

## ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА И МОНИТОРИНГ ХОЛЕСТЕАТОМЫ

Ализада Э.Э.<sup>1,2</sup>, Серова Н.С.<sup>1</sup>

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

2 - ФГБУ «Научно-клинический центр оториноларингологии ФМБА России». г. Москва, Россия.

**Цель.** Оценить возможности методов лучевой диагностики и мониторинга холестеатомы.

**Материалы и методы.** В исследование были включены медицинские данные 110 пациентов с холестеатомой из ФГБУ «Научно-клинический центр оториноларингологии ФМБА России» и ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет). Всем пациентам были проведены такие до- и послеоперационные исследования, как магнитно-резонансная томография в режиме non-EPI DWI и мультиспиральная компьютерная томография.

**Результаты.** На дооперационном этапе из 110 (100%) пациентов, проходивших МСКТ и МРТ в режиме non-EPI DWI, была обнаружена в 54 (n=54; 49,1%) случаях правосторонняя, в 49 (n=49; 44,5%) случаях левосторонняя и в 7 (n=7; 6,4%) случаях двухсторонняя холестеатома. По данным послеоперационной МРТ было выявлено 15 (n=15; 13,6%) случаев рецидива холестеатомы и у 7 (n=7; 6,4%) пациентов были обнаружены оставшиеся клетки холестеатомного матрикса. Диагностическая эффективность МРТ в режиме non-EPI DWI в выявлении рекуррентной и резидуальной холестеатомы составила: чувствительность (Se) – 95,5%; специфичность (Sp) – 96,6%, при этом эти показатели на МСКТ составили: 86,4%, 81,8% соответственно.

**Обсуждение.** При МСКТ дифференциация холестеатомы от других патологических процессов представляет большую сложность в послеоперационном мониторинге, так как на фоне послеоперационных воспалительных изменений невозможно оценить состояние височных костей на предмет рецидива или остаточных клеток холестеатомы. Клиническая картина часто носит субъективный характер, что также не подлежит достоверной оценке. Результаты нашей работы демонстрируют возможность обнаружения визуализационного признака в виде ограничения диффузии на МРТ в режиме non-EPI DWI при наличии рекуррентной или резидуальной холестеатомы.

**Заключение.** Включение импульсной последовательности non-EPI DWI при проведении МРТ височных костей является ценным в обнаружении визуализационных признаков холестеатомы даже на ранних стадиях, что существенно влияет на определение тактики лечения.

Ключевые слова: холестеатома, МСКТ, МРТ, non-EPI DWI, лучевая диагностика.

Контактный автор: Ализада Э.Э., e-mail: [dr.alizada@bk.ru](mailto:dr.alizada@bk.ru)

Для цитирования: Ализада Э.Э., Серова Н.С. Лучевая диагностика и мониторинг холестеатомы. REJR 2023; 13(4):5-15. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-5-15.

Статья получена: 20.09.23

Статья принята: 31.10.23

RADIOLOGICAL DIAGNOSIS AND MONITORING OF CHOLESTEATOMA

Alizada E.E.<sup>1,2</sup>, Serova N.S.<sup>1</sup>

1 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry (Sechenov University).

2 - National Medical Research Center for Otorhinolaryngology of the FMBA. Moscow, Russia.

**Purpose.** To assess the available methods for radiological diagnostics and monitoring of cholesteatoma.

**Materials and methods.** The study involved data from 110 patients with cholesteatoma at the Federal State Budgetary Institution "The National Medical Research Center for Otorhinolaryngology of the Federal Medico-Biological Agency of Russia" of the Federal Medical and Biological Agency of Russia and at the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). All patients underwent pre- and post-operative magnetic resonance imaging (MRI) in non-EPI DWI mode and multispiral computed tomography (MSCT).

**Results.** At the preoperative stage, among the 110 patients (100%) who underwent MSCT scans and MRI in non-EPI DWI mode, right-sided cholesteatoma was detected in 54 cases (n=54; 49.1%), left-sided cholesteatoma in 49 cases (n=49; 44.5%), and bilateral cholesteatoma in 7 cases (n=7; 6.4%). Postoperative MRI revealed 15 cases (n=15; 13.6%) of cholesteatoma recurrence, and remaining cholesteatoma matrix cells were found in 7 patients (n=7; 6.4%). Consequently, the sensitivity (Se) of MRI in non-EPI DWI mode for detecting recurrent and residual cholesteatoma was 95.5%, with a specificity (Sp) of 96.6%. In comparison, these values for MSCT scans were 86.4% and 81.8%, respectively.

**Discussion.** In postoperative monitoring, distinguishing cholesteatoma from other pathological processes poses significant challenges during MSCT scans. Postoperative inflammatory changes make it impossible to assess the condition of the temporal bones for recurrence or residual cholesteatoma. The clinical presentation often carries subjective characteristics, making it challenging to evaluate reliably. Our study results demonstrate the potential of detecting a visual sign in the form of diffusion restriction when there are indications of recurrent or residual cholesteatoma, using the non-echo-planar diffusion-weighted imaging sequence.

**Conclusion.** Incorporating the non-echo-planar diffusion weighted imaging technique in temporal bone MRI proves invaluable in identifying visual indicators of cholesteatoma, even at its initial stages. This significantly influences the surgical treatment approach.

Keywords cholesteatoma, MSCT, MRI, non-EPI DWI, radiology.

Corresponding author: Alizada Elshad, e-mail: dr.alizada@bk.ru

*For citation: Alizada E.E., Serova N.S. Radiological diagnosis and monitoring of cholesteatoma. REJR 2023; 13(4):5-15. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-5-15.*

Received: 20.09.23

Accepted: 31.10.23

Среднее ухо или другие воздушные участки височной кости могут накапливать омертвевшие эпидермальные клетки и смесь других веществ, что является состоянием, известным как холестеатома [1]. Холестеатома может представлять собой деструктивные эрозивные разрастания ороговевшего плоского эпителия в височной кости [2]. Это инкапсулированное эпителиальной тканью кистоподобное образование, состоящее кроме ороговевающих клеток плоского эпителия, еще из кристаллов холестерина и кератиновых структур [3]. Ежегодная частота приобретенной холестеатомы колеблется примерно от 9 до 12,6 случаев на 100 000 взрослых и от 3 до 15 случаев на 100 000 детей [4]. Холестеатома может развиваться в любой области височной кости, включая среднее ухо, воздушные клетки сосцевидного отростка и каменистую вершущу. Основную опасность представляет собой процесс роста данного новообразования, влекущий за собой воспаление и резорбцию близлежащих костных тканей [5, 6].

Хирургическое вмешательство в настоящее время является единственным окончательным вариантом лечения, но оно не всегда обеспечивает полную профилактику рецидива. Эффективность лечения тесно связана с ранней диагностикой, а также анализом этиологии, биохимических и патофизиологических механизмов развития холестеатомы [3, 7, 8].

Предоперационное выявление и локализация холестеатомы очень важны из-за ее высокой частоты рецидивов и риска осложнений. Частота рецидивов холестеатомы в течение 5-летнего послеоперационного периода наблюдения составила 57-61% [9 - 11]. Важность ранней диагностики объясняется тем, что для предотвращения потенциальных осложнений желательнее лечить холестеатому с минимальными хирургическими вмешательствами [12].

Наиболее часто используемыми методами лучевой диагностики при предоперационной диагностике холестеатомы являются мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) высокого разрешения и диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография (ДВ МРТ). Компьютерная томография считается наилучшим методом визуализации среднего уха, благодаря высокому разрешению и способности выявлять ключевые анатомические костные структуры [13]. Однако, при компьютерной томографии в до- и, особенно, в послеоперационном периоде невозможно отличить холе-

стеатому как от хронического гнойного среднего отита, который наиболее часто путают с холестеатомой, так и от других заболеваний среднего уха таких, как холестериновая гранулема, фиброзная ткань и рубцовые изменения. Исследования, проведенные Horn R.J. et al. в 2019 г., Коробкиным А.С. и соавт. в 2023 г., предоставили убедительные доказательства того, что при послеоперационном наблюдении очень трудно выявить клинически рецидивирующую или резидуальную холестеатому. МСКТ так же не является специфичной в данной ситуации. Поэтому обычно требуется контрольная операция [14, 15].

В последние годы неэхопланарная диффузно-взвешенная (non-EPI DWI) магнитно-резонансная томография все чаще используется в ЛОР-практике при диагностике холестеатомы. Этот метод позволяет определять изменения вязкости тканей, что дает возможность изучать количественные и качественные параметры тканей. По сравнению с отсроченной постконтрастной T1-взвешенной МРТ, ДВИ-МРТ не требует введения контрастных веществ, что значительно сокращает время обследования без ущерба для качества визуализации.

Несмотря на важный вклад лучевой диагностики в визуализацию холестеатомы, до сих пор не существует метода, обеспечивающего 100% точность послеоперационного мониторинга пациентов после удаления данного образования. В литературе нет исследований, сравнивающих показатели успешности МСКТ и МРТ в диагностике и мониторинге холестеатомы. В данном исследовании мы стремились сравнить точность методов лучевой диагностики, а именно: МСКТ и МРТ в диагностике и мониторинге холестеатомы.

#### **Цель исследования.**

Оценить возможности методов лучевой диагностики и мониторинга холестеатомы.

#### **Материалы и методы.**

В исследование были включены данные 110 пациентов с холестеатомой, из которых в педиатрическую группу вошло 45 человек в возрасте от 1 до 18 лет и 65 человек от 18 до 96 лет в группу взрослых. Всем пациентам после подписания информированного согласия были проведены до- и послеоперационные магнитно-резонансная томография в режиме non-EPI DWI и мультиспиральная компьютерная томография.

Все пациенты прошли консультацию у оториноларинголога по поводу жалоб на боль в ухе, зуд и звон, а также на снижение или потерю слуха в правом и/или левом ухе, головокружение, выделения из уха и слабость лицевых мышц справа и/или слева.

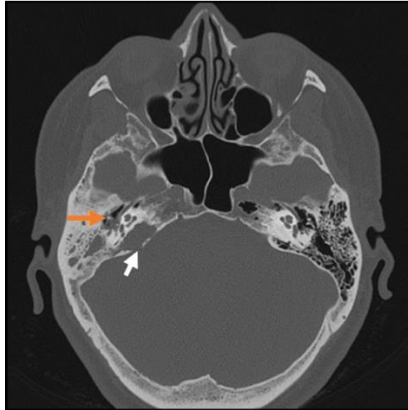


Рис. 1 а (Fig. 1 a)

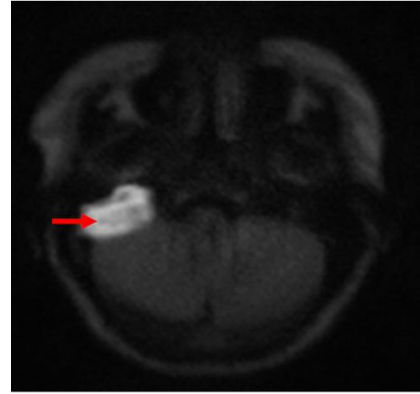


Рис. 1 б (Fig. 1 b)



Рис. 1 в (Fig. 1 c)

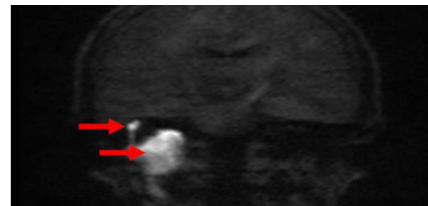


Рис. 1 г (Fig. 1 d)

**Рис. 1.** а, в – МСКТ височных костей; а – аксиальная плоскость, в – корональная плоскость. б, г – МРТ височных костей в режиме non-EPI DWI; б – аксиальная плоскость, г – корональная плоскость.

а, в - Определяется остеосклероз сосцевидных отростков правой височной кости. Сохраненные ячейки и антрум заполнены мягкотканым содержимым. В ретролабиринтной области визуализируется обширный участок деструкции, заполненный содержимым мягкотканной плотности, контуры полости четкие, местами неровные, отмечаются участки деструкции задней стенки сосцевидного отростка (белая стрелка на рис. 1 а). В эпитимпануме обнаружено патологическое содержимое, на фоне которого определяется обызвествление – признаки тимпаносклероза (белая стрелка на рис. 1 в). Из слуховых косточек определяется только головка молоточка (оранжевая стрелка).

б, г - В правой барабанной полости и каменистой части пирамиды отмечается объёмный участок ограничения диффузии – картина холестеатомы.

**Fig. 1.** a, c – MSCT, temporal bones, a – axial plane, c – coronal plane. b, d – Non-EPI DWI MRI, temporal bones, b – axial plane, d – coronal plane.

a, c - There is osteosclerosis in the mastoid process of the right temporal bone. Preserved cells and antrum are filled with soft tissue material. Extensive destruction is observed in the retro-labyrinthine area, filled with soft tissue content, displaying clear yet occasionally uneven cavity contours. Notably, there are areas of destruction in the posterior wall of the mastoid process (white arrow in the axial view). Pathological content is detected in the epitympanum, accompanied by calcification, suggestive of tympanosclerosis (white arrow in the coronal view). Among the auditory ossicles, only the head of the malleus bone is identifiable (orange arrow).

b, d - In the right tympanic cavity and the bony part of the pyramid, there is a voluminous area with diffusion restriction, indicative of cholesteatoma.

Этап лучевой диагностики состоял из проведения МСКТ и МРТ в режиме non-EPI DWI. При обнаружении признаков холестеатомы пациент направлялся к хирургу-оториноларингологу для дальнейшей консультации и определения плана лечения, который включал хирургическое вмешательство и восстановление функции слуха.

МСКТ у пациентов с подозрением на наличие холестеатомы осуществлялась с использованием томографов «Siemens Somatom Sensation 40» (Siemens, Германия) и «Aquilion ONE 320» (Canon Medical Systems, Япония), толщиной среза 0,6 мм и 0,5 мм соответственно.

На втором этапе представленного исследования всем пациентам была проведена МРТ в режиме non-EPI DWI для выявления холестеатомы как на до-, так и на послеоперационных этапах. МРТ проводилась на магнитно-резонансных томографах Siemens Magnetom Espree (Siemens, Германия) и Siemens Magnetom Aera (Siemens, Германия) с магнитным полем интенсивностью 1,5 Тесла, толщиной среза 3 мм. Разработанный нами протокол включал в себя импульсные последовательности T1-ВИ (sag), T2-ВИ (cor+tra), T2 FLAIR (tra), T2 DarkFluid (tra), non-EPI DWI (cor+tra). Длительность разработанного протокола МРТ не превышала 30 минут.

#### Результаты.

На дооперационном этапе из 110 (100%) пациентов, проходивших МСКТ и МРТ в режиме non-EPI DWI, была обнаружена в 54 (n=54; 49,1%) случаях правосторонняя, в 49 (n=49; 44,5%) случаях левосторонняя и в 7 (n=7; 6,4%) случаях двухсторонняя холестеатома. На МСКТ оценивались следующие диагностические критерии: выявление и точное определение дефекта латеральной стенки аттика, крыши барабанной полости на фоне прилежащего мягкотканого содержимого, участков деструкции прилежащих костных стенок и слуховых косточек, а также проводилась оценка вовлеченности пирамиды височной кости в патологический процесс. К МР-признакам относилось наличие ограничения диффузии в области исследования на non-EPI DWI (рис. 1). При использовании методики non-EPI DWI удалось визуализировать воспалительные изменения височных костей. У пациентов с холестеатомой наблюдались резко выраженные (n=47; 42,7%), умеренно выраженные (n=39; 35,5%) и гетерогенные гиперинтенсивные МР-сигналы (n=24; 21,8%) на МР-изображениях. Эти сигналы указывали на различные типы тканей, входящих в состав холестеатомы, их

различный уровень водородного сигнала. Такие изменения в МР-сигнале могли быть связаны с наличием холестерина, кератина и воспалительных компонентов внутри участка холестеатомы.

По данным послеоперационной МРТ было выявлено 15 (n=15; 13,6%) случаев рецидива холестеатомы и у 7 (n=7; 6,4%) пациентов были обнаружены оставшиеся клетки холестеатомного матрикса. Однако МСКТ не смогла достоверно определить наличие этих клеток на фоне послеоперационных воспалительных изменений (рис. 2). Это могло быть связано с тем, что рубцовая ткань, грануляции и пластический аутоматериал имеют схожую плотность с холестеатомой, что затрудняет их дифференциальную диагностику при использовании МСКТ. Таким образом, показатели при МРТ в режиме non-EPI DWI в выявлении рекуррентной и резидуальной холестеатомы составили: чувствительность (Se) – 95,5%; специфичность (Sp) – 96,6%, при этом эти показатели при МСКТ составили: 86,4%, 81,8% соответственно.

#### Обсуждение.

В настоящее время проведение компьютерной томографии имеет большое значение в случаях хронических инфекций среднего уха и служит важным диагностическим методом, дополняющим клиническую картину. Широко используется мультиспиральная компьютерная томография с тонкими срезами 0,5 (0,6) мм, обеспечивающая высокую чувствительность для визуализации образований мягких тканей с четкими контурами и разрушения прилежающих костных структур, включая слуховые косточки (молоточек, наковальня и стремечко). В нашем исследовании пациенты на ранней стадии холестеатомы составляли 37,3% от общего числа. В этих случаях не было никаких признаков разрушения костной структуры. Признаки разрушения костной структуры уха наблюдались у 62,7% пациентов, были подтверждены интраоперационно. Эти результаты подчеркивают важность проведения компьютерной томографии для оценки анатомии височных костей при планировании операции и дополнительном ведении пациента в послеоперационном периоде при истечении ликвора и появлении кохлеовестибулярных нарушений по клиническим данным.

В мировой литературе Roman D. Laske et al. доказывают высокую прогностическую ценность МРТ для диагностики рецидивирующей холестеатомы в режиме non-EPI DWI, достигая уровня точности 98,5% [16, 17]. В систематическом обзоре, проведенном Egmond Sylvia L. Van et al. Было выявлено,



Рис. 2 а (Fig. 2 a)

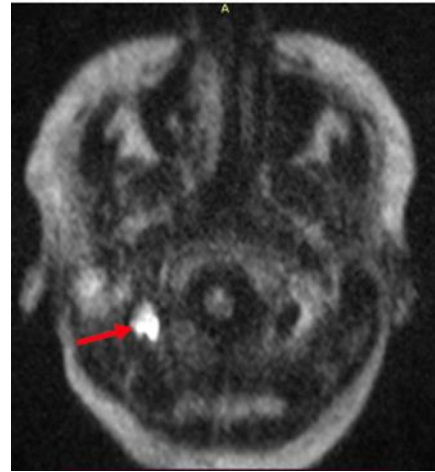


Рис. 2 б (Fig. 2 b)



Рис. 2 в (Fig. 2 c)

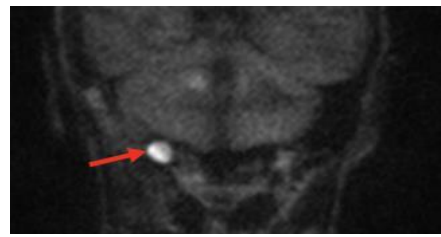


Рис. 2 г (Fig. 2 d)

**Рис. 2.** а, в – МСКТ височных костей, а – аксиальная плоскость, в – корональная плоскость. б, г – МРТ височных костей в режиме non-EPI DWI, б – аксиальная плоскость, г – корональная плоскость.

а, в - Определяется заполненная послеоперационная полость (красный круг), на фоне которой от дифференцировать холестеатому от окружающего мягкотканного субстрата затруднительно.

б, г - Определяются участки гиперинтенсивного и гетерогенного нерезко выраженного МР-сигнала (красные стрелки), что соответствует наличию резидуальной холестеатомы.

**Fig. 2.** а, с – MSCT, temporal bones, а – axial plane, с – coronal plane. б, d – Non-EPI DWI MRI, temporal bones, б – axial plane, d – coronal plane.

а, с - In the presented CT scan, a postoperative cavity is observed, making it challenging to differentiate cholesteatomas from surrounding soft tissue substrates.

б, d - In the MRI images, areas with hyperintense and heterogeneous MR-signal (red arrows) are observed, suggesting the presence of residual cholesteatoma.

что чувствительность этого метода на послеоперационном этапе составляет 80-82%, а специфичность – 90-100%, что подчеркивает его высокую актуальность [18]. Dremmen M.H.G. et al. (2012) также показали, что высокая прогностическая ценность выявления холестеатомы составила 93% [19]. В данном исследовании выдвинута гипотеза о том, что жир, пересаженный в послеоперационную полость, может демонстрировать усиление сигнала МРТ, что приводит к ложноположительным результатам при диагностике остаточной холестеатомы. Однако в нашем исследовании это явление не наблюдалось. Благодаря высокому разрешению МРТ, трансплантированный жир можно без труда дифференциально диагностировать.

Важно отметить, что МРТ в режиме non-EPI DWI позволяет проводить дифференциальную диагностику без использования контрастного препарата, тем самым значительно уменьшая время и стоимость обследования и устраняя такие риски, как индиви-

дуальная непереносимость и возможная нефротоксичность после внутривенного введения контрастного вещества.

Результаты данного исследования показывают, что МСКТ не рекомендуется для послеоперационной диагностики рецидива холестеатомы или визуализации остаточной холестеатомы. Послеоперационные воспалительные изменения затрудняют диагностику, при МСКТ невозможно точно определить наличие рецидивирующих или остаточных клеток холестеатомы. Это объясняется тем, что рубцовая ткань, грануляции и пластический аутоматериал имеют схожую плотность с холестеатомой, что затрудняет их дифференциацию при использовании этого метода. При этом МРТ в режиме non-EPI DWI показывает высокую эффективность. Благодаря высокому разрешению и способности оценивать диффузионные ограничения в тканях, холестеатома может быть точно визуализирована и идентифицирована даже при небольших изменениях в матриксе холестеа-

**Таблица №1. Диагностические характеристики МСКТ и МРТ в режиме non-EPI DWI по отношению к выявлению рецидива холестеатомы**

Критерии	ИП	ЛО	ЛП	ИО	Чувствительн.	Специфичн.	Точность
	Абс. (n)						
МСКТ	19	3	16	72	86,36% [81,43% - 91,30%]	81,82% [79,05% - 84,59%]	82,73% [80,30% - 85,16%]
МРТ в режиме non-EPI DWI	21	1	3	84	95,45% [92,46% - 98,45%]	96,55% [95,23% - 97,87%]	96,33% [95,12% - 97,54%]

**Примечания:** ИП – истинно положительные, ЛО – ложноотрицательные, ЛП – ложноположительные, ИО – истинно отрицательные). (Notes: TP – true positive, FN – false negative, FP – false positive, TN – true negative)

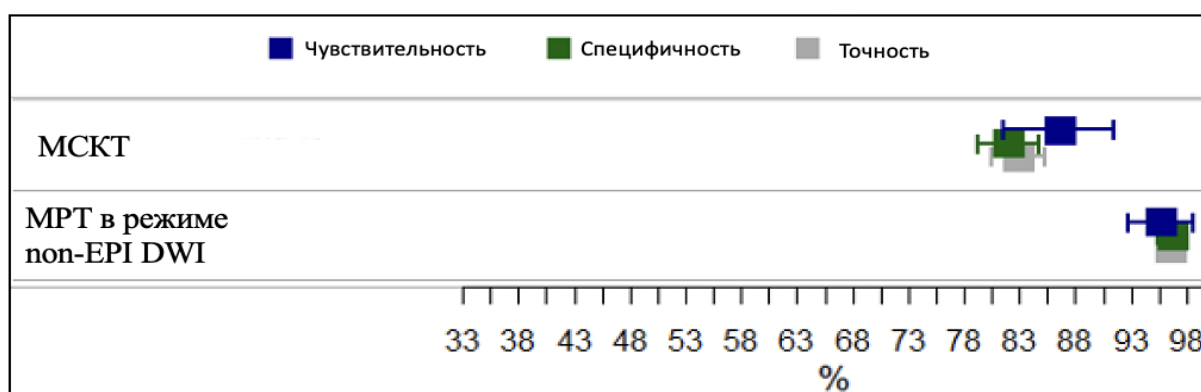


Рис. 3 (Fig. 3)

**Рис. 3.** Форест-диаграмма диагностических характеристик МСКТ и МРТ в режиме non-EPI DWI по отношению к выявлению рецидива холестеатомы.

**Fig. 3.** Forest plot of diagnostic characteristics of MSCT and non-EPI DWI MRI in relation to the detection of recurrence of cholesteatoma.

том.

В ходе нашего исследования было подтверждено, что МРТ в режиме non-EPI DWI является наиболее информативным и специфичным методом (табл. №1). Чувствительность достигала 98%, средняя – 95,45% (95% ДИ: 92,46% - 98,45%), специфичность – 96,55% (95% ДИ: 95,23% - 97,87%) и точность – 96,33% (95% ДИ: 95,12% - 97,54%) (рис. 3). Эти результаты согласуются с международными исследованиями, однако наши данные показывают немного большую чувствительность. Например, в исследованиях Ayache D. Et al. (2005) и Williams M. T. Et al. (2003) чувствительность и специфичность составили около 90% и 92-100% [21, 22]. В систематическом анализе Muzaffar J. Et al. уровни чувствительности были немного ниже – 89,79% и 94,57%. В исследовании Степановой Е.А. и соавт. чувствительность метода была такой же, как и в нашем исследовании – 96%, но специфичность была ниже – 84% [23]. Эта разница подчеркивает эффективность оптимизированного протокола и методики обследования пациентов для диагностики холестеатомы [24].

Полученные данные подтверждают преимущества этого метода в диагностике участка холестеатом диаметром всего от 1,5 мм, выявлении рецидивов и выявлении остаточных холестеатом. Кроме того, анализ

и оценка МР-томограмм пациентов с холестеатомой только в режиме non-EPI DWI, в течение ограниченного периода времени (10 минут), достаточны для обеспечения точности диагноза без ущерба для диагностической эффективности.

МРТ non-EPI DWI также подходит для педиатрических обследований, поскольку потенциальные артефакты от движения в этом режиме существенно не влияют на качество визуализации и диагностики.

Таким образом, сравнительный анализ между МСКТ и МРТ подчеркивает превосходство МРТ в диагностике холестеатомы. Благодаря своей более высокой чувствительности, МРТ в режиме non-EPI DWI позволяет выявлять больше случаев холестеатом и точно определять их размеры. Эти результаты важны, поскольку дают фундаментальную информацию для планирования лечения и прогнозирования исходов лечения пациентов. Поэтому, нами был разработан новый алгоритм лучевой диагностики и мониторинга пациентов с холестеатомой, включающий в себя следующие рекомендации:

1. Для диагностики холестеатомы в дооперационном периоде целесообразно сочетать результаты non-EPI DWI МРТ и МСКТ височных костей.
2. На послеоперационном этапе стоит использовать МРТ non-EPI DWI в качестве

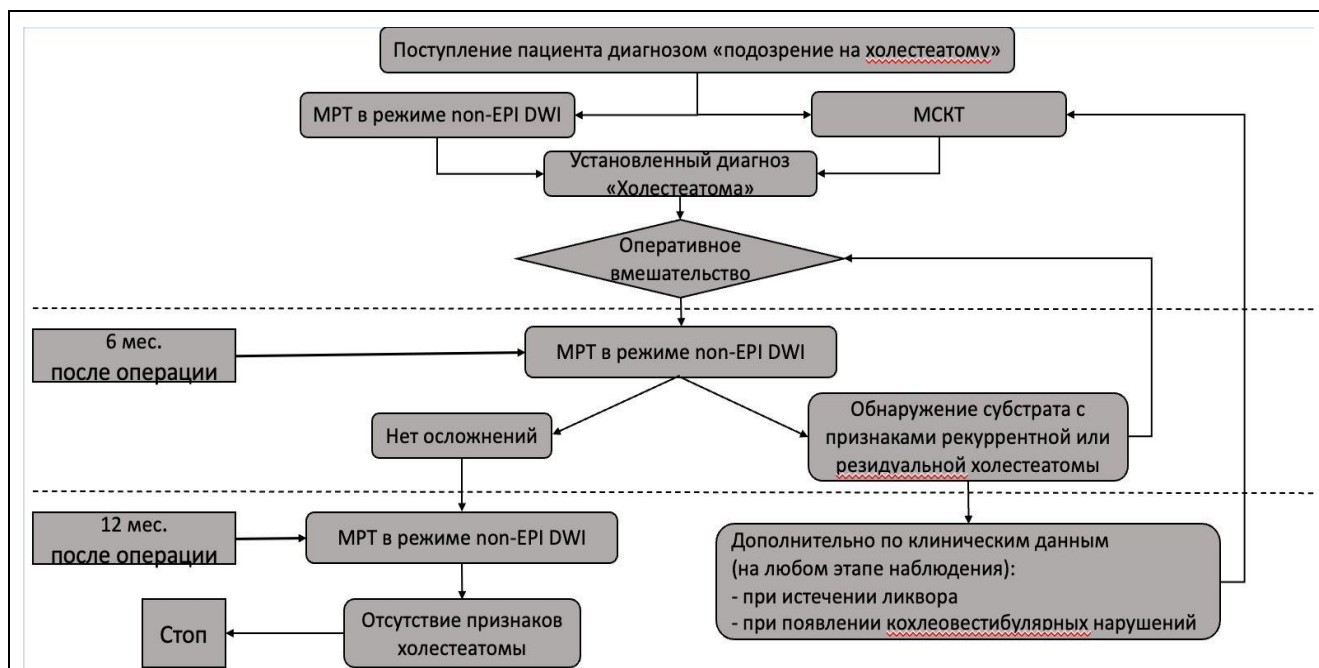


Рис. 4 (Fig. 4)

Рис. 4. Алгоритм лучевого обследования пациентов с подозрением на холестеатому.

Fig. 4. Algorithm of radiological examination of patients with suspected cholesteatoma.



основного метода визуализации для диагностики и мониторинга холестеатомы из-за ее более высокой чувствительности и специфичности по сравнению с компьютерной томографией. Также в послеоперационном периоде дополнительно рекомендуется проведение МСКТ при наличии следующих факторов: истечение ликвора – для определения дефекта верхней костной стенки послеоперационной полости; при появлении кохлеовестибулярных нарушений, среди которых головокружение, тошнота и рвота, что может быть вызвано нарушением целостности лабиринта, истечение перилимфы и наличие воздуха в полостях лабиринта (рис. 4).

**Заключение.**

Включение импульсной последовательности неэхопланарного диффузновзвешенного изображения при проведении МРТ височных костей на до- и послеоперационном этапах является ценным в обнаружении визуализационных признаков холестеатомы даже на ранних стадиях данной патологии. Это существенно влияет на определение хирургической тактики лечения. При этом МСКТ височных костей, в отличие от МРТ, обеспечивает точную визуализацию костных структур среднего уха. Данный аспект подчеркивает важность проведения

МСКТ для оценки состояния анатомии височных костей и планирования объема хирургического вмешательства.

Проведение МСКТ нецелесообразно для послеоперационного выявления рецидива холестеатомы или визуализации резидуальной холестеатомы. МРТ в режиме non-EPI DWI продемонстрировала высокую эффективность в данном случае, обеспечивая точную визуализацию холестеатомы благодаря высокому разрешению и способности оценивать ограничение диффузии в тканях. Это позволяет выявлять даже небольшие изменения в холестеатоматозной матрице. На любом этапе наблюдения, при наличии таких осложнений, как истечение ликвора и/или появление кохлеовестибулярных нарушений, необходимо проведение повторной МСКТ.

**Источник финансирования и конфликт интересов.**

Работа представлена в рамках реализации Гранта Президента РФ по 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).

**Список литературы:**

1. An A. Kulak Hastalıklarında Mikrocerrahisi. Ankara, BilimselTipYayınevi, 1998. PP. 354-418.
2. Choi D.L., Gupta M.K., Rebello R., Archibald J.D. Cost-comparison analysis of diffusion-weighted magnetic resonance imaging (DW-MRI) versus second-look surgery for the detection of residual cholesteatoma. *J Otolaryngol - Head Neck Surg.* 2019; 48: 1-7. <https://doi.org/10.1186/s40463-019-0384-1>.
3. Ализада Э.Э., Серова Н.С., Коробкин А.С., Оганесян З.С. Возможности МРТ в режиме non-EPI DWI при диагностике и мониторинге пациента с холестеатомой. *REJR* 2023; 13 (3): 144-153. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-3-144-153.
4. Aquino JE., Cruz Filho NA, de Aquino JN. Epidemiology of middle ear and mastoid cholesteatomas: study of 1146 cases. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011; 77 (3): 341-347.
5. Lingam RK, Connor SEJ, Casselman JW, Beale T. MRI in otology: applications in cholesteatoma and Meniere's disease. *Clin. Radiol.* 2018; 73: 35-44.
6. Más-Estellés F, Mateos-Fernández M, Carrascosa-Bisquert B, Facal de Castro F, Puchades-Román I, Morera-Pérez C. Contemporary non-echo-planar diffusion-weighted imaging of middle ear cholesteatomas. *Radiographics.* 2012; 32 (4): 1197-1213.
7. Аникин М. И., Канафьев Д. М., Аникин И. А., Бокучава Т. А. Холестеатома среднего уха: определение, вопросы классификации и этиопатогенеза (краткий обзор литературных данных). *Ч. I. Рос. оториноларингология.* 2016; 3 (82): 115–124. <http://doi.org/10.18692/1810-4800-2016-3-115-124>.
8. Степанова Е.А., Харьковская Н.А. Лучевая диагностика хронического среднего отита, осложненного холестеатомой (обзор литературы). *Радиология-практика.* 2020; 4: 41-51.
9. Stangerup SE, Drozdziwics D, Tos M, et al. Surgery for acquired cholesteatoma in children: long-term results and recurrence of cholesteatoma. *J Laryngol Otol.* 1998; 112: 742-9.
10. Kerckhoffs KGP, Kommer MJB, van Strien THL, et al. The disease recurrence rate after the canal wall up or canal wall down technique in adults. *Laryngoscope.* 2016; 126: 980-7.
11. Balik AO, Seneldir L, Verim A, Zer Toros S. The Role of Fusion Technique of Computed Tomography and Non-echo-planar Diffusion-weighted Imaging in the Evaluation of Surgical Cholesteatoma Localization. *MedeniMed J.* 2022; 37: 13-20.
12. Eroglu O, Eroglu Y, Yildirim M, et al. Comparison of computed tomography-based artificial intelligence modeling and magnetic resonance imaging in diagnosis of cholesteatoma. *J Int AdvOtol.* 2023; 19 (4): 342-349.
13. Campos A, Mata F, Reboll R, Peris ML, Basterra J. Computed tomography and magnetic resonance fusion imaging in cholesteatoma preoperative assessment. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2017; 274 (3): 1405-1411.

14. Horn RJ, Gratama JWC, van der Zaag-Loonen HJ, Droogh-de Greve KE, van Benthem PG. Negative predictive value of non-echo-planar diffusion-weighted MR imaging for the detection of residual cholesteatoma done at 9 months after primary surgery is not high enough to omit second look surgery. *OtolNeurotol.* 2019; 40 (7): 911–919. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000002270>.
15. 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.
16. Laske R. D. et al. The Role of Non-Echoplanar Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Imaging in Diagnosis of Primary Cholesteatoma and Cholesteatoma Recidivism as an Adjunct to Clinical Evaluation. *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology.* 2018; 127 (12): 919-925.
17. Revanth S. et al. Utility of Non-EPI DWI MRI Imaging in Cholesteatoma: The Indian Perspective. *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery.* 2022; s3 (74): 3919-3926.
18. Egmond S. L. Van et al. A systematic review of non-echo planar diffusion-weighted magnetic resonance imaging for detection of primary and postoperative cholesteatoma. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery (United States).* 2016; 154 (2): 233-240.
19. Dremmen M. H. G. et al. The Diagnostic Accuracy of Non-Echo-Planar Diffusion-Weighted Imaging in the Detection of Residual and/or Recurrent Cholesteatoma of the Temporal Bone. *AJNR: American Journal of Neuroradiology.* 2012; 33 (3): 439.
20. Serova N.S., Sokkar A.A., Pavlova O.Yu., Medhat A., Babkova A.A., Israelyan Sh.O., Kuzmenkov D.V. Radiology of temporomandibular joint after the orthodontic treatment. *REJR.* 2022; 12 (2): 21-34. DOI: 10.21569/2222-7415-2022-12-2-21-34.
21. Ayache D. et al. Usefulness of delayed postcontrast magnetic resonance imaging in the detection of residual cholesteatoma after canal wall-up tympanoplasty. *The Laryngoscope.* 2005; 115 (4): 607-610.
22. Williams M. T. et al. Detection of postoperative residual cholesteatoma with delayed contrast-enhanced MR imaging: initial findings. *European radiology.* 2003; 13 (1): 169-174.
23. Степанова Е.А., Самбулов В.И., Вишнякова М.В. Диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография в диагностике холестеатом среднего уха. *Омский научный вестник.* 2014; 134 (2): 63-66.
24. 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.

## References:

1. An A. Kulak Hastalıklarında Mikrocerrahi. Ankara, Bilimsel Yayınları, 1998. Pp. 354-418.
2. Choi D.L., Gupta M.K., Rebello R., Archibald J.D. Cost-comparison analysis of diffusion-weighted magnetic resonance imaging (DW-MRI) versus second-look surgery for the detection of residual cholesteatoma. *J Otolaryngol - Head Neck Surg.* 2019; 48: 1-7. <https://doi.org/10.1186/s40463-019-0384-1>.
3. Alizada E.E., Serova N.S., Korobkin A.S., Oganessian Z.S. Non-EPI DWI MRI capabilities in diagnosis and monitoring of a patient with cholesteatoma. *REJR.* 2023; 13 (3): 144-153. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-3-144-153 (in Russian).
4. Aquino JE., Cruz Filho NA, de Aquino JN. Epidemiology of middle ear and mastoid cholesteatomas: study of 1146 cases. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011; 77 (3): 341-347.
5. Lingam RK, Connor SEJ, Casselman JW, Beale T. MRI in otology: applications in cholesteatoma and Meniere's disease. *Clin. Radiol.* 2018; 73: 35-44.
6. Más-Estellés F, Mateos-Fernández M, Carrascosa-Bisquert B, Facal de Castro F, Puchades-Román I, Morera-Pérez C. Contemporary non-echo-planar diffusion-weighted imaging of middle ear cholesteatomas. *Radiographics.* 2012; 32 (4): 1197-1213.
7. Anikin M. I., Kanaf'ev D. M., Anikin I. A., Bokuchava T. A. The middle ear cholesteatoma: definition, classification and etiopathogenesis issues (brief literature review). Part I. *Russian Otorhinolaryngology.* 2016; 3 (82): 115–124. <http://doi.org/10.18692/1810-4800-2016-3-115-124> (in Russian).
8. Stepanova E.A., Khar'Kova N.A. Imaging of Chronic Otitis Media with Cholesteatoma (Literature Review). *Radiology - Practice.* 2020; 4: 41-51 (in Russian).
9. Stangerup SE, Drozdziwics D, Tos M, et al. Surgery for acquired cholesteatoma in children: long-term results and recurrence of cholesteatoma. *J Laryngol Otol.* 1998; 112: 742-9.
10. Kerckhoffs KGP, Kommer MJB, van Strien THL, et al. The disease recurrence rate after the canal wall up or canal wall down technique in adults. *Laryngoscope.* 2016; 126: 980-7.
11. Balik AO, Seneldir L, Verim A, Zer Toros S. The Role of Fusion Technique of Computed Tomography and Non-echo-planar Diffusion-weighted Imaging in the Evaluation of Surgical Cholesteatoma Localization. *MedeniMed J.* 2022; 37: 13-20.
12. Eroglu O, Eroglu Y, Yildirim M, et al. Comparison of computed tomography-based artificial intelligence modeling and magnetic resonance imaging in diagnosis of cholesteatoma. *J Int Adv Otol.* 2023; 19 (4): 342-349.
13. Campos A, Mata F, Reboll R, Peris ML, Basterra J. Computed tomography and magnetic resonance fusion imaging in cholesteatoma preoperative assessment. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2017; 274 (3): 1405-1411.
14. Horn RJ, Gratama JWC, van der Zaag-Loonen HJ, Droogh-de Greve KE, van Benthem PG. Negative predictive value of non-echo-planar diffusion-weighted MR imaging for the detection of residual cholesteatoma done at 9 months after primary surgery is not high enough to omit second look surgery. *OtolNeurotol.* 2019; 40 (7): 911–919. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000002270>.
15. 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 (4): 5-15. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-5-15

- toma. *REJR*. 2023; 13 (2): 128-137. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-2-128-137(in Russian).
16. Laske R. D. et al. The Role of Non-Echoplanar Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Imaging in Diagnosis of Primary Cholesteatoma and Cholesteatoma Recidivism as an Adjunct to Clinical Evaluation. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*. 2018; 127 (127): 919-925.
17. Revanth S. et al. Utility of Non-EPI DWI MRI Imaging in Cholesteatoma: The Indian Perspective. *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery*. 2022; s3 (74): 3919-3926.
18. Egmond S. L. Van et al. A systematic review of non-echo planar diffusion-weighted magnetic resonance imaging for detection of primary and postoperative cholesteatoma. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery (United States)*. 2016; 154 (2): 233-240.
19. Dremmen M. H. G. et al. The Diagnostic Accuracy of Non-Echo-Planar Diffusion-Weighted Imaging in the Detection of Residual and/or Recurrent Cholesteatoma of the Temporal Bone. *AJNR: American Journal of Neuroradiology*. 2012; 3 (33): 439.
20. Serova N.S., Sokkar A.A., Pavlova O.Yu., Medhat A., Babkova A.A., Israelyan Sh.O., Kuzmenkov D.V. Radiology of temporomandibular joint after the orthodontic treatment. *REJR*. 2022; 12 (2): 21-34. DOI: DOI: 10.21569/2222-7415-2022-12-2-21-34.
21. Ayache D. et al. Usefulness of delayed postcontrast magnetic resonance imaging in the detection of residual cholesteatoma after canal wall-up tympanoplasty. *The Laryngoscope*. 2005; 4 (115): 607-610.
22. Williams M. T. et al. Detection of postoperative residual cholesteatoma with delayed contrast-enhanced MR imaging: initial findings. *European radiology*. 2003; 1 (13): 169-174.
23. Stepanova E.A., Sambulov V.I., Vishnyakova M.V. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the diagnosis of middle ear cholesteatomas. *Omsk Scientific Bulletin*. 2014; 134 (2): 63-66 (in Russian).
24. 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 (in Russian).