

УДК 616.28 - 008.14 - 053.2 - 089.843.168.1

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЕСТИБУЛЯРНОЙ ФУНКЦИИ У ДЕТЕЙ ДО И ПОСЛЕ КОХЛЕАРНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ

Абдукаюмов А.А., Иноятова Ф.И., Наджимутдинова Н.Ш., Раззаков А.Д.,
Махмудов М.У., Маджитова Д.Ш.

Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр
педиатрии, г. Ташкент

XULOSA

Tadqiqot maqsadi. 5 yoshgacha bo'lgan bolalarda koklear implantatsiyadan oldin va erta operatsiyadan keyingi davrda videonistagmografiya ma'lumotlari hamda klinik vestibulyar belgilar asosida vestibulyar funksiyaning xususiyatlarini baholash.

Materiallar va usullar. Tadqiqot Respublika ixtisoslashtirilgan pediatriya ilmiy-amaliy tibbiyot markazida o'tkazildi. Tadqiqotga ikki tomonlama IV darajali sensonevral eshitish pasayishi bo'lgan, bir tomonlama koklear implantatsiya o'tkazilgan 5 yoshgacha bo'lgan 57 nafar bola kiritildi. Vestibulyar funktsiya dinamikada uchta vaqt nuqtasida baholandi: operatsiyadan oldin, operatsiyadan keyingi birinchi va yettinchi sutkalarda. Barcha bolalarda videonistagmografik tekshiruv o'tkazilib, spontan nistagm, eksentrik qarashda yuzaga keluvchi nistagm, boshni silkitish sinamasidan keyingi nistagm (head-shaking nystagmus) hamda Dix-Hallpike sinamasi natijalari baholandi. Qo'shimcha ravishda vestibulyar buzilishlarning klinik ko'rinishlari, jumladan, beqarorlik, ko'ngil aynishi va qusish holatlari baholandi.

Natijalar. Eng ko'p uchragan videonistagmografik belgi boshni silkitish sinamasidan keyingi nistagm bo'lib, uning uchrash chastotasi operatsiyagacha 7,0% ni tashkil etgan bo'lsa, operatsiyadan keyingi birinchi sutkada 17,5% gacha oshdi va yettinchi sutkaga kelib 8,8% gacha kamaydi. Spontan nistagm birinchi sutkada bolalarning 5,3% ida, yettinchi sutkada esa 1,8% ida aniqlandi; eksentrik qarashdagi nistagm mos ravishda 8,8% va 3,5% hollarda kuzatildi. Dix-Hallpike sinamasining musbat natijasi tadqiqotning hech bir bosqichida qayd etilmadi. Klinik beqarorlik operatsiyadan keyingi birinchi sutkada bolalarning 12,3% ida, yettinchi sutkada esa 1,8% ida kuzatildi; ko'ngil aynishi va qusish holatlari mos ravishda 19,3% va 1,8% ni tashkil etdi.

Xulosa. 5 yoshgacha bo'lgan bolalarda koklear implantatsiya vestibulyar funksiyaning erta o'zgarishlari bilan kechadi va ular eng yaqqol operatsiyadan keyingi birinchi sutkada namoyon bo'ladi. Yettinchi sutkaga kelib ham obyektiv videonistagmografik belgilar,

SUMMARY

Objective. To evaluate vestibular function in children under 5 years of age before cochlear implantation and during the early postoperative period based on videonystagmography findings and clinical vestibular manifestations.

Materials and methods. The study was conducted at the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Pediatrics, Tashkent, Uzbekistan. A total of 57 children under 5 years of age with bilateral grade IV sensorineural hearing loss who underwent unilateral cochlear implantation were included. Vestibular function was assessed longitudinally at three time points: before surgery, on postoperative day 1, and on postoperative day 7. All children underwent videonystagmographic examination, including assessment of spontaneous nystagmus, gaze-evoked nystagmus in eccentric gaze, head-shaking nystagmus, and the Dix-Hallpike test. Clinical manifestations of vestibular dysfunction, including postural instability, nausea, and vomiting, were additionally evaluated.

Results. Head-shaking nystagmus was the most frequently detected videonystagmographic finding. Its prevalence increased from 7.0% before surgery to 17.5% on postoperative day 1 and decreased to 8.8% by postoperative day 7. Spontaneous nystagmus was detected in 5.3% of children on postoperative day 1 and in 1.8% on day 7, while gaze-evoked nystagmus was observed in 8.8% and 3.5% of children, respectively. The Dix-Hallpike test was negative at all study time points. Clinical postural instability was observed in 12.3% of children on postoperative day 1 and in 1.8% on day 7, while nausea and vomiting were reported in 19.3% and 1.8% of children, respectively.

Conclusion. Cochlear implantation in children under 5 years of age is associated with early changes in vestibular function, which are most pronounced during the first postoperative day. By postoperative day 7, a marked reduction in both objective videonystagmographic findings and clinical manifestations of vestibular dysfunction was observed, indicating that these changes are predom-

ham vestibulyar disfunktsiyaning klinik ko‘rinishlari chastotasi sezilarli darajada kamayadi, bu aniqlangan o‘zgarishlarning asosan tranzitor xususiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi. Olingan natijalar koklear implantatsiyadan oldin vestibulyar funktsiyani baholash va operatsiyadan keyingi erta davrda dinamik kuzatuv olib borish maqsadga muvofiqligini ko‘rsatadi, ayniqsa bosh aylanishini subyektiv baholash qiyin bo‘lgan kichik yoshdagi bolalarda.

Kalit so‘zlar: koklear implantatsiya, bolalar, vestibulyar funktsiya, videonistagmografiya, head-shaking nystagmus, sensorineural eshitish pasayishi, ichki quloq anomaliyalari.

Нарушения вестибулярной функции у детей с тяжёлой и глубокой сенсоневральной тугоухостью имеют особое клиническое значение, поскольку могут сопровождаться нарушениями постурального контроля и моторного развития. В раннем возрасте диагностика затруднена тем, что ребёнок часто не способен надёжно описать головокружение, ощущение вращения или неустойчивость; поэтому объективные методы исследования приобретают особую ценность [1,5].

Кохлеарная имплантация является основным методом слуховой реабилитации детей с двусторонней тяжёлой и глубокой сенсоневральной тугоухостью, однако анатомическая близость улитки и вестибулярного лабиринта определяет потенциальный риск периоперационного влияния на вестибулярную функцию. В систематических обзорах и метаанализах описано послеоперационное увеличение частоты патологических cVEMP и oVEMP, а также изменений калорической пробы; при этом результаты vNIT во многих исследованиях остаются более стабильными [7,9,10].

Большинство педиатрических работ оценивают вестибулярную функцию спустя недели или месяцы после операции. Так, в проспективном исследовании Dhondt и соавт. повторное обследование проводилось в среднем через несколько месяцев после имплантации [2], в работе Wang и соавт. - через 9 месяцев [7], а в исследовании минимально инвазивной кохлеарной имплантации - через 1 и 12 месяцев [8]. Поэтому ранняя траектория изменений непосредственно в первые сутки и в течение первой послеоперационной недели остаётся изученной значительно меньше.

Видеонистагмография позволяет объективизировать спонтанный и индуцированный нистагм и может применяться как часть возраст-адаптированной педиатрической вестибулярной оценки. Современные рекомендации подчёркивают необходимость комплексного подхода и включения, по возможности, vNIT/rotary chair и VEMP, однако также признают роль VNG и вариабельность протоколов в зависимости от возраста и доступного оборудования [1,5]. В связи с этим анализ ранней VNG-динамики не заменяет полноценное исследование всех пяти вестибулярных

рецепторов, но может дать клинически значимую информацию о транзиторной послеоперационной вестибулоокулярной асимметрии.

Keywords: cochlear implantation, children, vestibular function, videonystagmography, head-shaking nystagmus, sensorineural hearing loss, inner ear anomalies.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить особенности вестибулярной функции у детей до 5 лет до кохлеарной имплантации и в раннем послеоперационном периоде на основании данных видеонистагмографии и клинических вестибулярных проявлений.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведено ретроспективное продольное когортное исследование с повторными измерениями. В анализ включены 57 детей младше 5 лет с двусторонней сенсоневральной тугоухостью IV степени, перенёвших одностороннюю кохлеарную имплантацию. Исследование выполнено в отделении врождённых и приобретённых ЛОР-патологий Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра педиатрии в 2025-2026 гг.

До операции всем детям проводилось комплексное аудиологическое и оториноларингологическое обследование. Все пациенты до кохлеарной имплантации использовали слуховые аппараты в течение 3-6 месяцев. Для оценки анатомического строения внутреннего уха выполняли компьютерную томографию височных костей и магнитно-резонансную томографию. По результатам нейровизуализации пациентов подразделяли на детей с нормальной анатомией внутреннего уха и детей с врождёнными аномалиями его развития. При выявлении аномалий отдельно учитывали *incomplete partition type I* (IP-I), *incomplete partition type II* (IP-II), *enlarged vestibular aqueduct* (EVA) и *common cavity*.

Кохлеарная имплантация всем детям проводилась с использованием систем MED-EL. В ходе оперативного вмешательства учитывали сторону имплантации, способ введения электродного массива в улитку - через мембрану круглого окна или посредством кохлеостомы, а также тип применяемого электродного массива. Указанные параметры регистрировали для характеристики особенностей хирургического вмешательства.

Видеонистагмографическое исследование проводили в динамике в трёх временных точках: до кохле-

арной имплантации (T0), в первые сутки (POD1) и на 7-е сутки (POD7) после оперативного вмешательства. Комплекс обследования включал видеонистамографическое исследование с регистрацией спонтанного нистагма в первичной позиции взора, оценкой нистагма при эксцентрическом отведении взора, проведением head-shaking test и позиционной пробы Dix–Hallpike.

Спонтанный нистагм регистрировали в первичной позиции взора при исключении зрительной фиксации. При его наличии определяли направление по быстрой фазе нистагма. При исследовании эксцентрических положений взора оценивали возникновение нистагма при отведении глаз вправо и влево, а также его направленность. Head-shaking test выполняли посредством стандартизированного горизонтального встряхивания головы. Тест считали положительным при воспроизводимом появлении постстимуляционного нистагма после прекращения движения головы. Пробу Dix–Hallpike выполняли последовательно с обеих сторон. Положительным результатом считали появление воспроизводимого позиционного нистагма, соответствующего изменению положения головы относительно силы тяжести. При анализе учитывали наличие или отсутствие позиционного нистагма и его клинические характеристики.

Наряду с инструментальным обследованием оценивали клинические проявления в раннем послеоперационном периоде. Регистрировали появление неустойчивости, эпизодов падения, тошноты и рвоты.

Статистическую обработку данных проводили методами описательной статистики. Категориальные показатели представляли в абсолютных значениях (n) и процентах (%). Динамику исследуемых показателей оценивали последовательно в трёх временных точках: до кохлеарной имплантации (T0), в первые послеоперационные сутки (POD1) и на 7-е сутки после операции (POD7).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Среди обследованных была 31 девочка (54,4%) и 26 мальчиков (45,6%). Большинство детей – 36 (63,2%) – были младше 3 лет, 21 ребёнок (36,8%) относился к возрастной группе 3-5 лет. Все пациенты имели двустороннюю сенсоневральную тугоухость IV степени. По данным предоперационной визуализации нормальное строение внутреннего уха выявлено у 39 детей (68,4%), врождённые аномалии – у 18 (31,6%). Среди последних наиболее часто встречался incomplete partition type II (IP-II) – 7 случаев (12,3%), далее следовали enlarged vestibular aqueduct (EVA) – 5 (8,8%), incomplete partition type I (IP-I) – 4 (7,0%) и common cavity – 2 случая (3,5%) (рис. 1). Правосторонняя кохлеарная имплантация была выполнена у 49 детей (86,0%), левосторонняя – у 8 (14,0%). Введение электродного массива через круглое окно применено у 49 пациентов (86,0%), кохлеостомический доступ – у 8 (14,0%). Стандартный электродный массив использован у 52 детей (91,2%), Medium electrode – у 5 (8,8%).

При анализе видеонистамографических показателей наиболее выраженные изменения наблюдались в первые сутки после кохлеарной имплантации с последующим уменьшением частоты выявляемых нарушений к 7-м суткам. Наиболее часто регистрируемым VNG-признаком был head-shaking nystagmus. До операции положительный head-shaking test отмечался у 4 из 57 детей (7,0%) (рис. 2). В первые послеоперационные сутки его частота увеличилась до 10 случаев (17,5%), а к 7-м суткам снизилась до 5 случаев (8,8%), практически приблизившись к исходному уровню. Таким образом, максимальная частота данного признака отмечалась непосредственно после хирургического вмешательства с последующим выраженным регрессом в течение первой недели.



Рис. 1. Структура анатомических вариантов внутреннего уха у обследованных детей.

Спонтанный нистагм до операции не регистрировался ни у одного ребёнка. На POD1 он был выявлен у 3 детей (5,3%), тогда как к POD7 сохранялся только

у 1 ребёнка (1,8%). Сходная динамика наблюдалась при исследовании эксцентрических положений взора. До операции данный тип нистагма отсутствовал.

В первые сутки после кохлеарной имплантации он регистрировался у 5 детей (8,8%), а к 7-м суткам сохранялся у 2 (3,5%).

Положительная проба Dix–Hallpike не была зарегистрирована ни у одного ребёнка на всех этапах

наблюдения. Таким образом полученные данные демонстрируют однотипную временную динамику основных VNG-показателей: увеличение частоты вестибулоокулярных изменений в первые сутки после операции и их последующий регресс к 7-м суткам.

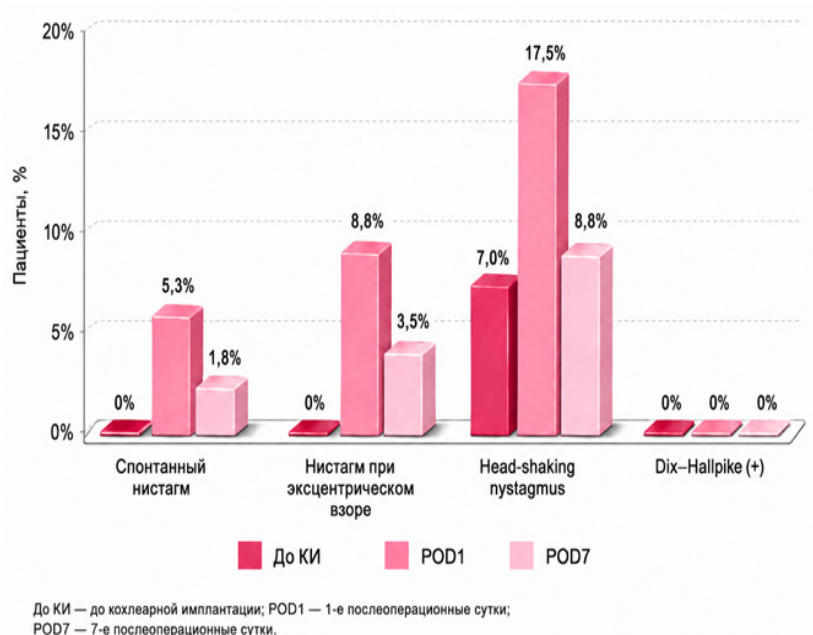


Рис. 2. Динамика объективных VNG-признаков до кохлеарной имплантации, в первые и на 7-е послеоперационные сутки.

Клинические проявления также были наиболее выражены в первые сутки после кохлеарной имплантации, с последующим уменьшением их частоты к концу первой недели. Неустойчивость на POD1 отмечена у 7 детей (12,3%), тогда как на POD7 сохранялась только у 1 ребёнка (1,8%) (рис. 3). Тошнота

и/или рвота в первые послеоперационные сутки наблюдались у 11 детей (19,3%), а к 7-м суткам — у 1 ребёнка (1,8%). У одного пациента (1,8%) на POD1 зарегистрирован эпизод падения; на POD7 падений не наблюдалось.

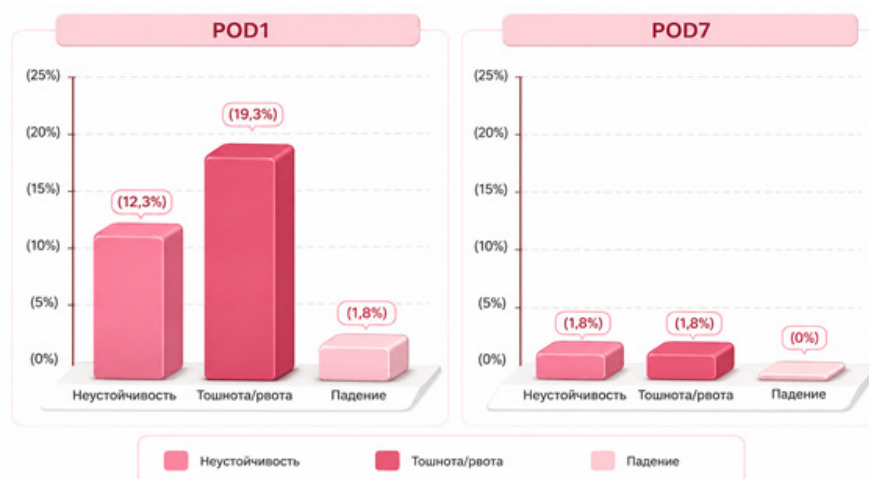


Рис. 3. Динамика ранних клинических проявлений в первые и на 7-е сутки после кохлеарной имплантации.

Таким образом, максимальная частота объективных видеонистагмографических изменений и клинических проявлений наблюдалась в первые сутки после кохлеарной имплантации. К 7-м суткам частота

спонтанного нистагма, нистагма при эксцентрическом взоре, положительного head-shaking test и клинических проявлений уменьшалась, что указывает преимущественно на транзиторный характер выяв-

ленных ранних послеоперационных изменений.

ОБСУЖДЕНИЕ

Настоящее исследование выявило две основные клинически значимые закономерности. Во-первых, частота объективных VNG-изменений достигала максимума в первые послеоперационные сутки. Во-вторых, к седьмым суткам частота большинства регистрируемых изменений уменьшалась и приближалась к исходному уровню.

Полученная частота ранних изменений должна рассматриваться в контексте неоднородных данных литературы. В метаанализе Wu и соавт., включившем 20 педиатрических исследований, после кохлеарной имплантации повышался риск патологических сVEMP (RR 2,20), оVEMP (RR 2,10) и калорической пробы (RR 1,62), тогда как статистически значимого ухудшения vHIT по полукружным каналам выявлено не было [9]. Более ранний метаанализ Yong и соавт. также показал снижение VEMP-ответов после КИ, при менее однозначных данных по другим методам [10]. Эти результаты свидетельствуют о различной чувствительности отдельных тестов и не позволяют рассматривать «вестибулярную функцию» как единый бинарный показатель.

Wang и соавт. при обследовании 34 детей обнаружили после КИ выраженное ухудшение сVEMP и оVEMP при отсутствии значимого изменения gain по vHIT [7]. Напротив, в проспективной работе Dhondt и соавт. на 50 детей и 73 имплантированных ушах выраженного группового ухудшения большинства показателей не наблюдалось; полная ипсилатеральная потеря регистрировалась лишь у небольшой части обследованных ушей [2]. В современной серии Licameli и соавт. также продемонстрированы сравнительно высокие показатели сохранности разных вестибулярных тестов при современных техниках имплантации [6]. Такая вариабельность подтверждает необходимость анализа индивидуальной временной динамики, а не только одной суммарной послеоперационной частоты.

Особое значение имеет отличие настоящей работы по временным точкам наблюдения. В большинстве опубликованных исследований повторная оценка проводилась через месяцы после КИ [2,7,8]. В нашем исследовании все 57 детей обследованы до операции, на первые и на седьмые сутки, что позволяет проследить именно острый послеоперационный паттерн. Head-shaking nystagmus увеличивался с 7,0% до 17,5% на POD1 и снижался до 8,8% к POD7; аналогичная траектория наблюдалась для спонтанного нистагма и нистагма при эксцентрическом взоре. Поэтому наиболее корректной интерпретацией является транзиторное раннее изменение вестибулоокулярной асимметрии, а не доказательство стойкой послеоперационной вестибулярной потери.

В литературе обсуждается несколько возможных механизмов ранней послеоперационной вестибулярной дисфункции: механическая травма при введении

электрода, изменение давления и гидродинамики во внутреннем ухе, потеря перилимфы, воспалительная реакция, вторичные изменения эндолимфатического пространства и, на более поздних этапах, влияние электрической стимуляции. Настоящий дизайн не позволяет выделить конкретный механизм. Однако ранний максимум изменений на POD1 логично связывать прежде всего с периоперационными механическими, гидродинамическими и воспалительными факторами, а регресс к POD7 - с разрешением острой послеоперационной реакции.

Наши VNG-данные не позволяют определить, какой именно вестибулярный рецептор был затронут. Международные исследования указывают на потенциально большую уязвимость отолитовых ответов после КИ [7,9], однако в настоящей когорте сVEMP и оVEMP не выполнялись. Аналогично отсутствие vHIT не позволяет объективно оценить высокочастотный VOR отдельных полукружных каналов. Поэтому результаты следует трактовать как раннюю динамику нистагмографических признаков вестибулоокулярной асимметрии, а не как доказательство селективного повреждения отолитовых органов или конкретного полукружного канала.

Отсутствие положительной пробы Dix-Hallpike во всех трёх временных точках представляет дополнительное наблюдение. Оно показывает, что ранний послеоперационный фенотип в данной когорте не характеризовался типичным паттерном заднеканального ДППГ. При этом отсутствие положительного Dix-Hallpike не позволяет полностью исключить все варианты позиционного нистагма, если не выполнялась полноценная батарея тестов для всех полукружных каналов.

Клинические проявления также имели выраженную раннюю обратную динамику: частота неустойчивости снизилась с 12,3% на POD1 до 1,8% на POD7, а тошноты/рвоты – с 19,3% до 1,8%. В очень раннем возрасте субъективная жалоба на головокружение является ненадёжным исходом, поэтому сочетание наблюдаемой неустойчивости с объективной VNG-регистрацией имеет особую практическую ценность. Современные рекомендации AAA и IPOG подчёркивают необходимость вестибулярной оценки у детей с сенсоневральной тугоухостью и нарушениями равновесия [1,5].

Отдельного внимания заслуживает вопрос о возможном влиянии хирургического доступа на вестибулярную функцию. В нашей серии round-window approach использован у 49 детей, а cochleostomy - у 8. Метаанализ Hänsel и соавт. ранее указывал на различия в субъективном головокружении между хирургическими подходами, однако объективные вестибулярные исходы были менее однозначны [4]. Более современные исследования и метааналитические сравнения также не позволяют считать превосходство одного доступа по всем вестибулярным исходам окончательно доказанным. Поэтому полученные дан-

ные не позволяют оценить самостоятельное влияние хирургического доступа на ранние вестибулярные изменения вследствие небольшого числа пациентов, которым была выполнена кохлеостома.

Самая современная крупная педиатрическая серия Dittmer и соавт. включила 171 ребёнка и показала, что вестибулярные нарушения нередко присутствуют ещё до кохлеарной имплантации, а в парно обследованной подгруппе после операции увеличивалась частота дисфункции в имплантированном ухе, главным образом за счёт отолитовых изменений [3]. Наша работа дополняет эти данные другим временным измерением: она фокусируется на первых семи сутках и демонстрирует кратковременный пик VNG-признаков уже на POD1 с выраженным снижением к POD7.

ВЫВОДЫ

1. У детей младше пяти лет кохлеарная имплантация сопровождалась транзиторным увеличением частоты объективных видеонистагмографических изменений, наиболее выраженным в первые послеоперационные сутки.

2. Head-shaking nystagmus являлся наиболее частым VNG-признаком и демонстрировал динамику 7,0% до операции → 17,5% на POD1 → 8,8% на POD7; спонтанный нистагм и нистагм при эксцентрическом взоре имели сходную траекторию с максимумом на первые сутки и уменьшением к седьмым.

3. Клиническая неустойчивость и тошнота/рвота также значительно уменьшались к POD7, что согласуется с преимущественно транзиторным характером ранней послеоперационной реакции.

4. Предоперационная объективная вестибулярная точка отсчёта и раннее послеоперационное наблюдение особенно важны у детей младшего возраста, которые не могут надёжно сообщить о головокружении; для определения конкретных вовлечённых рецепторов необходимы дальнейшие проспективные мультимодальные исследования с vHIT и VEMP.

ЛИТЕРАТУРА

1. Coudert A, Brodsky JR, Dhooge I, et al. International Pediatric Otolaryngology Group (IPOG) Consensus on Vestibular Testing in Children. *Laryngoscope*. 2025;135(11):4412-4418. doi:10.1002/lary.32261.
2. Dhondt C, Maes L, Vanaudenaerde S, et al. Changes in Vestibular Function Following Pediatric Cochlear Implantation: a Prospective Study. *Ear Hear*. 2022;43(2):620-630. doi:10.1097/AUD.0000000000001125.
3. Dittmer AL, Lund A, Frederiksen TW, Devantier L. Vestibular dysfunction in children undergoing cochlear implantation: Prevalence and postoperative changes. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2026;203:112752. doi:10.1016/j.ijporl.2026.112752.
4. Hänsel T, Gauger U, Bernhard N, et al. Meta-analysis of subjective complaints of vertigo and vestibular tests after cochlear implantation. *Laryngoscope*. 2018;128(9):2110-2123. doi:10.1002/lary.27071.
5. Lavender V, Janky K, Bachmann K, Caine M, Castiglione M, Zhou G. American Academy of Audiology Clinical Consensus Statement: Assessment of Vestibular Function in the Pediatric Population. *J Am Acad Audiol*. 2025;36(3):196-229. doi:10.3766/jaaa.24250301.
6. Licameli GR, Wang A, Zhou G, et al. Vestibular Preservation in Pediatric Cochlear Implantation. *Laryngoscope*. 2024;134(4):1913-1918. doi:10.1002/lary.30978.
7. Wang R, Chao X, Luo J, et al. Objective vestibular function changes in children following cochlear implantation. *J Vestib Res*. 2022;32(1):29-37. doi:10.3233/VES-190763.
8. Wang R, Xu K, Luo J, et al. Vestibular function and hearing preservation in children following a minimally invasive cochlear implantation. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2024;281(8):4029-4038. doi:10.1007/s00405-024-08504-4.
9. Wu Q, Zhang Q, Xiao Q, et al. Vestibular dysfunction in pediatric patients with cochlear implantation: A systematic review and meta-analysis. *Front Neurol*. 2022;13:996580. doi:10.3389/fneur.2022.996580.
10. Yong M, Young E, Lea J, et al. Subjective and objective vestibular changes that occur following paediatric cochlear implantation: systematic review and meta-analysis. *J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2019;48:22. doi:10.1186/s40463-019-0341-z.