

ВЕНОЗНАЯ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ МЕНИНГИОМАХ

Е.А. Орлов¹, Н.А. Полунина²⁻⁴

¹ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России; Россия, 125047 Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, 16;

²ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; Россия, 117997 Москва, ул. Островитянова, 1;

³ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения города Москвы»; Россия, 129090 Москва, Б. Сухаревская пл., 3;

⁴ГБУЗ «Московский многопрофильный клинический центр «Коммунарка» Департамента здравоохранения г. Москвы»; Россия, 108814 Москва, ул. Сосенский стан, 8

Контакты: Егор Андреевич Орлов orlegor@mail.ru

Введение. Менингиомы, в большинстве своем доброкачественные опухоли, могут становиться проблемой как при их труднодоступной локализации, так и при поражении ими близлежащих синусов головного мозга. В таком случае перед хирургом встает ряд вопросов, связанных с диагностикой, предоперационным планированием и выбором тактики лечения этих больных. Выбор в пользу реvascularизации венозного русла не всегда однозначен в силу отсутствия четких показаний и противопоказаний к этому вмешательству. Авторы представляют обзор литературы, освещающий проблему венозной реvascularизации головного мозга при менингиомах.

Цель работы – анализ статей, посвященных теме хирургического лечения менингиом при поражении венозной системы головного мозга.

Заключение. По результатам работы представлен критический анализ приведенной литературы, показывающий недостаточную разработанность проблемы лечения пациентов с такими опухолями на данный момент. В дальнейших клинических исследованиях стоит уточнить как технические моменты при удалении данных опухолей, так и более глубоко проработать показания и противопоказания для этих больных.

Ключевые слова: менингиомы головного мозга, парасагитальные менингиомы, венозная реvascularизация, шунтирование синусов головного мозга

Для цитирования: Орлов Е.А., Полунина Н.А. Венозная реvascularизация головного мозга при менингиомах. Нейрохирургия 2023;25(2):130–9. DOI: 10.17650/1683-3295-2023-25-2-130-139

Cerebral venous revascularization in meningioma surgery

E.A. Orlov, N.A. Polunina

¹National Medical Research Center for Neurosurgery named after Academician N.N. Burdenko, Ministry of Health of Russia; 16 4th Tverskaya-Yamskaya St., Moscow 125047, Russia;

²Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health of Russia; 1 Ostrovityanova St., Moscow 117997, Russia;

³N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow Healthcare Department; 3 Bolshaya Sukharevskaya Sq., Moscow 129090, Russia;

⁴Moscow Multidisciplinary Clinical Center “Kommunarka”, Moscow Healthcare Department; 8 Sosenskiy Stan St., Moscow 108814, Russia

Contacts: Egor Andreevich Orlov orlegor@mail.ru

Introduction. Brain tumors are a complex problem of modern neurosurgery. Meningiomas, mostly benign tumors, can become a problem when they are difficult to locate. The complexity is also caused by tumors affecting the sinuses of the brain. In this case, the surgeon faces a number of issues related to the diagnosis, preoperative planning and the choice of treatment tactics for these patients. The choice in favor of revascularization of the venous bed is also not always unambiguous due to the lack of clear indications and contraindications to this type of intervention.

The purpose of the work was to analyze articles on the topic of surgical treatment of meningiomas of the brain venous system.

Conclusion. Based on the results of the work, a critical analysis of the cited literature is presented, showing the insufficient development of the problem of treating patients with such tumors at the moment. In further clinical studies, it is necessary to clarify both the technical aspects when removing these tumors, and to work more deeply on the indications and contraindications for surgery in the group of these patients.

Key words: meningioma of the brain, parasagittal meningioma, venous revascularization, bypass grafting of the brain sinuses

For citation: Orlov E.A., Polunina N.A. Cerebral venous revascularization in meningioma surgery. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2023;25(2):130–9. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2023-25-2-130-139

ВВЕДЕНИЕ

Менингиомы составляют 13,0–36,6 % всех известных опухолей, поражающих центральную нервную систему [1]. Они занимают 2-е место в составе онкологических процессов, проходящих в головном мозге (ГМ) [1, 2]. Для них характерна манифестация в пожилом возрасте. В группе гистологически доброкачественных опухолей менингиомы лидируют, составляя до 53,2 %. Согласно классификации Всемирной организации здравоохранения менингиомы делятся на 3 гистологические подгруппы: Grade I (типичные) – 81,1 %, Grade II (атипичные) – 16,9 %, и Grade III (анapластические) – 1,7 %. Чаще всего менингиомы располагаются конвекситально (35 %), парасагитально (20 %) и сфеноидально (20 %); реже их можно обнаружить в области турецкого седла (3 %), интравентрикулярно (5 %), субтенториально (13 %), а также в других областях (4 %) [3].

После тотального удаления менингиомы характерны улучшение качества жизни пациента, увеличение ее продолжительности и времени до возможного рецидива. Субтотальная резекция приводит к рецидивам и уменьшению продолжительности жизни пациентов. Доля 10-летней выживаемости при менингиомах составляет до 57,1 %, а у пациентов молодого возраста показатель возрастает до 77,7 %. Эти цифры в большинстве своем объединяют больных с анапластическими менингиомами II и III Grade, а также опухолями, которые не удалось резецировать полностью. У пациентов с радикально удаленной гистологически типичной менингиомой (Grade I) выживаемость и качество жизни, несомненно, выше [4].

Все чаще применяют комбинированное лечение пациентов с менингиомами [5–8]. В мировой литературе активно обсуждают лучевую терапию (ЛТ) небольших менингиом или сочетание открытой хирургии с радиохирургией для облучения неудаленного остатка опухоли [4, 9, 10]. Ряд авторов сообщает о гистологическом перерождении менингиом у молодых пациентов и переходе их в более высокий Grade, что приводит к ухудшению прогноза у таких больных [9]. Локализация менингиом вблизи радиационно-чувствительных структур ГМ затрудняет применение ЛТ, а системная и локальная токсичность при ЛТ имеют побочные эффекты, в частности ухудшение когнитивных функций пациентов [4, 11–13].

Лечение менингиом осложняется при инвазии опухоли в синусы ГМ. В этом случае для тотального удаления опухоли необходимо выполнить реконструкцию синуса для сохранения адекватного венозного оттока от мозговой ткани [3]. В данной ситуации необходимо сохранять баланс между радикальным удалением опухоли и возможными осложнениями [14]. Венозная система ГМ, в отличие от артериальной, крайне вариабельна и обладает большими адаптационными возможностями за счет коллатерализации кровотока, однако при поражении крупных синусов может возникнуть необходимость дополнить хирургическое вмешательство реваскуляризирующей операцией [15–17].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Не ставя перед собой задачу создания систематического обзора, авторы, однако, руководствовались некоторыми критериями отбора статей. Так, поисковые запросы вводились в 3 базы данных (PubMed, Scopus и Cochrane) и состояли из ключевых слов *meningioma*, *parasagittal meningioma*, *torcular meningioma*, *dural sinuses*, *venous revascularization*, *sinus bypass*, *bypass grafting* с использованием различных логических связей. Авторы старались провести обзор литературы преимущественно за последние 15 лет (2005–2020 гг.), однако при необходимости дополнения картины данной нозологии использовались более ранние статьи.

КЛИНИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ

Верхний сагитальный синус (ВСС) является одним из крупнейших венозных коллекторов ГМ. Он собирает венозную кровь практически со всей конвекситальной поверхности ГМ, соединяясь посредством анастомотических вен с поверхностной синусной веной (ПСВ) и поперечным синусом, и впадает в синусный сток [18, 19]. Поперечный и сигмовидный синусы являются конечными коллекторами всей венозной крови, оттекающей от ГМ, и продолжают во внутреннюю яремную вену (рис. 1). При их поражении всегда встает вопрос о реваскуляризации. Пересечение таких крупных венозных структур без их реконструкции неизбежно ведет к ишемическому повреждению вещества мозга при отсутствии альтернативных путей для оттока венозной крови.

Теоретически менингиомы могут прорасти в различные венозные коллекторы ГМ. А. Debernardi и соавт.

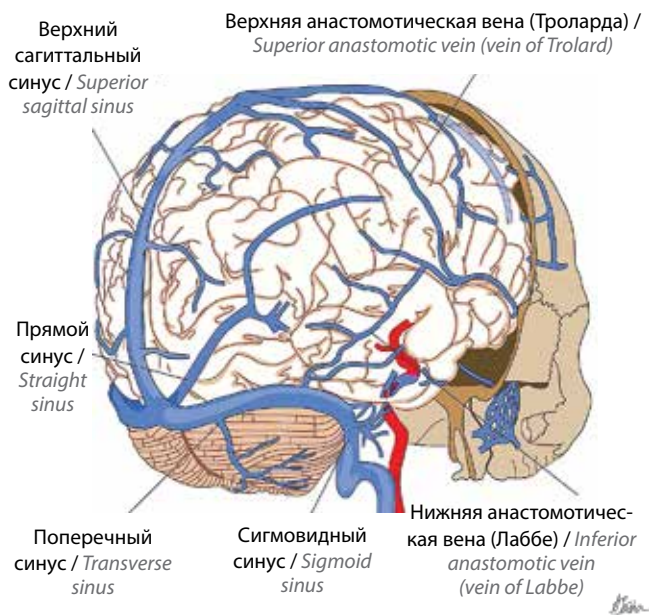


Рис. 1. Венозная система головного мозга

Fig. 1. Venous system of the brain

описана инвазия поперечного, сигмовидного и прямого синусов [20]. В этих случаях также применялись разного рода шунтирующие операции. Так, при поражении поперечного синуса накладывался шунт между задней третью ВСС и наружной яремной веной [16, 21, 22].

Чаще всего менингиомы поражают ВСС [3, 21, 23]. В исследовании Sekhar N.L. и соавт. он был вовлечен в патологический процесс в 80 % наблюдений [3]. В работе M. Sindou и J. Alvernia у 92 больных из 100 был поражен именно ВСС [21]. Функционально и анатомически он делится на 3 части, что и обуславливает на данный момент хирургическую тактику [24]. Считается, что передней третью синуса можно жертвовать при резекции опухолей, хотя некоторые авторы получали осложнения даже при перевязке передней трети ВСС [3, 15, 24–26]. При исследовании мостиковых вен, отходящих от ВСС, не было установлено статистической разницы в их диаметре на всем его протяжении [27]. Данный факт можно связать со степенью развития путей коллатерального кровотока у этих больных. Основными вариантами являются отток через ПСВ в сфенопариетальный и кавернозный синусы, альтернативный путь проходит через ПСВ, далее через вену Лаббе и поперечный синус [21]. У L.N. Sekhar и соавт. преимущественным типом дренирования назван первый, только у 1 пациента были задействованы оба пути [28]. Т. Yin и соавт. выделяют 4 типа коллатерализации кровотока при стенозе или окклюзии ВСС (рис. 2):

- I тип – функциональной коллатералью становится гиперплазированная ПСВ.
- II тип подразумевает наличие корковых вен, соединяющих синус до стеноза и после него, которые служат естественным обходным шунтом.

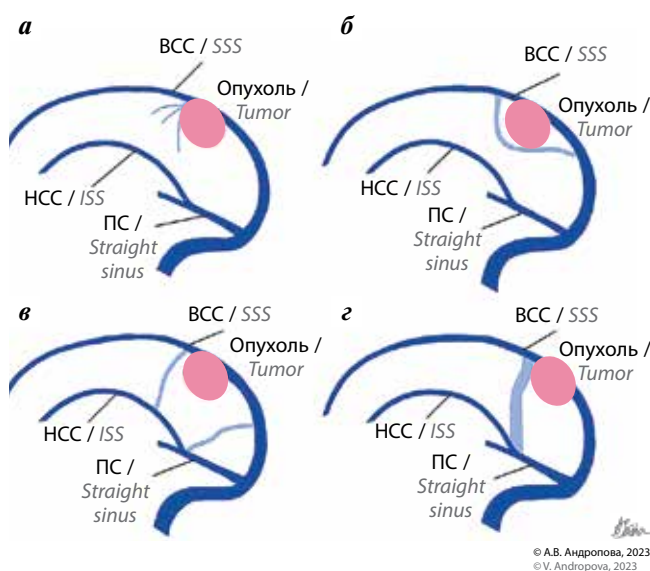


Рис. 2. Варианты шунтирования верхнего сагитального синуса при его окклюзии: а – прямой отток по ВСС; б – отток по гипертрофированным кортикальным венам ВСС – ВСС; в – отток по системе HCC; г – отток по системе HCC и прямой синус. ВСС – верхний сагитальный синус; ПС – прямой синус; HCC – нижний сагитальный синус.

Fig. 2. Four types of parafalcine venous collaterals: а – type A, with cerebral medial cortical vein displacement or hyperplasia; б – type B, collaterals connect the 2 end's of the occluded segment of the SSS; в – type C, collaterals connect the occluded segment of the SSS with the deep cerebral venous system; г – type D, recanalization or secondary formation of a falcine sinus in meningiomas with complete occlusion of the SSS. SSS – superior sagittal sinus; ISS – inferior sagittal sinus.

- При III типе наблюдается соединение ВСС с системой глубоких вен до и после стеноза, что обеспечивает компенсацию оттока.
- О IV типе говорят, когда имеют место реканализация или вторичное образование синуса фалькса при полной окклюзии ВСС.

Авторы уделяют особое внимание визуализации и сохранению вен фалькса, которые могут играть большую роль в компенсации оттока крови [29].

Принимая во внимание медленный рост менингиом, особенно конвекситальных (0,1–0,3 см³/год), можно заключить, что у венозной системы есть время для перестройки кровотока [3, 30, 31]. В то же время при удалении опухоли, вызывающей краевую или субтотальную окклюзии синуса, может возникнуть резкий дефицит венозного оттока. Данное явление, а также ряд других факторов при хирургии менингиом вблизи синусов ГМ могут быть травмирующими и приводить к венозному инсульту [32, 33]. Шунт способен компенсировать перфузионные нарушения, возникающие при оперативном вмешательстве. При этом, на наш взгляд, отсроченный тромбоз шунта не всегда приводит к развитию неврологического дефицита, что, возможно, говорит о компенсации первичной, остро возникшей венозной ишемии и новой перестройке венозного кровотока, при этом шунт оказывается функционально

незначим для поддержания достаточного венозного оттока в отдаленном послеоперационном периоде.

СТЕПЕНЬ ПОРАЖЕНИЯ СИНУСОВ ОПУХОЛЬЮ: КЛАССИФИКАЦИИ, СТРАТИФИКАЦИЯ РИСКОВ

Существует несколько классификаций инвазии опухоли непосредственно в синус, что обуславливает хирургическую тактику.

Первую классификацию поражения ВСС предложили J. Bonnal и J. Brotchi [34]. Она делит менингиомы средней трети ВСС на 8 типов в зависимости от вовлеченности синуса в опухоль.

При I степени опухоль просто прилежит к синусу или его лакунам, но не инвазирует его, II степень подразумевает инвазию опухоли в крышу или боковую стенку синуса, при этом наружная пластинка стенки синуса вовлечена в опухоль. При III степени поражены парасинус и карман синуса. При IV степени полностью поражена боковая или верхняя стенка; V степень включает вовлечение боковой и верхней стенок синуса. При VI степени дополнительно закрывается приток контралатеральной ролландовой вены. VII степень подразумевает вовлечение всех 3 стенок, при этом опухоль расположена только с одной стороны, тогда как при VIII степени вовлечены все стенки и опухоль расположена по обе стороны от синуса [34].

Основной ангиографической классификации является характеристика редукции кровотока в синусе: для 1-й группы — краевая окклюзия (<50 %), для 2-й — субтотальная (>50–99 %), для 3-й — тотальная окклюзия синуса (100 %) (табл. 1) [3].

Таблица 1. Ангиографическая классификация

Table 1. Angiographic classification

Тип окклюзии Type of occlusion	Характеристика редукции кровотока в синусе, % Occlusion rates in the sinus, %
Краевая Partial	<50
Субтотальная Subtotal	>50–99
Тотальная Total	100

Другим делением данной патологии является хирургическая классификация M. Sindou, выделившего 6 степеней (типов) прорастания опухоли синуса, где I степень — это отсутствие инвазии в синус, а VI — поражение менингиомой всех его стенок (рис. 3).

Довольно сложно классифицировать близкие степени с помощью магнитно-резонансной томографии, что впоследствии приводит к определению степени инвазии опухолью синуса интраоперационно [7–10]. Дифференцирование V и VI степеней может быть кри-

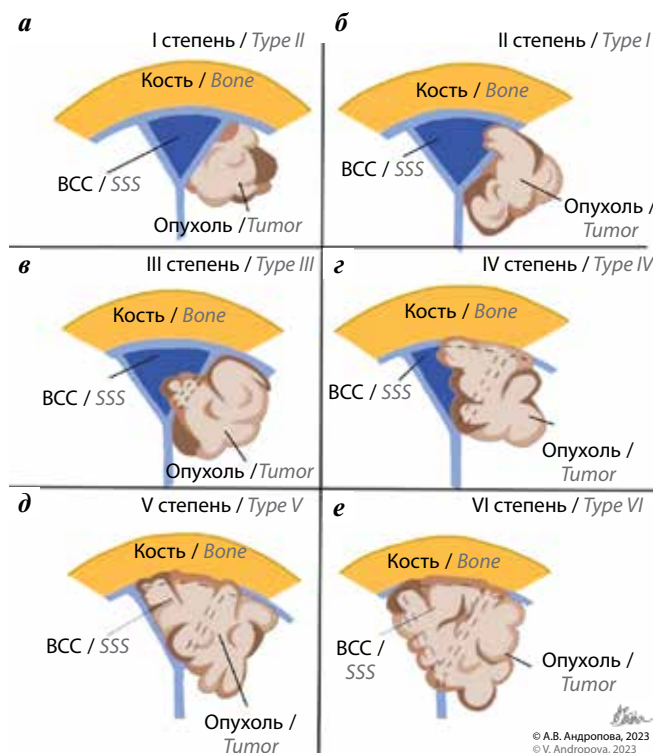


Рис. 3. Классификация поражений верхнего сагитального синуса по M. Sindou: а — прилегание опухоли к стенке синуса; б — инвазия парасинуса; в — инвазия 1 стенки; г — инвазия 2 стенок; д — полная окклюзия синуса; е — инвазия 3 стенок
BCC — верхний сагитальный синус.

Fig. 3. Classification of meningiomas according to the degree of dural venous sinus involvement: а — meningioma attached to outer surface of the sinus wall; б — lateral recess invaded; в — one lateral wall invaded; г — one entire lateral wall and the roof of the sinus both invaded; д — sinus totally occluded, one wall being free; е — sinus totally occluded
SSS — superior sagittal sinus.

тически важным для определения необходимости обходного шунта (табл. 2).

Неясным и неучтенным фактором в данной классификации остается вопрос об опухоли, непосредственно не поражающей синус, но вызывающей в нем пристеночный тромбоз посредством механического давления и его ретракции.

ПОКАЗАНИЯ К ВЕНОЗНОЙ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ

Основными проблемами являются определение показаний к венозной реваскуляризации и выбор метода реконструкции синуса. Одним из первых данной проблематикой занялся С.В. Можаяев, раскрыв ее в своей диссертации и нескольких статьях [35, 36]. Большинство авторов сходятся во мнении, что необходимо выполнять преимущественно реконструктивные вмешательства [3, 21, 23, 28].

Интравенозный рост менингиом отличается от экстравенозного — 3,2 мм/год и 1,2 мм/год соответственно [37]. J.S. Ehresman и соавт. отражают в своем исследовании лишь тренд, однако статистически значимой

Таблица 2. Классификация поражения верхнего сагиттального синуса опухолью по М. Sindou

Table 2. Classification of meningiomas according to the degree of dural venous sinus involvement by M. Sindou

Степень Degree	Степень поражения стенки синуса Degree of damage to the sinus wall
I	Опухоль прилежит к стенке синуса Meningioma attached to outer surface of the sinus wall
II	Инвазия парасинуса ВСС Lateral recess invaded
III	Вовлечена одна стенка ВСС One lateral wall invaded
IV	Вовлечены боковая и верхняя стенки ВСС One entire lateral wall and the roof of the sinus both invaded
V	Полная окклюзия ВСС, контралатеральная стенка не вовлечена Sinus totally occluded, one wall being free of tumor
VI	Полная окклюзия ВСС, все стенки синуса вовлечены Sinus totally occluded

Примечание. ВСС — верхний сагиттальный синус.

Note. SSS — superior sagittal sinus.

разницы нам найти не удалось. Важным является то, что не было установлено ускорения роста интравенозной части опухоли при ЛТ (как пред-, так и постоперационной) [37]. После предоперационной эмболизации опухоли отмечен ее прогрессивный рост внутри синуса. Процедуре были подвергнуты 6 пациентов, и данный факт был статистически значимым ($p = 0,008$) [37].

Большинство исследователей, сравнивая варианты лечения парасагиттальных опухолей, выделяют «агрессивный» и «неагрессивный» подходы. Для «агрессивного» подхода характерно стремление к максимально циторедуктивному вмешательству с инвазией в синус и его реконструкцией при необходимости. В этом случае риск возникновения послеоперационного неврологического дефицита намного выше, однако в случае успешной операции риск рецидива у пациента минимален. Сторонники «неагрессивной» методики удаляют опухоль с минимальным риском ранних послеоперационных осложнений, сохраняя ее часть [38].

Исследование N. Mohammed и соавт. показало отсутствие статистически значимой разницы в исходах при «агрессивной» и «неагрессивной» тактиках [14]. Однако сами авторы подчеркивают, что количество осложнений в случае использования «агрессивной» методики эмпирически должно быть выше. Исследование было проведено на 84 пациентах, у 59 из которых не было выполнено вмешательство на интравенозной части опухоли, у 14 было выполнено деконструктивное вмешательство с полной резекцией опухоли. Основной целью является не только продление жизни пациентов, но и улучшение ее качества, поэтому неоправданный

риск осложнений склоняет в сторону менее «агрессивного» подхода к операции [14]. Авторы подчеркивают, что рецидивирующие менингиомы хорошо поддаются контролю ЛТ [13, 39]. Метааналитическое исследование, проведенное E. Giordan и соавт., показывает, что при радикальном удалении опухоли вероятность рецидива составляет порядка 1 %, тогда как при субтотальном удалении — 18 % [38]. Несмотря на это, авторы исследований пришли к мнению, что «неагрессивная» тактика относительно данных пациентов является предпочтительной в связи с большим количеством осложнений в группе «агрессивной» терапии [40]. Частота применения венозного шунтирования в исследованиях была минимальна, в основном речь шла о пластике синуса после удаления интравенозной части опухоли или о простом его пересечении (при установлении его предоперационной окклюзии) [38, 41]. В некоторых случаях выполняли операции по стентированию синуса при его поражении и сдавлении опухолью [42]. Ни одно такое наблюдение не вошло в метааналитическую работу.

Существуют сторонники и более «агрессивного» подхода к удалению парасагиттальных менингиом. H. Steiger и соавт. описывают реваскуляризацию синуса с использованием венозного шунта, при этом была выполнена еще реплантация поверхностной средней мозговой вены [43]. В серии случаев лечения менингиом, инвазирующих синусы, M. Sindou и P. Hallacq также упоминают успешные случаи шунтирования [16]. Тщательное предоперационное планирование и правильный выбор показаний к вмешательству позволяют добиваться хороших результатов и тотального удаления опухоли [44, 45].

Исходя из классификаций и различных клинических ситуаций, предложены 2 методики реваскуляризации при удалении парасагиттальных менингиом — пластика дефекта непосредственно в синусе или его шунтирование посредством наложения вено-венозного анастомоза. Во многих работах распределенные изначально по нейровизуализационным данным в группу шунтирования пациенты были прооперированы с пластикой синуса, а иногда и вовсе подверглись деконструктивной операции [16].

Довольно сложным представляется разграничение V и VI степеней по Sindou, тогда как клинически между ними существует большая разница. При V степени кровоток в синусе редуцирован, но имеется, а значит, при ошибке в тактике реваскуляризации хирурги, скорее всего, получат неудовлетворительный результат. При VI степени синус непроходим и изменения вследствие его тромбоза уже произошли, соответственно, возможна простая резекция опухоли с вовлеченными в нее структурами [46]. Представленные 2 ситуации существенно различаются между собой, однако предоперационно это выяснить довольно трудно. Это указывает на недостаточную чувствительность и специфичность

предоперационных исследований (магнитно-резонансной ангиографии, церебральной ангиографии) для выбора хирургической тактики, а также на необходимость принятия интраоперационных решений.

Исследований, сравнивающих пластику синуса и его шунтирование, не существует. Объем вмешательства часто диктуется степенью вовлеченности синуса в патологический процесс, а значит, на шунтирующие операции попадают заведомо более тяжелые пациенты, что делает некорректным прямое сравнение методик. Кроме того, стоит учитывать, что при агрессивной резекции менингиомы с VI степенью окклюзии можно травмировать поверхностные вены, которые в случае окклюзии ВСС берут на себя больший отток и становятся функционально значимыми, и уже они являются лимитирующим фактором в хирургии данных опухолей [47].

Первым и решающим пред- и интраоперационным моментом является определение наличия или отсутствия кровотока в синусе. Одним из решений видится применение интраоперационной венографии с использованием индоцианина зеленого. У авторов, использовавших данную методику, в 16 % случаев наблюдался проходимость ВСС, что привело к изменению тактики вмешательства [48, 49]. Другой методикой, определяющей возможность пожертвовать дренирующей веной, было ее временное пережатие с последующим использованием венографии индоцианином зеленым. В случае ее заполнения из другого бассейна это позволяет определить наличие альтернативного пути оттока у исследуемой вены, а значит, теоретическую возможность ею пожертвовать [50]. Неясной остается также возможность использования контактной доплерографии для определения наличия кровотока в синусе с целью принятия решения о тактике шунтирования. Ее можно было бы применять и при решении относительно кортикальных вен, так как при изменении направления кровотока и сохранной линейной скорости можно было бы сказать о наличии альтернативного пути оттока.

Е. Houdart и соавт. использовали баллонный тест для определения возможности резекции прямого синуса при его инвазии менингиомой. При раздувании баллона у пациента практически сразу возник неврологический дефицит в виде головной боли. Общее время пережатия составило 120 с, а венозные коллатерали не были визуализированы при этом исследовании, в связи с чем принято решение о частичной резекции данной менингиомы с сохранением прямого синуса [51].

Для предположения о радикальности вмешательства в подавляющем большинстве случаев используется классификация резекции менингиом по Simpson (табл. 3) [52].

В последние годы относительно данной классификации возникает много вопросов [53–56]. Во-первых, авторы говорят о субъективности оценки в случае

Таблица 3. Классификация радикальности удаления менингиомы по Simpson

Table 3. Classification of the radicality of meningioma removal by Simpson

Степень Degree	Объем резекции опухоли Volume of tumor resection
I	Полная резекция опухоли с удалением ТМО и прилежащей измененной кости Macroscopically complete tumor resection with removal of affected dura and underlying bone
II	Полная резекция опухоли с коагуляцией ТМО Macroscopically complete tumor resection with coagulation of affected dura only
III	Полная резекция опухоли без удаления ТМО и прилежащей кости Macroscopically complete tumor resection without removal of affected dura or underlying bone
IV	Субтотальная резекция Subtotal tumor resection
V	Декомпрессия с биопсией опухоли Decompression with or without biopsy

Примечание. ТМО — твердая мозговая оболочка.

Note. TMO — dura mater.

резекции (коагуляция вовлеченной твердой мозговой оболочки, удаление кости с признаками гиперостоза), выполняемой на глаз. Для твердой мозговой оболочки и кости справедливо утверждение о возможности разной степени клеточной инвазии при одинаковом внешнем виде, что делает сложной оценку возможности рецидива из этого остатка опухоли. Довольно часто градация по шкале происходила ретроспективно, на основании возникшего или нет рецидива, что в корне нарушает сам принцип предоперационной оценки. Кроме того, с появлением интраоперационной магнитно-резонансной томографии есть более точный способ определить радикальность резекции [55]. Менингиомы различных локализаций имеют разную вероятность рецидива, и самый высокий риск — у менингиом фалькса, они рецидивируют в среднем в 4 раза чаще [57]. Данная классификация не подходит для рецидивов менингиом и не учитывает возможность комбинированного лечения с облучением остатка опухоли. При приблизительно одинаковой вероятности рецидива после удаления, согласно I и II степеням резекции по Simpson, в последнем случае зафиксировано меньше интраоперационных и ранних послеоперационных осложнений [58]. Лимитирующим фактором таких исследований является, однако, не очень длительный период наблюдения, который мог бы показать разницу между этими группами. Таким образом, выводы, касающиеся радикальности удаления менингиом, в том числе и с поражением синуса, опирающиеся на эту шкалу, являются спорными, и, очевидно, не во всех случаях следует добиваться I степени резекции по Simpson [52, 55].

ТЕХНИЧЕСКИЕ МОМЕНТЫ ВЕНОЗНОЙ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ

Венозная реваскуляризация является довольно редкой операцией и в связи с этим имеет много непроработанных технических аспектов.

Проблемой является верный выбор графта для выполнения шунтирующих операций. На данный момент существуют 3 возможности: артериальный или венозный аутографт и протез из гортекса [7, 9, 15]. Прямым сравнением отсроченной проходимости артериальных и венозных шунтов занимались лишь М. Sindou и соавт. в своей первой экспериментальной работе на собаках. Во время эксперимента 25 животных были разделены на 2 группы. Все они были прооперированы, выполнено шунтирование ВСС венозными и артериальными трансплантатами в 12 и 13 случаях соответственно. На момент окончания наблюдения за животными (в среднем 30 дней) работали 54 % венозных анастомозов и 75 % артериальных. Стоит отметить, что венозные тромбозы были ранними и, по мнению авторов, вызваны техническими ошибками. Артериальные тромбозы были отсроченными, и авторы связывают их прежде всего с фиброзными изменениями графта. Однако они оговаривают, что в связи с последовательным выполнением экспериментов опыт хирурга при наложении артериальных графтов был несравненно больше, что могло сказаться на результатах. Кроме того, по данным гистологических исследований, артериальные графты чаще подвергались фиброзным изменениям в стенке и отсроченному тромбозу. Антиагреганты и антикоагулянты в исследовании не применялись. По мнению авторов, шунты с использованием вены являются лучшим выбором при данных операциях [25]. Однако исследование только на небольшой группе животных с не очень длительным периодом наблюдения ставит под сомнение корректность экстраполяции полученных результатов на хирургическую практику. В дальнейшем этот вопрос рассматривался лишь в описаниях отдельных случаев [13, 59].

Существенным техническим моментом является возможность наложения микрососудистых анастомозов в отсутствии кровотечения при сохраненном кровотоке по синусу. Остается неясным, возможно ли пережимать ВСС и какое время мозг способен выдерживать отсутствие венозного оттока, а также чем необходимо пережимать синус, чтобы не повреждать венозную стенку и септы синуса, дабы не провоцировать отсроченный тромбоз, который в связи с достаточно низким давлением крови в синусе является самым частым осложнением данного вида вмешательств [60].

Разными авторами предложен ряд методик по остановке кровотечения из синуса как посредством тампонирования просвета синуса после венотомии губкой и кровоостанавливающими материалами, так и с использованием баллонных шунтирующих систем.

N.L. Sekhar в своей последней работе заявляет о возможности использования каротидной шунтирующей системы для замещения оттока по синусу на время формирования анастомозов [3]. Удобство, эффективность и отдаленные результаты при применении различных методик не сравнивались ни в одном из исследований.

Другими вопросами, недостаточно освещенными в литературе, являются форма синусотомии и угол анастомоза. Эти параметры необходимо прояснить для получения адекватной гемодинамики в шунте. М. Sindou и соавт. выполняли синусотомию треугольной формы со стороной 2 мм и углом анастомоза 45°, что кажется разумным, учитывая достаточно небольшой кровоток в синусе [25]. Однако это единственное упоминание о данном техническом моменте в литературе, что делает этот вопрос по меньшей мере недостаточно изученным.

Кроме того, остается неясным вопрос использования антиагрегантной и антикоагулянтной терапии при операциях на парасагиттальных менингиомах (как при синусотомии с последующим вылушиванием опухоли из синуса, так и с наложением шунта). Ряд авторов использует аспирин и низкие дозы гепарина интраоперационно, однако четких показаний и понимания, когда это необходимо, на данный момент не существует [61].

Не описана также интраоперационная проверка работающего анастомоза. Как при любом другом типе шунтирующей операции, возможно выполнение теста Аккланда, венографии с использованием индоцианина зеленого и контактной доплерографии, однако исследований на эту тему не проводилось.

Неясными остаются возможность, необходимость и способ реканализации синуса после его пластики или шунта в случае шунтирования. Есть сообщения об успешном тромблизисе в таких ситуациях, однако они единичны [62].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На данный момент существует ряд нерешенных вопросов, касающихся лечения парасагиттальных менингиом. При наличии нескольких подходов большинство авторов придерживается хирургической тактики. Однако она сама по себе вызывает много вопросов и противоречий, начиная с показаний и заканчивая тонкими техническими моментами, которые тем не менее могут существенно повлиять на исходы в этой группе пациентов. В дальнейших исследованиях следует уточнить показания и противопоказания к данной хирургии, а также прояснить оперативную технику вмешательства. При этом стоит иметь в виду, что техника венозной реваскуляризации может использоваться при лечении других нейрохирургических патологий — острой травмы синусов, артериовенозных фистул, аневризм [63–66].

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Marosi C., Hassler M., Roessler K. et al. Meningioma. *Crit Rev Oncol Hematol* 2008;67(2):153–71. DOI: 10.1016/j.critrevonc.2008.01.010
- Buerki R.A., Horbinski C.M., Kruser T. et al. An overview of meningiomas. *Future Oncol* 2018;14(21):2161–77. DOI: 10.2217/fon-2018-0006
- Zeeshan Q., Patel A., Cheng C.-Y. et al. Resection of meningiomas involving major dural venous sinuses: classification, technique, and long-term results. *World Neurosurg* 2019;125:e521–36. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.01.128
- Goldbrunner R., Minniti G., Preusser M. et al. EANO guidelines for the diagnosis and treatment of meningiomas. *The Lancet Oncology* 2016;17(9):e383–91. DOI: 10.1016/S1470-2045(16)30321-7
- Apra C., Peyre M., Kalamarides M. Current treatment options for meningioma. *Expert Rev Neurother* 2018;18(3):241–9. DOI: 10.1080/14737175.2018.1429920
- Gatterbauer B., Gevsek S., Höftberger R. et al. Multimodal treatment of parasagittal meningiomas: a single-center experience. *J Neurosurg* 2017;127(6):1249–56. DOI: 10.3171/2016.9.JNS161859
- Hadelsberg U., Nissim U., Cohen Z.R., Spiegelmann R. LINAC radiosurgery in the management of parasagittal meningiomas. *Stereotact Funct Neurosurg* 2015;93(1):10–6. DOI: 10.1159/000368440
- Deibert C.P., Kondziolka D. Stereotactic radiosurgery used to manage a meningioma filling the posterior two-thirds of the superior sagittal sinus: Case report. *J Neurosurg* 2013;119(5):1156–8. DOI: 10.3171/2013.7.JNS13623
- Day S.E., Halasz L.M. Radiation therapy for WHO grade I meningioma. *Chin Clin Oncol* 2017;6(Suppl 1):S4. DOI: 10.21037/cco.2017.06.01
- Korah M.P., Nowlan A.W., Johnstone P.A., Crocker I.R. Radiation therapy alone for imaging-defined meningiomas. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2010;76(1):181–6. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2009.01.066
- Gupta A., Xu Z., Cohen-Inbar O. et al. Treatment of asymptomatic meningioma with gamma knife radiosurgery: long-term follow-up with volumetric assessment and clinical outcome. *Neurosurgery* 2019;85(5):E889–99. DOI: 10.1093/neuros/nyz126
- Farzin M., Molls M., Kampfer S. et al. Optic toxicity in radiation treatment of meningioma: a retrospective study in 213 patients. *J Neurooncol* 2016;127(3):597–606. DOI: 10.1007/s11060-016-071-7
- Moraes F.Y., Chung C. Radiation for skull base meningiomas: review of the literature on the approach to radiotherapy. *Chin Clin Oncol* 2017;6(Suppl 1):S3. DOI: 10.21037/cco.2017.06.08
- Mohammed N., Narayan V., Patra D. et al. Management of meningiomas involving the major venous sinuses: a single-institution experience. *World Neurosurg* 2019;127:e179–85. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.03.043
- Adachi K., Hasegawa M., Hirose Y. Evaluation of venous drainage patterns for skull base meningioma surgery. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2017;57(10):505–12. DOI: 10.2176/nmc.ra.2016-0336
- Sindou M., Hallacq P. Venous reconstruction in surgery of meningiomas invading the sagittal and transverse sinuses. *Skull Base Surg* 1998;8(2):57–64. DOI: 10.1055/s-2008-1058576
- Fang Q., Jiang A., Tao W., Xin L. Anatomic comparison of veins of Labbé between autopsy, digital subtraction angiography and computed tomographic venography. *Biomed Eng Online* 2017;16(1):84. DOI: 10.1186/s12938-017-0374-3
- Kiliç T., Akakin A. Anatomy of cerebral veins and sinuses. *Front Neurol Neurosci* 2008;23:4–15. DOI: 10.1159/000111256
- Andrews B.T., Dujovny M., Mirchandani H.G., Ausman J.I. Microsurgical anatomy of the venous drainage into the superior sagittal sinus. *Neurosurgery* 1989;24(4):514–20. DOI: 10.1227/00006123-198904000-00005
- Debernardi A., Quilici L., La Camera A. et al. Torcular meningioma with multi-venous sinus invasion: compensatory drainage veins and surgical strategy. *World Neurosurg* 2018;109:451–4. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.10.120
- Sindou M.P., Alvernia J.E. Results of attempted radical tumor removal and venous repair in 100 consecutive meningiomas involving the major dural sinuses. *J Neurosurg* 2006;105(4):514–25. DOI: 10.3171/jns.2006.105.4.514
- Mazur M.D., Cutler A., Couldwell W.T., Taussky P. Management of meningiomas involving the transverse or sigmoid sinus. *Neurosurg Focus* 2013;35(6):E9. DOI: 10.3171/2013.8.FOCUS13340
- Hakuba A., Huh C.W., Tsujikawa S., Nishimura S. Total removal of a parasagittal meningioma of the posterior third of the sagittal sinus and its repair by autogenous vein graft. Case report. *J Neurosurg* 1979;51(3):379–82. DOI: 10.3171/jns.1979.51.3.0379
- Ricci A., Di Vitantonio H., De Paulis D. et al. Parasagittal meningiomas: Our surgical experience and the reconstruction technique of the superior sagittal sinus. *Surg Neurol Int* 2017;8:1. DOI: 10.4103/2152-7806.198728
- Sindou M., Mazoyer J.F., Fischer G. et al. Experimental bypass for sagittal sinus repair. Preliminary report. *J Neurosurg* 1976;44(3):325–30. DOI: 10.3171/jns.1976.44.3.0325
- Sindou M. Meningiomas invading the sagittal or transverse sinuses, resection with venous reconstruction. *J Clin Neurosci* 2001;8 (Suppl 1):8–11. DOI: 10.1054/jocn.2001.0868
- Wang S., Ying J., Wei L. et al. Effects of parasagittal meningiomas on intracranial venous circulation assessed by the virtual reality technology. *Int J Clin Exp Med* 2015;8(8):12706–15.
- Sekhar L.N., Tzortzidis F.N., Bejjani G.K., Schessel D.A. Saphenous vein graft bypass of the sigmoid sinus and jugular bulb during the removal of glomus jugulare tumors. Report of two cases. *J Neurosurg* 1997;86(6):1036–41. DOI: 10.3171/jns.1997.86.6.1036
- Yin T., Zhang H., Wang W. et al. Falcine sinus and parafalcine collateral veins in meningiomas invading the superior sagittal sinus. *World Neurosurg* 2019;132:e434–42. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.08.120
- Yao X., Wei T., Zhang H. et al. The natural growth rate of skull base meningiomas compared with non-skull base meningiomas. *J Craniofac Surg* 2019;30(4):1231–3. DOI: 10.1097/SCS.00000000000005468
- Brugada-Bellsolà F., Teixidor Rodríguez P., Rodríguez-Hernández A. et al. Growth prediction in asymptomatic meningiomas: the utility of the AIMSS score. *Acta Neurochir (Wien)* 2019;161(11):2233–40. DOI: 10.1007/s00701-019-04056-3
- Jang W.Y., Jung S., Jung T.Y. et al. Predictive factors related to symptomatic venous infarction after meningioma surgery. *Br J Neurosurg* 2012;26(5):705–9. DOI: 10.3109/02688697.2012.690914
- Sughrue M.E., Rutkowski M.J., Shangari G. et al. Incidence, risk factors, and outcome of venous infarction after meningioma surgery in 705 patients. *J Clin Neurosci* 2011;18(5):628–32. DOI: 10.1016/j.jocn.2010.10.001
- Bonnal J., Brotchi J. Surgery of the superior sagittal sinus in parasagittal meningiomas. *J Neurosurg* 1978;48(6):935–45. DOI: 10.3171/jns.1978.48.6.0935
- Можаев С.В., Семенютин В.Б., Масленникова Л.С. Локальный мозговой кровоток и напряжение кислорода на различных этапах хирургического вмешательства у больных с менигиомами верхнего сагиттального синуса. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова* 1996;155(3):9–11. Mozhayev S.V., Semenyutin V.B., Maslennikova L.S. Local cerebral blood flow and oxygen tension at various stages of surgical intervention in patients with meningiomas of the upper sagittal sinus. *Vestnik khirurgii named after I.I. Grekov = Grekov's Bulletin of Surgery* 1996;155(3):9–11 (In Russ.).
- Тиглиев Г.С., Можаев С.В., Олюшин В.Е. и др. Хирургическое лечение менигиом верхнего сагиттального синуса (тактика

- и техника операций). Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н.Н. Бурденко 1994;58(3):19–22.
- Tiglier G.S., Mozhaev S.V., Oliushin V.E. The surgical treatment of meningiomas of the superior sagittal sinus (tactics and techniques of operations). Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery 1994;58(3):19–22. (In Russ.).
37. Ehresman J.S., Mampre D., Rogers D. et al. Volumetric tumor growth rates of meningiomas involving the intracranial venous sinuses. *Acta Neurochir (Wien)* 2018;160(8):1531–8. DOI: 10.1007/s00701-018-3571-3
 38. Giordan E., Sorenson T.J., Lanzino G. Optimal surgical strategy for meningiomas involving the superior sagittal sinus: a systematic review. *Neurosurg Rev* 2020;43(2):525–35. DOI: 10.1007/s10143-018-1026-1
 39. Eichberg D.G., Casabella A.M., Menaker S.A. et al. Parasagittal and parafalcine meningiomas: integral strategy for optimizing safety and retrospective review of a single surgeon series. *Br J Neurosurg* 2020;34(5):559–64. DOI: 10.1080/02688697.2019.1635988
 40. Brotschi J. Should we pursue superior sagittal sinus grafting in parasagittal meningiomas in 2013? *World Neurosurg* 2014;82(3–4):325–6. DOI: 10.1016/j.wneu.2013.07.107
 41. Raza S.M., Gallia G.L., Brem H. et al. Perioperative and long-term outcomes from the management of parasagittal meningiomas invading the superior sagittal sinus. *Neurosurgery* 2010;67(4):885–93. DOI: 10.1227/NEU.0b013e3181ef2a18
 42. Entezami P., Gooch M.R., Dalfino J. Endovascular stenting of the superior sagittal sinus to alleviate venous compression caused by a parasagittal meningioma. *BMJ Case Rep* 2019;12(4):e227935. DOI: 10.1136/bcr-2018-227935
 43. Steiger H.J., Reulen H.J., Huber P., Boll J. Radical resection of superior sagittal sinus meningioma with venous interposition graft and reimplantation of the Rolandic veins. Case report. *Acta Neurochir (Wien)* 1989;100(3–4):108–11. DOI: 10.1007/BF01403595
 44. Mantovani A., Di Maio S., Ferreira M.J., Sekhar L.N. Management of meningiomas invading the major dural venous sinuses: operative technique, results, and potential benefit for higher grade tumors. *World Neurosurg* 2014;82(3–4):455–67. DOI: 10.1016/j.wneu.2013.06.024
 45. Nowak A., Dziedzic T., Czernicki T. et al. Surgical treatment of parasagittal and falx meningiomas invading the superior sagittal sinus. *Neurol Neurochir Pol* 2014;48(3):174–80. DOI: 10.1016/j.pjnns.2014.05.003
 46. Mazur M.D., Neil J.A., Agarwal C. et al. Surgical management of a transosseous meningioma with invasion of torcula, superior sagittal sinus, transverse sinus, calvaria, and scalp. *Surg Neurol Int* 2015;6:40. DOI: 10.4103/2152-7806.153708
 47. Wang X., Wu R., Zhang P. et al. Superior sagittal sinus obstruction by giant meningiomas: is total removal feasible? *World Neurosurg* 2016;94:111–9. DOI: 10.1016/j.wneu.2016.06.113
 48. Della Puppa A., Rustemi O., Giofrè G. et al. Application of indocyanine green video angiography in parasagittal meningioma surgery. *Neurosurg Focus* 2014;36(2):E13. DOI: 10.3171/2013.12.FOCUS13385
 49. d'Avella E., Volpin F., Manara R. et al. Indocyanine green videoangiography (ICGV)-guided surgery of parasagittal meningiomas occluding the superior sagittal sinus (SSS). *Acta Neurochir (Wien)* 2013;155(3):415–20. DOI: 10.1007/s00701-012-1617-5
 50. Ferrol P., Nakaji P., Acerbi F. et al. Indocyanine green (ICG) temporary clipping test to assess collateral circulation before venous sacrifice. *World Neurosurg* 2011;75(1):122–5. DOI: 10.1016/j.wneu.2010.09.011
 51. Houdart E., Saint-Maurice J.P., Boissonnet H., Bonnin P. Clinical and hemodynamic responses to balloon test occlusion of the straight sinus: technical case report. *Neurosurgery* 2002;51(1):254–7. DOI: 10.1097/00006123-200207000-00042
 52. Nanda A., Bir S.C., Maiti T.K. et al. Relevance of Simpson grading system and recurrence-free survival after surgery for World Health Organization Grade I meningioma. *J Neurosurg* 2017;126(1):201–11. DOI: 10.3171/2016.1.JNS151842
 53. Schul D.B., Wolf S., Krammer M.J. et al. Meningioma surgery in the elderly: outcome and validation of 2 proposed grading score systems. *Neurosurgery* 2012;70(3):555–65. DOI: 10.1227/NEU.0b013e318233a99a
 54. Schwartz T.H., McDermott M.W. The Simpson grade: abandon the scale but preserve the message. *J Neurosurg* 2020 Oct 9:1–8. DOI: 10.3171/2020.6.JNS201904
 55. Slot K.M., Verbaan D., Bosscher L. et al. Agreement between extent of meningioma resection based on surgical Simpson grade and based on postoperative magnetic resonance imaging findings. *World Neurosurg* 2018;111:e856–62. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.12.178
 56. Sughrue M.E., Kane A.J., Shangari G. et al. The relevance of Simpson Grade I and II resection in modern neurosurgical treatment of World Health Organization Grade I meningiomas. *J Neurosurg* 2010;113(5):1029–35. DOI: 10.3171/2010.3.JNS091971
 57. Ehresman J.S., Garzon-Muvdi T., Rogers D. et al. The relevance of Simpson grade resections in modern neurosurgical treatment of World Health Organization Grade I, II, and III meningiomas. *World Neurosurg* 2018;109:e588–93. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.10.028
 58. Barber S.M., Konakondla S., Nakhla J. et al. Oncologic benefits of dural resection in spinal meningiomas: a meta-analysis of Simpson grades and recurrence rates. *J Neurosurg Spine* 2019 Nov 8: 1–11. DOI: 10.3171/2019.8.SPINE19859
 59. Schmid-Elsaesser R., Steiger H.J., Yousry T. et al. Radical resection of meningiomas and arteriovenous fistulas involving critical dural sinus segments: experience with intraoperative sinus pressure monitoring and elective sinus reconstruction in 10 patients. *Neurosurgery* 1997;41(5):1005–18. DOI: 10.1097/00006123-199711000-00001
 60. Poredoš P. Interrelationship between venous and arterial thrombosis. *Int Angiol* 2017;36(4):295–8. DOI: 10.23736/S0392-9590.17.03820-2
 61. Mathiesen T. Parasagittal meningiomas. *Handb Clin Neurol* 2020;170:93–100. DOI: 10.1016/B978-0-12-822198-3.00031-8
 62. Li L.F., Pu J.K., Tsang C.P. et al. Iatrogenic sigmoid sinus occlusion rescued by graft repair and endovascular thrombolysis. *World Neurosurg* 2017;104:1047.e13–1047.e17. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.05.041
 63. Дубовой А.В., Овсянников К.С., Амелин М.Е. Реконструкция единственной лобно-височной поверхностной Сильвиевой вены в хирургическом лечении большой частично тромбированной аневризмы бифуркации М1 сегмента средней мозговой артерии. Патология кровообращения и кардиохирургия 2016;20(3):118–21. DOI: 10.21688/1681-3472-2016-3-118-121
 64. Дубовой А.В., Овсянников К.С., Амелин М.Е. Single fronto-temporal sylvian vein reconstruction when treating a large partially thrombosed aneurysm of the M1 middle cerebral artery. *Patologiya Krovoobrashcheniya i Kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery* 2016;20(3):118–21. (In Russ.). DOI: 10.21688/1681-3472-2016-3-118-121
 65. Copeland A.E., Hoffman C.E., Tsitouras V. et al. Clinical significance of venous anomalies in syndromic craniosynostosis. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2018;6(1):e1613. DOI: 10.1097/GOX.0000000000001613
 66. George B., Sainte-Rose C., Sindou M., Hitchcock E.R. Lateral sinus reconstructive surgery: treatment of intracranial hypertension by venous anastomosis. *Neurol Res* 1984;6(4):203–6. DOI: 10.1080/01616412.1984.11739691
 67. Sheng H.S., Shen F., Lin J. et al. Traumatic open depressed cranial fracture causing occlusion of posterior superior sagittal sinus: Case report. *Medicine (Baltimore)* 2017;96(22):e7055. DOI: 10.1097/MD.0000000000007055

Благодарность. Авторы выражают благодарность художнику Александре Владиславовне Андроповой за иллюстрации к статье.
Gratitude. The authors express their gratitude to Alexandra Vladislavovna Andropova for the illustrations to the article.

Вклад авторов

Н.А. Полунина: обзор публикаций, правка текста статьи;

Е.А. Орлов: обзор публикаций, написание текста статьи.

Contribution of the authors

N.A. Polunina: review of publications, editing of the text of the article;

E.A. Orlov: review of publications, writing the text of the article.

ORCID авторов / ORCID of authors

Н.А. Полунина / N.A. Polunina: <https://orcid.org/0000-0001-8439-2109>

Е.А. Орлов / E.A. Orlov: <https://orcid.org/0000-0003-4960-9135>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Работа выполнена без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.