



ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОВИЗУАЛИЗАЦИОННОЙ КАРТИНЫ РЕЦИДИВА И ПРОДОЛЖЕННОГО РОСТА ИНТРАКРАНИАЛЬНЫХ МЕНИНГИОМ

К. К. Куканов¹, М. А. Мижурко¹, К. И. Себелев¹, Е. Г. Потёмкина¹,
М. М. Тастанбеков², Ю. М. Забродская^{1,2}, В. В. Ушанов², Н. К. Самочерных²,
А. О. Политова¹, Д. В. Рыжкова², В. Е. Олюшин¹

¹ «Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт им. проф. А. Л. Поленова»
— филиал Федерального государственного бюджетного учреждения
«Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ул. Маяковского, д. 12, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 191014)
² Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ул. Аккуратова, д. 2, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 197341)

РЕЗЮМЕ

ВВЕДЕНИЕ. У взрослого населения менингиомы встречаются в 18–34 % от случаев всех внутримозговых новообразований. Рецидив и продолженный рост менингиом возникает, в среднем у 25 % пациентов, даже после радикального удаления опухоли и проведения радиотерапии, что значительно ухудшает прогноз и функциональный исход.

ЦЕЛЬ. Описать особенности нейровизуализационной картины у пациентов с рецидивом и продолженным ростом интракраниальных менингиом, показать возможности современных методов диагностики (МРТ, МР-перфузия, ПЭТ-КТ) в оценке прогрессирования неопластического процесса при менингиомах.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Основу исследования составили пациенты (n=105) с рецидивом и продолженным ростом гистологически верифицированных, внутримозговых менингиом Grade I–III, оперированные в отделении нейрохирургии № 4 Российского нейрохирургического института им. проф. А. Л. Поленова в период с 2014 по 2022 гг. Проведен анализ данных интраскопии у пациентов с рецидивом и продолженным ростом менингиом. Новообразования характеризовали по объёму, контурам, наличию перифокального отёка и степени его выраженности с анализом в режиме DWI (ИКД) и оценкой МР-перфузионных показателей (ASL-перфузия), степени выраженности и типу контрастирования, наличию границы с нормальным мозговым веществом и оценкой дополнительных признаков («хвост кометы», гиперостоз, эрозия прилежащей кости, экстракраниальное распространение, инвазия в синусы). Процедуру ПЭТ/КТ выполняли на совмещенной системе для позитронной эмиссионной и рентгеновской компьютерной томографии. При рецидиве опухоли оценивали также его локализацию и направление роста.

В процессе исследования полученные результаты обрабатывались программной системой STATISTICA 10.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Произведён анализ данных интраскопии при рецидиве интракраниальных менингиом, выявлены основные тенденции течения неопластического процесса, определены наиболее часто встречающиеся диагностические особенности прогрессии опухоли, на которые необходимо обращать внимание при планировании нейрохирургических вмешательств, принятия решений о тактике лечения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Пациенты, оперированные по поводу внутримозговых менингиом должны быть под пристальным наблюдением на амбулаторном первичном звене медицинской помощи, своевременно получать контрольную интраскопию, а при возникновении признаков прогрессии неопластического процесса незамедлительно направляться на этапы специализированной медицинской помощи.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: менингиома, рецидив, продолженный рост опухоли, неврология, диагностика, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, позитронно-эмиссионная томография.

Для цитирования: К. К. Куканов, М. А. Мижурко, К. И. Себелев, Е. Г. Потёмкина, М. М. Тастанбеков, Ю. М. Забродская, В. В. Ушанов, Н. К. Самочерных, А. О. Политова, Д. В. Рыжкова, В. Е. Олюшин. Особенности нейровизуализационной картины рецидива и продолженного роста интракраниальных менингиом. Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2023;15(4):89–98. DOI 10.56618/2071-2693_2023_15_4_89

NEUROIMAGING FEATURES
OF INTRACRANIAL MENINGIOMAS RECURRENCE AND PROGRESSIONK. K. Kukanov¹, M. A. Mizhurko¹, K. I. Sebelev¹, E. G. Potemkina¹, M. M. Tastanbekov², Yu. M. Zabrodskaya^{1,2},
V. V. Ushanov², N. K. Samochernykh², A. O. Politova¹, D. V. Ryzhkova², V. E. Olyushin¹¹Polenov Neurosurgical Institute — the branch of Almazov National Medical Research Centre
(12 Mayakovsky street, St. Petersburg, Russian Federation, 191014)²Almazov National Medical Research Centre (2 Akkuratova street, St. Petersburg, Russian Federation, 197341).

ABSTRACT:

INTRODUCTION. Meningiomas occur in 18–34 % of cases of all intracranial neoplasms in adults. Intracranial meningiomas recurrence and progression occurs, on average, in 25 % of patients, even after radical tumor removal and radiotherapy, which significantly worsens the prognosis and functional outcome.

PURPOSE. To describe the neuroimaging features picture in patients with Intracranial meningiomas recurrence and progression, to show the capabilities of modern diagnostic methods (MRI, MR perfusion, PET-CT) in assessing the progression in meningiomas.

MATERIALS AND METHODS. The basis of the study consisted of patients (n=105) with intracranial meningiomas recurrence and progression Grade I–III, treated in the Department of Neurosurgery No. 4 of the Russian Neurosurgical Institute named after prof. A.L. Polenov in the period from 2014 to 2022. An analysis of intracranial data in patients with recurrence and progression of meningiomas was carried out. Tumors were characterized by volume, contours, the presence of perifocal edema and the degree of its severity with analysis in DWI mode (ICD) and assessment of MR perfusion parameters (ASL-perfusion), severity and type of contrast, the presence of a border with normal brain and assessment of additional signs (“comet tail”, hyperostosis, erosion of adjacent bone, extracranial spread, sinus invasion). The PET/CT procedure was performed on a combined system for positron emission and X-ray computed tomography. In case of tumor recurrence, its localization and direction of growth were also assessed. During the study, the results obtained were processed by the STATISTICA 10.0 software system.

RESULTS. Introscopy data for recurrent intracranial meningiomas were analyzed, the main trends in the oncogenesis were identified, and the most common diagnostic features of tumor progression were identified, which need to be taken into account for planning surgery and treatment tactics.

CONCLUSION. In diagnosing recurrence and progression of intracranial meningiomas it is important to examine patients comprehensively, using the modern research methods of neuroimaging.

Patients should be followed up, and if signs of tumor progression occur, immediately be referred to the stages of specialized medical care.

KEY WORDS: meningioma; recurrence; tumor progression; neurology; diagnostics; computed tomography; magnetic resonance imaging; positron emission tomography

For citation: K. K. Kukanov, M. A. Mizhurko, K. I. Sebelev, E. G. Potemkina, M. M. Tastanbekov, Yu. M. Zabrodskaya, V. V. Ushanov, N. K. Samochernykh, A. O. Politova, D. V. Ryzhkova, V. E. Olyushin. Neuroimaging features of intracranial meningiomas recurrence and progression. *Rossiiskii neirokhirurgicheskii zhurnal imeni professora A. L. Polenova*. 2023;15(4):89–98. DOI 10.56618/2071–2693_2023_15_4_89

Введение.

При рецидиве и продолженном росте интракраниальных менингиом клинические проявления зачастую замаскированы под уже имеющиеся симптомы послеоперационного периода. В клинической картине достаточно типичен длительный период без каких-либо вновь развившихся симптомов, нередко прогрессия неопластического процесса выявляется только при контрольной интроскопии. Без должного и достаточно частого интроскопического контроля ориентируясь лишь на клинику распознать рецидив или продолженный рост менингиомы довольно сложно [1–5].

Материалы и методы.

Основу исследования составили пациенты (105 случаев) с рецидивом и продолженным ростом, гистологически верифицированных, внутречерепных менингиом Grade I–III, оперированные в отделении нейрохирургии № 4 Российского нейрохирургиче-

ского института им. проф. А. Л. Поленова в период с 2014 по 2022 гг. Для решения поставленных задач была разработана индивидуальная информационная карта, в которой содержались имеющиеся сведения о пациенте, полученные на основе изучения истории болезни, лучевых эпикризов и медицинских сведений из сторонних медицинских учреждений. Для сбора данных были созданы базы данных Excel, позволяющие решить более узкие задачи исследования (база данных «Регистр пациентов с рецидивом и продолженным ростом интракраниальных менингиом», св-во о гос.регистрации № RU 2023621571 от 02.05.2023г) [6].

В исследование вошли пациенты с прогрессией бластоматозного процесса, под которым мы понимали его рецидив (после тотального удаления опухоли) и продолженный рост (при нерадикальной операции), в возрасте от 18 до 86 лет (средний возраст 63±4,6 лет).



Рисунок 1. Распределение пациентов по возрасту.

Figure 1. Distribution of patients by age.

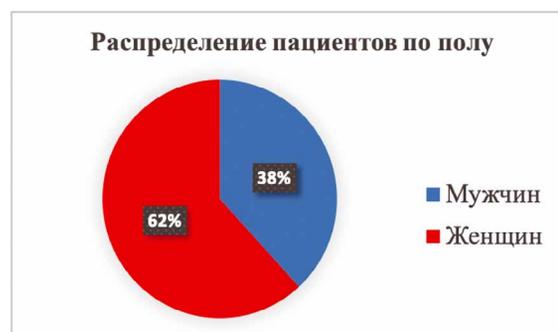


Рисунок 2. Распределение пациентов по полу.

Figure 2. Distribution of patients by sex group.

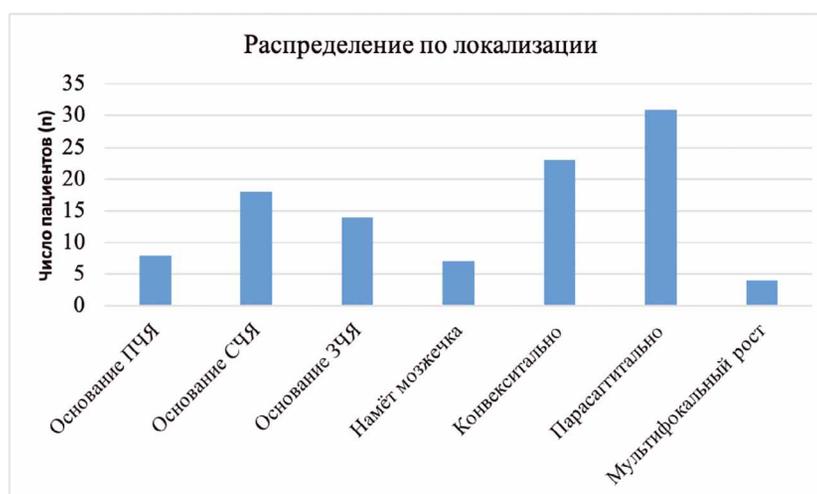


Рисунок 3. Распределение по локализации рецидива/продолженного роста менингиом.

Figure 3. Distribution by location of recurrence/progression of meningiomas.

Распределение пациентов по возрастным группам представлено на рисунке 1. Как видно из рисунка 1 подавляющее большинство пациентов — люди трудоспособного возраста.

В нашем исследовании значительной степени преобладания женщин в структуре рецидива / продолженного роста менингиом получено не было (58 женщины и 47 мужчин) (Рисунок 2), что не совсем соответствует литературным данным (при первичной заболеваемости менингиомами у женщин они выявляются в три раза чаще, чем у мужчин).

По расположению и распространённости неопластического процесса отмечалось преобладание супратенториальной локализации. Распределение по локализации представлено на рисунке 3.

Диагностика производилась на следующих аппаратах:

- компьютерный томограф «Ingenuity CT 128» фирмы Philips (Голландия);
- магнитно-резонансный томограф «Magnetom Vida 3,0 T» фирмы Siemens (Германия);
- ПЭТ/КТ выполнялась на совмещенной системе для позитронной эмиссионной и рентгеновской компьютерной томографии «Discovery 710» фирмы GEHealthcare (США).

Магнитно-резонансная томография (МРТ).

Для характеристики структуры, контуров, степени выраженности перифокального отёка использовались следующие импульсные последовательности: аксиальная и коронарная T2-ВИ, аксиальная FLAIR. Параметры контрастирования опухолевой ткани (интенсивность и тип накопления контрастного препарата) оценивались на сериях T1-MPRAGE до и после внутривенного введения контрастного вещества. Также использовалась импульсная последовательность SWI для визуализации продуктов распада крови и кальциатов.

Помимо этого оценивали дополнительные признаки, которые могут указывать на высокую степень злокачественности опухоли, а также признаки, которые имеют значение для планирования оперативного вмешательства: «хвост кометы», гиперостоз, эрозия прилежащей кости, экстракраниальное распространение, инвазия в синусы.

Проводилась оценка характеристик опухолевой ткани и перифокальной зоны с помощью диффузионно-взвешанных изображений (DWI) и контрастной МР-перфузии.

Постобработка полученных данных выполнялась при помощи пакета программ Syngo.via (Siemens).

Измерение объема опухоли и перифокального отека проводилось с помощью МР-волюмометрии на серии T1-MPRAGE с ручной коррекцией области измерения.

Оценка диффузионно-взвешенных изображений проводилась путём анализа серии изображений DWI ($b=1000$) и ИКД. В опухолевой ткани и перифокальной области обозначались зоны интереса (ROI — region of interest) площадью $20 \text{ мм}^2 \pm 10 \text{ мм}^2$ в зоне с наибольшей интенсивностью сигнала на DWI и сниженной интенсивностью сигнала на ИКД. Количественные показатели ИКД опухоли и перифокальной зоны сопоставлялись с параметрами аналогичной области в интактном полушарии.

Метод контрастной МР-перфузии был выполнен у 3 пациентов с рецидивом и продолженным ростом менингиом. Для измерения кровотока в опухоли обозначалась область интереса (ROI) площадью $20 \text{ мм}^2 \pm 10 \text{ мм}^2$ в зоне с наибольшим значением CBF (определялась по цветовым картам кровотока). В обозначенной области определяли следующие параметры кровотока: скорость кровотока (tumor blood flow — TBF), объем кровотока (tumor blood volume — TBV), среднее время прохождения (Mean transit time — MTT). Аналогично производилось измерение показателей в перифокальной зоне. Для исключения индивидуальных различий кровотока у разных пациентов проводили нормирование показателей к кровотоку в интактном белом веществе семиовального центра контралатерального полушария. Для этого в семиовальном центре (в белом веществе) располагали ROI площадью $20 \text{ мм}^2 \pm 10 \text{ мм}^2$. Для получения нормализованного значения делили полученные данные TBF, TBV, MTT на показатели кровотока в семиовальном центре; Полученные параметры (нормализованные nTBF, nTBV, nMTT) опухоли и перифокальной зоны сопоставлены с аналогичными параметрами интактного полушария.

В процессе исследования полученные результаты обрабатывались программной системой STATISTICA 10.0.

Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ)

В прошлые десятилетия компьютерная томография была одним из основных методов первичной визуализации менингиом, позволяя диагностировать не менее 95 % интракраниальных опухолей оболочек мозга при первичном их выявлении [1,5]. Однако на ранней стадии прогрессии опухоли компьютерная томография далеко не всегда предоставляет объективную картину. В нашем исследовании МСКТ не являлась основным методом диагностики, а использовалась для выявления степени поражения костей свода и основания черепа, выполнения объемных реконструкций и проведения спиральной ангиографии, также использовалось в качестве контрольной интраскопии в раннем послеоперационном периоде (исключение кровоизлияний, ишемии, гидроцефалии). МСКТ выполнена всего у 94 (89,5 %) пациентов, для послеоперационного контроля в 86 (91,5 %) случаях, в 34 (36,2 %) случаях для оценки изменения костных структур и в 45 (47,9 %) случаях в режиме МСКТ-ангиографии. Среди пациентов, которым выполнялась МСКТ петрификаты были выявлены у 23 (24,5 %) пациентов, и представляли собой мелкие или точечные очаги, у 17 (18,1 %) было выявлено интраоссальное и экстракраниальное распространение опухоли (рисунок 4).

Полученные данные 34 (36,2 %) наблюдений позволили оценить топографическое взаимодействие анатомических структур, а также точно вычислить формируемый костный дефект, произвести предоперационное моделирование формы, изгиба и площади трансплантата, использованного в пластике костного дефекта. Кроме того, проведение VСКТ-ангиографии позволило получить одновременно изображения опухоли, ее собственной сосудистой сети и окружающих магистральных артерий (рисунок 5).

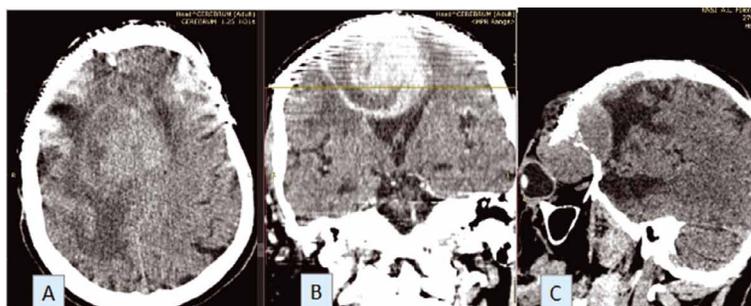


Рисунок 4. МСКТ с мультипланарной реконструкцией в аксиальной (А), коронарной (В), сагиттальной (С) плоскостях у пациента Л., 56 лет с продолженным ростом менингиомы. Визуализируется гиперденсная ткань опухоли, гетерогенной структуры за счет участков некроза (рис. А, В), отмечается деструкция лобной костной с интраорбитальным распространением опухоли (рис.С).

Figure 4. MSCT with multiplanar reconstruction in the axial (A), coronal (B), sagittal (C) views in patient L., 56 years old, with progression of meningioma. Hyperdense tumor tissue with a heterogeneous structure due to areas of necrosis is visualized (Fig. A,B), destruction of the frontal bone with intra-orbital spread of the tumor is noted (Fig. C).

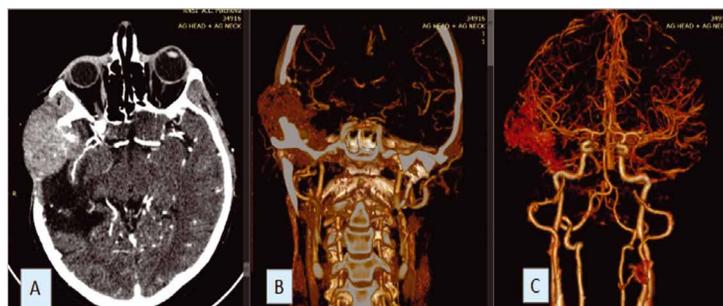


Рисунок 5. МСКТ-ангиография пациентки Д., 46 лет с рецидивом менингиомы крыльев клиновидной кости в аксиальной плоскости (А), с 3D реконструкцией (В) и с постобработкой для исключения костной ткани (С). Визуализируется менингиома большого крыла клиновидной кости справа с экстракраниальным ростом, приводящая к деструкции костной ткани (А, В). Отмечается выраженная собственная сосудистая сеть опухоли (В, С), а также близкое расположение М2-сегмента правой средней мозговой артерии к строме опухоли (А, С).

Figure 5. MSCT angiography in patient D., 46 years old, with recurrent meningioma of the wings of the sphenoid bone in the axial plane (A), with 3D reconstruction (B) and with post-processing to exclude bone tissue (C). A meningioma of the greater wing of the sphenoid bone on the right with extracranial growth is visualized, leading to destruction of bone tissue (A, B). There is intrinsic vascular network of the tumor is noted (B, C), as well as the close location of the M2 segment of the right middle cerebral artery to the tumor stroma (A, C).

Магнитно-резонансная томография

В настоящее время магнитно-резонансная томография (МРТ) большинством исследователей рассматривается как «золотой стандарт» в оценке любых внутричерепных опухолей. В нашем исследовании МРТ было выполнено всем пациентам и являлось основным методом диагностики. Большинство менингиом выглядело на T1-взвешенных

томограммах изо- или гипоинтенсивными по сравнению с веществом головного мозга. В целом, структура менингиом отличалась гетерогенностью, обусловленной кистами, кальцинатами, кровоизлияниями, особенностями кровоснабжения и разнородными по плотности участками стромы — мы связываем эти особенности со степенью анаплазии опухоли (таблица 1).

Таблица 1. МРТ-характеристики при рецидиве и продолженном росте интракраниальных менингиом в зависимости от степени анаплазии опухоли (n = 105)

МРТ-характеристики	Степень анаплазии опухоли				
	Grade I (n = 17)		Grade II (n = 59)		Grade III (n = 29)
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.
Интенсивность сигнала:					
- гипоинтенсивные на T1-ВИ	3	17,7	18	30,5	14
- изоинтенсивные на T1-ВИ	4	23,5	24	40,7	9
- гиперинтенсивные на T1-ВИ	10	58,2	17	28,8	6
Интенсивность КУ:					
- интенсивное	12	70,6	49	83,1	12
- умеренно выраженное	4	23,5	7	11,9	10
- слабо выраженное	1	5,9	3	5,1	7
Форма и рост опухоли:					
- округлая, отграниченный	11	64,7	31	52,6	6
- многоузловая, отграниченный	6	35,3	20	33,9	9
- нечеткая, инфильтративный	-	-	8	13,6	14
Гетерогенность стромы	3	17,7	34	57,6	23
Кальцинаты	11	64,7	17	28,8	7
Макро- и микрокисты	4	23,5	14	23,7	12
Некрозы, распад	-	-	5	8,5	27
Кровоизлияния	-	-	3	5,1	18
Синдром ликворной щели	15	88,2	12	20,3	1
Перитуморозный отек	9	52,9	41	69,4	29
Изменения в костях, гиперостоз	13	44,8	28	47,5	13

При рецидиве/продолженном росте менингиом Grade II преобладали пациенты с округлыми и отграниченными многоузловыми менингиомами более 3 см в диаметре, в отличие от злокачественных менингиом (Grade III), где опухоли, преимущественно, не имели четких границ даже после контрастирования и в половине случаев содержали в структуре участки некроза различной величины (рисунок 6).

Связь менингиомы с твердой мозговой оболочкой четко выявлялась более чем у 2/3 пациентов — 93 (88,6 %), однако при анапластической гистоструктуре (Grade III) опухоли связь с ТМО была выявлена только в 11 (37,9 %) случаях. После введения контрастного вещества, особенно при динамическом контрастировании, мы в ряде случаев (31 (29,5 %)) выявляли утолщение, инфильтрацию и повышение сигнала от ТМО с формированием, так называемого феномена «meningioma's tail» (рисунок 7).

Данный феномен мы объясняем тем, что при рецидивирующих агрессивных менингиомах инфильтрация опухолевыми клетками обширна, в ряде наблюдений — захватывает ТМО целого полушария — менингиоматоз (рисунок 8 А, В). Конечно, при плани-

ровании хирургического лечения этот феномен играет важную роль, еще раз подчеркивая, что проблема рецидива и продолженного роста интракраниальных менингиом требует комплексного подхода с применением интраоперационных технологий увеличения радикальности операции с дальнейшим проведением лучевой и системной химиотерапии.

Характерным признаком менингиомы с любой гистологической структурой является наличие анатомических образований, расположенных между опухолью и мозгом (сосудистые структуры, ЧМН, ликворные пространства). Линия разделения или граница между неоплазией и мозговой тканью на МРТ («ликворная щель») выявлялась не более, чем в четверти наблюдений — 24 (22,8 %), а при рецидиве злокачественных (Grade III) менингиом феномена «ликворной щели» достоверно не наблюдалось ни в одном из случаев ($p=0,01$).

Перитуморозный отек, хорошо визуализируемый в режимах T2, FLAIR был диагностирован более чем в 95 % случаев и наблюдался при рецидиве и продолженном росте даже небольших по объему менингиом (рисунок 9).

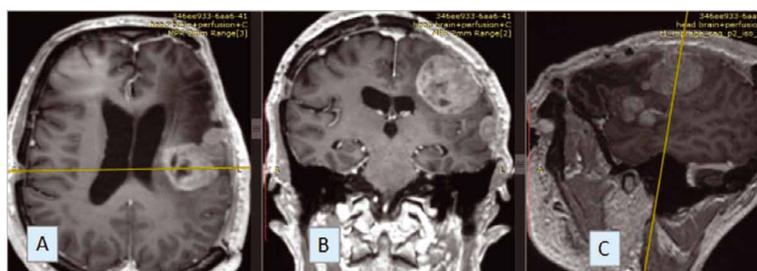


Рисунок 6. МРТ головного мозга пациента П., 49 лет, в режиме T1-mprage с внутривенным контрастированием в аксиальной (А), коронарной (В) и сагитальной (С) проекциях. Визуализируется многоузловая конвексальная менингиома с четкими, ровными контурами, все узлы четко отграничены от ткани головного мозга (Grade II).

Figure 6. MRI of the brain of patient P., 49 years old, in T1-mprage mode with intravenous contrast in axial (A), coronal (B) and sagittal (C) views. A multinodular convexital meningioma with clear boundaries is visualized, all nodes are clearly demarcated from the brain tissue (Grade II).

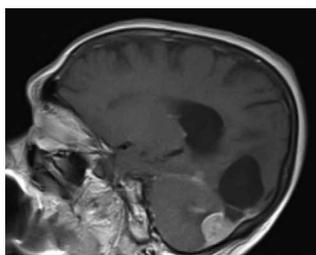


Рисунок 7. Пациент Т., 58 лет. МРТ головного мозга в режиме T1-mprage с внутривенным контрастированием в аксиальной (А) и коронарной (В) проекциях. Определяется рецидив анапластической менингиомы (Grade III) с инфильтрацией ТМО всего полушария.

Figure 7. Patient T., 58 years old. MRI of the brain in T1-mprage mode with intravenous contrast in the sagittal view. There is contrasting of the dura mater adjacent to the meningioma, like a "comet's tail" ("meningioma tail" sign).

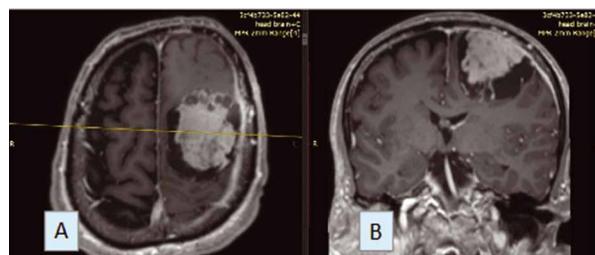


Рисунок 8. Пациентка С., 45 лет. МРТ головного мозга в режиме T1-mprage с внутривенным контрастированием в аксиальной (А) и коронарной (В) проекциях. Определяется рецидив анапластической менингиомы (Grade III) с инфильтрацией ТМО всего полушария.

Figure 8 Patient S., 45 years old. MRI of the brain in T1-mprage mode with intravenous contrast in both axial (A) and coronal (B) views. The recurrence of anaplastic meningioma (Grade III) with infiltration of the dura mater of the entire hemisphere is determined.

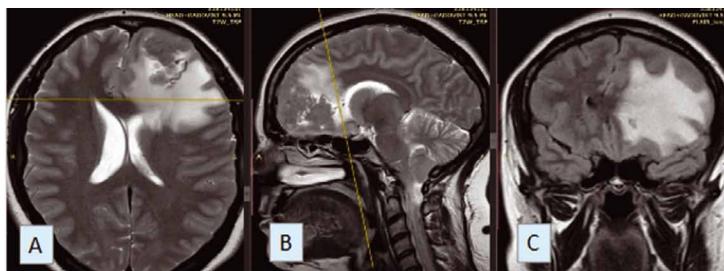


Рисунок 9. МРТ пациентки А., 47 лет с рецидивом/продолженным ростом менингиомы: Т2-ВИ аксиальная проекция (А), Т2-ВИ сагиттальная проекция (В), FLAIR коронарная проекция (С). Отмечается выраженный перифокальный отёк вокруг менингиомы передней черепной ямки слева.

Figure 9. MRI of patient A., 47 years old with recurrence/progression of meningioma: T2-VI axial view (A), T2-VI sagittal view (B), FLAIR coronal view (C). There is peritumoral edema around the meningioma of the anterior cranial fossa on the left.

Наличие перитуморозного отека с формированием четкой перифокальной зоны выявлено у 37,2 % (39 больных) пациентов с рецидивом/продолженным ростом менингиом Grade I–Grade II и в 100,0 % (29 больных) случаев у пациентов с менингиомами Grade III.

С 2023 года в комплекс обследований пациентов с рецидивом/продолженным ростом менингиом проводился подробный анализ перифокальных изменений. В общей сложности были проанализированы перифокальные изменения у 11 (10,5 %) пациентов. В протокол сканирования были включены диффузионно-взвешенные изображения (ДВИ), а также серия T2*-контрастной перфузии (DSC). Были определе-

ны значения ИКД и параметры перфузии как самой опухоли, так и зоны перифокальных изменений. При определении параметров ИКД от ткани опухоли в область интереса не включались кистозные и некротические зоны опухоли (Рисунок 10, 11).

Среднее значение ИКД для менингиом Grade I составило $1375,5 \pm 197,5$ мм²/с; ИКД для менингиом Grade II и Grade III — $1113,1 \pm 180$ мм²/с и $689 \pm 31,1$ мм²/с соответственно. При сравнении средних значений ИКД значимых различий между менингиомами Grade I и Grade II получено не было ($p=0,633$). Значимые различия были получены между средними значениями ИКД менингиом Grade I и Grade III ($p=0,008$) и менингиом Grade II и Grade III ($p=0,012$).

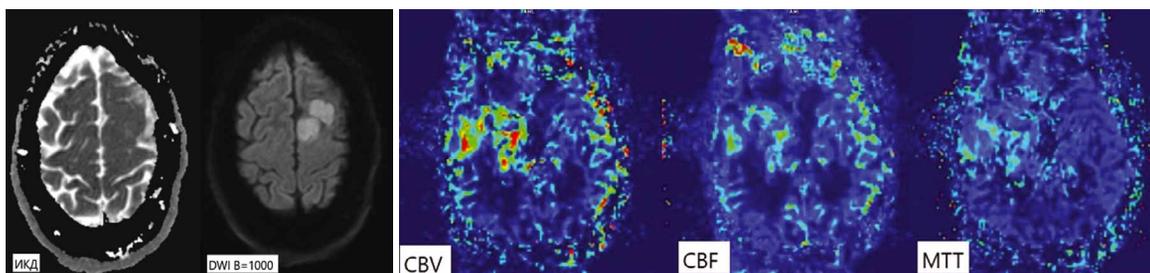


Рисунок 10. Рецидив менингиомы конвекса (Grade II) у пациентки М., 52 года.:

ИКД — карта измеряемого коэффициента диффузии; b=1000 — серия DWI, CBV — карта объема мозгового кровотока; CBF — карта скорости мозгового кровотока; MTT — карта средней скорости прохождения.

Figure 10. Recurrence of convex meningioma (Grade II) in patient M., 52 years old.: ACD — apparent diffusion coefficient; b=1000 — DWI series, CBV — cerebral blood flow volume map; CBF — cerebral blood flow velocity map; MTT is a map of mean transit time.

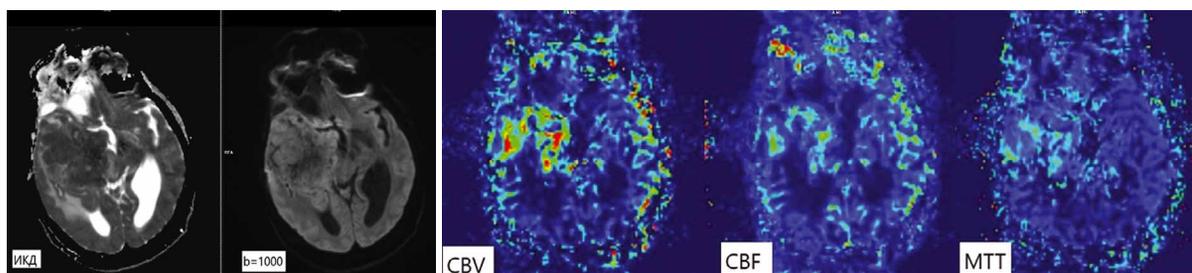


Рисунок 11. Рецидив менингиомы крыльев основной кости (Grade II) у пациента П., 48 лет.

ИКД — карта измеряемого коэффициента диффузии; b=1000 — серия DWI, CBV — карта объема мозгового кровотока; CBF — карта скорости мозгового кровотока; MTT — карта средней скорости прохождения.

Figure 11. Meningioma recurrence of the wings of the sphenoid bone (Grade II) in patient P., 48 years old.: ACD — apparent diffusion coefficient; b=1000 — DWI series, CBV — cerebral blood flow volume map; CBF — cerebral blood flow velocity map; MTT is a map of mean transit time.

Анализ данных МР-перфузии показал, что максимальный размер основной зоны поражения увеличивал коэффициент объёмного кровотока (rCBF) от зоны перифокальных изменений в 3,3 раза ($p=0,003$), однако снижал показатель регионарного объёма крови (rCBV) в 4 раза ($p=0,02$).

Сравнение полученных данных показало, что наличие и выраженность перифокального отёка не зависят от размеров опухоли, а факторы, определяющие его возникновение, до сих пор активно дискутируются. Благодаря проведённому нами анализу, мы выявили, что степень отека коррелирует с типом кровоснабжения менингиомы и степенью выраженности в ней ангиоматозного компонента, а также степенью анаплазии опухоли ($p < 0,01$).

МР-ангиография выполнена у 18 (17,2 %) пациентов с рецидивом/продолженным ростом менингиом, проводилась с целью выявления особенностей кровоснабжения опухоли, наличия венозных коллекторов, а также особенностей топографии крупных сосудов, синусов и их вовлечение в опухоль. Полученные данные составляли основу для выработки тактики лечения и планирования хирургического лечения.

Позитронно-эмиссионная томография

Позитронно-эмиссионная томография была выполнена 5 пациентам с рецидивом/продолженным ростом интракраниальных менингиом супратенториальной локализации. ПЭТ проводили с [11C] метионином у 4 пациентов и у 1 с [18F] фторэтилтирозином (рисунок 12).

Индекс накопления (ИН) [18F] фторэтилтирозина был 4,3. Индекс накопления (ИН) [11C] метионина колебался между 1,5 и 6,3. Среднее значение составило $3,91 \pm 1,15$. Очаги патологически повышенного накопления радиофармпрепаратов (РФП) при рецидиве и продолженном росте менингиом характеризовались несколькими особенностями. Высокий ИН (4,1–6,3) зарегистрирован у 2 больных с менингиомами Grade I–II и, следовательно, не был связан со степенью анаплазии. Низкий ИН наблюдался у одного больного при инвазии опухоли в костные структуры, у одного — при рецидиве менингиомы конвекса малых размеров (менее 2,0 см).

Важно владеть методикой контроля эффективности лечения на ранних этапах после хирургического лечения. В нашем наблюдении первичный ПЭТ контроль через месяц после удаления продолженного роста парасаггитальной менингиомы выявил повышенное накопление [11C] метионина в стенке ВСС и ТМО, что само по себе указывало на ранний рецидив и сохранение метаболической активности в области матрикса опухоли, на основании чего пациент был направлен на радиохирургическое лечение.

На наш взгляд ПЭТ-КТ позволяет выявить на ранних стадиях рецидив/продолженный рост менингиомы, выявить дополнительные участки повышенного метаболизма по ТМО, выявить мелкие узлы опухоли, далеко не всегда визуализируемые на МРТ, и определить оптимальную тактику комплексного лечения пациента.

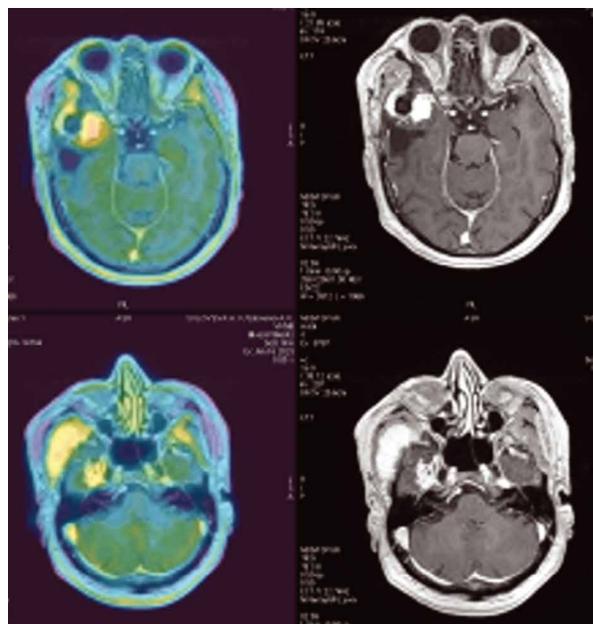


Рисунок 12. ПЭТ-КТ с [18F] фторэтилтирозином пациента С., 62 года. ПЭТ-КТ картина соответствует рецидиву опухоли с интракраниальным распространением на правую височную долю и экстракраниальным распространением в мягкие ткани правой височной области, вероятно, с инвазией в правую височную мышцу.

Figure 12. PET-CT with [18F]fluoroethyltyrosine in patient, 62 years old. The PET-CT scan of tumor recurrence with intracranial extension to the right temporal lobe and extracranial extension into the soft tissue of the right temporal region, probably with invasion of the right temporalis muscle.

Заключение.

Хорошо доказанными фактами являются то, что клинические проявления менингиом зависят от их локализации, размера и направления роста [1,7–15]. При рецидиве/продолженном росте менингиом клинические проявления очень скудны, могут быть замаскированы под уже имеющиеся симптомы послеоперационного периода.

В диагностике рецидива и продолженного роста интракраниальных менингиом важно воспринимать пациента целостно и обследовать его комплексно, используя весь арсенал современных методов исследования. Основополагающим на сегодняшний день остается использование современных методов интроскопии (МСКТ, МРТ, ПЭТ-КТ) с обязательным изучением топографических особенностей опухоли, её кровоснабжения и изучения перифокальной зоны. Как правило, наличие гиперденсного гетерогенного образования с нечеткими границами, выраженным перифокальным отеком, а также гиперостозы и кровоизлияния обуславливают злокачественную структуру менингиомы. Использование современных методов нейровизуализации позволяет определить лечебную тактику и всесторонне рассмотреть возможные техники оперативного вмешательства, снизить предполагаемые осложнения и риски, а также улучшить результаты оперативного лечения.

Без должного и достаточно частого интроскопического контроля, ориентируюсь лишь на клинику, распознать рецидив или продолженный рост менингиомы крайне сложно. Отсутствие в течение продолжительного периода времени после начала заболевания симптомов обусловлено как пластическими способностями мозга, так и относительно медленным увеличением объема менингиомы. Манифестация рецидива или продолженного роста, как правило, начинается с общемозговой симптоматики в виде головных болей различного характера, выраженности, продолжительности и локализации. Позже значительное увеличение объема опухоли обуславливает появление разнообразных симптомов, определяемых ее локализацией и размерами.

Пациенты, прооперированные по поводу интракраниальных менингиом должны быть под пристальным наблюдением на амбулаторном первичном звене медицинской помощи, своевременно получать контрольную интраскопию, а при возникновении признаков прогрессии неопластического процесса незамедлительно направляться на этапы специализированной медицинской помощи.

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.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. **Compliance with patient rights and principles of bioethics.** All patients gave written informed consent to participate in the study.

Работа выполнена в рамках государственного задания № 123021000128-4 «Разработка новой технологии лечения больных вторичными новообразованиями головного мозга и рецидивирующими менингиомами»

ORCID авторов / ORCID of authors

Куканов Константин Константинович /
Kukanov Konstantin Konstantinovich
<https://orcid.org/0000-0002-1123-8271>

Мижурко Мария Алексеевна /
Mizhurko Maria Alekseevna
<https://orcid.org/0009-0000-2238-1746>

Себелев Константин Иванович /
Sebelev Konstantin Ivanovich
<https://orcid.org/0000-0003-0075-7807>

Потемкина Елена Геннадьевна /
Potemkina Elena Gennadievna
<https://orcid.org/0000-0003-0449-9163>

Тастанбеков Малик Маратович /
Tastanbekov Malik Maratovich
<https://orcid.org/0000-0003-3675-9302>

Забродская Юлия Михайловна /
Zabrodskaia Yulia Mikhailovna
<https://orcid.org/0000-0001-6206-2133>

Ушанов Всеслав Всеволодович /
Ushanov Vseslav Vsevolodovich
<https://orcid.org/0000-0002-4091-7396>

Самочерных Никита Константинович /
Samochernykh Nikita Konstantinovich
<https://orcid.org/0000-0002-6138-3055>

Рыжкова Дарья Викторовна /
Ryzhkova Daria Viktorovna
<https://orcid.org/0000-0002-7086-9153>,

Олюшин Виктор Емельянович /
Olyushin Victor Emelyanovich
<https://orcid.org/0000-0002-9960-081X>

Литература/references

1. Тиглиев Г. С., Олюшин В. Е., Кондратьев А. Н. Внутрочерепные менингиомы. СПб.: Российский нейрохирургический институт им. проф. А. Л. Поленова; 2001. [Tigliev G. S., Oljushin V. E., Kondrat'ev A. N. Vnutricherepnye meningiomy. SPb.: Rossijskij neirohirurgicheskij institut im. prof. A. L. Polenova; 2001 (In Russ.).]
2. Пospelova М. Л., Терновых И. К., Руднева В. А., Алексеева Т. М., Олюшин В. Е., Ефимцев А. Ю., Куканов К. К., Лепехина А. С., Иванова Н. Е., Улитин А. Ю. Диагностика опухоли головного мозга в практике невролога и нейрохирурга: клинический случай. Российский нейрохирургический журнал им. профессора А. Л. Поленова. 2020; 12(3):74–78. [Pospelova M. L., Ternovykh I. K., Rudneva V. A., Alekseeva T. M., Olyushin V. E., Efimczev A. Yu., Kukanov K. K., Lepekhina A. S., Ivanova N. E., Ulitin A. Yu. Diagnostika opukholi golovnogo mozga v praktike nevrologa i neirokhirurga: klinicheskij sluchaj. Rossijskij neirohirurgicheskij zhurnal im. professora A. L. Polenova. 2020; 12(3):74–78 (In Russ.).] EDN: <https://elibrary.ru/YJHINN>
3. Куканов К. К., Воробьева О. М., Забродская Ю. М., Потёмкина Е. Г., Ушанов В. В., Тастанбеков М. М., Иванова Н. Е. Интракраниальные менингиомы: клинико-интраскопические и патоморфологические причины рецидивирования с учетом современных методов лечения (обзор литературы). Сибирский онкологический журнал. 2022;21(4):110–123. [Kukanov K. K., Vorobyova O. M., Zabrodskaia Yu. M., Potemkina E. G., Ushanov V. V., Tastanbekov M. M., Ivanova N. E. Intracranial meningiomas: clinical, intrascopic and pathomorphological causes of recurrence (literature review). Siberian journal of oncology. 2022;21(4):110–123. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2022-21-4-110-123> EDN: <https://elibrary.ru/dbarsi>
4. Заболотный Р. А., Федянин А. В., Юлчиев У. А., Галкин М. В., Козлов А. В. Комплексное лечение больных с парасагитальными менингиомами. Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н. Н. Бурденко. 2019;83(4):121125. [Zabolotny RA, Fedyanin AV, Yulchiev UA, Galkin MV, Kozlov AV. Comprehensive treatment of patients with parasagittal meningiomas. Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N. N. Burdenko. 2019;83(4):121125. (In Russ., In Engl.)] <https://doi.org/10.17116/neiro201983041121>
5. Куканов К. К., Ушанов В. В., Забродская Ю. М., Тастанбе-

- ков М. М., Воробьева О. М., Ситовская Д. А., Диконенко М. В. Пути персонализации лечения пациентов с рецидивом и продолженным ростом интракраниальных менингиом. Российский журнал персонализированной медицины. 2023;3(3):48–63. [Kukanov K. K., Ushanov V. V., Zabrodskaya Yu. M., Tastanbekov M. M., Vorobyova O. M., Sitovskaya D. A., Dikonenko M. V. Ways to personalize the treatment of patients with relapse and continued growth of intracranial meningiomas. Russian Journal for Personalized Medicine. 2023;3(3):48–63. (In Russ.)] <https://doi.org/10.18705/2782-38062023-3-3-48-63>
6. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № RU 2023621571/02.05.2023 Куканов К. К., Ушанов В. В., Воинов Н. Е. Регистр пациентов с рецидивом и продолженным ростом интракраниальных менингиом. EDN: <https://elibrary.ru/vbrsbm>
 7. С. Ф. Гогорян, В. П. Берснев, А. В. Ким, К. А. Самочерных, Ж. Г. Малхосян. Опухоли головного мозга, сочетающиеся с гидроцефалией. Вопросы нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко. 2008;4(72):39–42. [S. F. Gogorjan, V. P. Bersnev, A. V. Kim, K. A. Samochnykh, Zh. G. Malkhosyan. Opuholi golovnogo mozga, sochetajushhiesja s gidrocefaliej. Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N. N. Burdenko. 2008;4(72):39–42. (In Russ.)] EDN: <https://elibrary.ru/JXFQID>
 8. M. Necmettin Pamir, Peter M. Black, Rudolf Fahlbusch. Meningiomas: a comprehensive text. Acta Neurochirurgica. 152. 1445–1445. <https://doi.org/10.1007/s00701-010-0622-9>
 9. Коновалов А. Н., Козлов А. В., Черехаев В. А., Шиманский В. Н., Таяшин С. В., Корниенко В. Н., Пронин И. Н., Голанов А. В., Кобяков Г. Л., Шишкина Л. В., Рыжова М. В., Гольбин Д. А., Галкин М. В., Бочаров А. А., Ласунин Н. В. Проблема менингиом: анализ 80-летнего материала Института нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко и перспективы. Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н. Н. Бурденко. 2013;77(1):1223. [Konovalov AN, Kozlov AV, Cherekaev VA, Shimanskiy VN, Taniashin SV, Kornienko VN, Pronin IN, Golanov AV, Kobiakov GL, Shishkina LV, Ryzhova MV, Golbin DA, Galkin MV, Bocharov AA, Lasunin NV. Meningioma challenge: analysis of 80-year experience of Burdenko Neurosurgical Institute and future. Voprosy Neurokhirurgii Imeni N. N. Burdenko. 2013;77(1):1223. (In Russ.)] EDN: <https://elibrary.ru/pyatkb>
 10. Peyre M, Gauchotte G, Giry M, Froehlich S, Pallud J, Graillon T, Bielle F, Cazals-Hatem D, Varlet P, Figarella-Branger D, Loiseau H, Kalamirides M. De novo and secondary anaplastic meningiomas: a study of clinical and histomolecular prognostic factors. Neuro Oncol. 2018 Jul 5;20(8):1113–1121. <https://doi.org/10.1093/neuonc/nox231>
 11. Shan B, Zhang J, Song Y, Xu J. Prognostic factors for patients with World Health Organization grade III meningiomas treated at a single center. Medicine (Baltimore). 2017 Jun;96(26): e7385. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000007385>
 12. Кондратьев С. А., Кондратьева Е. А., Кондратьев А. Н., Лестева Н. А., Куканов К. К., Иванова Н. Е. Мышечная слабость в раннем послеоперационном периоде после удаления опухоли головного мозга. Российский нейрохирургический журнал им. профессора А. Л. Поленова. 2021; 13(4):51–58. [Kondratiev S. A., Kondratieva E. A., Kondratiev A. N., Lesteva N. A., Kukanov K. K., Ivanova N. E. Muscle weakness in the early postoperative period after removal of a brain tumor. Rossiiskii neurokhirurgicheskii zhurnal im. professora A. L. Polenova. 2021; 13(4):51–58. (In Russ.)] EDN: ERBXEE
 13. Кияшко С. С., Олюшин В. Е., Зрелов А. А., Куканов К. К., Скляр С. С., Маслова Л. Н., Иванова Н. Е. Статико-динамические нарушения у больных после микрохирургического удаления опухолей мосто-мозжечкового угла: отдаленные результаты. Медицинский вестник Северного Кавказа. 2022;17(1):10–14. [Kiiashko S. S., Olushin V. E., Zrelav A. A., Kukanov K. K., Sklyar S. S., Maslova L. N., Ivanova N. E. Static-dynamic disorders in patients after microsurgical resection of the cerebellopontine angle tumors: long-term results. Medical News of North Caucasus. 2022;17(1):10–14. (In Russ.)] <https://doi.org/10.14300/mnnc.2022.17003>
 14. Куканов К. К., Тастанбеков М. М., Олюшин В. Е., Пустовой С. В. Хирургическое лечение пациентов с менингиомами области большого затылочного отверстия: ближайшие и отдаленные результаты. Российский нейрохирургический журнал им. профессора А. Л. Поленова. 2017;9(1):36–42. [Kukanov K. K., Tastanbekov M. M., Olyushin V. E., Pustovoy S. V. Surgical treatment of patients with meningiomas of the foramen magnum: immediate and long-term results. Rossiiskii neurokhirurgicheskii zhurnal im. professora A. L. Polenova. 2017;9(1):36–42. (In Russ.)] eLIBRARY ID: 41260938 EDN: <https://elibrary.ru/REBCQI>
 15. Куканов К. К., Тастанбеков М. М., Олюшин В. Е. Менингиомы большого затылочного отверстия: результаты хирургического и радиохирurgicalического лечения. Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2016;8 (4):26–35. [Kukanov KK, Tastanbekov MM, Olyushin VE Meningiomas of the foramen magnum: results of surgical and radiosurgical treatment. Rossiiskii neurokhirurgicheskii zhurnal im. professora A. L. Polenova. 2016;8 (4):26–35. (In Russ.)] EDN: <https://elibrary.ru/LJHXLU> eLIBRARY ID: 41235564
 16. Берген Т. А., Сойнов И. А., Пустоветова М. Г. Показатели магнитно-резонансной томографии как радиомные маркеры в дооперационном определении степени злокачественности внемозговых образований. Digital Diagnostics. 2021;2(4): 431–440. [Bergen TA, Soynov IA, Pustovetova MG. Use of magnetic resonance imaging features as radiomic markers in pre-operative evaluation of extra-axial tumor grade. Digital Diagnostics. 2021;2(4): 431–440. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17816/DD81617>