

Пульсирующий шум (обзор литературы с собственными наблюдениями)

К.В. Савранская, к.м.н., Н.А. Мирошниченко, д.м.н., проф.,
Е.А. Егорова, д.м.н., проф., А.А. Баев, к.м.н.

Адрес для переписки: Кристина Викторовна Савранская, kristina.savranskaya@gmail.com

Для цитирования: Савранская К.В., Мирошниченко Н.А., Егорова Е.А., Баев А.А. Пульсирующий шум (обзор литературы с собственными наблюдениями). 2023; 19 (25): 20–26.

DOI 10.33978/2307-3586-2023-19-25-20-26

В статье представлен обзор литературы по пульсирующему шуму. Представленный материал дополнен собственным иллюстративным материалом.

Ключевые слова: пульсирующий шум, КТ височных костей, МРТ

Введение

Ушной шум (тиннитус) – звуковое ощущение в отсутствие внешнего акустического стимула. Тиннитус – не болезнь, а лишь симптом множества заболеваний. Причинами ушного шума могут быть как поражения слухового анализатора и его проводящих путей вплоть до коркового представительства слухового анализатора, так и нарушения на уровне лимбической и вегетативной систем. Менее 10% пациентов с шумом в ушах страдают пульсирующим шумом в ушах [1]. Пульсирующий шум в ушах представляет собой дискретный повторяющийся звук, синхронный с пульсом пациента. При этом наличие пульсирующего шума в ухе подразумевает относительную сохранность органа слуха, поскольку обычно существует подлинный физический источник звука [2]. Е. Hofmann и соавт. называют две вероятные причины пульсирующего шума в ушах:

- 1) кровоток ускоряется или изменяется так, что слышна местная турбулентность;
- 2) звуки нормального кровотока внутри организма воспринимаются более интенсивно либо в результате изменений во внутреннем ухе с усилением костной проводимости, либо в результате нарушения звукопроводимости, приводящего к утрате маскирующего эффекта внешних звуков [3].

У пациентов с пульсирующим шумом в ушах в 57–100% обследований выявляют аномалии при визуализации [4, 5]. Хотя диагностическая значимость результатов обследований, таких как варианты луковичи яремной вены, достаточна спорна. Одни авторы рассматривают подобные аномалии как положительное сканирование, другие считают такие находки случайными, поскольку они относительно распространены в общей популяции и обычно протекают бессимптомно [6].

Тем не менее тщательная диагностическая оценка пульсирующего шума в ушах имеет решающее значение для определения оптимальной стратегии лечения. Поиск основной причины пульсирующего шума крайне важен, поскольку служит предиктором развития состояний, приводящих к геморрагическому или ишемическому инсульту, снижению или необратимой потере зрения. Своевременное определение этиологии пульсирующего шума снижает риск неблагоприятных последствий и осложнений, позволяет подобрать терапию, направленную на устранение самого симптома и сопутствующего психологического дискомфорта [7]. В литературе распространена классификация пульсирующего шума, подразделяющая его на субъективный и объективный. Объективный шум в ушах слышен осматривающему, тогда как субъективный шум в ушах может воспринимать только пациент. Это различие зависит от того, насколько усердно врач ищет звук, и не отражает этиологию. Поэтому правильнее использовать другую классификацию, более патофизиологичную: пульсирующий шум в ушах может быть артериального или венозного происхождения, то есть возникает между артериями и венами – в капиллярах или артериовенозном переходе. Пульсирующий шум чаще бывает односторонним, за исключением случаев, когда сосудистая патология является двусторонней, например при анемии или гипертиреозе. В ряде статей упоминается о синхронном с пульсом пульсирующем шуме, пульсация которого подавляется сильными сокращениями или сжатиями мышц шеи и челюсти, – так называемый соматосенсорный пульсирующий шум [8]. Виды пульсирующего шума в зависимости от происхождения представлены в табл. 1 [3]. Причины пульсирующего шума, наиболее часто идентифицируемые по данным лучевых методов, в зависимости от локализации представлены в табл. 2 [6].

Таблица 1. Виды пульсирующего шума по происхождению

Артериальный пульсирующий шум	Артериовенозный пульсирующий шум	Венозный пульсирующий шум	Другие виды пульсирующего шума
Стеноз сосудов	Дуральные артериовенозные свищи	Внутричерепная гипертензия	Дигисценция полукружного канала
Аневризма	Прямые артериовенозные свищи	Анатомические варианты вен и синусов	Соматосенсорный шум
Анатомические варианты и аномалии артерий	Артериовенозные мальформации		Менингоцеле височной кости
	Опухоли, богатые сосудами		Холестероловая гранулема
	Капиллярная гиперемия		Перилимфатическая фистула

Таблица 2. Причины пульсирующего шума, идентифицируемые по данным лучевых методов

Эпикраниум	Шея	Височная кость	Другие кости черепа	Твердая мозговая оболочка	Эндокраниум
Расширение ветвей наружной сонной артерии (при дуральных артериовенозных свищах)	Стеноз сосудов (артериосклероз, фиброзно-мышечная дисплазия)	Аберрантная или дигисценция канала внутренней сонной артерии	Сильно васкуляризованная опухоль/метастазы	Дуральная артериовенозная фистула	Объемное поражение
		Персистирующая стременистая артерия	Болезнь Педжета		Нарушение циркуляции ликвора
	Сосудистая диссекция	Анатомические варианты/аномалии луковицы яремной вены	Пустое турецкое седло	Тромбоз венозного синуса	Патология краниоцервикального перехода
	Аневризма	Барабанная/яремная параганглиома	Большая эмиссарная вена		Сосудистые петли во внутреннем слуховом проходе
	Каротидная или блуждающая параганглиома	Другая сильно васкуляризованная опухоль височной кости Отосклероз		Расширенные чрескостные сосудистые каналы (при дуральных артериовенозных фистулах)	Стеноз или дивертикул дурального синуса
Аномалия яремной вены	Отит Дегисценция полукружных каналов Лабиринтная фистула Менингоцеле/менингоэнцефалоцеле Холестериновая гранулема				Венозный застой (при артериовенозных фистулах твердой мозговой оболочки)

Венозные причины

Венозный пульсирующий шум представляет собой наиболее частый вид пульсирующего шума. Венозный шум, который часто не диагностируют, можно услышать через стетоскоп. Считается, что он вызван изменением скорости кровотока преимущественно на фоне анемии или гипертиреоза [3]. Возникающие в результате турбулентности звуки воспринимают как гудящие. В отсутствие других венозных аномалий венозный шум чаще бывает правосторонним, поскольку правая яремная вена доминирует в 70–80% случаев [9]. Выявить данную анатомическую особенность можно по результатам мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) височных костей и церебральных сосудов с внутривенным контрастным усилением.

Обычно венозный шум обусловлен анатомической предрасположенностью и физиологическими условиями. Не случайно он исчезает так же внезапно, как начался.

Внутричерепная гипертензия

Пульсирующий шум может быть вызван повышением внутричерепного давления [10]. Следует помнить об идиопатической внутричерепной гипертензии, которая часто встречается у молодых женщин с избыточной массой тела. К симптомам заболевания помимо пульсирующего шума в ушах или голове, встречающегося в 60% случаев, относятся головная боль (92%) различной интенсивности и транзиторные зрительные нарушения (35–72% случаев). Для головной боли характерны более вы-



Рис. 1. МР-веносинусография, 3D-реконструкция (А), постконтрастная МР-томограмма головного мозга в аксиальной плоскости, T1-ВИ (Б), компьютерная томограмма височных костей, реконструкция во фронтальной плоскости (В), на которых ниже и медиальнее полукружных каналов справа расширенная до 9,9 мм луковица яремной вены (1), костные края яремного отверстия интактны. Слева поперечный и сагиттальный синусы, луковица яремной вены гипоплазирована (2)

раженная интенсивность в утренние часы, тошнота, иногда рвота, усиление боли при кашле и наклоне головы. После проведения МРТ головного мозга с веносинусографией исключается большинство причин вторичной внутричерепной гипертензии. Затем решается вопрос о проведении люмбальной пункции с оценкой уровня давления цереброспинальной жидкости [11].

Не следует забывать, что внутричерепная гипертензия также может быть обусловлена тромбозом венозных синусов оболочек головного мозга. К другим причинам, которые способны привести к повышению внутричерепного давления, относятся опухоли головного мозга или внутричерепные внемозговые объемные образования, нарушающие ликвороток.

Анатомические варианты и аномалии вен и синусов

Различные анатомические варианты расположения луковицы яремной вены могут привести к возникновению пульсирующего шума. Речь, в частности, идет о высоком стоянии луковицы яремной вены, ее сильном латеральном положении, увеличении и дивертикуле. Тем не менее очень часто данные анатомические варианты протекают бессимптомно и являются случайными находками при обследовании [4, 12].

Например, в нашем наблюдении у пациента Г. 45 лет с жалобами на пульсирующий шум в правом ухе и снижение слуха на правое ухо по перцептивному типу в ходе томографических исследований была выявлена аномалия венозного оттока (рис. 1).

То же относится и к эмиссарным венам. Луковица яремной вены может вторгаться в среднее ухо, вызывая не только пульсирующий шум, но и кондуктивную тугоухость.

Дивертикулы сигмовидного или поперечного синуса, их стенозы и стриктуры также связаны с возникновением пульсирующего шума [13, 14].

Артериальные причины

Стеноз артерий и наличие атеросклеротических бляшек. Стеноз артерий и наличие атеросклеротических бляшек относятся к наиболее частым причинам пульсирующего шума у пожилых людей [15]. Вероятно, закрытие сосуда на одной стороне виллизиева круга приводит к компенсаторному усилению кровотока на другой стороне, где и будет слышен шум.

У молодых лиц пульсирующий шум артериального происхождения может быть вызван фибромускулярной дисплазией, нередко приводящей к стенозу сосудов. Не нужно забывать, что к стенозу сосуда, а следовательно, к шуму может привести гематома в стенке сосуда. В этом случае больные жалуются на остро возникающую боль в задней части шеи. В анамнезе таких пациентов не исключена травма. В данной ситуации существует риск инфаркта головного мозга в результате церебральной тромбоэмболии или гемодинамической нестабильности мозгового кровообращения.

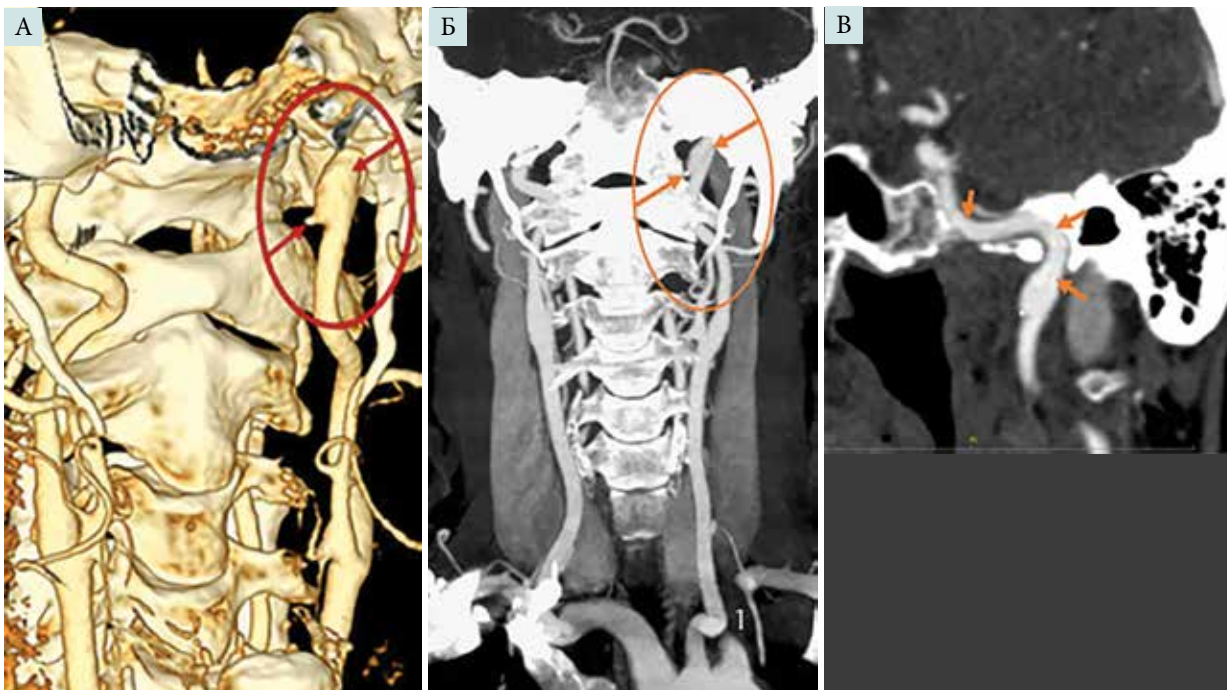


Рис. 2. Компьютерные ангиограммы брахиоцефальных артерий – 3D-реконструкция (А), мультипланарные реконструкции во фронтальной (Б) и кососагиттальной (В) плоскостях, на которых отмечаются кинкинг левой общей сонной артерии, фузиформная аневризма шейного сегмента левой внутренней сонной артерии с диссекцией ее просвета: левая общая сонная артерия в проксимальном отделе имеет Z-образный ход (Б – 1) за счет углообразных перегибов под острыми углами с формированием стенозов на 30–35%. В дистальных отделах шейного сегмента левой внутренней сонной артерии определяется фузиформное расширение до 8,0 мм на протяжении до 14,0 мм (А, Б – стрелки в овале), с кальцинированным узелком в стенке, от которого косовертикально прослеживается линейная структура (В – короткие стрелки), отделяющая «ложный» просвет

Аневризма

Аневризма внутренней сонной или позвоночной артерии часто приводит к турбулентному кровотоку, но редко клинически проявляется пульсирующим шумом (рис. 2) [2].

Анатомические варианты и аномалии артерий

Сосудистые петли, контактирующие с VIII парой черепно-мозговых нервов, считаются вариантом нормы. Однако, по данным метаанализа, проведенного N.K. Chadha и G.M. Weiner, пациенты с односторонней потерей слуха в два раза чаще имеют эти сосудистые петли в скомпрометированном ухе по сравнению с бессимптомным. У субъектов с пульсирующим шумом в ушах контактирующая сосудистая петля регистрируется в 80 раз чаще, чем у пациентов с неппульсирующим шумом в ушах. Это позволяет предположить, что в некоторых случаях существует причинно-следственная связь для пульсирующего шума в ушах [16], хотя патогенез до сих пор неясен.

МСКТ височных костей позволяет диагностировать персистирующую стременистую артерию, которая обычно существует лишь в эмбриональном возрасте, отклонение или дигисценцию канала внутренней сонной артерии [17–19].

Артериовенозный пульсирующий шум

Капиллярная гиперемия

Капиллярная гиперемия, приводящая к пульсирующему шуму, может наблюдаться при остром среднем отите, что легко подтверждается клинически. Клинически достаточно легко подтвердить и отосклероз, при котором артериовенозные микрофистулы над овальным окном в активной фазе заболевания могут приводить к пульсирующему шуму в ушах [15].

Опухоли, богатые сосудами

Типичными опухолями, богатыми кровеносными сосудами, являются параганглиомы. Пульсирующий шум в ушах считается одним из симптомов тимпанных и яремных параганглиом. Параганглиома в 10% случаев возникает с двух сторон [20]. Пульсирующий шум в ушах может быть обусловлен другими богатыми сосудами опухолями основания черепа, особенно опухолями височной кости (метастазы, назальные менингиты, гемангиомы, опухоли Хейфнера) или болезнью Педжета [21, 22].

Артериовенозные мальформации

Артериовенозные мальформации являются врожденными. Они могут вызвать неврологические симптомы, но редко пульсирующий шум [23].

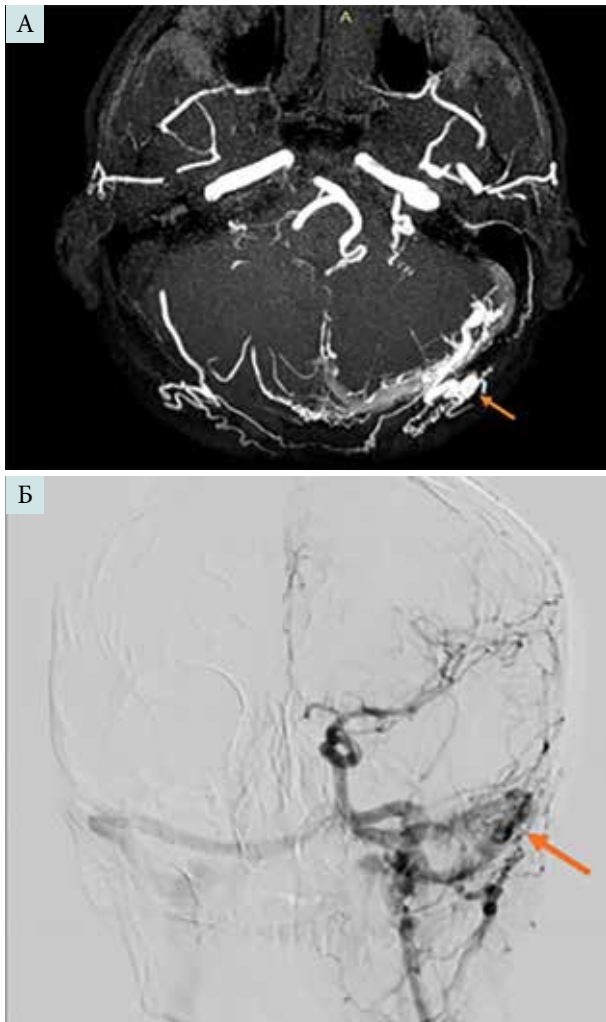


Рис. 3. МР-веносинограмма, 3D-реконструкция (А), субтракционная ангиография церебральных сосудов (Б) – слева дуральная фистула между затылочной, задними нижними мозжечковыми артериями с поперечным синусом (стрелки), признаками преимущественного оттока через правый бассейн яремной вены

Прямые артериовенозные фистулы

Прямые артериовенозные фистулы возникают либо в результате повреждения крупных артерий, кровоснабжающих головной мозг, либо в результате разрыва экстрадуральной аневризмы в окружающее венозное сплетение. Классическая причина – каротидно-кавернозный свищ вследствие перелома основания черепа. Тем не менее нельзя исключать и наличие вертебровебрального свища (между позвоночной артерией и позвоночным венозным сплетением) как причину пульсирующего шума. Как и в случае дуральных артериовенозных фистул, именно изменение венозного оттока приводит к пульсирующему шуму. Феномен обкрадывания артерий (как и при дуральных артериовенозных фистулах), питающих головной мозг, представляет дополнительный риск возникновения неврологической патологии (очаговая симптоматика,

повышенное внутричерепное давление, внутричерепное кровоизлияние) [24]. Лечение только хирургическое. Обязательно проведение прямой цифровой ангиографии.

Дуральные артериовенозные фистулы

Дуральные артериовенозные фистулы могут ассоциироваться с невыносимо громкими ревущими пульсирующими звуками. Их основным симптомом, за исключением головной боли, является именно пульсирующий шум [2]. Этот шум объективный, но не всегда может быть услышан клиницистом [25, 26], поскольку сама фистула находится в твердой мозговой оболочке и КТ предоставляет лишь косвенные данные [27, 28]. МР-ангиография может быть достаточно информативной [3]. Однако золотым стандартом признана цифровая субтракционная ангиография (рис. 3).

Другие причины пульсирующего шума

Дигисценция полукружного канала

Дигисценция полукружного канала бывает находкой при исследовании височных костей. Однако существует синдром дигисценции верхнего полукружного канала, проявляющийся различными кохлеовестибулярными жалобами. Пульсирующий ушной шум – частый симптом при синдроме дигисценции верхнего полукружного канала, когда нормальные, синхронные с пульсом небольшие изменения внутричерепного давления воспринимаются пациентом как волны, похожие на шум прибора или стрекотание кузнечиков [29].

Менингоцеле височной кости

Это редкая патология, представляющая собой грыжевое выпаривание мягкой и паутинной оболочек через костный дефект височной кости. Относится к жизнеугрожающим состояниям, требующим хирургического лечения.

Холестероловая гранулема

Это медленно растущее доброкачественное экспансивное жидкостное образование, которое содержит кристаллы холестерина с гигантскими клетками и реакцией фиброзной ткани по периферии. При расположении в области верхушки пирамиды может вызывать периодический пульсирующий шум, а также головную боль и дискомфорт в причинном ухе (как реакция на холод, сильный звук или другой раздражитель). Кроме того, у пациента может появиться диплопия, связанная с парезом *n. abducens* [30].

Перилимфатические фистулы лабиринта

Перилимфатические фистулы лабиринта, приводящие к развитию кохлеарных и/или вестибулярных симптомов различной степени выраженности, характеризуются большим разнообразием причин возникновения и характера повреждений структур среднего и внутреннего уха. Например, разрыв мембраны круглого окна может произойти при резком изменении давления в барабанной полости при ударе по уху, интенсивном сморкании, погружении на глубину [31].

Выводы

При обследовании пациентов с пульсирующим шумом важно четко определить жалобы и анамнез. Особое внимание надо обращать на продолжительность шума, провоцирующие факторы, препараты, которые принимает пациент, поскольку ряд лекарственных средств, например ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, антагонисты кальция, по данным A. Sismanis, могут способствовать возникновению пульсирующего шума в ушах [10]. Необходимо учитывать предшествующую черепно-мозговую травму (если таковая была). Важно определить, действительно ли шум синхронен с пульсом. Тщательную аускультацию следует проводить в полной тишине. В стандарт исследований входят измерение артериального давления, определение индекса массы тела, тестирование на анемию и исключение гипертиреоза. Проводится тщательный лор-осмотр для исключения отита, каких-либо сосудистых образований в барабанной полости, выполняются провокационные и ротационные маневры для диагностики характера шума (венозный или артериальный) (табл. 3) [3]. Невролог должен провести поиск неврологической симптоматики и симптомов повышенного внутричерепного давления, что является клинически нарастающими признаками.

Важно выполнить полную доплерографию сосудов головы и шеи. Визуализация должна включать как минимум КТ и МРТ, которые дополняют друг друга. МР-ангиография полезна для визуализации артерий, в то время как вены и синусы лучше визуализируются на КТ-ангиографии. Визуализацию следует интерпретировать с учетом клинических данных. При необходимости проводят прямую катетерную ангиографию. Бесконтрастная МР-ангиография церебральных артерий позволяет оценить как анатомические, так и функциональные особенности артериального кровотока, выявить аневризмы и патологические соустья, стенозы и окклюзии сосудов.

МР-веносинусография помогает определить нарушения венозного кровообращения в головном мозге, выявить тромбозы церебральных венозных синусов. Возможности МРТ уникальны при анализе состояния черепно-мозговых нервов, циркуляции ликвора. На основании данных МРТ можно более эффективно и достоверно провести оценку неинвазивным путем (с контрастированием или без) изменений головного мозга, получить полное представление о состоянии коры, белого вещества и подкорковых структур (новообразования, аномалии развития, ишемические и геморрагические очаги), что может стать причиной шума в ушах.

Таблица 3. Маневры, применяемые для диагностики причин пульсирующего шума

Маневр	Венозный шум	Артериальный шум
Давление в области сонной артерии	–	Уменьшение или исчезновение
Мягкое сдавление вен на стороне пульсирующего шума	Уменьшение или исчезновение	–
Мягкое сдавление вен на стороне, противоположной пульсирующему шуму	Усиление	Редко снижается
Проба Вальсальвы	Усиление	–
Проба Мюллера	Усиление	–
Поворот головы в сторону пульсирующего шума	Уменьшение	–
Поворот головы в противоположную сторону	Усиление	–

Преимуществом МСКТ является возможность достоверной оценки костных изменений черепа, в частности пирамиды височной кости, в том числе структур внутреннего и среднего уха (варианты развития, аномалии, новообразования, травмы и воспалительные процессы). КТ-ангиография сосудов головного мозга – методика, позволяющая выявить изменения церебральных сосудов (мальформации, аневризмы, атеросклеротические бляшки), оценить нарушения перфузии головного мозга, получить мультипланарные и объемные реконструкции, что способствует более точному определению топографо-анатомических взаимоотношений патологических изменений с окружающими структурами.

Заключение

Причин возникновения пульсирующего шума много, что затрудняет диагностику. Установление причины пульсирующего шума часто возможно только в том случае, если все клинические данные сопоставляются и оцениваются с результатами визуализации. В идеале это должна выполнять мультидисциплинарная бригада, имеющая четкий алгоритм действий. ☼

Финансирование и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов. В статье изложена позиция авторов. Они подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Литература

1. Kircher M.L., Standring R.T., Leonetti J.P. Neuroradiologic assessment of pulsatile tinnitus. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 2008; 139 (2): 144.
2. Sismanis A. Pulsatile tinnitus. *Otolaryngol. Clin. North Am.* 2003; 36 (2): 389–402.
3. Hofmann E., Behr R., Neumann-Haefelin T., Schwager K. Pulsatile tinnitus: imaging and differential diagnosis. *Dtsch. Arztebl. Int.* 2013; 110 (26): 451–458.
4. Sonmez G., Basekim C.C., Ozturk E., et al. Imaging of pulsatile tinnitus: a review of 74 patients. *Clin. Imaging.* 2007; 31 (2): 102–108.

5. Mattox D.E., Hudgins P. Algorithm for evaluation of pulsatile tinnitus. *Acta Otolaryngol.* 2008; 128 (4): 427–431.
6. Vattoth S, Shah R., Curé J.K. A compartment-based approach for the imaging evaluation of tinnitus. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 2010; 31 (2): 211–218.
7. Narsinh K.H., Hui F., Duvvuri M., et al. Management of vascular causes of pulsatile tinnitus. *J. Neurointerv. Surg.* 2022; 14 (11): 1151–1157.
8. Levine R.A., Nam E.C., Melcher J. Somatosensory pulsatile tinnitus syndrome: somatic testing identifies a pulsatile tinnitus subtype that implicates the somatosensory system. *Trends Amplif.* 2008; 12 (3): 242–253.
9. Friedmann D.R., Eubig J., McGill M., et al. Development of the jugular bulb: a radiologic study. *Otol. Neurotol.* 2011; 32 (8): 1389–1395.
10. Sismanis A. Pulsatile tinnitus. A 15-year experience. *Am. J. Otol.* 1998; 19 (4): 472–477.
11. Сергеев А.В. Идиопатическая внутричерепная гипертензия. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2016; 116 (5): 93–97.
12. Kang M., Escott E. Imaging of tinnitus. *Otolaryngol. Clin. North Am.* 2008; 41 (1): 179–193.
13. Otto K.J., Hudgins P.A., Abdelkafy W., Mattox D.E. Sigmoid sinus diverticulum: a new surgical approach to the correction of pulsatile tinnitus. *Otol. Neurotol.* 2007; 28 (1): 48–53.
14. Russell E.J., De Michaelis B.J., Wiet R., Meyer J. Objective pulse-synchronous ‘essential’ tinnitus due to narrowing of the transverse dural venous sinus. *Int. Tinnitus J.* 1995; 1 (2): 127–137.
15. De Ridder D., Menovsky T., Van de Heyning P. An otoneurosurgical approach to non-pulsatile and pulsatile tinnitus. *B-ENT.* 2007; 3 Suppl 7: 79–86.
16. Chadha N.K., Weiner G.M. Vascular loops causing otological symptoms: a systematic review and meta-analysis. *Clin. Otolaryngol.* 2008; 33 (1): 5–11.
17. Schröck A., Strach K., Kühnemund M., et al. Seltene Ursache eines pulssynchronen Tinnitus [Rare cause of pulse-synchronous tinnitus]. *HNO.* 2008; 56 (7): 714–716.
18. Lo W.W.M., Maya M.M., Som P.M., Curtin H.D. Temporal bone: vascular tinnitus. *Head Neck Imaging.* St. Louis: Mosby, 2003; 1361–1374.
19. Lund A.D., Palacios S.D. Carotid artery-cochlear dehiscence: a review. *Laryngoscope.* 2011; 121 (12): 2658–2660.
20. Hofmann E., Arps H., Schwager K. Paragangliome der Kopf-Hals-Region (‘Glomustumoren’) *Radiologie Up2Date.* 2009; 4: 339–353.
21. Gehrking E., Gliemroth J., Missler U., Remmert S. Hauptsymptom: ‘Pulssynchrones Ohrgeräusch’ [Main symptom: ‘pulse-synchronous tinnitus’]. *Laryngorhinootologie.* 2000; 79 (9): 510–516.
22. Swartz J.D. An approach to the evaluation of the patient with pulsatile tinnitus with emphasis on the anatomy and pathology of the jugular foramen. *Semin. Ultrasound CT MR.* 2004; 25 (4): 319–331.
23. Grzyska U., Fiehler J. Pathophysiology and treatment of brain AVMs. *Klin. Neuroradiol.* 2009; 19 (1): 82–90.
24. Zipfel G.J., Shah M.N., Refai D., et al. Cranial dural arteriovenous fistulas: modification of angiographic classification scales based on new natural history data. *Neurosurg. Focus.* 2009; 26 (5): E14.
25. Park I.H., Kang H.J., Suh S.I., Chae S.W. Dural arteriovenous fistula presenting as subjective pulsatile tinnitus. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 2006; 132 (10): 1148–1150.
26. Waldvogel D., Mattle H.P., Sturzenegger M., Schroth G. Pulsatile tinnitus – a review of 84 patients. *J. Neurol.* 1998; 245 (3): 137–142.
27. Dietz R.R., Davis W.L., Harnsberger H.R., et al. MR imaging and MR angiography in the evaluation of pulsatile tinnitus. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 1994; 15 (5): 879–889.
28. Alatakis S., Koulouris G., Stuckey S. CT-demonstrated transcalvarial channels diagnostic of dural arteriovenous fistula. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 2005; 26 (9): 2393–2396.
29. Крюков А.И., Кунельская Н.Л., Гаров Е.В. и др. Диагностика и лечение синдрома Минора. *Вестник оториноларингологии.* 2012; 77 (5): 8–13.
30. Почуева Т.В., Борисенко О.Н., Сребняк И.А., Меркулов А.Ю. Патология верхушки пирамиды височной кости: холестероловая гранулема и врожденная холестеатома. *Вестник оториноларингологии.* 2021; 86 (3): 127–133.
31. Банников С.А., Бойко Н.В., Писаренко Е.А., Колесников В.Н. Травматическая перилимфатическая фистула с люксацией стремени в преддверие. *Вестник оториноларингологии.* 2019; 84 (3): 61–64.

Pulsatile Tinnitus (Literature Review with Own Observations)

K.V. Savranskaya, PhD, N.A. Miroshnichenko, PhD, Prof., Ye.A. Yegorova, PhD, Prof., A.A. Baev, PhD

A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry

Contact person: Kristina V. Savranskaya, kristina.savranskaya@gmail.com

The article presents a review of the literature on pulsatile tinnitus. The presented material is supplemented with its own illustrative material.

Key words: pulsatile tinnitus, MRI, temporal bone CT