

Статья поступила: 13.02.2025
Статья принята: 11.03.2025
УДК: 616.28-008.1-053.2
МРНТИ: 76.29.54
DOI: [10.24412/1609-8692-2025-1-194-215](https://doi.org/10.24412/1609-8692-2025-1-194-215)

Тип статьи: аналитический (нарративный) обзор литературы

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ДЕТЯМ С НАРУШЕНИЯМИ СЛУХА: АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Амангелді Д.Е., Рыскулова А.-Г.Р.
Казахстанский медицинский университет «ВШОЗ»,
г.Алматы, Казахстан

Введение. Нарушения слуха в детском возрасте ассоциированы с ограничениями речевого, когнитивного и социального развития и требуют своевременной диагностики с последующим междисциплинарным сопровождением.

Особое значение имеет непрерывность помощи от неонатального скрининга до периода обучения в школе.

Цель. Проанализировать этиологические, диагностические и организационные аспекты оказания помощи детям с нарушениями слуха и определить направления совершенствования маршрутизации, слухопротезирования и реабилитации.

Материалы и методы. Выполнен аналитический обзор опубликованных исследований, клинических рекомендаций и материалов международных организаций. Использованы сравнительный анализ, тематическая систематизация сведений о факторах риска, диагностических процедурах и методах слуховой реабилитации. Количественный синтез результатов не проводился.

Результаты. Рассмотрены генетические и инфекционные причины тугоухости, особенности неонатального и школьного аудиологического скрининга, объективные и поведенческие методы исследования слуха. Обобщены данные об использовании слуховых аппаратов, кохлеарных имплантов и междисциплинарных программ поддержки. Выделены организационные проблемы: позднее направление к специалистам, недостаточная преемственность диагностики и реабилитации, территориальные и финансовые ограничения.

Обсуждение. Раннее выявление нарушения слуха само по себе не обеспечивает благоприятного исхода при отсутствии своевременного подтверждения диагноза, технической коррекции слуха и дальнейшего сопровождения семьи. Для детей младшего школьного возраста необходима согласованная работа сурдолога, оториноларинголога, педиатра, педагогических специалистов и родителей.

Заключение. Организация помощи детям с нарушениями слуха должна основываться на последовательной маршрутизации, повторной оценке слуха, доступности слуховых технологий и индивидуализированной реабилитации. Перспективными организационными решениями являются расширение скрининга, дистанционные консультации и мониторинг сроков получения помощи.

Ключевые слова: нарушения слуха у детей; аудиологический скрининг; ранняя диагностика; слухопротезирование; кохлеарная имплантация; реабилитация; маршрутизация пациентов.

БАЛАЛАРДЫҢ ЕСТУ ҚАБІЛЕТІ БҰЗЫЛҒАН КЕЗДЕ МЕДИЦИНАЛЫҚ КӨМЕКТІ ҰЙЫМДАСТЫРУДЫ ЖЕТІЛДІРУ: ӘДЕБИЕТКЕ ТАЛДАМАЛЫҚ ШОЛУ

Амангелді Д.Е., Рыскулова А.-Г.Р.
«ҚДСЖМ» Қазақстандық медицина университеті Алматы қ., Қазақстан

Кіріспе. Балалардағы есту қабілетінің бұзылыстары сөйлеу, танымдық және әлеуметтік дамуға әсер етеді. Сондықтан жаңа туған нәрестелер скринингінен бастап мектеп жасына дейін үздіксіз аудиологиялық бақылау мен кешенді көмек қажет.

Мақсаты. Балалардағы есту бұзылыстарының этиологиялық, диагностикалық және ұйымдастырушылық аспектілерін талдау, медициналық көмекті бағыттау, естуді протездеу және оңалту жүйесін жетілдіру жолдарын айқындау.

Материалдар мен әдістер. Жарияланған ғылыми зерттеулерге, клиникалық ұсынымдарға және халықаралық ұйымдардың материалдарына талдамалық әдеби шолу жүргізілді. Қауіп факторлары, диагностикалық әдістер және естуді оңалту тәсілдері салыстырмалы түрде талданып, тақырыптық жүйеленді. Сандық метаталдау жүргізілген жоқ.

Нәтижелер. Есту қабілеті төмендеуінің генетикалық және инфекциялық себептері, неонаталдық және мектеп

жасындағы скрининг, объективті және мінез-құлықтық аудиологиялық әдістер қарастырылды. Есту аппараттары, кохлеарлық имплантация және көпсалалы қолдау жөніндегі деректер жинақталды. Мамандарға кеш жолдау, диагностикалау мен оңалтудың сабақтастығының жеткіліксіздігі, аумақтық және қаржылық кедергілер анықталды.

Талқылау. Ерте анықтау диагнозды уақытылы нақтылау, естуді түзету және отбасын ұзақ мерзімді сүйемелдеу қамтамасыз етілмесе, жеткілікті нәтиже бермейді. Бастауыш мектеп жасындағы балалар үшін сурдолог, оториноларинголог, педиатр, педагог және ата-аналардың үйлесімді жұмысы маңызды.

Қорытынды. Балаларға көрсетілетін көмек дәйекті бағыттауға, естуді қайта бағалауға, есту технологияларының қолжетімділігіне және жеке оңалтуға негізделуі тиіс. Скринингті кеңейту, қашықтан кеңес беру және көмек көрсету мерзімдерін бақылау перспективалы бағыттар болып табылады.

Түйінді сөздер: балалардың есту қабілетінің бұзылыстары; аудиологиялық скрининг; ерте диагностика; естуді протездеу; кохлеарлық имплантация; оңалту; пациенттерді бағыттау.

IMPROVING THE ORGANISATION OF CARE FOR CHILDREN WITH HEARING IMPAIRMENT: A NARRATIVE LITERATURE REVIEW

Amangeldi D.E., Ryskulova A.-G.R.

Kazakhstan Medical University "KSPH" Almaty, Kazakhstan

Introduction. Childhood hearing impairment can affect speech, cognitive and social development, making timely diagnosis and coordinated long-term care essential. Continuity from newborn hearing screening through the early school years is particularly important.

Objective. To review etiological, diagnostic and organisational aspects of care for children with hearing impairment and identify opportunities to improve referral pathways, hearing amplification and rehabilitation.

Materials and methods. A narrative review of published studies, clinical guidance and international organisational materials was undertaken. Comparative and thematic analyses addressed risk factors, audiological assessment and rehabilitative interventions. No quantitative meta-analysis was performed.

Results. The review considers genetic and infectious causes of hearing loss, newborn and school-age screening, and objective and behavioural audiological assessments. Evidence on hearing aids, cochlear implants and multidisciplinary support is synthesised. Key service barriers include delayed referrals, discontinuity between diagnosis and rehabilitation, geographical disparities and financial constraints.

Discussion. Early detection alone is insufficient without diagnostic confirmation, timely hearing intervention and sustained family-centred follow-up. For children in primary school, coordination among audiologists, otolaryngologists, paediatricians, education professionals and caregivers is central to continuity of care.

Conclusion. Paediatric hearing services should combine defined referral pathways, repeated audiological assessment, equitable access to hearing technologies and individualised rehabilitation. Expanded screening, teleconsultation and monitoring of time to intervention offer promising organisational strategies.

Keywords: childhood hearing impairment; hearing screening; early diagnosis; hearing aids; cochlear implantation; rehabilitation; referral pathways.

Введение. Нарушения слуха в детском возрасте относятся к клинически и социально значимым состояниям, поскольку несвоевременное выявление может ограничивать формирование речи, коммуникацию и образовательные возможности ребенка. Организация помощи должна обеспечивать не только первичный скрининг, но и подтверждение диагноза, установление этиологии, подбор технических средств коррекции, реабилитацию и динамическое наблюдение [1, 2]. В младшем школьном возрасте особое значение приобретают поздно манифестирующие и прогрессирующие нарушения слуха, а также согласованность

действий медицинских организаций, семьи и школы.

Цель обзора - обобщить клинические и организационные подходы к выявлению, диагностике и реабилитации детей с нарушениями слуха и определить приоритеты совершенствования маршрутизации пациентов, в том числе в младшем школьном возрасте.

Материалы и методы

Проведен аналитический (нарративный) обзор опубликованных исследований, клинических рекомендаций и материалов международных организаций по детской тугоухости. Материал сгруппирован по этапам оказания помощи: выявление

нарушения слуха, подтверждающая диагностика, этиологическое обследование, слуховая коррекция и междисциплинарное сопровождение. Для интерпретации результатов использованы тематическое сопоставление и критический анализ организационных барьеров. Формализованный протокол поиска, независимый отбор публикаций и количественный метаанализ не проводились.

Результаты аналитического обзора

Школьный скрининг как компонент непрерывного выявления. В многоцентровом исследовании Van den Borge и соавт. (692 ребенка из семи стран) языконезависимый тест Sound Ear Check продемонстрировал потенциал для выявления нарушений слуха при поступлении в школу [3]. Однако диагностическая результативность в исследовательских условиях не равнозначна эффективности массовой программы: определяющими остаются

воспроизводимость результатов, доля детей, завершивших подтверждающее обследование, и доступность последующего вмешательства.

Сопоставление подходов к скринингу указывает на необходимость оценки всей диагностической цепочки, а не отдельных технических характеристик теста. При отсутствии доступного маршрута подтверждения положительный скрининговый результат не трансформируется в своевременную помощь [3–5].

Опубликованные оценки распространенности существенно зависят от возраста, определения порога нарушения слуха и способа формирования выборки. Их механическое объединение создавало бы ложную точность; поэтому организационные решения следует соотносить с локальными данными и контролируемыми показателями выявления [1, 2, 19].

Таблица 1 - Возрастные этапы выявления и аудиологического наблюдения детей

Возраст	Основная задача	Первичная оценка	Подтверждение	Последующее наблюдение
Новорожденные	Раннее выявление	ОАЭ и/или АВПСМ	Объективное аудиологическое обследование	При факторах риска — динамический контроль
1–3 года	Контроль развития слуха и речи	Оценка реакции на звук, жалоб семьи	Возрастная аудиометрия и объективные тесты	Контроль динамики по показаниям
3–6 лет	Выявление приобретенной и прогрессирующей тугоухости	Поведенческая/игровая оценка	Тональная или игровая аудиометрия	Оценка речи, наблюдение
6–9 лет	Выявление нарушений, влияющих на обучение	Школьный скрининг и жалобы	Тональная аудиометрия, дополнительные тесты	Связь с педагогической поддержкой

Примечание. Представлены организационные этапы помощи, а не результаты собственного эпидемиологического исследования.

Таблица 2 - Возможности и ограничения основных аудиологических методов у детей

Метод	Что оценивает	Основное назначение	Ограничения	Применение
ОАЭ	Функция наружных волосяных клеток	Скрининг	Не оценивает все отделы слухового пути	Новорожденные и дети
АВПСМ / ASSR	Электрофизиологический ответ	Объективная оценка слуха	Нужна комплексная интерпретация	При невозможности надежной аудиометрии
Поведенческая аудиометрия	Слуховые пороги/реакции	Функциональная оценка	Зависит от возраста и сотрудничества	По возрастным возможностям
Тимпанометрия	Функция среднего уха	Уточнение кондуктивного компонента	Не определяет пороги слуха сама по себе	В составе комплексной оценки

Сопоставление методов выявляет их взаимодополняющий характер: объективные тесты обеспечивают оценку физиологических реакций, а возрастная аудиометрия — функционального слуха. Следовательно, оценивать качество диагностики по одному показателю чувствительности некорректно; существенны валидность результата для конкретного возраста, завершенность обследования и своевременное направление к профильному специалисту [4, 5, 11].

Этиологическая неоднородность и клинические последствия. Данные обзоров показывают, что генетические, инфекционные и приобретенные причины нарушения слуха различаются по риску прогрессирования, сопутствующим состояниям и требованиям к наблюдению. В практическом отношении установление этиологии важно прежде всего для прогноза, определения сопутствующих рисков и персонализации последующего маршрута [6, 7].

На объем помощи также влияют односторонний или двусторонний характер снижения слуха, функциональные коммуникативные ограничения и состояние среднего уха. Даже при относительно

небольшом изменении порогов слуха образовательные последствия могут требовать дополнительной оценки и поддержки [8–11, 18].

Преимущество после неонатального скрининга. Универсальный скрининг уменьшает вероятность позднего выявления врожденных нарушений, но не охватывает все формы поздно возникающей и прогрессирующей тугоухости. Поэтому модель наблюдения должна включать повторную оценку при наличии факторов риска, жалоб семьи или признаков трудностей обучения [13–17].

Межпопуляционные различия частоты выявления в значительной степени связаны с неодинаковыми критериями учета, диагностической доступностью и длительностью наблюдения. Для управленческой оценки предпочтительнее сопоставимые показатели охвата, своевременности подтверждающей диагностики и последующего вмешательства, а не изолированные оценки распространенности [15, 17, 19].

Работы о факторах риска подтверждают значение семейного анамнеза, недоношенности, пребывания в отделении интенсивной терапии и

воздействия потенциально ототоксичных вмешательств. При этом риск-факторы различаются по прогностической ценности и должны интерпретироваться в совокупности, с учетом клинических обстоятельств; наличие одного фактора не заменяет аудиологической диагностики [20–23].

Региональные эпидемиологические исследования демонстрируют разрыв между выявлением нарушения и началом слуховой коррекции. Этот интервал является самостоятельной характеристикой качества системы помощи, которую целесообразно учитывать наряду с охватом первичным обследованием [1, 2, 12].

Генетическая диагностика имеет наибольшую клиническую ценность, когда ее результаты влияют на прогноз и план наблюдения. Например, варианты GJB2 ассоциированы с наследственной нейросенсорной тугоухостью, однако частота и фенотипические проявления зависят от популяции; экстраполяция данных одной когорты на всех детей методологически неоправданна [24, 25].

Выявление синдромальной формы требует сопоставления аудиологических данных с сопутствующими проявлениями и семейным анамнезом. Генетическое консультирование и мультидисциплинарная оценка показаны с учетом конкретного фенотипа, а не как универсальный одинаковый набор исследований для всех пациентов [7, 26].

Среди инфекционных причин особое значение имеет врожденная цитомегаловирусная инфекция ввиду возможного отсроченного или прогрессирующего снижения слуха. Опубликованные показатели зависят от материнского иммунного статуса, популяции и срока наблюдения; данные о краснухе подчеркивают значение профилактики врожденных инфекций [27–29]. Нарушения слуха описаны также при врожденной инфекции вируса Зика, однако соответствующие серии наблюдений не позволяют делать универсальные выводы [44].

Отсутствие подтвержденной этиологии после обследования не является основанием для прекращения наблюдения. Публикации демонстрируют существенную долю случаев с неустановленной причиной, что требует разграничивать доказанную причинно-следственную связь и предполагаемый фактор риска [30–32].

В организационном отношении этиологический поиск и слуховая реабилитация должны проводиться параллельно: ожидание молекулярного результата не должно приводить к неоправданной отсрочке доступного вмешательства.

Этиология и персонализация аудиологического наблюдения

Молекулярные исследования раскрывают несколько механизмов наследственного снижения слуха – нарушения межклеточных контактов, ионного транспорта, цитоскелета стереоцилий и синаптической передачи [33–43]. Однако для организации помощи их значение заключается не в детальном описании клеточных структур, а в уточнении прогноза, выборе дополнительных обследований и определении риска изменения слуховых порогов.

Так, результаты исследований вариантов SLC26A4 позволяют обосновать динамическую оценку при вероятной флуктуирующей тугоухости, а исследования OTOF важны для диагностики отдельных фенотипов слуховой нейропатии. Интерпретация молекулярного результата требует сопоставления с аудиологическим фенотипом и семейными данными [37–43].

Цитомегаловирус-ассоциированная потеря слуха может обнаруживаться не только при рождении, но и позднее. Исследования вирусывыделения и вертикальной передачи показывают выраженную неоднородность инфекционного риска, поэтому стратегии последующего наблюдения должны учитывать установленный инфекционный

анамнез и динамику слуховых показателей [27, 45, 46].

Экспериментальные исследования предполагают участие воспаления и повреждения структур внутреннего уха в патогенезе ЦМВ-ассоциированной тугоухости [47–53]. Однако данные животных моделей и молекулярных исследований не позволяют без дополнительной клинической проверки прогнозировать индивидуальный исход или выбирать стандартную терапию ребенку.

При врожденной краснухе нарушение слуха может сочетаться с системными проявлениями и обнаруживаться в разное время. Работы о клинических исходах и раннем выявлении подчеркивают необходимость наблюдения, учитывающего как аудиологические, так и образовательные потребности ребенка [54–58].

Аудиологическое обследование и подтверждение диагноза

Подтверждающая диагностика и временные показатели помощи. Неонатальный скрининг с использованием ОАЭ и/или автоматизированных слуховых вызванных потенциалов должен завершаться доступным маршрутом подтверждающего обследования. Результат «не прошел» означает необходимость дополнительной оценки, а не установленную тугоухость; своевременное подтверждение диагноза особенно важно в первые месяцы жизни [15, 59, 64].

После выявления подозрения клинический алгоритм должен обеспечивать установление типа и степени нарушения, его латерализации и функциональных последствий. Выбор тестов определяется возрастом и возможностью надежного поведенческого ответа; результаты различных методик сопоставляются, а не используются как взаимозаменяемые показатели [60, 61, 64].

Расхождения между данными объективного тестирования и функциональным слуховым поведением требуют целенаправленного уточнения, в частности при подозрении на спектр слуховой нейропатии. Для решения о

коррекции важна не только регистрация физиологического ответа, но и оценка доступного ребенку речевого сигнала [61, 64].

ASSR могут дополнять частотно-специфическую оценку слуховых порогов при ограниченной возможности поведенческого тестирования. Их результаты должны интерпретироваться совместно с другими аудиологическими данными; отсутствие регистрируемого ответа не следует трактовать как самостоятельное доказательство отсутствия функционального остаточного слуха [63, 64].

Возрастные поведенческие методы остаются существенной частью оценки функционального слуха. При повторных обследованиях важно обеспечивать сопоставимость условий, своевременно пересматривать индивидуальную программу слуховой коррекции и документировать ее результаты [64].

Этиологическое обследование после подтверждения стойкой тугоухости определяется клиническими показаниями и может включать генетическую диагностику, обследование на инфекции и визуализацию. Принципиально важно, чтобы такой поиск не задерживал направление на слуховую помощь [7, 65–67].

При подозрении на врожденную ЦМВ-инфекцию критично время получения образца: лабораторное подтверждение в первые 21 день жизни позволяет судить именно о врожденном заражении. Более поздний положительный результат требует иной интерпретации и не должен автоматически приравниваться к подтвержденной врожденной инфекции [68–71].

Вмешательства и долгосрочные исходы. Доказательная база разграничивает способы слуховой коррекции и экспериментальные подходы к отопротекции. Решение о слухопротезировании либо кохлеарной имплантации должно учитывать тип и выраженность нарушения, возраст, речевой профиль и возможности последующего

сопровождения; экспериментальные фармакологические стратегии не являются заменой стандартной реабилитации [62, 72–77].

Клинический эффект устройств определяется не только фактом их

назначения, но и настройкой, регулярностью использования и доступностью дальнейшего контроля. Представленные на рисунке 1 технологии требуют различных критериев отбора и маршрутов наблюдения.

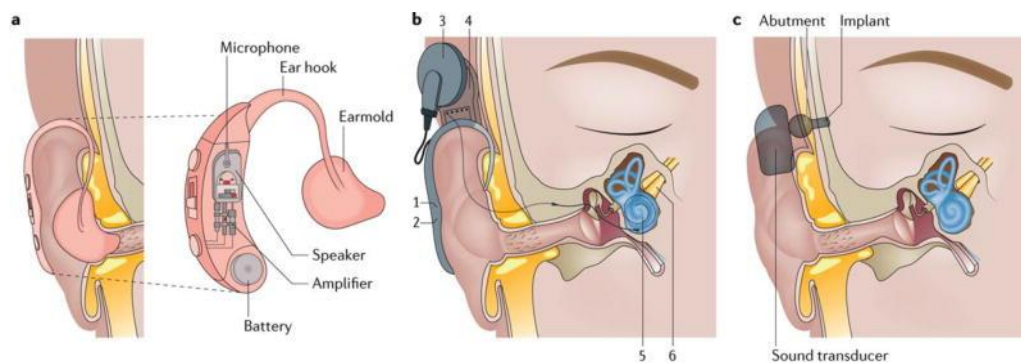


Figure adapted with permission courtesy of Cochlear Ltd

Рисунок 1 - Виды технических средств слуховой реабилитации у детей

а - традиционный слуховой аппарат | б - кохлеарный имплант | в - имплант костной проводимости

Продольные исследования детской тугоухости связывают речевые результаты с качеством слуховой доступности и реабилитационного сопровождения; эффективность аппаратов и имплантов поэтому следует оценивать по динамике функциональных результатов, а не по факту выдачи технического средства [8, 39, 67, 78, 79].

Обсуждение

Сопоставление исследований выявляет системный разрыв между результативностью отдельных диагностических технологий и качеством маршрута оказания помощи. Скрининг, генетическая диагностика и современные средства коррекции могут повысить доступность раннего вмешательства, однако преимущество каждого этапа теряется при задержке направления, ограниченном доступе к специалистам и недостаточной преемственности наблюдения. Для оценки системы целесообразно измерять не только охват обследованием, но и долю подтвержденных результатов, сроки начала вмешательства и динамику речевых и образовательных исходов [1–5, 12, 67, 79].

Наиболее существенный пробел доказательной базы касается переноса результатов клинических и технологических исследований в реальные организационные модели, особенно для младших школьников. Приоритетами дальнейшей оценки являются маршрутизация детей с поздно возникшей тугоухостью, взаимодействие сурдолога со школой, доступность повторной диагностики и измеримая эффективность дистанционного сопровождения. Предлагаемые показатели нуждаются в адаптации и последующей проверке в условиях медицинских организаций Казахстана [3, 4, 76, 77].

Ограничения обзора

Нарративный характер обзора, отсутствие воспроизводимой поисковой стратегии и формальной оценки риска систематической ошибки ограничивают полноту охвата исследований. Включенные публикации неоднородны по дизайну, популяциям и определению исходов; причинные выводы и количественные межпопуляционные сравнения на этой основе неправомерны. Данные об организационных показателях и

эффективности отдельных вмешательств нуждаются в локальной валидации.

Заключение

1. Анализ литературы показывает, что эффективность помощи детям с нарушениями слуха определяется непрерывностью пути от первичного выявления до функциональной реабилитации. Предметом оценки качества следует сделать сроки подтверждения диагноза, начала вмешательства и последующего наблюдения.
2. У детей младшего школьного возраста особое внимание требуют поздно возникающая и прогрессирующая тугоухость, а также ее влияние на речевое восприятие и образование. Однократный неонатальный скрининг не может рассматриваться как достаточная стратегия наблюдения.
3. Персонализированный маршрут должен объединять аудиологическую диагностику, 6.

обоснованный этиологический поиск, слуховую коррекцию и взаимодействие медицинских и педагогических специалистов; последовательность действий определяется клиническими потребностями ребенка.

4. Для проверки предлагаемых организационных решений необходимо использовать сопоставимые индикаторы: полноту подтверждающей диагностики, продолжительность интервалов до вмешательства, охват динамическим наблюдением и функциональные результаты слуховой реабилитации.

5. Полученные выводы имеют характер аналитического обобщения опубликованных данных. Их применимость к системе здравоохранения Казахстана требует проспективной оценки маршрутов и исходов медицинской помощи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артющкин СА, Королева ИВ, Крейсман МВ, Туфатулин ГШ. Нарушения слуха у детей - региональные эпидемиологические исследования. Российская оториноларингология. 2021;20(2):21–31. doi:10.18692/1810-4800-2021-2-21-31.
2. Tufatulin GSh, Koroleva IV, Mefodovskaya EK. Epidemiological study of hearing impairments in children: prevalence, structure, amplification, and social factors. Vestn Otorinolaringol. 2021;86(3):28–35. doi:10.17116/otorino20218603128.
3. Van den Borre E, Tufatulin G, Zupan L, Božanić Urbančič N, Lavie L, Holube I, et al. A language-independent hearing screening self-test at school-entry. Sci Rep. 2024;14:2582. doi:10.1038/s41598-024-53026-y.
4. Wiseman K, Sapp C, Walker E, McCreery R. Comprehensive audiological management of hearing loss in children, including mild and unilateral hearing loss. Otolaryngol Clin North Am. 2021;54(6):1171–1179. doi:10.1016/j.otc.2021.08.006.
5. Королева ИВ, Туфатулин ГШ, Коркунова МС. Модель развития региональной системы медико-психолого-педагогической помощи детям с нарушением слуха раннего возраста. Российская оториноларингология. 2021;20(1):41–50. doi:10.18692/1810-4800-2021-1-41-50.
6. Lieu JEC, Kenna M, Anne S, Davidson L. Hearing loss in children: a review. JAMA. 2020;324(21):2195–2205.
7. Korver AMH, Smith RJH, Van Camp G, Schleiss MR, Bitner-Glindzicz MAK, Lustig LR, et al. Congenital hearing loss. Nat Rev Dis Primers. 2017;3:16094. doi:10.1038/nrdp.2016.94.
8. Walker EA, Holte L, McCreery RW, Spratford M, Page T, Moeller MP. The influence of hearing aid use on outcomes of children with mild hearing loss. J Speech Lang Hear Res. 2015;58(5):1611–1625. doi:10.1044/2015_JSLHR-H-15-0043.

- 9 Erbası E, Hickson L, Scarinci N. Communication outcomes of children with hearing loss enrolled in programs implementing different educational approaches: a systematic review. *Speech Lang Hear.* 2017;20(2):102–121. doi:10.1080/2050571X.2016.1238611.
- 10 Bigler D, Burke K, Laureano N, Alfonso K, Jacobs J, Bush ML. Assessment and treatment of behavioral disorders in children with hearing loss: a systematic review. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2019;160(1):36–48. doi:10.1177/0194599818797598.
- 11 Cai T, McPherson B. Hearing loss in children with otitis media with effusion: a systematic review. *Int J Audiol.* 2017;56(2):65–76. doi:10.1080/14992027.2016.1250960.
- 12 Appachi S., Specht J.L., Raol N., et al. Auditory outcomes with hearing rehabilitation in children with unilateral hearing loss: a systematic review // *Otolaryngology–Head and Neck Surgery.* 2017;157(4):565–571.
- 13 Benchetrit L., Ronner E.A., Anne S., Cohen M.S. Cochlear implantation in children with single-sided deafness: a systematic review and meta-analysis // *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery.* 2021;147(1):58–69.pmc.ncbi.nlm.nih.gov
- 14 Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71.
- 15 Morton CC, Nance WE. Newborn hearing screening--a silent revolution. *N Engl J Med.* 2006;354:2151–64.
- 16 Anne S, Lieu JEC, Cohen MS. Speech and language consequences of unilateral hearing loss: a systematic review. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017;157(4):572–579. doi:10.1177/0194599817726326.
- 17 Watkin P, Baldwin M. The longitudinal follow up of a universal neonatal hearing screen: the implications for confirming deafness in childhood. *Int J Audiol.* 2012;51:519–28.
- 18 Nikolopoulos TP. Auditory dyssynchrony or auditory neuropathy: understanding the pathophysiology and exploring methods of treatment. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2014;78:171–3.
- 19 World Health Organization. Global burden of disease: hearing loss [Internet]. Geneva: WHO. Available from: https://www.who.int/healthinfo/statistics/bod_hearingloss.pdf
- 20 Driscoll C, Beswick R, Doherty E, D'Silva R, Cross A. The validity of family history as a risk factor in pediatric hearing loss. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2015;79(5):654–659. doi:10.1016/j.ijporl.2015.02.007.
- 21 van Dommelen P, Verkerk PH, van Straaten HLM; Dutch Neonatal Intensive Care Unit Neonatal Hearing Screening Working Group. Hearing loss by week of gestation and birth weight in very preterm neonates. *J Pediatr.* 2015;166(4):840–843.e1. doi:10.1016/j.jpeds.2014.12.041.
- 22 van Dommelen P, Mohangoo AD, Verkerk PH, van der Ploeg CP, van Straaten HL. Risk indicators for hearing loss in infants treated in different neonatal intensive care units. *Acta Paediatr.* 2010;99:344–9.
- 23 Koenighofer M, Parzefall T, Ramsebner R, Lucas T, Frei K. Delayed auditory pathway maturation and prematurity. *Wien Klin Wochenschr.* 2015;127(11–12):440–444. doi:10.1007/s00508-014-0653-y.
- 24 Smith RJH, Bale JF Jr, White KR. Sensorineural hearing loss in children. *Lancet.* 2005;365(9462):879–890.
- 25 Snoeckx RL, et al. GJB2 mutations and degree of hearing loss: a multicenter study. *Am J Hum Genet.* 2005;77:945–57.
- 26 Cox SKP, De Palma SR, Ebert J, Thompson F, Kenna MA, et al. An integrated approach to molecular diagnostic testing for hearing loss and related syndromes; 6th Molecular Biology of Hearing & Deafness Conference; 2007. p. 80.
- 27 Grosse SD, Ross DS, Dollard SC. Congenital cytomegalovirus (CMV) infection as a cause of permanent bilateral hearing loss: a quantitative assessment. *J Clin Virol.* 2008;41:57–62.

- 28 Goderis J, et al. Hearing loss and congenital CMV infection: a systematic review. *Pediatrics*. 2014;134:972–82.
- 29 Banatvala JE, Brown DW. Rubella. *Lancet*. 2004;363:1127–37.
- 30 Korver AM, et al. Causes of permanent childhood hearing impairment. *Laryngoscope*. 2011;121:409–16.
- 31 Lammens F, Verhaert N, Devriendt K, Debruyne F, Desloovere C. Aetiology of congenital hearing loss: a cohort review of 569 subjects. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2013;77:1385–91.
- 32 Declau F, Boudewyns A, Van den Ende J, Peeters A, van den Heyning P. Etiologic and audiologic evaluations after universal neonatal hearing screening: analysis of 170 referred neonates. *Pediatrics*. 2008;121:1119–26.
- 33 Hereditary Hearing Loss Homepage. Gene and locus database for hereditary hearing impairment [Internet]. Available from: <https://hereditaryhearingloss.org/>
- 34 Lieu J.E.C. Speech-language and educational consequences of unilateral hearing loss in children // *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*. 2004;130(5):524–530.
- 35 Riazuddin S, et al. Tricellulin is a tight-junction protein necessary for hearing. *Am J Hum Genet*. 2006;79:1040–51.
- 36 Wang Y., Ren Y., Li J., et al. Early intervention for children with hearing loss: a systematic review // *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2016;90:108–114.
- 37 Grimmer JF, Hedlund G. Vestibular symptoms in children with enlarged vestibular aqueduct anomaly. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2007;71:275–82.
- 38 Kim BG, et al. Early deterioration of residual hearing in patients with SLC26A4 mutations. *Laryngoscope*. 2016;126:E286–91.
- 39 McCreery R.W., Walker E.A., Spratford M., et al. Speech recognition and parent ratings from auditory development questionnaires in children who are hard of hearing // *Ear and Hearing*. 2015;36 Suppl 1:60S–75S.
- 40 Donaudy F, et al. Espin gene (ESPN) mutations associated with autosomal dominant hearing loss cause defects in microvillar elongation or organisation. *J Med Genet*. 2006;43:157–61.
- 41 Kitajiri S, et al. Actin-bundling protein TRIOBP forms resilient rootlets of hair cell stereocilia essential for hearing. *Cell*. 2010;141:786–98.
- 42 Fettiplace R, Kim KX. The physiology of mechanoelectrical transduction channels in hearing. *Physiol Rev*. 2014;94:951–86.
- 43 Roux I, et al. Otoferlin, defective in a human deafness form, is essential for exocytosis at the auditory ribbon synapse. *Cell*. 2006;127:277–89.
- 44 Leal MC, Muniz LF, Ferreira TSA, Santos CM, Almeida LC, Van Der Linden V, et al. Hearing loss in infants with microcephaly and evidence of congenital Zika virus infection-Brazil, November 2015–May 2016. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2016;65(34):917–919. doi:10.15585/mmwr.mm6534e3.
- 45 Cannon MJ, et al. Repeated measures study of weekly and daily cytomegalovirus shedding patterns in saliva and urine of healthy cytomegalovirus-seropositive children. *BMC Infect Dis*. 2014;14:569.
- 46 Kenneson A, Cannon MJ. Review and meta-analysis of the epidemiology of congenital cytomegalovirus (CMV) infection. *Rev Med Virol*. 2007;17:253–76.
- 47 Cohen BE, Durstenfeld A, Roehm PC. Viral causes of hearing loss: a review for hearing health professionals. *Trends Hear*. 2014;18
- 48 Schleiss MR, Choo DI. Mechanisms of congenital cytomegalovirus- induced deafness. *Drug Discovery Today: Disease Mechanisms*. 2006:105–113.
- 49 Schachtele SJ, Mutnal MB, Schleiss MR, Lokensgard JR. Cytomegalovirus-induced sensorineural hearing loss with persistent cochlear inflammation in neonatal mice. *J Neurovirol*. 2011;17:201–11.

- 50 Bradford RD, et al. Murine CMV-induced hearing loss is associated with inner ear inflammation and loss of spiral ganglia neurons. *PLoS Pathog.* 2015;11:e1004774.
- 51 Schraff SA, et al. Macrophage inflammatory proteins in cytomegalovirus-related inner ear injury. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2007;137:612–8.
- 52 Schleiss MR. Cytomegalovirus in the neonate: immune correlates of infection and protection. *Clin Dev Immunol.* 2013;2013:501801. doi:10.1155/2013/501801.
- 53 Enders G, Daiminger A, Bäder U, Exler S, Enders M. Intrauterine transmission and clinical outcome of 248 pregnancies with primary cytomegalovirus infection in relation to gestational age. *J Clin Virol.* 2011;52(3):244–246. doi:10.1016/j.jcv.2011.07.005.
- 54 Ching T.Y.C., Dillon H., Leigh G., et al. Speech and language outcomes of children with hearing loss and additional disabilities: a systematic review // *International Journal of Audiology.* 2018;57(sup2):S61-S75.
- 55 Bouthry E, et al. Rubella and pregnancy: diagnosis, management and outcomes. *Prenat Diagn.* 2014;34:1246–53.
- 56 Fitzpatrick EM, Whittingham J, Durieux-Smith A. Mild bilateral and unilateral hearing loss in childhood: a 20-year view of hearing characteristics, and audiology practices before and after newborn hearing screening. *Ear Hear.* 2014;35(1):10–18. doi:10.1097/AUD.0b013e31829e1ed9.
- 57 McKay S. Management of children with mild to moderate hearing loss: performance, intervention and outcomes // *Archives of Disease in Childhood.* 2018;103(1):105-110.
- 58 Yoshinaga-Itano C, Sedey AL, Wiggin M, Chung W. Early hearing detection and vocabulary of children with hearing loss. *Pediatrics.* 2017;140(2):e20162964. doi:10.1542/peds.2016-2964.
- 59 Lin HC, Shu MT, Lee KS, Lin HY, Lin G. reducing false positives in newborn hearing screening program: how and why. *Otol Neurotol.* 2007;28:788–92.
- 60 Stephens D. In: *Definitions, protocols & guidelines in genetic hearing impairment.* Martini AMM, Stephens D, Read A, editors. Whurr Publishers; London & Philadelphia: 2001.
- 61 Ching T.Y.C., Leigh G., Dillon H. Introduction to the longitudinal outcomes of children with hearing impairment (LOCHI) study: background, design, sample characteristics // *International Journal of Audiology.* 2013;52(sup2):S4-S9.
- 62 Dettman SJ, Dowell RC, Choo D, Arnott W, Abrahams Y, Davis A, et al. Long-term communication outcomes for children receiving cochlear implants younger than 12 months: a multicenter study. *Otol Neurotol.* 2016;37(2):e82–e95. doi:10.1097/MAO.0000000000000915.
- 63 Swanepoel D, Ebrahim S. Auditory steady-state response and auditory brainstem response thresholds in children. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2009;266(2):213–219. doi:10.1007/s00405-008-0738-1.
- 64 Harlor ADB Jr, Bower C; Committee on Practice and Ambulatory Medicine; Section on Otolaryngology-Head and Neck Surgery. Hearing assessment in infants and children: recommendations beyond neonatal screening. *Pediatrics.* 2009;124(4):1252–1263. doi:10.1542/peds.2009-1997.
- 65 De Leenheer EM, et al. Etiological diagnosis in the hearing impaired newborn: proposal of a flow chart. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2011;75:27–32.
- 66 Alford RL, et al. American College of Medical Genetics and Genomics guideline for the clinical evaluation and etiologic diagnosis of hearing loss. *Genet Med.* 2014;16:347–55.
- 67 Tomblin JB, Oleson JJ, Ambrose SE, Walker E, Moeller MP. The influence of hearing aids on the speech and language development of children with hearing loss. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2014;140(5):403–409. doi:10.1001/jamaoto.2014.267.
- 68 Park AH, et al. A diagnostic paradigm including cytomegalovirus testing for idiopathic pediatric sensorineural hearing loss. *Laryngoscope.* 2014;124:2624–9.
- 69 Boppana SB, Ross SA, Fowler KB. Congenital cytomegalovirus infection: clinical outcome. *Clin Infect Dis.* 2013;57(Suppl 4):S178–81.

- 70 Ville Y, Leruez-Ville M. Managing infections in pregnancy. *Curr Opin Infect Dis.* 2014;27:251–7.
- 71 Swanson EC, Schleiss MR. Congenital cytomegalovirus infection: new prospects for prevention and therapy. *Pediatr Clin North Am.* 2013;60:335–49.
- 72 Alvarado JC, Fuentes-Santamaría V, Melgar-Rojas P, Valero ML, Gabaldón-Ull MC, Miller JM, et al. Synergistic effects of free radical scavengers and cochlear vasodilators: a new otoprotective strategy for age-related hearing loss. *Front Aging Neurosci.* 2015;7:86. doi:10.3389/fnagi.2015.00086.
- 73 Mukherjea D, Ghosh S, Bhatta P, Sheth S, Tupal S, Borse V, et al. Early investigational drugs for hearing loss. *Expert Opin Investig Drugs.* 2015;24(2):201–217. doi:10.1517/13543784.2015.960076.
- 74 Chen G, Zhang X, Yang F, Mu L. Disposition of nanoparticle-based delivery system via inner ear administration. *Current drug metabolism.* 2010;11:886–97.
- 75 Fitzpatrick EM, Hamel C, Stevens A, Pratt M, Moher D, Doucet SP, et al. Sign language and spoken language for children with hearing loss: a systematic review. *Pediatrics.* 2016;137(1):e20151974. doi:10.1542/peds.2015-1974.
- 76 Nittrouer S. Beyond Early Intervention: Supporting Children With CIs Through Elementary School. *Otol Neurotol.* 2016;37:e43–9.
- 77 François M, Boukhris M, Noel-Petroff N. Schooling of hearing-impaired children and benefit of early diagnosis. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* 2015;132(5):251–255. doi:10.1016/j.anorl.2015.08.026.
- 78 McCreery RW, Venediktov RA, Coleman JJ, Leech HM. An evidence-based systematic review of amplitude compression in hearing aids for school-age children with hearing loss. *Am J Audiol.* 2012;21(2):269–294. doi:10.1044/1059-0889(2012/12-0013).
- 79 Moeller MP, Tomblin JB. An introduction to the Outcomes of Children with Hearing Loss study. *Ear Hear.* 2015;36(Suppl 1):4S–13S. doi:10.1097/AUD.0000000000000210.

REFERENCES

- 1 Artiushkin SA, Koroleva IV, Kreisman MV, Tufatulin GSh. Hearing impairment in children: regional epidemiological studies. *Rossiiskaya otorinolaringologiya.* 2021;20(2):21–31. doi:10.18692/1810-4800-2021-2-21-31. (In Russian).
- 2 Tufatulin GSh, Koroleva IV, Mefodovskaya EK. Epidemiological study of hearing impairments in children: prevalence, structure, amplification, and social factors. *Vestn Otorinolaringol.* 2021;86(3):28–35. doi:10.17116/otorino20218603128.
- 3 Van den Borre E, Tufatulin G, Zupan L, Božanić Urbančič N, Lavie L, Holube I, et al. A language-independent hearing screening self-test at school-entry. *Sci Rep.* 2024;14:2582. doi:10.1038/s41598-024-53026-y.
- 4 Wiseman K, Sapp C, Walker E, McCreery R. Comprehensive audiological management of hearing loss in children, including mild and unilateral hearing loss. *Otolaryngol Clin North Am.* 2021;54(6):1171–1179. doi:10.1016/j.otc.2021.08.006.
- 5 Koroleva IV, Tufatulin GSh, Korkunova MS. Model of development of the regional system of medical, psychological and pedagogical assistance to infants with hearing impairment. *Rossiiskaya otorinolaringologiya.* 2021;20(1):41–50. doi:10.18692/1810-4800-2021-1-41-50. (In Russian).
- 6 Lieu JEC, Kenna M, Anne S, Davidson L. Hearing loss in children: a review. *JAMA.* 2020;324(21):2195–2205.
- 7 Korver AMH, Smith RJH, Van Camp G, Schleiss MR, Bitner-Glindzicz MAK, Lustig LR, et al. Congenital hearing loss. *Nat Rev Dis Primers.* 2017;3:16094. doi:10.1038/nrdp.2016.94.
- 8 Walker EA, Holte L, McCreery RW, Spratford M, Page T, Moeller MP. The influence of hearing aid use on outcomes of children with mild hearing loss. *J Speech Lang Hear Res.* 2015;58(5):1611–1625. doi:10.1044/2015_JSLHR-H-15-0043.

- 9 Erbası E, Hickson L, Scarinci N. Communication outcomes of children with hearing loss enrolled in programs implementing different educational approaches: a systematic review. *Speech Lang Hear.* 2017;20(2):102–121. doi:10.1080/2050571X.2016.1238611.
- 10 Bigler D, Burke K, Laureano N, Alfonso K, Jacobs J, Bush ML. Assessment and treatment of behavioral disorders in children with hearing loss: a systematic review. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2019;160(1):36–48. doi:10.1177/0194599818797598.
- 11 Cai T, McPherson B. Hearing loss in children with otitis media with effusion: a systematic review. *Int J Audiol.* 2017;56(2):65–76. doi:10.1080/14992027.2016.1250960.
- 12 Appachi S., Specht J.L., Raol N., et al. Auditory outcomes with hearing rehabilitation in children with unilateral hearing loss: a systematic review // *Otolaryngology–Head and Neck Surgery.* 2017;157(4):565–571.
- 13 Benchetrit L., Ronner E.A., Anne S., Cohen M.S. Cochlear implantation in children with single-sided deafness: a systematic review and meta-analysis // *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery.* 2021;147(1):58–69.pmc.ncbi.nlm.nih.gov
- 14 Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71.
- 15 Morton CC, Nance WE. Newborn hearing screening--a silent revolution. *N Engl J Med.* 2006;354:2151–64.
- 16 Anne S, Lieu JEC, Cohen MS. Speech and language consequences of unilateral hearing loss: a systematic review. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017;157(4):572–579. doi:10.1177/0194599817726326.
- 17 Watkin P, Baldwin M. The longitudinal follow up of a universal neonatal hearing screen: the implications for confirming deafness in childhood. *Int J Audiol.* 2012;51:519–28.
- 18 Nikolopoulos TP. Auditory dyssynchrony or auditory neuropathy: understanding the pathophysiology and exploring methods of treatment. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2014;78:171–3.
- 19 World Health Organization. Global burden of disease: hearing loss [Internet]. Geneva: WHO. Available from: https://www.who.int/healthinfo/statistics/bod_hearingloss.pdf
- 20 Driscoll C, Beswick R, Doherty E, D'Silva R, Cross A. The validity of family history as a risk factor in pediatric hearing loss. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2015;79(5):654–659. doi:10.1016/j.ijporl.2015.02.007.
- 21 van Dommelen P, Verkerk PH, van Straaten HLM; Dutch Neonatal Intensive Care Unit Neonatal Hearing Screening Working Group. Hearing loss by week of gestation and birth weight in very preterm neonates. *J Pediatr.* 2015;166(4):840–843.e1. doi:10.1016/j.jpeds.2014.12.041.
- 22 van Dommelen P, Mohangoo AD, Verkerk PH, van der Ploeg CP, van Straaten HL. Risk indicators for hearing loss in infants treated in different neonatal intensive care units. *Acta Paediatr.* 2010;99:344–9.
- 23 Koenighofer M, Parzefall T, Ramsebner R, Lucas T, Frei K. Delayed auditory pathway maturation and prematurity. *Wien Klin Wochenschr.* 2015;127(11–12):440–444. doi:10.1007/s00508-014-0653-y.
- 24 Smith RJH, Bale JF Jr, White KR. Sensorineural hearing loss in children. *Lancet.* 2005;365(9462):879–890.
- 25 Snoeckx RL, et al. GJB2 mutations and degree of hearing loss: a multicenter study. *Am J Hum Genet.* 2005;77:945–57.
- 26 Cox SKP, De Palma SR, Ebert J, Thompson F, Kenna MA, et al. An integrated approach to molecular diagnostic testing for hearing loss and related syndromes; 6th Molecular Biology of Hearing & Deafness Conference; 2007. p. 80.
- 27 Grosse SD, Ross DS, Dollard SC. Congenital cytomegalovirus (CMV) infection as a cause of permanent bilateral hearing loss: a quantitative assessment. *J Clin Virol.* 2008;41:57–62.

- 28 Goderis J, et al. Hearing loss and congenital CMV infection: a systematic review. *Pediatrics*. 2014;134:972–82.
- 29 Banatvala JE, Brown DW. Rubella. *Lancet*. 2004;363:1127–37.
- 30 Korver AM, et al. Causes of permanent childhood hearing impairment. *Laryngoscope*. 2011;121:409–16.
- 31 Lammens F, Verhaert N, Devriendt K, Debruyne F, Desloovere C. Aetiology of congenital hearing loss: a cohort review of 569 subjects. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2013;77:1385–91.
- 32 Declau F, Boudewyns A, Van den Ende J, Peeters A, van den Heyning P. Etiologic and audiologic evaluations after universal neonatal hearing screening: analysis of 170 referred neonates. *Pediatrics*. 2008;121:1119–26.
- 33 Hereditary Hearing Loss Homepage. Gene and locus database for hereditary hearing impairment [Internet]. Available from: <https://hereditaryhearingloss.org/>
- 34 Lieu J.E.C. Speech-language and educational consequences of unilateral hearing loss in children // *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*. 2004;130(5):524–530.
- 35 Riazuddin S, et al. Tricellulin is a tight-junction protein necessary for hearing. *Am J Hum Genet*. 2006;79:1040–51.
- 36 Wang Y., Ren Y., Li J., et al. Early intervention for children with hearing loss: a systematic review // *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2016;90:108–114.
- 37 Grimmer JF, Hedlund G. Vestibular symptoms in children with enlarged vestibular aqueduct anomaly. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2007;71:275–82.
- 38 Kim BG, et al. Early deterioration of residual hearing in patients with SLC26A4 mutations. *Laryngoscope*. 2016;126:E286–91.
- 39 McCreery R.W., Walker E.A., Spratford M., et al. Speech recognition and parent ratings from auditory development questionnaires in children who are hard of hearing // *Ear and Hearing*. 2015;36 Suppl 1:60S–75S.
- 40 Donaudy F, et al. Espin gene (ESPN) mutations associated with autosomal dominant hearing loss cause defects in microvillar elongation or organisation. *J Med Genet*. 2006;43:157–61.
- 41 Kitajiri S, et al. Actin-bundling protein TRIOBP forms resilient rootlets of hair cell stereocilia essential for hearing. *Cell*. 2010;141:786–98.
- 42 Fettiplace R, Kim KX. The physiology of mechanoelectrical transduction channels in hearing. *Physiol Rev*. 2014;94:951–86.
- 43 Roux I, et al. Otoferlin, defective in a human deafness form, is essential for exocytosis at the auditory ribbon synapse. *Cell*. 2006;127:277–89.
- 44 Leal MC, Muniz LF, Ferreira TSA, Santos CM, Almeida LC, Van Der Linden V, et al. Hearing loss in infants with microcephaly and evidence of congenital Zika virus infection—Brazil, November 2015–May 2016. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2016;65(34):917–919. doi:10.15585/mmwr.mm6534e3.
- 45 Cannon MJ, et al. Repeated measures study of weekly and daily cytomegalovirus shedding patterns in saliva and urine of healthy cytomegalovirus-seropositive children. *BMC Infect Dis*. 2014;14:569.
- 46 Kenneson A, Cannon MJ. Review and meta-analysis of the epidemiology of congenital cytomegalovirus (CMV) infection. *Rev Med Virol*. 2007;17:253–76.
- 47 Cohen BE, Durstenfeld A, Roehm PC. Viral causes of hearing loss: a review for hearing health professionals. *Trends Hear*. 2014;18
- 48 Schleiss MR, Choo DI. Mechanisms of congenital cytomegalovirus- induced deafness. *Drug Discovery Today: Disease Mechanisms*. 2006:105–113.
- 49 Schachtele SJ, Mutnal MB, Schleiss MR, Lokensgard JR. Cytomegalovirus-induced sensorineural hearing loss with persistent cochlear inflammation in neonatal mice. *J Neurovirol*. 2011;17:201–11.

- 50 Bradford RD, et al. Murine CMV-induced hearing loss is associated with inner ear inflammation and loss of spiral ganglia neurons. *PLoS Pathog.* 2015;11:e1004774.
- 51 Schraff SA, et al. Macrophage inflammatory proteins in cytomegalovirus-related inner ear injury. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2007;137:612–8.
- 52 Schleiss MR. Cytomegalovirus in the neonate: immune correlates of infection and protection. *Clin Dev Immunol.* 2013;2013:501801. doi:10.1155/2013/501801.
- 53 Enders G, Daiminger A, Bäder U, Exler S, Enders M. Intrauterine transmission and clinical outcome of 248 pregnancies with primary cytomegalovirus infection in relation to gestational age. *J Clin Virol.* 2011;52(3):244–246. doi:10.1016/j.jcv.2011.07.005.
- 54 Ching T.Y.C., Dillon H., Leigh G., et al. Speech and language outcomes of children with hearing loss and additional disabilities: a systematic review // *International Journal of Audiology.* 2018;57(sup2):S61-S75.
- 55 Bouthry E, et al. Rubella and pregnancy: diagnosis, management and outcomes. *Prenat Diagn.* 2014;34:1246–53.
- 56 Fitzpatrick EM, Whittingham J, Durieux-Smith A. Mild bilateral and unilateral hearing loss in childhood: a 20-year view of hearing characteristics, and audiologic practices before and after newborn hearing screening. *Ear Hear.* 2014;35(1):10–18. doi:10.1097/AUD.0b013e31829e1ed9.
- 57 McKay S. Management of children with mild to moderate hearing loss: performance, intervention and outcomes // *Archives of Disease in Childhood.* 2018;103(1):105-110.
- 58 Yoshinaga-Itano C, Sedey AL, Wiggin M, Chung W. Early hearing detection and vocabulary of children with hearing loss. *Pediatrics.* 2017;140(2):e20162964. doi:10.1542/peds.2016-2964.
- 59 Lin HC, Shu MT, Lee KS, Lin HY, Lin G. reducing false positives in newborn hearing screening program: how and why. *Otol Neurotol.* 2007;28:788–92.
- 60 Stephens D. In: *Definititions, protocols & guidelines in genetic hearing impairment.* Martini AMM, Stephens D, Read A, editors. Whurr Publishers; London & Philadelphia: 2001.
- 61 Ching T.Y.C., Leigh G., Dillon H. Introduction to the longitudinal outcomes of children with hearing impairment (LOCHI) study: background, design, sample characteristics // *International Journal of Audiology.* 2013;52(sup2):S4-S9.
- 62 Dettman SJ, Dowell RC, Choo D, Arnott W, Abrahams Y, Davis A, et al. Long-term communication outcomes for children receiving cochlear implants younger than 12 months: a multicenter study. *Otol Neurotol.* 2016;37(2):e82–e95. doi:10.1097/MAO.0000000000000915.
- 63 Swanepoel D, Ebrahim S. Auditory steady-state response and auditory brainstem response thresholds in children. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2009;266(2):213–219. doi:10.1007/s00405-008-0738-1.
- 64 Harlor ADB Jr, Bower C; Committee on Practice and Ambulatory Medicine; Section on Otolaryngology-Head and Neck Surgery. Hearing assessment in infants and children: recommendations beyond neonatal screening. *Pediatrics.* 2009;124(4):1252–1263. doi:10.1542/peds.2009-1997.
- 65 De Leenheer EM, et al. Etiological diagnosis in the hearing impaired newborn: proposal of a flow chart. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2011;75:27–32.
- 66 Alford RL, et al. American College of Medical Genetics and Genomics guideline for the clinical evaluation and etiologic diagnosis of hearing loss. *Genet Med.* 2014;16:347–55.
- 67 Tomblin JB, Oleson JJ, Ambrose SE, Walker E, Moeller MP. The influence of hearing aids on the speech and language development of children with hearing loss. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2014;140(5):403–409. doi:10.1001/jamaoto.2014.267.
- 68 Park AH, et al. A diagnostic paradigm including cytomegalovirus testing for idiopathic pediatric sensorineural hearing loss. *Laryngoscope.* 2014;124:2624–9.
- 69 Boppana SB, Ross SA, Fowler KB. Congenital cytomegalovirus infection: clinical outcome. *Clin Infect Dis.* 2013;57(Suppl 4):S178–81.

- 70 Ville Y, Leruez-Ville M. Managing infections in pregnancy. *Curr Opin Infect Dis.* 2014;27:251–7.
- 71 Swanson EC, Schleiss MR. Congenital cytomegalovirus infection: new prospects for prevention and therapy. *Pediatr Clin North Am.* 2013;60:335–49.
- 72 Alvarado JC, Fuentes-Santamaría V, Melgar-Rojas P, Valero ML, Gabaldón-Ull MC, Miller JM, et al. Synergistic effects of free radical scavengers and cochlear vasodilators: a new otoprotective strategy for age-related hearing loss. *Front Aging Neurosci.* 2015;7:86. doi:10.3389/fnagi.2015.00086.
- 73 Mukherjea D, Ghosh S, Bhatta P, Sheth S, Tupal S, Borse V, et al. Early investigational drugs for hearing loss. *Expert Opin Investig Drugs.* 2015;24(2):201–217. doi:10.1517/13543784.2015.960076.
- 74 Chen G, Zhang X, Yang F, Mu L. Disposition of nanoparticle-based delivery system via inner ear administration. *Current drug metabolism.* 2010;11:886–97.
- 75 Fitzpatrick EM, Hamel C, Stevens A, Pratt M, Moher D, Doucet SP, et al. Sign language and spoken language for children with hearing loss: a systematic review. *Pediatrics.* 2016;137(1):e20151974. doi:10.1542/peds.2015-1974.
- 76 Nitttrouer S. Beyond Early Intervention: Supporting Children With CIs Through Elementary School. *Otol Neurotol.* 2016;37:e43–9.
- 77 François M, Boukhris M, Noel-Petroff N. Schooling of hearing-impaired children and benefit of early diagnosis. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* 2015;132(5):251–255. doi:10.1016/j.anorl.2015.08.026.
- 78 McCreery RW, Venediktov RA, Coleman JJ, Leech HM. An evidence-based systematic review of amplitude compression in hearing aids for school-age children with hearing loss. *Am J Audiol.* 2012;21(2):269–294. doi:10.1044/1059-0889(2012/12-0013).
- 79 Moeller MP, Tomblin JB. An introduction to the Outcomes of Children with Hearing Loss study. *Ear Hear.* 2015;36(Suppl 1):4S–13S. doi:10.1097/AUD.0000000000000210.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов. Амангелді Д.Е. - Conceptualization, Investigation, Data curation, Writing - original draft. Рыскулова А.-Г.Р. - Methodology, Supervision, Writing - review & editing. Оба автора ознакомились с окончательным текстом и одобрили его.

Финансирование. Специальное финансирование не заявлено.

Этическое одобрение. Для аналитического обзора опубликованной литературы этическое одобрение не требуется.

Согласие на участие и публикацию. Не применимо.

Доступность данных. Новые первичные данные не собирались; источники приведены в списке литературы.

Мүдделер қақтығысы. Авторлар мүдделер қақтығысы жоқ екенін мәлімдейді.

Қаржыландыру. Арнайы қаржыландыру көрсетілмеген.

Этикалық мақұлдау. Жарияланған әдебиеттерге жасалған талдамалық шолу үшін этикалық мақұлдау талап етілмейді.

Қатысуға және жариялауға келісім. Қолданылмайды.

Деректердің қолжетімділігі. Жаңа бастапқы деректер жиналмаған; пайдаланылған әдебиеттер тізімде берілген.

Авторлардың үлесі. Амангелді Д.Е. - Conceptualization, Investigation, Data curation, Writing - original draft. Рыскулова А. - Г.Р. - Methodology, Supervision, Writing - review & editing. Екі автор да қолжазбаның соңғы нұсқасын мақұлдады.

Conflicts of interest. The authors declare no conflicts of interest.

Funding. No specific funding was reported.

Ethics approval. Not required for a narrative review of published literature.

Consent to participate and for publication. Not applicable.

Data availability. No new primary data were collected; sources are listed in the references.

Authors' contributions. Amangeldi D.E. - Conceptualization, Investigation, Data curation, Writing - original draft. Ryskulova A.-G.R. - Methodology, Supervision, Writing - review & editing. Both authors approved the final manuscript.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Амангелді Диана Ерболқызы - автор для переписки, магистрант второго года обучения кафедры общественного здравоохранения и социальных наук Казахского медицинского университета «ВШОЗ», Алматы, Казахстан, 050038; тел.: +7 707 465 13 90; e-mail: dianamangeldy@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9185-6224>.

Рыскулова Алма-Гуль Рахимовна - кандидат медицинских наук, ассоциированный профессор, заведующая кафедрой общественного здоровья и социальных наук Казахского медицинского университета «ВШОЗ», Алматы, Казахстан; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4768-4799>.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР

Амангелді Диана Ерболқызы - хат-хабарға жауапты автор, «ҚДСЖМ» Қазақстан медицина университетінің қоғамдық денсаулық сақтау және әлеуметтік ғылымдар кафедрасының екінші курс магистранты, Алматы, Қазақстан, 050038; тел.: +7 707 465 13 90; e-mail: dianamangeldy@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9185-6224>.

Рыскулова Алма-Гүл Рахимқызы - медицина ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, «ҚДСЖМ» Қазақстан медицина университетінің қоғамдық денсаулық және әлеуметтік ғылымдар кафедрасының меңгерушісі, Алматы, Қазақстан; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4768-4799>.

AUTHOR INFORMATION

Diana E. Amangeldi - corresponding author, second-year Master's student, Department of Public Health and Social Sciences, Kazakhstan Medical University "KSPH", Almaty, Kazakhstan, 050038; phone: +7 707 465 13 90; e-mail: dianamangeldy@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9185-6224>.

Alma-Gul R. Ryskulova - Candidate of Medical Sciences, Associate Professor and Head of the Department of Public Health and Social Sciences, Kazakhstan Medical University "KSPH", Almaty, Kazakhstan; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4768-4799>.