

# Учение о последствиях черепно-мозговой травмы. Часть III. Концептуальные подходы к лечению последствий черепно-мозговой травмы

Л.Б. Лихтерман, А.Д. Кравчук, В.А. Охлопков

ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, Москва, Россия

likhterman@nsi.ru

## Аннотация

Представлены разработанные авторами концептуальные или системные подходы к лечению последствий черепно-мозговой травмы. Они основаны на изучении патогенеза и саногенеза патологии. Их применение позволило резко улучшить результаты лечения посттравматической патологии черепа и мозга с расширением использования минимально инвазивной и реконструктивной нейрохирургии.

**Ключевые слова:** последствия черепно-мозговой травмы, концептуальные подходы, минимально инвазивная хирургия, реконструктивная хирургия.

**Для цитирования:** Лихтерман Л.Б., Кравчук А.Д., Охлопков В.А. Учение о последствиях черепно-мозговой травмы. Часть III. Концептуальные подходы к лечению последствий черепно-мозговой травмы. Клинический разбор в общей медицине. 2021; 7: 45–51. DOI: 10.47407/kr2021.2.7.00088

## Theory about traumatic brain injury effects. Part III. Conceptual approaches to treatment of traumatic brain injury effects

Leonid B. Likhтерman, Aleksandr D. Kravchuk, Vladimir A. Okhlopков

Burdenko national medical research centre for neurosurgery, Moscow, Russia

likhterman@nsi.ru

## Abstract

Conceptual or systemic approaches to treatment of the traumatic brain injury effects developed by the authors have been reported, which are based on studying the pathogenesis and sanogenesis of the disorder. The use of those has markedly improved the results of treating the skull and brain abnormalities, caused by traumatic brain injury, due to increased use of the minimally invasive and reconstructive surgery.

**Key words:** traumatic brain injury effects, conceptual approaches, minimally invasive surgery, reconstructive surgery.

**For citation:** Likhтерman L.B., Kravchuk A.D., Okhlopков V.A. Theory about traumatic brain injury effects. Part III. Conceptual approaches to treatment of traumatic brain injury effects. Clinical review for general practice. 2021; 7: 45–51. DOI: 10.47407/kr2021.2.7.00088

Как к консервативному, так и к хирургическому лечению последствий черепно-мозговой травмы существует два подхода: линейный и концептуальный (рис. 1).

Линейный подход основан на логике здравого смысла. Он прост, понятен и часто эффективен.

Концептуальный подход основан на логике научных знаний. Он сложен, требует специальных исследований и может круто изменять тактику лечения с резким улучшением его результатов.

Классический пример – ситуация с лечением хронических субдуральных гематом. По логике здравого смысла следует одномоментно и радикально через трепанацию черепа убрать гематому вместе с капсулой. Результат – гематома и ее капсула отсутствуют: частые осложнения, обусловленные послеоперационным коллапсом мозга; летальность – 12–18%. По логике научных знаний гематому и ее капсулу убирать не надо. Чтобы запустить процесс саногенеза достаточно мини-

мально инвазивно изменить внутриматочную среду (т.е. устранить избыточное содержание продуктов деградации фибрина, поддерживающих существование гематомы). Результат – гематома и ее капсула постепенно полностью резорбируются: осложнения, связанные с коллапсом мозга, отсутствуют; летальность – 1%.

Еще пример. При посттравматической базальной ликворее по логике здравого смысла для ее прекращения достаточно ликвидировать фистулу, через которую цереброспинальная жидкость изливается экстракраниально. Однако такой элементарный подход очень часто заканчивался рецидивом, так как гиперпродукция ликвора продолжалась. Это приводило к тяжелому течению послеоперационного периода вследствие внутричерепной гипертензии и заканчивалось несостоятельностью пластической реконструкции.

По логике научных знаний одномоментно с закрытием фистулы следует осуществлять временное туннельное дренирование люмбального сака, что позво-

Рис. 1. Подходы к лечению.  
Fig. 1. Approaches to treatment.



ляет перестроиться системе ликворопродукции, функционирующей с необходимой избыточностью вследствие посттравматической прямой связи путей циркуляции цереброспинальной жидкости с внешней средой, на нормопродукцию после оперативного устранения ликвореи. В подавляющем числе наблюдений результаты пластики ликворной фистулы стали хорошими.

Итак, концептуальный или системный подход к лечению последствий черепно-мозговой травмы равнозначен философскому: охватывая проблему целиком, учитывает все движущие механизмы заболевания и выздоровления, основан на изучении патогенеза и саногенеза патологии, использует адекватные методы и технологии хирургии. Его эффективность оценивается полученными результатами применения.

Представим разработанные в Национальном центре нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко концептуальные подходы применительно к ведущим формам хирургически значимой посттравматической патологии.

### Посттравматические артерио-синусные соустья (1315 наблюдений).

**Концепция реконструктивной хирургии:** разобщение патологического смещения артериальной и венозной крови; восстановление целостности поврежденных артериальных стволов и венозных коллекторов.

**Технологии:** эндоваскулярная пластика дефектов стенок сосудов (с помощью баллонов, спиралей, стентов).

**Результаты:** хорошие – 82,1%; удовлетворительные – 13,2%, осложнения – 4,3%, летальность – 0,4% (рис. 2–4).

### Хронические субдуральные гематомы (558 наблюдений).

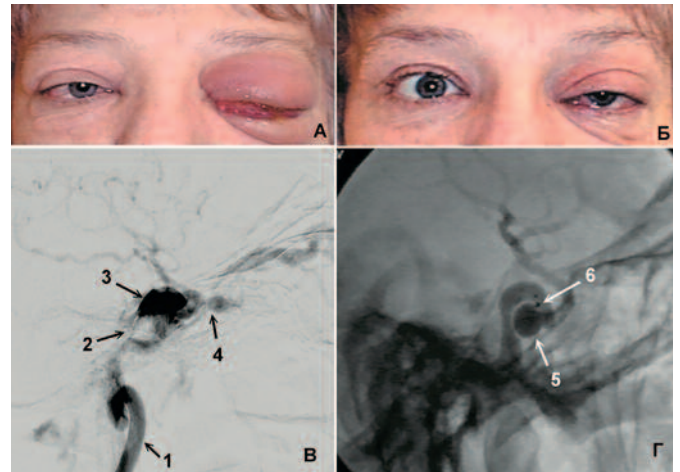
**Концепция минимально инвазивной хирургии:** устранение избыточного накопления продуктов деградации фибрина из внутригематомной среды; управляемая внутренняя декомпрессия.

**Технологии:** опорожнение и промывание полости гематомы через миниотверстие с краткосрочным закрытым наружным ее дренированием.

**Результаты:** хорошие – 91,6%; удовлетворительные – 3,2%, повторные операции – 4,1%, летальность – 1,1% (рис. 5).

Рис. 2. Трансартериальная реконструктивная операция при каротидно-кавернозном соустье по Ф.А. Сербиненко. А – внешний вид пациентки до операции; хемоз слева, Б – через 7 дней после операции; значительное уменьшение хемоза; В – ангиограмма до операции; Г – послеоперационная ангиограмма, соустье не функционирует, внутренняя сонная артерия проходима.

Fig. 2. Transarterial reconstructive surgery according to F.A. Serbinenko in patient with carotid-cavernous fistula (CCF). A – patient's appearance before surgery; left-sided chemosis, B – 7 days after surgery; significantly reduced chemosis; C – angiography before surgery; D – angiography after surgery, nonfunctioning fistula, patent ICA.

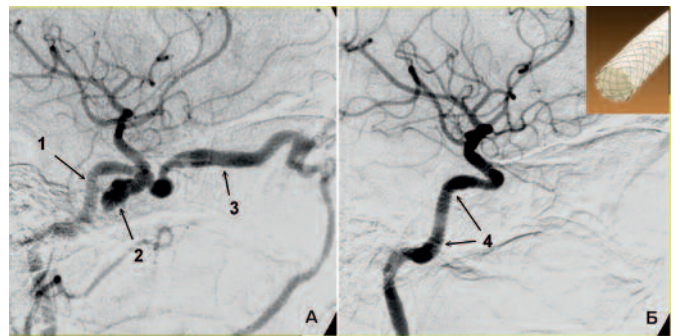


Примечание: 1 – внутренняя сонная артерия, 2 – задние отделы каменного синуса, 3 – кавернозный синус, 4 – устье глазных вен, 5 – тень баллона, расположенного в кавернозном синусе, 6 – место расположения фистулы.

Keys: 1 – ICA, 2 – posterior petrosal sinus, 3 – cavernous sinus, 4 – venous drainage of the eye, 5 – shadow of the balloon located in the cavernous sinus, 6 – location of the fistula

Рис. 3. Реконструкция кавернозного отдела внутренней сонной артерии при каротидно-кавернозном соустье с использованием стента-графта. А – исходная ангиография, Б – контрольная ангиография – тотальное разобщение каротидно-кавернозного соустья.

Fig. 3. Reconstruction of the ICA cavernous part using the stent-graft in patient with CCF.



Примечание. 1 – внутренняя сонная артерия, 2 – кавернозный синус, 3 – верхняя глазная вена, 4 – положение стента-графта.

A – baseline angiography, B – control angiography — complete disconnection of CCF.

Keys: 1 - ICA. 2 - cavernous sinus. 3 - superior ophthalmic vein. 4 — location of the stent-graft.

### Посттравматическая гидроцефалия (247 наблюдений).

**Концепция минимально инвазивной хирургии:** отведение ликвора за пределы краниовертебрального пространства; использование внечерепных полей для резорбции ликвора.



Рис. 4. Установка перепотоконаправляющего стента на уровне гигантской частично тромбированной аневризмы кавернозного сегмента внутренней сонной артерии (указано стрелкой). А – исходная ангиография. Б – контрольная СКТ-ангиография через 1 год после операции – тотальное тромбирование аневризмы. Положение стента отмечено стрелками.

Fig. 4. Guide stent inserted at the level of the giant partially thrombosed aneurysm of the ICA cavernous part (arrow). A – baseline angiography. B – control helical CT angiography one year after surgery – completely thrombosed aneurysm. Location of the stent is pointed at with arrows.

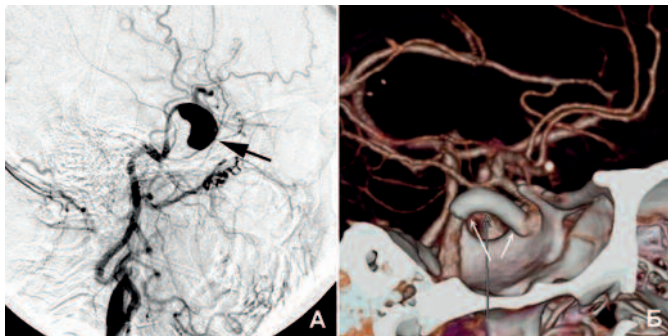
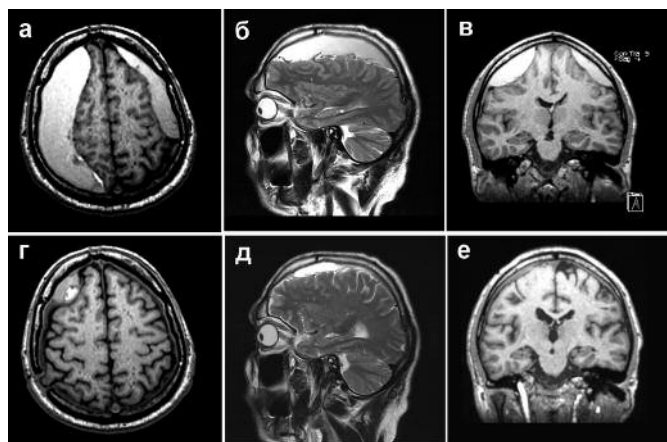


Рис. 5. Хроническая двусторонняя субдуральная гематома (больше справа) у больного 66 лет. В клинике доминирует левосторонний гемипарез. МРТ-динамика. Аксиальный, сагиттальный и фронтальный срезы: а, б, в – до операции (от 26.04.2021): видна обширная гиперинтенсивная хроническая субдуральная гематома лобно-теменно-затылочной области справа и лобно-теменной области слева; смещение срединных структур влево на 8 мм; г, д, е – спустя 65 сут (от 01.07.2021) после закрытого наружного дренирования гематом с двух сторон; виден незначительный остаточный объем гематомы справа. Клинически – сглаживание цефалгического синдрома, практически полное регрессирование левостороннего гемипареза.

Fig. 5. Bilateral chronic subdural hematoma (being larger on the right side) in the 66-year old patient. The predominant clinical manifestation is the left-sided hemiparesis. Dynamic changes, MRI. Axial, sagittal and coronal slices: a, b, c – before surgery (dated 26.04.2021): the extensive hyperintense chronic subdural hematoma is visible, involving the right frontal-parietal-occipital region and the left fronto-parietal region; 8 mm midline shift to the left; d, e, f – 65 days (dated 01.07.2021) after the bilateral closed external drainage of hematomas; small residual hematoma is visible on the right. Clinical features - improvement of cephalalgia, almost complete regression of the left-sided hemiparesis.

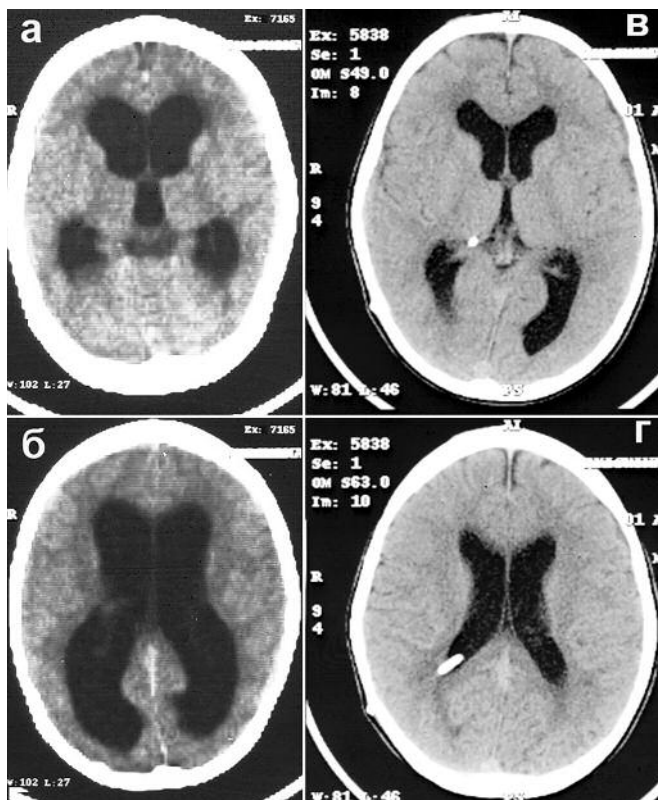


**Технологии:** программируемое шунтирование боковых желудочков; шунтирование люмбального сака.

**Результаты:** хорошие – 52,2%; удовлетворительные – 22,9%, осложнения – 21,2%, летальность – 3,7% (рис. 6, 7).

Рис. 6. Посттравматическая гидроцефалия: а, б – компьютерная томография через 1,5 мес после черепно-мозговой травмы, развитие гидроцефалии (резкое расширение желудочковой системы с перивентрикулярным отеком); в, г – 1 мес спустя после шунтирующей операции – нормализация состояния желудочковой системы.

Fig. 6. Posttraumatic hydrocephalus: a, b – CT 1.5 months after TBI, the development of hydrocephalus (dramatic expansion of the ventricular system and periventricular edema); c, d – one month after the shunt surgery – ventricular system condition is back to normal.



### Посттравматическая длительная базальная ликворея (662 наблюдения).

**Концепция реконструктивной хирургии:** восстановление замкнутого контура циркуляции цереброспинальной жидкости; пластика ликворной фистулы.

**Технологии:** эндоскопическое (или интракраниальное) закрытие ликворной фистулы с использованием аутоканей; временное адаптивное туннельное наружное дренирование люмбального ликвора.

**Результаты:** эндоназальный эндоскопический доступ: хорошие – 96,6%, рецидивы – 5,4%, летальность – 0%; интракраниальный доступ: хорошие – 85,2%; рецидивы – 13,3%, летальность – 1,2% (рис. 8–10).

### Дефекты черепа (2135 наблюдений).

**Концепция реконструктивной хирургии:** восстановление целостности черепа и защиты мозга от внешних воздействий (включая атмосферное давление); нормализация церебральной гемодинамики и ликворотока; восстановление индивидуальной конфигурации твердых и мягких покровов головы и краниофациального перехода.

Рис. 7. Динамика посттравматической гидроцефалии у больного 24 лет с тяжелой черепно-мозговой травмой: а – на компьютерной томографии (аксиальный срез) до операции визуализируются резкое расширение желудочковой системы, отсутствие субарахноидальных щелей, обширная порэнцефалическая киста и костный дефект лобной области справа; б – компьютерной томографии после имплантации программируемой шунтирующей системы: уменьшение размеров желудочковой системы (вентрикулярный катетер в просвете левого бокового желудочка); в, г – неинвазивное изменение показателей программируемой шунтирующей системы в процессе подбора ее параметров.

Fig. 7. Posttraumatic hydrocephalus improvement in the 24-year old patient with severe traumatic brain injury. a – dramatic expansion of the ventricular system, no subarachnoid space, large porencephalic cyst, and the right frontal bone defect are visible on the CT images (axial slice) obtained before surgery; b – CT after implantation of the programmable shunt system: reduced ventricular system volume (ventricular catheter in the lumen of the left lateral ventricle); c, d – non-invasive changing the programmable shunt system indicators during the system parameters adjustment.

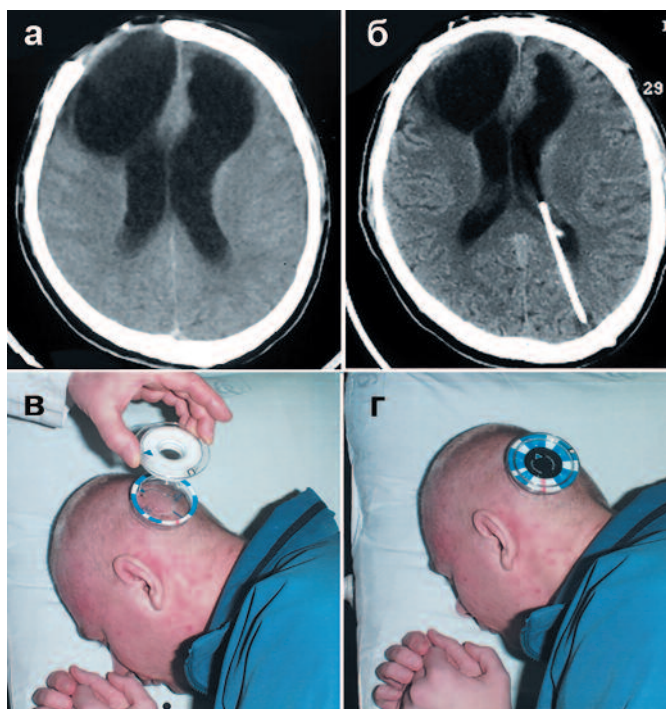


Рис. 8. КТ-цистернография, сагиттальный срез у пациента с посттравматической базальной ликвореей. Визуализируется область дефекта основания передней черепной ямки с ликворной фистулой.

Fig. 8. CT cisternography (sagittal slice) of the patient with posttraumatic basal liquorrhea. The anterior cranial fossa defect and the cerebrospinal fluid fistula are visible.

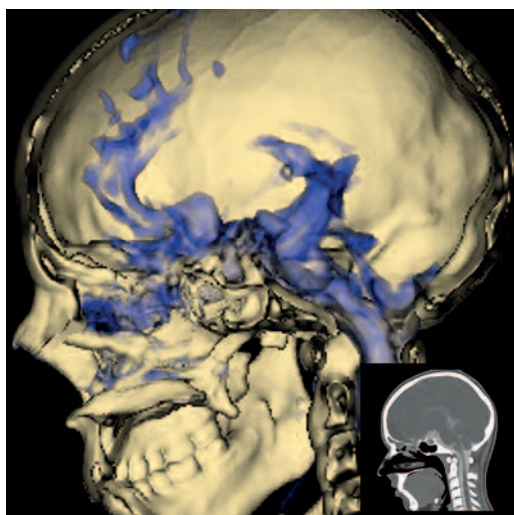
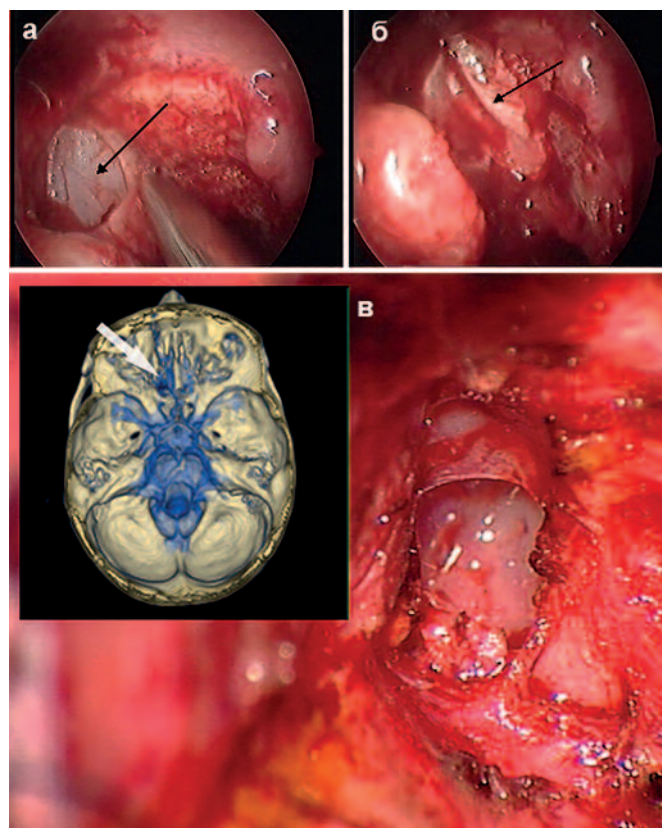


Рис. 9. Реконструктивная хирургия по закрытию ликворной фистулы. Верхний ряд – интраоперационные снимки (0° эндоскоп) большого дефекта в крыше передних отделов решетчатого лабиринта при эндоскопическом эндоназальном доступе: а – пластины хряща (указано стрелкой), установлены интракраниально, б – лоскут из широкой фасции бедра (указано стрелкой) уложен на место дефекта. Нижний снимок (в) – интраоперационный вид дефекта решетчатой пластинки слева при транскраниальном доступе. На КТ-цистернографии область дефекта указана стрелкой.

Fig. 9. Reconstructive procedure aimed at cerebrospinal fluid fistula closure. Upper row - intraoperative images (0° endoscope) of the large defect in the anterior roof of the ethmoidal labyrinth, endoscopic endonasal approach: a – intracranial insertion of cartilage laminae (arrow), b – the defect is covered with a fascia lata flap (arrow). Below (c) – intraoperative image of the cribriform plate defect on the left side, transcranial approach. The area of the defect on the CT cisternogram is pointed at with arrow.



#### Технологии:

- компьютерное моделирование (CAD – computer additer design);
- аддитивные технологии (CAM – computer addit manufaktur);
- лазерная стереолитография (создание полимерных полномасштабных моделей имплантатов черепа, а также фотополимерных пресс-форм для их изготовления);
- 3D-печать титановых имплантатов (электронно-лучевое плавление EMB – Electron Beam Melting; лазерное сплавление металлов DMLS – Direct Metal Laser Sintering и SLMC Selective Laser Melting);
- субтрактивные технологии (фрезерование и изготовление пресс-форм на станках ЧПУ);
- дермотензия с имплантацией экспандеров под кожу головы.

Результаты: хорошие – 93,8%, осложнения – 6,2%, летальность – 0% (рис. 11–13).



Рис. 10. Методика «туннельного» дренирования люмбального ликвора: 1 – пункция и введение катетера в спинное субарахноидальное пространство; 2, 3 – подготовка и проведение катетера в подкожно-жировой клетчатке на переднебоковую поверхность брюшной стенки; 4 – вид после фиксации катетера и подсоединения резервуара для сбора ликвора.

Fig.10. The tunneled lumbar drain technique: 1 — puncture and insertion of the catheter into the spinal subarachnoid space; 2, 3 — the catheter prepared and guided through the subcutaneous adipose tissue to the anterolateral abdominal wall; 4 — view after the catheter fixation and attachment to the cerebral fluid reservoir.

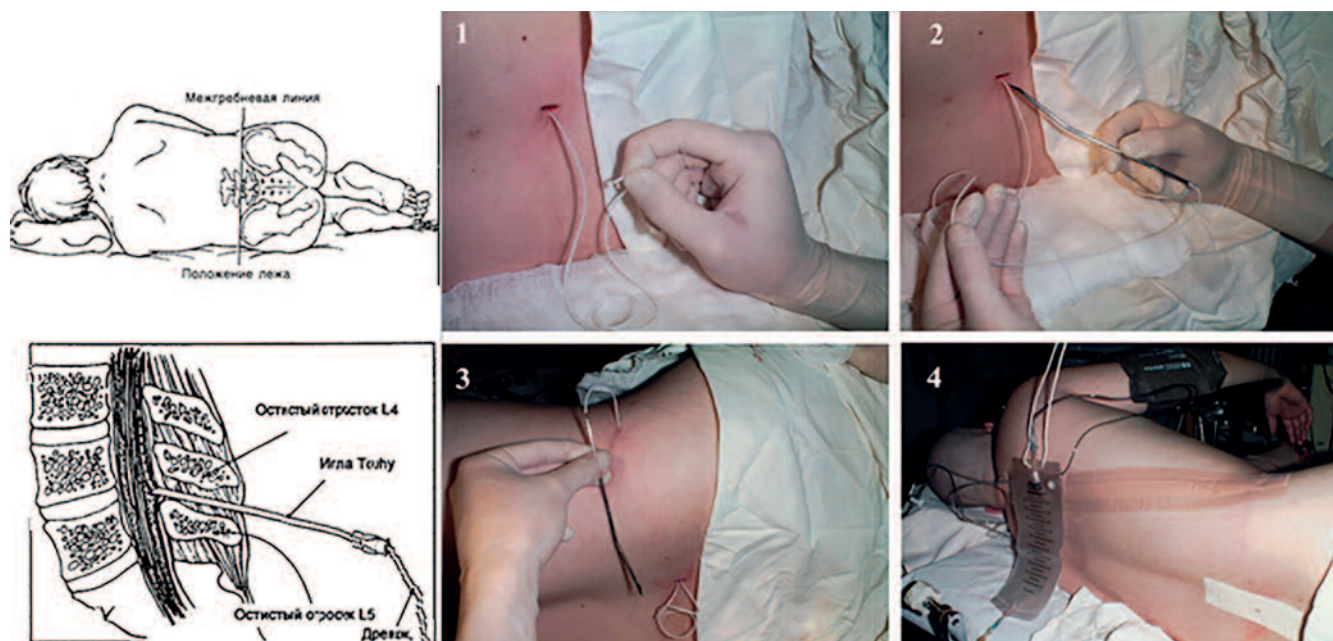


Рис. 11. Реконструкция костного дефекта черепа: а – полномасштабные стереолитографические фотополимерные модели черепа (1, 2) пациента с обширным посттравматическим дефектом лобно-орбитальной области и двуставных имплантатов (моделирование на основе «виртуального донора»); 3 – стереолитографические фотополимерные пресс-формы для интраоперационного изготовления имплантатов. Вид пациента (боковая и прямая проекции) до (б) и после (в) реконструкции костного дефекта.

Fig. 11. Reconstruction of skull bone defects. a) full-scale skull models, constructed using photopolymerization-based stereolithography (1, 2), of the patient with the large posttraumatic defect in the orbitofrontal region and the two-piece implants (virtual donor based modeling); 3 - photopolymerization-based stereolithography molds for the intraoperative implant manufacturing. Patient's appearance (lateral and frontal views) before (b) and after (c) the bone defect reconstruction.

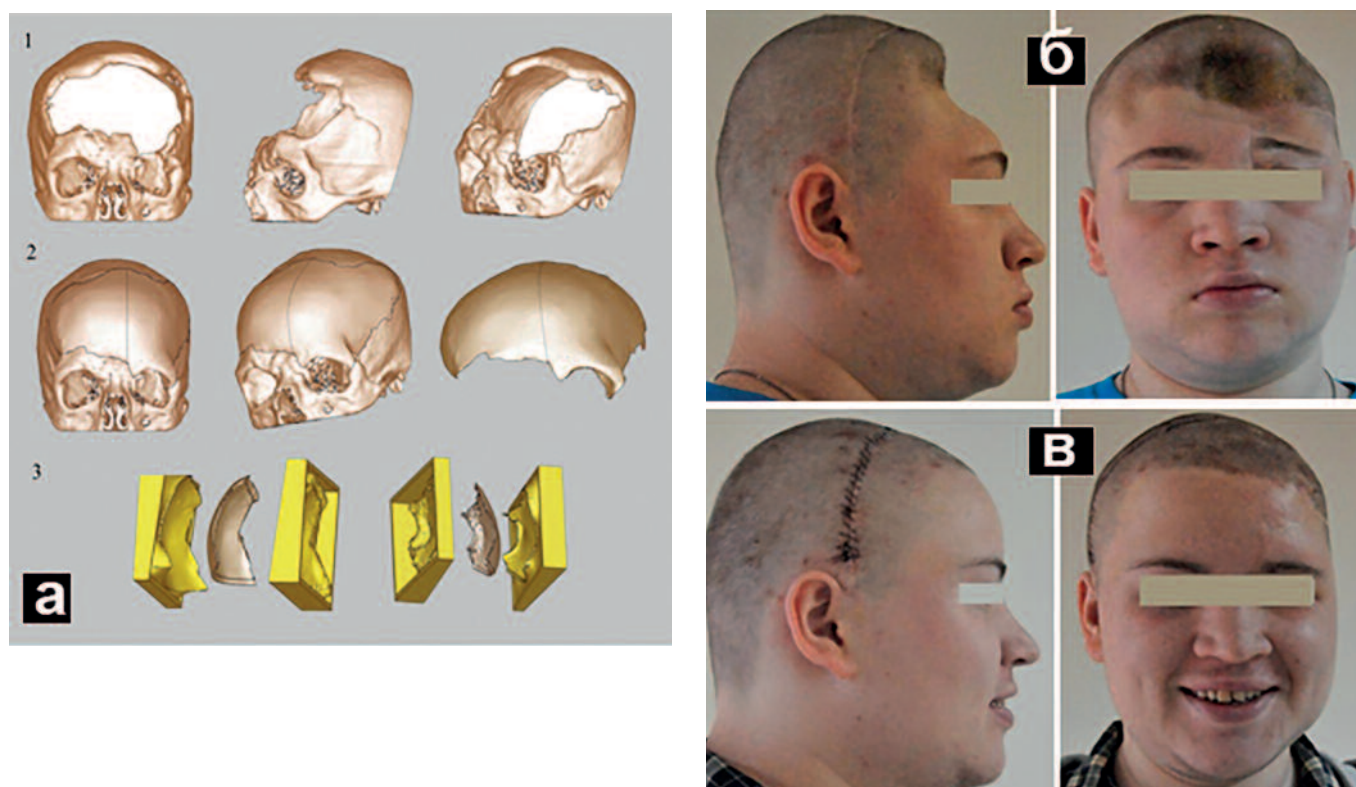




Рис. 12. Реконструкция костного дефекта черепа у пациента 46 лет (декомпрессивная трепанация в лобно-теменно-височной области слева выполнена в остром периоде черепно-мозговой травмы). Вид пациента до (а) и после (б) операции; в – титановый имплантат (аддитивные технологии – 3D-печать, электронно-лучевое плавление EBM – Electron Beam Melting); г – 3D-КТ до (слева) и после (справа) операции.  
 Fig. 12. Reconstruction of skull bone defect in the 46-year old patient (fronto-temporo-parietal decompressive craniectomy was performed during the acute period of the traumatic brain injury). Patient's appearance before (a) and after (b) surgery; c – titanium implant (additive manufacturing – 3D printing, Electron Beam Melting (EBM)); d – 3D CT before (left) and after (right) surgery.

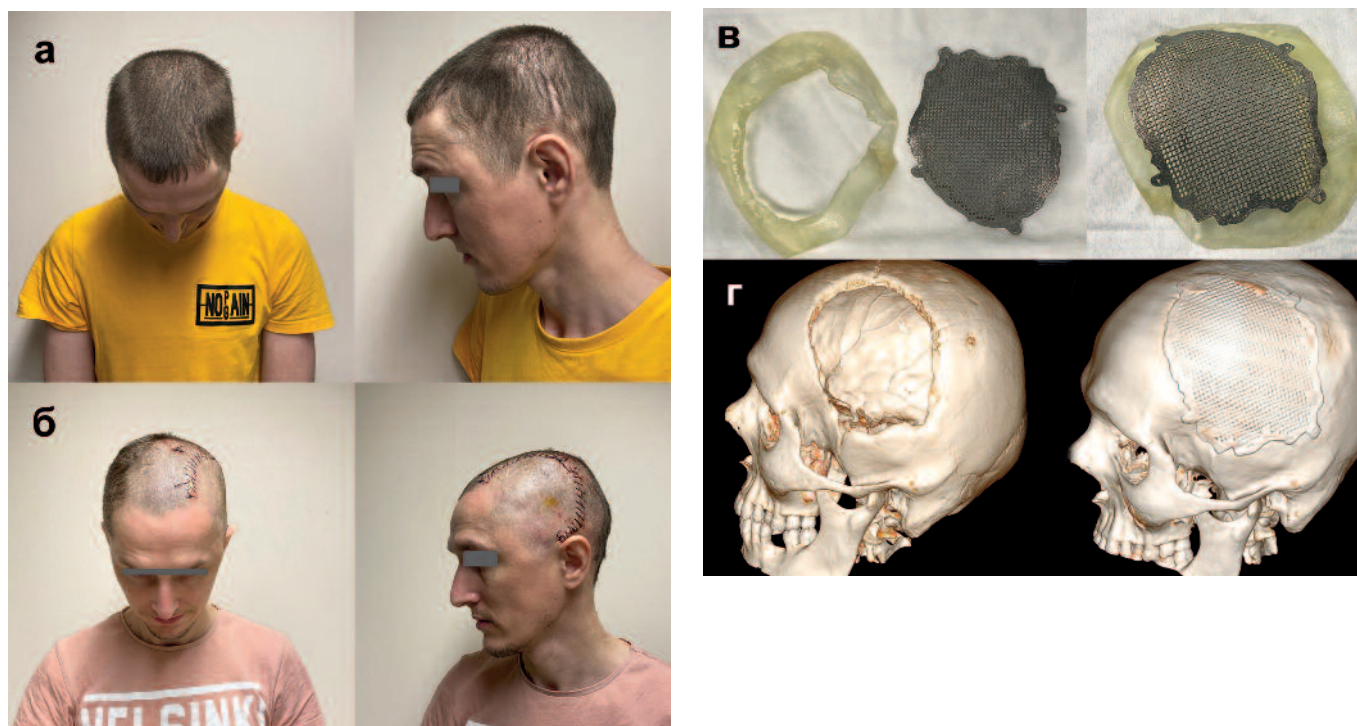
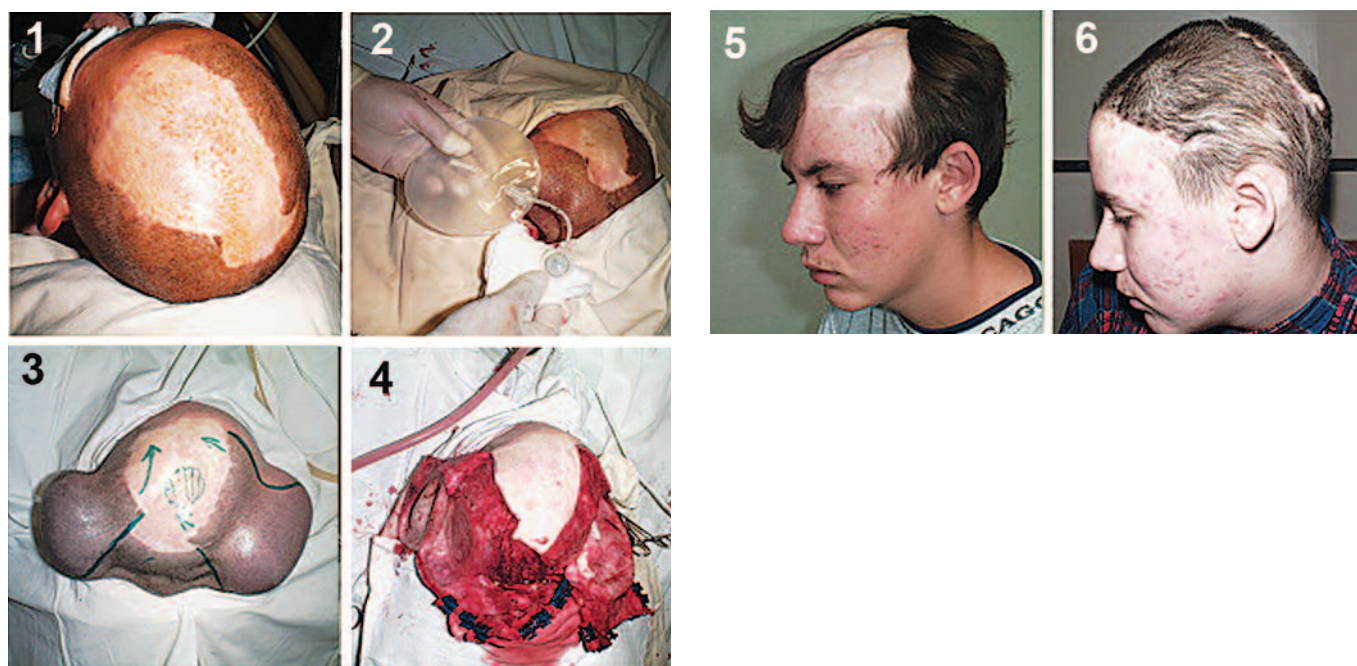


Рис. 13. Пластическая реконструкция кожных покровов у больного 15 лет с посттравматическим костным дефектом черепа левой лобной области и обширным плоскостным рубцом левой лобно-теменной области (~ 200,0 см<sup>2</sup>): 1 – общий вид кожного рубца мягких покровов головы (больной на операционном столе перед первым этапом хирургического лечения); 2 – имплантация экспандеров; 3 – спустя 2,5 мес после имплантации двух экспандеров и постепенного их наполнения жидкостью для растяжения кожных покровов, объем экспандеров 1200,0 см<sup>2</sup> (линиями и стрелками указаны планируемые разрезы кожи и направления ее перемещения и ротации); 4 – хирургический этап удаления экспандеров с последующим иссечением плоскостного рубца и пластикой кожных покровов головы; больной до (5) и на 20-е сутки (6) после операции.

Fig. 13. Skin graft reconstruction surgery in the 15-year old patient with the posttraumatic left frontal skull bone defect and the large flat scar in the left frontoparietal region (~ 200.0 cm<sup>2</sup>): 1 – general appearance of the skin scar of the scalp (patient on the operation table before the first stage of surgical treatment); 2 – implantation of tissue expanders; 3 – 2.5 months after the implantation of two tissue expanders and their gradual filling with liquid in order to stretch the skin, the expander volume is 1200.0 cm<sup>2</sup> (the planned skin incisions, as well as the directions of moving and rotating are marked by lines and pointed at with arrows); 4 – surgical removal of the expanders with subsequent scar excision and scalp reconstruction; the patient before (5) and 20 days after (6) surgery.



---

## Заключение

Итак, исходя из масштабного изучения проблемы, совокупности проведенных клинических, теоретических и клинических исследований, разработки методик реконструктивной и минимально инвазивной нейрохирургии, можно констатировать, что в Центре нейрохирургии создано учение о последствиях черепно-мозго-

вой травмы. Эффективность его доказана результатами лечения репрезентативного числа больных с посттравматической патологией.

Вместе с тем подчеркнем, в проблеме последствий черепно-мозговой травмы еще остается немало «белых пятен», изучение которых относится к актуальным задачам современной нейротравматологии.

---

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/ INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Лихтерман Леонид Болеславович** – д-р мед. наук, проф., невролог, гл. науч. сотр. 9-го нейрохирургического отделения, ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко». E-mail: ova@nsi.ru; ORCID: 0000-0002-9948-9816

**Leonid B. Likhterman** – D. Sci. (Med.), Prof., Burdenko National Medical Research Center for Neurosurgery. E-mail: ova@nsi.ru; ORCID: 0000-0002-9948-9816

**Кравчук Александр Дмитриевич** – д-р мед. наук, проф., нейрохирург, зав. 9-м нейрохирургическим отделением, ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко». ORCID: 0000-0002-3112-8256

**Aleksandr D. Kravchuk** – D. Sci. (Med.), Prof., Burdenko National Medical Research Center for Neurosurgery. ORCID: 0000-0002-3112-8256

**Охлопков Владимир Александрович** – канд. мед. наук, доцент, нейрохирург, ст. науч. сотр. 9-го нейрохирургического отделения, ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко». ORCID: 0000-0001-8911-2372

**Vladimir A. Okhlopkov** – Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Burdenko National Medical Research Center for Neurosurgery. ORCID: 0000-0001-8911-2372

Статья поступила в редакцию / The article received: 23.09.2021

Статья принята к печати / The article approved for publication: 14.10.2021