

УДК 616.28-008.11-15; 578.72

doi: 10.52888/0514-2515-2025-366-3-103-111

Оториноларингология

Otorhinolaryngology

НЕЙРОСЕНСОРНАЯ ТУГОУХОСТЬ СОСУДИСТОГО ГЕНЕЗА, АССОЦИИРОВАННАЯ ВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ (ЭТИОПАТОГЕНЕЗ И ДИАГНОСТИКА)

Ш.Ф. Исупова, Д.И. Холматов

Кафедра оториноларингологии имени профессора Исхаки Ю.Б., ГОУ «Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино, г. Душанбе, Таджикистан

В обзоре суммированы этиопатогенетические факторы развития нейросенсорной тугоухости сосудистого и вирусного генеза, обобщены данные клинико-аудиологических и вирусологических исследований больных с подобными формами нарушения слуха. Изложены основные принципы формирования и дальнейшего прогноза сенсоневральной тугоухости. Дана оценка методам комплексного исследования слуха. Выявлены некоторые проблемы, касающиеся диагностики и реабилитации сенсоневральной тугоухости сосудистого и вирусного генеза, которые требуют дальнейших разработок в этой области.

Ключевые слова: нейросенсорная тугоухость, вирусная инфекция, Covid-19, аудиологические исследования, глухота.

Контактное лицо: Исупова Шахноза Файзуллохоновна, Email: isupova2025@internet.ru; Тел.: +99200003858

Для цитирования: Исупова Ш.Ф., Холматов Д.И. Нейросенсорная тугоухость сосудистого генеза, ассоциированная вирусной инфекцией (этиопатогенез и диагностика). Журнал Здравоохранение Таджикистана. 2025;366 (3): 103-111. [https:// doi.org/ 10.52888/0514-2515-2025-366-3-103-111](https://doi.org/10.52888/0514-2515-2025-366-3-103-111)

SENSORINEURAL HEARING LOSS OF VASCULAR ORIGIN ASSOCIATED WITH VIRAL INFECTION (ETIOPATHOGENESIS AND DIAGNOSIS)

Sh.F. Isupova, Dzh.I. Kholmatorov

Department of Otolaryngology, SEI Avicenna Tajik State Medical University, Dushanbe, Tajikistan

This review summarises the factors that contribute to the development of sensorineural hearing loss (SNHL) of vascular and viral origin. It summarises findings from clinical audiological and virological studies of patients presenting with these forms of hearing impairment. The main principles underlying the onset, progression and prognosis of SNHL are outlined. The methods used for comprehensive auditory evaluations are assessed. Certain issues in the diagnosis and rehabilitation of SNHL of vascular and viral aetiology are identified, which warrant further investigation in this area.

Keywords: sensorineural hearing loss, viral infection, audiological assessment, deafness, COVID-19

Corresponding author: Isupova Shakhnoza Faizullokhonovna - Email: isupova2025@internet.ru; Tel.: +992000038585

For citation: Isupova Sh.F., Kholmatorov Dzh.I. Sensorineural hearing loss of vascular origin associated with viral Infection (Etiopathogenesis and Diagnosis). Journal Healthcare of Tajikistan. 2025;366(3): 103-111. <https://doi.org/10.52888/0514-2515-2025-366-3-103-111>

ҒЎШВАЗНИНИИ НЕЙРОСЕНСОРНИИ АСЛАШ РАҒӢ, КИ БО СИРОЯТИ ВИРУСӢ ЯҚӢОЯ ШУДААСТ (ЭТИОПАТОГЕНЕЗ ВА ТАШХИС)

Ш.Ф. Исупова, Ӣ.И. Холматов

Кафедраи оториноларингология ба номи профессор Исҳоқӣ Ю.Б., МДТ «Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абуали ибни Сино», ш. Душанбе, Тоҷикистон.

Зимни шарҳ омилҳои этиопатогенезии инкишофи ғўшвазнинии нейросенсории аслаш рағӣ ва вирусӣ, ҷамъбааст намудани маълумотҳои клиникӣ-аудиологӣ ва вирусологӣ беморони гирифта ба шаклҳои ҳалалёбии шунавоӣ

хулоса шудааст. Принсипҳои асосии ташаккулёбӣ ва пешгӯии баъдинаи ғӯшвазнинии нейросенсорӣ шарҳ дода шудаанд. Усулҳои таҳқиқи маҷмуии шунавой арзёбӣ шудааст. Баъзе мушкилоте ошкор шудаанд, ки ба ташхис ва офиятбахшии ғӯшвазнинии нейросенсории аслаш рағӣ ва сироятӣ тааллуқ доранд ва дар ин соҳа паҷуҳишҳои навро тақозо менамояд.

Калимаҳои калидӣ: ғӯшвазнинии нейросенсорӣ, сирояти вирусӣ, Covid-19, таҳқиқи аудиологӣ, карӣ.

В рамках многочисленных проблем оториноларингологии особое внимание уделяется патологиям слухового анализатора, особенно в контексте выявления нарушений слуха как у взрослых, так и у новорожденных. Слуховая система является одной из основных дистантных сенсорных систем человека, поскольку она имеет важное значение для межличностного общения [1, 2].

По данным ВОЗ 430 млн. людей или около 5% населения в мире нуждаются в реабилитационной помощи по поводу нарушения слуха, из них 62,8 млн. приходится на страны США, Мексики и Канады; более 57 млн. на Европу; около 40 млн. на Африканские страны; 22 млн. на Турцию, Израиль, Египет и Кипр; 109 млн. на страны, охватывающие зону от Вьетнама до Филиппин; и более 136 млн. на страны, охватывающие территорию от Японии до Австралии [1].

В Республике Таджикистан более 700 тысяч человек страдают от нарушений слуха, из которых свыше 50% составляют дети [3, 4]. Согласно работам российских исследователей, из тысячи новорожденных у одного выявляется тотальная глухота [5].

American Academy Audiology свидетельствует о том, что ежегодно в мире рождается более 665000 детей со слуховыми нарушениями слуха, с превышением порогов слуха в 40 дБ. Эта тенденция с течением времени удваивается к 9-летнему возрасту [6].

Сенсоневральная тугоухость (СНТ) - форма снижения слуха, при которой поражается какой-либо из участков звуковоспринимающего отдела звукового анализатора, оно начинается от сенсорных клеток внутреннего уха и заканчивается корковым отделом в височной доле коры головного мозга [7].

Прогрессирование звуковоспринимающей формы нарушения слуха обусловлено повреждением рецепторного аппарата звукового анализатора вследствие патологического воздействия, таких факторов как шум, сосудистые проблемы, аллергия, другие факторы внешней и внутренней среды [8, 9].

Этиопатогенез. Сенсоневральная тугоухость (СНТ) возникает вследствие нарушения преобразования звуковых волн в нервные импульсы и их передачи от рецепторов до корковых центров

слуха. Данная патология характеризуется снижением слуха, вызванным повреждением структур внутреннего уха (улитки), слухового нерва, стволовых или корковых отделов слухового анализатора. К развитию приобретенной формы СНТ могут приводить различные заболевания, поражающие головной мозг, сосудистую и нервную системы, что влечет за собой расстройство звуковосприятия и проведения сигнала во внутреннем ухе [3, 10, 11].

Среди основных причин приобретенной СНТ выделяют: нарушения кровообращения (локальные и регионарные); инфекционные факторы (вирусные поражения); травматические воздействия (акустическая травма, баротравма, черепно-мозговые повреждения, хирургические вмешательства на ухе, перилимфатические фистулы); врожденные нарушения сосудов; новообразования и другие [3, 9, 12-15].

Таким образом, этиология СНТ отличается значительным разнообразием, что требует комплексного подхода к диагностике и лечению.

Нельзя не упомянуть о пагубном воздействии вирусной инфекции Covid-19, которые могут вызвать нарушение трофики внутреннего уха. По данным авторов, в связи с нарастанием очередной волны заражений COVID-19 и пиком, ожидаемым в холодный зимний период каждого года, пандемия оказывает двойное воздействие как на людей с новыми острыми инфекциями, так и на людей, страдающих различными состояниями после COVID-19. Среди них все чаще появляются сообщения о внезапной нейросенсорной тугоухости (SSNHL) и других нарушениях слуха, возникающих после острой инфекции COVID-19 [16, 17, 18-22].

Развитие перцептивной тугоухости вследствие среднего отита, обусловлено дисфункцией звуковосприятия в результате пагубного влияния на ушной лабиринт бактерий из инфицированного очага среднего уха [23]. Лабиринтит также может провоцировать развитие данной формы тугоухости [24]. Эти патологические изменения приводят к необратимому прогрессированию тугоухости.

Неврит слухового нерва развивается вследствие интоксикации химическими веществами или бактериальными токсинами. Под их воздействием происходит гибель нейронов слухового нерва,

что приводит к стойкому нарушению слуховой функции - сенсоневральной тугоухости или полной глухоте. Характерно, что эти изменения носят необратимый характер. В клинической практике отмечаются случаи стремительного развития тугоухости - в течение нескольких суток или даже часов [25].

По данным современных исследований, артериальная гипертония приводит к капилляропатии с изменениями в мозговых сосудах, которые питают миелинизированные волокна мозгового вещества [8, 9, 26].

Важно отметить, что при микроангиопатии патологический процесс затрагивает не только церебральные сосуды, но и лабиринтную артерию, имеющую субмиллиметровый диаметр. Это позволяет предположить, что кохлеовестибулярные нарушения сосудистого происхождения могут рассматриваться как один из клинических вариантов дисциркуляторной энцефалопатии [8].

В клинической практике наблюдается существенный диагностический пробел. Неврологи при обследовании пациентов с дисциркуляторной энцефалопатией (ДЭ) часто не оценивают состояние органов слуха и равновесия, в то время как ЛОР-врачи при улитково-вестибулярной дисфункции нервов не уделяют должного внимания этому. Также у таких больных не учитывают эмоциональное состояние.

Роль сосудистых факторов в патогенезе функционального и органического рода, сосудистые нарушения играют ключевую роль в развитии перцептивного нарушения слуха [8, 9, 26].

Согласно литературным данным, диагностическими критериями сосудистой СНТ является общемозговая симптоматика. У большинства пациентов отмечается гидропс внутреннего уха [8, 9, 26].

При СНТ сосудистого генеза патологический процесс включает диспропорцию кровотока по *arteria vertebralis*, что изменяет их тонус и, в свою очередь, приводит к венозному застою [27].

Таким образом, сенсоневральная тугоухость возникает, прежде всего, из-за нарушений в рецепторном аппарате улитки. Тугоухость может быть односторонней, и она имеет локальное происхождение. В среднем у 4% больных данной категории могут встречаться издержки в общении [3, 7].

Звуковоспринимающий тип тугоухости характеризуется повышением порогов при костном и воздушном предъявлении стимулов и отсутствием улиткового резерва. Тем не менее можно наблюдать высокий порог костно-воздушной кривой,

причем кривая костной проводимости может обрываться на высоких частотах, а кривая воздушной проводимости продолжать своё направление до определённого уровня. В данном случае мы задаёмся вопросом степени снижения уровня слуха. Считается, что в зоне высоких частот слышимого спектра, повышение порогов слуха может достигать 40 и более дБ, что, несомненно, приводит к нарушению функции громкости [3, 7].

Значительного внимания в дифференциации кондуктивной и сенсоневральной тугоухости требует порог гиперacusии [3, 28]. Известно, что гиперacusия при стимуляции «белым» шумом в норме и при кондуктивной тугоухости может достигать 100 дБ. А при СНТ этот порог опускается и возникает резкая гиперacusия при минимальных стимуляциях. При СНТ дискомфорт может возникать даже при незначительном увеличении стимула на 1-2 дБ от уровня комфорта [3, 28].

Измерение порогов слышимости ультразвука также играет важную роль в оценке рецепторов органа слуха. Так как тестирование проводят через сосцевидный отросток, возможно, что ухо с низким порогом звуковосприятия может восполнить эффект у больных с дисбалансом слуха. При данных обстоятельствах, исследование слуха ультразвуком надо дополнить определением способности уха воспринимать инфразвуки через воздух. Данной дифдиагностикой мы способны установить лабильность рецепторного аппарата [29].

Экспериментальные поиски Сагаловича Б.М. (1988); и Холматова Д.И. (2003), были посвящены аудиометрии в полном диапазоне частот (АВПДЧ), воспринимаемых человеческим ухом. Данный тест необходим при анализе «пресбиакузиса» и дифференциации обеих форм тугоухости [30-33]. С учётом данного положения, важно дополнить АВПДЧ при условии воздушного и костного проведении звуков [30-33].

Исследование слуха в полном диапазоне частот допускает констатировать три типа аудиограмм, которые не имеют различий на конвенциональной аудиограмме. Первый тип характеризуется резким обрывом кривых, второй — характеризуется отрицательными пиками на 2000 или 4000 Гц на частоте до 12000 или 16000 Гц, а третий тип демонстрирует линию кривой на всех высоких частотах, вплоть до ультразвуковых [33].

Это свидетельствует о том, что наибольшая чувствительность к слуховым расстройствам наблюдается в верхней части слышимого диапазона частот, затем в области ультразвуков, и только по-

том происходят изменения в обычном аудиометрическом диапазоне. Таким образом, расширение частотного диапазона тональной пороговой аудиометрии является важным направлением в диагностике СНТ.

Метод речевой аудиометрии является основным для оценки социального, профессионального и клинического состояния слуха [34-36].

Для его проведения необходимы артикуляционные таблицы, составленные с учетом спектрального анализа звуков речи и особенностей языка [3, 37].

Разборчивость речи, выражаемая в процентах правильных ответов, оценивается по пяти уровням. Первый уровень соответствует восприятию речи как звукового сигнала, второй — 20% разборчивости, третий — 50%, четвертый — 80%, а пятый — 100% разборчивости.

У пациентов с нарушением слуха, связанным с повреждением звукопроводящего аппарата, кривая разборчивости речи обычно идет параллельно нормальной. У больных с повреждением звукопроводящего аппарата максимальное отклонение наблюдается в области высоких уровней разборчивости, и кривая не достигает 100%. У некоторых пациентов кривая может достигать 100%, но только на высоких интенсивностях, что характерно для смешанной формы тугоухости.

Изменения в кривой речевой аудиометрии также наблюдаются у пациентов с нарушением функции громкости. Ускорение нарастания громкости отражается в более крутом увеличении кривой разборчивости до определенного уровня, после чего дальнейшее увеличение интенсивности приводит к ухудшению разборчивости [38, 39].

Корреляция между данными тональной надпороговой и речевой аудиометрии является одним из основных аргументов в пользу необходимости комплексного аудиологического обследования пациентов для уточнения и дифференциации различных форм тугоухости. Практика показывает, что сравнение надпорогового речевого теста с наиболее распространенными надпороговыми тональными тестами, такими как измерение «дифференциального порога восприятия силы звука» и регистрация «индекса малых приращений интенсивностей», позволяет выявить определенные закономерности.

Итак, корреляция акустических ответов на тональные и речевые надпороговые стимулы имеет исключительную дифференциальную оценку в патогенезе отдельных видов нарушения слуха [3, 40].

Способность локализовать источник звука у лиц с СНТ имеет важное значение [41].

В основе определения ототопики в вертикальной и горизонтальной плоскостях, лежит подсчет% правильных ответов при звуковой стимуляции из разных углов определённого пространства. При этом голова человека должна располагаться по середине всех источников звука [3].

Местоположение звуковых стимулов по горизонтали определяется корреляцией слуховой чувствительности на обоих ушах. В случаях слуховой диспропорции ототопика по горизонтали полностью теряется на хуже слышащей стороне, а на другой стороне сохраняется для источника стимула, расположенного на 18° градусов от средней линии. При пропорциональной тугоухости ототопика по горизонтали присутствует во всех случаях СНТ. Касательно звуковых стимулов по вертикали, ототопика нарушается у больных с СНТ в зависимости от уровня тугоухости.

Как видим исследование ототопики по единым стандартам перспективно для оптимизации идентификации и диагностики различных форм недостатка слуха.

Если мы до сих пор говорили о субъективных методах исследования слуха, то акустическая импедансометрия (АИ) является объективным способом акустического анализа органа слуха [3, 42, 43].

При измерении методом АИ анализируются нижеследующие параметры органа слуха.

Обусловленность объёма тимпанальной структуры от флюктуирующего уровня воздушного давления в слуховом проходе, предьявляется тимпаногаммой [42].

Обусловленность объёма тимпанальной структуры от мышечной реакции *m. stapedius*, в ответ на звуковые стимулы предьявляется рефлексограммой [44].

Установление звукового сопротивления при раздражении мышц барабанной полости представляет их рефлекторные сокращения у каждого испытуемого. Надо подчеркнуть, что *m. stapedius* реагирует на звуки, как с раздражаемой стороны уха, так и с противоположного уха.

Нормальный порог акустического рефлекса (АР) индивидуума, в ответ на тоновый стимул составляет в среднем 80 дБ, а на шумовые стимулы в среднем 18 дБ. При измерении АР необходимо учитывать частотный диапазон тонального стимула. Сагалович Б.М. (1978) подчёркивает, что при тональной стимуляции частотами 500-1000 Гц размах ответа не изменяется на протяжении 15

секунд. При таких же обстоятельствах, тональные стимулы в 2000 и 4000 Гц вызывают снижение размаха ответа, уровень которого коррелирует с частотой звукового сигнала.

Начальный уровень латентного этапа АР в среднем составляет 65 мс, и он зависит от типа тонального сигнала. С повышением уровня сигнала, этот порог уменьшается [34, 45].

Итак, базовыми показателями АР, в дифференциации типа тугоухости, служат уровень порога АР и продолжительность латентного этапа, в зависимости от интенсивности звука.

Используя метод регистрации отоакустической эмиссии (ОАЭ), мы можем анализировать состояние микроструктуры органа Корти. Суть исследования ОАЭ заключается в том, что введенный в слуховой проход микрофон, позволяет зарегистрировать ответный звуковой сигнал. То есть, ОАЭ является ответом наружных волосковых слуховых клеток, на поданный определённый звуковой стимул. Вызванная отоакустическая эмиссия физиологически крайне уязвима, амплитуда ОАЭ значительно снижается после интенсивного шумового и тонового воздействия [46].

Некоторые авторы Российской Федерации [47] обследовали детей в возрасте от 5 мес. до 17 лет, перенесших коронавирусную инфекцию. Аудиологическое обследование в зависимости от возраста включало: отоскопию, регистрацию задержанной вызванной отоакустической эмиссии (ЗВОАЭ), отоакустическую эмиссию на частоте продукта искажения (ОАЭПИ), коротколатентные слуховые вызванные потенциалы (КСВП), импедансометрию, тональную пороговую аудиометрию, речевую аудиометрию в тишине и шуме. Результаты исследования показали, что у 92% детей при отоскопии патологии не выявлены. У всех детей регистрировалась тимпанограмма типа «А». Акустический рефлекс регистрировался у 56% детей, однако не регистрировался у 31% детей, что наводило на мысль, что у данной категории больных имеет место СНТ вирусного генеза.

По данным итальянских, и некоторых других учёных, [48-50] коронавирус тяжелого острого респираторного синдрома (SARS-CoV)-2, новый коронавирус из того же семейства, что и SARS-CoV и коронавирус ближневосточного респираторного синдрома, распространился по всему миру. Авторы провели систематический обзор литературы, используя основные онлайн-базы данных (PubMed, Google Scholar, MEDLINE, UpToDate, Embase и Web of Science), по ключевым словам:

«COVID-19», «2019-nCoV», «коронавирус» и «SARS-CoV-2». Они считали, что SARS-CoV-2 является вероятной причиной инфекций среднего уха и нейросенсорной потери слуха вследствие распространения нового вируса в среднее ухо и связанные с ним нервные структуры.

Заключение. Итак, сведения о слухе пациентов, перенесших коронавирусную инфекцию, вызванную вирусом SARS-CoV-2, в настоящее время разрозненны и единичны. Не обобщены результаты исследований, проведенных среди взрослого и детского населения. Как показали наши приведенные источники, одни исследователи считают потерю слуха вирусного генеза, как нетипичный симптом при COVID-19, другие же акцентируют на коронавирусную природу развития сенсоневральной тугоухости.

Мы провели поиск и обобщение имеющейся литературы для проведения систематического обзора и метаанализа, чтобы оценить распространённость потери слуха во время эпидемии COVID-19. Основной целью данного исследования была оценка распространённости потери слуха у пациентов с положительным результатом теста на COVID-19.

Все больше данных свидетельствует о том, что у пациентов с COVID-19 существует риск потери слуха. Патогенез потери слуха, связанной с COVID-19 связан с нарушением микроциркуляции внутреннего уха в виду нарушения реологических свойств капилляров усугубляющихся под воздействием токсинов вируса.

Таким образом, рассмотренная проблема подчёркивает сосудистый характер развития сенсоневральной тугоухости, обусловленной повреждающим действием вирусной инфекции. В процессе лечения и реабилитации пациентов данной категории необходимо учитывать указанные патогенетические механизмы. Требуется дальнейшее изучение особенностей возникновения и прогрессирования сенсоневральной тугоухости у лиц с различными формами поражения слуха на разных этапах диагностики и терапии, а также разработка оптимальных методов лечения, профилактики и повышения качества жизни.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Жайсакова Д.Е., Калтаева М.Б. Нарушение слуховой функции у недоношенных детей в пренатальном и перинатальном периодах развития с отрицательным дефицитом неврологического статуса. Вестник Казахского Национального медицинского университета. 2016;4:116-120.

- Zhaysakova D.E., Kaltaeva M.B. Impaired auditory function in premature infants in the prenatal and perinatal periods of development with a negative deficit of neurological status. *Bulletin of the Kazakh National Medical University*. 2016;4:116-120.
2. Niazi Y., Ejaz B., Muazzam A. Impact of hearing impairment on psychological distress and subjective well-being in older adults. *Pakistan J. Med. Sci.* 2020;36(6):1210-1215. DOI: 10.12669/pjms.36.6.2457. PMID: 32968382; PMCID: PMC7501003.
 3. Холматов Д.И., Наврузшоева Ф.Д., Махамадиев А.А., Алиев Н.В. Современное представление об этиопатогенезе и диагностике сенсоневральной тугоухости сосудистого генеза. *Вестник Педагогического университета*. 2014;2(57):270-277.
Kholmatorov D.I., Navruzshoeva F.D., Makhamadiev A.A., Aliev N.V. Modern concept of etiopathogenesis and diagnostics of sensorineural hearing loss of vascular genesis. *Bulletin of the Pedagogical University*. 2014;2(57):270-277.
 4. Skarzyński P.H., Świerniak W., Piłka A., Skarżyńska M.B., Włodarczyk A.W., Kholmatorov D.I., et al. Hearing Screening Program for Children in Primary Schools in Tajikistan: A Telemedicine Model. *J. Med Sci Monit.* 2016; Vol.12; 22:2424-2430. DOI: 10.12659/msm.895967. PMID: 27402315; PMCID: PMC4954161.
 5. Богомилский М.Р., Рахманова И.В., Дьяконова И.Н., Матроскин А.Г. Акустический рефлекс у новорожденных и детей грудного возраста. *Российская оториноларингология*. 2022;Том21;1(116):85-92. DOI:10.18692/1810-4800-2022-1-85-92.
Bogomil'skiy M.R., Rakhmanova I.V., D'yakonova I.N., Matroskin A.G. Acoustic reflex in newborns and infants. *Russian otolaryngology*. 2022; Vol. 21;1(116):85-92. DOI:10.18692/1810-4800-2022-1-85-92.
 6. Judith E.C., Lieu M.D., Margaret K., Samantha A., Davidson L. Hearing Loss in Children A Review. *J. Am. Med. Ass.* 2020; Vol. 324;21:2195-2205. DOI:10.1001/jama.2020/17647.
 7. Tanna R.J., Lin J.W., De Jesus O. Sensorineural Hearing Loss. *Stat Pearls Publishing*; 2024 Jan –. PMID: 33351419.
 8. Taylor A., Kerry R., Mourad F., Hutting N. Vascular flow limitations affecting the cervico-cranial region: Understanding ischaemia. *Braz. J. Phys. Ther.* 2023;27(3):100493. DOI: 10.1016/j.bjpt.2023.100493.
 9. Yu W., Zong S., Du P., Zhou P., Li H., Wang E. et al. Role of the Stria Vascularis in the Pathogenesis of Sensorineural Hearing Loss: A Narrative Review. *Front Neurosci.* 2021; Nov 19; 15:774585. DOI: 10.3389/fnins.2021.774585.
 10. Haile L. M. et al. Hearing loss prevalence and years lived with disability, 1990-2019: findings from the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet* 2021;Vol.397:996-1009. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)00516-X.
 11. Capra D., Dos Santos M.F., Sanz C.K., Acosta Filha L.G., Nunes P., Heringer M. et al. Pathophysiology and mechanisms of hearing impairment related to neonatal infection diseases. *Front Microbiol.* 2023; Apr 14; 14:1162554. DOI: 10.3389/fmicb.2023.1162554.
 12. Campo P., Morata T.C., Hong O. Chemical exposure and hearing loss. *Dis Mon.* 2013;59(4):119-38. DOI: 10.1016/j.disamonth.2013.01.003.
 13. Besen E., Paiva K.M., Cigana L.B., Machado M.J., Haas P. Newborns' Hearing Health Associated with Infectious Diseases in Primary Healthcare Infectious Diseases and Neonatal Hearing Screening. *J. Exp. Pathol.* 2022;3(1):16-22.
 14. Meng X., Wang J., Sun J., Zhu K. COVID-19 and Sudden Sensorineural Hearing Loss: A Systematic Review. *Front Neurol.* 2022;13:883749. DOI: 10.3389/fneur.2022.883749.
 15. Cohen B.E., Durstenfeld A., Roehm P.C. Viral causes of hearing loss: a review for hearing health professionals. *Trends Hear.* 2014 Jul 29;18:2331216514541361. DOI: 10.1177/2331216514541361.
 16. Clarke, Jarrod, Micah Peters and Kim Gibson. COVID-19 and Sudden Sensorineural Hearing Loss. *Australian Nursing and Midwifery Journal*. 2023;16(4):1-2.
 17. Chern A, Famuyide AO, Moonis G, Lalwani AK. Bilateral sudden sensorineural hearing loss and intralabyrinthine hemorrhage in a patient with COVID-19. *Otol Neurotol.* 2021;42(1):10-14. DOI: 10.1097/MAO.0000000000002860.
 18. Dorobisz K., Pazdro-Zastawny K., Misiak P., Kruk-Krzemiń A., Zatoński T. Sensorineural Hearing Loss in Patients with Long-COVID-19: Objective and Behavioral Audiometric Findings. *Infect Drug Resist.* 2023;3;16:1931-1939. DOI: 10.2147/IDR.S398126.
 19. Fancello V, Fancello G, Hatzopoulos S, Bianchini C, Stomeo F, Pelucchi S, Ciorba A. Sensorineural Hearing Loss Post-COVID-19 Infection: An Update. *Audiol Res.* 2022 Jun 1;12(3):307-315. DOI: 10.3390/audiolres12030032..
 20. Frazier KM, Hooper JE, Mostafa HH, Stewart CM. SARS-CoV-2 virus isolated from the mastoid and middle ear: implications for COVID-19 precautions during ear surgery. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2020;146(10):964-966. DOI: 10.1001/jamaoto.2020.1922.
 21. Frosolini A., Franz L., Daloiso A., de Filippis C., Marioni G. Sudden Sensorineural Hearing Loss in the COVID-19 Pandemic: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Diagnostics (Basel)*. 2022 Dec 12;12(12):31-39. DOI: 10.3390/diagnostics12123139.
 22. Mustafa M.W.M. Audiological profile of asymptomatic Covid-19 PCR-positive cases. *Am J Otolaryngol.* 2020 May-Jun; №41(3):102483. DOI: 10.1016/j.amjoto.2020.102483.

23. Mittal R., Lisi C.V., Gerring R., Mittal J., Mathee K., Narasimhan G., et al. Current concepts in the pathogenesis and treatment of chronic suppurative otitis media. *J Med Microbiol.* 2015 Oct.; 64(10):1103-1116. DOI: 10.1099/jmm.0.000155.
24. Subramaniam V., Ashkar A., Rai S. Cochlear Dysfunction in Chronic Otitis Media and Its Determinants. *Iran J Otorhinolaryngol.* 2020;32(109):79-84. DOI: 10.22038/ijorl.2019.35045.2158
25. Campo P., Morata T.C., Hong O. Chemical exposure and hearing loss. *Dis Mon.* 2013 Apr.;59(4):119-38. DOI: 10.1016/j.disamonth.2013.01.003.
26. Blanco P.J., Müller L.O., Spence J.D. Blood pressure gradients in cerebral arteries: a clue to pathogenesis of cerebral small vessel disease. *Stroke Vasc Neurol.* 2017 Jun 8;2(3):108-117. DOI: 10.1136/svn-2017-000087.
27. Pirau L., Lui F. Vertebrobasilar Insufficiency. 2023 Jul 17. In: Stat Pearls [Internet]: Stat Pearls Publishing; 2024 Jan-. PMID: 29489229.
28. Czarnecka E., Lachowska M. Auditory hypersensitivity – definition, etiology, etiopathogenesis, diagnostic and therapeutic possibilities. *Pol Otorhino Rev.* 2020;Vol.9;2:27-34. DOI: 10.5604/01.3001.0014.1214.
29. Forlim C.G., Ascone L., Koch C. et al. Resting state network changes induced by experimental inaudible infrasound exposure and associations with self-reported noise sensitivity and annoyance. *Sci Rep* 14, 24555 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-76543-2>
30. Айзенштадт Л.В., Владимирова Т.Ю., Куренков А.В., Кашапова А.М. Оценка порогов слуха в расширенном частотном диапазоне у пациентов старшей возрастной группы. *Наука и инновации в медицине.* 2019;4(4):4-7. DOI: 10.35693/2500-1388-2019-4-4-4-7. Ayzenshtadt L.V., Vladimirova T.Yu., Kurenkov A.V., Kashapova A.M. Evaluation of hearing thresholds in an extended frequency range in elderly patients. *Science and innovation in medicine.* 2019;4(4):4-7. DOI: 10.35693/2500-1388-2019-4-4-4-7.
31. Шидловский А.Ю. Типы аудиограмм в расширенном диапазоне частот при нормальном восприятии тонов конвенционального диапазона на ранних стадиях развития сенсоневральной тугоухости сосудистого генеза. *Российская оториноларингология.* 2015;2(75):97-100. Shidlovskiy A.Yu. Typical audiograms in a wide frequency range with normal perception of conventional tones in the early stages of development of sensorineural tightness of the vascular gene. *Russian otolaryngology.* 2015;2(75): 97-100.
32. Lough M., Plack C.J. Extended high-frequency audiometry in research and clinical practice. *J. Acoust.Soc.Am.* 2022 Mar;151(3):1944. DOI: 10.1121/10.0009766
33. Rodríguez Valiente A., Roldán Fidalgo A., Villarreal I.M., García Berrocal J.R. Audiometría con extensión en altas frecuencias (9.000-20.000 Hz). Utilidad en el diagnóstico audiológico. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2016;67:40-44. DOI: 10.1016/j.otorri.2015.02.002
34. Бобошко М.Ю., Бердникова И.П., Мальцева Н.В. Возможности фразовой речевой аудиометрии в свободном звуковом поле. *Наука и инновации в медицине.* 2020;5(1):36-39. DOI: 10.35693/2500-1388-2020-5-1-36-39. Boboshko M.Yu., Berdnikova I.P., Mal'tseva N.V. Possibilities of phrase speech audiometry in a free sound field. *Science and innovation in medicine.* 2020;5(1):36-39. DOI: 10.35693/2500-1388-2020-5-1-36-39.
35. Соколова С.М., Беличева К.А., Кибалова Ю.С., Мороз Н.В. Оценка речевой разборчивости у детей с глубокими формами тугоухости. *Российская оториноларингология.* 2013;1(62):193-197. Sokolova S.M., Belicheva K.A., Kibalova Yu.S., Moroz N.V. Evaluation of speech intelligibility in children with profound forms of hearing loss. *Russian otorhinolaryngology.* 2013;1(62):193-197.
36. Суатбаева Р.П., Джанваху О.А., Таукелева С.А., Тогузбаева Д.Е. Современные аспекты речевой аудиометрии (Обзор литературы). *Вестник Казахского Национального медицинского университета.* 2020;3:492-496. Suatbaeva R.P., Dzhanvakhu O.A., Taukeleva S.A., Toguzbaeva D.E. Modern aspects of speech audiometry (Literature review). *Bulletin of the Kazakh National Medical University.* 2020;3:492-496.
37. Михайлов В.Г. Диагностические артикуляционные таблицы. *Акустический журнал.* 2002;48(5):705-712. Mikhaylov V.G. Diagnostic articulation tables. *Acoustic Journal.* 2002;48(5):705-712.
38. Махамадиев А.А. Ранняя диагностика сенсоневральной тугоухости при хроническом гнойном среднем отите. Автореферат дисс. к.м.н., 51 стр. Душанбе -2018. Makhmadiev A.A. Early diagnosis of sensorineural hearing loss in chronic suppurative otitis media. Abstract of the dissertation of a candidate of medical sciences, 51 p. Dushanbe -2018.
39. Kubota T, Ito T, Abe Y, Chiba H, Suzuki Y, Kakehata S, Aoyagi M. Detecting the recruitment phenomenon in adults using 80-Hz auditory steady-state response. *Auris Nasus Larynx.* 2019 Oct;46(5):696-702. DOI: 10.1016/j.anl.2019.01.004.
40. Bost TJM, Versfeld NJ, Goverts ST. Effect of Audibility and Suprathreshold Deficits on Speech Recognition for Listeners With Unilateral Hearing Loss. *EarHear.* 2019;40(4):1025-1034. DOI: 10.1097/AUD.0000000000000685.
41. Akeroyd MA, Whitmer WM. Spatial hearing and hearing aids. *ENT Audiol News.* 2011;20(5):76-79. PMID: 24109504 PMCID: PMC3791412
42. Пальчун В.Т., Левина Ю.В., Гусева А.Л., Ефимова С.П., Доронина О.М. Акустическая импедансометрия: эволюция диагностических возможностей. *Вестник оториноларингологии.* 2015;80(6):59-64.

- Pal'chun V.T., Levina Yu.V., Guseva A.L., Efimova S.P., Doronina O.M. Acoustic impedancemetry: evolution of diagnostic capabilities. *Bulletin of Otorhinolaryngology*. 2015;80 (6):59-64.
43. Сапожников Я.М., Дайхес Н.А., Мачалов А.С., Карпов В.Л., Канафьев Д.М. Возможности широкополосной тимпанометрии в дифференциальной диагностике некоторых форм тугоухости. *Российская оториноларингология*. 2019;18(6):59-65. DOI:10.18692/1810-4800-2019-6-59-65.
Sapozhnikov Ya. M., Daykhes N.A., Machalov A.S., Karpov V.L., Kanaf'ev D.M. Possibilities of broadband tympanometry in differential diagnostics of some forms of hearing loss. *Russian otorhinolaryngology*. 2019;18(6): 59-65. DOI:10.18692/1810-4800-2019-6-59-65.
44. Паньшина В.С., Петрова Н.Н. Акустическая рефлексометрия у лиц с ранними проявлениями профессиональной тугоухости, занятых в деревообрабатывающей промышленности. *Российская оториноларингология*. 2014;2(69):59-62.
Pan'shina V.S., Petrova N.N. Acoustic reflexometry in individuals with early manifestations of occupational hearing loss employed in the woodworking industry. *Russian Otolaryngology*. 2014;2 (69):59-62.
45. Тюмкова Д.И., Никитин Н.И., Мухамедрахимов Р.Ж. Длительность латентного периода и точность локализации неподвижного звука у детей раннего возраста. *Вестник Санкт-Петербургского университета*. 2014;4:43-50.
- Tyunkova D.I., Nikitin N.I., Mukhamedrahimov R.Zh. Latency duration and localization accuracy of stationary sound in young children. *Bulletin of St. Petersburg University*. 2014;4:43-50.
46. Rai N, Yashveer JK. Role of Otoacoustic Emission Test in Early Diagnosis of Hearing Impairment in Infants. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2022;74 (Suppl 3):4258-4263. DOI: 10.1007/s12070-021-02532-w.
47. Туфатулин Г.Ш., Бобошко М.Ю., Гарбарук Е.С., Артюшкин С. А. и другие. Состояние слуха у детей, перенесших новую коронавирусную инфекцию (COVID-19). *Вестник оториноларингологии* 2021;86(5):28-34 <https://doi.org/10.17116/otorino20218605128>
48. Mi Tang, Jie Wang, Qinxu Zhang. Prevalence of hearing loss in Covid-19 patients: a systematic review and meta-analysis. *ACTA-OTO-LARYNGOLOGICA* 2023, vol.143, N5, 416-422. <https://doi.org/10.1080/0016489.2023.2204909>
49. Pascarella, Giuseppe, Alessandro Strumia, Chiara Piliago, Federica Bruno, Romualdo Del Buono, Fabio Costa, Simone Scarlata, and Felice Eugenio Agrò. "COVID-19 diagnosis and management: a comprehensive review." *Journal of internal medicine* 288, 2020;2:192-206.
50. Maharaj, Shivesh, Martha Bello Alvarez, Sheetal Mungul, and Kapila Hari. "Otologic dysfunction in patients with COVID-19: a systematic review." *Laryngoscope investigative otolaryngology* 5, 2020;6:1192-1196.

Информация об авторах

Исупова Шахноза Фаизулохоновна - ассистент кафедры оториноларингологии ГОУ «ТГМУ имени Абуали ибни Сино», Душанбе, Таджикистан.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1047-6885>

E-mail: isupova2025@internet.ru

Холматов Джамол Исраилович - доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры оториноларингологии ГОУ «ТГМУ имени Абуали ибни Сино», Душанбе, Таджикистан.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5135-7104>

E-mail: kholmatorvj@mail.ru

Information about the authors

Isupova Shahnoza Faizulokhonovna - assistant of the Department of otorhinolaryngology SEI «Avicenna Tajik State Medical University», Dushanbe, Tajikistan.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1047-6885>

E-mail: isupova2025@internet.ru

Kholmator Dzhamol Israilovich - Doctor of Medical Sciences, professor, professor of the Department of otorhinolaryngology SEI «Avicenna Tajik State Medical University», Dushanbe, Tajikistan.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5135-7104> E-mail: kholmatorvj@mail.ru

Информация об источнике пожертвования в виде грантов, оборудования, лекарственных препаратов

Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов и медицинского оборудования авторы не получали

Конфликт интересов: отсутствует

Information about support in the form of grants, equipment, medications

The authors did not receive financial support from manufacturers of medicines and medical equipment

Conflict of interest: authors declare no conflict of interest

ВКЛАД АВТОРОВ

Ш.Ф. Исупова - разработка концепции и дизайна исследования, анализ полученных данных, редактирование, общая ответственность.

Дж. И. Холматов - сбор материала, анализ полученных данных, подготовка текста, редактирование.

AUTHORS CONTRIBUTION

Sh.F. Isupova - conception and design, analysis and interpretation, critical revision of the article, overall responsibility.

Dz. I Kholmatov - overall responsibility, analysis and interpretation, writing the article, critical revision of the article.

Поступила в редакцию / Received: 14.03.2025

Принята к публикации / Accepted: 10.08.2025