

ОГЛЯДОВА СТАТТЯ

DOI: <https://doi.org/10.26565/2617-409X-2022-10-07>
УДК 616.28-008.5-053.2

Ю. В. Дєєва^{A, C, F}, О. М. Науменко^{B, C, E},
М. В. Тарасенко^{B, D}
deyeva@bigmir.net

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕСТИБУЛЯРНОЇ
ФУНКЦІЇ У ДІТЕЙ

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті;
F – остаточне затвердження статті

АНОТАЦІЯ. У всьому світі налічується близько 466 мільйонів людей (6,1%) із втратою слуху, з яких приблизно 34 мільйони (7%) становлять діти, дві третини з яких мешкають у країнах, які розвиваються. Водночас у процесі проведених досліджень доведено, що в 60% випадків сенсоневральна приглухуватість комбінується з вестибулярними порушеннями, які можуть бути явними (у дітей рідко) і прихованими. Своєчасне виявлення вестибулярних порушень дітей раннього віку, особливо прихованих запобігає затримці моторного розвитку дитини та значно знижує ризик розвитку вестибулярних запаморочень у більш дорослому віці.

Мета: вивчити сучасні інструментальні методи дослідження функції рівноваги у дітей на основі наукового аналізу сучасних літературних даних.

Матеріали та методи: Проведено комплексний пошук релевантних літературних джерел у грудні 2021 року за допомогою електронних баз даних PubMed, EMBASE, MEDLINE, U.S. National Library of Medicine Clinical Trials, Research Gate та Cocharane Library

Результати: Незважаючи на високо технологічні діагностичні можливості сучасної медицини, вивчення етіології, профілактики та корекції різноманітних порушень рівноваги та слуху у дітей різного віку займає першорядну роль у сучасній медичній спільноті. Удосконалення методів діагностики слухового та вестибулярного аналізатора на сучасному рівні розширюють можливості інтерпретації їхніх результатів і дають змогу глибше зрозуміти ступінь пошкодження стато-акустичного аналізатора. Для дослідження вестибулярної функції зазвичай проводиться вестибулометрія й отоневрологічне дослідження, тобто ті ж самі тести, які застосовують у дорослих, проте в дітей такі дослідження вимагають терпіння від дитини та проведення в ігровій формі. Виявлення прихованих вестибулярних дисфункцій має бути комплексним, зокрема, з використанням інструментальних методик, однією з яких є статична комп'ютерна стабілометрія, що створює можливість для визначення поступально-моторних порушень.

Висновки: Довготривалі проблеми з рівновагою у дітей можуть призвести до затримки розвитку рухових функцій, що може ще більше сповільнити досягнення дитиною відповідних віку психомоторних етапів і мати негативний вплив на успішність у школі, і в цілому, на соціальний, мовний та інтелектуальний розвиток. Тому виявлення вестибулярної дисфункції в ранньому віці має велике медико-соціальне значення. Гострий середній отит в сьогоденні в більшості випадків є виліковним захворюванням, якщо в період обстеження і лікування запобігти небажаним наслідкам. Вестибулярну функцію можна належним чином оцінити за допомогою надійних інструментальних тестів. В цьому сенсі статична стабілометрія є дуже корисним методом для об'єктивного визначення вестибулярного дефіциту у дітей, незважаючи на присутність або відсутність будь-яких суб'єктивних скарг.

Ключові слова: сенсоневральна приглухуватість, вестибулярна функція, рівновага, стабілометрія, діти

Для цитування: Дєєва Ю.В., Науменко О.М., Тарасенко М.В. СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕСТИБУЛЯРНОЇ ФУНКЦІЇ У ДІТЕЙ. Актуальні проблеми сучасної медицини. 2022;10:59-66. DOI: <https://doi.org/10.26565/2617-409X-2022-10-07>

Інформація про авторів

Юлія Валеріївна Десева, д. мед. н., професор, завідувачка кафедрою отоларингології, Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, б-р. Т. Шевченко 13, м. Київ, 01601, e-mail: deyeva@bigmir.net; ORCID: 0000-0003-0552-1254

Олександр Миколайович Науменко, перший проректор Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця, член-кореспондент НАМН України, д. мед. н., професор кафедри отоларингології, Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, б-р Т. Шевченко 13, м. Київ, 01601.e-mail:naumenko16@ukr.net

Максим Васильович Тарасенко, к. мед. н., доцент кафедри отоларингології, Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, б-р Т. Шевченко 13, м. Київ, 01601, e-mail: maksim19t@gmail.com

Вступ

У всьому світі налічується близько 466 мільйонів людей (6,1%) із втратою слуху, з яких приблизно 34 мільйони (7%) становлять діти 27 [1], дві третини з яких мешкають у країнах, які розвиваються [2]. Martinez and Coursen-Neff стверджують, що половина дітей з обмеженими можливостями, зокрема порушенням слуху, не можуть почати навчання, а вдвічі більше кидають навчання впродовж перших років [3]. Такі діти можуть бути стигматизовані та мають підвищений ризик насильства [4].

Дослідження здоров'я слуху переважно зосереджено на впливі сенсоневральної втрати слуху на розвиток мови та втручаннях, спрямованих на покращення слуху та спілкування таких дітей. Вочевидь, що ці проблеми є дуже важливими, проте є ризик того, що супутнім захворюванням і патологічним станам не приділяють достатньо уваги [5]. Водночас діти із сенсоневральною втратою слуху демонструють як рухові та поструральні порушення, так і порушення рівноваги [6].

Підтримання рівноваги відбувається внаслідок гармонійної взаємодії між інформацією сенсорної системи (зорової, пропріоцептивної та вестибулярної), яку обробляє центральна нервова система, та адекватним залученням до дій нейром'язової системи. В разі браку інтеграції цієї сенсорної інформації виникають симптоми та ознаки порушень рівноваги, особливо через вестибулярну дисфункцію [7, 8].

Мета

Вивчити сучасні інструментальні методи дослідження функції рівноваги у дітей на основі наукового аналізу сучасних літературних даних.

Матеріали та методи

Проведено комплексний пошук релевантних літературних джерел в листопаді

2022 року за допомогою електронних баз даних PubMed, EMBASE, MEDLINE, U.S. National Library of Medicine Clinical Trials, Research Gate та Cocharane Library. В процесі пошуку використані наступні медичні предметні рубрики та ключові слова: «наслідки порушення слуху», «поширеність вестибулярних порушень», «сучасні методи вестибулометрії» «стабілометрія» «отоневрологічне дослідження» тощо. Отже у даний огляд включено 21 стаття, де відображені сучасні методи діагностики слухових та вестибулярних порушень, методи їх корекції та реабілітації у дітей віком до 14 років.

Результати та їх обговорення

Підтримання вертикальної пози людини є одним з найважливіших умов життєдіяльності людини, яке дозволяє активно взаємодіяти з навколишнім середовищем. Підтримання рівноваги, тобто балансу в основній стійці - це активний, динамічний процес у якому взаємодіють більшість органів та систем організму.

Питання поструральної стійкості (рівноваги) дітей раннього віку з порушеннями слуху недостатньо вивчені на даний момент.

Нещодавні дослідження підкреслили важливість вивчення зв'язку між периферичною вестибулярною функцією та розвитком і руховими можливостями дітей з сенсоневральною втратою слуху, оскільки завитка, присінок і півколові канали є периферичними сенсорними органами відповідно слухової та вестибулярної систем [9, 10, 11]. Розташовані у внутрішньому вусі, ці анатомічні структури функціонально пов'язані внаслідок анатомічної близькості завитки та вестибулярного апарату з огляду на іннервацію та кровопостачання судин. Деякі дослідження свідчать про високу поширеність

вестибулярної дисфункції у дітей із сенсоневральною втратою слуху [12, 13], ймовірно, спричинену ураженням внутрішнього вуха, що впливає на функцію рівноваги та моторики цих дітей.

Деякі дані свідчать про те, що слух може сприяти стабільності рівноваги, оскільки ймовірно саме слух є фіксованим орієнтиром навколишнього середовища [14]. Це припущення підтверджується тим фактом, що діти з легкими та помірними порушеннями слуху продемонстрували баланс, подібний до балансу дітей з нормальним слухом. Maes L, De Kegel A, et al. дійшли до таких же висновків, дослідивши 36 дітей (12 — з нормальним слухом і 24 — з сенсоневральною втратою слуху, 12 — з нормальною вестибулярною функцією і 12 — із вестибулярною дисфункцією) [15]. Вчені зазначають вплив слуху на контроль рівноваги у дітей.

Водночас низка досліджень демонструє, що відновлення слуху у дітей за допомогою кохлеарного імплантату може покращити постуральну стабільність і рівновагу [16, 17]. Інші дослідження також підтвердили важливе значення слуху в покращенні рівноваги у дорослих і людей похилого віку, які використовують слухові апарати або кохлеарні імплантати [18, 19]. За деякими даними слух є необхідним для формування рухових навичок, та сприяє кращій просторовій орієнтації та підтриманню балансу [20, 21]. Зазначене свідчить про те, що слухові шляхи можуть відігравати важливу роль у контролі рівноваги, зокрема, у дітей.

Дані досліджень наочно свідчать про те, що діти з сенсоневральною втратою слуху демонструють порушення рівноваги та рухових навичок [22, 23], проте деякі питання ще потребують з'ясування. Наприклад, деякі автори спостерігали паралель між ступенем сенсоневральної втрати слуху та наявністю вестибулярної дисфункції у дітей [24]. Попри такий висновок, більшість таких досліджень проведена на невеликій вибірці маленьких пацієнтів [25]. До того ж ці дослідження охоплювали лише дітей зі значним ступенем сенсоневральної втрати слуху. За таких умов значна частина досліджень використовувала клінічні тести та шкали для оцінювання рівноваги дітей [26], проте інструментальні

методи можуть виявити навіть незначні порушення рівноваги. Отже кількісний аналіз рівноваги з використанням більш чутливих інструментів для виявлення незначних змін рівноваги (наприклад, стабілометрія) дають змогу отримати більш детальний доступ до оцінки вестибулярної функції таких дітей.

Приблизно 60% дітей мали один або більше епізодів гострого гнійного середнього отиту у віці до 4 років [27]. Діагноз гострий секреторний середній отит зазвичай ставить лікар під час фізичного огляду та огляду історії хвороби дитини. Хоча більшість із цих дітей не має жодних скарг, їхні батьки описують порушення слуху, а також незграбність і часті падіння [28]. Попередні дослідження показали, що ці скарги на рівновагу можуть бути пов'язані з вестибулярною дисфункцією [28, 29]. Приблизно 30% дітей із середнім отитом мають певний ступінь вестибулярних порушень, підтверджене вестибулярними тестами [31]. Пілотне дослідження, проведене S. K. Rehagen et al. свідчить про те [32], що діти з втратою слуху внаслідок середнього отиту з випотом частіше мають вестибулярні порушення, ніж їхні однолітки з нормальним слухом. Причинами ураження вестибулярного апарату вважають гострий лабіринтит, зміни тиску в середньому вусі та складу ендолімфи та перилімфи з переносом іонів через мембрану круглого вікна [33].

Діагноз вестибулярної дисфункції на основі медичної бесіди складний, а клінічні та нейрофізіологічні вестибулярні тести не є однаково надійними у цих пацієнтів [34].

Перевірка вестибулярної функції у дітей може бути складною з різних причин. Діти можуть не повідомляти самі або навіть не усвідомлювати, що їхні симптоми є патологічними. Нині застосовують різні техніки та методи, а також різні кількісні та якісні змінні для об'єктивізації контролю рівноваги. Вестибулярну функцію при середньому отиті можна оцінити за допомогою електроністагмографії, калоричних тестів, вестибулярних викликаних міогенних потенціалів (VEMP), динамічної та статичної стабілометрії. Проте вестибулярне тестування є складним у дітей, оскільки традиційні вестибулярні тести мають обмеження та їх важко застосовувати у дітей. Тестування за

допомогою калоричної та обертальної проб є неприйнятними для дітей через стимуляцію запаморочення та нудоти [35], а на тест вестибулярних викликаних міогенних потенціалів (VEMP) негативно впливає наявність випоту в середньому вусі [31].

Водночас відзначаються переваги тесту вестибулярного викликаного міогенного потенціалу (VEMP) у дітей. Найважливішим є те, що тест VEMP надає клініцисту діагностичну інформацію про функцію отоліту, яку не можна ідентифікувати за допомогою ротаційного крісла, калорійного тестування або тестування імпульсів голови. Це дає змогу визначити ізольовану втрату отоліту, коли решта вестибулярної батареї, яка оцінює функцію напівколового каналу, є непомітною. По-друге, тестування VEMP добре сприймається дітьми, оскільки процедура тестування не вимагає від них перебування в темряві, не викликає симптомів запаморочення, і вони можуть сидіти з батьками або поруч із ними. Тест VEMP також є швидкою оцінкою (приблизно 10–15 хв), яку клініцисти та діти можуть виконати, якщо час або комплаєнс є проблемою [36]. Попри переваги тестування VEMP, такі фактори, як вік, варіабельність, нездатність підтримувати адекватне скорочення м'язів, непереносимість електродів і небезпечний вплив звуку, можуть зменшити корисність тесту VEMP у дітей. Через ці причини клініцисти можуть неправильно витлумачити аномальні реакції як втрату отолітової функції на відміну від низької надійності тесту або повністю уникати його проведення [37]. Однак модифікації тестування VEMP для дітей можуть підвищити надійність, клінічну ефективність і безпеку процедури тестування [38].

Відеоімпульсний тест голови (vНІТ) — це новий тест, який оцінює вестибуло-окулярний рефлекс, який утримує зображення в центрі поля зору під час руху голови, рухаючи око в протилежному напрямку. Підсилення вестибуло-окулярного рефлексу є відношенням компенсаторної швидкості ока повільної фази до швидкості імпульсу голови [39]. У vНІТ, високоприскорені рухи головою з амплітудою 10° – 20° виконуються на площині кожного напівкružного каналу окремо.

Окуляри для відеоокулографії використовуються для кількісного визначення посилення вестибуло-окулярного рефлексу, також виявляються коригувальні саккади при поворотах голови. Ознаками вестибулярного порушення є зниження приросту вестибуло-окулярного рефлексу та наявність корекційних саккад [40].

Е. Сömertetal. вважають, що vНІТ є корисним вестибулярним тестом для оцінювання вестибулярних порушень у здорових дітей із показником застосовності 92% і 70% — у пацієнтів із гострим середнім отитом та запамороченням [41]. Пацієнти із гострим середнім отитом і запамороченням демонструють зниження приросту vНІТ і наявність покривних саккад лише у вертикальних площинах каналу, що підтверджує те, що незначне вестибулярне порушення у цих пацієнтів може свідчити про патологічні результати vНІТ лише за таких умов.

На думку М. Tozaretal. тест vНІТ не дає змоги виявити серйозні вестибулярні порушення у дітей із середнім отитом з випотом [42]. Водночас приховані саккади, виявлені в цих пацієнтів, сприймаються як ознака незначного вестибулярного порушення.

Використання vНІТ для тестування вестибулярної функції у дітей має низку переваг порівняно з традиційними методами, такими як обертове крісло та тестування калорійності. Однією з головних переваг є те, що vНІТ не викликає запаморочення, отже, значно менш лякає. Так само зір не закривається під час vНІТ, що не тільки менше лякає дитину, але й полегшує спілкування, особливо якщо дитина має втрату слуху. Проведення тесту займає приблизно 10-15 хвилин і надає специфічну для вуха інформацію про півколові канали вестибулярного нерва. Це перевага перед поворотним кріслом, яке не надає інформації про вухо, а є лише відображенням вищої функції нерва [36].

Незважаючи на переваги vНІТ, під час тестування дітей виникають певні труднощі. Серед деяких повідомлень про підводні камені — ослаблені захисні окуляри, нездатність слідувати вказівкам, часте моргання очима,

блукаючий погляд, зниження концентрації уваги, невідповідність і побоювання отримати імпульси голови [43]. vНІТ, як правило, займає більше часу для завершення у дітей порівняно з дорослими. Нарешті, може бути важко досягти рекомендованої кількості імпульсів голови (~20), а також максимальної швидкості обертів голови (> 150 градусів/секунду) у дітей через комплаєнс [44].

Відеоністагмографія (VNG) на сьогодні використовується для вестибулярного оцінювання. Метод дає змогу клініцистам спостерігати та записувати рухи очей у реальному часі. Порівняно з електроністагмографією (ENG), зображення VNG є більш детальними та можуть фіксувати тонкі клінічні дані [45].

Об'єктивним інструментом оцінювання рівноваги у дітей є комп'ютеризована статична стабілометрія (постурографія). Статична стабілометрія — це простий і швидкий спосіб об'єктивно оцінити, чи страждає дитина від будь-якого порушення рівноваги. Принцип стабілометрії заснований на реєстрації поточних координат та коливань проекції загального центру маси людини у вертикальній позі на площу опори. Метод дає змогу вимірювання в різних умовах, що враховує різні сенсорні системи, відповідальні за рівновагу. Це важлива частина функціональних досліджень, спрямованих на виявлення та оцінку вестибулярних дисфункцій. Крім того, будучи об'єктивною методикою, вона не обтяжена суб'єктивною інтерпретацією, а результати можуть бути задокументовані як графічно, так і чисельно [46]. R. Vistica et al. провели дослідження дітей, які страждають на середній отит з випотом, оцінюючи за допомогою статичної стабілометрії вестибулярну дисфункцію та виявили середні показники швидкості похитування [47]. Це показало, що такі діти страждають від значного порушення рівноваги та координації.

Стабілометричне дослідження, проведене R. S. Melo et al. виявило статистично більшу нестабільність рівноваги у дітей з сенсоневральною втратою слуху порівняно з дітьми з нормальним слухом [48].

A. Kelly et al. вважають стабілометрію недорогим, простим у використанні інструментом [49], який можна

використовувати для оцінювання вестибулярної функції в педіатричній практиці.

Систематичний огляд літератури, проведений R. D. C. Monsanto et al., виявив, що більшість досліджень з оцінювання зв'язку між середнім отитом і вестибулярними симптомами, мають потенційні методологічні недоліки [50]. Кілька досліджень продемонстрували віддалені вторинні наслідки середнього отиту. Клінічні дані свідчать про те, що у пацієнтів із середнім отитом у порівнянні з контрольною групою ймовірність проявів вестибулярних симптомів за тестами вестибулярної функції підвищується. Майбутні дослідження із дотриманням методології, спрямовані на оцінювання клінічної значущості та прогностичних чинників зв'язку між середнім отитом і вестибулярним порушенням, виправдані. Проте докази, що підтверджують ці припущення, базуються на доказах низького рівня, тому необхідні краще структуровані дослідження.

Висновок

Тривале існування проблем з рівновагою у дітей може призвести до затримки розвитку рухових функцій, що може ще більше сповільнити досягнення дитиною психомоторних етапів і мати негативний вплив на успішність у школі, соціальний, мовний та інтелектуальний розвиток. Тому виявлення вестибулярної дисфункції в ранньому віці має велике значення для запобігання затримки моторного розвитку. Середній отит є станом, який можна вилікувати, і його подальшим наслідкам можна запобігти, якщо дитині вчасно поставити діагноз, а статична стабілометрія є важливим інструментом, який може об'єктивно визначити вестибулярний дефіцит, незважаючи на будь-які суб'єктивні скарги.

Вестибулярну функцію можна належним чином оцінити за допомогою надійних технологічних інструментів і тестів.

Фінансування

У авторів відсутні додаткові джерела фінансування.

References

1. Deafness prevention. World Health Organization. 11-Jul-2019. [Internet]. Available from: <https://www.who.int/deafness/en/> [cited 2022 November 9].
2. Stevens G, Flaxman S, Brunskill E, Mascarenhas M, Mathers CD, Finucane M. Global Burden of Disease Hearing Loss Expert Group. Global and regional hearing impairment prevalence: an analysis of 42 studies in 29 countries. *Eur J Public Health*. 2013 Feb;23(1):146-52. DOI: <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckr176>
3. Martínez E, Coursen-Neff Z. I Had a Dream to Finish School: Barriers to Secondary Education in Tanzania. Human Rights Watch (2017) Available: <https://www.hrw.org/report/2017/02/14/i-had-dream-finish-school/barriers-secondary-education-tanzania>
4. Nunes ADDS, Silva CRL, Balen SA, Souza DLB, Barbosa IR. Prevalence of hearing impairment and associated factors in school-aged children and adolescents: a systematic review. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2019 Mar-Apr;85(2):244-253. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2018.10.009>
5. Kowalewski V, Patterson R, Hartos J, Bugnariu N. Hearing Loss Contributes to Balance Difficulties in both Younger and Older Adults. *J Prev Med (Wilmington)*. 2018;3(2):12. DOI: <https://doi.org/10.21767/2572-5483.100033>
6. Karakoc K, Mujdeci B. Evaluation of balance in children with sensorineural hearing loss according to age. *Am J Otolaryngol*. 2021;42(1):102830. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2020.102830>
7. Roşca AM, Rusu L, Marin MI, Ene Voiculescu V, Ene Voiculescu C. Physical Activity Design for Balance Rehabilitation in Children with Autism Spectrum Disorder. *Children (Basel)*. 2022;9(8):1152. DOI: <https://doi.org/10.3390/children9081152>
8. Janeh O, Steinicke F. A Review of the Potential of Virtual Walking Techniques for Gait Rehabilitation. *Front Hum Neurosci*. 2021;15:717291. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.717291>
9. Janky KL, Thomas MLA, High RR, Schmid KK, Ogun OA. Predictive Factors for Vestibular Loss in Children With Hearing Loss. *Am J Audiol*. 2018;27(1):137-146. DOI: https://doi.org/10.1044/2017_AJA-17-0058
10. Ionescu E, Reynard P, Goulème N, Becaud C, Spruyt K, Ortega-Solis J, Thai-Van H. How sacculo-colic function assessed by cervical vestibular evoked myogenic Potentials correlates with the quality of postural control in hearing impaired children? *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2020;130:109840. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2019.109840>
11. Hazen M, Cushing SL. Vestibular Evaluation and Management of Children with Sensorineural Hearing Loss. *OtolaryngolClinNA*. 2021;54:1241-1251. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.otc.2021.08.001>
12. Guan R, Wang Y, Wu S, Zhang B, Sun J, Guo X, Sun J. Vestibular Function in Children and Adults Before and After Unilateral or Sequential Bilateral Cochlear Implantation. *Front Neurol*. 2021 Apr 29;12:675502. DOI: <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.675502>
13. Lipson S, O'Shea R, Gibbons S, Zhou G, Brodsky J. Evolution of Cochlear implant mapping and vestibular function in a pediatric case of Labyrinthitis. *J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2020;49(1):7. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40463-020-0403-2>
14. Gandemer L, Parseihian G, Kronland-Martinet R, Bourdin C. Spatial Cues Provided by Sound Improve Postural Stabilization: Evidence of a Spatial Auditory Map? *Front Neurosci*. 2017 Jun 26;11:357. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00357>
15. Maes L, De Kegel A, Van Waelvelde H, Dhooge I. Association between vestibular function and motor performance in hearing-impaired children. *Otol Neurotol*. 2014;35(10):e343-7. DOI: <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000000597>
16. Mazaheryazdi M, Moossavia A, Sarrafzadah J, Talebian S, Jalaie S. Study of the effects of hearing on static and dynamic postural function in children using cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2017;100:18-22. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2017.06.002>
17. Suarez H, Ferreira E, Arocena S, Garcia Pintos B, Quinteros M, Suarez S, Gonzalez MP. Motor and cognitive performances in pre-lingual cochlear implant adolescents, related with vestibular function and auditory input. *Acta Otolaryngol*. 2019;139(4):367-372. DOI: <https://doi.org/10.1080/00016489.2018.1549750>
18. Weaver TS, Shayman CS, Hullar TE. The Effect of Hearing Aids and Cochlear Implants on Balance During Gait. *Otol Neurotol*. 2017 Oct;38(9):1327-1332. DOI: <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000001551>
19. Seiwerth I, Jonen J, Rahne T, Lauenroth A, Hullar TE, Plontke SK, Schwesig R. Posturale Regulation und Stabilität unter akustischem Input bei Normalhörenden. *HNO*. 2020;68(5):344-351. German. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00106-020-00845-w>
20. Karim AM, Rumalla K, King LA, Hullar TE. The effect of spatial auditory landmarks on ambulation. *Gait Posture*. 2018;60:171-174. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.12.003>
21. Cornwell T, Woodward J, Wu M, Jackson B, Souza P, Siegel J, Dhar S, Gordon KE. Walking With Ears: Altered Auditory Feedback Impacts Gait Step Length in Older Adults. *Front Sports Act Living*. 2020;2:38. DOI: <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.00038>
22. Melo RS. Gait performance of children and adolescents with sensorineural hearing loss. *Gait Posture*. 2017;57:109-114. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.05.031>
23. Jafarnezhadgero AA, Majlesi M, Azadian E. Gait ground reaction force characteristics in deaf and hearing children. *Gait Posture*. 2017;53:236-240. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.02.006>
24. Said EA. Vestibular assessment in children with sensorineural hearing loss using both electronystagmography and vestibular-evoked myogenic potential. *The Egyptian Journal of Otolaryngology*. 2014;30:43-52. DOI: <https://doi.org/10.4103/1012-5574.127203>

25. Melo RS, Marinho SEDS, Freire MEA, Souza RA, Damasceno HAM, Raposo MCF. Static and dynamic balance of children and adolescents with sensorineural hearing loss. Einstein (Sao Paulo). 2017;15(3):262-268. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1679-45082017AO3976>
26. Patel H, Malawade M, Butte-Patil S, Khairnar P, Gawade S. Comparison of balance in children with and without hearing impairment. Int J Healthc Biomed Res 2017;5:19- 27
27. Park P, Park JH, Kim JS, Koo JW. Role of video-head impulse test in lateralization of vestibulopathy: Comparative study with caloric test. Auris Nasus Larynx. 2017;44(6):648-654. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anl.2016.12.003>
28. Said EA, Ahmed MK, Mohamed nass SE. Role of vestibular testing in deciding treatment strategies for children with otitis media with effusion. Egyptian Journal of Ear, Nose, Throat and Allied Sciences. 2015;16(2):151-159. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejenta.2015.05.003>
29. Halmagyi GM, Chen L, MacDougall HG, Weber KP, McGarvie LA, Curthoys IS. The Video Head Impulse Test. Front Neurol. 2017;8:258. DOI: <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00258>
30. Devaraja K. Vertigo in children; a narrative review of the various causes and their management. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2018;111:32-38. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2018.05.028>
31. Pazdro-Zastawny K, Połpiech L, Zatoński T. Long-term evaluation of the effect of middle ear effusion on the vestibular system in children. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2018;109:13-16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2018.03.015>
32. Rehagen SK, Valente M, Lieu JEC. Vestibular Screening in Pediatric Patients with Otitis Media. J Am Acad Audiol. 2020;31(3):209-216. DOI: <https://doi.org/10.3766/jaaa.18101>
33. Gedik-Soyuyuce O, Gence-Gumus Z, Ozdilek A, Ada M, Korkut N. Vestibular disorders in children: A retrospective analysis of vestibular function test findings. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2021;146:110751. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2021.110751>
34. O'Connor SS, Coggins R, Gagnon L, Rosenfeld RM, Shin JJ, Walsh SA. Plain Language Summary: Otitis Media with Effusion. Otolaryngol Head Neck Surg. 2016;154(2):215-25. DOI: <https://doi.org/10.1177/0194599815624409>
35. Felipe L, Staggs A, Hunnicutt S. Can Type of Dizziness Influence the Vestibular Caloric Test Result? J Prim Care Community Health. 2021;21501327211030120. DOI: <https://doi.org/10.1177/21501327211030120>
36. Janky KL, Rodriguez AI. Quantitative Vestibular Function Testing in the Pediatric Population. Semin Hear. 2018;39(3):257-274. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0038-1666817>
37. Rodriguez AI, Thomas MLA, Fitzpatrick D, Janky KL. Effects of High Sound Exposure During Air-Conducted Vestibular Evoked Myogenic Potential Testing in Children and Young Adults. Ear Hear. 2018;39(2):269-277. DOI: <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000484>
38. Rodriguez AI, Thomas MLA, Janky KL. Air-Conducted Vestibular Evoked Myogenic Potential Testing in Children, Adolescents, and Young Adults: Thresholds, Frequency Tuning, and Effects of Sound Exposure. Ear Hear. 2019;40(1):192-203. DOI: <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000607>
39. Wang R, Chao X, Luo J, Zhang D, Xu J, Liu X, Fan Z, Wang H, Xu L. Objective vestibular function changes in children following cochlear implantation. J Vestib Res. 2022;32(1):29-37. DOI: <https://doi.org/10.3233/VES-190763>
40. Tomaz A, Monsanto RDC, Cusin FS, Kasemodel ALP, Penido NO. Evaluation of the vestibulo-ocular reflex in patients with chronic otitis media. Braz J Otorhinolaryngol. 2022;88(5):675-682. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2020.09.006>
41. Cömert E, Şencan Z, Koçak FM, Şimşek G, Muluk NB. Clinical evaluation of the vestibular impairment using video head impulse test In children with acute otitis media. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2021;141:110568. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2020.110568>
42. Tozar M, Cömert E, Şencan Z, Şimşek G, Muluk NB, Kılıç R. Video head impulse test in children with otitis media with effusion and dizziness. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2020;129:109783. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2019.109783>
43. Ertugrul G. Clinical use of child-friendly video head impulse test in dizzy children. Am J Otolaryngol. 2022;43(3):103432. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2022.103432>
44. Wiener-Vacher SR, Wiener SI. Video Head Impulse Tests with a Remote Camera System: Normative Values of Semicircular Canal Vestibulo-Ocular Reflex Gain in Infants and Children. Front Neurol. 2017;8:434. DOI: <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00434>
45. Falls C. Videonystagmography and Posturography. Adv Otorhinolaryngol. 2019;82:32-38. DOI: <https://doi.org/10.1159/000490269>
46. Talebi H, Karimi MT, Abtahi SH, Fereshtenejad N. Static Balance in Patients with Vestibular Impairments: A Preliminary Study. Scientifica (Cairo). 2016;2016:6539858. DOI: <https://doi.org/10.1155/2016/6539858>
47. Bista R, Datta R, Nilakantan A, Gupta A, Singh A. Vestibular Dysfunction in Children Suffering from Otitis Media with Effusion: Does Grommet Help? An Observational Study Using Computerized Static Posturography. Indian J Otolaryngol Head Neck Surg. 2019;71(4):537-541. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12070-019-01720-z>
48. Melo RS, Lemos A, Raposo MCF, Monteiro MG, Lambertz D, Ferraz KM. Repercussions of the Degrees of Hearing Loss and Vestibular Dysfunction on the Static Balance of Children With Sensorineural Hearing Loss. Phys Ther. 2021;101(10):pzab177. DOI: <https://doi.org/10.1093/ptj/pzab177>
49. Kelly A, Liu Z, Leonard S, Toner F, Adams M, Toner J. Balance in children following cochlear implantation. Cochlear Implants Int. 2018;19(1):22-25. DOI: <https://doi.org/10.1080/14670100.2017.1379180>
50. Monsanto RDC, Kasemodel ALP, Tomaz A, Paparella MM, Penido NO. Current evidence of peripheral vestibular symptoms secondary to otitis media. Ann Med. 2018;50(5):391-401. DOI: <https://doi.org/10.1080/07853890.2018.1470665>

Yu. Deeva^{A, C, F}, O. Naumenko^{B, C, E},
M. Tarasenko^{B, D}
deyeva@bigmir.net

MODERN METHODS OF INVESTIGATING THE VESTIBULAR FUNCTION IN CHILDREN

A – research concept and design; B – collection and/or assembly of data; C – data analysis and interpretation; D – writing the article; E – critical revision of the article; F – final approval of the article

ABSTRACT. Worldwide, there are about 466 million people (6.1%) with hearing loss and approximately 34 million of them (7%) are children, two-thirds of whom live in developing countries. In the course of research, it has been proven that in 60% of cases, sensorineural deafness is combined with vestibular disorders, which can be both obvious (rarely in children) and hidden. Timely detection of vestibular disorders in young children, especially hidden ones, prevents delay in the child's motor development and significantly reduces the risk of vestibular dizziness development in older age.

The aim of the article was to study modern instrumental methods of balance function research in children based on scientific analysis of contemporary literary data.

Materials and methods: A comprehensive search of relevant literature sources was conducted in December 2021 using electronic databases PubMed, EMBASE, MEDLINE, U.S. National Library of Medicine Clinical Trials, Research Gate and Cocharane Library.

The results: Despite highly developed technological diagnostic capabilities of present-day medicine, the study of etiology, prevention and correction of various balance and hearing disorders in children of different ages is one of the most acute issues to be solved by modern medical community. Up-to-date improvements in the diagnostic methods of the auditory and vestibular analyzer expand the possibilities of interpreting their results and allow a deeper understanding of the degree of the stato-acoustic analyzer damage. To investigate the vestibular function, vestibulometry and otoneurological examinations are usually carried out, which are the same tests that are used in adults. However, such examinations require more patience from the child and they should be conducted in a playful manner. Detection of hidden vestibular dysfunctions ought to be comprehensive, in particular, using instrumental methods, one of which is static computer stabilometry, that creates an opportunity to determine translational and motor disorders.

The conclusion. Long-term problems with balance in children can lead to a delay of motor functions development, which can further slow down the child's achievement of age-appropriate psychomotor stages and have a negative impact on school performance, and in general, on social, speech and intellectual development. Therefore, detection of vestibular dysfunction at an early age is of great medical and social importance. Acute otitis media is currently a curable disease in most cases, if undesirable consequences are prevented during the period of examination and treatment. Vestibular function can be adequately assessed using reliable instrumental tests. In this sense, static stabilometry is a very useful method for the objective determination of vestibular deficits in children, regardless of the presence or absence of any subjective complaints.

Key words: sensorineural deafness, vestibular function, balance, stabilometry, children

For citation: Deeva Yu, Naumenko O, Tarasenko M. MODERN METHODS OF INVESTIGATING THE VESTIBULAR FUNCTION IN CHILDREN. Actual problems of modern medicine. 2022;59:66-57. DOI: <https://doi.org/10.26565/2617-409X-2022-10-07/> (in Ukrainian)

Information about authors

Yuliya Deeva, MD, PhD, Full Professor, head of the department of otolaryngology, National Medical University A.A. Bogomolets, Br. T. Shevchenko 13, Kyiv, 01601, e-mail: deyeva@bigmir.net; ORCID: 0000-0003-0552-1254

Oleksandr Naumenko, first vice-rector of the National Medical University named after O.O. Bogomolets, corresponding member of the National Academy of Sciences of Ukraine, doctor of medicine. n., professor of the Department of Otolaryngology, National Medical University A.A. Bogomolets, Br.

T. Shevchenko 13, Kyiv, 01601. e-mail: naumenko16@ukr.net

Maksym Tarasenko, MD, PhD, associate professor of the Department of Otolaryngology, National Medical University A.A. Bogomolets, Br. T. Shevchenko 13, m. Kyiv, 01601, e-mail: maksim19t@gmail.com

Received: 03.10.2022
Accepted: 14.11.2022

Conflicts of interest: author has no conflict of interest to declare.
Конфлікт інтересів: відсутній.