

УДК 616.714.1-089.873-089-06  
DOI: 10.36979/1694-500X-2024-24-1-95-102

## РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ОСЛОЖНЕНИЙ КРАНИОПЛАСТИКИ

А.А. Чождонов, Э.Б. Смагулов, Б.К. Ырысов

*Аннотация.* В статье ретроспективно рассмотрены все операции по краниопластике и проанализированы осложнения и факторы, вызывающие осложнения. 243 краниопластики были выполнены с 2012 по 2022 г. с последующим наблюдением не менее одного года. Возраст, пол, сопутствующие заболевания, материал, локализация дефекта черепа, время между декомпрессией и краниопластикой и частота осложнений были собраны из нашей базы данных. После краниопластики судороги были отмечены в 14,8 % случаях, инфекция и открытый имплантат – в 9,0 %, кровотечение – в 1,7 % и другие (0,8 %) осложнения. Общий процент осложнений составил 25,9 %. Предшествующая травма ( $p = 0,034$ ) и внутричерепное кровоизлияние ( $p = 0,019$ ), а также предкраниопластический неврологический дефицит ( $p = 0,046$ ) были связаны с судорогами, в то время как предкраниопластический неврологический дефицит ( $p = 0,036$ ) и открытая экструзия имплантата ( $p = 0,048$ ) способствовали инфицированию краниопластики. Краниопластика имеет значительные осложнения. Тщательное понимание факторов, способствующих различным типам осложнений, принесет пользу ведению пациентов с краниопластикой.

*Ключевые слова:* краниопластика; реконструкция черепа; краниальный имплантат; декомпрессивная краниэктомия; экструзия имплантата; судороги; титановая сетка.

---

## КРАНИОПЛАСТИКАДАН КАБЫЛДАП КЕТҮҮЛӨРГӨ РЕТРОСПЕКТИВДҮҮ ТАЛДОО ЖҮРГҮЗҮҮ

А.А. Чождонов, Э.Б. Смагулов, Б.К. Ырысов

*Аннотация.* Макалада бардык краниопластика боюнча операциялар ретроспективдүү түрдө каралып, кабылдап кетүүлөр жана кабылдап кетүүлөрдү пайда кылган факторлор талдоого алынган. 2012-жылдан 2022-жылга чейин бир жылдан кем эмес байкоо мөөнөтү менен 243 краниопластика жасалган. Жашы, жынысы, кошумча оорулары, материалы, баш сөөгүнүн кемтигинин локализациясы, декомпрессия менен краниопластиканын ортосундагы убакыт жана татаалдашуу көрсөткүчтөрү биздин маалымат базабыздан чогултулган. Краниопластикадан кийин 14,8% учурда талма, 9,0% инфекция жана ачык имплантация, 1,7% кан агуу жана башка (0,8%) кабылдап кетүүлөр байкалган. Жалпы кабылдап кетүү пайызы 25,9% ды түздү. Мурунку жаракат ( $p = 0,034$ ) жана баш мээнин ичине кан куюлуу ( $p = 0,019$ ), ошондой эле краниопластикага чейинки неврологиялык бузулуулар ( $p = 0,046$ ) талма менен байланышкан, ал эми краниопластикага чейинки неврологиялык тартыштык ( $p = 0,036$ ) жана импланттын ачык экструзиясы ( $p = 0,048$ ) краниопластиканын инфекцияга түрткү берген. Краниопластика олуттуу кабылдап кетүүлөргө ээ. Ар кандай кабылдап кетүүлөрдүн пайда болушуна себеп болгон факторлорду кылдат түшүнүү краниопластика менен ооругандарды дарылоодо пайда алып келет.

*Түйүндүү сөздөр:* краниопластика; баш-сөөгүн калыбына келтирүү; краниалдык имплантат; декомпрессивдүү краниэктомия; имплантаттын экструзиясы; талма; титан тору.

---

## RETROSPECTIVE ANALYSIS OF CRANIOPLASTY COMPLICATIONS

А.А. Chozhonov, E.B. Smagulov, B.K. Yrysov

*Abstract.* Cranial reconstruction with cranioplasty is performed to eliminate skull defects after decompressive craniectomies. The purpose of the work is to retrospectively review all cranioplasty operations and analyze complications and factors causing complications. Two hundred and forty-three cranioplasty operations were performed from 2012 to 2022, followed by at least 1 year of follow-up. Age, gender, concomitant diseases, material, localization of the skull defect, the time between decompression and cranioplasty and the frequency of complications were collected from our database. After cranioplasty, seizures were noted in

14,8 % of cases, infection and an open implant – in 9,0 %, bleeding – in 1,7% and other (0,8 %) complications. The overall complication rate was 25,9 %. Previous trauma ( $p = 0,034$ ) and intracranial hemorrhage ( $p = 0,019$ ), as well as precranioplastic neurological deficit ( $p = 0,046$ ) were associated with seizures, while precranioplastic neurological deficit ( $p = 0,036$ ) and open implant extrusion ( $p = 0,048$ ) contributed to infection of cranioplasty. Cranioplasty has significant complications. A thorough understanding of the factors contributing to various types of complications will benefit the management of cranioplasty patients.

**Keywords:** cranioplasty; skull reconstruction; cranial implant; decompressive craniectomy; implant extrusion; convulsions; titanium mesh.

**Введение.** Начиная с самого раннего зарегистрированного случая краниопластики в 1670 году Дж. ван Микраном, когда ксенотрансплантат от собаки был успешно использован для восстановления дефекта черепа у пациента мужского пола, реконструкция дефектов черепа получила очень широкое развитие [1–3]. Кости, хрящи и фасции были использованы в реконструкции черепа, а также более современные материалы, такие как акрил, титан и полиэтиленкетон [4–6]. В дополнение к материалам, последние достижения включают использование готовых имплантатов на основе предоперационных компьютерных снимков, которые целенаправленно предназначены для создания идеальной посадки на дефект черепа, что делает операцию более легкой и быстрой [7–9].

По мере увеличения числа декомпрессионных краниэктомий, выполняемых для коррекции повышенного внутричерепного давления, будет также происходить соответствующее увеличение числа краниопластик. Поэтому риски и осложнения краниопластики должны быть тщательно изучены. Технические аспекты операции или используемые материалы хорошо документированы в литературе [10–12] и ретроспективные исследования, изучающие осложнения, связанные с краниопластикой, в основном сосредоточены на частоте инфекций [13–15]. Очень мало исследований обсуждают различные осложнения, которые могут возникнуть при выполнении краниопластики.

Мы провели ретроспективное исследование, изучив опыт нашей клиники, чтобы лучше понять осложнения, которые могут возникнуть при краниопластике.

#### **Материал и методы.**

**Дизайн исследования.** Ретроспективный обзор базы данных был проведен для всех пациентов, перенесших краниопластику за последние 10 лет, с 2012 по 2022 год, в нашей клинике нейрохирургии. Мы включили пациентов,

которым были сделаны декомпрессионные краниэктомии по поводу повышенного внутричерепного давления после травмы, ишемических инсультов, геморрагических инсультов, субарахноидальных кровоизлияний, интраоперационного отека после удаления опухоли и церебральной инфекции, которые впоследствии подверглись краниопластике.

Были исключены из исследования пациенты, у кого была реконструкция лица (открытая редукция и внутренняя фиксация лицевых костей) и краниопластика в рамках процедуры, а также пациентов, перенесших краниопластику в другом учреждении. Пациенты, кому краниопластика была сделана более 10 лет назад и у кого возникли осложнения после краниопластики, также были исключены.

Данные, собранные для нашего исследования, включали пол пациента, возраст, в котором была выполнена краниопластика, основные медицинские состояния пациентов, основную патологию, которая привела к первоначальной краниэктомии, интервал между краниэктомией и краниопластикой, сторону краниэктомии/краниопластики, тип используемого материала краниопластики, время, затраченное на операцию, количество дренажей, вставленных после операции, и типы возникших осложнений.

Данные о пациентах были получены из сводок выписок, которые включали сведения о поступлении пациента в больницу после краниопластики по поводу осложнений, связанных с хирургическим вмешательством или другими, не связанными с ним, заболеваниями. Долгосрочные функциональные статусы также были получены из выписки из историй болезней.

**Статистический анализ.** Статистическая значимость между категориальными переменными вычислялась с помощью точного критерия Фишера. Статистически значимым считалось значение  $p < 0,05$ . Была также проведена прямая логистическая регрессия для оценки влияния

ряда переменных на индивидуальные комбинации. Переменные включали возраст, пол, причину предшествующей декомпрессии, интервал между исходной операцией и краниопластикой, наличие неврологического дефицита до краниопластики, материал краниопластики и время операции. Статистически значимым считалось значение  $p < 0,05$ .

### Результаты

**Характеристики пациента.** В общей сложности с 2012 по 2022 год было выполнено 590 декомпрессивных краниэктомий, и 236 из этих пациентов подверглись краниопластике. Среди этих 236 пациентов было 185 мужчин и 51 женщина. Эти пациенты имели различные причины повышенного внутричерепного давления, требующие декомпрессивной краниэктомии. Сто сорок два пациента перенесли травму (60,2 %), 67 пациентов имели спонтанные внутричерепные кровоизлияния (28,4 %), у 12 пациентов – злокачественный инфаркт мозга (5,18 %), у 7 пациентов – внутричерепные абсцессы (2,9 %), 7 пациентов перенесли иссечение опухоли головного мозга и послеоперационный отек мозга (2,9 %), а у одного пациента была удалена остеома кости черепа (0,4 %) (рисунок 1).



Рисунок 1 – Причины выполненных краниэктомий

Всего этим 236 пациентам было выполнено 243 краниопластики. 7 пациентов перенесли по две краниопластики: 4 пациента перенесли двустороннюю краниопластику, 2 пациентам удалили краниопластику, потому что она заразилась,

и снова заменили ее, а одному пациенту удалили краниопластику, потому что она прошла через кожу и была заменена.

Возраст больных колебался от 16 до 78 (в среднем  $47,75 \pm 16$ ) лет. 218 краниопластик были выполнены с титаном. В нашем исследовании у 13 пациентов были случаи воздействия имплантатов. Все импланты были сделаны из титана. Частота экструзии имплантатов составила 5,4 %. У пациентов наблюдалось воздействие сетки в период от 2-х месяцев до 7 лет. Из 13 имплантатов (61 %) 8 были инфицированы и должны были быть удалены, в то время как остальные 5 (39 %) подверглись обработке раны и закрытию или ротационному лоскуту для покрытия дефекта кожи.

**Осложнения.** Общая частота осложнений в нашем исследовании составила 25,9 % ( $n = 63$ ). Это было распределено следующим образом: судороги – 14,8 % ( $n = 36$ ); инфекция и экструзия имплантата – 9,1 % ( $n = 22$ ); послеоперационное внутричерепное кровоизлияние – 1,7 % ( $n = 4$ ); и другие осложнения, такие как застрявший дренаж и инфаркт миокарда без подъема зубца ST – 0,8 % ( $n = 2$ ). В общей сложности 15 краниопластик нуждались в пересмотре (6,1 %) со временем до отказа от краниопластики от 1-го до 75 месяцев (в среднем  $29,5 \pm 29,4$ ). Две краниопластики нуждались в срочной повторной операции (0,8 %) для удаления эпидуральных гематом, образовавшихся после операции (таблица 1).

**Судороги.** Наиболее частым осложнением в нашем исследовании был послеоперационный эпилептический припадок. У 36 пациентов после краниопластики появились новые приступы. Частота судорог после краниопластики составила 14,8 % (95% ДИ 10,60–19,92). 17 пациентов получили черепно-мозговые травмы, 14 – спонтанное внутричерепное кровоизлияние, 4 – декомпрессивную краниэктомия после инфаркта мозга и 1 – субдуральную эмпиему. Из этих 36 пациентов у 7 пациентов отмечены незамедлительные судороги (в течение 24 ч после операции), у 2 пациентов – ранние судороги (в течение 7 дней после операции) и у 27 пациентов – поздние судороги (через 7 дней после операции) (рисунок 2).

Таблица 1 – Распределение по типу осложнений краниопластики

Тип осложнения	Количество пациентов, n	Процент от осложнений	Процент от всех краниопластик
Припадки	36	56,3	14,8
Припадки сразу	8	12,5	3,3
Припадки ранние	2	3,1	0,8
Припадки поздние	26	40,6	10,7
Инфекции	17	26,6	7,0
Только инфекция	9	14,1	3,7
Экструзия имплантата	13	20,3	5,4
Инфекция + экструзия	8	12,5	3,3
Внутричерепное кровоизлияние	4	6,3	1,7
Экстрадуральное	2	3,1	0,8
Субдуральное	1	1,6	0,4
Внутрижелудочковое	1	1,6	0,4
Другие	2	3,1	0,8

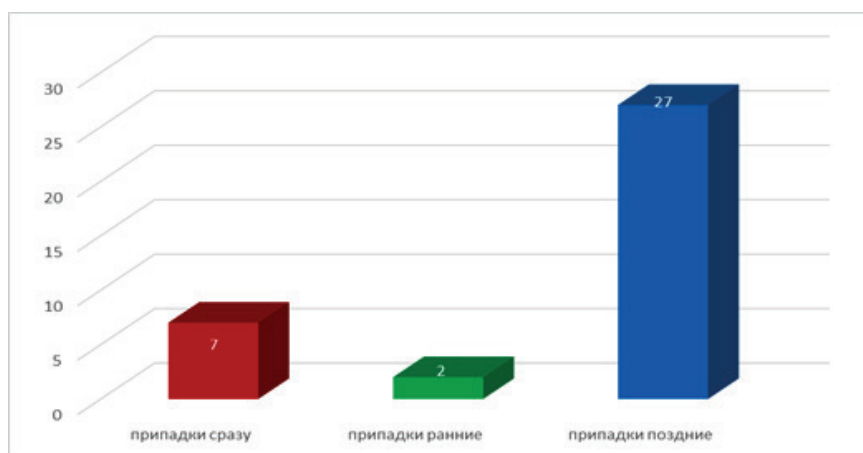


Рисунок 2 – Распределение по видам припадков

Прямая логистическая регрессионная модель, содержащая все предикторы, была статистически значимой ( $13, N = 243 = 23,22 \%$ ,  $p = 0,039$  ( $p < 0,05$ )). Статистически значимыми оказались три фактора: спонтанное внутричерепное кровоизлияние, приводящее к декомпрессивной краниэтомии ( $p = 0,019$ ), травма, приводящая к декомпрессивной краниэтомии ( $p = 0,034$ ) и наличие неврологического дефицита до краниопластики ( $p = 0,043$ ).

Инфекция и экструзия сетчатых имплантатов. 22 пациента имели послеоперационную инфекцию или экструзию имплантата, что составило 9,1 % осложнений (95% ДИ 5,76–13,39 %). Их можно разделить следующим образом:

пациенты только с инфекцией ( $n = 9$ ), пациенты с инфекцией после воздействия имплантатов ( $n = 8$ ) и пациенты только с воздействием имплантатов ( $n = 5$ ).

17 случаев инфицирования в нашем исследовании составили 7 % выполненных краниопластик. 16 краниопластик были сделаны из титана, в то время как одна краниопластика была сделана из полиэтилэтилкетона. 14 (82,3 %) были глубокими инфекциями, которые требовали удаления краниопластики, в то время как 3 (17,7 %) была проведена раневая обработка и лечение внутривенными антибиотиками. 8 инфицированных краниопластик обнажили

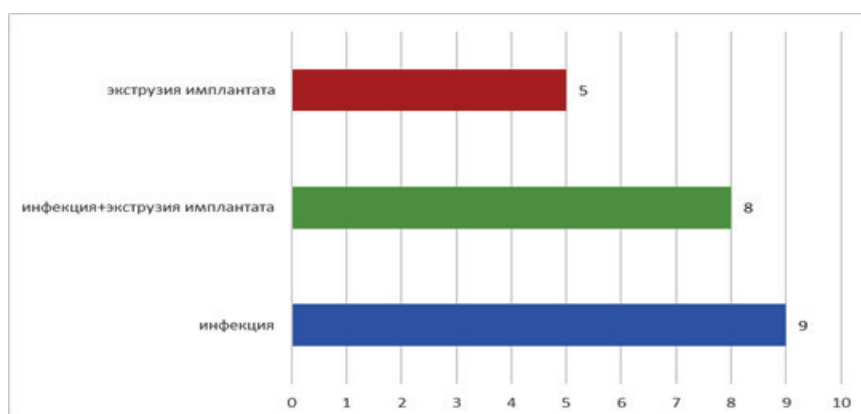


Рисунок 3 – Распределение по инфекционным осложнениям

титановые сетки. Все пациенты имели инфекцию в период от 1 месяца до 6 лет (рисунок 3).

В дополнение к предыдущим четырем описанным осложнениям было еще два. У одного пациента субгалеальный дренаж застрял в поверхностных швах, и имплантаты были связаны с высокой частотой инфекции ( $p = 0,048$ ).

Прямая логистическая регрессионная модель, содержащая все предикторы, была статистически значимой (13,  $N = 243$ , 20,10 %). Один фактор оказался статистически значимым: неврологический дефицит до проведения краниопластики ( $p = 0,036$ ).

**Внутричерепное кровоизлияние.** У 4-х пациентов наблюдалось послеоперационное внутричерепное кровоизлияние, частота которого составила 1,7 % (95% ДИ 0,45–4,16 %). У двух пациентов развились экстрадуральные гематомы. Одному из пациентов была проведена эвакуация экстрадуральной гематомы на 1-й день после операции, а другому пациенту – эвакуация экстрадуральной гематомы через 6 дней. У одного пациента развилось внутрижелудочковое кровоизлияние, которое было устранено консервативно, а у одного пациента развилась субдуральная гематома из-за избыточного дренажа ликвора после установки вентрикуло-перитонеального шунта во время краниопластики. Это составило 0,82 % выполненных краниопластик (95% ДИ 0,10–2,94 %).

**Обсуждение.** Общая частота осложнений в нашем исследовании составила 25,9 %. Это согласуется с другими крупными исследованиями,

которые показали, что частота осложнений при краниопластике достигает 19,7–32 % [16]. Большинство этих исследований были сосредоточены на частоте инфекции и факторах, способствующих ей. Однако также важно понимать и лечить все другие различные осложнения, которые могут возникнуть, поскольку краниопластика имеет такую частоту осложнений. Наше исследование выявило несколько осложнений, связанных с краниопластикой. Они включают судороги, инфекцию, экструзию имплантатов и внутричерепные геморрагии после краниопластики. За исключением краниопластических инфекций, остальные осложнения не были хорошо описаны в литературе. Профилактика этих осложнений в послеоперационном периоде краниопластики позволит достичь лучших хирургических результатов.

**Судороги после краниопластики.** Частота приступов после краниопластики не очень хорошо описана. Их можно отнести к припадкам, возникающим после первичной декомпрессивной краниэктомии или послеоперационным припадкам после краниопластики. При обоих типах припадков их можно разделить на немедленные (в течение 24 час), ранние (в течение 7 дней) или поздние (через 7 дней). Хотя категории посткраниэктомических и послеоперационных припадков схожи (немедленные, ранние и поздние), патофизиология каждого типа припадков несколько отличается.

У пациентов, перенесших травму и перенесших краниэктомию, диффузное аксональное

повреждение со сдвигом аксонов, диффузный отек и ишемия приводят к высвобождению возбуждающих клеточных компонентов и токсических медиаторов, что приводит к вторичному клеточному повреждению, вызывающему немедленные и ранние посттравматические припадки [17]. Такие пациенты имеют более высокую частоту внутричерепной патологии. Поздняя посттравматическая эпилепсия может быть вызвана каскадом событий, начинающихся с кровоизлияния, гемолиза, высвобождения соединений железа, образования свободных радикалов, перекисного окисления и гибели клеток, приводящих к повреждению коры головного мозга и образованию эпилептогенных очагов [18]. Об этом свидетельствуют профилактические эффекты поглотителей свободных радикалов и антипероксидазы. Поскольку высвобождение свободных радикалов является важным процессом в патогенезе судорог, величина очаговой деструкции тканей является наиболее важным фактором в прогнозировании развития поздних судорог [19].

В нашем исследовании было трудно дифференцировать припадки, вызванные травмой, требующей краниэктомии (например, геморрагический инсульт, травма, инфаркт мозга, отек мозга, субарахноидальное кровоизлияние или церебральная инфекция), и припадки, возникающие в результате краниопластики. Непосредственные и ранние приступы, скорее всего, будут вызваны самой краниопластикой, в то время как поздние приступы могут быть связаны либо с первоначальной причиной, требующей краниэктомии, либо с самой краниопластикой.

Логистическая регрессия, проведенная на основе собранных нами данных, показала, что спонтанные внутричерепные кровоизлияния и травмы ( $p = 0,019$  и  $p = 0,034$ , соответственно), требующие декомпрессивной краниэктомии, были переменными, связанными с судорогами. Поэтому вполне вероятно, что многие из поздних приступов наблюдаются там, где по существу наблюдаются поздние проявления посттравматических припадков или рубцовой эпилепсии. Кроме того, было обнаружено, что неврологический дефицит, присутствующий до краниопластики ( $p = 0,043$ ), также является статистически

предиктивным для судорог. Наличие неврологического дефицита после выздоровления и реабилитации предполагает, что первоначальная травма может быть довольно тяжелой, что коррелирует с доказательствами того, что количество очаговой деструкции тканей является важным фактором в развитии судорог [20].

Применение противоэпилептических средств рекомендуется для профилактики припадков, если риск припадков составляет более 10 % [14]. Некоторые исследования показали, что послеоперационные припадки имеют частоту до 17 % [15]. Поэтому курс профилактики припадков в течение недели может быть рассмотрен для краниопластики после операции, но он не влияет на поздние припадки и не снижает частоту припадков через неделю [16]. Пациентов с эпилептическими припадками в нашей клинике лечили либо карбамазепином, либо вальпроатом натрия, и оба препарата показали свою эффективность в профилактике приступов [15].

**Инфекция.** Послеоперационная инфекция является серьезным осложнением, которое может привести к тяжелой заболеваемости пациента. Сообщалось, что частота инфицирования составляет от 2 до 20 % и может привести к удалению имплантата и длительному курсу внутривенных антибиотиков [13].

Сроки проведения краниопластики спорны. Традиционно считается, что краниопластика должна быть отложена более чем на 1 год после первоначальной операции, чтобы избежать инфекции. В большом обзоре краниопластики проникающей травмы головы, проведенном в 1979 г., краниопластика, выполненная через 1–6 месяцев после первоначальной краниэктомии, имела самую высокую частоту осложнений (7,9 %), в то время как те, которые были выполнены через 12–18 месяцев, имели более низкую частоту осложнений (4,5 %) [10]. Инфекция в начальной операции также была признана фактором риска, и это включало раневую инфекцию костного лоскута. Поэтому перед любой последующей краниопластикой была рекомендована задержка более чем на 1 год [18]. Этот период ожидания включал в себя отказ от операции на загрязненной ране. Эти исследования касались в основном проникающей травмы головы или краниэктомии

с предшествующими инфекциями, и ранее считалось, что осложнение от инфекции также будет высоким, если краниопластика будет выполнена рано даже в «чистых» случаях. Исследования последних лет показали, что нет никакой разницы в частоте инфицирования при ранней краниопластике и краниопластике, выполненной через 6 месяцев [12]. Ранняя краниопластика имеет то преимущество, что она технически менее сложна с более легкой плоскостью расщепления. Было также показано, что она улучшает неврологические симптомы и облегчает процессы последующей реабилитации [15].

Не было никакой разницы в частоте инфицирования между краниопластикой, выполненной в течение 3-х месяцев (ранняя) и более 3-х месяцев (поздняя). Глубокие инфекции, связанные с имплантатом, особенно трудно поддавались лечению, требуя удаления имплантата и длительного курса антибиотиков. Поэтому при проведении краниопластики следует соблюдать особую осторожность, включая стерильную технику в операционной и разумное использование антибиотиков внутриоперационно.

У одного из наших пациентов были рецидивирующие инфицированные имплантаты. Ей была сделана первоначальная титановая краниопластика, которая была инфицирована через 5 лет, когда она прорвалась через вышележащую кожу и была удалена. Повторная краниопластика с использованием имплантата полиэтилэтилкетона была инфицирована через 1 месяц и также должна была быть удалена. Это ставит вопрос о том, остается ли субклиническая инфекция после удаления инфицированных имплантатов и требуется ли более длительный период антибиотиков для ее искоренения.

Наличие неврологического дефицита до краниопластики было достоверно предиктивным для инфекции ( $p = 0,036$ ). Такие пациенты имели гемиплегию. Выбор пациента для краниопластики важен для установления хорошего результата краниопластики.

**Внутричерепное кровоизлияние** – обычное осложнение краниопластики. Посткраниопластические кровоизлияния, ранее описанные в литературе, включают субдуральные и эпидуральные кровоизлияния [19]. Причины

посткраниопластических кровоизлияний включают в себя кровоизлияние из артерий волосистой части головы и внутричерепную гипотензию отрицательного давления, вызванную субгалеальным дренажем [11].

В нашей серии у двух пациентов развились экстрадуральные кровотечения из постоянно кровоточащих сосудов. Эти гематомы были обнаружены, когда пациенты становились неврологически нестабильными после операции в 1-й день, и им проводили срочную компьютерную томографию. Впоследствии гематомы были удалены в тот же день. У последней пациентки развилось субдуральное кровоизлияние из-за гипердренажа при введении вентрикулоперитонеального шунта.

**Заключение.** Краниопластика – это процедура, которая имеет высокий риск осложнений. Осложнения в нашем исследовании включали судороги, инфекцию, экстрезии имплантатов и внутричерепные кровоизлияния. Послеоперационные припадки были наиболее распространенным осложнением в нашей серии, но относительно высокая частота поздних припадков, вероятно, вызвана первоначальной травмой, требующей декомпрессии, а не самой краниопластикой. В нашем исследовании экстрезирование имплантатов и пациенты с ранее существовавшим неврологическим дефицитом показали ассоциации с инфекциями после краниопластики. Таким образом, раннее лечение открытых имплантатов и тщательный отбор пациентов могут помочь улучшить показатели инфицирования.

Поступила: 13.12.23; рецензирована: 27.12.23;  
принята: 29.12.23.

#### *Литература*

1. Manaka S., Ishijima B., Mayanagi Y. Postoperative seizures: Epidemiology, pathology and prophylaxis // *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2013; 43: 589–600.
2. Chen C.W., Kuo J.R., Lin H.J. Early post-operative seizures after burrhole drainage for chronic subdural haematoma: correlation with brain CT findings // *J Clin Neurosci*. 2014; 11: 706–9.
3. Honeybul S. Complications of decompressive craniectomy for head injury // *J Clin Neurosci*. 2020; 17: 430–5.

4. Yrysova M.B., Yrysov K.B., Samudinova T.T., Toichibaeva R.I., Kasymov O.T. Long-term tendency and risk factors for stroke in Bishkek // Heart Vessels Transplant. 2023; 7: 103–10.
5. Deutschman C.S., Haines S.J. Anticonvulsant prophylaxis in neurological surgery // Neurosurgery. 2018; 17: 510–7.
6. Yrysov K., Kalyev K., Mamytov M., Yrysov B., Turganbaev B. Optimal timing of surgical intervention in acute subdural hematoma // Biomedicine. 2023; 43 (1) Supplementary issue: 196–200.
7. Beenen L.F., Lindeboom J., Kasteleijn-Nolst Trenite D.G. Comparative double blind clinical trial of phenytoin and sodium valproate as anti-convulsant prophylaxis after craniotomy: efficacy, tolerability and cognitive effects // J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2019; 67: 474–80.
8. Durham S.R., McComb J.G., Levy M.L. Correction of large (> 25 cm<sup>2</sup>) cranial defects with reinforced hydroxyapatite cement: Technique and complications // Neurosurgery. 2016; 52: 842–5.
9. Yrysov K.B., Arstanbekov N.A., Mamytov M.M., Akmatallyev A.A., Turganbaev B.J., Vityala Y. Postoperative complications in patients with intracranial meningiomas who underwent surgery // Biomedicine. 2023. V. 43. No 3.
10. Matsuno A., Tanaka H., Iwamuro H. Analyses of the factors influencing bone graft infection after delayed cranioplasty // Acta Neurochir (Wien). 2016; 148: 535–40.
11. Chun H.J., Yi H.J. Efficacy and safety of early cranioplasty, at least within 1 month // J Craniofac Surg. 2017; 22: 203–7.
12. Rish B.L., Dillon J.D., Meirrowsky A.M. Cranioplasty: a review of 1030 cases of penetrating head injury // Neurosurgery. 2019; 4: 381–5.
13. Affi A.M., Djohan R.S., Hammert W. Lessons learned reconstructing complex scalp defects using free flaps and a cranioplasty in one stage // J Craniofac Surg. 2018; 21: 1205–9.
14. Zins J.E., Langevin C.J., Nasir S. Controversies in skull reconstruction // J Craniofac Surg. 2016; 21: 1755–60.
15. Chang V., Hartzfeld P., Langlois M. Outcomes of cranial repair after craniectomy // J Neurosurg. 2020; 112: 1120–4.
16. Takeuchi S., Nawashiro H. Early cranioplasty after postinjury decompressive craniectomy // J Craniofac Surg. 2017; 22: 1546.
17. Liang W., Xiaofeng Y., Weiguo L. Cranioplasty of large cranial defect at an early stage after decompressive craniectomy performed for severe head trauma // J Craniofac Surg. 2017; 18: 526–32.
18. Janecka I.P. New reconstructive technologies in skull base surgery: role of titanium mesh and porous polyethylene // Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2020; 126: 369–401.
19. Martin M.P., Olson S. Postoperative complications with titanium mesh // J Clin Neurosci. 2019; 16: 1080–1.
20. Moreira-Gonzalez A., Jackson I.T., Miyawaki T. Clinical outcome in cranioplasty: Critical review in long term follow-up // J Craniofac Surg. 2018; 14: 144–53.