию внешних факторов на мозговые структуры.

Патогенез

1. Влияние атмосферного давления

Влияние атмосферного давления проявляется в двух основных режимах: **статическом и динамическом.**

- **Статическое влияние (Сила тяжести и «присасывание»)**

Влияние связано с постоянным воздействием атмосферного давления в вертикальном и горизонтальном положениях тела.

1) При вертикальном положении тела:

Атмосферное давление оказывает прямое влияние на мозговую ткань в области дефекта черепа, что приводит к нарушению кровотока в мозговом веществе и ликвороциркуляции в области дефекта.

- Результат: кожа в области дефекта западает (формируется «ванна»).
- Влияние на мозг: мозг как бы «проваливается» в сторону дефекта. Происходит натяжение мостообразных вен (соединяющих кору с венозными синусами) и смещение желудочков. Это вызывает тракционные (от натяжения) головные боли.

2) При горизонтальном положении:

Гидростатическое давление внутри черепа выравнивается, и область дефекта может, наоборот, выпухать (пульсирующее выпячивание), так как мозг стремится занять освободившееся пространство.

Это приводит к развитию ряда патологических изменений:

— **Нарушение кровотока в мозговом веществе.** Атмосферное давление оказывает влияние на сосуды в области дефекта, что приводит к их сдавлению и снижению перфузии ткани мозга и нарушению венозного оттока. Вследствие ишемии мозговой ткани может развиваться неврологический дефицит.

— **Нарушение ликвороциркуляции.** Герметичность черепа нарушается, что нарушает естественный отток цереброспинальной жидкости. Это может приводить к дисбалансу давления в ликворных пространствах, расширению желудочковой системы и развитию гидроцефалии.

— **Смещение мозговых структур под действием гравитации.** Сила тяжести способствует пролабированию мозговых тканей в область дефекта. Это приводит к постоянному механическому повреждению мозговой ткани и оболочек мозга, что может приводить к образованию рубцов, которые в свою очередь также могут приводить к нарушению ликвороциркуляции.

— **Изменение внутричерепного давления.** Разница между атмосферным давлением и внутричерепным давлением создаёт эффект «присасывания», когда мозговые ткани как бы «втягиваются» в дефект. Это усиливает деформацию тканей и нарушает их нормальное положение.

- **Динамическое влияние (перепад давлений)**

При изменении положения тела, кашле, чихании, физическом напряжении атмосферное давление в области дефекта резко меняется. Это усиливает описанные выше эффекты:

- Пролабирование и пульсация мозгового вещества становятся более выраженными, что увеличивает травматизацию тканей.
- Возникают резкие колебания внутричерепного давления, что может провоцировать головные боли и другие симптомы.
- Нарушается гемодинамика и ликвороциркуляция в моменты динамических нагрузок.

Патофизиологический механизм «синдрома трепанированного черепа» объяснён У. Джеймс Гарднером в середине прошлого века: западение кожи в области костного дефекта, которое возникает вследствие отрицательного баланса между внутричерепным и атмосферным давлениями, вызывает ликвородинамические нарушения, что, в свою очередь, ведёт к снижению перфузии мозга и нарушению венозного оттока.

КЛИНИЧЕСКАЯ КАРТИНА

Главной жалобой при СТЧ будет цефалгия (диффузного или локального характера), проявления астенического (общая слабость, быстрая физическая и психическая утомляемость, снижение концентрации внимания и т.д.) и психопатологического (трудность концентрации внимания, снижение эффективности умственной деятельности, облегченность или заметное снижение критики к своему состоянию) синдромов.

У пациентов с СТЧ в 28–30 % случаев возникают также эпилептические припадки, в то время как эпилептическая готовность, по результатам электроэнцефалографии, определяется у 40–45 % пациентов. Обычно фокальный компонент имеет топографическую локализацию, соответствующую расположению костного дефекта, что в основном сопряжено с формированием оболочечно-мозговых рубцов.

В клинической картине может отмечаться углубление неврологических проявлений, обусловленных непосредственно перенесенной черепно-мозговой травмой, в виде общемозговых симптомов, эпилептических приступов, пирамидных, экстрапирамидных, чувствительных, речевых нарушений, мозжечковых и стволовых симптомов.

В рамках СТЧ характерно наличие местных симптомов, которые проявляются в виде западения кожного лоскута в области дефекта. Однако при физическом напряжении, наклоне головы, кашле головной мозг пролабирует в трепанационное окно.

СОВРЕМЕННЫЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ

Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) с последующей 3D реконструкцией изображения (Рисунок 2) является незаменимым методом современной диагностики трепанационных дефектов (ТД) костей свода черепа.

Компьютерная томография (КТ) в тканевом режиме позволяет визуализировать у пациентов с костными дефектами посттравматические изменения головного мозга очагового и диффузного характеров различной степени выраженности. У большинства пациентов в области ТД имеют место посттравматические очаговые изменения средней степени выраженности в виде участков пониженной плотности (18–25 ед. Н) в коре, прилежащем белом веществе с наличием негрубых соединительно-тканых рубцовых изменений, кистозных полостей небольшого размера.

Очаговые изменения тяжелой степени как на стороне ТД, так и на отдалении выявляются у четверти пациентов. Последние характеризуются обширными зонами неравномерного понижения плотности, в которых определяются гиподенсивные (кистозные образования) и гиперденсивные участки различных размеров и формы (рубцово-спаечные процессы). Рубцовые изменения часто обуславливают деформацию мозга с подтягиванием прилежащего бокового желудочка. У ряда пациентов наблюдаются обширные кистозные образования, сообщающиеся с боковыми желудочками мозга, образующие порэнцефалические кисты. Нередко может наблюдаться стойкое выбухание в области ТД, обусловленное менингоэнцефалоцеле, иногда в сочетании с гидроцефалией. Очаговые изменения по КТ-данным, как правило, сочетаются с диффузными, при этом выявляется тенденция зависимости их выраженности от тяжести перенесенной ЧМТ.

КТ также существенно дополняет и превосходит данные краниографии в оценке ТД. Последнее в полной мере относится к сложным локализациям костных дефектов (кранио-базальные, кранио-орбитальные области). Однако и в этих условиях часто обычная КТ оказывается недостаточно информативной.

Предоперационная КТ-визуализация зоны вмешательства позволяет нейрохирургу учитывать все хирургические особенности морфологических нарушений зоны ПКД, что облегчает планирование характера и объема оперативных манипуляций. КТ в послеоперационном периоде позволяет исключить некорректность положения имплантата, а также интракраниальные осложнения. С целью точного определения локализации, объема и характера костных дефектов, особенно при

их краниобазальной локализации, широко используется трехмерная КТ-реконструкция.

Сбор данных для построения трехмерного изображения черепа на спиральных томографах занимает не более 30 секунд. Трехмерная реконструкция осуществляется из наборов тонких 0,5–3-х миллиметровых срезов. Программное обеспечение, реализованное на быстродействующих компьютерах, также быстро может производить последующую обработку полученных данных и получать объемные изображения любого дефекта и деформации черепа, а также виртуально моделировать трехмерные модели имплантов, максимально соответствующих области повреждения, до проведения реконструктивных операций.



Рис. 2. Объемное 3D-изображение черепа после обработки аксиальных срезов высокоразрешающей спиральной КТ головы.

Визуализируется обширный сложный дефект височно-теменной области

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Предоперационное 3D-моделирование

Для точного изготовления объемной модели трансплантата применяются методики, основанные на стереолитографическом моделировании с использованием CAD/CAM-технологий. CAD – система автоматизированного проектирования (Computer aided design). CAM – система автоматизированного моделирования (Computer aided manufacturing).

При стереолитографии геометрическое воспроизведение объекта производится послойно депрессионным отверждением жидкого фотомономера с помощью фотополимеризации. Луч лазера, управляемый компьютером, проходит по поверхности жидкого полимера в соответствии с конфигурацией формируемого слоя. В жидкой реакционноспособной среде формируются активные центры (радикалы, ионы, активированные комплексы), которые при микровзаимодействии с молекулами мономера порождают рост полимерных цепей, ведущий к фазовой трансформации, реакционноспособной среде – отверждению слоя. Далее платформа сползает, луч проходит конфигурацию второго сечения, затем третьего и т.д. Так хронологически послойным наращиванием происходит возникновение трехмерного твердотельного конструктивного элемента заданной геометрии.

Существуют две главные схемы создания трансплантатов с применением стереолитографии.

1. Создание трансплантата на пластиковой модели черепа пациента. На стереолитографической установке создают модель черепа и далее по ней вручную образуют пластину. Материалом для конструирования трансплантата может представляться полиметилметакрилат (PMMA), полиэфирэфиркетон (РЕЕК) или титан. Это самый простой способ, тем не менее он требует прецизионного соблюдения анатомических особенностей при производстве трансплантата (Рис. 3). Если сравнивать пластмассовые материалы, то предпочтение следует отдать РЕЕК, который, обладая большей химической инертностью, вызывает меньшее количество осложнений в виде образования подкожных сером и инфекционных осложнений. По данным литературы, при использовании PMMA риск осложнений, требующих удаления трансплантата, достигает 28 %, а риск инфекционных осложнений может составлять 14 %. При использовании РЕЕК риск осложнений значительно меньше. При этом в своем большинстве к ним относится образование подкожных сером, которые успешно лечатся путем их пункционного удаления.

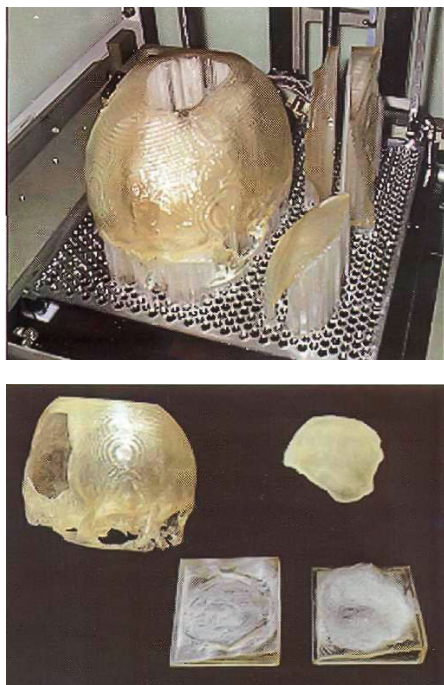


Рис. 3. Стереолитографические полномасштабные модели черепа, имплантата и пресс-формы

Безусловно, самым оптимальным материалом для проведения краниопластики следует признать титановые сетки.

2. Изготовление пресс-формы. При этом необходимо создание компьютерной модели имплантата:

- Создается недостающий фрагмент на срезах, затем полученный набор отредактированных томограмм преобразуют в объемную модель (метод представляется очень трудоемким и требует точного знания анатомического строения и взаимоотношения костей черепа).
- Симметричное отражение: при расположении дефекта с одной стороны от срединной сагиттальной плоскости череп «делят» на две симметричные половины по сагиттальной плоскости; одну из частей трансформируют в ее зеркальную копию и выполняют считывание из зеркальной копии неповрежденной половины поврежденной (Рис. 4)
- Использование «виртуального донора» продуктивно при невозможности применять симметрию черепа: из базы данных подбирают модель черепа, сходную по анатомическому строению, из нее выделяют

нужный фрагмент, который масштабируют и интегрируют с зоной черепа, в которой имеется дефект (Рис. 5).

Стереолитографию как элемент реконструктивной операции наиболее целесообразно использовать при больших (60 см³) и обширных (более 60 см³) по конфигурации и локализации дефектах и деформациях глазницы.

3D компьютерное моделирование импланта на основе симметрии черепа

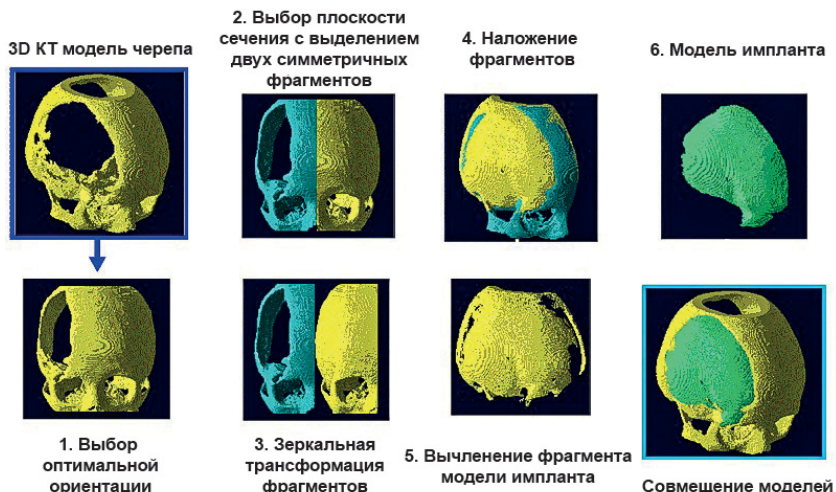


Рис. 4. Компьютерное моделирование на основе использования банка данных («Виртуальный донор»)

3D КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИМПЛАНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ «ВИРТУАЛЬНОГО ДОНОРА»

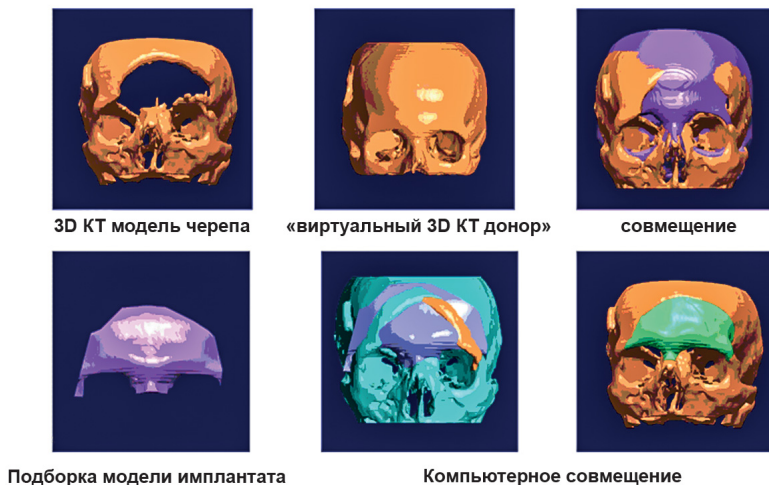


*Рис. 5. Компьютерное моделирование на основе использования банка данных
(«виртуальный донор»)*

В последнее время развиваются системы, включающие в себя как проектирование имплантата, так и его прямое изготовление: CAD/CAM технологии. Следовательно, при использовании систем автоматизированного проектирования и автоматизированного производства (CAD/CAM технологии), индивидуальный имплантат изготавливается напрямую, т. е. без создания промежуточной физической модели его шаблона и необходимости ручного моделирования в пресс-форме (Рис. 6).

3D-печать представляется работающей и перспективной технологией изготовления различных протезов, имплантатов, фрагментов некоторых органов.

Принципиально существует две основные технологии 3D-печати: лазерная и струйная. При лазерной технологии происходит полимеризация под воздействием лазера, либо расплавление под воздействием лазера (технология электронно-лучевой плавки). При струйной происходит подача расплавленного пластика из сопла, при охлаждении он затвердевает, формируя 3D-модель.

Технология печати из металлов разделилась на две ветви: технология прямого лазерного выращивания и технология селективного лазерного спекания (Selective Laser Sintering или SLS) и сплавления (Selective

Laser Melting или SLM). Многими исследователями было доказано, что использование имплантатов, созданных по трехмерной модели черепа пациента на дооперационном этапе, уменьшает продолжительность оперативного вмешательства, позволяет использовать меньшее количество винтов, фиксирующих имплантат, снижает количество послеоперационных осложнений, позволяет добиться лучших эстетических и косметических результатов. Так, в работе Eddie T.W. Tan et al. доказывают, что создание индивидуальных имплантатов может выполнять и сам нейрохирург, владеющий навыками простого компьютерного моделирования.

Исследователи предлагают применять низкобюджетный настольный 3D FDM принтер (моделирование методом послойного наплавления) для изготовления пресс-форм из полилактид (PLA) пластика, в которые отливается биосовместимый полимер (применяли Surgical Simplex P Radioopaque bonecement by Styker Corporation). Следовательно, нейрохирург может самостоятельно изготовить интересный его индивидуальный имплантат, не используя чью-либо помощь.

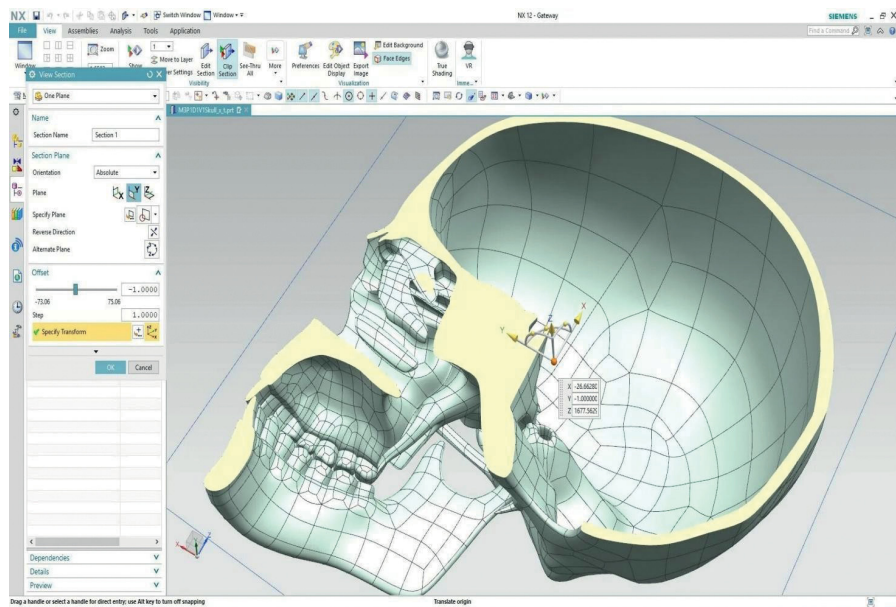


Рис. 6. Моделирование черепа при использовании CAD/CAM технологий

ВЫБОР ТАКТИКИ И СРОКОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАТИВНОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА

Определение оптимальных сроков операции

В настоящее время нет показаний к срокам проведения операции и нет четких временных рамок краниопластики. Поэтому большинство авторов отстаивает индивидуальный подход к каждому конкретному случаю.

Но, по мнению ряда авторов, ранняя краниопластика (≤ 90 дней) имеет преимущество перед поздней (≥ 90 дней), так как снижает риск развития осложнений после декомпрессивных трепанаций, улучшая кровоток и метаболизм мозга, прежде всего в области дефекта. Другим преимуществом ранней краниопластики является предотвращение развития синдрома «запавшего кожного лоскута». Однако после перенесенной локальной инфекции, при сопутствующих воспалительных осложнениях, изменениях мягких тканей в области дефекта рекомендуется выполнение оперативной реконструкции в более поздние сроки.

Существует классификация по времени выполнения операций. Различают:

1. Первичную.
2. Первично-отсроченную (5–7 недель после трепанации черепа).
3. Позднюю (более 3 месяцев).

Краниопластику целесообразно проводить в более ранние сроки (до 60 дней после первичной операции), что необходимо для уменьшения сроков заживления раны и профилактики возникновения последующих осложнений. Так, если состояние пациента позволяет, сроки краниопластики могут быть сокращены до шести недель: этот срок считают оптимальным в плане осложнений и регресса неврологического дефицита. Ранняя краниопластика снижает риск инфекционных осложнений, резорбции костного лоскута и развития эпилепсических приступов.

Алгоритм выбора метода и материала для хирургического лечения

Для проведения краниопластики используются следующие материалы:

1. Аутопластика (ткань пациента).
2. Аллопластика (ткань другого человека).
3. Гетеропластика, ксенопластика (ткань животного).
4. Имплантаты (другие материалы).

К современным материалам предъявляются следующие требования:

1. Биосовместимость.
2. Отсутствие канцерогенного эффекта.
3. Пластичность.

4. Возможность стерилизации и сочетания с аддитивными технологиями.
5. Совместимость с методами нейровизуализации.
6. Устойчивость к физическим и механическим нагрузкам.
7. Оптимальная стоимость.
8. Низкий уровень тепло- и электропроводимости.
9. Низкий риск инфекционно-воспалительных осложнений.

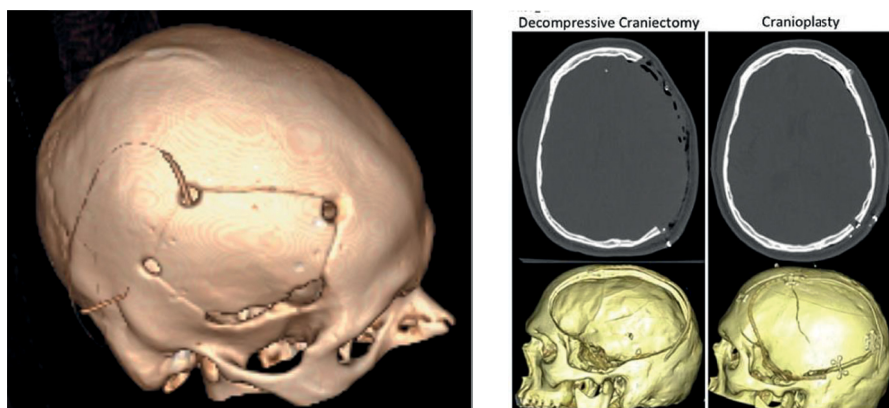
Аутопластика. Отдается предпочтение аутологичным костным имплантатам, поскольку это метод уменьшает попадание инородных материалов в организм. Другой причиной является также легкость принятия организмом своего собственного биологического материала. Использование аутологичной кости для краниопластики обеспечивает превосходный косметический эффект и экономическую эффективность по сравнению с синтетическими материалами (*Рис. 7*)

Как сообщали Malcolm J.G. et al в исследовании, включающем десятилетний ретроспективный анализ пациентов, перенесших краниопластику с использованием аутологичной кости, хранившейся подкожно или замороженной в академическом медицинском центре. Приводятся данные о 94 пациентах. Из них у 34 пациентов (36,2 %) костные лоскуты хранились подкожно и у 59-ти (62,8 %) – в условиях глубокой заморозки.

Обе группы были схожи по демографическим характеристикам, сопутствующим заболеваниям и показаниям к краниэктомии, статистически различались только по индексу массы тела и расам. Между двумя группами не было существенных различий по осложнениям, повторным госпитализациям, незапланированным повторным операциям или продолжительности пребывания в стационаре.

По результатам исследования были сделаны выводы о том, что подкожное и замороженное хранение аутологичной кости приводит к схожим профилям хирургического риска. Криоконсервация может быть предпочтительнее из-за более короткого времени операции и предотвращения осложнений с брюшным карманом, тогда как портативность подкожного хранения является благоприятной для пациентов, перенесших трепанацию в другом учреждении.

Однако по другим данным, после реконструкции костей черепа аутокостным материалом в послеоперационном периоде нередко приходится удалять костный лоскут в 30 % случаев. Основными причинами осложнений, приведшими к удалению аутооттрансплантата, являются инфекции и резорбция кости.



А

Б

Рис. 7. А – компьютерная томография после операции в 3D реконструкции.

Краниопластика выполнена аутокостью. Б – Аутологичный костный трансплантат

Аллопластика. В настоящее время не используются в силу ряда причин – большого числа инфекционных осложнений, высокой частоты лизиса лоскута, юридических сложностей при получении материала, риска передачи специфических инфекций.

Наиболее широко применяются металлические и полимерные имплантаты:

1. Металлические имплантаты

Большинство металлических материалов со временем потеряли свою актуальность и из них остался только один материал – титан: прочный, легкий, не поддающийся коррозии биосовместимый металл, демонстрирующий минимальные инфекционные осложнения по сравнению с прочими металлическими имплантатами.

Титан. Сегодня большинство металлических систем фиксации изготавливаются на основе титана или кобальта-хрома, которые совместимы с тканями, устойчивы к коррозии и химически инертны. В настоящее время применяются следующие материалы: титановые сплавы, чистый титан, сплавы на основе кобальта и хрома. Титан имеет небольшую массу и обладает теплопроводностью, а также высокой прочностью, биологической инертностью, коррозионной устойчивостью, не токсичен.

Сетки, выполненные из титана, легко моделируются в момент хирургического вмешательства. Реконструкцию большого или сложного дефекта черепа сложно реализовать без исходного планирования. Создание трехмерных моделей при дефектах черепа позволяет получить

детальную информацию о состоянии костного дефекта и имеющихся проблемах в месте дефекта. С применением в нейрохирургии 3D-печати титановые пластины стали применять как индивидуальные продукты по индивидуальным параметрам. Упор делается на дооперационной печати и изготовлении, что значительно упрощает работу нейрохирурга по установке импланта.

В настоящее время активно используется технология CAD/CAM в качестве опции, по итогам которой создается шаблон, используемый в дальнейшем при реконструкции дефектов черепа. Данная технология была успешно задействована при изготовлении индивидуальных титановых имплантов путем применения 3D-печати.

Титан широко применяется при вторичных краниопластиках. При применении данных пластин недостатком является присутствие артефактов на снимках при проведении нейровизуализации, но общие результаты работы с этим материалом обнадеживают (Рис. 8).

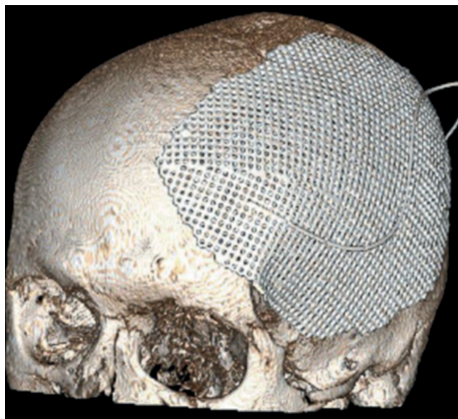


*Рис. 8. Компьютерная томография в 3D-реконструкции.
Краниопластика выполнена титановой сеткой с применением 3D-печати*

2. Полимерные имплантаты

Наиболее часто используются в России полимерные имплантаты РММА и РЕЕК.

Полиметилметакрилаты (РММА). Более подробно, чем при предыдущем изложении коснемся характеристик материалов.

Материалы этой группы широко применяются большинством нейрохирургов, их отличает легкость в моделировании имплантата любой сложности и размеров, а также относительной дешевизной. Однако, применение данных имплантатов связано с высоким риском возникновения

осложнений в послеоперационном периоде. В данных случаях сопряжены с местными воспалительными реакциями, связанные с токсическим и аллергенным эффектами РММА. Полученные пластины из пресс-формы имеют погрешности, что не покрывает косметический дефект.

Полиметилметакрилат располагает рядом достоинств, хорошо известных и широко применяемых нейрохирургами: легкость в моделировании имплантата любой конфигурации и размера, относительно низкая стоимость. Несмотря на широкое распространение, с РММА сопряжен сравнительно высокий риск возникновения осложнений в послеоперационном периоде. Местные воспалительные реакции связаны с токсическим и аллергенным эффектами РММА. Следовательно, с особой осторожностью нужно подходить к применению РММА у людей с осложненным иммунологическим анамнезом (чаще всего аллергические реакции формируются у людей с пищевой аллергией на рыбу и соевый белок).

Чтобы избежать данных осложнений, был внедрен метод 3D-печати пресс-формы, при котором формировалась конфигурация для будущей пластины, после стерилизации оставалось только установить ее в зону дефекта. Этот метод существенно уменьшает время хирургического вмешательства, снижает риск адсорбции токсичных веществ и термического ожога мягких тканей. Но пластина, полученная из пресс-формы, таит погрешности в восстановлении косметического вида, из-за чего РММА стал применяться реже. Пластина из РММА, пропитанная антибиотиками (ванкомицином) с целью профилактики инфицирования метициллин-резистентным золотистым стафилококком демонстрирует низкую степень доказательности (Рис. 9)

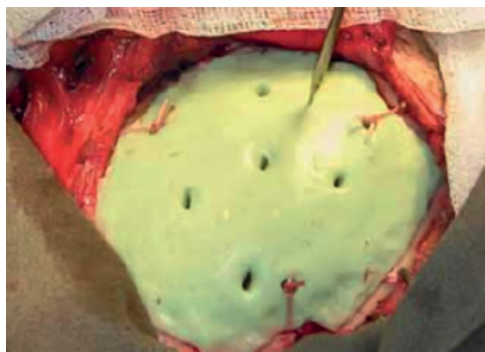


Рис. 9. Пластика дефекта левой лобно-височно-теменной области с использованием импланта на основе РММА

Полиэфирэфиртеконы (РЕЕК). Материалы данной группы под воздействием высокой температуры плавления выпускают в пресс-формах. Но также

имеются недостатки: высокая стоимость порошка для приготовления пластины, сложность в комбинировании его с другими веществами.

Материалы данной группы из-за высокой температуры плавления выпускают только в пресс-формах. К положительным свойствам PEEK можно отнести химическую инертность, прочность, эластичность, термоустойчивость, а также хорошее сочетание с современными методами нейровизуализации (Рис. 10).



Рис. 10. 3D-модель черепа после краниопластики PEEK

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕФЕКТОВ КОСТЕЙ ЧЕРЕПА

Основными показаниями к проведению краниопластики являются наличие дефектов черепа. Не существует ограничений в оценке границы размера дефекта, при которой показано оперативное лечение. В каждом конкретном случае должны учитываться локализация дефекта, косметические аспекты, психологическое состояние пациента, его реакция на дефект, наличие и характер сопутствующих неврологических нарушений.

Оптимальным является проведение первичной краниопластики одномоментно с хирургической операцией при черепно-мозговой травме с обработкой вдавленного перелома. В случаях, когда невозможно произвести первичную краниопластику, проводят первично отсроченную или позднюю краниопластику.

Противопоказаниями к выполнению краниопластики являются:

- Выраженные ликвородинамические нарушения.
- Гнойно-септические осложнения.
- Сердечно-сосудистые заболевания в стадии декомпенсации.
- Гематологические заболевания с гипер- или гипокоагуляцией.

Основной задачей при краниопластике является восстановление целостности и формы черепа.

Техника выполнения краниопластики

1. Предоперационная подготовка.

2. Положение пациента на операционном столе — в зависимости от локализации дефекта.

3. Обезболивание.

Эндотрахеальный наркоз. Проведение инфильтрационной региональной анестезии 0,5 %-ным раствором новокаина гидрохлорида с целью гидравлической препаровки тканей.

4. Выполнение хирургической операции:

4.1. По периметру дефекта или старому посттравматическому рубцу проводят послойно разрез мягких тканей до кости. При помощи кровоостанавливающего зажима «Москит» послойно раздвигают мягкие ткани.

4.2. По периметру дефекта костей черепа при помощи распатора отслаивают надкостницу на расстоянии от 1,0 до 1,5 см. При помощи фрезы или фиссурного твердосплавного бора «освежают» края костного дефекта, свободные от надкостницы. Для исключения дополнительной

травматизации окружающей надкостницы ее удерживают микрохирургическими крючками для разведения краев раны. Затем проводят инстилляцию операционной раны водным 0,05%-ным раствором хлоргексидина биглюконата.

4.3. Имплантат укладывают на «освеженные» края костного дефекта поднадкостнично по принципу «вложения в конверт». Для обеспечения достаточной стабильности при первичной фиксации имплантата накладывают крест-накрест два лигатурных шва из рассасывающегося монофиламентного материала с периодом рассасывания 180 суток, что соответствует сроку формирования молодого костного регенерата. Это обеспечивает в процессе вживления дополнительную биологическую фиксацию титанового имплантата за счет репаративной регенерации костной ткани.

4.4. Кожно-апоневротический лоскут укладывают на место и послойно фиксируют отдельными узловыми швами.

5. Манипуляции после хирургической операции.

В область послеоперационной раны между швами вводят дренажи из стерильной перчаточной резины, которые удаляют на вторые сутки после хирургической операции. Наложение повязки на послеоперационную рану.

6. Манипуляция в послеоперационном периоде. Швы снимают на 8–10-е сутки.

Дополнительные нюансы в технике выполнения краниопластики

Задача реконструкции кожных покровов может быть решена путем простого иссечения рубцовой ткани, перемещения и ротации кожных лоскутов, а при обширных рубцовых поверхностях требуется предварительное наращивание кожных покровов путем подкожной имплантации эспандеров. Форма и размеры эспандеров подбираются индивидуально, исходя из размеров и формы рубца. В результате длительного (до 3 мес.) фракционного введения в полость эспандера жидкости происходит растяжение и наращивание кожи над эспандером. Удаление эспандера сочетается с одновременным иссечением рубцов и пластикой кожных покровов путем перемещения и ротации.

Кожный разрез, как правило, выполняется по послеоперационному рубцу. В случае наличия грубых рубцовых изменений кожи выполняют иссечение рубца. В ряде случаев при атипичном расположении первоначального кожного разреза или несоответствия кожного разреза размерам костного дефекта необходимо выполнение новых или дополнительных разрезов, позволяющих получить адекватный доступ ко всем участкам костного края. Необходимо помнить, что дополнительные разрезы не должны образовывать длинные узкие кожные лоскуты, с которыми связан

высокий риск послеоперационных некрозов вследствие недостаточного кровоснабжения.

Часто дефекты костей черепа сочетаются с дефектами твердой мозговой оболочки (ТМО), наличием оболочечно-мозговых рубцов. В таких случаях требуется пластическая реконструкция дефекта ТМО с использованием ауто-, алло- и ксенотрансплантатов. Основным источником аутоотрансплантатов являются перемещенные надкостничные и апоневротические лоскуты. Наиболее предпочтительно для пластики ТМО использовать ксенотрансплантаты, к которым относятся различные синтетические мембраны. Они редко вызывают местную реакцию тканей и препятствуют образованию оболочечно-мозговых и кожно-мозговых рубцов.

Основной хирургический этап по устранению дефекта черепа производят по общепринятой методике. Предварительно максимально иссекают оболочечно-мозговой рубец без травматизации подлежащей мозговой ткани, рассекают его сращения с краями костного дефекта. При использовании ауто- и аллотрансплантатов, а также в случае применения композиций на основе гидроксиапатита края дефекта обязательно обнажают, освобождают от рубцовой ткани для того, чтобы в дальнейшем обеспечить оптимальное сопоставление импланта с костями черепа.

При больших размерах костного дефекта требуется фиксация ТМО к импланту в нескольких точках для снижения риска образования эпидуральных гематом. В ходе интраоперационного моделирования импланта необходимо стремиться к максимально точному воспроизведению утраченной костной ткани. У сформированного имплантата должны отсутствовать выступающие острые грани, края. При установке на месте дефекта он должен находиться «заподлицо» с прилегающими костями черепа. С целью профилактики скопления жидкости и гематом в эпидуральном пространстве в импланте целесообразно делать отверстия, через которые подшивается ТМО.

Необходимо помнить, что при дефектах височной локализации происходит постепенная атрофия височной мышцы, поэтому даже при полной идентичности импланта утраченной височной кости в послеоперационном периоде может быть косметический дефект вследствие дефицита мягких тканей над имплантом. Данная задача решается за счет контурной пластики мягких тканей костным имплантом. В области атрофированной височной мышцы имплант нужно сделать более толстым и выступающим над поверхностью свода черепа, сохранив плавный переход (без ступеньки) между имплантом и костью пациента. Это же замечание в меньшей степени относится к другим областям черепа, когда длительное отсутствие подлежащей кости либо непосредственно первичное повреждение приводит к истончению мягких тканей.

Подготовленные импланты устанавливаются и фиксируются к краям костного дефекта. Предпочтение следует отдавать металлическим швам, титановым мини-пластинам. Недопустимым является отсутствие фиксации, в том числе в виде простого ушивания мягких тканей над имплантом. Последнее не обеспечивает необходимой фиксации, и ее отсутствие является достоверным фактором развития смещения трансплантата.

ОСЛОЖНЕНИЯ КРАНИОПЛАСТИКИ

Факторы риска осложнений:

- Возраст пациента (особенно старше 60 лет).
- Наличие фрагментированного лоскута.
- Гидроцефалия.
- Зависимость от вентрикулоперитонеального шунта (ВПШ).
- Использование аутоотрансплантатов (повышает риск резорбции и нестабильности костного лоскута).
- Большие или двусторонние дефекты черепа.
- Наличие сопутствующих заболеваний.

Пластика черепа имеет не только косметическое, но и терапевтическое значение. Краниопластика улучшает неврологический статус в послеоперационном периоде, что было продемонстрировано во множестве работ. Несмотря на то, что технически операция довольно проста, существует риск осложнений, который, по данным литературы, может достигать 18–36,5 %.

Асептическая резорбция костного имплантата возникает у 24–50 % пациентов. Было отмечено, что пожилой возраст, фрагментация лоскута, гидроцефалия и зависимость от ВПШ являются возможными факторами риска возникновения резорбции кости, хотя точных причин до сих пор установить не удалось. Возможно, одним из факторов, влияющих на лизис аутолоскута, является методика его хранения и/или стерилизации. Так, в одной из работ было продемонстрировано, что лоскуты с подкожной консервацией реже подвергаются аутолизису после краниопластики.

Существует мнение, что риск возникновения манифестации эпилептического синдрома в отсроченном периоде после краниопластики достигает 14,8 %, при этом связь его с тем или иным видом имплантата не доказана.

Но эта точка зрения не выдерживает критики. Во-первых, одним из показаний к проведению краниопластики является наличие эпилептического синдрома (см. выше). Во-вторых, развитие эпилептического синдрома в различные сроки после краниопластики может быть вариантом естественного течения травматической болезни головного мозга.

В любом случае после перенесенной тяжелой ЧМТ пациентам следует превентивно назначать терапию антиконвульсантами, которая позволяет минимизировать риски развития эпилептического синдрома.

Остается спорным вопросом хирургическая тактика при ликвородинамических нарушениях (гигромы, вентрикуломегалия, гидроцефалия) у пациентов, перенесших декомпрессивную трепанацию черепа (ДТЧ). Не существует единого мнения относительно сроков и очередности проведения шунтирующих операций и краниопластики. Не рекомендуется выполнять шунтирование желудочковой системы одномоментно с операцией краниопластики. В последнее время считается, что эти два типа операций следует разграничивать во времени.

У большинства пациентов после ДТЧ могут возникать ликвородинамические нарушения в виде гигром, вентрикуломегалии. В соответствии с предложенной в 1970 г. Н. Davson и соавт. теорией абсорбции спинномозговой жидкости (СМЖ) последняя всасывается в верхний сагиттальный синус (ВСС) при наличии градиента давления между ними. Для нормального всасывания СМЖ требуется градиент 3–5 мм рт. ст. При нарушении целостности черепа (после ДТЧ) в отдаленном периоде внутричерепное давление (ВЧД) становится равным атмосферному давлению, что может приводить к снижению градиента (ВЧД/ВСС), тем самым обуславливать гипорезорбцию СМЖ, что проявляется в виде ликвородинамических нарушений. Как показывают исследования, эти нарушения могут регрессировать на фоне восстановления целостности черепа (краниопластики).

Среди других возможных осложнений выделяют:

- Миграция имплантата. Происходит из-за недостаточно надёжного крепления, ослабления костных швов, их деструкции, повторной травмы, механического смещения, поломки или смещения краниофиксов.
- Остеомиелит костного трансплантата или костей черепа вокруг трепанационного окна.
- Расхождение краёв послеоперационной раны.
- Формирование свищей в зоне послеоперационной раны.
- Инфицирование послеоперационной раны

ПРИМЕНЕНИЕ КУРКОВОЙ СТРУБЦИНЫ ДЛЯ УДЕРЖАНИЯ КОСТНОГО ЛОСКУТА ИЛИ ЕГО ПРОТЕЗА В ДЕФЕКТЕ ЧЕРЕПА ПРИ КРАНИОПЛАСТИКЕ

Изобретение относится к медицинской технике и предназначено для размещения и удержания костного лоскута или его протеза в дефекте черепа после операции или травмы для последующего закрепления. Курковая струбцина для удержания костного лоскута или его протеза в дефекте черепа при краниопластике содержит стрежневой элемент, ось, подложку, лапку и эксцентрик. Эксцентрик включает цилиндрическое тело и курок. Стержневой элемент выполнен в виде Т-образного упора с проушиной. Лапка содержит кронштейн и подошву с прорезью, соответствующей толщине стержневого элемента. В кронштейне лапки выполнено щелевое отверстие для подвижного крепления оси. В цилиндрическом теле эксцентрика выполнено отверстие, а ось выполнена с возможности закрепления лапки, эксцентрика и стрежневого элемента. Использование изобретения позволяет обеспечить упрощение и ускорение процесса установки и снятия устройства.

Изобретение относится к медицине, в частности к нейрохирургии, и предназначено для размещения и удержания костного лоскута (фрагмента) или его протеза в дефекте черепа после операции или травмы для последующего закрепления.

Процедура фиксации костного лоскута должна быть безопасной, недорогой, малозатратной по времени и эстетически приемлемой, а также не создавать или минимизировать артефакты при нейрорадиологической визуализации и использовать как можно меньшего количества инородных материалов. Таким требованиям в наибольшей степени удовлетворяет фиксация лигатурами и клеем.

Известно устройство – держатель для костного трансплантата при краниопластике (Патент на изобретение №2487679 С1, заявка №2012107213/14; заявл. 27.02.2012; опубл. 20.07.2013), содержащий ручку и стержень с рабочей частью. Рабочая часть имеет форму усеченного конуса с резьбой на боковой поверхности, в которой выполнены три прорези глубиной, превышающей высоту резьбы. На стержне выше усеченного конуса расположен участок с резьбой, по которому подвижно установлена полая втулка, имеющая диаметр внутреннего отверстия больший, чем диаметр усеченного конуса, и которая при навинчивании закрывает усеченный конус, выполняя функцию контргайки.

Недостатком такого технического решения является возможность применения только при замещении дефекта черепа костью, а технологическое отверстие в имплантируемом фрагменте само по себе является дефектом и способствует остеолизу по его периферии.

Другое устройство — трубочина для фиксации костного лоскута (Патент на полезную модель №194742, заявка №2019119583: заявл. 21.06.2019; опубл. 23.12.2019), содержащая стержневой элемент, а также расположенные на нем подвижный и неподвижный ограничители. Стержневой элемент выполнен в виде усеченного цилиндра с резьбой; подвижный ограничитель состоит из гайки и втулки, которая имеет усеченный цилиндрический канал, а неподвижный ограничитель выполнен в виде Т-образного упора, прикрепленного к стержневому элементу, при этом на внешних поверхностях гайки и втулки выполнено рифление. Данное устройство принято за прототип, так как оно является наиболее близким к заявляемому по технической сущности.

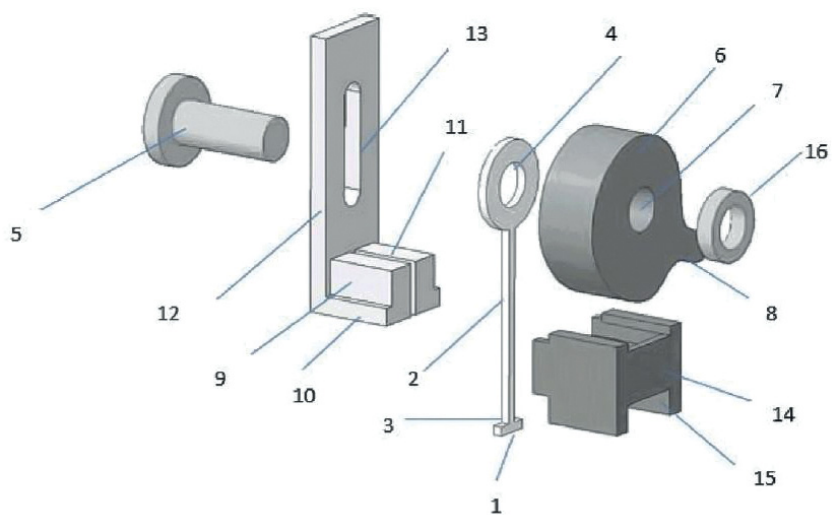
Недостатком данного технического решения является то, что из-за резьбового механизма сжатия трубочины увеличивается длительность оперативного приема на этапе использования устройства. К недостаткам можно отнести также возможность повреждения перчаток хирурга.

Технической проблемой является необходимость разработки быстрозажимного устройства без резьбового механизма сжатия.

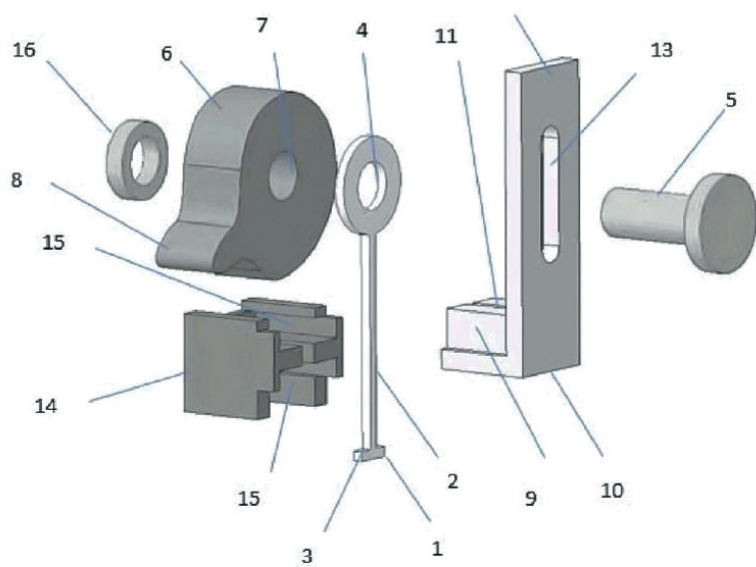
Технический результат состоит в упрощении и ускорении процесса установки и снятия устройства.

Технический результат достигается тем, что курковая трубочина для использования при краниопластике, содержащая стержневой элемент, согласно изобретению, содержит лапку, эксцентрик, включающий цилиндрическоетелоикурок, атакжеподложку, причемериккержневойэлемент выполнен в виде Т-образного упора с проушиной, при этом лапка содержит подошву с прорезью, соответствующей толщине стержневого элемента, а в самой лапке выполнено отверстие. Кроме того, в цилиндрическом теле отверстия также выполнено отверстие, а также трубочина содержит ось, выполненную с возможностью закрепления лапки, эксцентрики и стержневого элемента.

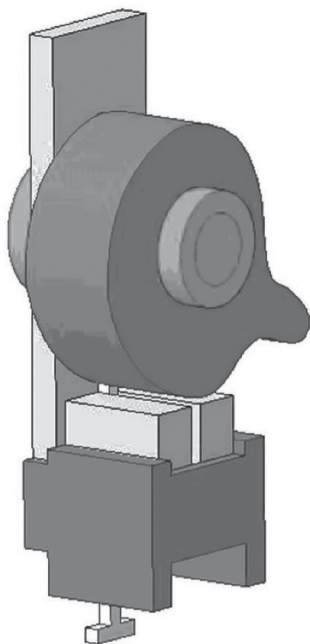
Изобретение поясняется чертежами, где на фиг. 1 и 2 изображена разнесенная схема курковой трубочины для краниопластики, на фиг. 3 — в сборе.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

На фигурах обозначены следующие позиции:

1. Т-образный упор.
2. Стержневой элемент.
3. Пятка.
4. Проушина.
5. Ось.
6. Эксцентрик.
7. Цилиндрическое тело.
8. Курок.
9. Лапка.
10. Подошва.
11. Прорезь.
12. Кронштейн.
13. Щелевое отверстие.
14. Подложка.
15. Ниша.
16. Кольцо.

Струбцина для краниопластики включает стержневой элемент (2) в виде Т-образного упора, лапку (9), эксцентрик (6) и подложку (14).

Т-образный упор представляет собой стержневую тягу (стержневой элемент 5) с расположенными на ее разных концах пятка (3) и проушине (4).

Эксцентрик (6) содержит цилиндрическое тело (7) и курок (8). Лапка (9) содержит кронштейн (12) с щелевым отверстием (13) для подвижного крепления оси (5) с ходом, равным эксцентриситету и подошву (10) с прорезью (11), через которое проходит стержневой элемент (2). Подложка (14) выполнена по форме и размеру подошвы (10) лапки (9) с нишами различной глубины на противоположных сторонах с прорезью (11) для заведения за стержневой элемент (2).

Ниши на противоположных сторонах подложки (14) имеют различную глубину и предназначены для уменьшения расстояния между сжимающими поверхностями при недостаточности для этого свободного хода стержневого элемента (2).

Представленное изобретение работает следующим образом.

В взведенном состоянии стержневой элемент (2) через отверстие в подошве (10) лапки (9) опускается пяткой (3) в щель между краями дефекта и костным лоскутом или его протезом, после чего осуществляют поворот струбцины на 90 градусов с тем, чтобы пятка (3) стержневого элемента (2) расположилась перпендикулярно щели с опорой на края дефекта и костного лоскута или его протеза. При пластике дефекта тонкой кости (до 5 мм) для компенсации недостаточности хода Т-образного упора для зажатия сопрягаемых элементов под подошву (10) заводится подложка (14) таким образом, что стержневой элемент (2) проводится через прорезь (11) в ней. Курок (8) опускают вниз, обеспечивая вращение цилиндрического тела (7) так, что его наибольший диаметр размещается вертикально, что обеспечивает смещение оси (5) по прорези (11) в кронштейне вертикально вверх, поднимая при этом тягу, от чего струбцина сжимается.

После достижения достаточной временной фиксации имплантат фиксируют лигатурами или клеем. В последнем случае выдерживается необходимая для схватывания экспозиция. Затем ослабляют струбцину поднятием курка (8), разворачивают струбцину на 90 градусов и извлекают устройство. Для практического применения предусмотрена возможность одновременного использования двух и более струбцин.

Представленное устройство поясняется примерами.

Пример 1.

Пациент Л., 37 лет, поступил в нейрохирургическое отделение с диагнозом «Последствия ЧМТ. Дефект черепа в лобно-височно-теменной области слева». Перенес травму три месяца назад — оскольчатый перелом лобной и правой теменной костей. Тогда же был прооперирован: удаление

костных отломков и острой эпидуральной гематомы. При поступлении сознание ясное. Ориентирован. Зрачки D=S, фотореакция сохранена. Движения глазных яблок в полном объеме. Лицо симметричное, язык по средней линии. Глотание, фонация не нарушены. Сила в конечностях сохранена. Сухожильные рефлексы без разницы сторон, живые. Чувствительных нарушений нет. Функции тазовых органов сохранены. Координаторные пробы выполняет удовлетворительно. Патологические стопные знаки не вызываются. Менингеальной симптоматики нет. Краниопластика протезом из полиметилметакрила. При фиксации костного лоскута использовали заявляемое устройство. После достижения достаточной временной фиксации имплантат фиксировали клеем. Послеоперационный период без осложнений. Швы сняты, рана зажила первичным натяжением. Неврологический статус на дооперационном уровне. Выписан на 11-й день после операции с удовлетворительным косметическим и функциональным результатами операции.

Пример 2

Пациент С., 63 лет, поступил в нейрохирургическое отделение с диагнозом: «Последствия ОНМК по ишемическому типу. Состояние после оперативного лечения, дефект черепа слева». Оперирован четыре месяца назад в связи с отечно-дислокационным синдромом — краниэктомия слева. Погружение костного лоскута под широкую фасцию четырехглавой мышцы левого бедра. При поступлении сознание ясное, ориентирован. Сила в правых конечностях снижена до 4-х баллов. Дефект лобной, височной, теменной костей слева 10×14 см. По данным рентгеновской компьютерной томографии, обширная зона кистозно-дистрофических изменений в конвекситальных отделах правой теменной области. Прооперирован: извлечение костного лоскута из-под широкой фасции четырехглавой мышцы левого бедра. При фиксации костного лоскута использовали заявляемое устройство. После достижения достаточной временной фиксации имплантат фиксировали тремя лигатурами. Швы сняты на 10-й день, раны зажили первичным натяжением. Неврологический дефицит на дооперационном уровне. Пациент выписан с удовлетворительным косметическим и функциональным результатами операции.

Таким образом заявляемое изобретение пригодно для временной фиксации костного лоскута и повторного использования, просто в установке и демонтаже, обладает повышенной надежностью фиксации.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Курковая струбцина для удержания костного лоскута или его протеза в дефекте черепа при краниопластике, содержащая строжневой элемент, отличающаяся тем, что содержит ось, подложку, лапку и эксцентрик, включающий цилиндрическое тело и курок, причем строжневой элемент выполнен в виде Т-образного упора с проушиной, лапка содержит кронштейн и подошву с прорезью, соответствующей толщине строжневого элемента, в кронштейне лапки выполнено щелевое отверстие для подвижного крепления оси, в цилиндрическом теле эксцентрика выполнено отверстие, а ось выполнена с возможностью закрепления лапки, эксцентрика и строжневого элемента.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. **Что такое краниопластика?**
 - а) Операция по удалению части черепа для декомпрессии мозга
 - б) Хирургическое восстановление целостности костей черепа после травмы или операции
 - в) Процедура фиксации переломов лицевого скелета
 - г) Метод диагностики повреждений головного мозга
2. **Какая из перечисленных целей НЕ является основной при выполнении краниопластики?**
 - а) Защита головного мозга от механических повреждений
 - б) Восстановление косметического дефекта
 - в) Нормализация ликвородинамики и церебрального кровотока
 - г) Удаление опухолевой ткани головного мозга
3. **Какой синдром, характеризующийся головной болью, головокружением, раздражительностью и депрессией, может развиваться у пациентов с дефектом черепа и является показанием к краниопластике?**
 - а) Синдром Меньера
 - б) Синдром трепанированного черепа
 - в) Синдром конского хвоста
 - г) Синдром позвоночной артерии
4. **Наиболее частая причина удаления костного лоскута, требующая последующей краниопластики:**
 - а) Опухоли головного мозга
 - б) Черепно-мозговая травма (ДТП, падения)
 - в) Врождённые аномалии развития черепа
 - г) Остеомиелит костей черепа
5. **Оптимальный срок выполнения отсроченной краниопластики после декомпрессивной краниэктомии при отсутствии осложнений:**
 - а) 1–2 недели
 - б) 3–6 месяцев
 - в) 12–18 месяцев
 - г) Сроки не имеют значения
6. **Какое из перечисленных преимуществ характерно для титановых имплантов?**
 - а) Полное замещение костной тканью в течение шести месяцев
 - б) Низкий риск воспалительных реакций и возможность использования при дефектах с вовлечением пазух

- в) Дешевизна и доступность в любых условиях
 - г) Отсутствие необходимости в фиксации
- 7. Какой материал обладает способностью к остеоинтеграции и частичному замещению собственной костной тканью?**
- а) Метилметакрилат
 - б) Титан
 - в) Гидроксиапатит
 - г) Полиэфирэфиркетон (PEEK)
- 8. На каком расстоянии от края костного дефекта рекомендуется отслаивать надкостницу при подготовке ложа для импланта?**
- а) 0,3–0,5 см
 - б) 1,0–1,5 см
 - в) 3,0–4,0 см
 - г) Отслаивание надкостницы не требуется
- 9. Какой метод позволяет создать индивидуальную 3D-модель импланта для точного восстановления анатомии черепа?**
- а) Рентгенография в двух проекциях
 - б) Стереолитография на основе КТ-данных
 - в) Ультразвуковое сканирование
 - г) Магнитно-резонансная томография без 3D-реконструкции
- 10. Что является обязательным условием при установке импланта для профилактики эпидуральных гематом?**
- а) Плотное ушивание мягких тканей без дренажа
 - б) Фиксация твёрдой мозговой оболочки к импланту в нескольких точках и создание дренажных отверстий
 - в) Использование только рассасывающихся материалов для фиксации
 - г) Отказ от антибиотикопрофилактики
- 11. Какой тип кожного разреза предпочтителен при краниопластике, если послеоперационный рубец не совпадает с проекцией костного дефекта?**
- а) Новый разрез параллельно рубцу на расстоянии 2 см
 - б) Иссечение рубца с выполнением разреза точно по его линии и при необходимости расширением операционного поля
 - в) Круговой разрез вокруг дефекта
 - г) Разрез не имеет значения, главное — доступ к кости

- 12. Какой метод фиксации импланта к краям костного дефекта считается предпочтительным?**
- а) Клеевая фиксация фибриновым клеем
 - б) Титановые мини-пластины и винты, металлические швы
 - в) Только рассасывающиеся швы
 - г) Фиксация не требуется, достаточно давления мягких тканей
- 13. Какое осложнение является наиболее частым после краниопластики?**
- а) Эпилептические припадки
 - б) Инфекция раны / расхождение швов
 - в) Отторжение импланта
 - г) Кровотечение из синусов твёрдой мозговой оболочки
- 14. Что из перечисленного является абсолютным противопоказанием к выполнению краниопластики?**
- а) Возраст пациента старше 60 лет
 - б) Активный гнойно-воспалительный процесс в области дефекта
 - в) Наличие сахарного диабета в стадии компенсации
 - г) Дефект размером более 50 см²
- 15. Какой фактор НЕ повышает риск резорбции аутокостного импланта?**
- а) Возраст пациента младше 18 лет
 - б) Хранение кости в глубокой заморозке
 - в) Наличие инфекции в анамнезе
 - г) Большой размер костного лоскута
- 16. Пациенту выполнена краниопластика. На третьи сутки появилось выбухание в области операции, гиперемия, температура 38,5°C. Какое осложнение наиболее вероятно?**
- а) Серома
 - б) Послеоперационная гематома
 - в) Инфекционное осложнение (нагноение)
 - г) Резорбция импланта
- 17. Что рекомендуется предпринять для профилактики инфекционных осложнений при краниопластике?**
- а) Отказ от антибиотикопрофилактики
 - б) Строгое соблюдение асептики, периоперационная антибиотикопрофилактика, адекватный дренаж

- в) Использование только аутокостных имплантов
- г) Увеличение времени операции для тщательной обработки

18. Какая тактика считается наиболее рациональной при планировании краниопластики у пациента с перенесённой инфекцией в области костного дефекта?

- а) Выполнение операции немедленно после заживления кожных покровов
- б) Отсрочка операции минимум на 6–12 месяцев после полной санации очага и нормализации маркеров воспаления
- в) Использование только аутокостного трансплантата независимо от срока
- г) Отказ от краниопластики из-за высокого риска рецидива инфекции

19. Какой фактор является наиболее значимым предиктором успешной остеоинтеграции при использовании гидроксиапатитных имплантов?

- а) Возраст пациента старше 50 лет
- б) Наличие плотного контакта импланта с краями костного дефекта и стабильная фиксация без микродвижений
- в) Предварительное облучение области операции
- г) Использование рассасывающихся фиксаторов вместо титановых винтов

20. Что из перечисленного относится к относительным противопоказаниям для выполнения одномоментной краниопластики (сразу после удаления опухоли или гематомы)?

- а) Дефект черепа размером менее 3 см
- б) Наличие выраженного отёка мозга и риск вторичной дислокации структур
- в) Возраст пациента 25–45 лет
- г) Использование титанового импланта по сравнению с акриловым

ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ

- 1 – Б
- 2 – Г
- 3 – Б
- 4 – Б
- 5 – Б
- 6 – Б
- 7 – В
- 8 – Б
- 9 – Б
- 10 – Б
- 11 – Б
- 12 – Б
- 13 – Б
- 14 – Б
- 15 – Б
- 16 – В
- 17 – Б
- 18 – Б
- 19 – Б
- 20 – Б

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Довнар А.И. Сравнительная характеристика способов реконструктивного лечения дефектов костей черепа // Журнал ГрГМУ. 2025. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnaya-harakteristika-sposobov-rekonstruktivnogo-lecheniya-defektov-kostey-cherepa> (дата обращения: 12.03.2026).
2. Коновалов Ан.Н., Пилипенко Ю.В., Элиава Ш.Ш. Технические особенности и осложнения краниопластики у пациентов после декомпрессивной трепанации черепа в остром периоде субарахноидального кровоизлияния / Коновалов Ан.Н., Пилипенко Ю.В., Элиава Ш.Ш. [Электронный ресурс] // Mediasphera : [сайт]. — URL: <https://www.mediasphera.ru/issues/zhurnal-voprosy-nejrokhirurgii-imeni-n-n-burdenko/2018/5/1004288172018051088>
3. Левченко О. В. Современные методы краниопластики // Нейрохирургия. 2010. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-metody-kranioplastiki>
4. Потапов А.А., Кравчук А.Д., Лихтерман Л.Б., Охлопков В.А., Чобулов С.А., Маряхин А.Д. Реконструктивная хирургия дефектов черепа: клинические рекомендации. — М., 2015.—22 с
5. Патент на полезную модель №194742 U1, Российская Федерация, МПК А61В 17/68. трубочина для фиксации костного лоскута: №2019119583: заявл. 21.06.2019: опубл. 23.12.2019 / А.В. Верещако, Д.А. Травков, Ю.Ю. Киндюхин, И.В. Яковенко; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения РФ.
6. Патент: Курковая трубочина для удержания костного лоскута или его протеза в дефекте черепа при краниопластике. №2837127 от 25.03.2025г./ Д.А. Травков, А.В. Верещако, В.А. Мануковский, Ю.Ю. Киндюхин, М.Н. Кравцов, Н.А. Серебренников/.
7. Патент: Туниманов, П.Г. Патент № 2715921С1 Российская Федерация. Способ краниопластики при сложных дефектах костей черепа:

№ 2019127679: заявл. 03.09.2019: опубл. 04.03.2020 / П.Г. Туниманов, Е.В. Зиновьев, В.В. Солошенко и др.

8. Патент: Туниманов, П.Г. Патент № 2721875С1 Российская Федерация. Способ удаления титановой пластины при рубцовых и язвенных изменениях кожи головы: № 2019136556: заявл. 13.11.2019: опубл. 25.05.2020 / П.Г. Туниманов, Е.В. Зиновьев, В.В. Солошенко и др.

ISBN 978-5-907834-37-8



Тактика хирургического лечения при дефектах свода черепа :
учебно-методическое пособие. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский
НИИ скорой помощи имени И.И. Джанелидзе, 2026. — 48 с.

Авторы:

Мануковский В.А., Верещако А.В., Нарышкин А.Г., Валерко В.Г., Селиверстов Р.Ю.,
Кравцов М.Н., Серебrenников Н.А., П.Г. Туниманов, Кондаков Д.А., Тамаев Т.И.

Редактор

В.А. Мануковский — профессор, директор Санкт-Петербургского
НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, заслуженный врач РФ.

Рецензенты:

Иваненко А.В., доктор мед наук.
Тюликов К.В., кандидат мед. наук.

*Утверждено в качестве методического пособия проблемной комиссией №1
ГБУ СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе,
протокол № 14 от 28 апреля 2026 г.*

© Санкт-Петербургский НИИ скорой помощи
им. И.И. Джанелидзе, 2026

© Отпечатано ИП Масленникова В.Ю., 2026

Формат 60х90/16. Объем 3 усл.п.л. Тираж 50 экз. Заказ № 271.
Подписано в печать 19.10.2026 г. Отпечатано в типографии ИП Масленникова В.Ю.,
Почтовый адрес: 197760, Санкт-Петербург, г. Кронштадт, ул. Посадская, д. 21, кв. 8

**Санкт-Петербургский научно-исследовательский
институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе**

ISBN 978-5-907834-37-8



9 785907 834378 >