



Боровский А.А.¹, Давидян А.В.², Грек А.Н.¹, Назаренко Д.И.³, Федулов А.С.¹✉

¹ Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

² Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии,
Минск, Беларусь

³ Городская клиническая больница скорой медицинской помощи, Минск, Беларусь

Острая травматическая субдуральная гематома: выбор тактики хирургического лечения (обзор литературы и клинические случаи)

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: все авторы внесли равноценный вклад в подготовку статьи.

Подана: 14.12.2023

Принята: 15.01.2024

Контакты: fedulov@tut.by

Резюме

Несмотря на появление методов эффективного контроля внутричерепного давления (ВЧД) и их постоянное совершенствование, летальность при тяжелой ЧМТ, сопровождающейся возникновением острой субдуральной гематомы (ОСГ), остается высокой (40–85%). В РФ, США, Великобритании, Японии, Республике Беларусь, странах Евросоюза существуют значительные различия по выбору метода хирургической эвакуации травматической ОСГ. Сравнение тактики ведения пациентов в различных нейротравматологических центрах свидетельствует о том, что удаление ОСГ посредством первичной декомпрессивной трепанации (ДТ) не имеет существенных преимуществ по сравнению с костно-пластической трепанацией черепа (КПТ), если оценивать ее с позиции достижения функционального результата через 6–12 месяцев. При ДТ, помимо этого, повышается риск осложнений. Впоследствии требуется проведение краниопластики, которая в случае больших костных дефектов также имеет собственный высокий риск осложнений и повышает экономические затраты, связанные с повторной операцией, госпитальным лечением, увеличением периода нетрудоспособности. В то же время выполнение КПТ пациентам с ОСГ в коме с выраженным дислокационным синдромом требует высококвалифицированного нейрореанимационного сопровождения в послеоперационном периоде и в некоторых случаях проведения вторичной ДТ. Обобщение и анализ собственных результатов лечения пострадавших с ЧМТ, которым была выполнена ДТ или КПТ, в целом согласуются с оценками, содержащимися в недавно опубликованных результатах исследования RESCUE-ASDH и подчеркивают необходимость тщательного сбора данных об оперативных вмешательствах и их последствиях для более точного определения клинического течения ЧМТ. Рекомендации могут ограничить выполнение первичной ДТ пациентам, у которых интраоперационный отек головного мозга препятствует первичной краниопластике. В послеоперационном периоде необходим постоянный нейромониторинг, контрольные КТ головного мозга для своевременного выявления показаний к проведению вторичной ДТ. Подходы к лечению должны быть



адаптированы к региональным особенностям системы здравоохранения. При отсутствии в стационаре нейрореанимационного отделения с возможностью круглосуточно выполнять КТ головного мозга и системы нейромониторинга с контролем ВЧД в urgentных ситуациях предпочтительно выполнение ДТ как средства эффективного контроля ВЧД.

Ключевые слова: острая субдуральная гематома, декомпрессивная краниотомия, краниэктомии, костно-пластическая трепанация черепа

Borovsky A.¹, Davidian A.², Grek A.¹, Nazarenko D.³, Fedulov A.¹✉

¹ Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

² Republican Research and Clinical Center of Neurology and Neurosurgery, Minsk, Belarus

³ City Clinical Emergency Hospital, Minsk, Belarus

Acute Traumatic Subdural Hematoma: Choice of Surgical Tactics (A Literature Review and Clinical Cases)

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: all authors made equal contributions to the preparation of the article.

Submitted: 14.12.2023

Accepted: 15.01.2024

Contacts: fedulov@tut.by

Abstract

Despite the emergence of methods of effective control of intracranial pressure (ICP) and their continuous improvement, the mortality rate in severe TBI accompanied by acute subdural hematoma (ASDH) remains high (40-85%). In the Russian Federation, the USA, the UK, Japan, the Republic of Belarus, and the EU countries, significant differences exist regarding the choice of surgical evacuation of traumatic OS. A comparison of patient management tactics in various neurotraumatology centers indicates that ASH removal by primary decompressive craniotomy (DCO) has no significant advantages over osteoplastic craniotomy (OC) when assessed from the standpoint of achieving a functional outcome in 6–12 months. In addition, the risk of complications increases with DCO. Subsequently, a cranioplasty is required, which in the case of large bone defects also has its own high risk of complications, and increases the economic costs associated with reoperation, hospital care, and increased disability period. At the same time, performing CO in ASDH patients in coma, with severe dislocation syndrome, requires highly skilled neuroresuscitation support in the postoperative period and, in some cases, secondary DCO. A summarization and analysis of our own outcomes in patients with TBI who underwent DCO or CO are generally consistent with the estimates from the recently published RESCUE-ASDH study, and emphasize the need for thorough data collecting on surgical interventions and their outcomes to more precisely determine the clinical course of TBI. Guidelines may limit performing primary DCO in patients with intraoperative cerebral edema precluding primary cranioplasty. In the postoperative period, continuous neuromonitoring and follow-up CT scans of the brain are required to timely reveal indications for secondary DCO.

Treatment approaches should be adapted to regional healthcare system peculiarities. In the absence of a neuroresuscitation unit allowing round-the-clock CT of the brain and a neuromonitoring system with ICP control in the hospital, DCO is preferable as a means of effective ICP control in urgent situations.

Keywords: acute subdural hematoma, decompressive craniotomy, craniectomy, osteoplastic craniotomy

■ ВВЕДЕНИЕ

Хирургическое лечение тяжелой черепно-мозговой травмы (ЧМТ) является одним из наиболее актуальных вопросов нейротравматологии. Несмотря на проводимое в последнее время комплексное изучение различных аспектов ЧМТ, применение современных методов визуализации, мультимодального нейромониторинга, оценки функционального состояния мозга, летальность при тяжелой ЧМТ остается высокой. При тяжелых формах ЧМТ с наличием внутричерепных гематом, очагов ушиба головного мозга, сопровождающихся дислокационным синдромом, летальность составляет 40–85% [1]. Острые травматические субдуральные гематомы (ОСГ) наблюдаются примерно у 30% пациентов с тяжелой ЧМТ [2, 3]. ОСГ вызывает повышение внутричерепного давления (ВЧД), что способствует падению церебральной перфузии, вызывает дислокацию головного мозга, сопровождается высокой летальностью или плохим функциональным исходом. Принятие решения о хирургическом или консервативном лечении пациента с ОСГ зависит от его неврологического статуса, размера гематомы и степени масс-эффекта [4].

Хирургическая процедура по эвакуации ОСГ предполагает 1 из 2 подходов: костно-пластическую трепанацию с первичной краниопластикой (КПТ) или декомпрессионную трепанацию (ДТ), при которой костный лоскут удаляется. Хирургическую тактику определяют несколько клинических сценариев. Первичную ДТ выполняют в 2 случаях: во-первых, если после эвакуации ОСГ интраоперационно отечный мозг напряжен и пролабирует в трепанационное окно, что не позволяет безопасно установить костный лоскут на место без чрезмерного повышения ВЧД; иная возможная клиническая ситуация – так называемая превентивная декомпрессия применяется для купирования возможного повышения ВЧД в послеоперационном периоде [5]. Вторичная ДТ проводится на более поздних этапах лечения в качестве крайней меры после исчерпания всех средств нейрореанимационной помощи [6].

ДТ позволяет лучше контролировать ВЧД, однако считается более инвазивной, чем КПТ, поскольку приводит к временному нарушению герметичности черепа, требует последующей краниопластики и связана с более частым возникновением посттравматической гидроцефалии, реабсорбции костного лоскута, инфекционных и других осложнений [7]. Рекомендации Организации травм головного мозга (The Brain Trauma Foundation, BTF) по хирургическому лечению ОСГ не содержат четких указаний для выбора того или иного подхода [8].

Инструкция о порядке организации оказания медицинской помощи пациентам с черепно-мозговой травмой (приказ Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 1110 от 24.09.12) определяет показания к хирургической эвакуации ОСГ, однако также не раскрывает алгоритм выбора ДТ или КПТ для удаления ОСГ,



а именно согласно Инструкции «у пациентов в состоянии комы острую и подострую субдуральную гематому удаляют путем краниотомии с сохранением или удалением костного лоскута» [9].

Для научных исследований, в том числе для оценки результатов лечения пациентов с ОСГ, важен унифицированный подход к классификации ЧМТ по степени тяжести, поскольку тяжесть ЧМТ напрямую влияет на прогноз и результаты лечения. В соответствии с Инструкцией, для оценки степени тяжести ЧМТ предполагается 2 подхода: первый основан на нейровизуализационных критериях; второй – на уровне сознания по шкале комы Глазго (ШКГ). В то же время в клинических исследованиях оценка степени тяжести ЧМТ основана на использовании только 1 подхода – по ШКГ [10].

Актуальным является и внесение определенности в оценку эффективности лечения пациентов с ОСГ. Принято использование с этой целью такого показателя, как функциональный статус пациента не менее чем через 6 месяцев с момента травмы, измеренный с использованием шкалы исходов Глазго (ШИГ) или расширенной шкалы исходов Глазго (рШИГ) [1, 4, 6].

По данным зарубежной литературы, ОСГ у пациентов с тяжелой ЧМТ (<9 баллов ШКГ) удаляют путем КПТ в 75% случаев, в Российской Федерации в НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского – у 50% пациентов. Оценка менеджмента пациентов с ОСГ в нейрохирургическом отделении УЗ ГК БСМП г. Минска за последние 10 лет указывает на то, что лишь у 2% пациентов эвакуация ОСГ выполняется с помощью КПТ. Пострадавшим с оценкой уровня сознания по ШКГ в 11–15 баллов КПТ для удаления острой СДГ выполняется в 28% случаев [11].

В повседневной практике нейротравматологических стационаров нередко приходится сталкиваться с ограниченным, в силу загрузки, доступом к нейровизуализации, а также с отсутствием возможности мониторингования ВЧД [12].

В такой ситуации приходится ориентироваться на данные неврологического статуса, что объективно влияет на выбор метода трепанации. Часто влияние на выбор способа трепанации черепа оказывают субъективные причины (профессиональные компетенции нейрохирурга, традиции клиники). Это, в свою очередь, приводит к большому количеству неоправданно выполненных ДТ с целью профилактики прогрессирования нарастания ВЧД на фоне посттравматического отека мозга в послеоперационном периоде. В результате увеличивается число инвалидизированных пациентов, повышается процент повторных операций и риск гнойно-воспалительных осложнений. По этой причине вопрос выбора метода трепанации черепа при тяжелой ЧМТ представляется актуальным [13].

■ ХИРУРГИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ДЕКОМПРЕССИВНОЙ И КОСТНО-ПЛАСТИЧЕСКОЙ ТРЕПАНАЦИИ ЧЕРЕПА

В нейрохирургическом отделении УЗ ГК БСМП, как правило, КПТ выполняется по общепринятой методике – после удаления ОСГ путем краниотомии твердая мозговая оболочка (ТМО) ушивается наглухо, с подшиванием по краю трепанационного окна и к центру костного лоскута для профилактики образования эпидуральных гематом. Лоскут фиксируется костными швами или специально разработанными титановыми краниофиксаторами (регистрационное удостоверение № ИМ-7.108807, патент № 12174) (рис. 1, А) [14, 1, 3].

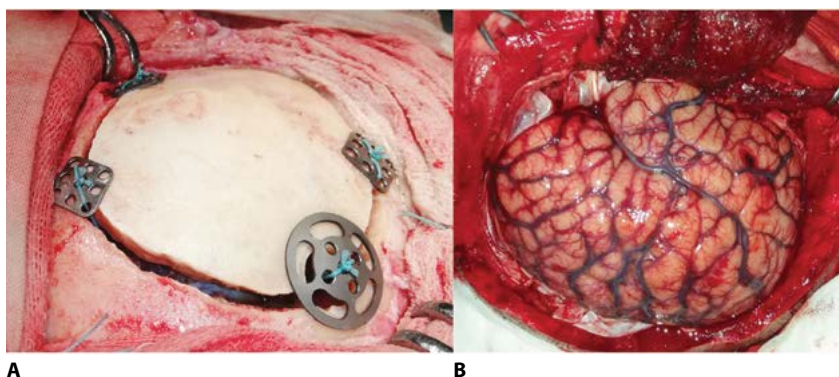


Рис. 1. Интраоперационные фотографии вариантов применяемых трепанаций: А – пациент В. Диагноз: тяжелая закрытая ЧМТ, компрессия головного мозга ОСГ над правым полушарием, дислокационный синдром. Завершающий этап оперативного вмешательства по эвакуации ОСГ с использованием КПТ; В – пациент Г. Диагноз: тяжелая закрытая ЧМТ, компрессия головного мозга ОСГ, отек и дислокация головного мозга. Завершающий этап оперативного вмешательства по эвакуации ОСГ с использованием ДТ (из личного архива авторов)
Fig. 1. Intraoperative pictures of the applied trepanations: А – patient В. Diagnosis: severe closed head injury, compression of the brain by ASDH over the right hemisphere, dislocation syndrome. The final stage of surgical intervention to evacuate the ASDH using OC; В – patient G. Diagnosis: Severe closed head injury, compression of the brain by ASDH, swelling and dislocation of the brain. The final stage of surgery to evacuate the ASDH using DCO (from the personal archive of the authors)

В качестве варианта ДТ в подавляющем большинстве случаев при удалении ОСГ на стороне гематомы костный лоскут удаляется и консервируется. Трепанационное окно выполняется размером не менее 12 на 15 см с дополнительной резекцией чешуи височной кости к основанию черепа (рис. 1, В). Как видно на рис. 1, В, после опорожнения ОСГ мозг отечный и пролабирует в трепанационное окно, что делает невозможным выполнение первичной краниопластики.

Выполнять трепанационное окно меньших размеров не рекомендуется из-за высокого риска формирования мозговой грыжи, сдавления корковых вен с формированием венозного инфаркта головного мозга. Использование бифронтотемпоральных декомпрессий не рекомендуется. Медиальный край трепанации не должен располагаться ближе 20 мм от средней линии, поскольку это может способствовать развитию гидроцефалии в послеоперационном периоде. Есть доказательства необходимости мониторингирования ВЧД после первичной ДТ [14]. Возможна экспансивная пластика ТМО с использованием синтетической мембраны или местных тканей. Однако ряд проспективных рандомизированных клинических исследований (РКИ) показал, что пластика твердой мозговой оболочки с созданием резервного декомпрессионного пространства не имеет преимуществ перед свободной укладкой лоскутов ТМО, а именно не связана с уменьшением частоты хирургических осложнений (ликворные свищи, раневая инфекция, абсцесс головного мозга или скопление подпапоневротической жидкости), в то же время увеличивает длительность операции в среднем на 30 мин [15, 16] (рис. 2).

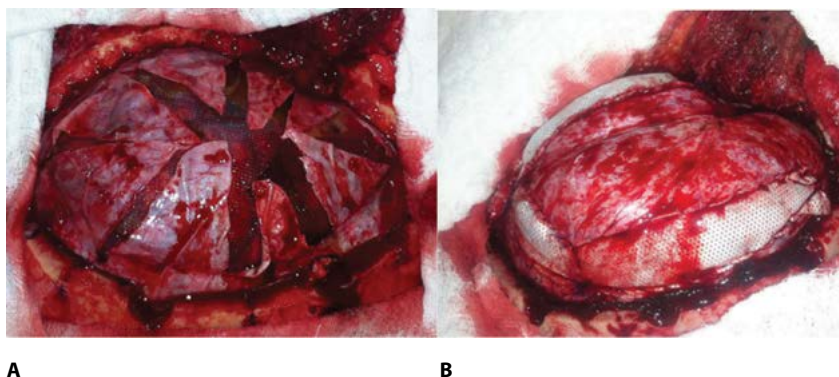


Рис. 2. Интраоперационные фотографии вариантов применяемых способов пластики твердой мозговой оболочки: А – пациент Г. Завершающий этап оперативного вмешательства по эвакуации ОСГ с использованием свободной («негерметичной») пластики ТМО после ДТ; В – пациент Д. Завершающий этап оперативного вмешательства по эвакуации ОСГ с экспансивной пластикой ТМО с использованием синтетической мембраны после ДТ (из личного архива авторов)
Fig. 2. Intraoperative pictures of options for dural plastic surgery methods: А – patient G. The final stage of surgical intervention to evacuate the ASDH using free ("non-sealed") dura mater plastic surgery after DCO; В – patient D. The final stage of surgery to evacuate the ASDH with expansive dura mater repair using a synthetic membrane after DCO (from the personal archive of the authors)

■ РОЛЬ ДЕКОМПРЕССИВНОЙ ТРЕПАНАЦИИ ЧЕРЕПА В ЛЕЧЕНИИ ТЯЖЕЛОЙ ЧМТ

ДТ можно применять в качестве жизненно важной процедуры последнего уровня для пациентов с рефрактерной внутричерепной гипертензией (т. е. когда все другие меры не смогли снизить ВЧД) или в качестве терапии второго ряда у пациентов с менее выраженным повышением ВЧД (т. е. в качестве нейропротекторной меры). Исследования пациентов, которым была выполнена ДТ, показали, что она эффективна для снижения ВЧД и улучшения ЦПД [17–19], поскольку уменьшает кумулятивную ишемическую нагрузку и объем интенсивности терапии [20–22]. Влияние вторичной ДТ на функциональные результаты не так однозначно. В многочисленных обсервационных исследованиях и сериях случаев авторы пытались ответить на этот вопрос, однако результаты были противоречивыми. Это неудивительно с учетом того факта, что они охватывали крайне разнородные группы пациентов и измеряли результат в разные моменты времени, используя различные конечные точки. На сегодняшний день проведено лишь 3 международных (многоцентровых) РКИ по данной проблеме, основные результаты которых представлены ниже.

■ РАНДОМИЗИРОВАННЫЕ КОНТРОЛИРУЕМЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ДТ

Результаты первого РКИ первичной ДТ при ЧМТ (A randomized trial of very early decompressive craniectomy in children with traumatic brain injury and sustained intracranial hypertension), проведенного А. Taylor и соавт., были опубликованы в 2001 г. [23]. Двадцать семь детей (средний возраст 120,9 месяца) с травмами головы были

рандомизированы в группу консервативного лечения и группу консервативного лечения в сочетании с битемпоральной ДТ (удаление участка височной кости размером около 3–4 см с продлением краниэктомии до дна средней черепной ямки; твердая мозговая оболочка не вскрывалась). Исследование показало, что пациенты с ДТ с большей вероятностью будут иметь лучший контроль ВЧД и более низкие значения ВЧД после ДТ, при этом функциональный исход и качество жизни лучше, чем у пациентов, получавших только консервативное лечение ($p=0,046$; с поправкой на множественность сравнения для статистической значимости требуется $p<0,0221$).

Результаты международного многоцентрового РКИ по изучению эффективности ДТ при диффузном аксональном повреждении головного мозга (Decompressive Craniectomy in Diffuse Brain Injury, DECRA) были опубликованы в 2011 г. [24]. В период с декабря 2002 по апрель 2010 г. для участия в исследовании на 2 группы случайным образом распределили 155 взрослых пациентов с тяжелой диффузной ЧМТ, у которых к моменту рандомизации развилась внутричерепная гипертензия, определяемая как ВЧД свыше 20 мм рт. ст. более 15 мин в течение 1 ч, рефрактерная к терапии 1-го уровня. Пациентам основной группы выполнили бифронтотемпоропариетальную ДТ, затем они получали стандартное (медикаментозное) лечение. Пациенты контрольной группы получали только стандартное лечение [24]. Первичной конечной точкой был неблагоприятный исход (смерть, вегетативное состояние или тяжелая инвалидность), оцененный через 6 месяцев после травмы. В группе ДТ у пациентов ВЧД реже превышало порог, при котором требовалась его коррекция ($p<0,001$), зафиксировано меньшее количество вмешательств вследствие повышенного ВЧД ($p<0,02$), и количество дней, проведенных в ОИТР, также было меньше ($p<0,001$). Однако лучший контроль ВЧД не привел к улучшению исходов у пациентов с ДТ. Летальность через 6 месяцев была одинаковой при 2 вариантах лечения (19% в группе ДТ и 18% в контрольной группе), но неблагоприятный исход (рШИГ 1–4 балла) чаще фиксировался в группе ДТ по сравнению с контрольной группой (70 против 51%; отношение шансов 2,21; $p=0,02$). Хотя обе группы были хорошо сопоставимы по большинству переменных, в группе ДТ доля пациентов с двусторонним мидриазом была выше (27 против 12% в группе контроля; $p=0,04$). После апостериорной корректировки по признаку исходной реактивности зрачков различий в частоте неблагоприятных исходов между 2 группами лечения не выявлено (рис. 3) [24].

RESCUEicp – «Рандомизированная оценка хирургического вмешательства с краниэктомией при неконтролируемом повышении внутричерепного давления» (Randomised Evaluation of Surgery with Craniectomy for Uncontrollable Elevation of Intracranial Pressure) – международное многоцентровое РКИ с параллельными группами сравнивало ДТ, применяемую в качестве последнего уровня лечения рефрактерной внутричерепной гипертензии после ЧМТ с эффективностью только медикаментозного лечения [25, 17]. В исследование были включены пациенты с тяжелой ЧМТ в возрасте от 10 до 65 лет с изменениями на КТ головного мозга, соответствующими отеку головного мозга, с повышенным ВЧД более 25 мм рт. ст. в течение 1–12 ч, несмотря на применение стадий 1 и 2 протокола лечения ВЧД [17]. Хирургическое лечение заключалось в применении обширной односторонней лобно-височно-теменной краниэктомии (гемикраниэктомии) или бифронтальной краниэктомии. Первичной конечной точкой был функциональный статус по рШИГ через 6 месяцев после рандомизации. В это исследование включено 408 пациентов: 206 были

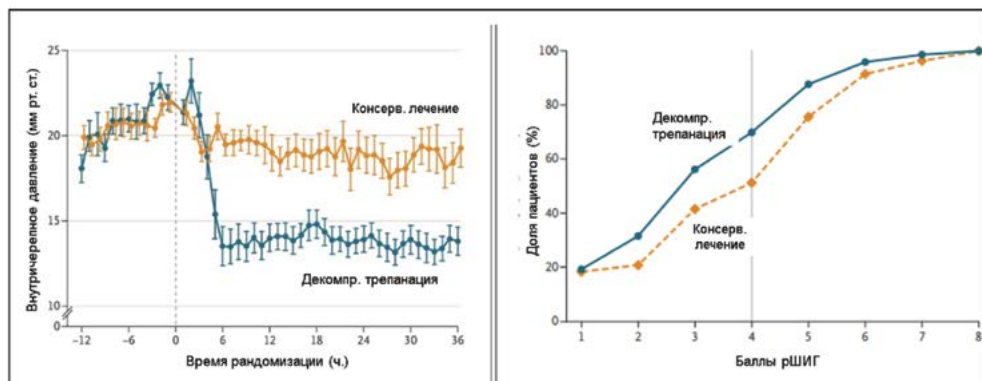


Рис. 3. А – внутричерепное давление до и после рандомизации; В – функциональный статус пациентов через 6 месяцев, оцененный по рШИГ, в группе хирургического и консервативного лечения (Decompressive Craniectomy in Diffuse Traumatic Brain Injury D. James Cooper et al.)
Fig. 3. A – Intracranial pressure before and after randomization; B – Functional status of patients after 6 months, assessed by GOS-E in the group of surgical and conservative treatment (Decompressive Craniectomy in Diffuse Traumatic Brain Injury D. James Cooper et al.)

рандомизированы в хирургическую и 202 в группу консервативного лечения. Никаких существенных различий между группами в отношении исходных характеристик и медикаментозного или хирургического лечения, проведенного до рандомизации, не наблюдалось. Через 6 месяцев в группе ДТ уровень летальности был значительно ниже, чем в группе консервативного лечения (26,9 против 49,9%). Однако было обнаружено, что хирургическое вмешательство связано с более высокой частотой вегетативного состояния и тяжелой степенью инвалидности, чем медикаментозное лечение. Частота умеренной инвалидизации и хорошего восстановления была сопоставима между группами [17]. Исследование также показало лучший контроль ВЧД в хирургической группе (рис. 4).

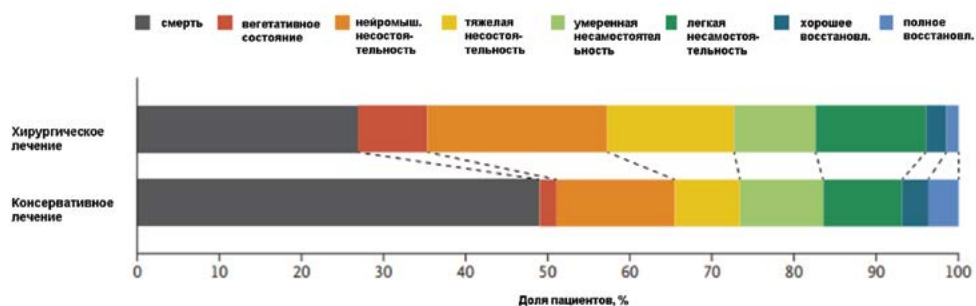


Рис. 4. Функциональный статус пациентов через 6 месяцев, оцененный по рШИГ, в группе консервативного лечения (внизу), группе хирургического лечения (вверху) (Trial of Decompressive Craniectomy for Traumatic Intracranial Hypertension P.J. Hutchinson et al.)
Fig. 4. Functional status of patients after 6 months, assessed by GOS-E in the conservative treatment group (bottom) and surgical treatment group (top) (Trial of Decompressive Craniectomy for Traumatic Intracranial Hypertension P.J. Hutchinson et al.)

В 5-м издании руководства BTF в соответствии с данными, полученными в РКИ RESCUEicp и DECRA, указывается: бифронтальная ДТ для коррекции ранней рефрактерной внутричерепной гипертензии не рекомендуется; большая (12×15 см) гемикраниэктомия рекомендуется для коррекции поздней рефрактерной внутричерепной гипертензии (в клинических ситуациях, описанных в дизайне исследований) [26].

Таким образом, ДТ эффективно снижает ВЧД и в некоторых случаях имеет приемлемый терапевтический потенциал. Однако для расширения показаний к ее использованию у пациентов с ЧМТ, в особенности в качестве нейропротекторной меры, так называемой превентивной декомпрессии, после удаления ОСГ необходимо решить как минимум 2 проблемы. Первая – это осложнения вследствие самой ДТ. Вторая – осложнения, связанные с проведением краниопластики большого дефекта кости черепа после ДТ.

■ ОСЛОЖНЕНИЯ ДЕКОМПРЕССИВНОЙ ТРЕПАНАЦИИ ЧЕРЕПА

ДТ имеет много известных осложнений. Общая их частота достигает 53,9% [27]. Осложнения могут быть ранними, которые возникают в первые 4 недели после ДТ, и отсроченными. Для каждого временного интервала после ДТ характерен определенный вид осложнений. Знание этой информации помогает их предвидеть, а иногда и эффективно лечить. Kurland D.B. и соавт. классифицировали ранние осложнения как геморрагические, инфекционно-воспалительные и связанные с нарушением ликвороциркуляции (см. таблицу). Авторы обнаружили, что у каждого 10-го пациента после ДТ развивается осложнение, требующее дополнительного медицинского и/или нейрохирургического вмешательства [28].

Хронологию различных осложнений ДТ описали Van S.P. и соавт. На основании анализа данных 89 пациентов предоставили информацию о последовательности развития осложнений: осложнения в виде расширения зоны геморрагической трансформации ушиба головного мозга ($2,2 \pm 1,2$ дня), появление субдуральной или эпидуральной гематомы контралатерально по отношению к трепанации ($1,5 \pm 0,9$ дня), ранняя посттравматическая эпилепсия ($2,7 \pm 1,5$ дня), формирование ликворного свища ($7,0 \pm 4,2$ дня), наружная мозговая грыжа ($5,5 \pm 3,3$ дня), субдуральная гидрома ($10,8 \pm 5,2$ дня), послеоперационная инфекция ($9,8 \pm 3,1$ дня). Синдромы трепанированного черепа и посттравматической гидроцефалии развились на $79,5 \pm 23,6$ и $49,2 \pm 14,1$ суток соответственно [29].

Важно подчеркнуть, что хирургические манипуляции, направленные на лечение осложнений ДТ, сами часто приводят к развитию осложнений. Например, ликвордренирующие процедуры (наружный вентрикулярный или люмбальный дренаж

Классификация осложнений ДТ (Kurland D.B. и соавт., 2015 г.)
Classification of DCO complications (Kurland D.B. et al., 2015)

Ранние	Отсроченные
■ Синдром гиперперфузии с формированием вторичных очагов геморрагической трансформации ■ Ранняя посттравматическая эпилепсия ■ Контралатеральные гематомы ■ Наружные мозговые грыжи ■ Ликворный свищ ■ Инфекционные осложнения	■ Синдром трепанированного черепа ■ Субдуральные гидромы ■ Посттравматическая гидроцефалия ■ Синдром западающего кожного лоскута

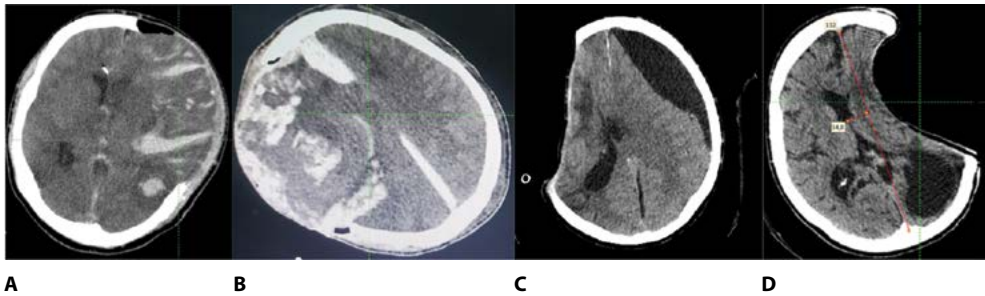


Рис. 5. Аксиальные КТ-граммы пациентов с тяжелой ЧМТ, которым была выполнена ДТ с целью эвакуации ОСГ и снижения ВЧД: А – пациент Е. с развившимся на 1-е сутки синдромом гиперперфузии, формированием вторичных очагов геморрагической трансформации и наружной мозговой грыжи; В – пациент Ж. с возникновением на 1-е сутки расширенной зоны геморрагической трансформации ушиба головного мозга; С – пациент З. с образованием на 21-е сутки после ДТ контрлатеральной субдуральной гидромы; D – пациент И. с развитием на 56-е сутки после ДТ синдрома западения кожного лоскута (из личного архива авторов)
Fig. 5. Axial CT images of patients with severe TBI who underwent DC to evacuate the ASDH and reduce ICP: A – Patient E. with hyperperfusion syndrome developing on the 1st day, the formation of secondary foci of hemorrhagic transformation and external cerebral hernia; B – Patient G. with the appearance on the 1st day of an expanded zone of hemorrhagic transformation of a brain contusion; C – Patient Z. with the formation of a contralateral subdural hydroma on the 21st day after DCO; D – Patient I. with the development of skin flap retraction syndrome on the 56th day after DCO (from the personal archive of the authors)

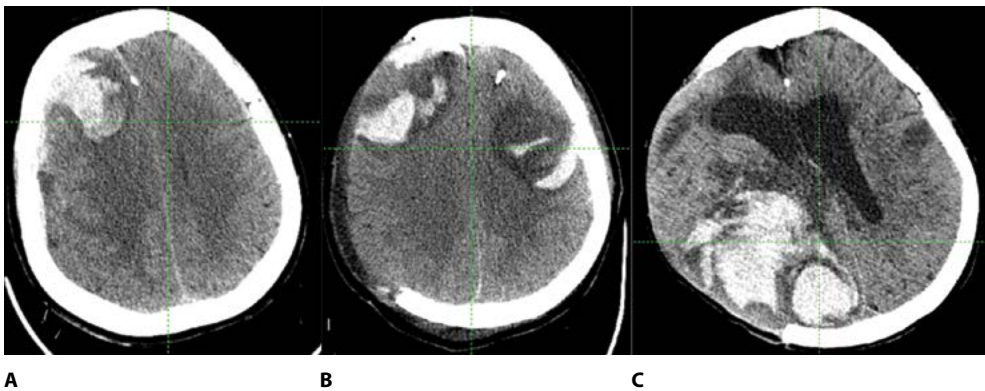


Рис. 6. Аксиальные КТ-граммы пострадавшего с тяжелой ЧМТ, которому была выполнена ДТ с целью эвакуации ОСГ и снижения ВЧД: А – пациент К. Диагноз: тяжелая ЧМТ, ушиб правой лобной доли тяжелой степени с формированием внутримозговой гематомы, 1-е сутки от момента травмы; В – тот же пациент на 2-е сутки после проведенной ДТ с формированием контрлатеральной внутримозговой гематомы; С – тот же пациент на 80-е сутки после проведенной ДТ с формированием ипсилатеральной внутримозговой гематомы (из личного архива авторов)
Fig. 6. Axial CT images of a victim with severe TBI, who underwent DCO with the aim of evacuating the ASDH and reducing ICP: A – patient N. Diagnosis: severe head injury, severe contusion of the right frontal lobe with the formation of an intracerebral hematoma, 1st day from the moment of injury; B – the same patient on the 2nd day after DCO with the formation of a contralateral intracerebral hematoma; C – the same patient on day 80 after DCO with the formation of an ipsilateral intracerebral hematoma (from the personal archive of the authors)



Рис. 7. Аксиальные КТ-граммы пострадавшего Л. с тяжелой ЧМТ, которому была выполнена ДТ с целью эвакуации ОСГ и снижения ВЧД: А – 26-е сутки после ДТ – формирование мультифокальных субдуральных гидром; В – 34-е сутки после ДТ – развитие гидроцефалии; С – 35-е сутки после ДТ – западение кожного лоскута после ликворошунтирующей операции; D – 48-е сутки после ДТ – состояние после комбинированной краниопластики (аутокость+титановая пластина) с признаками ремоделирования внутричерепных анатомических компарментов (из личного архива авторов)
Fig. 7. Axial CT images of patient L with severe TBI, who underwent DCO to evacuate the ASDH and reduce ICP: A – 26th day after DCO – formation of multifocal subdural hydromas; B – 34th day after DCO – development of hydrocephalus; C – 35th day after DCO – retraction of the skin flap after CSF shunt surgery; D – 48th day after DCO – condition after combined cranioplasty (autobone+titanium plate) with signs of remodeling of intracranial anatomical compartments (from the personal archive of the authors)

и повторные люмбальные пункции с выведением ликвора) могут привести к развитию менинго-вентрикулита, вызванного антибиотико-резистентной внутрибольничной микрофлорой, вентрикуло-перитонеальное шунтирование приводит к западению кожного лоскута с компрессией и дислокацией головного мозга, что требует проведения краниопластики, которая также часто сопровождается осложнениями [30] (рис. 5–7).

■ ОСЛОЖНЕНИЯ КРАНИОПЛАСТИКИ ПОСЛЕ ДЕКОМПРЕССИВНОЙ ТРЕПАНАЦИИ ЧЕРЕПА

Краниопластика восстанавливает нормальную морфологию черепа и обеспечивает защиту головного мозга от прогрессирования вторичных травматических изменений. Ее дополнительные преимущества включают нормализацию ликвороциркуляции [31] и мозгового кровотока, улучшение неврологических функций и профилактику синдрома трепанированных [32]. Результативная краниопластика позволяет в полной мере реализовать возможности реабилитационного лечения, оптимизировать сроки вертикализации пациента. Однако частота посткраниопластических осложнений остается высокой (7,8–66,9%) [33].

К осложнениям краниопластики относятся формирование подлоскутных и субдуральных гематом, отек и дислокация головного мозга в раннем послеоперационном периоде, инфекционные осложнения, резорбция костного лоскута при аутопластике (рис. 8, 9). Резорбция и нестабильность костного лоскута наблюдаются в 18–25% случаев. Возникает необходимость повторных операций. Использование синтетических имплантов позволяет избежать части осложнений, но в целом не решает проблему. Необходимо принимать во внимание тот факт, что череп – это сложное

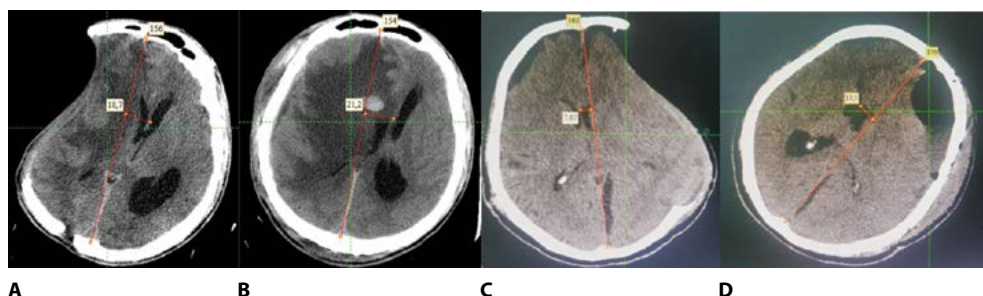


Рис. 8. Аксиальные КТ-граммы пострадавших с тяжелой ЧМТ, которым была выполнена ДТ с целью эвакуации ОСГ и снижения ВЧД и последующая краниопластика (аутокостью): А – пострадавший М., состояние после ДТ (105-е сутки) – синдром западающего кожного лоскута с дислокацией головного мозга; В – тот же пострадавший на 1-е сутки после аутопластики: увеличение дислокации головного мозга; С – пострадавший Н. – состояние после ДТ (38-е сутки) – синдром западающего кожного лоскута со смещением срединных структур; D – тот же пострадавший на 2-е сутки после аутопластики: пневмоцефалия, подлоскутная гидрома, увеличение смещения срединных структур (из личного архива авторов)
Fig. 8. Axial CT images of victims with severe TBI who underwent DCO to evacuate the ASDH and reduce ICP and subsequent cranioplasty (autobone): A – victim M. – condition after DCO (day 105) – sunken skin flap syndrome with brain dislocation; B – the same victim on the 1st day after autoplasty: increased brain dislocation; C – victim N. – condition after DCO (38th day) – sunken skin flap syndrome with displacement of the median structures; D – the same victim on the 2nd day after autoplasty: pneumocephalus, subflap hydroma, increased displacement of the midline structures (from the personal archive of the authors)

анатомическое образование, которое не только обеспечивает механическую защиту головного мозга, но и имеет большое значение для терморегуляции мозга, ликвороциркуляции, стабильности мозгового кровотока. Ни один из существующих на сегодняшний день синтетических заменителей костного лоскута не способен

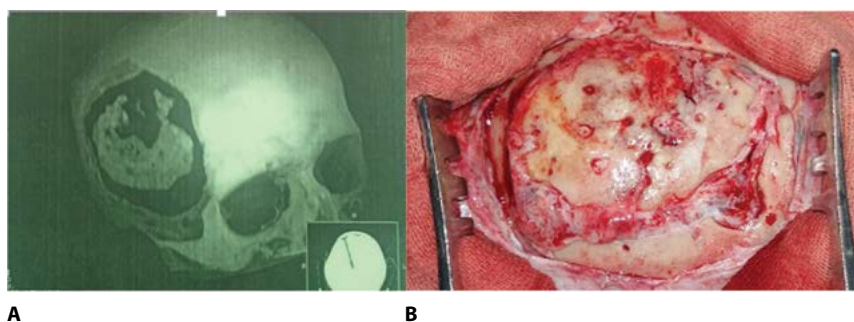


Рис. 9. Динамика нейровизуализационных и макроскопических изменений, развивающихся после краниопластики костным аутолоскутом: А – 3D-реформация КТ-исследования пациента О., 180-е сутки после краниопластики: асептическая резорбция и нестабильность костного лоскута; В – внешний вид костного лоскута интраоперационно (из личного архива авторов)
Fig. 9. Dynamics of neuroimaging and macroscopic changes developing after cranioplasty with a bone autologous flap: A – 3D reformation CT examination of patient O. 180th day after cranioplasty: aseptic resorption and instability of the bone flap; B – appearance of the bone flap intraoperatively (from the personal archive of the authors)

в полной мере заместить эти функции. Оптимальным материалом для краниопластики следует считать «живой» (не консервированный) костный лоскут пациента. Однако хранение костного лоскута в тканях организма приводит к уменьшению его размеров вследствие асептической резорбции спустя 1,5–2 месяца, что делает последний непригодным для краниопластики [34].

■ ДЕКОМПРЕССИВНАЯ КРАНИЭКТОМИЯ В СРАВНЕНИИ С КРАНИОТОМИЕЙ ПРИ ОСТРОЙ СУБДУРАЛЬНОЙ ГЕМАТОМЕ

Выбор метода трепанации черепа (ДТ или КПТ) в лечении ОСГ в настоящее время остается на усмотрение нейрохирурга. Как правило, на принятие решения (помимо субъективных предпочтений и традиций в клинике) влияют: неврологический статус пациента при поступлении, размер гематомы и связанное с ним смещение срединных структур, компрессия цистерн основания мозга (выявляемые при нейровизуализации), а также интраоперационные данные: степень отека головного мозга. Проведенные метаанализы демонстрируют отсутствие консенсуса относительно хирургического подхода: ДТ или КПТ – при острой СДГ [35–41]. Более того, результаты этих исследований часто противоречивы.

Ранние исследования показали, что ДТ используется у более тяжелых пациентов с травмами головы. Это совпадает с выводами метаанализа, проведенного Vilcinis R. и соавт., о том, что более низкий балл по ШКГ коррелирует с более высокой долей пациентов, подвергающихся ДТ [42]. Наиболее вероятной описанной причиной предпочтения ДТ является интраоперационный прогрессирующий отек головного мозга. Выраженный отек головного мозга во время операции приводит к пролабированию головного мозга в трепанационное окно. Это не только препятствует репозиции костного лоскута, но и связано с неблагоприятными исходами. Теоретическим преимуществом ДТ является более эффективный контроль повышенного ВЧД, улучшение церебрального перфузионного давления и парциального давления кислорода в мозгу [43]. Однако многие опубликованные данные исследований показывают более высокую летальность при ДТ по сравнению с КПТ. Эта более высокая летальность, по мнению исследователей, может быть связана с избыточным растяжением аксонов и отсроченным внутричерепным кровоизлиянием из-за наличия большого костного дефекта после ДТ, а также изменившимися внутричерепными объемными соотношениями [44]. Кроме того, ДТ была связана с драматическими изменениями в ауторегуляции мозгового кровотока. Многочисленные исследования изучали летальность, связанную с ДТ и КПТ, и обнаружили повышенную общую летальность при ДТ; однако в некоторых исследованиях, когда искажающие факторы были скорректированы или исключены (пациенты в терминальном состоянии), разница в летальности между 2 методами была нивелирована [45].

Shibahashi K. и соавт. в 2019 г. опубликовали исследование, сравнивающее ДТ и КПТ, с использованием японской базы данных о травмах. В исследовании каждая группа включала 514 пациентов, при этом не было обнаружено существенных различий в летальности (ДТ против КПТ: 39,1 против 41,6%). Следует отметить, что subgroupовый анализ показал: пациенты с более тяжелыми травмами (GCS < 9 и вероятностью выживания < 0,64) и пациенты с высокоэнергетическим механизмом травмы могут иметь преимущество от ДТ [46].



В отличие от вышеупомянутых исследований, в исследовании Nasim Ahmed и соавт. использовался набор данных Национального банка данных о травмах (National Trauma Data Bank), США. В исследование были рекрутированы пострадавшие с тяжелой ЧМТ и формированием ОСГ. Цель исследования заключалась в оценке внутрибольничной летальности пациентов с ОСГ, перенесших первичную ДТ или КПТ в течение 4 ч после поступления в больницу. В исследовании изучены данные за 2007–2010 гг., были включены все пациенты с тяжелой ЧМТ в сочетании с ОСГ. Тяжелая ЧМТ определена при уровне сознания по ШКГ ≤ 8 . Из 2370 пациентов 518 (21,9%) подверглись ДТ. Парный анализ не выявил существенных различий во внутрибольничной летальности (42,7 против 37,5%, $p=0,10$) между группами ДТ и КПТ соответственно. Авторы резюмировали, что общая внутрибольничная летальность при экстренных КПТ или ДТ при эвакуации СДГ остается высокой. Предпочтение одной оперативной процедуры перед другой не влияло на общую летальность [35].

К настоящему времени проведены 2 проспективных многоцентровых исследования:

1. RESCUE-ASDH A randomised trial of primary decompressive craniectomy versus craniotomy for acute subdural haematomas («Рандомизированное исследование первичной ДТ по сравнению с КПТ при ОСГ»).
2. CENTER-TBI Collaborative European NeuroTrauma Effectiveness Research («Совместное европейское исследование эффективности лечения черепно-мозговой травмы»).

Исследование RESCUE-ASDH представляло собой рандомизированное контролируемое исследование, в котором сравнивались первичные ДТ и КПТ для эвакуации острой СДГ. Пациентам, перенесшим операцию по поводу травматической ОСГ, случайным образом были назначены КПТ или ДТ. Критерием включения был костный лоскут передне-задний размером 11 см и более. Первичной конечной точкой была оценка по рШИГ через 12 месяцев. Вторичные конечные точки включали рШИГ через 6 месяцев и качество жизни по оценке 5-мерного 5-уровневого опросника EuroQoL Group (EQ-5D-5L). 228 пациентов были распределены в группу КПТ и 222 – в группу ДТ. Средний диаметр костного лоскута составил 13 см (интерквартильный размах от 12 до 14) в обеих группах. Общее отношение шансов (ОШ) для различий между рейтингами рШИГ через 12 месяцев составило 0,85 (95% доверительный интервал от 0,60 до 1,18; $p=0,32$) (рис. 10). Результаты оказались аналогичными в обеих группах через 6 месяцев. К 12-му месяцу смерть наступила у 30,2% пациентов в группе КПТ и у 32,2% пациентов в группе ДТ; вегетативное состояние наблюдалось у 2,3 и 2,8% соответственно, а хорошее или полное восстановление отмечалось у 25,6 и 19,9% соответственно [47, 20]. Показатели EQ-5D-5L были одинаковыми в обеих группах через 12 месяцев. Дополнительные краниальные операции в течение 2 недель после рандомизации были выполнены у 14,6% группы КПТ и у 6,9% группы ДТ. Раневые осложнения возникли у 3,9% группы КПТ и у 12,2% группы ДТ.

В заключение были сделаны следующие выводы:

- среди пациентов с травматической острой субдуральной гематомой, перенесших краниотомию или декомпрессионную краниэктомию, летальность и качество жизни были одинаковыми при использовании обоих подходов;
- дополнительная операция выполнялась чаще у пациентов группы КПТ, но больше раневых осложнений возникло в группе ДТ [47, 20].

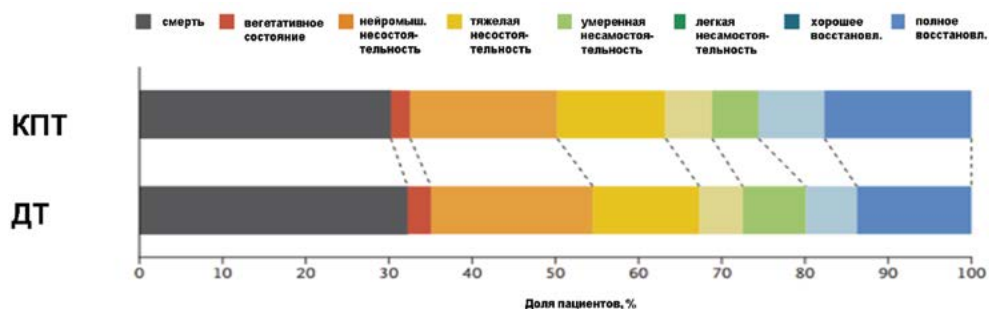


Рис. 10. Функциональный статус пациентов через 12 месяцев, оцененный по рШИГ в группе КРТ (вверху), группе ДТ (внизу) (Decompressive Craniectomy versus Craniotomy for Acute Subdural Hematoma, P.J. Hutchinson et al.)
Fig. 10. Functional status of patients after 12 months, assessed by GOS-E in the CO group (top), and DCO group (bottom). (Decompressive Craniectomy versus Craniotomy for Acute Subdural Hematoma, P.J. Hutchinson et al.)

CENTER-TBI Collaborative European NeuroTrauma Effectiveness Research («Совместное европейское исследование эффективности лечения черепно-мозговой травмы») представляло собой наблюдательное когортное исследование [48]. Включены пациенты с ОСГ, перенесшие экстренное нейрохирургическое вмешательство: опорожнение ОСГ. Пациенты с ранее существовавшими тяжелыми неврологическими расстройствами были исключены из исследования. В ходе инструментального анализа переменных сравнили результаты между центрами в соответствии с предпочтениями лечения, измеренными скорректированной долей ДТ на центр. В качестве первичной конечной точки был принят функциональный результат, оцененный по рШИГ через 6 месяцев. Вариацию предпочтений центра количественно оценивали с помощью медианного отношения шансов. В CENTER-TBI было зарегистрировано 4559 пациентов с ЧМТ, из которых 336 (7%) перенесли неотложную операцию по эвакуации ОСГ; 91 (27%) подвергся ДТ и 245 (63%) – КРТ. Доля первичных ДТ в общем числе случаев острых хирургических вмешательств колебалась от 6 до 67% с межквартильным размахом 12–26% среди 46 центров; шансы на выполнение ДТ у прогностически схожих пациентов в одном центре по сравнению с другим случайно выбранным центром были утроены (скорректированное медианное отношение шансов 2,7, $p < 0,0001$). Более высокое предпочтение центра ДТ перед КРТ не было связано с лучшим функциональным результатом (скорректированное общее отношение шансов 0,9 (95% ДИ 0,7–1,1), $n=200$). Первичная ДТ была связана с большим количеством последующих операций и осложнений (реоперации 27 против 18%); аналогичные шансы внутрибольничной летальности. Обнаружены существенные различия в практике использования ДТ по сравнению с КРТ при ОСГ. Такое изменение стратегии лечения не привело к разным функциональным результатам. В заключение были сделан следующий вывод: первичную ДТ следует ограничивать пациентами, у которых первичная крианиопластика невозможна из-за интраоперационного отека головного мозга [48, 1].

Материалом исследования Талыпова А.Э. и соавт. стали 2270 пациентов, оперированных по поводу ЧМТ в НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского с 01.01.2002



по 31.12.2012 [49, 50]. В результате был предложен алгоритм выбора способа трепанации черепа у пострадавших с тяжелой ЧМТ (от 4 до 9 баллов по ШКГ) с учетом данных мониторинга ВЧД во время операции и в послеоперационном периоде (рис. 11).

Актуальным является определение подгруппы пациентов с ОСГ, у которых выполнение ДТ будет иметь преимущества перед КПТ. По мнению ряда авторов, при объеме ОСГ более 140 см³, толщине гематомы более 33 мм, смещении срединных

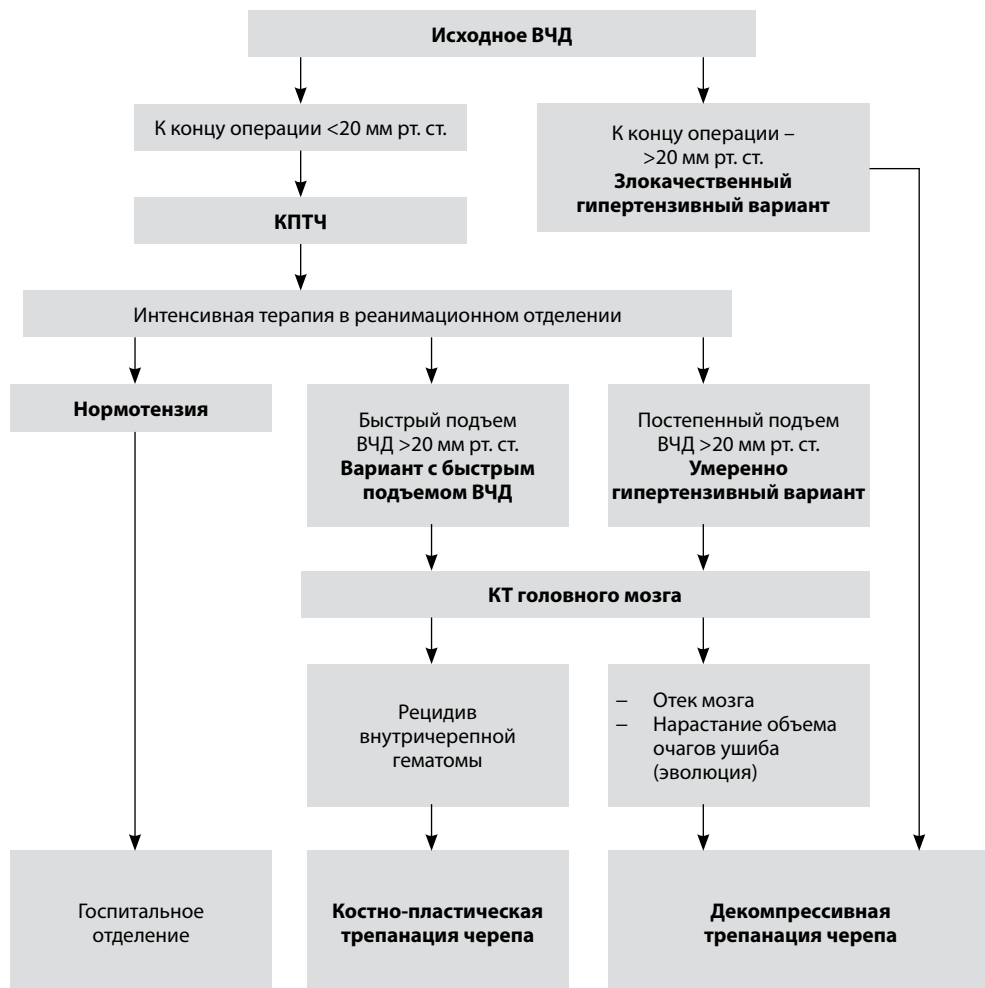


Рис. 11. Алгоритм выбора способа трепанации черепа у пострадавших с тяжелой ЧМТ (от 4 до 9 баллов по ШКГ) с учетом данных мониторинга ВЧД во время операции и в послеоперационном периоде (Талыпов А.Э. и соавт.)

Fig. 11. Algorithm for choosing the method of craniotomy in victims with severe TBI (from 4 to 9 points on the GCS), taking into account ICP monitoring data during surgery and in the postoperative period (Talypov A.E. et al.)

структур более 13 мм, снижении бодрствования 7 и менее баллов по ШКГ, выраженной компрессии парастеловых цистерн, а также третьего желудочка, грубом дислокационном синдроме, интраоперационном пролабировании мозга в костный дефект рекомендовано удаление внутричерепной гематомы дополнить превентивной ДТ черепа с широкой пластикой ТМО, выполненной со стороны гематомы [51, 52].

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на появление методов эффективного контроля ВЧД и их постоянное совершенствование, летальность при тяжелой ЧМТ в сочетании с ОСГ остается высокой (40–85%). Более того, в медицине и обществе растет осознание того, что результат лечения необходимо оценивать с точки зрения качества жизни и экономической эффективности, а не просто увеличения выживаемости пациентов.

В РФ, США, Великобритании, Японии, Республике Беларусь, странах Евросоюза существуют значительные различия по выбору метода хирургической эвакуации травматической ОСГ. Сравнение тактики ведения пациентов в различных нейротравматологических центрах свидетельствует о том, что удаление ОСГ посредством первичной декомпрессивной трепанации (ДТ) не имеет существенных преимуществ по сравнению с костно-пластической трепанацией черепа (КПТ), если оценивать ее с позиции достижения функционального результата через 6–12 месяцев. При ДТ, помимо этого, еще и повышается риск осложнений. Впоследствии требуется проведение краниопластики, которая в случае больших костных дефектов также имеет собственный высокий риск осложнений и повышает экономические затраты, связанные с повторной операцией, госпитальным лечением, увеличением периода нетрудоспособности. В то же время выполнение КПТ пациентам с ОСГ в коме, с выраженным дислокационным синдромом требует высококвалифицированного нейрореанимационного сопровождения в послеоперационном периоде и в некоторых случаях проведения вторичной ДТ. Обобщение и анализ собственных результатов лечения пострадавших с ЧМТ, которым была выполнена ДТ или КПТ, в целом согласуются с оценками, содержащимися в недавно опубликованных результатах исследования RESCUE-ASDH, и подчеркивают необходимость тщательного сбора данных об оперативных вмешательствах и их последствиях для более точного определения клинического течения ЧМТ.

Рекомендации могут ограничить выполнение первичной ДТ пациентам, у которых интраоперационный отек головного мозга препятствует первичной краниопластике. В послеоперационном периоде необходим постоянный нейромониторинг, контрольные КТ головного мозга для своевременного выявления показаний к проведению вторичной ДТ при необходимости.

Подходы к лечению должны быть адаптированы к региональным особенностям системы здравоохранения. При отсутствии в стационаре нейрореанимационного отделения с возможностью круглосуточно выполнять КТ головного мозга и системы нейромониторинга с контролем ВЧД в urgentных ситуациях предпочтительно выполнение ДТ как средства эффективного контроля ВЧД.



■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Thomas A. van Essen, et al. Comparative effectiveness of decompressive craniectomy versus craniotomy for traumatic acute subdural hematoma (CENTER-TBI): an observational cohort study. *eClinicalMedicine*. 2023;63:102161. doi: 10.1016/j.eclim.2023.102161
2. Woertgen C., Rothoerl R.D., et al. Comparison of craniotomy and craniectomy in patients with acute subdural haematoma. *J Clin Neurosci*. 2006;13(7):718–721. doi: 10.1016/j.jocn.2005.08.019.
3. Van Essen T.A., Lingsma H.F., et al. Surgery versus conservative treatment for traumatic acute subdural haematoma: a prospective, multicentre, observational, comparative effectiveness study. *Lancet Neurol*. 2022;21(7):620–631. doi: 10.1016/s1474-4422(22)00166-1
4. Yang C., Ma Y., Xie L., et al. Intracranial pressure monitoring in the intensive care unit for patients with severe traumatic brain injury: analysis of the CENTER-TBI China Registry. *Neurocrit Care*. 2022;37:160. doi: 10.1007/s12028-022-01463-w
5. Phan K., Moore J.M., Griessenauer C., et al. Craniotomy versus decompressive craniectomy for acute subdural hematoma: systematic review and meta-analysis. *World Neurosurg*. 2017;101:677–685.e2. doi: 10.1016/j.wneu.2017.03.024
6. Kolias A.G., Adams H., Timofeev I.S., et al. Evaluation of outcomes among patients with traumatic intracranial hypertension treated with decompressive craniectomy vs standard medical care at 24 Months: a secondary analysis of the RESCUEicp randomized clinical trial. *JAMA Neurol*. 2022;79(7):664–671. doi: 10.1001/jamaneurol.2022.1070
7. Stiver S.I. Complications of decompressive craniectomy for traumatic brain injury. *Neurosurg Focus*. 2009;26(6):E7. doi: 10.3171/2009.4.Focus0965
8. Bullock M.R., Chesnut R., Ghajar J., et al. Surgical management of acute subdural hematomas. *Neurosurgery*. 2006;58(3 Suppl):S16–24.
9. Instruction on the organization of medical care for patients with brain injury. Order of the Ministry of Health of the Republic of Belarus No. 1110 dated 24.09.12. 2012. 43 p. (in Russian)
10. Gregory W.J. Hawryluk, Geoffrey T. Manley Classification of traumatic brain injury: past, present, and future. *Handbook of Clinical Neurology*. Vol. 127. 3rd series.
11. Peter J. Hutchinson, Angelos G. Kolias, Tamara T. Consensus statement from the International Consensus Meeting on the Role of Decompressive Craniectomy in the Management of Traumatic Brain Injury. *Acta Neurochir (Wien)*. 2019 Jul;161(7):1261–1274. doi: 10.1007/s00701-019-03936-y
12. Anis SB, Khan SA, Mitha R, Shamim MS. Craniotomy or Craniectomy for Acute Subdural Hematoma? Difference in Patient Characteristics and Outcomes at a Tertiary Care Hospital. *Asian J Neurosurg*. 2022 Dec 14;17(4):563–567. doi: 10.1055/s-0042-1758842
13. Krylov V.V., Petrikov S.S., Talypov A.E. et al. Modern principles of surgery severe craniocerebral trauma. *Emergency medical care*. 2013;4:39–47. (in Russian)
14. Association of Neurosurgeons of Russia. *Focal brain injury*. Clinical recommendations. 2022. (in Russian)
15. Khan B., Afridi E.A.K., Khan B., et al. Decompressive Craniectomy For Acute Subdural Haematoma With Expansile Duraplasty Versus Dural-Slits. *Journal of Ayub Medical College Abbottabad*. 2016;28(2):285–8.
16. Vieira E., Guimarães T.C., Faquini I.V., et al. Randomized controlled study comparing 2 surgical techniques for decompressive craniectomy: with watertight duraplasty and without watertight duraplasty. *J Neurosurg*. 2018;129:1017–23.
17. Hutchinson P.J., Kolias A.G., Timofeev I., et al. Trial of decompressive Craniectomy for traumatic intracranial hypertension. *N Engl J Med*. 2016;375:1119–1130.
18. Nambiar M., MacIsaac C., Grabinski R., et al. Outcomes of decompressive craniectomy in patients after traumatic brain injury. *Crit Care Resusc*. 2015;17:67–72.
19. Preethi J, Bidkar PU, Cherian A, et al. Comparison of total intravenous anesthesia vs. inhalational anesthesia on brain relaxation, intracranial pressure, and hemodynamics in patients with acute subdural hematoma undergoing emergency craniotomy: a randomized control trial. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2021 Jun;47(3):831–837. doi: 10.1007/s00068-019-01249-4
20. RESCUE-ASDH trial official website. Available at: <http://www.rescueasdh.org/>.
21. Weiner G.M., Lacey M.R., Mackenzie L., et al. Decompressive craniectomy for elevated intracranial pressure and its effect on the cumulative ischemic burden and therapeutic intensity levels after severe traumatic brain injury. *Neurosurgery*. 2010;66:1111–1118.
22. Wen L., Lou H.Y., Xu J., et al. The impact of cranioplasty on cerebral blood perfusion in patients treated with decompressive craniectomy for severe traumatic brain injury. *Brain Inj*. 201529:1654–1669.
23. Taylor A., Butt W., Rosenfeld J., et al. A randomized trial of very early decompressive craniectomy in children with traumatic brain injury and sustained intracranial hypertension. *Child Nerv Syst*. 2001;17:154–162.
24. Cooper D.J., Rosenfeld J.V., Murray L., et al. DECRA trial investigators; Australian and New Zealand Intensive Care Society clinical trials group et al. Decompressive craniectomy in diffuse traumatic brain injury. *N Engl J Med*. 2011;364:1493–1502.
25. Hutchinson P. Consensus statement from the International Consensus meeting TBI. 2019.
26. Gregory W.J. Hawryluk, Andres M. Rubiano, et al. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury: 2020 Update of the Decompressive Craniectomy Recommendations. Available at: https://braintrauma.org/guidelines/guidelines-for-the-management-of-severe-tbi-4th-ed#.
27. Gopalakrishnan M.S., Nagesh C. Shanbhag, Dhaval P. Shukla, et al. Complications of Decompressive Craniectomy. *Front. Neurol. Sec. Neurotrauma*. 2018;9. doi: 10.3389/fneur.2018.00977
28. Kurland D.B., Khaladj-Ghom A., Stokum J.A., et al. Complications associated with decompressive craniectomy: a systematic review. *Neurocrit Care*. 2015;23:292–304. doi: 10.1007/s12028-015-0144-7
29. Ban S.P., Son Y.-J., Yang H.-J., et al. Analysis of complications following decompressive craniectomy for traumatic brain injury. *J Korean Neurosurg Soc*. 2010;48:244–50. doi: 10.3340/jkns.2010.48.3.244
30. Henry J., Amoo M., Murphy A., et al. Complications of cranioplasty following decompressive craniectomy for traumatic brain injury: systematic review and meta-analysis. *Acta Neurochirurgica*. 2021;163:1423–1435. doi: 10.1007/s00701-021-04809-z
31. Halani S.H., Chu J.K., Malcolm J.G., et al. Effects of cranioplasty on cerebral blood flow following decompressive craniectomy: a systematic review of the literature. *Neurosurgery*. 2017;81(2):204–216.
32. Ashayeri K., Jackson E.M., Huang J., et al. Syndrome of the trephined: a systematic review. *Neurosurgery*. 2016;79(4):525–533.
33. Yeap M.C., Tu P.H., Liu Z.H., et al. Long-term complications of cranioplasty using stored autologous bone graft, three-dimensional polymethyl methacrylate, or titanium mesh after decompressive craniectomy: a single-center experience after 596 procedures. *World Neurosurg*. 2019;128:e841–e850.
34. Kwiecien G.J., Rueda S., Couto R.A., et al. Long-term outcomes of cranioplasty: titanium mesh is not a long-term solution in highrisk patients. *Ann Plast Surg*. 2018;81(4):423–426.
35. Nasim A., Patricia G., SeungHoon S. Mortality Outcome of Emergency Decompressive Craniectomy and Craniotomy in the Management of Acute Subdural Hematoma: A National Data Analysis. *Am Surg*. 2021 Mar;87(3):347–353. doi: 10.1177/0003134820951463

36. Phan K, Moore JM, Griessenauer C, Dmytriw AA, et al. Craniotomy Versus Decompressive Craniectomy for Acute Subdural Hematoma: Systematic Review and Meta-Analysis. *World Neurosurg.* 2017 May;101:677–685.e2. doi: 10.1016/j.wneu.2017.03.024
37. Ruggeri AG, Cappelletti M, Tempestilli M, et al. Surgical management of acute subdural hematoma: a comparison between decompressive craniectomy and craniotomy on patients treated from 2010 to the present in a single center. *Neurosurg Sci.* 2022 Feb;66(1):22–27. doi: 10.23736/S0390-5616.18.04502-2
38. Kim H, Suh SJ, Kang HJ et al. Predictable Values of Decompressive Craniectomy in Patients with Acute Subdural Hematoma: Comparison between Decompressive Craniectomy after Craniotomy Group and Craniotomy Only Group. *Korean J Neurotrauma.* 2018 Apr;14(1):14–19. doi: 10.13004/kjnt.2018.14.1.14
39. Li LM, Kolias AG, Guilfoyle MR, et al. Outcome following evacuation of acute subdural haematomas: a comparison of craniotomy with decompressive craniectomy. *Acta Neurochir (Wien).* 2012 Sep;154(9):1555–61. doi: 10.1007/s00701-012-1428-8
40. Kolias AG, Scotton WJ, Belli A, et al. Surgical management of acute subdural haematomas: current practice patterns in the United Kingdom and the Republic of Ireland.UK Neurosurgical Research Network; RESCUE-ASDH collaborative group. *Br J Neurosurg.* 2013 Jun;27(3):330–3. doi: 10.3109/02688697.2013.779365
41. Kwon YS, Yang KH, Lee YH Craniotomy or Decompressive Craniectomy for Acute Subdural Hematomas: Surgical Selection and Clinical Outcome. *Korean J Neurotrauma.* 2016 Apr;12(1):22–7. doi: 10.13004/kjnt.2016.12.1.22
42. Vilcinis R, Bunevicius A, Tamasauskas A. The association of surgical method with outcomes of acute subdural hematoma patients: experience with 643 consecutive patients. *World Neurosurg.* 2017;101:335–342. doi: 10.1016/j.wneu.2017.02.010
43. Bor-Seng-Shu E., Figueiredo E.G., Amorim R.L.O., et al. Decompressive craniectomy: a meta-analysis of influences on intracranial pressure and cerebral perfusion pressure in the treatment of traumatic brain injury. *J Neurosurg.* 2012;117(3):589–596. doi: 10.3171/2012.6.JNS101400
44. Kinoshita T., Yoshiya K., Fujimoto Y., et al. Decompressive craniectomy in conjunction with evacuation of intracranial hemorrhagic lesions is associated with worse outcomes in elderly patients with traumatic brain injury: a propensity score analysis. *World Neurosurg.* 2016;89:187–192. doi: 10.1016/j.wneu.2016.01.071
45. Kolias A.G., Li L.M., Corteen E.A., et al. Decompressive craniectomy versus craniotomy for head-injured patients with acute subdural hematoma. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012;72(5):1451. doi: 10.1097/TA.0b013e318250cd51
46. Shibahashi K., Sugiyama K., Tomio J., et al. In-hospital mortality and length of hospital stay with craniotomy versus craniectomy for acute subdural hemorrhage: a multicenter, propensity score-matched analysis. *J Neurosurg.* 2019;21:504–513. doi: 10.3171/2019.4.JNS182660
47. Hutchinson PJ, Adams H., Mohan M., et al. Decompressive craniectomy versus craniotomy for acute subdural hematoma. *N Engl J Med.* 2023;388:2219. doi: 10.1056/NEJMoa2214172
48. Van Essen T.A., Volovici V., Cnossen M.C., et al. Comparative effectiveness of surgery in traumatic acute subdural and intracerebral haematoma: study protocol for a prospective observational study within CENTER-TBI and Net-QuRe. *BMJ Open.* 2019;9(10):e033513. doi: 10.1136/bmjopen-2019-033513
49. Talypov A.E. Surgical treatment of severe traumatic brain injury. Neurosurgery. (PhD Theses). Moscow; 2015. 43 p. (in Russian)
50. Puras Yu.V. The choice of the method of trepanation of the skull in case of traumatic subdural, intracerebral hematomas and foci of brain injury (PhD Theses). (in Russian)
51. Potapov AA, Krylov VV, Gavrilov AG, Kravchuk AD, Likhтерman LB, Petrikov SS, Talypov AE, Zakharova NE, Oshorov AV, Solodov AA. Guidelines for the management of severe head injury. Part 1. Neurotrauma system and neuroimaging. *Zhurnal Voprosy Neirokhirurgii Imeni N.N. Burdenko.* 2015;79(6):100–106. doi: 10.17116/neiro2015796100-106. (in Russian)
52. Krylov V.V. *Surgery of severe brain injury.* Krylov V.V., Talypova A.E., Levchenko O.V., eds. Moscow; 2019. 647 p. (in Russian)