CC BY NC

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ НЕЙРОНАЛЬНО-ГЛИАЛЬНЫХ ОПУХОЛЕЙ У ВЗРОСЛЫХ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Б. С. Домбаанай, Д. И. Пицхелаури, Л. В. Шишкина

ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения РФ, Москва

РЕЗЮМЕ.

АКТУАЛЬНОСТЬ. Смешанные нейронально-глиальные опухоли (НГО) являются редкими опухолями центральной нервной системы, которые состоят как из нейронального, так и глиального компонентов. Хирургическое лечение НГО прежде всего сосредоточено на эпилептической природе болезни. В рутинных онкологических операциях степень резекции опухоли определяется минимизацией вероятности рецидива. Оптимальная тактика хирургического лечения должна учитывать не только эпилептогенную природу заболевания, но и онкологический аспект — вероятность рецидивирования и злокачественной трансформации. Тем не менее, в настоящее время все еще остается открытым вопрос о тактике хирургического лечения НГО, до конца не сформулированы основные принципы выбора того или иного метода оперативного лечения. За последнее десятилетие в мировой литературе опубликованы единичные работы, посвященные систематическому обзору хирургического лечения НГО головного мозга. Большая часть этих работ посвящена лечению таких опухолей преимущественно у детей. В отечественной литературе отсутствуют публикации, посвященные хирургическому лечению НГО у взрослых. Это побудило нас к написанию данного обзора литературы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Несмотря на отсутствие четкой хирургической стратегии, появились первые этапы консенсуса, определяющего дифференцированный подход к хирургическому лечению НГО головного мозга.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: хирургия эпилепсии; нейронально-глиальная опухоль; ганглиоглиома; дизэмбриопластическая нейроэпителиальная опухоль; опухоль.

Для цитирования: *Домбаанай Б. С., Пицхелаури Д. И., Шишкина Л. В. Хирургическое лечение нейронально-глиальных опухолей у взрослых: современное состояние проблемы и обзор литературы. Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2022;14(1-2):148–153*

SURGICAL TREATMENT OF NEURONAL-GLIAL TUMORS IN ADULTS: CURRENT STATE OF THE PROBLEM AND LITERATURE REVIEW

B. S. Dombaanai, D. I. Pitskhelauri, L. V. Shishkina

Burdenko National Medical Research Center of neurosurgery, Moscow

SUMMARY.

RELEVANCE. Mixed neuronal-glial tumors (NGTs) are rare tumors of the central nervous system that consist of both neuronal and glial components. The surgical treatment of NGTs is primarily focused on the epileptic nature of the disease. In routine oncological operations, the degree of tumor resection is determined by minimizing the likelihood of recurrence. The optimal tactics of surgical treatment should take into account not only the epileptogenic nature of the disease, but also the oncological aspect — the likelihood of recurrence and malignant transformation. Nevertheless, at present, the question of the tactics of surgical treatment of NGTs is still open, the basic principles of choosing one or another method of surgical treatment have not been fully formulated. Over the past decade, isolated studies have been published in the literature devoted to a systematic review of the surgical treatment of the brain NGTs. Most of these works are devoted to the treatment of such tumors mainly in children. There are no publications in the Russian literature devoted to the surgical treatment of NGTs in adults. This prompted us to write this literature review.

CONCLUSION. Despite the lack of a clear surgical strategy, the first stages of consensus have emerged that defines a differentiated approach to the surgical treatment of cerebral NGTs.

KEY WORDS: epilepsy surgery; neuronal-glial tumor; ganglioglioma; dysembrioplastic neuroepithelial tumor; tumor.

For citation: *Dombaanai B. S., Pitskhelauri D. I., Shishkina L. V. Surgical treatment of neuronal-glial tumors in adults: current state of the problem and literature review. The Russian Neurosurgical Journal named after prof. A. L. Polenov. 2022;14(1-2): 148–153*

Введение. Смешанные нейронально-глиальные (НГО) опухоли являются редкими опухолями центральной нервной системы, которые состоят как из нейронального, так и глиального компонентов. В соответствии с классификацией Всемирной Организации Здравоохранения [1], в этой группе опухолей ЦНС представлены 9 различных типов. Однако, большая часть современной литературы, посвященная изучению роли НГО в развитии фармакорезистентной эпилепсии, фокусируется на ганглиоглиомах и дизэмбриопластических нейроэпителиальных опухолях, как наиболее распространенным видам нейронально-глиальных опухолей [2–5].

Дизэбриопластическая нейроэпителиальная опухоль и ганглиоглиома преимущественно обнаруживаются у детей и подростков, редко — у взрослых. Наиболее часто НГО располагаются в височной доле головного мозга, в большинстве случаев случаях вызывая височную эпилепсию [2–8]. Как правило, эпилептические приступы при НГО дебютируют в детском возрасте [8], но непосредственно хирургическое лечение приходится уже во взрослом периоде жизни.

Хирургическое лечение нейронально-глиальных опухолей в настоящее время основывается на двух аспектах. Во-первых, необходимо проводить различие между НГО, связанными с одним или несколькими судорожными припадками, и НГО, связанными с фармакорезистентной эпилепсией. В отличие от большинства новообразований, цели хирургического лечения для пациентов с НГО, связанными с фармакорезистентной эпилепсией, не являются онкологическими по своей природе, а направлены в первую очередь на устранение возникающего судорожного расстройства [2]. Таким образом, оптимальная хирургическая тактика, которую следует использовать при лечении этих опухолей, направлена на улучшение исхода припадка. Во-вторых, онкологический аспект является отличительной чертой различия между хирургией эпилепсии у пациента с НГО и хирургии эпилепсии другой этиологии, например, при фокальной кортикальной дисплазии. Тем не менее, несмотря на то, что большинство НГО, согласно классификации ВОЗ, имеет первую степень злокачественности (WHO Grade I), существует риск опухолевой прогрессии и злокачественной трансформации этих опухолей. Для дизэмбриопластической нейроэпителиальной опухоли этот риск составляет менее 1 % и немного выше у ганглиоглиомы [9–10].

Тотальное удаление опухоли также является целью, но небольшие остатки после резекции не считаются по-настоящему опасными и обычно не влияют на продолжительность жизни, так как злокачественные НГО (например, анапластическая ганглиоглиома) встречаются довольно редко [11–12].

За последнее десятилетие в мировой литературе опубликованы единичные работы, посвященные систематическому обзору хирургического лечения НГО головного мозга. Большая часть этих работ посвящена лечению таких опухолей преимущественно у детей. В отечественной литературе отсутствуют публикации, посвященные хирургическому лечению НГО у взрослых. Это побудило нас к написанию данного обзора литературы.

Общая характеристика нейронально-глиальных опухолей головного мозга. Дизэмбриопластическая нейроэпителиальная опухоль (ДНЭО) — доброкачественное нейронально-глиальное новообразование, часто встречающее в височной доле у детей и молодых людей с эпилепсией с ранним дебютом заболевания, впервые описанный Daumas-Duport в 1988 г. [13], преимущественно с кортикальным расположением и многонодулярной архитектурой и с гистологическим признаком определенного глионейронального элемента, характеризуемого столбцами, состоящими из пучков аксонов, ориентированных перпендикулярно поверхности коры. Эти столбцы выстланы олигодендроцитоподобными клетками, встроенными в слизистый матрикс и перемежающимися с флотирующими нейронами. Если наблюдается только специфический глионейрональный элемент, диагностируется простая форма ДНЭО. Сложные варианты ДНЭО дополнительно содержат глиальные опухолевые компоненты, часто имеющие узловой вид. Наличие мутации IDH или ко-делеции 1p/19q исключает диагноз ДНЭО. Долгосрочное наблюдение после хирургического лечения показывает превосходный результат, рецидив или прогрессия крайне редки [1].

Ганглиоглиома (ГГ) представляет собой хорошо дифференцированную, медленно растущую глионейрональную опухоль, состоящую из диспластических ганглиозных клеток в сочетании с опухолевыми глиальными клетками. Впервые описана в 1926 г. Perkins [14]. ГГ преимущественно обнаруживаются в височной доле у детей и молодых людей с ранним дебютом фокальной эпилепсии. Интракорковые кистозные структуры и ограниченная область усиления коркового (и подкоркового) сигнала характерны для FLAIR и T2-взвешенной МРТ. Мутация BRAF V600E встречается примерно в 25 % ГГ, тогда как мутация IDH или комбинированная потеря хромосомных плеч 1p и 19q исключают диагноз ганглиоглиомы. Прогноз благоприятный, безрецидивная выживаемость достигает 97 % в течение 7,5 лет [1].

Большинство ГГ гистологически соответствуют первой степени по классификации ВОЗ (Grade I). Некоторые ГГ с анапластическими признаками в их глиальном компоненте, т. е. анапластические ганглиоглиомы, считаются гистологически соответствующими третьей степени по ВОЗ (Grade III). Были обсуждены критерии ВОЗ для второй степени, но окончательно они не установлены [10; 15].

Заболеваемость. Показатели заболеваемости ДНЭО варьируются в широких пределах (от 7 до 80 %) в сериях опухолей, полученных из центров хирургии эпилепсии, в зависимости от используемых гистопатологических диагностических критериев [3]. В серии из 1511 опухолей, ассоциированных

с эпилепсией, которые были рассмотрены в Немецком невропатологическом центре хирургии эпилепсии (German Neuropathological Reference Center for Epilepsy Surgery), ДНЭО составили 17,8 % опухолей у взрослых и 23,4 % у детей [16]. В другой серии, состоящей из всех нейроэпителиальных опухолей, диагностированных в одном учреждении с 1975 года, ДНЭО составили 1,2 % опухолей, диагностированных у пациентов в возрасте <20 лет и 0,2 % у пациентов в возрасте > 20 лет [17].

Согласно имеющимся данным на сегодняшний день, ганглиоглиомы и ганглиоцитомы вместе составляют примерно 0,4 % всех опухолей ЦНС и 1,3 % всех опухолей головного мозга [15; 18]. Популяционных эпидемиологических данных по ГГ нет. Возраст пациентов на момент начала заболевания колеблется от 2 месяцев до 70 лет [1].

В Российской Федерации отсутствуют статистические данные по заболеваемости нейронально-глиальными опухолями головного мозга.

Распределение по возрасту и полу. Возраст пациента при появлении симптомов является важным диагностическим критерием. Примерно в 90 % случаев первый судорожный припадок происходит в возрасте до 20 лет. Средний возраст пациентов на момент оперативного лечения по поводу эпилепсии составляет 25,8 лет. Наблюдается небольшое преобладание нейронально-глиальных опухолей у пациентов мужского пола (на долю которых приходится 52–56,7 % случаев) [1; 16].

Локализация. ДНЭО могут располагаться в любой части супратенториальной коры, преимущество в височной доле. Второе наиболее частое место локализации — лобная доля. В мета-анализе 624 случаев ДНЭО [9] 67,3 % были расположены в височной доле, 16,3 % — в лобной доле и 16,4 % — в других областях головного мозга: хвостатое ядро, боковые желудочки, прозрачная перегородка, тригоносептальная область, средний мозг и его покрышка, а также мозжечок и ствол мозга. Встречаются также мультифокальные варианты ДНЭО [1].

ГГ могут встречаться в больших полушариях головного мозга, стволе мозга, мозжечке, спинном мозге, зрительных нервах, гипофизе и шишковидной железе. Большинство (> 70 %) ганглиоглиом обнаруживаются в височной доле [1].

Хирургическое лечение нейронально-глиальных опухолей. Хирургическое лечение НГО прежде всего сосредоточено на эпилептической природе болезни. В рутинных онкологических операциях степень резекции опухоли определяется минимизацией вероятности рецидива. Из-за своей доброкачественной природы, после хирургического удаления НГО, как правило, не рецидивируют. Частота рецидивирования и злокачественная трансформация НГО (Grade I) варьируются от 2 до 5 % [5; 10; 15]. Таким образом, оптимальная тактика хирургического лечения должна учитывать не только эпилептогенную природу заболевания, но и онкологический аспект — вероятность рецидивирования и злокачественной трансформации.

Тем не менее, в настоящее время все еще остается открытым вопрос о тактике хирургического лечения НГО, до конца не сформулированы основные принципы выбора того или иного метода оперативного лечения.

Хирургическое лечение НГО условно можно разделить на три вида:

1. удаление только опухоли;
2. удаление опухоли с захватом окружающего мозгового вещества;
3. удаление опухоли с дополнительной кортикоэктомией для максимальной резекции всей эпилептогенной зоны (тейлорированные резекции и лобэктомии).

В то время как применение первых двух видов могут быть ориентированы и основаны на результатах предоперационной МРТ и интраоперационной визуализации опухоли, то последний включает в себя комплексный подход для создания трехмерной пространственной карты всей эпилептогенной зоны. Также большинство авторов отмечают принципиальную разницу в стратегии хирургического лечения НГО при различных локализациях. На основании этого НГО принято условно делить на темпоральные и экстратемпоральные формы.

В исследовании Çataltepe и др. [19] сравнивалась резекция только патологического очага (lesionectomy) с удалением очага плюс дополнительной резекцией коры (lesionectomy + corticectomy) при локализации НГО в височной доле — в латеральной и базальной ее частях. Мезиальные структуры височной доли резецировались в том случае, если опухоль поражала эти структуры. В тех случаях, когда мезиальные структуры были рентгенологически нормальными по внешнему виду, их сохраняли с доминантной стороны и резецировали только с недоминантной. Аналогично для опухолей неокортикальной локализации, которые находились вблизи зоны Вернике, выполнялись только резекции опухоли. Такая стратегия приводила к полному избавлению от приступов у 69 % пациентов [19].

Однако в другом исследовании [20], посвященном экстратемпоральным опухолям, структурные резекции дали лучшие результаты в плане избавления от приступов, чем при, например, МР-негативной лобной эпилепсии. Но результаты были хуже, чем при операциях по поводу височной эпилепсии. Авторы полагают, что близость к функциональной коре и вероятно большая эпилептогенная зона в этих областях ограничивают полное избавление от приступов после операции [20].

Большинство авторов сходятся во мнении, что тотальное удаление опухоли приводит к лучшему исходу избавления от судорожных приступов [5; 21; 22], Некоторые авторы утверждают, что опухоли медиальной височной доли индуцируют судорожную активность в соседних мезиальных структурах, что требует их удаления [23–26]. Тем не менее, остают-

ся ли эти структуры эпилептогенными после удаления соседней опухоли, все еще остается неясным. Очевидно, что при наличии признаков двойной патологии по данным предоперационной МРТ, которая может наблюдаться у 50–60 % пациентов с НГО (например, опухоль, ассоциированная с ФКД), резекция мезиальных структур оправдана [27; 28]. И наоборот, никто не возражает против резекции патологического очага при неокортикальном расположении опухоли в височной доле [29].

В работе Giulioni и др. [30] резекция только патологического очага сравнивалась с так называемыми тейлорированными резекциями для оценки частоты исходов судорожного припадка. Медиальные височные НГО обычно поражают крючок, амигдалу, энторинальную кору, а иногда и сам гиппокамп. В таких случаях предполагают, что опухоль вовлекается в более широкую эпилептогенную сеть [31; 32]. Тейлорированные резекции включают в себя резекцию опухоли, височного полюса, гиппокампа и парагиппокампальной извилины в попытке удалить аномальную ткань, которая генерирует патологические разряды. Авторы обнаружили значительное улучшение исхода припадков у пациентов, перенесших тейлорированную резекцию, предполагая, что при опухолях медиальной височной доли мезиальные структуры являются эпилептогенными и должны быть резецированы даже при отсутствии структурных нарушений по данным нейровизуализации [30]. В исследовании Clusmann и др. [33] 78 пациентам (из них 43 пациента с НГО), оперированным по поводу структурной мезиальной височной эпилепсии, проведены различные вариации тейлорированной резекции, что привело к полному избавлению от приступов у 78 % пациентов. Однако, такие операции сопровождались ухудшением памяти в послеоперационном периоде [34; 35], особенно после операций на доминантной по речи стороне. С целью минимизации дефицита памяти была разработана методика множественных транссекций гиппокампа [36]. В настоящее время в мире накоплен небольшой опыт применения множественных транссекций гиппокампа, всего 145 операций [37]. Из них 6 операций проведены по поводу НГО мезиального комплекса височной доли доминантного полушария [37–39]. В этой группе больных множественные транссекции гиппокампа применялась одновременно с резекцией объемного образования медиального комплекса в тех случаях, когда после удаления опухоли эпилептиформные разряды сохранялись на гиппокампе по данным интраоперационной ЭКоГ [40]. Эффективность таких операций по данным литературы колеблется от 64,7 % до 94,7 % (Engel I) [36–38; 41–43].

Любая хирургическая стратегия сопряжена с риском осложнений и эти осложнения будут зависеть от места локализации НГО. НГО, расположенные вблизи функционально важных зон коры мозга, повышают риск развития послеоперационного неврологического дефицита. В том случае, когда невозможно провести четкое разграничение между опухолью и функционально значимой зоной коры мозга, интраоперационное картирование и нейрофизиологический мониторинг могут стать полезными [44]. Осложнения хирургического вмешательства при поражениях мезиальной височной доли включают гемипарез, снижение памяти, дефицит полей зрения, парез глазодвигательного нерва, сенсорная афазия и повреждение сосудов в парамезенцефальной цистерне [45; 46]

Предикторы исхода хирургического лечения. В недавнем систематическом обзоре литературы [47], посвященном результатам хирургического лечения НГО головного мозга у 910 пациентов, было показано, что наиболее высокие показатели полного избавления от приступов наблюдались у пациентов, с длительностью эпилепсии меньше одного года и которым было проведено тотальное удаление опухоли (Engel I 87 %, $p < 0.001$). Пациенты, у которых были только фокальные приступы, имели результат Engel I 87 % после удаления опухоли, по сравнению с 73 % у тех, у кого отмечались вторично генерализованные судорожные приступы до операции ($p < 0{,}001$). Результаты хирургического лечения существенно не различались между взрослыми пациентами и детьми; между пациентами с опухолями темпоральной локализации по сравнению с экстратемпоральной. Не было статистически значимой разницы между пациентами с ГГ и пациентами с ДНЭО. Также было показано, что использование или неиспользование интраоперационной ЭКоГ не влияло на исходы хирургического лечения [47].

Заключение

Таким образом, несмотря на отсутствие четкой хирургической стратегии, появились первые этапы консенсуса, определяющего дифференцированный подход к хирургическому лечению НГО головного мозга. Во-первых, имеются относительно убедительные доказательства того, что НГО, поражающие мезиальные структуры височной доли, требуют резекции этих структур, как на доминантной, так и на недоминантной стороне или требуют применения функционально щадящих операций, как например множественные транссекции гиппокампа. Во-вторых, есть доказательства того, что МР-интактные мезиальные структуры способствуют распространению эпиактивности, и некоторые авторы считают, что риски резекции мезиальных структур доминантного полушария могут перевесить потенциальные выгоды. Это еще одна ситуация, когда введение глубинного электрода в гиппокамп может облегчить принятие решения о том, следует ли удалять мезиальные структуры на доминантной стороне или сохранить их. В-третьих, опухоли латеральной височной доли и экстратемпоральной локализации могут быть эффективно удалены с помощью резекции только патологического очага при условии сохранения функционально значимых зон коры головного мозга. И, наконец, радикальность удаления опухоли и продолжительность эпилепсии до операции являются наиболее важными факторами в определении исхода судорожного припадка.

Конфликт интересов. *Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.* ***Conflict of interest.*** *The author declares no conflict of interest.*

Финансирование. *Исследование проведено без спонсорской поддержки.* ***Financing.*** *The study was performed without external funding.*

ORCID авторов / ORCID of authors:

Домбаанай Байыр Сергеевич/Dombaanai Baiyr Sergeevich https://orcid.org/0000-0002-5887-6545

Пицхелаури Давид Ильич/Pitskhelauri David Ilich https://orcid.org/0000-0003-0374-7970

Шишкина Людмила Валентиновна/Shishkina Lyudmila Valentinovna https://orcid.org/0000-0001-7045-7223

Литература/References

1. David N. Louis, Hiroko Ohgaki, Otmar D. Wiestler, Webster K. Cavenee (Eds): WHO Classification of Tumours of the Central Nervous System (Revised 4th edition). IARC; Lyon 2016.
2. Zaghloul, K. A., & Schramm, J. (2011). Surgical management of glioneuronal tumors with drug-resistant epilepsy. Acta neurochirurgica, 153(8), 1551–1559. https://doi.org/10.1007/s00701-011-1050-1
3. Thom, M., Blümcke, I., & Aronica, E. (2012). Long-term epilepsy-associated tumors. Brain pathology (Zurich, Switzerland), 22(3), 350–379. https://doi.org/10.1111/j.1750–3639.2012.00582.x
4. Englot, D. J., Chang, E. F., & Vecht, C. J. (2016). Epilepsy and brain tumors. Handbook of clinical neurology, 134, 267–285. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802997-8.00016–5
5. Luyken, C., Blümcke, I., Fimmers, R., Urbach, H., Elger, C. E., Wiestler, O. D., & Schramm, J. (2003). The spectrum of long-term epilepsy-associated tumors: long-term seizure and tumor outcome and neurosurgical aspects. Epilepsia, 44(6), 822–830. https://doi.org/10.1046/j.1528–1157.2003.56102.x
6. Aronica, E., Leenstra, S., van Veelen, C. W., van Rijen, P. C., Hulsebos, T. J., Tersmette, A. C., Yankaya, B., & Troost, D. (2001). Glioneuronal tumors and medically intractable epilepsy: a clinical study with long-term follow-up of seizure outcome after surgery. Epilepsy research, 43(3), 179–191. https://doi.org/10.1016/s0920–1211 (00) 00208-4
7. Campos, A. R., Clusmann, H., von Lehe, M., Niehusmann, P., Becker, A. J., Schramm, J., & Urbach, H. (2009). Simple and complex dysembryoplastic neuroepithelial tumors (DNT) variants: clinical profile, MRI, and histopathology. Neuroradiology, 51(7), 433–443. https://doi.org/10.1007/s00234-009-0511-1
8. Blümcke, I., & Wiestler, O. D. (2002). Gangliogliomas: an intriguing tumor entity associated with focal epilepsies. Journal of neuropathology and experimental neurology, 61(7), 575–584. https://doi.org/10.1093/jnen/61.7.575
9. Thom, M., Toma, A., An, S., Martinian, L., Hadjivassiliou, G., Ratilal, B., Dean, A., McEvoy, A., Sisodiya, S. M., & Brandner, S. (2011). One hundred and one dysembryoplastic neuroepithelial tumors: an adult epilepsy series with immunohistochemical, molecular genetic, and clinical correlations and a review of the literature. Journal of neuropathology and experimental neurology, 70(10), 859–878. https://doi.org/10.1097/NEN.0b013e3182302475
10. Majores, M., von Lehe, M., Fassunke, J., Schramm, J., Becker, A. J., & Simon, M. (2008). Tumor recurrence and malignant progression of gangliogliomas. Cancer, 113(12), 3355–3363. https://doi.org/10.1002/cncr.23965
11. Klimko, A., Dandes, M., Paslaru, F., & Giovani, A. (2020). Primary Anaplastic Ganglioglioma of the Temporal Lobe With Brainstem Involvement: A Case Report and Literature Review. Cureus, 12(12), e12060. https://doi.org/10.7759/cureus.12060
12. Vlachos, N., Lampros, M. G., Zigouris, A., Voulgaris, S., & Alexiou, G.A. (2022). Anaplastic gangliogliomas of the spinal cord: a scoping review of the literature. Neurosurgical review, 45(1), 295–304. https://doi.org/10.1007/s10143-021-01612-3
13. Daumas-Duport, C., Scheithauer, B. W., Chodkiewicz, J. P., Laws, E.R.,Jr, & Vedrenne, C. (1988). Dysembryoplastic neuroepithelial tumor: a surgically curable tumor of young patients with intractable partial seizures. Report of thirty-nine cases. Neurosurgery, 23(5), 545–556. https://doi.org/10.1227/00006123-198811000-00002
14. Perkins, O.C.: Gangliogliomas. Arch Pathol Lab Med. 1926; 2: 11–17.
15. Luyken, C., Blümcke, I., Fimmers, R., Urbach, H., Wiestler, O. D., & Schramm, J. (2004). Supratentorial gangliogliomas: histopathologic grading and tumor recurrence in 184 patients with a median follow-up of 8 years. Cancer, 101(1), 146–155. https://doi.org/10.1002/cncr.20332
16. Blumcke, I., Aronica, E., Urbach, H., Alexopoulos, A., & Gonzalez-Martinez, J. A. (2014). A neuropathology-based approach to epilepsy surgery in brain tumors and proposal for a new terminology use for long-term epilepsy-associated brain tumors. Acta neuropathologica, 128(1), 39–54. https://doi.org/10.1007/s00401-014-1288-9
17. Rosemberg, S., & Vieira, G. S. (1998). Tumor neuroepitelial disembrioplástico. Estudo epidemiológico de uma única instituição [Dysembryoplastic neuroepithelial tumor. An epidemiological study from a single institution]. Arquivos de neuro-psiquiatria, 56(2), 232–236. https://doi.org/10.1590/s0004–282x1998000200011
18. Kalyan-Raman, U. P., & Olivero, W. C. (1987). Ganglioglioma: a correlative clinicopathological and radiological study of ten surgically treated cases with follow-up. Neurosurgery, 20(3), 428–433. https://doi.org/10.1227/00006123-198703000-00012
19. Cataltepe, O., Turanli, G., Yalnizoglu, D., Topçu, M., & Akalan, N. (2005). Surgical management of temporal lobe tumor-related epilepsy in children. Journal of neurosurgery, 102(3 Suppl), 280–287. https://doi.org/10.3171/ped.2005.102.3.0280
20. Delev, D., Oehl, B., Steinhoff, B. J., Nakagawa, J., Scheiwe, C., Schulze-Bonhage, A., & Zentner, J. (2019). Surgical Treatment of Extratemporal Epilepsy: Results and Prognostic Factors. Neurosurgery, 84(1), 242–252. https://doi.org/10.1093/neuros/nyy099
21. Park, Y. S., Kim, D. S., Shim, K. W., Kim, J. H., & Choi, J. U. (2008). Factors contributing to resectability and seizure outcomes in 44 patients with ganglioglioma. Clinical neurology and neurosurgery, 110(7), 667–673. https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2008.03.017
22. Chan, C. H., Bittar, R. G., Davis, G. A., Kalnins, R. M., & Fabinyi, G.C. (2006). Long-term seizure outcome following surgery for dysembryoplastic neuroepithelial tumor. Journal of neurosurgery, 104(1), 62–69. https://doi.org/10.3171/jns.2006.104.1.62
23. Mathern, G. W., Babb, T. L., Pretorius, J. K., Melendez, M., & Lévesque, M. F. (1995). The pathophysiologic relationships between lesion pathology, intracranial ictal EEG onsets, and hippocampal neuron losses in temporal lobe epilepsy. Epilepsy research, 21(2), 133–147. https://doi.org/10.1016/0920–1211 (95) 00014-2
24. Bauer, R., Dobesberger, J., Unterhofer, C., Unterberger, I., Walser, G., Bauer, G., Trinka, E., & Ortler, M. (2007). Outcome of adult patients with temporal lobe tumours and medically refractory focal epilepsy. Acta neurochirurgica, 149(12), 1211–1217. https://doi.org/10.1007/s00701–007–1366-z

25. Morioka, T., Hashiguchi, K., Nagata, S., Miyagi, Y., Yoshida, F., Shono, T., Mihara, F., Koga, H., & Sasaki, T. (2007). Additional hippocampectomy in the surgical management of intractable temporal lobe epilepsy associated with glioneuronal tumor. Neurological research, 29(8), 807–815. https://doi.org/10.1179/016164107X223566
26. Radhakrishnan, A., Abraham, M., Radhakrishnan, V. V., Sarma, S. P., & Radhakrishnan, K. (2006). Medically refractory epilepsy associated with temporal lobe ganglioglioma: characteristics and postoperative outcome. Clinical neurology and neurosurgery, 108(7), 648–654. https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2005.10.014
27. Cossu, M., Fuschillo, D., Bramerio, M., Galli, C., Gozzo, F., Pelliccia, V., Casaceli, G., Tassi, L., & Lo Russo, G. (2013). Epilepsy surgery of focal cortical dysplasia-associated tumors. Epilepsia, 54 Suppl 9, 115–122. https://doi.org/10.1111/epi.12455
28. Phi, J. H., Kim, S. K., Cho, B. K., Lee, S. Y., Park, S. Y., Park, S. J., Lee, S. K., Kim, K. J., & Chung, C. K. (2009). Long-term surgical outcomes of temporal lobe epilepsy associated with low-grade brain tumors. Cancer, 115(24), 5771–5779. https://doi.org/10.1002/cncr.24666
29. Schramm, J., Kral, T., Grunwald, T., & Blümcke, I. (2001). Surgical treatment for neocortical temporal lobe epilepsy: clinical and surgical aspects and seizure outcome. Journal of neurosurgery, 94(1), 33–42. https://doi.org/10.3171/jns.2001.94.1.0033
30. Giulioni, M., Rubboli, G., Marucci, G., Martinoni, M., Volpi, L., Michelucci, R., Marliani, A. F., Bisulli, F., Tinuper, P., Castana, L., Sartori, I., & Calbucci, F. (2009). Seizure outcome of epilepsy surgery in focal epilepsies associated with temporomesial glioneuronal tumors: lesionectomy compared with tailored resection. Journal of neurosurgery, 111(6), 1275–1282. https://doi.org/10.3171/2009.3.JNS081350
31. Aronica, E., Redeker, S., Boer, K., Spliet, W. G., van Rijen, P. C., Gorter, J. A., & Troost, D. (2007). Inhibitory networks in epilepsy-associated gangliogliomas and in the perilesional epileptic cortex. Epilepsy research, 74(1), 33–44. https://doi.org/10.1016/j.eplepsyres.2006.12.002
32. Aubert, S., Wendling, F., Regis, J., McGonigal, A., Figarella-Branger, D., Peragut, J. C., Girard, N., Chauvel, P., & Bartolomei, F. (2009). Local and remote epileptogenicity in focal cortical dysplasias and neurodevelopmental tumours. Brain: a journal of neurology, 132(Pt 11), 3072–3086. https://doi.org/10.1093/brain/awp242
33. Clusmann, H., Kral, T., Fackeldey, E., Blümcke, I., Helmstaedter, C., von Oertzen, J., Urbach, H., & Schramm, J. (2004). Lesional mesial temporal lobe epilepsy and limited resections: prognostic factors and outcome. Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry, 75(11), 1589–1596. https://doi.org/10.1136/jnnp.2003.024208
34. Eichenbaum, H., Yonelinas, A. P., & Ranganath, C. (2007). The medial temporal lobe and recognition memory. Annual review of neuroscience, 30, 123–152. https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.30.051606.094328
35. Amunts, K., Kedo, O., Kindler, M., Pieperhoff, P., Mohlberg, H., Shah, N. J., Habel, U., Schneider, F., & Zilles, K. (2005). Cytoarchitectonic mapping of the human amygdala, hippocampal region and entorhinal cortex: intersubject variability and probability maps. Anatomy and embryology, 210(5–6), 343–352. https://doi.org/10.1007/s00429-005-0025-5
36. Shimizu, H., Kawai, K., Sunaga, S., Sugano, H., & Yamada, T. (2006). Hippocampal transection for treatment of left temporal lobe epilepsy with preservation of verbal memory. Journal of clinical neuroscience: official journal of the Neurosurgical Society of Australasia, 13(3), 322–328. https://doi.org/10.1016/j.jocn.2005.04.020
37. Pitskhelauri, D., Kudieva, E., Kamenetskaya, M., Kozlova, A., Vlasov, P., Dombaanai, B., Eliseeva, N., Shishkina, L., Sanikidze, A., Shults, E., Moshev, D., Pronin, I., & Melikyan, A. (2021). Multiple hippocampal transections for mesial temporal lobe epilepsy. Surgical neurology international, 12, 372. https://doi.org/10.25259/SNI_350_2021
38. Usami, K., Kubota, M., Kawai, K., Kunii, N., Matsuo, T., Ibayashi, K., Takahashi, M., Kamada, K., Momose, T., Aoki, S., & Saito, N. (2016). Long-term outcome and neuroradiologic changes after multiple hippocampal transection combined with multiple subpial transection or lesionectomy for temporal lobe epilepsy. Epilepsia, 57(6), 931–940. https://doi.org/10.1111/epi.13374
39. Marashly, A., Koop, J., Loman, M., Kim, I., Maheshwari, M., & Lew, S. M. (2020). Multiple hippocampal transections for refractory pediatric mesial temporal lobe epilepsy: seizure and neuropsychological outcomes. Journal of neurosurgery. Pediatrics, 26(4), 379–388. https://doi.org/10.3171/2020.4.PEDS19760
40. Ishida, W., Morino, M., Matsumoto, T., Casaos, J., Ramhmdani, S., & Lo, S. L. (2018). Hippocampal Transection Plus Tumor Resection as a Novel Surgical Treatment for Temporal Lobe Epilepsy Associated with Cerebral Cavernous Malformations. World neurosurgery, 119, e209–e215. https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.07.108
41. Uda, T., Morino, M., Ito, H., Minami, N., Hosono, A., Nagai, T., & Matsumoto, T. (2013). Transsylvian hippocampal transection for mesial temporal lobe epilepsy: surgical indications, procedure, and postoperative seizure and memory outcomes. Journal of neurosurgery, 119(5), 1098–1104. https://doi.org/10.3171/2013.6.JNS13244
42. Girgis, F., Greil, M. E., Fastenau, P. S., Sweet, J., Lüders, H., & Miller, J. P. (2017). Resection of Temporal Neocortex During Multiple Hippocampal Transections for Mesial Temporal Lobe Epilepsy Does not Affect Seizure or Memory Outcome. Operative neurosurgery (Hagerstown, Md.), 13(6), 711–717. https://doi.org/10.1093/ons/opx031
43. Patil, A. A., Chamczuk, A. J., & Andrews, R. V. (2016). Hippocampal Transections for Epilepsy. Neurosurgery clinics of North America, 27(1), 19–25. https://doi.org/10.1016/j.nec.2015.08.013
44. Neuloh, G., Bien, C. G., Clusmann, H., von Lehe, M., & Schramm, J. (2010). Continuous motor monitoring enhances functional preservation and seizure-free outcome in surgery for intractable focal epilepsy. Acta neurochirurgica, 152(8), 1307–1314. https://doi.org/10.1007/s00701-010-0675-9
45. Bauer, R., Dobesberger, J., Unterhofer, C., Unterberger, I., Walser, G., Bauer, G., Trinka, E., & Ortler, M. (2007). Outcome of adult patients with temporal lobe tumours and medically refractory focal epilepsy. Acta neurochirurgica, 149(12), 1211–1217. https://doi.org/10.1007/s00701–007–1366-z
46. Schramm, J., & Aliashkevich, A. F. (2007). Surgery for temporal mediobasal tumors: experience based on a series of 235 patients. Neurosurgery, 60(2), 285–295. https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000249281.69384.D7
47. Englot, D. J., Berger, M. S., Barbaro, N. M., & Chang, E. F. (2012). Factors associated with seizure freedom in the surgical resection of glioneuronal tumors. Epilepsia, 53(1), 51–57. https://doi.org/10.1111/j.1528–1167.2011.03269.x