

А.А. Потапов, В.Н. Корниенко, А.Д. Кравчук, Л.Б. Лихтерман, В.А. Охлопков, С.А. Еолчийан, А.Г. Гаврилов,  
Н.Е. Захарова, С.Б. Яковлев, В.А. Шурхай

НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко РАМН, Москва

## Современные технологии в хирургическом лечении последствий травмы черепа и головного мозга

*В сообщении (созданном по материалам доклада, представленного на Сессии общего собрания РАМН, Санкт-Петербург, 14–15 июня 2012 г.) представлены основные хирургически значимые формы посттравматической патологии у 4136 пациентов с дефектами и деформациями костей свода, основания черепа и лицевого скелета, рецидивирующей ликвореей, артериосинусными соустьями, истинными и ложными аневризмами и др. Разработана классификация последствий и осложнений черепно-мозговой травмы, а также периодизация ее клинического течения. Раскрыты возможности современных нейровизуализационных технологий распознавания и исследования патогенеза последствий и осложнений черепно-мозговой травмы. Особое внимание уделено реконструктивной и минимально инвазивной хирургии, детально описан метод компьютерного моделирования и последующего стереолитографического лазерного воспроизведения полномасштабных копий черепа, его дефектов и имплантатов, что особенно значимо при обширных и сложных краниобазальных и краниофациальных повреждениях. Обосновано дифференцированное применение интракраниальных и эндоназальных доступов для закрытия хронических ликворных фистул. Вместе с впервые созданной в НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко методикой эндovasкулярной реконструкции магистральных сосудов с помощью баллонов-катетеров Ф.А. Сербиненко представлены новые подходы, опирающиеся на современные технологии с использованием стентов, микроспиралей и эмболизирующих композиций.*

**Ключевые слова:** *нейротравма, реконструктивная хирургия, компьютерное моделирование.*  
(Вестник РАМН. 2012; 9: 31–38).

Внедрение принципов микрохирургии, малоинвазивных эндоскопических и эндоваскулярных вмешательств, реконструктивных операций с применением компьютерного моделирования и стереолитографического прототипирования поврежденных структур и имплантов, а также использование современных методов нейровизуализации, патогенетически обоснованной адекватной реанимации и интенсивной терапии, программируемых ликворшунтирующих систем позволили в последние годы не только снизить летальность при тяжелой черепно-мозговой травме, но и уменьшить степень инвалидизирующих последствий [1–9].

В данной статье представлен анализ результатов разработки и применения реконструктивных и малоинвазивных вмешательств при хирургически значимых последствиях черепно-мозговой травмы в НИИ нейрохи-

рургии им. Н.Н. Бурденко за последние годы. Основными видами посттравматической патологии являлись дефекты и деформации свода и основания черепа с повреждением мозга и его оболочек, в том числе сопровождающиеся базальной ликвореей и/или гидроцефалией, а также повреждения интракраниальных сосудов с формированием каротидно-кавернозных соустьев, ложных аневризм, хронических гематом и пр. (табл. 1).

### Реконструктивная хирургия дефектов свода и основания черепа

Несмотря на свою долгую историю, проблема восстановления целостности черепа после вдавленных переломов, декомпрессивных трепанаций, огне-

A.A. Potapov, V.N. Kornienko, A.D. Kravchuk, L.B. Likhтерman, V.A. Okhlopov, S.A. Yeolchyan, A.G. Gavrilov,  
N.E. Zakharova, S.B. Yakovlev, V.A. Shurkhay

Burdenko Neurosurgical Institute, Moscow, Russia

## Modern technology in the surgical treatment of head injury sequelae

*The paper presents main types of surgically relevant posttraumatic lesions in 4136 patients with skull vault as well as skull base defects, craniofacial deformities, recurrent CSF leaks, arterio-venous fistulas, aneurysms and pseudoaneurysms etc. Classification of TBI sequelae and complications as well as its clinical course grading is presented. The use of modern neuroimaging techniques for studying pathophysiologic mechanisms and complications of TBI has been demonstrated. Special emphasis was given to minimally invasive and reconstructive surgery; computer modeling with subsequent full-copy stereolithographic laser implant setup was shown which is of great importance in cases of large and complex skull base and craniofacial deformities. Patient selection for transcranial and endonasal CSF leak closure techniques was justified. Treatment of post-traumatic vascular injuries using Serbinenko balloon-catheters as well as modern techniques such as stents, coils and embolization has been demonstrated.*

**Key words:** *neurotrauma, reconstructive surgery, computer modeling.*

(Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk – Annals of the Russian Academy of Medical Sciences. 2012. 9: 31–38).

**Таблица 1.** Реконструктивные и малоинвазивные вмешательства при последствиях травмы черепа и головного мозга

Последствия травмы черепа и головного мозга	Количество больных	%
1. Дефекты и деформации свода черепа ( $\pm$ основания)	1523	36,8
2. Краниоорбитальные дефекты и деформации	374	9,0
3. Дефекты основания черепа, сопровождающиеся базальной ликвореей	248	6,0
4. Повреждения интракраниальных сосудов (каротидно-кавернозные соустья, ложные аневризмы и пр.)	1378	33,3
5. Хронические субдуральные гематомы	427	10,3
6. Посттравматическая гидроцефалия	186	4,5
Итого	4136	100

**Таблица 2.** Материалы и осложнения при краниопластике

Материалы	Годы	Количество больных	Общее количество осложнений, (%)	Гнойно-воспалительные осложнения, (%)
Формализированные кости	1984–1993	84	14 (10,7)	2 (2,4)
Лиофилизированные кости	1990–1997	71	17 (24)	9 (12,7)
Протакрил	1984–1997	249	22 (8,8)	14 (5,6)
БОП	1989–1991	26	4 (15)	3 (11,5)
Кодубикс	1993–1997	68	3 (4,5)	2 (3)
Аутокость/титан	1989–2011	92/51	3/0 (2,1)	2/0 (1,3)
Полиметилметакрилаты	1994–2011	880	32 (3,6)	16 (1,8)
Всего		1523	95 (6,2)	48 (3,1)

стрельных ранений, удаления опухолей, поражающих кости свода и основания черепа, а также других патологических процессов по-прежнему актуальна [2, 3, 8, 10–13]. Количество пострадавших с костными дефектами постоянно увеличивается в связи с увеличением случаев получения тяжелой черепно-мозговой травмы и хирургической активности, расширением показаний к декомпрессионной трепанации черепа не только при травме, но и при сосудистых заболеваниях.

Вместе с тем дегерметизация черепа помимо осложнений в послеоперационном периоде приводит к формированию нового патологического состояния, которое получило название «синдром трепанированных» [14]. Патологические механизмы развития этого синдрома достаточно многообразны и в настоящее время продолжают обсуждаться [7, 15]. Улучшение неврологических

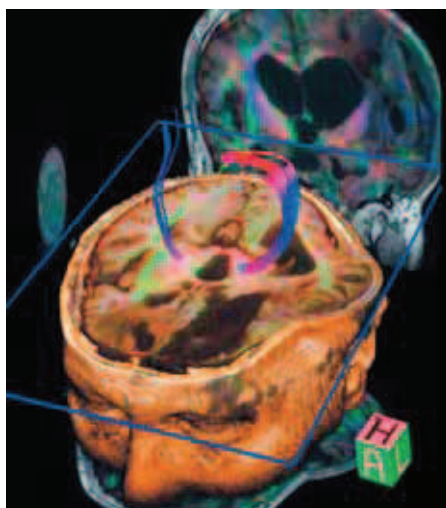
функций после краниопластики и герметизации черепа, связанное с изменениями ликворо- и гемодинамики, позволяет рассматривать реконструкцию костных дефектов как необходимое условие в реабилитации больных с последствиями тяжелых краниоцеребральных поражений и декомпрессионных операций [2, 3, 15]. Оптимальным считается проведение реконструктивных операций в сроки от 1 до 6 мес после травмы [2, 3, 12]. Однако возможность выполнения реконструктивных операций в ранние сроки зависит от многих факторов: темпа регресса отека мозга и внутричерепной гипертензии, наличия экстра- и интракраниальных осложнений, развития гидроцефалии и др.

В нашем исследовании 186 пациентам с посттравматической гидроцефалией, в том числе после декомпрессионных трепанаций (рис. 1), были выполнены шунтирующие операции с последующим закрытием костного дефекта. У 68 из них были использованы программируемые системы с достоверным снижением частоты дисфункции шунтов в послеоперационном периоде.

Одной из основных проблем реконструктивной хирургии является выбор пластического материала. Диапазон используемых материалов для краниопластики огромен и постоянно расширяется. Биологическая совместимость, отсутствие тканевых реакций, высокие регенераторные способности — вот основные преимущества аутоматериалов, однако и они имеют существенные ограничения [2, 3, 16].

Современные ксеноматериалы (полиметилметакрилаты, титан, гидроксиапатит и др.) служат альтернативой костным имплантатам и в ряде случаев имеют определенные преимущества. Продолжается поиск материалов для краниопластики, способных не только обеспечивать герметизацию черепа, но и способствовать процессам остеокондукции и остеоиндукции.

В нашей клинике при реконструкции костных дефектов свода черепа в последние годы использовались следующие основные виды пластических материалов: аутокость (расщепленная кость, костные отломки и др.), аллокость (формализованная, лиофилизированная костная ткань) и ксеноимплантаты (метилметакрилаты, титан и др.; табл. 2).



**Рис. 1.** МРТ пациента с последствиями черепно-мозговой травмы — костным дефектом в левой теменно-височной области и асимметричной гидроцефалией. При МР-трактографии выявляется растяжение и асимметрия кортикоспинальных трактов расширенными желудочками мозга.

С нашей точки зрения, наибольшим преимуществом обладают аутоотканы, однако структурные изменения костной ткани, ее частая резорбция (при размерах аутокости более 30,0 см<sup>2</sup> риск резорбции достоверно выше), технические сложности забора, особенно больших костных лоскутов, ограничивали их использование. Применение аутоотканей наиболее предпочтительно в детском возрасте, а также при небольших костных дефектах. Использование аллогенных материалов в настоящее время пересмотрено в связи с риском передачи трансмиссивных инфекций [2].

### **Компьютерное моделирование и лазерная стереолитография**

Важной задачей краниопластики является эстетическое совершенство реконструктивной операции, особенно при обширных дефектах сложной лобно-орбитальной и краниобазальной локализации. Бурное развитие методов нейровизуализации с построением трехмерных виртуальных моделей и возможностью компьютерного моделирования операций кардинальным образом изменили технологию и качество реконструктивной хирургии дефектов и деформаций черепа травматического, опухолевого и врожденного характера, а также после резекционных и декомпрессионных операций.

Первые систематические трехмерные компьютерно-томографические (КТ) исследования в НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко начали выполняться в 90-х годах у больных с краниобазальными и краниофациальными повреждениями с целью планирования операций по удалению инородных тел сложной конфигурации и виртуального моделирования реконструкции дефектов черепа [2, 3, 17, 18].

Компьютерное моделирование позволяет редактировать КТ-модели с восстановлением недостающих фрагментов и созданием виртуальных индивидуальных имплантатов. Изготовление имплантатов осуществляется с использованием разных методов прототипирования трехмерных объектов на основе CAD/CAM-технологий [15, 19–21].

В России этот метод разработан в Институте проблем лазерных и информационных технологий РАН (ИПЛИТ, Шатура, Московская область) под руководством академика РАН В.Я. Панченко и впервые был использован в судебно-медицинской практике при верификации останков семьи Романовых [1–3, 19, 21].

Компьютерное моделирование и лазерная стереолитография при реконструктивных операциях в НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко применяется с конца 90-х годов, а первые публикации относятся к началу 2000-х годов [3, 7, 16]. С 1999 по 2011 г. в отделении нейротравмы НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко эта технология использована у 445 пациентов с обширными дефектами костей свода и основания черепа, а также лицевого скелета сложной конфигурации (преимущественно лобно-орбитальной локализации). Планирование реконструктивных операций включает несколько этапов: непосредственный сбор данных на основе разработанных КТ-протоколов сканирования; обработка данных с моделированием трехмерных моделей и детальной проработкой костных фрагментов черепа, подлежащих восстановлению. Сложная геометрия костных дефектов черепа, их большие размеры требуют использования КТ-сканирования с толщиной среза 1 мм и менее. Результаты КТ-данных, сохраненные в файлах медицинского изображения DICOM и/или стандартном графическом формате BMP, по электронной сети пересылаются в ИПЛИТ. Полученные

томограммы с помощью пакета программ 3Dview, разработанного в ИПЛИТ, преобразовываются в трехмерную компьютерную модель в STL-формате, который является основой для программного обеспечения работы установки лазерной стереолитографии ЛС-250/Э (рис. 2).

При односторонних костных дефектах моделирование и построение имплантатов проводится с использованием метода «зеркальной симметрии». При локализациях дефектов по средней линии используется метод «виртуального донора». Этот метод основан на созданном банке данных 3D реконструкций черепов различных конфигураций. Из базы данных осуществляют подбор 3D модели черепа, близкой к параметрам черепа пациента, и на его основе проводят все этапы прототипирования с созданием модели имплантата.

Важным преимуществом отечественной технологии в отличие от зарубежных аналогов является не только моделирование имплантата, но и разработка модели пресс-формы имплантата и полномасштабное прототипирование моделей черепа из фотополимеризующих растворов на стереолитографе. Длительность «выращивания» моделей составляет от 4 до 12 ч. Пластиковые модели доставляются в Институт нейрохирургии, где подвергаются газовой стерилизации (этиленоксид).

Имплантаты изготавливают из биосовместимых современных полиметилметакрилатов (R. Polacos, ацетон G-40 Heraeus Kulzer, Германия). Наличие пресс-формы позволяет изготовить имплантат как интраоперационно в стерильных условиях, так и до операции с последующей его стерилизацией.

В последнем случае сокращается время операции и, что особенно важно, полимеризация имплантата с экзотермической реакцией происходит вне раны, исключая тем самым возможность термического повреждения мозга, его оболочек и костных структур. Изготовление имплантата с использованием пресс-формы требует определенного опыта в силу быстро меняющейся текучести и пластичности материала. В процессе изготовления возможна предварительная доработка имплантата на пластиковой модели черепа и окончательная его подгонка с помощью высокоскоростных фрез. Точная пластиковая копия черепа пациента позволяет также до операции изготовить имплантат из титановой сетки, что сокращает время операции и улучшает ее качество.

В нашей серии наблюдений при использовании всех этапов технологического процесса у 95,3% пациентов получены хорошие функциональные и косметические результаты. Неудовлетворительные результаты (3,9% пациентов) были обусловлены сочетанием последствий комбинированной краниофациальной травмы и атрофических изменений кожных покровов головы, а в 3 (0,8%) наблюдениях отмечены гнойно-воспалительные осложнения.

Для дальнейшего улучшения качества реконструктивных операций необходимо учитывать изменения мягких тканей головы, прежде всего обусловленных рубцово-атрофическими изменениями височной мышцы, возможность контакта имплантата с воздухоносными пазухами, наличие воспалительных процессов в зоне повреждений и факторы риска их возникновения, адекватный выбор пластического материала [2, 3, 8].

Применение технологии компьютерного моделирования и лазерной стереолитографии привнесло новые возможности в реконструктивную нейрохирургию и существенно улучшило качество операций при сложных по конфигурации и локализации краниocereбральных и краниофациальных повреждениях.



### Реконструктивная хирургия краниоорбитальных повреждений

Одной из актуальных проблем современной нейротравматологии является диагностика и лечение краниофациальной травмы и наиболее часто встречающегося ее варианта — краниоорбитальных повреждений, характерными особенностями которых являются нарушение разграничения полостей черепа, орбиты, придаточных пазух носа; смещение глазного яблока, зрительные и глазодвигательные расстройства, определяющие функциональный и косметический дефицит [1, 22–24].

Планирование и оценка эффекта операций проводились на основе результатов клинического обследования и данных спиральной компьютерной томографии. У пациентов с наиболее сложными дефектами и деформациями дооперационное планирование проводилось с использованием компьютерного моделирования и стереолитографических моделей [1].

В зависимости от локализации и распространенности повреждения проведение реконструктивных вмешательств преследует разные цели: восстановление формы лица, контуров и объема орбиты, устранение грыжевого выпячивания мозгового вещества в орбиту и разобщение содержимого орбиты с полостью черепа и/или придаточными пазухами, герметизацию твердой мозговой оболочки, реконструкцию передней черепной ямки, устранение смещения глазных яблок, восстановление их подвижности, устранение диплопии, а также подготовку орбиты для последующих офтальмопластических вмешательств [1, 22].

В нашей клинике в первую очередь проводятся интракраниальные вмешательства, после чего выполняются реконструктивные операции на черепе и лицевом скелете (черепно-лицевой остеосинтез; рис. 3) с использованием основных положений краниофациальной хирургии, включая:

а) широкое поднадкостничное обнажение зоны перелома для точной оценки распространенности повреждений и характера смещения костных фрагментов;

б) открытую репозицию костных фрагментов в анатомически правильном положении и их стабильную внутреннюю фиксацию с помощью титановых микро- и минипластин;

в) первичную костную аутопластику при необратимой потере костной ткани с формированием дефектов.

Из 374 пострадавших с краниоорбитальной травмой, госпитализированных в НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко с 1998 по 2010 г., у 288 (77%) выполнены реконструктивные вмешательства на черепе и лицевом скелете.

У 254 (88%) пациентов из 288 производились вмешательства на переднем основании черепа, верхней и/или средней зонах лицевого скелета с восстановлением различных отделов орбиты, у 48 (16,7%) — с реконструкцией основания и пластикой ликворных фистул.

У 167 (65,7%) из 254 пострадавших в ходе реконструкции краниоорбитальной области устраняли смещение глазных яблок (энофтальм, гипофтальм или их сочетание, реже экзофтальм). При переломах тонких стенок орбиты (преимущественно нижней и медиальной) произвести сопоставление отломков практически невозможно из-за высокой степени раздробленности. Именно поэтому при восстановлении их целостности использовали костные аутоотрансплантаты, реже титановые имплантаты. После восстановления контуров и объема костной орбиты проводилась тщательная репозиция мягких тканей, в том числе медиальной и латеральной

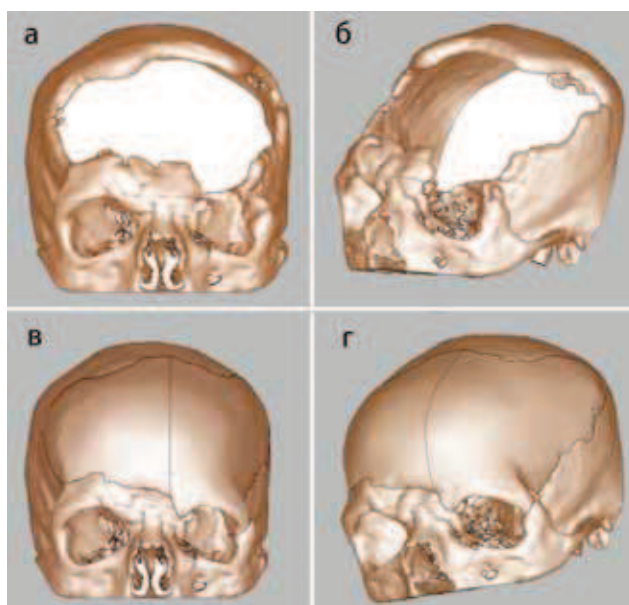


Рис. 2. Результаты компьютерного моделирования имплантата.

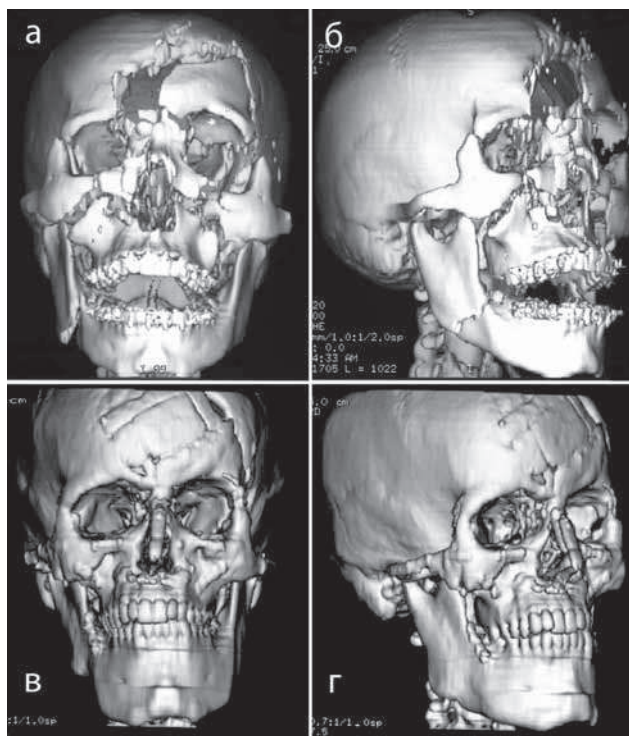


Рис. 3. КТ пациента М., 20 лет, с тяжелой сочетанной краниофациальной травмой:

а, б — КТ 3D до операции. Множественные переломы костей верхней, средней и нижней зон лицевого скелета со смещением (панфациальный перелом). Многооскольчатый вдавленный перелом и дефект лобной кости. Лобно-скуло-носо-орбитальное повреждение с обеих сторон;

в, г — КТ 3D через 2 года и 3 месяца с момента травмы после оперативного лечения.

канальных связей (при необходимости). Реконструкция краниоорбитальной области приводила не только к косметическому улучшению, репозиции глазного яблока, но и к регрессу или значительному уменьшению глазодвигательных расстройств и диплопии.

У 147 (51%) из 280 пострадавших применяли расщепленные костные аутотрансплантаты со свода черепа, в том числе в комбинации с аллопластическими материалами. Оставаясь материалом выбора в хирургии краниоорбитальных повреждений, аутокость в то же время имеет ряд ограничений, связанных с большими размерами дефектов и трудностями моделирования.

Аллопластические материалы (титан, палакос и др.) использовали у 86 (29,9%) из 288 пациентов. Имплантаты из полиметилметакрилата для закрытия дефектов лобно-орбитальной области и других отделов свода черепа изготавливали до операции или во время нее, используя компьютерную модель пресс-формы, которая производилась одновременно со стереолитографической моделью черепа. Сетчатые титановые имплантаты моделировали до операции на стереолитографических моделях. В остальных наблюдениях (19,1%) использовали комбинацию разных материалов, в том числе индивидуальные высокопрочные имплантаты из титана и полимера PEEK-Optima (полиэтерэтеркетон), произведенные по CAD/CAM-технологиям на фрезерных станках с числовым программным управлением из единого блока материала. Использование индивидуальных префабрицированных лоскутов, произведенных по CAD/CAM-технологиям, значительно облегчает задачу проведения одномоментной реконструкции, направленной на устранение сложных дефектов и деформаций верхней и средней зон лица, обеспечивает значительное сокращение времени операции и предсказуемость хорошего функционального и косметического результата.

В 261 (90,6%) из 288 наблюдений достигнут хороший, а в 27 (9,4%) — удовлетворительный функциональный и косметический результат. В 4 наблюдениях после операции отмечалась назальная ликворея, которая спонтанно купировалась. У 2 пациентов в отдаленные сроки после операции на фоне перенесенного гнойного синусита отмечалось нагноение имплантатов из полиметилметакрилата, установленных в лобно-орбитальной и височной областях, что потребовало их удаления и повторных операций. Ни в одном из наблюдений не отмечено гнойно-воспалительных осложнений, связанных с использованием костных аутотрансплантатов и титановых имплантатов.

На основании проведенных исследований сформулированы следующие основные положения и принципы хирургического лечения пострадавших с краниоорбитальными повреждениями.

1. При сложных посттравматических дефектах и деформациях краниоорбитальной области компьютерное моделирование с использованием стереолитографических моделей для планирования операций приводит к повышению эффекта хирургического лечения, уменьшению времени проведения операции, снижению частоты повторных вмешательств.

2. При переломах лобной кости, распространяющихся на стенки лобной пазухи, ключевым моментом является решение хирурга о сохранении лобной пазухи или ее элиминации путем облитерации или краниализации, которое должно приниматься на основании тщательного анализа клинических и КТ данных на этапе дооперационного планирования и корректироваться во время операции.

3. Объем и сложность оперативного вмешательства зависят от распространенности лобно-орбитальных повреждений на переднее основание черепа и/или среднюю и нижнюю зону лица, наличия интракраниальной патологии. Реконструктивная хирургия кранио-

орбитальной области должна быть направлена на восстановление трехмерной анатомии орбиты, разграничение полости орбиты с полостью черепа и окружающими придаточными пазухами носа, обеспечение репозиции глазного яблока, нормальной функции глаза и косметического эффекта.

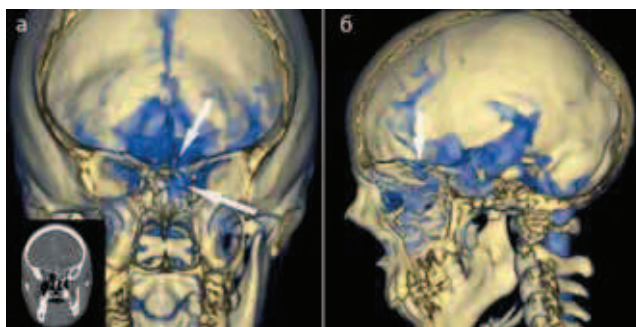
4. Активная хирургическая тактика ведения пострадавших в остром периоде травмы с проведением первичной реконструкции и применением техники черепно-лицевого остеосинтеза оптимизирует результаты лечения и предупреждает сложные проблемы поздней или вторичной реконструкции. Первичные реконструктивные вмешательства целесообразно проводить одновременно с нейрохирургическими в остром периоде, либо вторым этапом после стабилизации общего состояния больного в ранние сроки после травмы.

Проведение реконструкций в поздние сроки нередко требует повторных корректирующих вмешательств, направленных на устранение деформации контуров верхней и/или средней зоны лицевого скелета, проведения репозиции глазных яблок. Сложность проведения и снижение эффекта поздних и вторичных реконструкций определяется, в том числе, выраженностью рубцово-атрофических изменений мягких тканей. В большинстве наблюдений проведение реконструктивных вмешательств при краниоорбитальных повреждениях требует использования различных пластических материалов. Костные аутотрансплантаты со свода черепа являются материалом выбора для проведения реконструкции всех отделов краниоорбитальной области.

Таким образом, междисциплинарный подход и последовательное проведение операций, сочетание нейрохирургической техники и современных методик краниофациальной и пластической хирургии позволяют добиться оптимальных функциональных и косметических результатов реконструктивных вмешательств пострадавшим с краниоорбитальной травмой.

### **Реконструктивная хирургия повреждений основания черепа, сопровождающихся ликвореей**

Сложность анатомических структур передней, средней и задней черепных ямок делает основание черепа, мозга и его оболочек наиболее подверженными травматизации и способствует развитию базальной ликвореи. Посттравматическая базальная ликворея (встречается у 2–3% пациентов с травмой головы, у 5–11% — с переломом основания черепа) отнесена к значимым неблагоприятным факторам риска, оказывающим влияние на течение и исходы черепно-мозговой травмы из-за угрозы развития менингита и менингоэнцефалита [2, 4, 10, 25]. Хорошо известно, что в подавляющем числе наблюдений при переломах основания черепа в остром периоде травмы базальная ликворея прекращается на фоне консервативной терапии [4, 10, 12, 25, 26]. Наибольшую сложность в вопросах диагностики и выбора хирургической тактики представляет длительно существующая и рецидивирующая ликворея как проявление устойчивой патологии ликворной системы. Анализ состояния 248 пациентов, оперированных по поводу базальной рецидивирующей ликвореи, показал, что первые клинические проявления наблюдались в течение первого месяца после травмы у 154 пострадавших (61,9%), у остальных пациентов — через месяцы и даже годы. Частота менингита была пропорциональна длительности ликвореи: в пределах 1 года — в 21,7% наблюдений, от 1 до 3 лет —



**Рис. 4.** Компьютерно-томографическая цистернография. Фронтальный (а) и сагиттальный (б) срезы. Контрастируются базальные и конвексальные субарахноидальные пространства. Визуализируется область дефекта основания передней черепной ямки с ликворной фистулой (стрелки), истечение контрастированной цереброспинальной жидкости (синий цвет) из субарахноидальных пространств головного мозга в придаточные пазухи носа.

в 63,6%, свыше 3 лет — в 87,4%. Средний период времени между травмой и операцией составил 5,2 года, период времени между выявлением ликвореи и операцией варьировал от 1 мес до 25 лет, в среднем 2,7 года.

Разработанная в Институте клиническая классификация посттравматической базальной ликвореи дает возможность наиболее полно сформулировать диагноз, определяющий тактику лечения больного и обосновывающий выбор хирургического вмешательства при решении вопроса о его проведении [2, 4, 25].

Применяемые в настоящее время методы диагностики существенно расширили ее возможности в выявлении дефектов костей основания черепа, установлении локализации ликворных фистул с визуализацией патологии ликворной системы. Компьютерно-томографическая цистернография в силу своей высокой информативности относится к «золотому стандарту» в диагностике базальных ликворей и в нашей серии наблюдений была наиболее демонстративной среди всех используемых нами методов диагностики: ликворная фистула верифицирована в 87,6% наблюдений [4, 25] (рис. 4).

Концептуальный подход к хирургическому лечению хронической посттравматической базальной ликвореи предполагает следующие наиболее важные элементы: восстановление замкнутого контура циркуляции цереброспинальной жидкости, нарушенного вследствие черепно-мозговой травмы, при одновременном создании условий для адаптации системы ликвородинамики, патологически функционировавшей длительное время, к естественным условиям [2, 4, 25]. Цель достигается сочетанием закрытия ликворной фистулы с послеоперационным дренированием люмбального ликвора.

Основными методами хирургии базальной ликвореи являются прямой интракраниальный доступ с интрали экстрадуральным подходом к ликворной фистуле, а в сложных ситуациях — с использованием навигационных систем, а также эндоскопический эндоназальный доступ [4, 10, 26, 27].

При выборе любого доступа пластики дефекта основания полагаем целесообразным:

1) использование только аутоотканей для закрытия ликворной фистулы;

2) применение фибрин-тромбиновых клеевых композиций;

3) наружное дренирование ликворной системы туннельным способом в послеоперационном периоде.

При неустановленной локализации ликворных фистул, признаках повышения ликворного давления, а также сочетании базальной ликвореи с посттравматической гидроцефалией для устранения истечения цереброспинальной жидкости возможно выполнение шунтирующей операции — люмбоперитонеостомии (при отсутствии окклюзии ликворных путей) или вентрикулоперитонеостомии [3, 4, 12, 25].

Как показали наблюдения, наилучшие результаты были достигнуты при сочетании интракраниального вмешательства с наружным дренированием люмбального ликвора по дренажу, установленному «туннельным» способом [4, 12, 25].

В послеоперационном периоде хорошее восстановление (прекращение ликвореи с одновременным улучшением общего состояния, нормализацией психического статуса, уменьшением цефалгического синдрома и других проявлений гипотензионного синдрома) отмечено у 210 из 248 (84,7%) пациентов. Летальных исходов после операций по закрытию ликворной фистулы не было. Обратимые воспалительные осложнения в хирургии посттравматической базальной ликвореи отмечались у 19 (7,6%) больных. Для более полного представления о состоянии пациентов в отдаленном периоде после хирургического вмешательства был изучен каземз на глубину до 22 лет: у 38 больных ликворея рецидивировала и 26 из них потребовались повторные вмешательства, у остальных 12 ликворея носила эпизодический характер при отсутствии менингита.

Таким образом, у подавляющего большинства больных хирургическое лечение хронической и рецидивирующей базальной ликвореи оказалось адекватным и привело к полному исчезновению этого опасного последствия черепно-мозговой травмы.

### **Реконструктивная эндovasкулярная хирургия повреждений интракраниальных сосудов при краниобазальной травме**

При черепно-мозговой травме нередко повреждаются магистральные экстра- и интракраниальные сосуды, для лечения которых наиболее адекватным является эндovasкулярный метод. Первоначально он был разработан Ф.А. Сербиненко в конце 60 — начале 70-х гг. XX века для реконструктивных операций с помощью баллонокатетеров при травматических каротидно-кавернозных соустьях (ККС) [28].

В настоящее время сфера применения минимально-инвазивных эндovasкулярных вмешательств резко расширилась, а методики значительно изменились (следует выделить применение спиралей, стентов, современных клеевых композиций) [6]. В НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко накоплен большой опыт (1314 больных с ККС) лечения сосудистых последствий черепно-мозговой травмы, причем в 99% наблюдений фистула была полностью окклюзирована эндovasкулярным методом, а в 80% наблюдений был сохранен кровоток во внутренней сонной артерии [2].

Столь же успешно эндovasкулярное лечение применено при травматических твердооболочечных артерио-



венозных соустьях в области синусов, артериовенозных соустьях мозговых сосудов и экстракраниальных отделов магистральных сосудов.

При ложных аневризмах внутренней сонной артерии в клиновидной пазухе и профузных носовых кровотечениях (64 наблюдения) приходится прибегать к окклюзии баллоном внутренней сонной артерии на уровне ее разрыва. При сроках катамнеза от 1 года до 10 лет повторения носовых кровотечений не отмечено.

Благодаря разработкам НИИ нейрохирургии в практику внедрено высокоэффективное, преимущественно реконструктивное эндоваскулярное лечение хирургически значимых сосудистых последствий черепно-мозговой травмы [2, 6, 28].

Среди других сосудистых последствий травмы особое место занимают хронические субдуральные гематомы,

в лечении которых в последние годы доказана клиническая эффективность щадящих, минимально инвазивных методов [2, 3, 9, 29].

### Заключение

Разработанные и апробированные современные методики реконструктивных вмешательств с использованием компьютерного планирования, стереолитографических моделей, а также реконструктивные эндоваскулярные операции вошли в утвержденный Минздравсоцразвития РФ перечень стандартов оказания высокотехнологической медицинской помощи пострадавшим с черепно-лицевой и сочетанной черепно-мозговой травмами.

### REFERENCES

- Eolchiyani S.A., Potapov A.A., Van Damm F.A., Ippolitov V.P., Kataev M.G. Kraniofatsial'naya travma. Klinicheskoe rukovodstvo po cherepno-mozgovoï travme. Pod red. A.N. Konovalova. Moskva. 2002; 3: 313–364.
- Konovalov A.N., Potapov A.A., Likhberman L.B. Rekonstruktivnaya i minimal'no invazivnaya khirurgiya posledstviï cherepno-mozgovoï travmy. Moskva: Izd-vo IP «T.A. Alekseeva». 2012. 319 s.
- Kravchuk A.D. Rekonstruktivnaya i maloinvazivnaya khirurgiya posledstviï i oslozhnenii cherepno-mozgovoï travmy. Avtoref. dis. ... dokt. med. nauk. Moskva. 2000.
- Okhlopkov V.A. Dlitel'naya posttravmaticheskaya bazal'naya likvoreya (klinika, diagnostika, lechenie, katamnez). Avtoref. dis. ...kand. med. nauk. Moskva. 1996. 158 s.
- Potapov A.A., Likhberman L.B., Kravchuk A.D. Khronicheskie subdural'nye gematomy. Moskva: Antidor. 1997. 231 s.
- Yakovlev S.B. Arteriovenoznye fistuly golovy i shei. Avtoref. dis. ... dokt. med. nauk. Moskva. 2008. 463 s.
- Kravchuk A., Potapov A., Kornienko V., Eropkin S., Panchenko V., Evseev A., Stuchilov V. Computed modeling in reconstructive surgery for posttraumatic skull vault bone defects. *Neurotrauma* (Eds. A. Potapov, L. Likhberman, K. R. H. von Wild). 2002. P. 187–190.
- Krishnan K.G., Muller A., Hong B., Potapov A.A., Schackert G., Seifert V., Krauss J.K. Complex wound-healing problems in neurosurgical patients: risk factors, grading and treatment strategy. *Acta Neurochir (Wien)*. 2012; 154 (3): 541–54. [Epub 2011 Nov 23].
- Potapov A., Likhberman L., Kravchuk A. Evolution of surgical treatment of chronic subdural hematomas. *Recent Advances in Neurotraumatology, Springer Verlag, Tokyo*. 1995. P. 110–112.
- Gavrilov A.G. Diagnostika i taktika lecheniya bazal'noi likvorei v ostrom periode cherepno-mozgovoï travmy. Avtoref. dis. ...kand. med. nauk. Moskva. 2003. 156 s.
- Likhberman L.B., Potapov A.A., Serbinenko F.A., Kravchuk A.D., Okhlopkov V.A., Lysachev A.G. Klassifikatsiya i sovremennye kontseptsii khirurgii posledstviï i oslozhnenii cherepno-mozgovoï travmy. *Neirokhirurgiya*. 2004; 1: 34–39.
- Potapov A.A., Likhberman L.B., Zel'man V.L. Dokazatel'naya neirotraumatologiya. Moskva: Antidor. 2003. 517 s.
- Tagliaferri F., Zani G., Iaccarino C., Ferro S., Ridolfi L., Basaglia N., Hutchinson P., Servadei F. Decompressive craniectomies, facts and fiction: a retrospective analysis of 526 cases. *Acta Neurochir (Wien)*. 2012; 154 (5): 919–26.
- Grant F.C., Norcross N.C. Repair of cranial defects by cranioplasty. *Ann Surg*. 1939; 110: 488–512.
- Dujovny M., Evenhouse R., Anger C. Pre-formed prosthesis from computed tomography data: repair of large cranial defects. Calvarial and dural reconstruction: Neurosurgical topics. Rengachary S., Benzel E., ed. *AANS Publ Com*. 1998; 7: 77–87.
- Kravchuk A., Potapov A., Kornienko V. Cranioplasty: optimal implant material and moulding technology (20 year experience). Joint meeting of the French and Russian Societies of neurosurgery. *Caen, France*. 2006. P. 83.
- Potapov A.A., Eropkin S.V., Kornienko V.N., Arutyunov N.V., Yeolchiyani S.A., Serova N.K., Kravchuk A.D., Shahinian G.G. Late diagnosis and removal of a large wooden foreign body in the cranioorbital region. *J. Craniofacial Surgery*. 1996; 7 (4): 311–314.
- Potapov A., Yeolchiyani S., Tcherekaev V., Kornienko V.N., Arutyunov N.V., Kravchuk A.D. Removal of cranioorbital foreign body by a supraorbital-pterion approach. *J Craniofac Surg*. 1996; 7 (3): 224–227.
- Antonov A.N., Evseev A.V., Kamaev S.V., Kulakov V.B., Kotsyuba E.V., Markov M.A., Novikov M.M., Panchenko V.Ya., Semeshin N.M., Yakunin V.P. Lazernaya stereolitografiya – tekhnologiya posloinogo izgotovleniya trekhmernykh ob"ektov iz zhidkikh fotopolimerizuyushchikh kompozitsii. *Opticheskaya tekhnika*. 1998; 1 (13): 5–14.
- Joffe J.M., McDermott P.J., Linney A.D., Mosse C.A., Harris M. Computer-generated titanium cranioplasty: report of a new technique for repairing skull defects. *Br J Neurosurg*. 1992; 6 (4): 343–350.
- Kotsyuba E.V., Evseev A.V., Kamayev S.V., Markov M.A., Novikov M.M., Panchenko V.Ya., Semeshin N.M., Yakunin V.P. Operative fabrication of plastic copies of objects using x-ray tomography data. Proc. of 8th European Stereolithography User Group Meeting, 7–8 October 1996, Darmstadt, Germany.
- Eolchiyani S.A., Potapov A.A., Serova N.K., Kataev M.G., Sergeeva L.A., Zakharov V.O., Van Damm F.A. Rekonstruktivnaya khirurgiya kranioorbital'nykh povrezhdenii. *Voprosy neirokhirurgii*. 2011; 75 (2): 25–40.
- Limberg A.A., Danilevich M.O., Lezhnev K.K. Aktual'nye problemy optimizatsii spetsializirovannoi meditsinskoi pomoshchi posttravdavshim s sochetannoi cherepno-litsevoi travmoi. Cbornik nauchn. trudov, posvyashchennykh 70-letiyu NII SP im. I.I. Dzhanelidze i 20-letiyu otdela sochetannoi travmy. *Sankt-Peterburg*. 2002. S. 153–171.
- Zeme S., Gerbino G., Benech F. Decision making in fronto-basal injuries. Quality management in head injuries care. Eds L. Gonzales-Feria, K.R.H. von Wild, H.E. Diemath. *Servicio Canario de Salud*. 2000. P. 83–91.
- Potapov A.A., Okhlopkov V.A., Kravchuk A.D., Likhberman L.B. Posttravmaticheskaya bazal'naya likvoreya. Moskva: Antidor. 1997. 128 s.

26. Lopatin A.S., Kapitanov D.N., Potapov A.A. Spontaneous CSF leaks and meningoencephaloceles: endoscopic repair and possible etiology. *Otorhinolaryngology Clinics: An International Journal*. 2011; 3 (3): 1–5.
27. Kapitanov D.N. Vnutrinosovye endoskopicheskie metodiki v diagnostike i lechenii patologii osnovaniya cherepa. Avtoref. dis. ...dokt. med. nauk. *Moskva*. 2004. 215 s.
28. Serbinenko F.A. Okklyuziya ballonom kavernoznogo otdela sonnoi arterii kak metod lecheniya karotidno-kavernoznykh soustii. *Voprosy neirokhirurgii*. 1971; 6: 3–9.
29. Kravtchouk A.D., Likhтерman L.B., Potapov A.A., El-Kadi H. Postoperative complications of chronic subdural hematomas: prevention and treatment. *Neurosurg Clin N Am*. 2000; 11 (3): 547–552.

#### КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Потапов Александр Александрович**, доктор медицинских наук, профессор, академик РАН и РАМН, руководитель отделения черепно-мозговой травмы НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко

Адрес: 125047, Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16

Тел./факс: (499) 250-01-00

E-mail: apotapov@nsi.ru

**Корниенко Валерий Николаевич**, доктор медицинских наук, профессор, академик РАМН, руководитель отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко

Адрес: 125047, Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16

Тел./факс: (499) 972-86-09

E-mail: kornienko@nsi.ru

**Кравчук Александр Дмитриевич**, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко

Адрес: 125047, Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16

Тел./факс: (499) 250-14-63

E-mail: kravtchouk@nsi.ru

**Лихтерман Леонид Болеславович**, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко

Адрес: 125047, Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16

Тел./факс: (499) 972-85-95

E-mail: likhterman@nsi.ru

**Охлопков Владимир Александрович**, кандидат медицинских наук, доцент, старший научный сотрудник Института нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко

Адрес: 125047, Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16

Тел./факс: (499) 972-86-65

E-mail: ova@nsi.ru

**Еолчийн Сергей Азиевич**, кандидат медицинских наук, доцент, старший научный сотрудник НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко

Адрес: 125047, Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16

Тел./факс: (499) 972-8682

E-mail: seolch@nsi.ru

**Гаврилов Антон Григорьевич**, кандидат медицинских наук, НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко

Адрес: 125047, Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16

Тел./факс: (499) 972-86-81

E-mail: gavrilov@nsi.ru

**Захарова Наталья Евгеньевна**, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко

Адрес: 125047, Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16

Тел./факс: (499) 972-85-54

E-mail: nzakharova@nsi.ru

**Яковлев Сергей Борисович**, доктор медицинских наук, руководитель отделения эндоваскулярной нейрохирургии НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко

Адрес: 125047, Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16

Тел./факс: (499) 972-86-31

E-mail: sysb@nsi.ru

**Шурхай Всеволод Андреевич**, ординатор НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко

Адрес: 125047, Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16

Тел./факс: (499) 972-8681

E-mail: vshurhai@nsi.ru