

НЕЭХОПЛАНАРНЫЕ ДИФфуЗИОННО-ВЗВЕШЕННЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ХОЛЕСТЕАТОМЫ ВИСОЧНОЙ КОСТИ

Коробкин А.С.¹, Акчурина Э.Д.¹, Ларина О.М.¹, Ализада Э.Э.^{1,2},
Серова Н.С.², Серебрякова И.Ю.¹

1 – ФГБУ НМИЦ Оториноларингологии ФМБА России. г. Москва, Россия.

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

Холестеатома височной кости является одной из актуальных проблем современной оториноларингологии. В статье представлен обзор основных методов лучевой диагностики, использующихся для выявления этой патологии, их достоинства и недостатки. Описана новая методика магнитно-резонансной томографии, особенно эффективная в диагностике холестеатомы – неэхопланарные диффузионно-взвешенные изображения (non-EPI DWI). С помощью non-EPI DWI можно дифференцировать холестеатому от другого патологического содержимого в среднем ухе. Особую роль эта методика имеет у пациентов после хирургического лечения, так как позволяет визуализировать холестеатому на фоне рубцовой ткани и жидкости и устраняет необходимость ревизионной операции.

Ключевые слова: холестеатома, височные кости, МРТ, КТ, non - EPI DWI, лучевая диагностика.

Контактный автор: Коробкин А. С., e-mail: akorobkin@inbox.ru.

Для цитирования: Коробкин А.С., Акчурина Э.Д., Ларина О.М., Ализада Э.Э., Серова Н.С., Серебрякова И.Ю. Неэхопланарные диффузионно-взвешенные изображения в диагностике холестеатомы височной кости. REJR 2023; 13(2):128-137. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-2-128-137.

Статья получена: 16.04.23

Статья принята: 02.06.23

NON-ECHOPLANAR DIFFUSION-WEIGHTED IMAGES IN THE DIAGNOSIS OF TEMPORAL BONE CHOLESTEATOMA

Korobkin A.S.¹, Akchurina. E.D. ¹, Larina O.M. ¹, Alizada E.E ^{1,2},
Serova N.S.², Serebryakova I.YU.²

1 – National Medical Research Center of Otorhinolaryngology of the Federal Medical and Biological Agency. Moscow, Russia.

2 – Sechenov University. Moscow, Russia.

Сholesteatoma of the temporal bone is one of the current problems of modern otorhinolaryngology. The article presents a review of the main methods of radiological diagnostics used for revealing this pathology, their advantages and disadvantages. A new sequence of magnetic resonance imaging especially effective in diagnostics of cholesteatoma is described - nonechoplanar diffusion-weighted imaging (non-EPI DWI). Non-EPI DWI allows to differentiate cholesteatoma from other pathological content in the middle ear. This sequence has a special role in patients after surgical treatment because it allows to visualize cholesteatomas against the background of scar tissue and fluid and eliminates the need for revision surgery.

Keywords: cholesteatoma, temporal bones, MRI, CT, non-EPI DWI, CPA, diagnostic imaging.

Corresponding author: Korobkin A. S., e-mail: akorobkin@inbox.ru.

For citation: Korobkin A.S., Akchurina. E.D., Larina O.M., Alizada E.E., Serova N.S., Serebryakova I.YU. Non-echoplanar diffusion-weighted images in the diagnosis of temporal bone cholesteatoma. REJR 2023; 13(2):128-137. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-2-128-137.

Received: 16.04.23

Accepted: 02.06.23

Одной из важных проблем в оториноларингологии является холестеатома височной кости, которой страдает не менее 5 миллионов людей в мире [5]. Как указывает Е. Olszewska с соавторами, ежегодно заболеваемость холестеатомой составляет 3 на 100 000 детей и 9,2 на 100 000 взрослых. Чаще всего холестеатома среднего уха поражает трудоспособное население (моложе 50 лет), что делает ее острой социально-экономической проблемой [6]. Несмотря на доброкачественную, неопухолевую природу, это заболевание может значительно ухудшать качество жизни и приводить к инвалидизации пациента.

Холестеатома обычно представляет собой кистозную структуру, состоящую из скопления слущенного ороговевающего многослойного плоского эпителия и кератина, окруженного фиброзным матриксом [3]. Природа заболевания многофакторная и включает инфекционно-воспалительные процессы, травмы, генетический и аллергический факторы. Чаще всего холестеатома локализуется в среднем ухе и в ячейках сосцевидных отростков, изредка – в наружном слуховом проходе, в верхушке пирамиды височной кости. Согласно совместному консенсусу Европейской академии отологии и нейроотологии (EAONO) и Японского отологического общества (JOS), холестеатому подразделяют на врожденную (характерна для детей), приобретенную (встречается в любом возрасте) и неклассифицируемую [7]. Выделяют два варианта приобретенной холестеатомы: ретракционного кармана и неретракционного кармана [19]. Холестеатома склонна к локальной инвазии и вызывает деструкцию прилежащих костных структур [19]. Вследствие нарушения подвижности или деструкции слуховых косточек у пациентов развивается кондуктивная тугоухость. Поражение лабиринта внутреннего уха приводит к нейросенсорной тугоухости, тинниту, головокружению. При холестеатоме возможно также поражение канала лицевого нерва (с развитием пареза лицевого нерва) и интракраниальное распространение.

Для диагностики холестеатомы височных костей широко используется компью-

терная томография (КТ). Кроме того, ранее пациентам назначалась МРТ с внутривенным контрастированием, так как холестеатома, в отличие от опухолей и грануляционной ткани, не накапливает контрастное вещество. Постконтрастные изображения получали через 30-45 минут после введения препаратов гадолиния, что значительно удлиняло время исследования и повышало его стоимость. В последние годы для диагностики этой патологии все шире используется неэхопланарная диффузионно-взвешенная МР-последовательность (non-EPI DWI), позволяющая с высокой точностью исключить или подтвердить диагноз холестеатомы без лучевой нагрузки на пациента и необходимости внутривенного введения контрастного препарата.

Для диагностики холестеатомы широко применяется МСКТ с тонкими срезами (0,5-0,6 мм). Как правило, на изображениях визуализируется мягкотканное образование с четкими контурами, приводящее к ретракции барабанной перепонки и деструкции прилежащих костных структур, включая слуховые косточки [2, 8]. Кроме того, МСКТ позволяет детально оценить анатомию височных костей, в том числе для планирования хирургического вмешательства и в постоперационном периоде. Точность МСКТ в диагностике холестеатомы выше при наличии деструктивных изменений височной кости, однако при отсутствии деструкции и небольших участках поражения дифференциальная диагностика может быть затруднительна. Патологическое содержимое в барабанной полости на МСКТ может быть обусловлено не только холестеатомными массами, но и жидкостью, грануляционной или рубцовой тканью, опухолевым процессом, холестеариновой гранулемой, что невозможно достоверно дифференцировать при МСКТ вследствие схожей мягкотканной плотности (рис. 1) [2]. Поэтому КТ отличается высокой чувствительностью, но низкой специфичностью. По данным Goma с соавт. [10], чувствительность МСКТ в выявлении холестеатомы составляет 92%. Специфичность КТ ниже – 80% [18].

На МРТ холестеатома имеет низкий сигнал на T1-взвешенных изображениях и

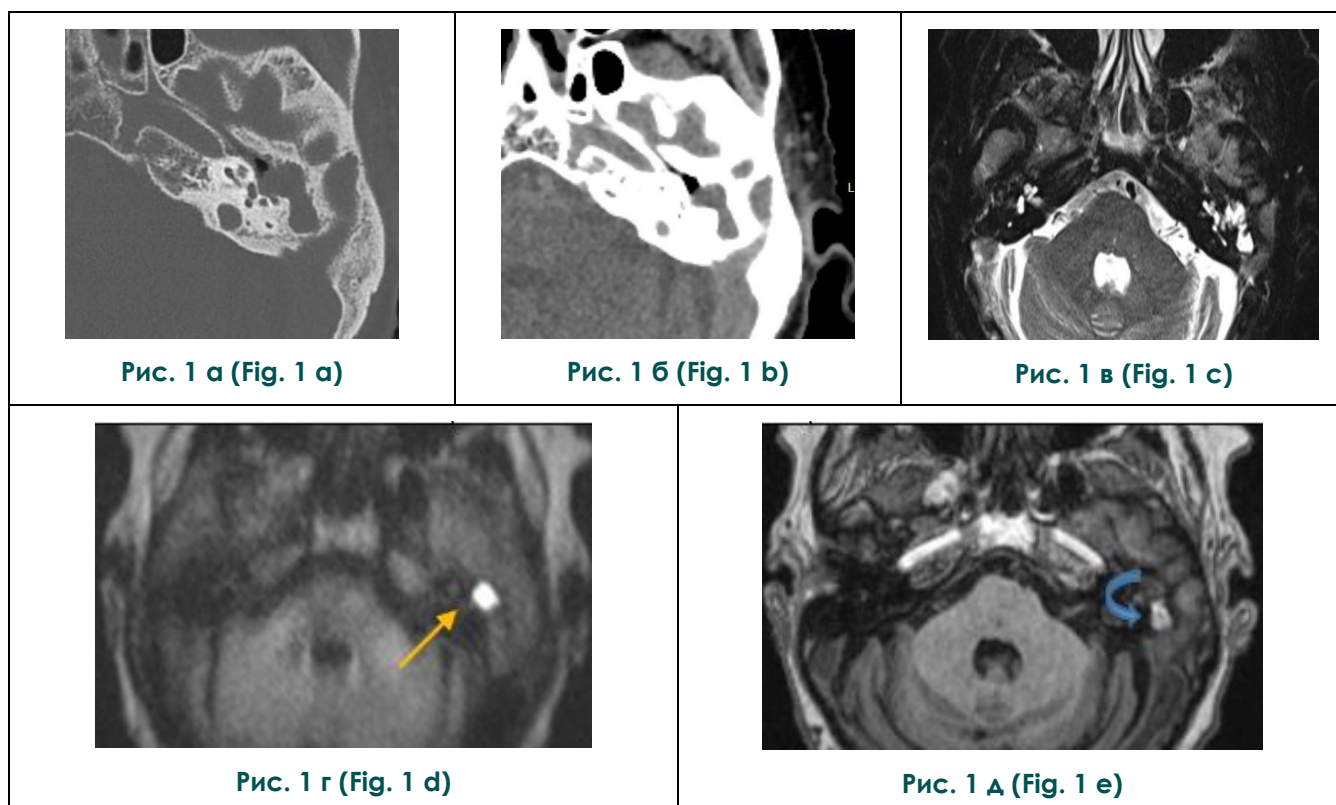


Рис. 1. КТ и МРТ височной кости, аксиальные срезы.

а – КТ, костное окно, антрум и барабанная полость заполнены содержимым. б – КТ, мягкотканное окно. в – Т2-ВИ с жироподавлением. г – Non-EPI DWI. д – Т1-ВИ. На КТ (а, б) содержимое барабанной полости и антрума имеет одинаковую мягкотканную плотность. На non-EPI DWI (г) определяется рестрикция сигнала от содержимого в барабанной полости (холестеатома, стрелка). На Т1-ВИ (д) отмечается высокий сигнал от содержимого в антруме (холестериновая гранулема, изогнутая стрелка).

Fig. 1. CT and MRI of the temporal bone, axial images.

а – CT scan, bone window, antrum and tympanic cavity filled with contents. б – CT, soft tissue window. в – T2-WI with fat suppression. д – Non-EPI DWI. е – T1-WI. On CT (а, б), the contents of the tympanic cavity and antrum have the same soft tissue density. On non-EPI DWI (д), the restriction of the signal from the contents in the tympanic cavity is determined (cholesteatoma, arrow). On T1-WI (е), there is a high signal from the contents in the antrum (cholesterol granuloma, curved arrow).

высокий сигнал на Т2-взвешенных изображениях и не накапливает контрастный препарат в отличие от грануляционной ткани и опухолей. МРТ височных костей, дополненная методикой non-EPI DWI, позволяет диагностировать или исключить холестеатому без необходимости внутривенного контрастирования. Благодаря характерной выраженной рестрикции диффузии на non-EPI DWI, холестеатома хорошо видна на фоне другого содержимого в барабанной полости или ячейках сосцевидного отростка. Ограничение диффузии молекул воды в холестеатоме, вероятнее, обусловлено маслянистой консистенцией содержащейся в ней жидкости [3].

Эта методика эффективна как у больных с хроническим гнойным средним оти-

том, так и у послеоперационных пациентов [16, 19].

В зависимости от производителя магнитно-резонансных томографов и программного обеспечения non-EPI DWI можно получить с помощью разных последовательностей, к примеру, periodically rotated overlapping parallel lines with enhanced reconstruction [PROPELLER] и half-Fourier single-shot turbo spin echo [1].

Эта последовательность имеет преимущества перед стандартными, эхопланарными, диффузионно-взвешенными изображениями (DWI) благодаря меньшей толщине среза, лучшему пространственному разрешению и отсутствию артефактов магнитной восприимчивости на границе сред [2, 3, 15] (рис. 2).

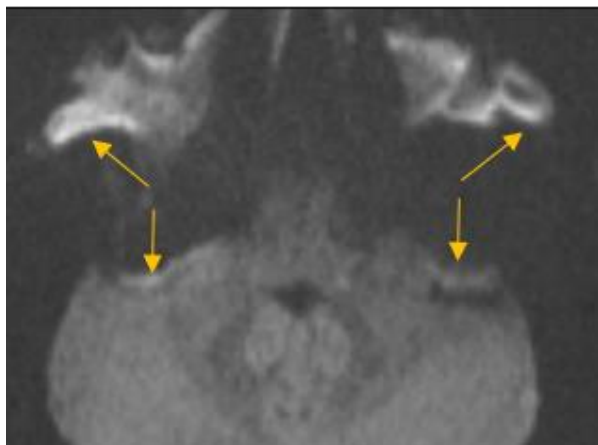


Рис. 2 а (Fig. 2 a)

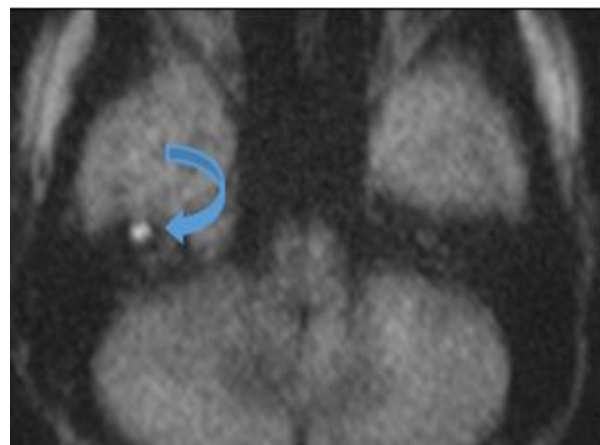


Рис. 2 б (Fig. 2 b)

Рис. 2. МРТ височной кости, аксиальные срезы.

а – На эхопланарной DWI в височных костях нет достоверных участков рестрикции диффузии. Отмечаются выраженные артефакты (стрелки) на границе пирамид височных костей и головного мозга.

б – На non-EPI DWI того же пациента артефакты магнитной восприимчивости отсутствуют, четко видны контуры височных костей и участок рестрикции диффузии, обусловленный холестеатомой (стрелка), в правой височной кости.

Fig. 2. MRI of the temporal bone, axial images.

а – On echoplanar DWI, there are no significant diffusion restriction sites in the temporal bones. Pronounced artifacts (arrows) are noted at the border of the pyramids of the temporal bones and the brain. b – On non-EPI DWI of the same patient, there are no artifacts of magnetic susceptibility, the contours of the temporal bones are clearly visible and the area of diffusion restriction caused by cholesteatoma (arrow) in the right temporal bone.

На стандартных диффузионно-взвешенных изображениях холестеатомы размером менее 5 мм, как правило, не видны, из-за чего бывают ложноотрицательные результаты. Методика non-EPI DWI позволяет визуализировать очаги размером от 2 мм [1, 17] (рис. 3).

Согласно данным Allam H.S. [17], чувствительность традиционных, эхопланарных диффузионно-взвешенных изображений в диагностике холестеатомы составляет 71,8%, специфичность 89,3%, тогда как для неэхопланарных DWI эти показатели равны 89,7% и 94,5% соответственно. Сходные результаты получили Piekarek A и соавт.: чувствительность non-EPI DWI у неоперированных и прооперированных пациентов достигала 100%, специфичность – 83,3%, тогда как для EPI DWI эти параметры были существенно ниже – 69,2% и 66,6% соответственно [13].

A. Baba [11] оценивал точность non-EI DWI в оценке распространения холестеатомы на ячейки сосцевидного отростка. По его данным чувствительность и специфичность этой методики составила 89% и 82% соответственно.

МРТ с non-EPI DWI и, при необходимости, с внутривенным контрастированием дает больше возможностей дифференцировать тип патологического содержимого в барабанной полости, по сравнению с МСКТ (рис. 4).

Неэхопланарные диффузионно-взвешенные изображения имеют первостепенное значение у пациентов, перенесших оперативные вмешательства на височных костях, особенно с сохранением целостности задней стенки наружного слухового прохода, вследствие чего послеоперационная полость недоступна отоскопическому осмотру. Наличие на КТ «сухой», полностью заполненной воздухом полости позволяет рентгенологу достоверно исключить резидуальную или рецидивную холестеатому, однако, к сожалению, такая ситуация встречается редко. Как правило, послеоперационная полость имеет содержимое: жидкость, грануляционную или рубцовую ткань, холестеатиновую гранулему, холестеатому (рис. 5).

Подозрение на наличие холестеатомы в послеоперационной полости возникает при наличии мягкотканного компонента и де-



Рис. 3 а (Fig. 3 a)

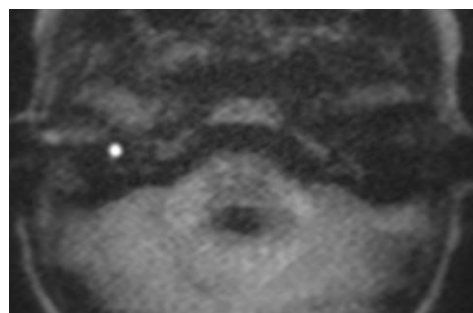


Рис. 3 б (Fig. 3 б)

Рис. 3. МРТ височной кости, аксиальные срезы.

а – T2-ВИ с жироподавлением, б – non-EPI DWI. В барабанной полости определяется холестеатома размером 2,8 мм, имеющая выраженную рестрикцию сигнала на (б) non-EPI DWI.

Fig. 3. MRI of the temporal bone, axial images.

а – T2-WI with fat suppression, б – non-EPI DWI. In the tympanic cavity, a cholesteatoma 2.8 mm in size is determined, which has a pronounced signal restriction on (b) non-EPI DWI.

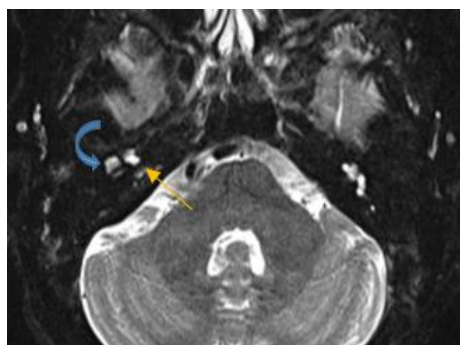


Рис. 4 а (Fig. 4 а)

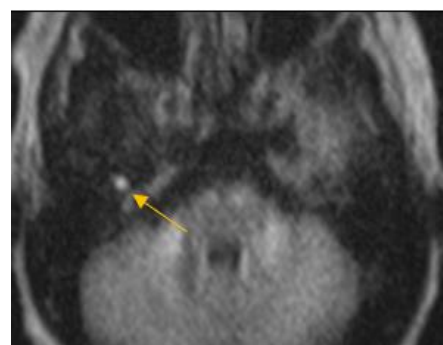


Рис. 4 б (Fig. 4 б)

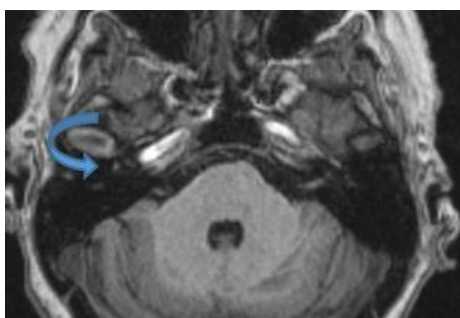


Рис. 4 в (Fig. 4 с)



Рис. 4 г (Fig. 4 d)

Рис. 4. МРТ височной кости, аксиальные срезы.

а – На T2-ВИ с жироподавлением визуализируются два мелких мягкотканых участка в барабанной полости. б – Медиально расположенная холестеатома (прямая стрелка) вызывает рестрикцию диффузии на non-EPI DWI и не накапливает контрастное вещество (КВ) на постконтрастном T1-ВИ (г). Латеральное расположенная параганглиома (изогнутая стрелка) не визуализируется на DWI и интенсивно накапливает КВ. в – Преконтрастное T1-ВИ.

Fig. 4. MRI of the temporal bone, axial images.

а – Fat-suppressed T2WI shows two small soft tissue lesions in the tympanic cavity. б – Medially located cholesteatoma (straight arrow) causes diffusion restriction on non-EPI DWI and does not accumulate contrast medium (CM) on postcontrast T1-WI (d). Laterally located paraganglioma (curved arrow) is not visualized on DWI and intensively accumulates CM. в – Precontrast T1-WI.

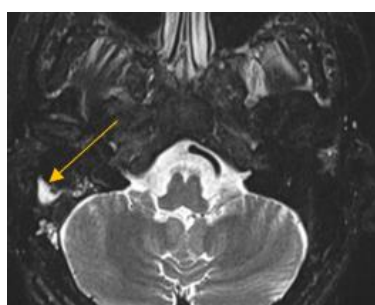


Рис. 5 а (Fig. 5 а)

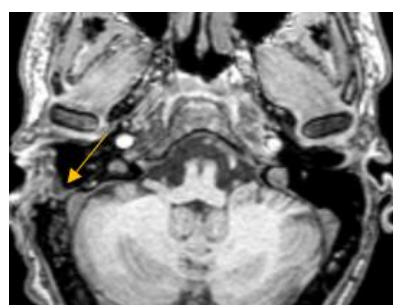


Рис. 5 б (Fig. 5 б)

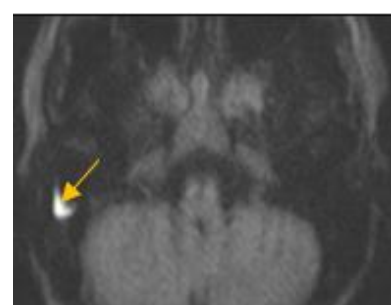


Рис. 5 в (Fig. 5 с)

Рис. 5. МРТ височной кости, аксиальные срезы.

а – На T2-ВИ с жироподавлением и б – T1-ВИ в послеоперационной полости определяется содержимое с уровнем, которое можно принять за жидкость. в – Наличие рестрикции диффузии на non-EPI DWI позволяет поставить диагноз холестеатомы.

Fig. 5. MRI of the temporal bone, axial images.

а – On T2-WI with fat suppression and б – T1-WI, the content in the postoperative cavity is determined with a level that can be mistaken for liquid. с – The presence of diffusion restriction on non-EPI DWI allows the diagnosis of cholesteatoma.



Рис. 6 а (Fig. 6 а)

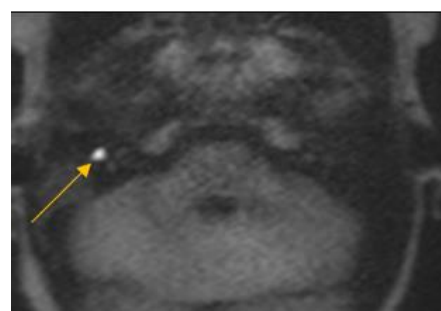


Рис. 6 б (Fig. 6 б)

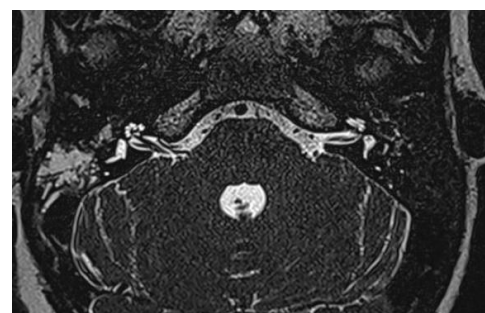


Рис. 6 в (Fig. 6 с)

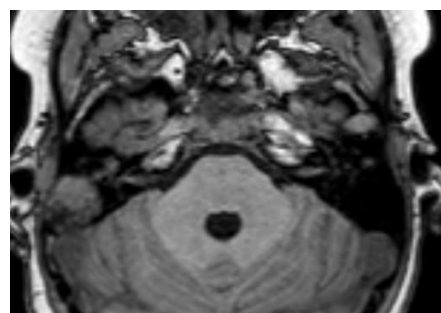


Рис. 6 г (Fig. 6 д)

Рис. 6. МРТ височной кости, аксиальные срезы.

Пациент с ХГСО, состояние после тимпаноластики. а – T2-ВИ с fs, б – non-EPI DWI, в – T2-ВИ ciss, г – T1-ВИ. На non-EPI DWI визуализируется мелкий участок холестеатомы (стрелка) на фоне жидкостного содержимого в барабанной полости и ячейках сосцевидного отростка.

Fig. 6. MRI of the temporal bone, axial images.

Patient with chronic suppurative otitis media, after tympanoplasty. а – T2-WI with fs, б – non-EPI DWI, с – T2-WI ciss, д – T1-WI. On non-EPI DWI, a small cholesteatoma (arrow) is visualized against the background of fluid content in the tympanic cavity and mastoid cells.

струкции костной ткани. Однако, достоверное суждение затруднено в связи с тем, что вследствие хирургического вмешательства наблюдается нарушение анатомии височной кости с формированием послеоперационных костных дефектов, что затрудняет оценку деструкции и, в ряде случаев, делает невозможным отличить ее от послеоперационных изменений.

Так, Barbara M и соавт. сообщают о низкой чувствительности и специфичности КТ в выявлении холестеатомы у прооперированных пациентов – 43% и 48% соответственно, тогда как для non-EPI DWI оба этих показателя составили 94%. [14] Аналогичные данные получил Allam HS и соавт. [17]

стрикцию диффузии на non-EPI DWI, но сопоставление результатов исследования с клиническими данными и локализацией процесса помогает прийти к правильному заключению.

Абсцессы также могут ограничивать диффузию, но имеют характерную клиническую картину. Причиной ложноположительных результатов может служить также костный порошок, силиконовая пленка [17].

Ложноотрицательные результаты встречаются при холестеатомах размером до 5 мм из-за недостаточного содержания керамины.

Кроме того, информативность методики может быть снижена у части проопериро-



Рис. 7 а (Fig. a)

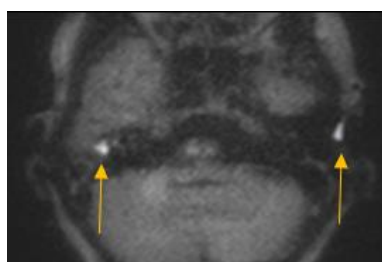


Рис. 7 б (Fig. 7 b)

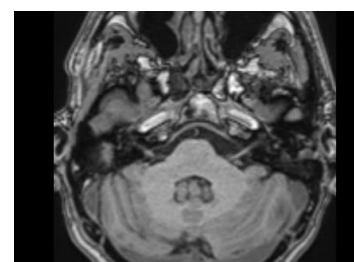


Рис. 7 в (Fig. 7 c)

Рис. 7. МРТ височной кости, аксиальные срезы.

Пациент с двусторонним ХГСО, оперативное лечение с двух сторон. а – T2-ВИ fs, б – non-EPI DWI, в – T1-ВИ. В правой височной кости в эпитимпануме визуализируется холестеатома; слева – холестеатома в височной фасции (стрелки).

Fig. 7. MRI of the temporal bone, axial images.

A patient with bilateral chronic suppurative otitis media, surgical treatment on both sides. a – T2-WI fs, b – non-EPI DWI, c – T1-WI. Cholesteatoma is visualized in the right temporal bone in the epitympanum and in the temporal fascia on the left (arrows).

На неэхопланарных диффузионно-взвешенных изображениях холестеатома, благодаря своей высокой контрастности, отчетливо видна на фоне другого содержимого, заполняющего послеоперационную полость (рис. 6). В связи с этим, non-EPI DWI широко используется для оценки эффективности оперативного вмешательства, исключения остаточной (резидуальной) холестеатомы и своевременной диагностики рецидива заболевания.

В редких случаях холестеатома может возникать в месте забора височной фасции, которую используют для формирования неотимпанальной мембраны.

Однако методика неэхопланарных диффузионно-взвешенных изображений имеет и ограничения. В ряде случаев встречаются ложноположительные результаты. Так, серные пробки могут вызывать ре-

ванных пациентов. Так, Kálmán J проанализировал точность non-EPI DW MRI в диагностике резидуальной холестеатомы у трех групп пациентов: 1) с титановыми протезами слуховых косточек, 2) с аутологичными стержнями (columella) из кортикальной кости и 3) без реконструкции слуховых косточек. Чувствительность для этих групп составила 83-60-100%, а специфичность – 75-75-85% соответственно. Поэтому авторы пришли к выводу, что при аутопротезах слуховых косточек точность non-EPI DWI снижена, размер «пропущенных» холестеатом был 2-4 мм и что, возможно, у этих пациентов предпочтительна ревизионная операция [12].

Заключение.

МРТ височных костей, дополненная методика non-EPI DWI, позволяет с высокой точностью диагностировать холестеатому размером от 2 мм и играет ведущую роль из

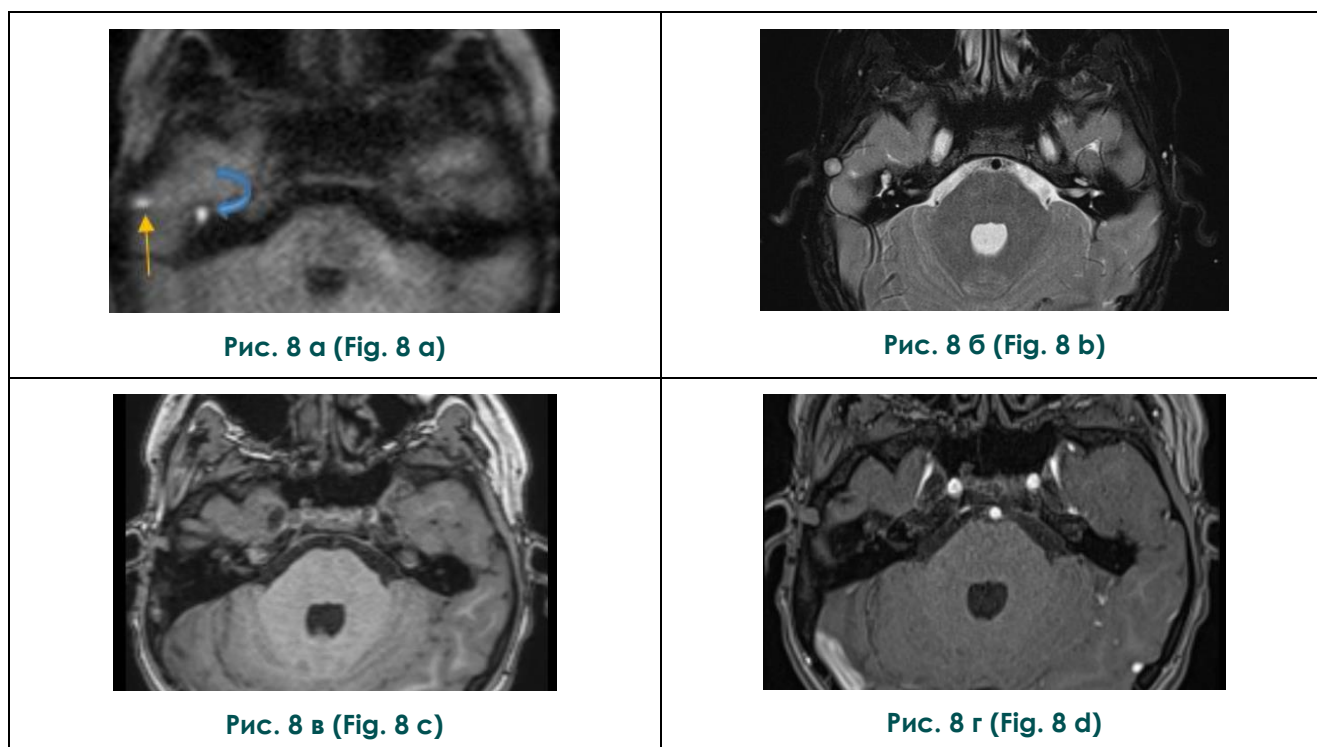


Рис. 8. МРТ височной кости, аксиальные срезы.

Пациент с двусторонним ХГСО, оперативными вмешательствами. а – non-EPI DWI, б – T2-ВИ fs, в – T1-ВИ, г – T1-ВИ с жироподавлением. В месте забора височной фасции визуализируется холестеатома с рестрикцией диффузии и деструкцией прилежащей чешуи правой височной кости (стрелка). Еще одна мелкая холестеатома определяется в правой барабанной полости (изогнутая стрелка).

Fig. 8. MRI of the temporal bone, axial images.

A patient with bilateral chronic suppurative otitis media, after surgical interventions. а – non-EPI DWI, б – T2-WI fs, в – T1-WI, д – T1-WI with fat suppression. A cholesteatoma with restriction of diffusion and destruction of the adjacent squama of the right temporal bone is visualized at the site of the temporal fascia sampling (arrow). Another small cholesteatoma is defined in the right tympanic cavity (curved arrow).

всех методов лучевой диагностики в обследовании послеоперационных пациентов. Ранняя диагностика холестеатомы дает возможность своевременно выполнить санную операцию и предотвратить инвалидизацию пациента. В то же время методика non-EPI DWI позволяет с высокой достоверностью исключить холестеатому и избавить

врача и пациента от необходимости проведения ревизионного вмешательства.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Tames H.L.V.C., Padula M, Sarpi M.O. et al. Postoperative Imaging of the Temporal Bone. *Radiographics* Vol.41, №3 (2021)
2. Bhalla A.S, Singh A, Jana M. Chronically Discharging Ears: Evaluation with High Resolution Computed Tomography *Pol J Radiol.* 2017; 82: 478–489.
3. Castle J.T. Cholesteatoma Pearls: Practical Points and Update *Head Neck Pathol.* 2018 Sep; 12(3): 419–429
4. Benson J.C, Carlson M.L, Lane J.I. MRI of the Internal Auditory Canal, Labyrinth, and Middle Ear: How We Do It. *Radiology* Vol. 297, No. 2
5. Aquino JE, Cruz Filho NA, de Aquino JN. Epidemiology of middle ear and mastoid cholesteatomas: study of 1146 cases. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011;77:341–347. doi: 10.1590/S1808-86942011000300012.
6. Olszewska E, Wagner M, Bernal-Sprekelsen M, et al. Etiopathogenesis of cholesteatoma. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2004;261:6–24. doi: 10.1007/s00405-003-0623-x.
7. Yung M, Tono T, Olszewska E, et al. EAONO/JOS Joint consensus statements on the definitions, classification and staging of middle ear cholesteatoma. *J Int Adv Otol.* 2017;13:1–8. doi: 10.5152/iao.2017.3363.
8. Barath K, Huber AM, Stampfl P, et al. Neuroradiology of cholesteatomas. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2011;32:221–229.

doi: 10.3174/ajnr. A2052.

9. Henninger B, Kremser C. Diffusion weighted imaging for the detection and evaluation of cholesteatoma. *World J Radiol.* 2017;28:217–222. doi: 10.4329/wjr.v9.i5.217.

10. Gomaa MA, Abdel Karim AR, Abdel Ghany HS, et al. Evaluation of temporal bone cholesteatoma and the correlation between high resolution computed tomography and surgical finding. *Clin Med Insights Ear Nose Throat.* 2013;6:21–28.

11. Baba A, Kurihara S, Fukuda T, et al. Non-echoplanar diffusion weighed imaging and T1-weighted imaging for cholesteatoma mastoid extension. *Auris Nasus Larynx* Volume 48, Issue 5, October 2021, Pages 846–851.

12. Kálmán J, Horváth T, Liktó B. et al. Limitations of non-echo planar diffusion weighted magnetic resonance imaging (non-EPI MRI) in cholesteatoma surveillance after ossicular chain reconstruction. *Auris Nasus Larynx* Volume 48, Issue 4, August 2021, Pages 630–635

13. Piekarek A, Zatoński T, Kolator M. et al. The value of different diffusion-weighted magnetic resonance techniques in the diagnosis of middle ear cholesteatoma. Is there still an indication for echo-planar diffusion-weighted imaging? *Polish Journal of Radiology* 1/2022 vol.87

14. Barbara M, Covelli E, Monini S et al. Early non-EPI DW-MRI after cholesteatoma surgery. *Ear, Nose & Throat Journal* 2021, Vol. 0(0) 1–7

References:

1. Tames H.L.V.C., Padula M, Sarpi M.O. et al. Postoperative Imaging of the Temporal Bone. *Radiographics* Vol.41, №3 (2021)

2. Bhalla A.S, Singh A, Jana M. Chronically Discharging Ears: Evaluation with High Resolution Computed Tomography *Pol J Radiol.* 2017; 82: 478–489.

3. Castle J.T. Cholesteatoma Pearls: Practical Points and Update *Head Neck Pathol.* 2018 Sep; 12(3): 419–429

4. Benson J.C, Carlson M.L, Lane J.I. MRI of the Internal Auditory Canal, Labyrinth, and Middle Ear: How We Do It. *Radiology* Vol. 297, No. 2

5. Aquino JE, Cruz Filho NA, de Aquino JN. Epidemiology of middle ear and mastoid cholesteatomas: study of 1146 cases. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011;77:341–347. doi: 10.1590/S1808-86942011000300012.

6. Olszewska E, Wagner M, Bernal-Sprekelsen M, et al. Etiopathogenesis of cholesteatoma. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2004;261:6–24. doi: 10.1007/s00405-003-0623-x.

7. Yung M, Tono T, Olszewska E, et al. EAONO/JOS Joint consensus statements on the definitions, classification and staging of middle ear cholesteatoma. *J Int Adv Otol.* 2017;13:1–8. doi: 10.5152/iao.2017.3363.

8. Barath K, Huber AM, Stampfl P, et al. Neuroradiology of cholesteatomas. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2011;32:221–229. doi: 10.3174/ajnr. A2052.

9. Henninger B, Kremser C. Diffusion weighted imaging for the detection and evaluation of cholesteatoma. *World J Radiol.* 2017;28:217–222. doi: 10.4329/wjr.v9.i5.217.

10. Gomaa MA, Abdel Karim AR, Abdel Ghany HS, et al. Evaluation of temporal bone cholesteatoma and the correlation between high resolution computed tomography and sur-

15. Elefante A, Cavaliere M, Russo C et al. Diffusion Weighted MR Imaging of Primary and Recurrent Middle Ear Cholesteatoma: An Assessment by Readers with Different Expertise. *BioMed Research International/2015/Article ID 597896*

16. Amoodi H, Mofti A, Fatani N.H. et al. Non-echo Planar Diffusion-Weighted Imaging in the Detection of Recurrent or Residual Cholesteatoma: A Systematic Review and Meta-Analysis of Diagnostic Studies. *Cureus Open Access Review Article DOI: 10.7759/cureus.32127 2022*

17. Allam HS, Abdel Razek AA, Ashraf B, Khalek M. Reliability of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in differentiation of recurrent cholesteatoma and granulation tissue after intact canal wall mastoidectomy. *J Laryngol Otol.* 2019, 133:1083–6. 10.1017/S0022215119002421

18. Manik S, Dabholkar Y, Bhalekar S et al. Sensitivity and Specificity of High-Resolution Computed Tomography (HRCT) of Temporal Bone in Diagnosing Cholesteatoma and Its Correlation with Intraoperative Findings. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2021 Mar; 73(1): 25–29.

19. Ализада Э.Э., Брюханов В.А., Диаб Х.М., Ларина О.М., Серова Н.С., Коробкин А.С. Лучевая диагностика редкого случая приобретенной двухсторонней холестеатомы. *REJR* 2023; 13(1):111–117. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-1-111-117.

gical finding. *Clin Med Insights Ear Nose Throat.* 2013;6:21–28.

11. Baba A, Kurihara S, Fukuda T, et al. Non-echoplanar diffusion weighed imaging and T1-weighted imaging for cholesteatoma mastoid extension. *Auris Nasus Larynx* Volume 48, Issue 5, October 2021, Pages 846–851.

12. Kálmán J, Horváth T, Liktó B. et al. Limitations of non-echo planar diffusion weighted magnetic resonance imaging (non-EPI MRI) in cholesteatoma surveillance after ossicular chain reconstruction. *Auris Nasus Larynx* Volume 48, Issue 4, August 2021, Pages 630–635

13. Piekarek A, Zatoński T, Kolator M. et al. The value of different diffusion-weighted magnetic resonance techniques in the diagnosis of middle ear cholesteatoma. Is there still an indication for echo-planar diffusion-weighted imaging? *Polish Journal of Radiology* 1/2022 vol.87

14. Barbara M, Covelli E, Monini S et al. Early non-EPI DW-MRI after cholesteatoma surgery. *Ear, Nose & Throat Journal* 2021, Vol. 0(0) 1–7

15. Elefante A, Cavaliere M, Russo C et al. Diffusion Weighted MR Imaging of Primary and Recurrent Middle Ear Cholesteatoma: An Assessment by Readers with Different Expertise. *BioMed Research International/2015/Article ID 597896*

16. Amoodi H, Mofti A, Fatani N.H. et al. Non-echo Planar Diffusion-Weighted Imaging in the Detection of Recurrent or Residual Cholesteatoma: A Systematic Review and Meta-Analysis of Diagnostic Studies. *Cureus Open Access Review Article DOI: 10.7759/cureus.32127 2022*

17. Allam HS, Abdel Razek AA, Ashraf B, Khalek M. Reliability of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in dif-

ferentiation of recurrent cholesteatoma and granulation tissue after intact canal wall mastoidectomy. J Laryngol Otol. 2019, 133:1083-6. 10.1017/S0022215119002421

18. Manik S, Dabholkar Y, Bhalekar S et al. Sensitivity and Specificity of High-Resolution Computed Tomography (HRCT) of Temporal Bone in Diagnosing Cholesteatoma and Its Correlation with Intraoperative Findings. *Indian J Otolaryngol*

Head Neck Surg. 2021 Mar; 73(1): 25–29.

19. Alizada E.E., Bryuhanov V.A., Diab Kh.M., Larina O.M., Serova N.S., Korobkin A.S.

Radiology of a rare case of bilateral acquired cholesteatoma. REJR 2023; 13(1):111-117. DOI:

10.21569/2222-7415-2023-13-1-111-117.