

СИМУЛЬТАННАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ОСНОВАНИЯ ЧЕРЕПА И ДЕФЕКТА ЛОБНОЙ КОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CAD-CAM-ТЕХНОЛОГИЙ

О. В. Иванов ✉

Федеральный Сибирский научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Красноярск, Россия

После черепно-мозговой травмы в послеоперационный период у пациентов нередко возникают осложнения. Представлен случай ревизионной операции по поводу назальной ликвореи после тяжелой автодорожной травмы. Пациентке в ходе одной операции провели реконструкцию основания черепа, дефекта лобной кости и люмбоперитонеальное шунтирование. Реконструкцию основания черепа выполнили мышечно-апоневротическим аутоотрансплантатом, для лучшего косметического эффекта использовали имплант, изготовленный с использованием CAD-CAM-технологий. В послеоперационном периоде возник рецидив назоликвореи, потребовавший повторной многослойной пластической операции на основании черепа с использованием фибрин-тромбиновой клеевой композиции. Послеоперационное наблюдение составило более двух лет, рецидива ликвореи не отмечено, достигнут желаемый клинический и косметический результат.

Ключевые слова: дефекты костей черепа, реконструктивно-пластическая операция, CAD-CAM-технологии, назоликворея, фибрин-тромбиновый клей

Благодарность: авторы признательны директору ООО «ЛОГИКС медицинские системы» И. Б. Урасовскому и техническому директору А. А. Панченко за помощь в проектировании индивидуального импланта.

Финансирование: субсидия на выполнение государственного задания ФМБА по теме «Замещение дефектов костей черепа с применением материалов с памятью формы».

Соблюдение этических стандартов: пациентка подписала добровольное информированное согласие на исследование.

✉ **Для корреспонденции:** Олег Викторович Иванов
ул. Коломенская, д. 26, г. Красноярск, 660133, Россия; 2978395@mail.ru

Статья получена: 07.10.2021 **Статья принята к печати:** 25.10.2021 **Опубликована онлайн:** 08.11.2021

DOI: 10.47183/mes.2021.038

SIMULTANEOUS REPAIR OF THE SKULL BASE AND THE FRONTAL LOBE DEFECT USING CAD-CAM TECHNOLOGY

Ivanov OV ✉

Federal Siberian Research and Clinical Center of FMBA of Russia, Krasnoyarsk, Russia

Many patients with traumatic brain injury develop complications in the postoperative period. The article describes a case of revision surgery in a female patient with cerebrospinal fluid rhinorrhea following a severe car accident. During one surgery, the skull base and the frontal bone defect were repaired and a lumbo-peritoneal shunt was placed. The skull base was repaired using an autologous musculoaponeurotic graft. For a better cosmetic effect, the implant was designed using CAD-CAM technologies. The patient had a relapse of the leak in the postoperative period, which required revision surgery (multilayer reconstruction using a fibrin-thrombin sponge). The patient was followed up for 2 years, with no relapse. The desired clinical and cosmetic effects were successfully achieved.

Keywords: cranial bone defect, reconstructive surgery, CAD-CAM technology, CSF leak, fibrin glue

Acknowledgments: the authors thank Urasovsky IB, Director of Logeeks Medical Systems, and Panchenko AA, Director of Engineering, for their help in creating the customized implant.

Funding: the work was part of the State Assignment on the Cranial bone defect repair with shape memory materials.

Compliance with ethical standards: the patient gave her informed consent to participate in the study

✉ **Correspondence should be addressed:** Evgeniya A. Blinova
Vorovskogo, 68, korp. 1, Chelyabinsk, 454141, Russia; blinova@urcrn.ru

Received: 07.10.2021 **Accepted:** 25.10.2021 **Published online:** 08.11.2021

DOI: 10.47183/mes.2021.038

Первое описание реконструкции дефекта черепа было обнаружено в учебнике хирургии Alain-I Cerrahin (Wonders of Surgeons), написанном Ибрагимом бен Абдуллой в 1505 г. [1]. Итальянский врач Fallopius Gabriele (1523–1562) описал методику замещения костного дефекта черепа с помощью пластины из золота. Подробное описание хирургического закрытия трепанационного дефекта золотой пластиной относится к 1565 г. и было сделано Petronius. В 1668 г. Van Meekeren представил случай реконструкции черепа у русского дворянина после ранения мечом. Для вмешательства была использована кость свода черепа собаки [2]. D. Simpson в 1965 г. предложил применять для реконструктивных операций титан. На сегодняшний день титан и его сплавы широко применяют в хирургии. Одной из актуальных проблем современной нейротравматологии являются диагностика и лечение краниофациальной травмы. Традиционно лечение осуществляют в несколько

этапов: на первом этапе в остром периоде травмы проводят первичную хирургическую обработку (ПХО) ран с удалением отломков лобной кости, включая верхний край и крышу орбиты, стенки лобной пазухи с максимальным сохранением костной ткани, и первичную реконструкцию черепа и лицевого скелета; на втором этапе через несколько месяцев проводятся реконструктивные операции.

Причинами травм могут быть: дорожно-транспортные происшествия — 51,3% случаев; удар по голове или лицу — 31,8%; проникающие ранения черепа, орбиты и головного мозга — 10,4%; падение с высоты — 5,4%; другие — 1,1% [3]. Краниофациальная травма составляет 6–9% от всех случаев черепно-мозговой травмы (ЧМТ) и 34–52,9% среди сочетанных травм. Травму головного мозга средней и тяжелой степени наблюдают у 7% пациентов с повреждением лицевого отдела черепа [4, 5]. Сочетанная травма центральных отделов лица приводит

к формированию косметического дефекта. Переломы основания черепа, проходящие через лобную пазуху, клетки решетчатого лабиринта, клиновидной пазухи, становятся наиболее частым источником ликвореи. Фактором риска формирования ликворной фистулы, требующей хирургического закрытия, является наличие перелома на границе задней стенки лобной пазухи и ситовидной пластины [5].

Представленный случай интересен решением нескольких задач в рамках одной операции и применением CAD-CAM-технологий в ревизионной хирургии краниоорбитального повреждения черепа [6, 7].

Описание клинического случая

Пациентка «У», 32 года, в январе 2019 г. после тяжелой автодорожной травмы экстренно поступила в Городскую больницу с диагнозом «открытая проникающая ЧМТ, ушиб головного мозга тяжелой степени, оскольчатый, вдавленный, проникающий перелом лобной кости, контузионные очаги в лобных долях, перелом скуловой кости справа со смещением».

При поступлении в больницу после травмы пациентке провели ПХО открытого вдавленного перелома, удалили отломки задней стенки лобной пазухи, лобной кости, остеосинтез скуловой кости (рис. 1, 2). Через две недели провели реконструкцию дефекта лобной кости, в ходе операции выполнили краниализацию лобной пазухи, реконструкцию основания черепа; послеоперационный период осложнился назоликвореей. Использованные методы лечения назоликвореи (люмбальные пункции, наружное люмбальное дренирование) были неэффективны.

Косметический результат операции можно считать удовлетворительным, но из-за сложной геометрии утраченного фрагмента кости остаточная деформация заметна (рис. 3). Пациентка маскирует деформацию прической. При реконструкции лобной кости предпочтительно использовать индивидуально изготовленные импланты либо тщательно моделировать пластину.

В процессе лечения необходимо было решить две основные задачи: во первых, провести пластическую операцию по реконструкции основания черепа, фронтальных синусов для купирования ликвореи; во-вторых, восстановить геометрию черепа.

Пациентке выполнили КТ-цистернографию (рис. 4) для выявления источника ликвореи. На КТ-сканах задняя стенка лобной пазухи отсутствует, в лобных синусах контраст.

При планировании хирургического лечения было решено за одну операцию провести реконструкцию основания передней черепной ямки для устранения ликвореи, повторную реконструкцию дефекта лобной кости и вентрикулоперитонеальное шунтирование. Шунтирование было необходимо, поскольку на момент операции ликворея продолжалась более пяти месяцев и в связи с переломами основания черепа была высока вероятность повреждения базальных цистерн. Проектированием импланта занималась группа инженеров ООО «Логикс медицинские системы». Стандартных инструментов для проектирования было недостаточно, поскольку дефект уже был закрыт титановой сеткой, и это существенно усложняло задачу. Поэтапно с помощью CAD-программы титановую сетку «виртуально» удалили — обычно этап проектирования проводят при открытом дефекте. Имплант изготовили на 3D-принтере EOS M 290 (EOS GmbH; Германия) по технологии DMLS (прямое

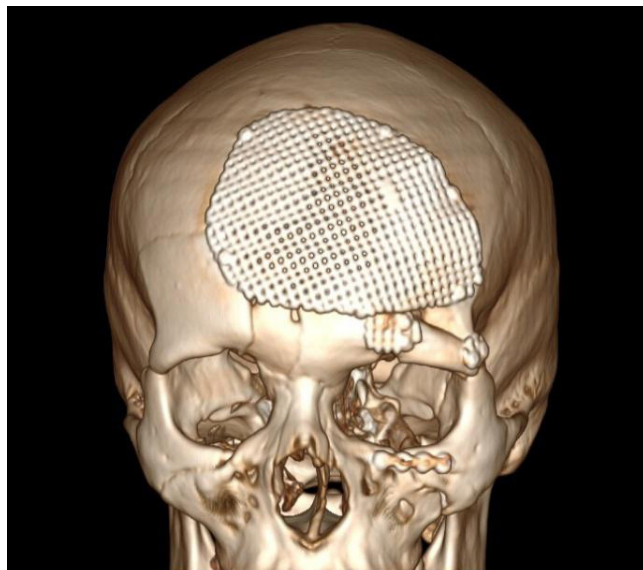


Рис. 1. Компьютерная томография: 3D-реконструкция черепа (вид спереди). Титановая сетка в проекции дефекта лобной кости. Проведен остеосинтез отломков лобной кости, формирующих верхнюю стенку орбиты

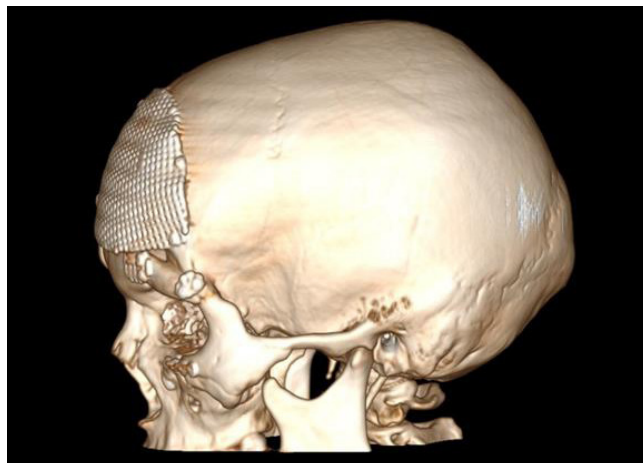


Рис. 2. Компьютерная томография: 3D-реконструкция черепа (вид сбоку)

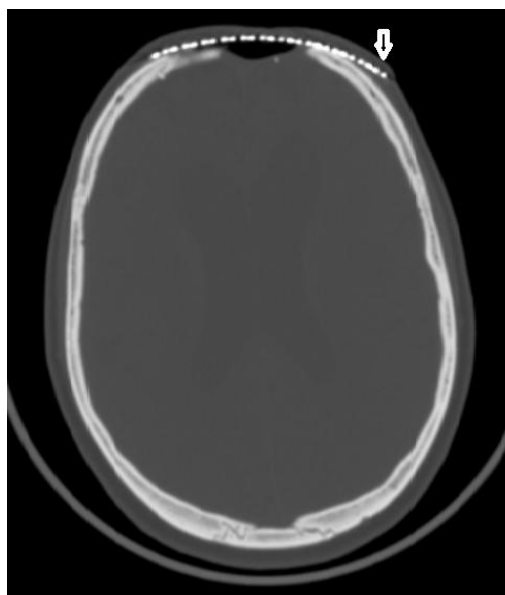


Рис. 3. Компьютерная томография: аксиальный срез. Стрелкой показан край пластины, деформирующий контур черепа. Показана разница в геометрии свода черепа и импланта

лазерное спекание металлов) из сплава VT-6 (ванадий, титан, алюминий). На рис. 1 и 4 видны множественные линии переломов со смещением на толщину кости. Фрагменты сетки, использованные для остеосинтеза верхнего края орбиты, было решено не удалять. До операции провели люмбальную пункцию и выполнили общий анализ ликвора. Признаков менингита выявлено не было. На рис. 5, 6 представлены этапы CAD-проектирования. За счет возможностей 3D проектирования точно восстановлена геометрия черепа.

В июне 2019 г. пациентке провели операцию: экстрадуральную реконструкцию основания черепа мышечно-апоневротическим аутоотрансплантатом (в качестве донорского участка выбрали четырехглавую мышцу бедра с фрагментом широкой фасции и подкожным жиром), реконструкцию сложного дефекта лобной кости с использованием 3D-импланта. Обнаруженный дефект ТМО был заклеен фибрин-тромбиновой губкой. Для снижения внутричерепного давления в послеоперационном периоде выполнили люмбоперитонеальное шунтирование (в качестве альтернативы наружному дренированию). Шунт установили пункционно иглой Туохи 16 G на уровне L3–L4, провели под кожей и вывели ниже пупка на 1,5 см; малоинвазивно через порт троакара шунт опустили в брюшную полость.

Имплант установили и адаптировали в области дефекта. Из-за множественных линейных переломов со смещением у пациентки возникли костные мозоли, которые удалили высокооборотистой алмазной фрезой; фиксацию импланта провели саморезами.

После операции пациентка чувствовала себя удовлетворительно. Проведена контрольная компьютерная томография (рис. 7). На третий день появились жалобы на стекание жидкости по задней стенке глотки. После сморкания появилась головная боль. Провели повторно КТ головного мозга.

На томограммах была выявлена напряженная пневмоцефалия (рис. 8; отмечено *стрелкой*). Принято решение о повторном оперативном вмешательстве через пять дней после операции: провели ревизию, повторную реконструкцию основания передней черепной ямки. В процессе операции применена сэндвич-технология: многослойное закрытие дефекта основания передней черепной ямки с использованием мышечно-фасциального аутоотрансплантата, искусственной твердой мозговой оболочки и фибрин-тромбиновой клеевой композиции.

В послеоперационный период состояние пациентки было стабильным, возникли жалобы на умеренную головную боль. Состояние постепенно улучшалось, послеоперационная рана зажила первичным натяжением, достигнут отличный косметический результат. Наблюдались признаки ликворной гипотензии (головная боль, головокружение в основном в вертикальном положении) люмбоперитонеальный шунт был удален через две недели.

На контрольных снимках после удаления шунта количество газа значительно уменьшилось (рис. 9). На момент выписки состояние удовлетворительное. Рецидива ликвореи не было.

Обсуждение клинического случая

Ликворея после нейрохирургических операций развивается в 0,9–42% случаев [8] в зависимости от многих факторов, таких как локализация хирургического доступа, хирургическая техника, общие и местные условия (иммунодепрессия, терапия кортикостероидами,

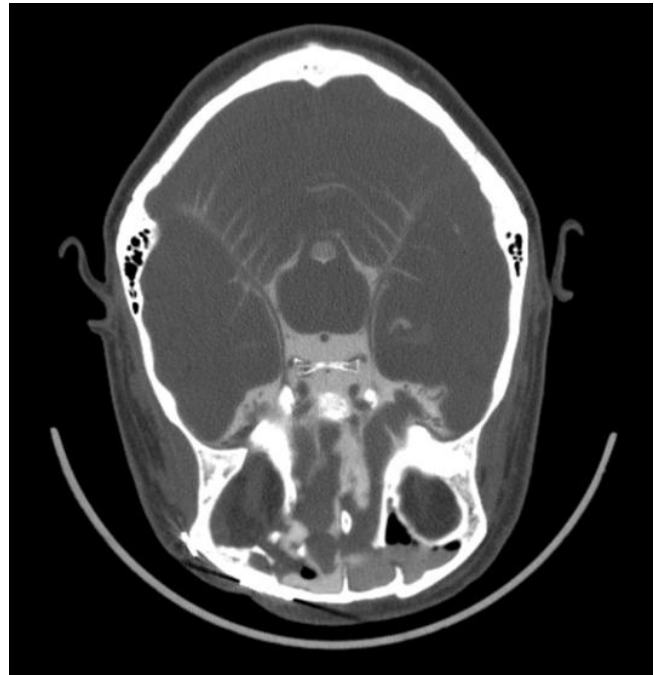


Рис. 4. КТ-цистернография: аксиальный срез

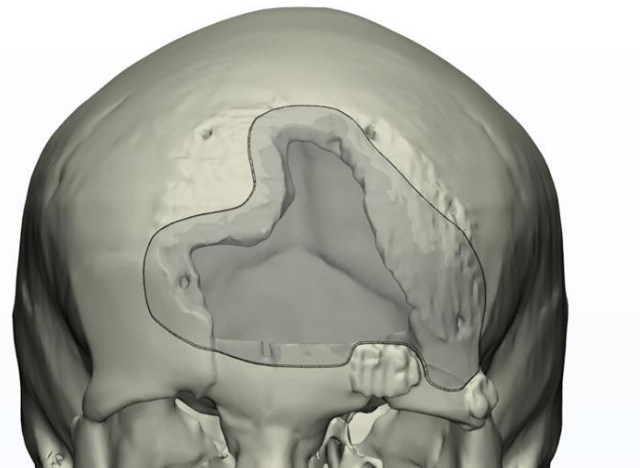


Рис. 5. 3D-реконструкция черепа: этап CAD-проектирования. Разрабатываемый имплант больше дефекта для более точного восстановления формы лобной кости

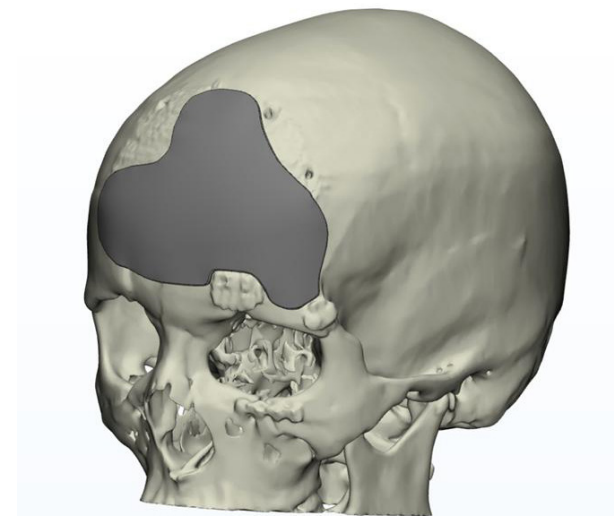


Рис. 6. 3D-реконструкция черепа: этап CAD-проектирования. Окончательный вариант импланта

неконтролируемый диабет, почечная или печеночная дисфункция и т. д.). При повреждениях основания черепа ликворею трудно контролировать консервативными методами (например, люмбальным дренажем), она может быть источником осложнений и увеличивать риск смерти [9]. Реконструкция дефектов основания черепа выполняется в целях герметизации субдурального пространства и полной изоляции его от полости носа и околоносовых пазух для профилактики таких серьезных осложнений, как пневмоцефалия, менинго- и энцефалоцеле, менингит, менингоэнцефалит [10].

Тактика реконструкции дефектов основания черепа зависит от их расположения, размеров, формы, протяженности сообщения с полостью носа и околоносовыми пазухами, близости субарахноидальных цистерн [10]. Применение аутотрансплантатов считается предпочтительным, поскольку не вызывает биологических реакций [9, 11].

При планировании оперативного лечения необходимо уточнить, какое давление ликвореи: высокое или низкое [10, 12]. Дополнение операции наружным люмбальным дренажем или шунтом проводят только при ликвореи высокого давления. Люмбальный дренаж обычно устанавливают на 3–5 дней. Частота осложнений при наружном люмбальном дренировании достигает 12,5% [9], они включают инфекционные осложнения, головную боль, раздражение нервных корешков, пневмоцефалию на фоне гипердренирования и др. При первой операции в качестве материала для пластики применяли мышечно-апоневротический аутотрансплантат, подкожный жир и фибрин-тромбиновую губку [13]. Некоторые авторы указывают на эффективность только фибрин-тромбиновой губки как пластического материала [14]. Аллотрансплантаты не использовали. При высоком риске послеоперационной ликвореи предпочтение следует отдавать методикам многослойной пластики [15]. Многооскольчатый перелом лобной кости с переходом на переднюю черепную ямку включает повреждение базальных цистерн, поэтому было проведено люмбоперитонеальное шунтирование. Фибриновый клей не использовали, поскольку по опыту работы коллег, многослойная пластика аутоканями совместно с фибрин-тромбиновой губкой позволяет добиться герметичного закрытия дефекта основания черепа [13, 14]. По мнению ряда авторов, использование фибрин-тромбинового клея на результаты операций не влияет, но упрощает хирургическую технику [16]. После первой операции пациентке было рекомендовано не сморкаться. Нарушение рекомендаций стало причиной развития напряженной пневмоцефалии. При ревизии использовали многослойную пластику: мышечно-апоневротический аутотрансплантат с подкожным жиром, аллотрансплантат (искусственную твердую мозговую оболочку), фибриновый клей. В послеоперационном периоде рецидивов ликвореи не возникло.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Решение нескольких задач за одну операцию для пациента всегда предпочтительнее, так как позволяет сократить сроки лечения, снизить уровень стресса. Однако, несмотря на значительные преимущества, планирование симультанных операций, как показывает этот клинический случай, не всегда оправдано. Длительная дооперационная ликворея и безуспешность предыдущего лечения указывают на вероятный риск рецидива в послеоперационном периоде.

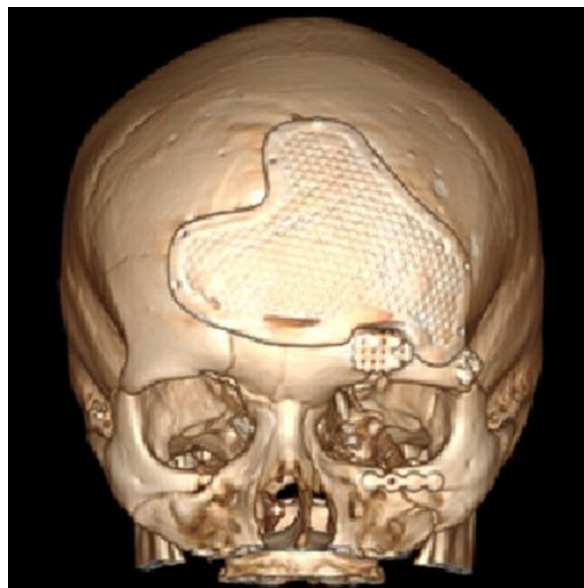


Рис. 7. 3D-реконструкция черепа после операции (вид спереди)

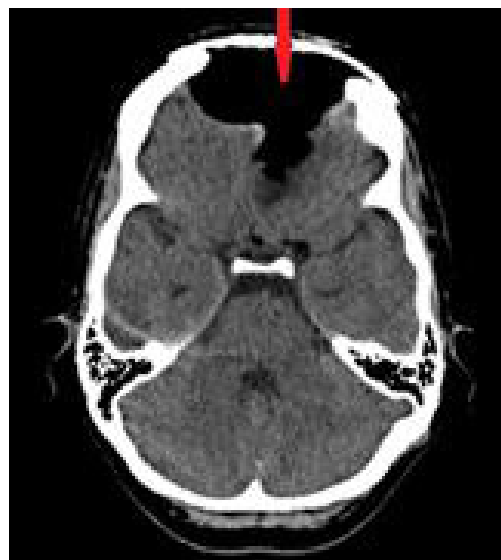


Рис. 8. Компьютерная томография после операции, аксиальный срез



Рис. 9. Компьютерная томография. Контроль после операции

При рецидивах ликвореи время выполнения ревизионных операций увеличивается в связи с необходимостью удалять имплант, кроме того, увеличивается риск развития менингита и менингоэнцефалита из-за присутствия инородного тела (импланта) на фоне продолжающейся ликвореи. Таким образом, при планировании операции необходимо учесть, как давно существует ликворея, тип ликвореи (низкое или высокое давление), какие способы лечения уже проведены и каковы их результаты. В случае, если безуспешно проводилось наружное дренирование,

и срок существующей ликвореи больше двух месяцев, оперативное лечение целесообразно разделить на два этапа: на первом этапе необходимо провести реконструкцию основания черепа, на втором (через два месяца) — закрытие дефекта лобной кости. Несмотря на существенный косметический дефект, который возникнет у пациента между операциями, такой подход обеспечит большую безопасность. Спорным остается вопрос о применении вспомогательных методов снижения внутричерепного давления: наружного люмбального дренирования и шунтирования.

Литература

1. Aciduman A, Belen D. The earliest document regarding the history of cranioplasty from the ottoman era. *Surg Neurol*. 2007; 68 (3): 349–53.
2. Sanan A, Haines S. Repairing holes in the head: a history of cranioplasty. *Neurosurgery*. 1997; 3 (40): 588–603.
3. Shah AM, Jung H, Skirboll S. Materials used in cranioplasty: A history and analysis. *Neurosurg Focus*. 2014; 36 (4): 19.
4. Травма назо-этмоидального комплекса: нейрохирургические и эстетические аспекты проблемы. Яковенко И. В. и др. *Нейрохирургия*. 2013; 4: 33–38.
5. Чобулов С. А., Кравчук А. Д., Потапов А.А., Лихтерман Л. Б., Маряхин А. Д., Синбухова Е. В. Современные аспекты реконструктивной хирургии дефектов черепа. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н. Н. Бурденко*. 2019; 83 (2): 115–24.
6. Гольбин Д. А., Миндлин С. Н. Тактика пластического закрытия базальных дефектов после удаления срединных новообразований передних отделов основания черепа. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н.Н. Бурденко*. 2017; 81 (3): 77–87.
7. Di Vitantonio H, De Paulis D, Del Maestro M, Ricci A, Dechordi SR, Marzi S, et al. Dural repair using autologous fat: Our experience and review of the literature. *Surg Neurol Int*. 2016; 7: S463–8. Available from: <http://surgicalneurologyint.com/Dural-repair-using-autologous-fat-Our-experience-and-review-of-the-literature/>.
8. Еолчийн С. А., Потапов А. А., Серова Н. К., Катаев М. Г., Сергеева Л. А., Захарова Н. Е., и др. Реконструктивная хирургия краниоорбитальных повреждений. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н. Н. Бурденко*. 2011; 75 (2): 25–40.
9. Naik AN, Lancione PJ, Parikh AS, Lin C, Silverman DA, Carrau RL, VanKoeveering KK, Seim NB, Old MO, Kang SY. Anterior skull base reconstruction: a contemporary review. *Plast Aesthet Res*. 2021; 8: 22. Available from: <http://dx.doi.org/10.20517/2347-9264.2021.05>.
10. Krishnan SS, Manuel A, Vasudevan MC. Delayed pneumoventricle following endonasal cerebrospinal fluid rhinorrhea repair with thecoperitoneal shunt. *Asian J Neurosurg*. 2019; 14: 325–8.
11. Крюков А. И., Туровский А. Б., Годков И. М., Кудрявцева Ю. С. Лечение риноликвореи после травм основания черепа. *Российская ринология*. 2011; 19 (2): 54–55.
12. Шиманский В. Н., Пошатаев В. К., Одаманов Д. А., Шевченко К. В. Методика применения материала ТахоКомб для пластики твердой мозговой оболочки в хирургии опухолей задней черепной ямки. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н. Н. Бурденко*. 2016; 80 (5): 85–89. DOI: 10.17116/neiro201680585-89.
13. Калинин П. Л., Кутин М. А., Фомичев Д. В. и др. Пластика операционных дефектов центральных отделов основания черепа в хирургии опухолей хиазмально-селлярной области. *Нейрохирургия*. 2018; 20 (3): 104–10. DOI: 10.17650/1683-3295-2018-20-3-104-110.
14. Corallo F, Cristina De Cola M, Lo Buono V, Marra A, De Luca R, Trinchera A, et al. Early vs late cranioplasty: what is better? *International Journal of Neuroscience*. 2017; 127 (8): 688–93. DOI: 10.1080/00207454.2016.1235045.
15. Калинин П. Л., Кутин М. А., Фомичев Д. В. и др. Пластика операционных дефектов центральных отделов основания черепа в хирургии опухолей хиазмально-селлярной области. *Нейрохирургия*. 2018; 20 (3): 104–10.
16. Левченко О. В. Структура челюстно-лицевых повреждений, сочетанных с черепно-мозговой травмой. В сборнике: О.В. Левченко, А.З. Шалумов, Н.Ю. Кутровская. XI Всероссийская. науч.-практ. конф. нейрохирургов «Поленовские чтения». М., 2012; с. 137.

References

1. Aciduman A, Belen D. The earliest document regarding the history of cranioplasty from the ottoman era. *Surg Neurol*. 2007; 68 (3): 349–53.
2. Sanan A, Haines S. Repairing holes in the head: a history of cranioplasty. *Neurosurgery*. 1997; 3 (40): 588–603.
3. Shah AM, Jung H, Skirboll S. Materials used in cranioplasty: A history and analysis. *Neurosurg Focus*. 2014; 36 (4): 19.
4. Travma nazo-jetmoidal'nogo kompleksa: nejrohirurgicheskie i jesteticheskie aspekty problemy. Jakovenko I. V. i dr. *Nejrohirurgija*. 2013; 4: 33–38.
5. Chobulov SA, Kravchuk AD, Potapov AA, Lihtermann LB, Marjahin AD, Sinbuhova EV. Sovremennyye aspekty rekonstruktivnoj hirurgii defektov cherepa. *Zhurnal «Voprosy nejrohirurgii» imeni N. N. Burdenko*. 2019; 83 (2): 115–24. Russian.
6. Golbin DA, Mindlin SN. Taktika plasticheskogo zakrytija bazal'nyh defektov posle udalenija sredinnyh novoobrazovaniy perednih otделов osnovaniya cherepa. *Zhurnal «Voprosy nejrohirurgii» imeni N.N. Burdenko*. 2017; 81 (3): 77–87. Russian.
7. Di Vitantonio H, De Paulis D, Del Maestro M, Ricci A, Dechordi SR, Marzi S, et al. Dural repair using autologous fat: Our experience and review of the literature. *Surg Neurol Int*. 2016; 7: S463–8. Available from: <http://surgicalneurologyint.com/Dural-repair-using-autologous-fat-Our-experience-and-review-of-the-literature/>.
8. Eolchijan SA, Potapov AA, Serova NK, Kataev MG, Sergeeva LA, Zaharova NE, i dr. Rekonstruktivnaja hirurgija kranioorbital'nyh povrezhdenij. *Zhurnal «Voprosy nejrohirurgii» imeni N. N. Burdenko*. 2011; 75 (2): 25–40. Russian.
9. Naik AN, Lancione PJ, Parikh AS, Lin C, Silverman DA, Carrau RL, VanKoeveering KK, Seim NB, Old MO, Kang SY. Anterior skull base reconstruction: a contemporary review. *Plast Aesthet Res*. 2021; 8: 22. Available from: <http://dx.doi.org/10.20517/2347-9264.2021.05>.
10. Krishnan SS, Manuel A, Vasudevan MC. Delayed pneumoventricle following endonasal cerebrospinal fluid rhinorrhea repair with thecoperitoneal shunt. *Asian J Neurosurg*. 2019; 14: 325–8.

11. Krjukov AI, Turovskij AB, Godkov IM, Kudrjavceva YuS. Lechenie rinolikhvovoj posle travm osnovanija cherepa. Rossijskaja rinologija. 2011; 19 (2): 54–55. Russian.
12. Shimanskij VN, Poshataev VK, Odamanov DA, Shevchenko KV. Metodika primenenija materiala Tahokomb dlja plastiki tverdoj mozgovo obolochki v hirurgii opuholej zadnej cherepnoj jamki. Zhurnal «Voprosy neirohirurgii» im. N. N. Burdenko. 2016; 80 (5): 85–89. DOI: 10.17116/neiro201680585-89. Russian.
13. Kalinin PL, Kutin MA, Fomichev DV, i dr. Plastika operacionnyh defektov central'nyh otdelov osnovanija cherepa v hirurgii opuholej hiazmal'no-selljarnoj oblasti. Neirohirurgija. 2018; 20 (3): 104–110. DOI: 10.17650/1683-3295-2018-20-3-104-110. Russian.
14. Corallo F, Cristina De Cola M, Lo Buono V, Marra A, De Luca R, Trinchera A, et al. Early vs late cranioplasty: what is better? International Journal of Neuroscience. 2017; 127 (8): 688–93. DOI: 10.1080/00207454.2016.1235045.
15. Kalinin PL, Kutin MA, Fomichev DV, i dr. Plastika operacionnyh defektov central'nyh otdelov osnovanija cherepa v hirurgii opuholej hiazmal'no-selljarnoj oblasti. Neirohirurgija. 2018; 20 (3): 104–110. Russian.
16. Levchenko OV. Struktura cheljustno-licevyh povrezhdenij, sochetannyh s cherepno-mozgovo travm. V sbornike: O.V. Levchenko, A.Z. Shalunov, N.Ju. Kutrovskaja. XI Vserossijskaja. nauch.-prakt. konf. neirohirurgov «Polenovskie chtenija». M., 2012; s. 137. Russian.