

ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА НОВООБРАЗОВАНИЙ СТРУКТУР ОРБИТЫ

Израелян Ш.О., Серова Н.С., Павлова О.Ю., Бабкова А.А., Путило Д.В., Щекотуров И.О.

ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет). г. Москва, Россия.

Новообразования орбиты в структуре офтальмоонкологической патологии составляют 11-27% у взрослых и 25-35,2% у детей. Первичные опухоли доминируют среди всех новообразований орбиты и в большинстве случаев (64-89%) представлены доброкачественными процессами, реже (20-39%) – злокачественными опухолями. Новообразования орбиты являются опасным состоянием ввиду близкого расположения к важным анатомическим структурам, в том числе к органу зрения и головному мозгу. При злокачественных опухолях за счет инфильтративного роста образования имеется высокий риск как распространения опухоли на сопредельные анатомические структуры, так и метастазирования. Точная и своевременная диагностика таких состояний с использованием компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии, а также появление таких новых методик исследования, как функциональная КТ, может существенно облегчить выбор дальнейшей тактики лечения пациентов, а также минимизировать риски послеоперационных осложнений.

Ключевые слова: менингиома, кавернозная гемангиома, псевдотумор, КТ, МРТ, фМСКТ.

Контактный автор: Израелян Ш.О., e-mail: dr.israelyan@bk.ru

Для цитирования: Израелян Ш.О., Серова Н.С., Павлова О.Ю., Бабкова А.А., Путило Д.В., Щекотуров И.О. Лучевая диагностика новообразований структур орбиты. REJR 2022; 12(3):18-28. DOI: 10.21569/2222-7415-2022-12-3-18-28.

Статья получена: 16.05.22

Статья принята: 15.08.22

RADIOLOGY OF ORBITAL STRUCTURES' TUMORS

Israelyan Sh.O., Serova N.S., Pavlova O.Yu., Babkova A.A., Putilo D.V., Shchekoturov I.O.

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University. Moscow, Russia.

Neoplasms of the orbit in the structure of ophthalmic oncological pathology account for 11-27% in adults and 25-35.2% in children. Primary tumors dominate among all neoplasms of the orbit and in most cases (64-89%) are benign processes, less often (20-39%) – malignant tumors. Orbital neoplasms are a dangerous condition due to their proximity to important anatomical structures, including the organ of vision and the brain. In malignant tumors, due to the infiltrative growth of the formation, there is a high risk of both tumor spread to adjacent anatomical structures and metastasis. Accurate and timely diagnosis with CT and MRI of such conditions, as well as the emergence of new research methods, can significantly facilitate the choice of further tactics for managing and treating patients, as well as minimizing the risks of postoperative complications.

Keywords: meningioma, cavernous hemangioma, pseudotumor, CT, MRI, fMSCT.

Corresponding author: IsraelyanSh.O., e-mail: dr.israelyan@bk.ru

Received: 16.05.22

Accepted: 15.08.22

Орбиты представляют собой небольшое анатомическое пространство с широким спектром важных структур внутри, обеспечивающих жизнедеятельность и функции органа зрения. Мышечный конус, состоящий из четырех прямых глазодвигательных мышц, делит орбиту на внутриконусное и внеконусное отделения (рис. 1). Внутриконусное отделение содержит глазное яблоко, комплекс зрительного нерва и оболочек, сосуды глаза и нервы [1, 2]. Внеконусный отдел состоит из костных стенок орбиты, жировой клетчатки и слезной железы. Орбитальная перегородка и веко образуют передний или пресептальный отделы. Локализация пора-

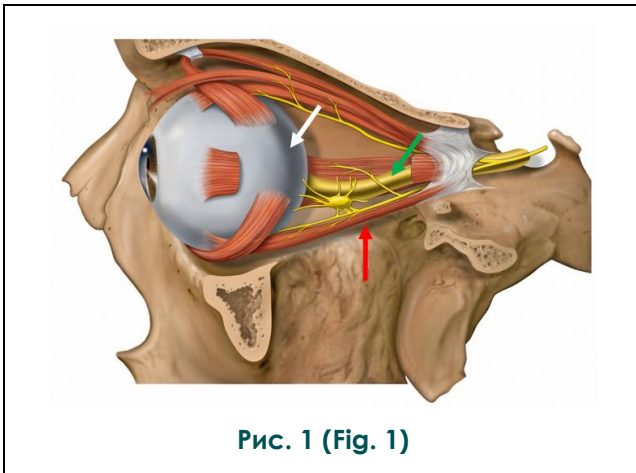


Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. Схема. Анатомия структур орбиты.

Прямые глазодвигательные мышцы (красная стрелка) делят орбиту на внутриконусное и внеконусное отделения. Внутриконусное отделение содержит глазное яблоко (белая стрелка), зрительный нерв (зеленая стрелка), сосуды и нервы, жировую клетчатку. Внеконусный отдел состоит из костных стенок орбиты, жировой клетчатки и слезной железы [5].

Fig. 1. Scheme. Anatomy of the orbital structures.

Four rectus oculomotor muscles (red arrow) divide the orbit into intraconal and extraconal compartments. There are globe (white arrow), optic nerve (green arrow), vessels and nerves, fat tissue in the intraconal space. The extraconal section consists of the orbital bone walls, fat tissue and lacrimal gland [5].

жений орбиты в этих конкретных отделах помогает упростить диагностический подход и сузить список дифференциальных диагнозов [2 - 4].

Новообразования орбиты в структуре офтальмоонкологической патологии составляют 11-27% у взрослых и 25-35,2% у детей [3, 4]. Первичные опухоли доминируют среди всех новообразований орбиты и в большинстве случаев (64-89%) представлены доброкачественными процессами, реже (20-39%) – злокачественными опухолями [3 - 5]. Развитие опухоли в орбитальном пространстве приводит к компрессии ее структур, вызывая появление различных офтальмологических симптомов – экзофтальма, отека периорбитальных тканей, ограничения подвижности глаза, птоза, двоения, боли. Сдавление опухолью зрительного нерва (ЗН) и заднего полюса глаза вызывает снижение зрительных функций вплоть до полного исчезновения зрения. При злокачественных опухолях за счет инфильтративного роста образования имеется высокий риск распространения опухоли на сопредельные анатомические структуры и метастазирования [5, 6].

Дифференциальная диагностика опухолей орбиты играет важную роль в выборе тактики лечения, определении хирургического подхода и прогноза у больных с данной нозологией. В данном обзоре рассмотрено применение всех методов лучевой диагностики, включая новую современную методику фМСКТ, при визуализации новообразований орбиты.

Менингиома оболочек зрительного нерва.

Менингиома оболочек зрительного нерва (МОЗН) – наиболее распространенная первичная опухоль, возникающая из оболочек зрительного нерва. Это доброкачественная, медленно растущая опухоль, на долю которой приходится около 5% первичных опухолей орбиты и 2% всех менингиом [7]. Первичные МОЗН возникают из внутриорбитального сегмента зрительного нерва, в то время как вторичные МОЗН являются внутриорбитальными продолжениями внутричерепных опухолей. Однако, первичный МОЗН может распространяться внутрь черепа, вовлекая контралатеральный зрительный нерв. МОЗН обычно проявляется медленно прогрессирующей безболезненной потерей зре-

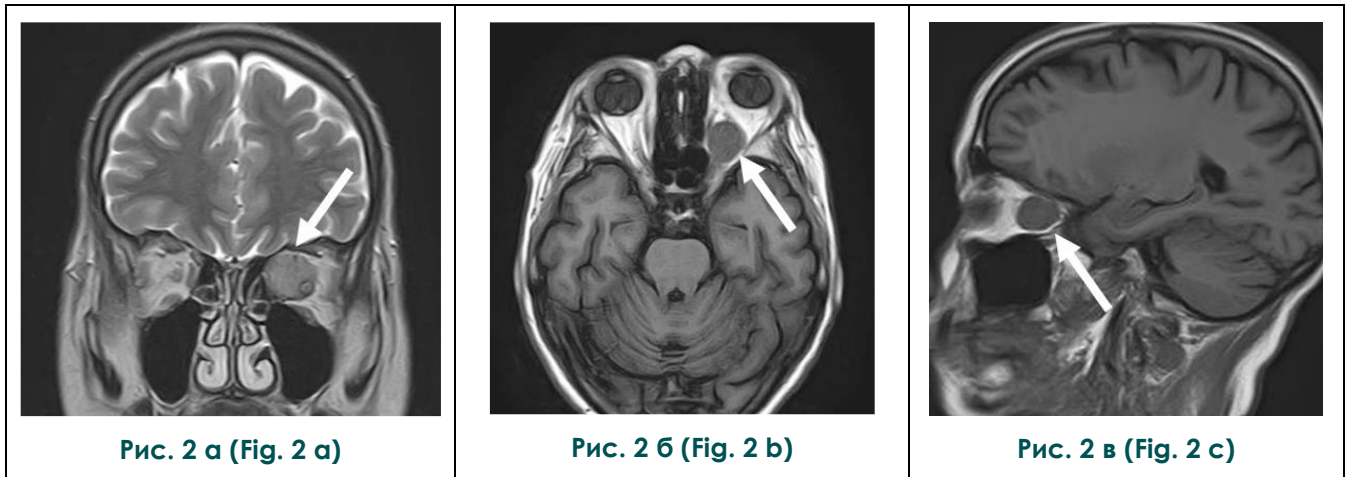


Рис. 2. МРТ орбит, а – T2-взвешенное изображение, корональная плоскость, б – T1-вешенное изображение, аксиальная плоскость, в – T1-вешенное изображение, сагиттальная плоскость (собственное наблюдение).

Визуализируется мягкотканное округлое образование в области левого зрительного нерва, при гистологическом исследовании – менингиома (стрелка).

Fig. 2. Orbital MRI, а – T2-weighted image, coronal plane, б – T1-weighted image, axial plane, с – T1-weighted image, sagittal plane (author's case).

A soft tissue round mass is visualized within the left optic nerve, histological examination – meningioma (arrow).

ния (с сохранением центрального поля зрения) и прогрессирующим проптозом. Несмотря на доброкачественность, эти опухоли имеют тенденцию к рецидивированию [8, 9].

Магнитно-резонансная томография (МРТ) является методом выбора для оценки распространения МОЗН. При менингиоме зрительного нерва определяется изоинтенсивный зрительному нерву и другим мягкотканым структурам сигнал на T1-взвешенных изображениях (рис. 2). На T2-взвешенных изображениях образование вариабельно гипер- или гипоинтенсивно в зависимости от степени кальциноза и гистологического подтипа. Для более точной диагностики используются изображения с подавлением сигнала от жировой ткани и исследование с введением контрастного препарата, при котором отмечается однородное умеренное или интенсивное контрастирование опухоли при отсутствии контрастирования окруженного опухолью зрительного нерва (симптом «трамвайных путей» на аксиальных изображениях/симптом «мишени» на корональных изображениях) [9, 10]. При диффузионно-взвешенной МРТ определяется ограничение диффузии с низкими значениями ADC (по данным Sepahdari et al. значения ADC для менингиомы – $0.79-1.04 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{c}$) [11, 12].

При компьютерной томографии (КТ)

визуализируется утолщение или образование в области зрительного нерва, в 1/2-1/3 случаев наблюдается характерный линейный или точечный кальциноз. При отсутствии кальциноза опухоль имеет ту же плотность, что и другие мягкие ткани (рис. 3). При введении контрастного препарата определяется однородное умеренное контрастирование, а также симптом «трамвайных путей» (контрастирование опухоли вокруг зрительного нерва), однако данный симптом не является патогномоничным [9, 10].

При функциональной МСКТ ограниченные движения зрительного нерва и отсутствие границ между образованием и зрительным нервом во время движения являются диагностическими критериями для подтверждения наличия образования в структуре зрительного нерва (рис. 4) [13].

Кавернозная венозная мальформация орбиты (гемангиома).

Кавернозная гемангиома (КГ) – самое частое новообразование орбиты у взрослых, вторая по распространенности причина одностороннего экзофтальма, которая составляет 4% от всех опухолей орбиты [9, 14]. Считается, что кавернозная гемангиома является не истинной опухолью, а пороком развития сосудов. Ее относят к гамартомам – опухолеподобным образованиям, возникающим в результате нарушения эмбрионально

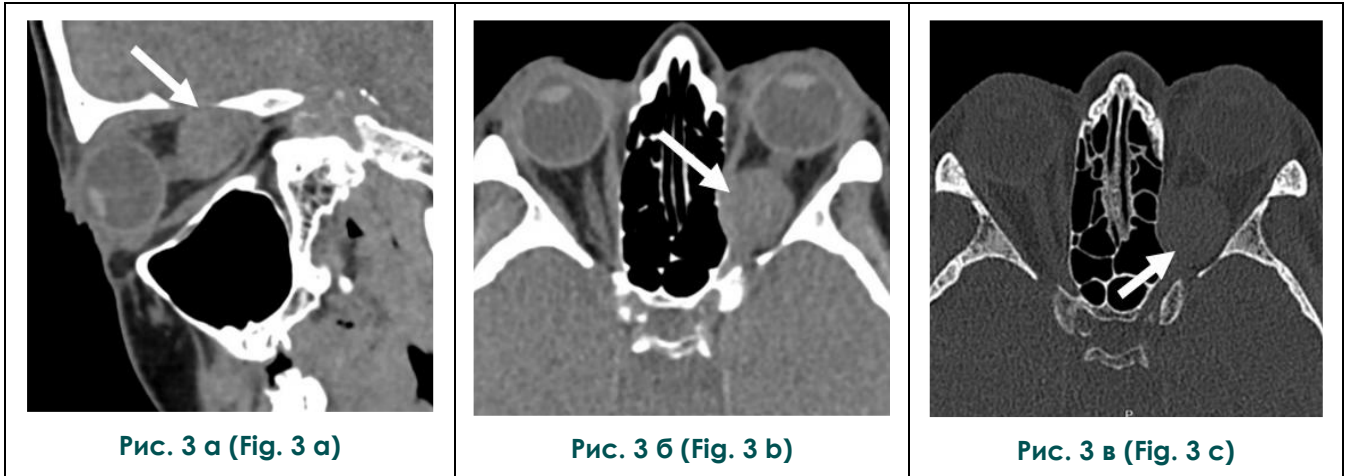


Рис. 3. КТ орбит, а – сагиттальная реконструкция, режим мягкотканного окна, б – аксиальный срез, режим мягкотканного окна, в – аксиальный срез, режим костного окна (собственное наблюдение).

Визуализируется мягкотканное образование в области левого зрительного нерва, а также компрессия медиальной стенки орбиты без признаков костной деструкции (стрелка).

Fig. 3. Orbital CT, a – sagittal reconstruction, soft tissue window mode, b – axial plane, soft tissue window mode, c – axial plane, bone window mode, (author's case).

A soft tissue mass is in the area of the left optic nerve, as well as compression of the medial orbital wall without signs of bone destruction (arrow).

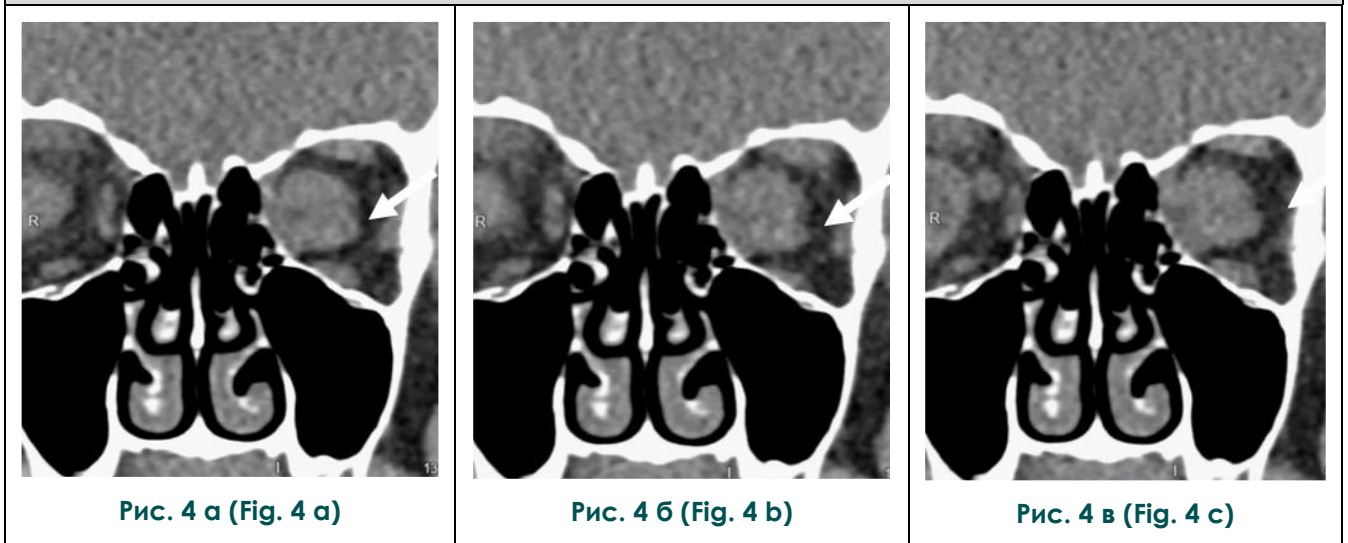


Рис. 4. фМСКТ орбит, а, б, в – корональная реконструкция, режим мягкотканного окна.

Во всех фазах движения глаза границы между зрительным нервом и образованием не определяется (стрелка), (собственное наблюдение).

Fig. 4. fMSCT of orbits, a, b, c – coronal reconstruction, soft tissue window mode.

In all phases of eye movement, the boundaries between the optic nerve and the mass are not defined (arrow), (author's case).

го развития органов и тканей и состоящим из тех же компонентов, что и орган, где они находятся, но отличающимся их неправильным расположением и степенью дифференцировки [15]. Наличие псевдокапсулы отличает кавернозную венозную мальформацию орбиты от других венозных мальформаций. Поскольку кавернозная гематома может приводить к сдавлению зрительного нерва, сосудов, а также глазодвигательных мышц, детальная диагностика и выбор дальнейшей тактики имеет важное значение. Немаловажно отметить косметический дефект при значительном увеличении гемангиомы, что может привести к снижению качества жизни пациента. Хирургическое удаление опухоли показано при нарушении зрительных функций или значительном косметическом

Ухудшение подвижности глазного яблока происходит вследствие повреждения глазодвигательных мышц и/или нервов.

При КТ кавернозная гемангиома визуализируется как хорошо очерченная, мягкотканная структура, однородной плотности (рис. 5). Образование имеет тенденцию смещать и окружать такие соседние структуры, как мышцы и зрительный нерв, но не вызывать прямую инвазию [9, 15]. Флеболиты встречаются крайне редко. При введении контрастного препарата определяется его интенсивное накопление образованием, более выраженное по периферии, с последующим гомогенным контрастированием в отсроченной фазе.

При МРТ на T1-взвешенных изображениях кавернозная гемангиома изоинтенсив-

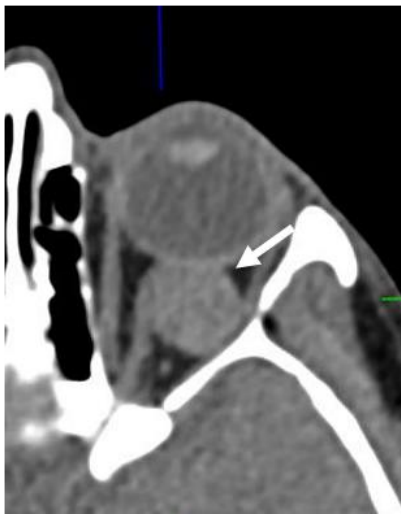


Рис. 5 а (Fig. 5 a)



Рис. 5 б (Fig. 5 b)

Рис. 5. КТ орбит. а – аксиальный срез, режим мягкотканного окна, б – корональная реконструкция, режим мягкотканного окна (собственное наблюдение).

Образование округлой формы с четкими контурами, плотно прилегающее к зрительному нерву и заднему полюсу глазного яблока. По статическим изображениям невозможно определить границу между зрительным нервом и образованием (стрелка).

Fig. 5. CT of orbits. a – axial slice, soft tissue window mode, b – coronal reconstruction, soft tissue window mode (author's case).

In the left orbit there is a round mass with clear contours, tightly adjacent to the optic nerve and the posterior pole of the eyeball. From static images it is impossible to determine the boundary between the optic nerve and the mass (arrow).

дефекте, связанном с экзофтальмом и/или косоглазием. Как и любая орбитотомия, удаление КГ сопряжено с риском осложнений, самым тяжелым из которых является потеря зрения. Удаление массивных опухолей орбиты усложняется при плотном сращении тканей, уменьшенном рабочем пространстве и ограниченной визуализации при диссекции задней части новообразования [1, 2, 14, 15].

на относительно глазодвигательных мышц, может визуализироваться псевдокапсула в виде гипоинтенсивного пояса (рис. 6). На T2-взвешенных изображениях выглядит гиперинтенсивным, могут визуализироваться внутренние перегородки, особенно в крупных образованиях. При МРТ с внутривенным контрастированием визуализируется неравномерное контрастирование, более выра-



Рис. 6 а (Fig. 6 а)



Рис. 6 б (Fig. 6 б)

Рис. 6. МРТ орбит. а – T2-взвешенное изображение, аксиальная плоскость, б – T1-взвешенное изображение с подавлением сигнала от жировой ткани, с введением контрастного препарата, аксиальная плоскость.

В ретробульбарном отделе левой орбиты определяется образование, с четкими ровными контурами, с гетерогенным сигналом на T2-взвешенных изображениях, интенсивно накапливающее контрастный препарат (стрелка) [15].

Fig. 6. MRI of orbits. а – T2-WI, axial plane, б – T1-WI, FatSat, CE, axial plane.

In the retrobulbar region of the left orbit, there is a mass with clear, even contours, with a heterogeneous signal on T2-WI and intensively accumulating contrast agent (arrow) [15].



Рис. 7 а (Fig. 7 а)



Рис. 7 б (Fig. 7 б)



Рис. 7 в (Fig. 7 с)

Рис. 7. фМСКТ орбит, а, б, в – корональная реконструкция, режим мягкотканного окна.

Граница между зрительным нервом и образованием визуализируется четче, чем при статическом исследовании (стрелка), (собственное наблюдение).

Fig. 7. fMSCT of orbits, а, б, с – coronal reconstruction, soft tissue window mode.

The border between the optic nerve and the mass is better visualized than in a static study (arrow), (author's case).

женное по периферии, с последующим гомогенным накоплением контрастного препарата на постконтрастных изображениях [9, 15].

ФМСКТ дополнительно позволяет оценить взаимоотношение образования к мягкотканым структурам орбиты (рис. 7). Так как кавернозная гемангиома – образование, не исходящее из мышц и нерва, то во время движения глаза границы между зрительным нервом, мышцами и образованием будут прослеживаться четче, чем при статическом исследовании [13, 16].

Некоторые авторы связывают возникновение заболевания с острым и/или хроническим воспалением околоносовых синусов. В последние годы большинство учёных придерживается версии об аутоиммунной природе заболевания [9, 14]. В качестве провоцирующих факторов могут выступать инфекционные заболевания, в частности стрептококковый фарингит, острые респираторные вирусные инфекции (ОРВИ), боррелиоз. А также известно, что воспаление орбиты развивается при ряде ревматических



Рис. 8 а (Fig. 8 а)



Рис. 8 б (Fig. 8 б)

Рис. 8. КТ орбит. а – корональная реконструкция, режим мягкотканного окна, б – аксиальный срез, режим мягкотканного окна, (собственное наблюдение).

В задне-медиальном отделе левой орбиты визуализируется мягкотканое содержимое с нечеткими, неровными контурами. При статическом исследовании границы между содержимым и зрительным нервом, медиальной и верхней прямыми глазодвигательными мышцами отсутствуют (стрелка).

Fig. 8. CT of orbits. а – coronal reconstruction, soft tissue window mode, б – axial section, soft tissue window mode, (author's case).

In the posterior medial section of the left orbit, there is a soft tissue contents with uneven contours. In a static study, there are no boundaries between the pathological process and the optic nerve, the medial and superior rectus oculomotor muscles (arrow).

Псевдотумор.

Псевдотумор орбиты (неспецифическое воспаление орбиты) относится к идиопатическим заболеваниям мягкотканых структур орбиты неизвестной природы, чаще всего является диагнозом исключения. Заболевание характеризуется воспалением мягких тканей орбиты с лимфоцитарной инфильтрацией и последующим развитием фиброза орбитальной клетчатки и мышц. В структуре болезней орбиты псевдотумор орбиты занимает 3 место после эндокринной офтальмопатии и лимфомы орбиты [1, 2, 17]. Частота встречаемости по данным различных авторов составляет от 6,3% до 23,2% от всей орбитальной патологии. На сегодняшний день этиология псевдотумора остается неизвест-

заболеваний: ревматоидный артрит, системная красная волчанка, болезнь Крона [9, 17]. По локализации псевдотумор чаще всего односторонний, в 25% случаев – двусторонний. Классифицируется в зависимости от пораженной зоны на: миозит (глазодвигательные мышцы), дакриoadенит (слезная железа), передний (глазное яблоко, ретробульбарные структуры орбиты), диффузный (мультифокальный внутри/вне мышечного конуса), апикальный (верхушка орбиты, распространение в череп), также встречаются такие варианты заболевания, как Tolosa-Hunt, склерозирующий, IgG4-ассоциированное заболевание [18].

Клиническая картина псевдотуморозного воспаления многообразна и часто может

имитировать злокачественное новообразование, что обуславливает необходимость проведения полноценного диагностического обследования. Заболевание, как правило, начинается остро: внезапно появляется отек, покраснение век, боли в орбите и области лба, экзофтальм, хемоз конъюнктивы [14, 17]. Склероз орбиты является завершающей стадией всех клинических форм продуктивного процесса и развивается у каждого второго больного с псевдотумором, который страдает заболеванием больше 1 года [9, 17, 18].

взвешенных изображениях с подавлением сигнала от жировой ткани патологический субстрат изо- или слегка гиперинтенсивен по сравнению с мышцами (рис. 9). Неблагоприятным прогностическим признаком является гипоинтенсивный сигнал пораженных тканей на T2-взвешенных изображениях с подавлением сигнала от жировой ткани из-за клеточной инфильтрации и фиброза, такие изменения зачастую трудно поддаются лечению и являются характерным признаком IgG4-ассоциированного заболевания. При внутривенном контрастировании определя-



Рис. 9 а (Fig. 9 а)



Рис. 9 б (Fig. 9 б)

Рис. 9. МРТ орбит. а – T2-взвешенное изображение, аксиальная плоскость, б – T1-взвешенное изображение с подавлением сигнала от жировой ткани, с введением контрастного препарата, аксиальная плоскость.

В ретробульбарном отделе правой орбиты определяется патологическое содержимое, интенсивно накапливающее контрастный препарат. Правосторонний экзофтальм (стрелка) [9].

Fig. 9. MRI of orbits. a – T2-WI, axial plane, b – T1-WI, FatSat, CE, axial plane.

In the retrobulbar section of the right orbit, pathological content is determined, intensively accumulating contrast agent. Right-sided exophthalmos is visible (arrow) [9].

При КТ отмечается патологическое мягкотканное содержимое в орбите, повышение объема поражённых тканей, в частности, увеличение глазодвигательных мышц, утолщение склеры, слезной железы (рис. 8). При введении контрастного препарата определяется умеренное диффузное неоднородное контрастирование поражённых структур. Изредка псевдотумор вызывает перестройку или эрозивные изменения костной ткани [9, 18].

При МРТ поражённые ткани гипоинтенсивны и склерозированы на T1-взвешенных изображениях, на T2-

ется умеренное/выраженное диффузное контрастирование поражённых тканей [9, 17 - 19].

При фМСКТ можно получить дополнительную диагностическую информацию о движении и взаимосвязи мягкотканых структур орбиты между собой, а также с патологическим процессом (рис. 10). Поэтому изучение фМСКТ-критериев при псевдотуморе орбиты представляется перспективным направлением [13, 16, 18, 20].

Заключение.

Методы лучевой диагностики играют крайне важную роль в диагностике и оценке

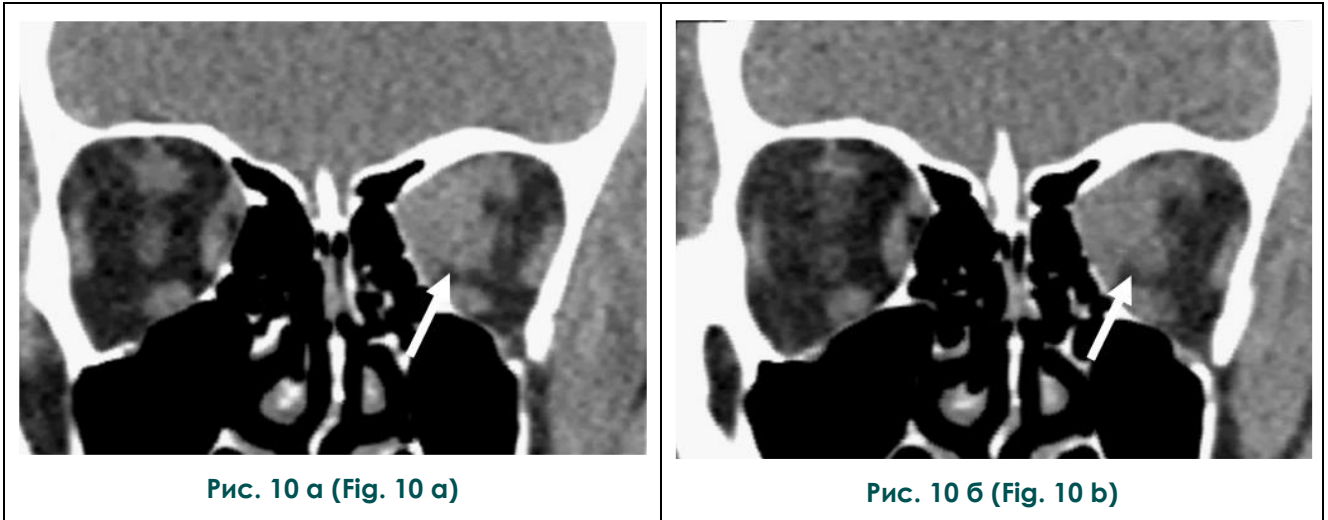


Рис. 10. а – МСКТ, орбиты, корональная реконструкция, статическое исследование, б – фМСКТ, орбиты, корональная реконструкция, функциональное исследование, (собственное наблюдение).

Контуры левого зрительного нерва прослеживаются более четко при функциональном исследовании, чем при статической КТ.

Fig. 10. а – MSCT, orbits, coronal reconstruction, static study, б – fMSCT, orbits, coronal reconstruction, functional study, (author's case).

The contours of the left optic nerve can be seen more clearly on functional examination than on static CT.

орбитальных новообразований, дополняя результаты инструментальных и клинических офтальмологических обследований. Комплексный подход к оценке заболеваний орбиты с учетом гистологического исследования облегчает дифференциально-диагностическую задачу для этой сложной группы заболеваний. Точные описания локализации поражения, вовлеченных отделов орбиты, распространения на верхушку орбиты или вдоль периневральных путей и связанных с ними внутричерепных аномалий предоставляют информацию, выходящую за рамки того, что можно увидеть при офтальмоскопии, тем самым способствуют выбору наиболее оптимальной тактики лечения пациента.

На сегодняшний день компьютерная и магнитно-резонансная томография являются методами выбора в диагностике новообразований орбиты, однако функциональная МСКТ является новым перспективным методом в обследовании пациентов с данной патологией. Несмотря на то, что постановка диагноза новообразования орбиты требует комплексного клиничко-лучевого обследования, фМСКТ позволяет получить точную информацию о взаимоотношениях между образованием и структурами орбиты. Отличительной особенностью фМСКТ является возможность оценки движений структур орбиты

во время исследования, благодаря этому появляется возможность получения дополнительной диагностической информации о взаимоотношениях костных и мягкотканых структур орбиты с образованием в рамках предоперационного планирования, а также послеоперационного мониторинга данной категории пациентов.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Работа выполнена в рамках реализации Гранта Президента РФ при поддержке Ведущей научной школы НШ-599.2022.3 «Неинвазивные функциональные технологии лучевой медицины в скрининге, ранней диагностике, мониторинге лечения и контроле реабилитации социально значимых заболеваний» (Руководитель Н.С. Серова). Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Funding source.

The work is presented as part of the implementation grant of the President of Russian Federation for supporting the leading scientific school NШ-599.2022.3 “Non-invasive functional radiological technologies in screening, early diagnostics and treatment and rehabilitation follow-up of socially significant diseases” (the leader – N.S. Serova).

Список литературы:

1. Бровкина А. Ф. Новообразования орбиты. М., Медицина, 1974. 256 с.
2. Бровкина А. Ф. Болезни орбиты. М., Медицина, 1999. 238 с.
3. Goh P.S., Gi M.T., Charlton A., Tan C., GangadharaSundar J.K., Amrith S. Review of orbital imaging. *Eur J Radiol.* 2008; 66: 387-395.
4. Heran F., Berges O., Blustajn J. et al. Tumor pathology of the orbit. *DiagnIntervImaging.* 2014; 95: 933-944.
5. Gaillard, F., Skalina, T. Orbit. Reference article. *Radiopaedia.org.* (accessed on 14 Sep 2022) <https://doi.org/10.53347/rID-1780>
6. Терентьева Л. С. Диагностика и хирургическое лечение новообразований орбиты. *Офтальмол. журн.* 2000; 3: 4-8.
7. Lee A.G., Johnson M.C., Policeni B.A., Smoker W.R. Imaging for neuro-ophthalmic and orbital disease – a review. *ClinExpOphthalmol.* 2009; 37: 30-53.
8. Berete R., Vignal-Clermont C., Boissonnet H., Héran F., Morax S. Optic nerve sheath meningioma: diagnosis and new treatment options, a case study of monocular blindness during pregnancy. *J Fr Ophtalmol.* 2006; 29 (4): 426-431.
9. Becker M., Masterson K., Delavelle J., Viallon M., Vargas M.I., Becker C.D. Imaging of the optic nerve. *Eur J Radiol.* 2010; 74: 299-313.
10. Harnsberger H.R., Glastonbury C.M., Michel M.A. et al. *Diagnostic Imaging: Head and Neck.* Lippincott Williams & Wilkins. 2010. ISBN:1931884781.
11. Sepahdari A.R., Aakalu V.K., Setabutr P., Shiehmorteza M., Naheedy J.H., Mafee M.F. Indeterminate orbital masses: restricted diffusion at MR imaging with echo-planar diffusion-weighted imaging predicts malignancy. *Radiology.* 2010; 256: 554-564.
12. Sepahdari A.R., Politi L.S., Aakalu V.K., Kim H.J., Razek

References:

1. Brovkina A. F. Neoplasms of the orbit. M., Medicine, 1974. 256 p. (in Russian).
2. Brovkina A. F. Diseases of the orbit. M., Medicine, 1999. 238 p. (in Russian).
3. Goh P.S., Gi M.T., Charlton A., Tan C., GangadharaSundar J.K., Amrith S. Review of orbital imaging. *Eur J Radiol.* 2008; 66: 387-395.
4. Heran F., Berges O., Blustine J. et al. Tumor pathology of the orbit. *DiagnIntervImaging.* 2014; 95: 933-944.
5. Gaillard, F., Skalina, T. Orbit. Reference article. *Radiopaedia.org.* (accessed on 14 Sep 2022) <https://doi.org/10.53347/rID-1780>
6. Terentyeva L. S. Diagnosis and surgical treatment of neoplasms of the orbit. *Ophthalmol. magazine* 2000; 3: 4-8 (in Russian).
7. Lee A.G., Johnson M.C., Policeni B.A., Smoker W.R. Imaging for neuro-ophthalmic and orbital disease – a review. *ClinExpOphthalmol.* 2009; 37: 30-53.
8. Berete R., Vignal-Clermont C., Boissonnet H., Héran F., Morax S. Optic nerve sheath meningioma: diagnosis and new treatment options, a case study of monocular blindness during pregnancy. *J Fr Ophthalmol.* 2006; 29(4): 426-431.

- A.A. Diffusion-weighted imaging of orbital masses: multi-institutional data support a 2-ADC threshold model to categorize lesions as benign, malignant, or indeterminate. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2014; 35: 170-175.
13. Серова Н.С., Саакян С.В., Израелян Ш.О., Павлова О.Ю., Амирян А.Г. Возможности функциональной мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике новообразования орбиты. *Российский электронный журнал лучевой диагностики.* 2018; 8 (1): 187-193.
14. Rao A.A., Naheedy J.H., Chen J.Y., Robbins S.L., Ramkumar H.L. A clinical update and radiologic review of pediatric orbital and ocular tumors. *J Oncol.* 2013: 975908.
15. Héran F. Imaging of orbital masses. *Neurochirurgie.* 2010; 56 (2-3): 89-120.
16. Чупова Н.А., Бодрова И.В., Терновой С.К., Груша Я.О., Данилов С.С. Роль функциональной мультиспиральной компьютерной томографии в определении сократимости прямых мышц при травме орбиты. *Медицинская радиология и радиационная безопасность.* 2012; 57 (5): 47-53.
17. Терентьева Л.С., Бабкина Т.И. Значение компьютерной томографии в комплексной диагностике воспалительных псевдоопухлей орбиты. *Офтальмол. журн.* 1996; 1: 5-9.
18. Лихванцева В. Г. Псевдотумор орбиты воспалительного характера. *Вестник офтальмол.* 2001; 3: 7-10.
19. Fatima Z., Ichikawa T, Ishigame K. et al. Orbital masses: the usefulness of diffusion-weighted imaging in lesion categorization. *ClinNeuroradiol.* 2014; 24: 129-134.
20. Павлова О.Ю., Серова Н.С. Протокол мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике травм средней зоны лица. *REJR.* 2016; 6 (3): 48- 53. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-48-53.

9. Becker M., Masterson K., Delavelle J., Viallon M., Vargas M.I., Becker C.D. Imaging of the optic nerve. *Eur J Radiol.* 2010; 74: 299-313.
10. Harnsberger H.R., Glastonbury C.M., Michel M.A. et al. *Diagnostic Imaging: Head and Neck.* Lippincott Williams & Wilkins. 2010. ISBN:1931884781.
11. Sepahdari A.R., Aakalu V.K., Setabutr P., Shiehmorteza M., Naheedy J.H., Mafee M.F. Indeterminate orbital masses: restricted diffusion at MR imaging with echo-planar diffusion-weighted imaging predicts malignancy. *radiology.* 2010; 256: 554-564.
12. Sepahdari A.R., Politi L.S., Aakalu V.K., Kim H.J., Razek A.A. Diffusion-weighted imaging of orbital masses: multi-institutional data support a 2-ADC threshold model to categorize lesions as benign, malignant, or indeterminate. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2014; 35: 170-175.
13. Serova N.S., Saakyan S. V., Israelyan Sh. O., Pavlova O. Yu. Possibilities of functional multislice computed tomography in the diagnosis of orbital neoplasm. *Russian Electronic Journal of Radiation Diagnostics.* 2018; 8(1): 187-193 (in Russian).
14. Rao A.A., Naheedy J.H., Chen J.Y., Robbins S.L.,

- Ramkumar H.L. A clinical update and radiological review of pediatric orbital and ocular tumors. *J Oncol.* 2013; 975908.
15. Heran F. Imaging of orbital masses. *Neurochirurgie.* 2010; 56(2-3): 89-120.
16. Chupova N.A., Bodrova I.V., Ternovoy S.K., GrushaYa.O., Danilov S.S. The role of functional multislice computed tomography in determining the contractility of the rectus muscles in orbital trauma. *Medical radiology and radiation safety.* 2012; 57(5):47-53 (in Russian).
17. Terent'eva L.S., Babkina T.I. The value of computed tomography in the complex diagnosis of inflammatory pseudotumors of the orbit. *Ophthalmol.magazine* 1996; 1:5-9 (in Russian).
18. Likhvantseva V.G. Inflammatory pseudotumor of the orbit. *Bulletin oftalmol.* 2001; 3:7-10 (in Russian).
19. Fatima Z., Ichikawa T., Ishigame K. et al. Orbital masses: the usefulness of diffusion-weighted imaging in lesion categorization. *ClinNeuroradiol.* 2014; 24:129-134.
20. Pavlova O.Yu., Serova N.S. Protocol for multislice computed tomography in the diagnosis of midface injuries. *REJR.* 2016; 6 (3): 48-53. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-48-53 (in Russian).