

ОБЗОРЫ

УДК 616.28-008.55-02:613.11-07
<https://doi.org/10.18692/1810-4800-2025-2-90-97>

Роль тестов вестибулярной функции в диагностике и лечении пациентов с системным головокружением

О. С. Измайлова¹, Е. Е. Савельева², А. А. Рыжкин³, А. Е. Медведев⁴

^{1,2} Башкирский государственный медицинский университет, Уфа, 450008, Российская Федерация

^{3,4} Уфимский университет науки и технологий, 450076, Уфа, Российская Федерация

¹ izmailva.olga@internet.ru✉, <https://orcid.org/0009-0005-2401-1585>

² surdolog@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2009-8469>

³ alex.sandr00@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0002-6003-4184>

⁴ medvedevandreyrf@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8616-0042>

Реферат. Головокружение — один из самых распространенных симптомов, требующих проведения клинического обследования. Вестибулярные тесты неизменно входят в число процедур, связанных с отоларингологической и неврологической практикой в некоторых странах. Однако стандартной методики для выявления причин дискомфорта и нетрудоспособности не существует, а использование вестибулярных тестов различается в разных географических регионах и медицинских специальностях. Вестибулярные тесты используются в диагностическом процессе для определения повреждения периферического отдела вестибулярной системы, однако ни один вестибулярный тест не способен оценить состояние всего лабиринта. В данном исследовании была проанализирована литература, посвященная вестибулярным тестам и видеонистагмографии (ВНГ) среди пациентов с системным головокружением. Несмотря на распространенность головокружения и разнообразие диагностических методов, применение этих методов в широкой клинической практике затруднено, что и приводит к неправильно поставленному диагнозу, ошибочному выбору тактики лечения или оценке динамики. Понимание важности использования вестибулярных тестов, а также ограничений, ассоциированных с ними, может способствовать более эффективному лечению заболеваний, сопряженных с головокружением.

Ключевые слова: головокружение, вестибулярные нарушения, вестибулярное тестирование, calorический тест, вращательное тестирование, видеоимпульсный тест головы, видеонистагмография

Для цитирования: Измайлова О. С., Савельева Е. Е., Рыжкин А. А., Медведев А. Е. Роль тестов вестибулярной функции в диагностике и лечении пациентов с системным головокружением. *Российская оториноларингология. 2025;24(2):90–97.* <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2025-2-90-97>

REVIEWS

Role of vestibular function tests in diagnosis and treatment of patients with systemic vertigo

O. S. Izmailova¹, E. E. Savel'eva², A. A. Ryzhkin³, A. E. Medvedev⁴

^{1,2} Bashkir State Medical University, Ufa, 450008, Russian Federation

^{3,4} Ufa University of Science and Technology, Ufa, 450076, Russian Federation

¹ izmailva.olga@internet.ru✉, <https://orcid.org/0009-0005-2401-1585>

² surdolog@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2009-8469>

³ alex.sandr00@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0002-6003-4184>

⁴ medvedevandreyrf@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8616-0042>

Abstract. Dizziness is one of the most common symptoms requiring clinical examination. Vestibular testing is an invariable part of the procedures associated with otolaryngology and neurology practice in some countries. However, there is no standard methodology for identifying the causes of discomfort and disability, and the use

of vestibular testing varies across geographic regions and medical specialties. Vestibular testing is used in the diagnostic process to determine damage to the peripheral vestibular system, but no vestibular test is able to assess the condition of the entire labyrinth. In this study, the literature on vestibular testing and videonystagmography (VNG) in patients with systemic vertigo was analyzed. Despite the prevalence of dizziness and the variety of diagnostic methods, the application of these methods in wide clinical practice is difficult, which leads to incorrect diagnosis, choice of treatment tactics, or assessment of dynamics. Understanding the importance of using vestibular tests and the limitations associated with them may lead to more effective treatment of conditions associated with dizziness.

Keywords: dizziness, vestibular disorders, vestibular testing, caloric test, rotational testing, video head impulse test, videonystagmography

For citation: Izmailova O. S., Savel'eva E. E., Ryzhkin A. A., Medvedev A. E. Role of vestibular function tests in diagnosis and treatment of patients with systemic vertigo. *Russian Otorhinolaryngology*. 2025;24(2):90-97. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2025-2-90-97>

Введение

Головокружение — один из самых распространенных симптомов, требующих проведения клинического обследования [1]. Пациенты, страдающие от головокружения, имеют низкое качество жизни, повышенный риск падений и травматизации, а также зачастую вынуждены менять работу [2–4]. Головокружение и нарушение равновесия затрагивают почти 20% взрослого населения и являются одной из основных причин дискомфорта и нетрудоспособности пациентов [5]. Клиницисты вынуждены проводить диагностику в условиях дефицита времени, характерного для современной практики, что усугубляется отсутствием всеобъемлющих клинических рекомендаций по данной патологии [4, 5].

Вестибулярные тесты неизменно входят в число процедур, связанных с отоларингологической и неврологической практикой в некоторых странах [6]. Однако стандартной методики не существует, а использование вестибулярных тестов различается в разных географических регионах и медицинских специальностях [7, 8].

Диагностика симптомов головокружения основывается на совокупности факторов, включающих клинический анамнез и физикальное обследование [9]. Вестибулярные тесты используются в диагностическом процессе для определения повреждения периферического отдела вестибулярной системы. Вестибулярные тесты состоят из оценки пяти конечных вестибулярных органов внутреннего уха — трех полукружных каналов, которые передают угловое ускорение, и отолитового аппарата, который передает линейное ускорение. Однако ни один вестибулярный тест не способен оценить состояние всего лабиринта. Из всех вестибулярных органов лучше всего поддается оценке горизонтальный полукружной канал, поскольку его функция может быть оценена с помощью трех различных вестибулярных тестов: калорической ирригации (КИ), видеоимпульсного теста головы (vHIT) и вращательного тестирования (ВТ) [10]. Несмотря на разнообразие тестов, до сих пор не решен вопрос о том, какой из этих тестов является

оптимальным, что обусловлено противоречивыми результатами и вариативностью методологии тестирования [11].

Битермический калорический тест считается наиболее информативным для оценки вестибулярной функции на протяжении большей части XX века [12, 13]. Широкая популярность этого теста может быть обусловлена его воспроизводимостью и относительно низкой стоимостью проведения [14]. Однако данный тест не является физиологичным, так как подразумевает использование искусственного теплового низкочастотного стимула с частотой около 0,003 Гц, осуществляющего стимуляцию горизонтального полукружного канала, что намного ниже физиологического вестибулярного ответа, диапазон которого 1,0–6,0 Гц [15]. Кроме того, калорическое тестирование в первую очередь оценивает разность дисфункции между лабиринтами и плохо оценивает амплитуду ответа, поэтому он может быть в пределах нормы при наличии относительно симметричного двустороннего вестибулярного повреждения.

В отличие от калорического теста, вращательное тестирование и vHIT используют физиологические стимулы для количественной оценки вестибулоокулярного рефлекса (ВОР), а vHIT может оценить ВОР, возникающий при стимуляции каждого из четырех вертикальных каналов. При вращательном тестировании используется управляемый компьютером вращательный стимул головы и тела и применяются низкочастотные синусоидальные (обычно с частотой 0,01–1,0 Гц) вращения [16]. vHIT проводится специалистом, который вращает голову пациента в трех плоскостях канала и использует более высокочастотные движения, обычно достигающие 5 Гц [17]. Ограничения вращательного тестирования включают невозможность независимой оценки каждого уха, дорогостоящее оборудование и большие затраты времени по сравнению с другими вестибулярными тестами [18]. Основным недостатком vHIT является необходимость привлечения опытного специалиста, так как недостаточное ускорение головы или большие углы его поворота могут привести

к снижению качества результатов исследования [19]. Кроме того, vHIT не позволяет идентифицировать вестибулярную афферентацию, поскольку движение головы активирует цервико-окулярные рефлекторные ответы, которые в норме незначительны, но увеличиваются у пациентов с вестибулярными повреждениями.

Вследствие вышесказанного необходимо определить современное состояние медицинской науки и техники в области диагностики симптомов головокружения. Для этого будет проанализирована литература, посвященная вестибулярным тестам и видеонистагмографии для пациентов с системным головокружением.

Материалы и методы исследования

Авторы провели поиск публикаций в электронных базах данных PubMed, Web of Science, Google Scholar и ELibrary. Поиск проводился по следующим ключевым словам: головокружение; вестибулярные нарушения; вестибулярное тестирование; калорический тест, вращательное тестирование, видеоимпульсный тест головы, видеонистагмография, dizziness, videonystagmography. Все работы были опубликованы в период с 1990 по 2024 г. При необходимости авторы проводили дополнительный поиск иной релевантной литературы, касающейся клинико-диагностического значения тестов вестибулярной функции, а также трудностей, с которыми можно столкнуться при его проведении. Авторы независимо друг от друга провели анализ заголовков и аннотаций статей, после чего извлекался полный текст релевантных исследований. Разногласия между авторами разрешались путем консенсуса. В настоящее исследование включались статьи, опубликованные на русском и английском языках.

Результаты и обсуждение

Физиология вестибулярной системы. Ключевая концепция для выбора и интерпретации тестов

Целью проводимого ВОР-тестирования в качестве диагностики симптомов головокружения является исследование функции вестибулярной системы, реализуемое в основном через измерение и интерпретацию движений глаз. Движения глаз ориентированы на оптимизацию остроты зрения путем направления и удержания интересующего объекта [20]. Когда голова статична, а объект движется, используются центральные системы визуального слежения. Система теста саккад генерирует быстрые произвольные и непроизвольные движения глаз в целях захвата целевых визуальных объектов по периферии зрительного поля [20]. Система плавного преследования сохраняет изображения небольших, медленно движущихся объектов, что обусловлено скольжением сетчат-

ки от визуального движения [21]. Периферически опосредованный ВОР обеспечивает фиксацию на стабильной цели во время движений головы, генерируя движения глаз, равные по скорости, но противоположные по направлению движениям головы. При одновременном движении головы и зрительного окружения необходимо сложное взаимодействие между вестибулярной и зрительно-окулярной системами управления.

Нистагм — быстро повторяющиеся движения глазных яблок — возникает в результате сочетания периферических и центрально-опосредованных движений глаз [20]. В то время как ВОР удерживает изображения на сетчатке, производя рефлекторные компенсаторные движения глаз при поворотах головы, анатомические ограничения препятствуют вращению глаз, управляемому ВОР. Когда глаза приближаются к орбитальному пределу, центральные процессы «сбрасывают» положение глаз, быстро перемещая их в противоположном направлении, направляя взгляд на предстоящую картину. Медленная фаза нистагма обусловлена тонической асимметрией нейронной активности вестибулярной системы, а ее скорость (градусы в секунду) является общепринятой мерой результатов вестибулярных тестов. Движение в быстрой фазе, генерируемое в центре, более различимо для наблюдателей и используется для определения направления нистагма.

ВОР демонстрирует почти идеальную эффективность (скорость движения глаз приближается к скорости движения головы) на частотах от 0,05 до 6 Гц [22]. Однако на более высоких и низких частотах эффективность ВОР снижается. Для улучшения низкочастотной передачи необработанные вращательные сигналы обрабатываются вестибулярными ядрами ствола мозга с помощью центрального механизма сохранения скорости [23]. Сохранение скорости может быть временно снижено при острой односторонней вестибулопатии, что приводит к преротационному и постротационному нистагму и нистагму при покачивании головы.

Видеонистагмография (ВНГ)

С момента изучения вестибулярного аппарата и описания калорического теста Робертом Бараньи прошло более 100 лет [23]. С тех пор методы диагностики претерпели значительные изменения благодаря совершенствованию технологий и появлению новых технологий. Один из методов, уходящих корнями в ранние периоды изучения вестибулярного аппарата, — видеонистагмография.

ВНГ — это метод диагностики, позволяющий проводить регистрацию движений глаз с табличным и графическим представлением показателей нистагма в целях исследования пациентов, имеющих подозрение на вестибулярную дисфункцию.

В ВНГ используются высокоскоростные инфракрасные камеры и сложные алгоритмы, направленные на регистрацию и измерение движений глаз в ответ на визуальные или вестибулярные стимулы. Отображение результатов реализуется в виде графика с временной осью. Метки времени позволяют определять события, произошедшие при проведении ВНГ. Диаметр зрачка и его изменения отображаются в пикселях и сохраняются в виде графика. Камеры передают информацию на компьютер и монитор, что позволяет наблюдать за движениями глаз. Поле статистических данных представлено для нистагмических ударов каждого глаза. Расчет показателей средней, максимальной скорости движений ($^{\circ}/с$) глаз, а также количество ударов определяется отдельно для каждого направления (вниз, вверх, вправо, влево). Наиболее используемым оборудованием для проведения ВНГ являются VVIB 3F/VVIB 100 Гц (Synapsys, Франция), ISV 1/IP 500 (Amplifon, Франция), VVSED 500 (Euro Clinic, Италия) и NC 70209 (North Coast Medical, США).

ВНГ исследует окуломоторную и вестибулярную системы и выявляет патологический нистагм. ВНГ можно использовать для определения локализации и степени вестибулярных поражений.

Появление и массовое внедрение ВНГ само по себе является относительно недавним достижением. До того как алгоритмы отслеживания зрачков для ВНГ были готовы к клиническому использованию, предпочтительным методом мониторинга движений глаз была электронистагмография (ЭНГ) [13]. ЭНГ предполагает использование электродов, измеряющих значение корнеоретинального потенциала (КРП), изменения которого детерминированы разницей между положительно заряженной роговицей и отрицательно заряженной сетчаткой. ВНГ имеет ряд преимуществ перед ЭНГ, позволяя наблюдать за движениями глаз в режиме реального времени, в то время как ЭНГ определяет их по трассировкам. Использование ВНГ подразумевает возможность записи видео и последующего его анализа. Кроме того, тестирование ВНГ не зависит от КРП, на значение которого могут влиять состояние сетчатки и уровень освещенности в помещении, не требуя низкочастотной фильтрации [13, 19].

Окуломоторные тесты (ОМТ) исследуют центральные пути, ответственные за генерацию произвольных и непроизвольных движений глаз, включая саккады и плавное преследование. Голова во время этих тестов статична, что позволяет оценить состояние глазодвигательной системы независимо от периферической вестибулярной системы. Время, скорость и точность движений глаз сравниваются с визуальными целевыми стимулами. Нарушения саккад или плавного следования представляют собой дисфункцию неврологического характера, исходящего от надъядерных отделов.

Нарушения продолжительности и скорости движений в основном связаны с дисфункцией понтинной ретикулярной формации и ствола мозга [24]. Нарушения точности движений часто являются следствием вестибулоцереbellарной дисфункции [25]. Ограничением подобных тестов является то, что на окуломоторные тесты влияют возраст, прием лекарственных препаратов и наличие офтальмологической патологии [21].

Регистрация движений глаз во время ОМТ проводится во время фиксации на статичной мишени и в темноте с открытыми глазами, без фиксации, при взгляде по средней линии (основное положение) и при взгляде на 30° от средней линии в каждом направлении (влево, вправо, вверх, вниз) [26]. Устойчивый нистагм считается аномальным. Спонтанный нистагм может наблюдаться, когда пациент смотрит прямо перед собой. Взор-индуцированный нистагм — усиленное центростремительное перемещение глаз с центробежными корректирующими саккадами. Малоамплитудный нистагм при взгляде более чем на 30° от средней линии наблюдается у здоровых людей [26].

Нистагм может быть центрального или периферического происхождения. Первый закон Эвальда описывает движения глаз, возникающие при стимуляции полукружного канала. Периферический нистагм обычно имеет горизонтальный компонент и фиксирован по направлению, в то время как вертикальный, торсионный или меняющий направление нистагм имеет центральное происхождение. В отличие от центрального, периферический нистагм усиливается при устранении фиксации и должен следовать закону Александра [21]. Двусторонняя дегисценция верхнего канала может привести к одновременной двусторонней стимуляции канала, являясь периферическим источником преходящего нистагма, направленного вниз [27].

Позиционные тесты направлены на изменение ориентации лабиринта по отношению к силе тяжести, что позволяет выявить нарушения в периферических или центральных нейронных путях. При проведении ВНГ наиболее часто выявляется позиционный нистагм [21, 28]. Позиционный нистагм — это нистагм, появляющийся в определенном положении головы и туловища (или меняющий свое направление и интенсивность в связи с переменной их положения) [28]. Он считается аномальным, если присутствует более чем в половине положений, меняет направление и/или средняя скорость движения превышает $4^{\circ}/с$ [26].

Динамические позиционные тесты включают тесты на доброкачественное пароксизмальное позиционное головокружение (ДППГ) при видеоокулографии. Диагноз ДППГ ставится на основа-

нии анамнеза и положительного результата теста Дикса—Халлпайка и не требует проведения ВНГ [29, 30]. ВНГ может облегчить диагностику пациентов с головокружением, сопровождающимся атипичным нистагмом, часто рецидивирующим ДППГ или подозрением на другую вестибулярную патологию, наличием осложнений после репозиционных маневров [29–31].

Битермальное калорическое тестирование уже давно является общепринятым стандартом для оценки целостности бокового полукружного канала и его афферентных путей [21]. В ходе теста пациент укладывается в положение лежа с поворотом головы на 30° , тем самым боковые полукружные каналы оказываются в вертикальной плоскости. В каждый слуховой проход поочередно подаются холодные и теплые струи воды или воздуха [21, 32]. Не допуская зрительной фиксации, регистрируются движения глаз во время и после каждой ирригации. Орошения попеременно стимулируют (теплые) или тормозят (холодные) ВОР в афизиологическом диапазоне частот (от 0,003 до 0,008 Гц) [26]. Средняя пиковая скорость медленной фазы нистагма при проведении калорического теста используется для определения наличия вестибулярной дисфункции [33].

Калорический тест позволяет определить патологию, связанную с поражением горизонтального полукружного канала, верхнего отдела вестибулярного нерва, вестибулярного ядра [26]. При выявлении односторонней дисфункции, оценить состояние компенсации помогают тесты на спонтанный и позиционный нистагм. В этих тестах периферический нистагм подчиняется закону Александра и исчезает при статической компенсации. Сохраняющийся спонтанный нистагм более $2\text{--}3^\circ/\text{с}$ свидетельствует о неполной компенсации [21, 34]. Преобладание направления чаще всего является результатом спонтанного нистагма, что характеризует острую некомпенсированную гипофункцию вестибулярного аппарата [21]. Двустороннее нарушение ВОР предполагается, если:

- 1) коэффициент усиления (соотношение скорости движения глаз и головы) $< 0,6$ при измерении с использованием vНГТ;
- 2) при проведении калорического теста наблюдается снижение реакции (сумма максимальных значений скорости медленной фазы нистагма при битермальной калоризации на каждой стороне $< 6^\circ/\text{с}$);
- 3) снижен коэффициент усиления (соотношения скорости движения глаз и головы) горизонтальных полукружных каналов $< 0,1$ при выполнении теста синусоидального вращения ($0,1$ Гц, $v_{\text{max}} = 50^\circ/\text{с}$) и сдвига фазы $> 68^\circ$ (константа времени < 5 с) [35, 36].

Однако для определения наличия функционально значимой остаточной функции на более

высоких частотах необходимо использовать вращательный тест или видеоимпульсный тест головы (vНГТ).

Видеоимпульсный тест головы (vНГТ)

vНГТ позволяет оценить реакцию глаз на кратковременный пассивный непредсказуемый поворот головы в горизонтальной или вертикальной плоскости [37]. Основными параметрами результатов vНГТ являются коэффициент усиления (скорость движения глаз/скорость движения головы) и саккады. При нормальном функционировании ВОР движение глаз сопровождается движением головы, что создает коэффициент усиления, равный 1,0. При его нарушении глаза движутся вместе с головой, пока человек не сгенерирует саккаду для коррекции положения глаз обратно на цель. Это проявляется в снижении усиления и повторяющихся саккад после импульса (открытые) и/или во время импульса (скрытые) [37, 38].

Благодаря высокочастотному физиологическому стимулу (1–6 Гц) vНГТ обеспечивает относительно быструю оценку функции ВОР для 6 полукружных каналов, что позволяет более детально локализовать поражение и определить, поражены ли обе ветви вестибулярного нерва или изолированно верхняя либо нижняя [39, 40]. Диагностическая точность vНГТ для выявления дисфункции ВОР (определяемого как усиление менее 0,68) была подтверждена для горизонтальной и вертикальной гипофункции полукружных каналов, при этом чувствительность и специфичность (по сравнению с методом склеральной поисковой катушки) достигали 100% [39–42]. vНГТ оценивает динамическую функцию полукружного канала на высоких частотах и может служить в качестве теста функции ВОР [43].

Вестибулярные тесты предоставляют дополнительную информацию и должны использоваться в сочетании друг с другом для достижения максимальной эффективности [44]. Корреляция между вестибулярными тестами относительно слабая, то есть результат, указывающий на периферическое вестибулярное повреждение в одном вестибулярном тесте, не может гарантировать наличие отклонений при проведении других тестов [45, 46].

Дополнительное тестирование на более низких частотах может быть показано на основании клинических проявлений (нормальный vНГТ при наличии симптомов). vНГТ также может оценить компенсацию после вестибулярной недостаточности, при этом лучшие результаты отмечаются у пациентов, которые демонстрируют переход от явных к скрытым саккадам после вестибулярной недостаточности [21, 47].

Заключение

Несмотря на распространенность головокружения и разнообразие диагностических мето-

дов, применение этих методов в широкой клинической практике затруднено, что и приводит к неправильно поставленному диагнозу, ошибочному выбору тактики лечения или оценке динамики [49–51]. Хотя и многие вестибулярные расстройства можно диагностировать и лечить на основании данных анамнеза и осмотра, существуют клинические случаи, когда тесты вестибулярной функции оказываются необходимыми для уточнения диагноза и принятия решения о лечении пациента. Диагностика пациентов с подозрением

на периферические вестибулярные расстройства может являться сложной задачей. Калорическое тестирование — эффективный скрининговый инструмент, в то время как vНПТ, обладая высокой специфичностью, является отличным методом, подтверждающим наличие патологии. Понимание важности использования вестибулярных тестов, а также ограничений, ассоциированных с ними, может способствовать более эффективному лечению заболеваний, сопряженных с головокружением.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Agrawal Y, Carey JP, Della Santina CC, Schubert MC, Minor LB. Disorders of balance and vestibular function in US adults: data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2001–2004. *Arch Intern Med.* 2009;169(10):938–944. doi:10.1001/archinternmed.2009.66
2. Lin HW, Bhattacharyya N. Balance disorders in the elderly: epidemiology and functional impact. *Laryngoscope.* 2012;122(8):1858–1861. <https://doi.org/10.1002/lary.23376>
3. Lin HW, Mahboubi H, Bhattacharyya N. Self-reported Hearing Difficulty and Risk of Accidental Injury in US Adults, 2007 to 2015. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2018;144(5):413–417. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2018.0039>
4. Hackenberg B, O'Brien K, Döge J, et al. Vertigo and its burden of disease—Results from a population-based cohort study. *Laryngoscope Investig Otolaryngol.* 2023;8(6):1624–1630. <https://doi.org/10.1002/liot.1169>
5. Agrawal Y, Carey JP, Della Santina CC, Schubert MC, Minor LB. Disorders of balance and vestibular function in US adults: data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2001–2004. *Arch Intern Med.* 2009;169(10):938–944. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2009.66>
6. Adams ME, Yueh B, Marmor S. Clinician Use and Payments by Medical Specialty for Audiometric and Vestibular Testing Among US Medicare Beneficiaries. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2020;146(2):143–149. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2019.3924>
7. Adams ME, Marmor S. Dizziness Diagnostic Pathways: Factors Impacting Setting, Provider, and Diagnosis at Presentation. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2022;166(1):158–166. <https://doi.org/10.1177/01945998211004245>
8. Adams ME, Yueh B, Marmor S. Clinician Use and Payments by Medical Specialty for Audiometric and Vestibular Testing Among US Medicare Beneficiaries. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2020;146(2):143–149. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2019.3924>
9. Sorathia S, Agrawal Y, Schubert MC. Dizziness and the Otolaryngology Point of View. *Med Clin North Am.* 2018;102(6):1001–1012. doi:10.1016/j.mcna.2018.06.004
10. Piker EG, Schulz K, Parham K, et al. Variation in the Use of Vestibular Diagnostic Testing for Patients Presenting to Otolaryngology Clinics with Dizziness. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2016;155(1):42–47. <https://doi.org/10.1177/0194599816650173>
11. Adams ME, Yueh B, Marmor S. Clinician Use and Payments by Medical Specialty for Audiometric and Vestibular Testing Among US Medicare Beneficiaries. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2020;146(2):143–149. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2019.3924>
12. Morrison M, Korda A, Zamaro E, et al. Paradigm shift in acute dizziness: is caloric testing obsolete? *J Neurol.* 2022;269(2):853–860. <https://doi.org/10.1007/s00415-021-10667-7>
13. Bhansali SA, Honrubia V. Current status of electronystagmography testing. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1999;120(3):419–426. [https://doi.org/10.1016/S0194-5998\(99\)70286-X](https://doi.org/10.1016/S0194-5998(99)70286-X)
14. Van de Berg R, Rosengren S, Kingma H. Laboratory examinations for the vestibular system. *Curr Opin Neurol.* 2018;31(1):111–116. <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000000526>
15. Shepard NT, Jacobson GP. The caloric irrigation test. *Handb Clin Neurol.* 2016;137:119–131. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63437-5.00009-1>
16. Wall C 3rd. The sinusoidal harmonic acceleration rotary chair test. Theoretical and clinical basis. *Neurol Clin.* 1990;8(2):269–285.
17. Wolfowitz A, Gececi NA, Gimmon Y, et al. Navigating the vestibular maze: text-mining analysis of publication trends over five decades. *Front Neurol.* 2024;15:1292640. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1292640>
18. Zuniga SA, Adams ME. Efficient Use of Vestibular Testing. *Otolaryngol Clin North Am.* 2021;54(5):875–891. <https://doi.org/10.1016/j.otc.2021.05.011>
19. Halmagyi GM, Chen L, MacDougall HG, Weber KP, McGarvie LA, Curthoys IS. The o Head Impulse Test. *Front Neurol.* 2017;8:258. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00258>
20. Leigh RJ, Zee DS. The neurology of eye movements. Oxford University Press, 2015.
21. Jacobson GP, Shepard NT, Barin K, Burkard RF, Janky K, McCaslin DL. Balance Function Assessment and Management. 2021.
22. Goldberg JM. The vestibular system: a sixth sense. Oxford University Press. 2012.
23. Jellinger KA. The Neurology of Eye Movements 4th edn. 2009.
24. Walton MM, Mustari MJ. Abnormal tuning of saccade-related cells in pontine reticular formation of strabismic monkeys. *J Neurophysiol.* 2015;114(2):857–868. doi:10.1152/jn.00238.2015

25. Quaia C, Lefèvre P, Optican LM. Model of the control of saccades by superior colliculus and cerebellum. *J Neurophysiol*. 1999;82(2):999-1018. <https://doi.org/10.1152/jn.1999.82.2.999>
26. Shepard N. T., Telian S. A. Practical management of the balance disorder patient. 1996.
27. Rastoldo G, Tighilet B. The Vestibular Nuclei: A Cerebral Reservoir of Stem Cells Involved in Balance Function in Normal and Pathological Conditions. *Int J Mol Sci*. 2024;25(3):1422. <https://doi.org/10.3390/ijms25031422>
28. Пальчун В. Т., Кунельская Н. Л., Горбушева И. А., Мальченко О. В., Доронина О. М., Ротермель Е. В. Современные методы диагностики вестибулярных расстройств. *Лечебное дело*. 2006; 1:53-60.
Palchun V. T., Kunelskaya N. L., Gorbushcheva I. A., Mal'chenko O. V., Doronina O. M., Rotermeľ E. V. Modern methods for diagnosing vestibular disorders. *Medical practice*. 2006;1:53-60. (In Russ.)
29. Bhattacharyya N, Gubbels SP, Schwartz SR, et al. Clinical Practice Guideline: Benign Paroxysmal Positional Vertigo (Update). *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2017;156(3):S1-S47. <https://doi.org/10.1177/0194599816689667>
30. An JB, Kim J, Park SH, et al. Pediatric Benign Paroxysmal Positional Vertigo: Degree of Nystagmus and Concurrent Dizziness Differs from Adult BPPV. *J Clin Med*. 2024;13(7):1997. <https://doi.org/10.3390/jcm13071997>
31. Кунельская Н. Л., Байбакова Е. В., Янюшкина Е. С., Чугунова М. А., Тардов М. В., Заоева З. О., Никиткина Я. Ю., Манаенкова Е. А. Осложнение после репозиционных маневров по поводу доброкачественного пароксизмального позиционного головокружения. *Российская оториноларингология*. 2016;3(82):195-196.
Kunelskaya N. L., Baibakova E. V., Yanyushkina E. S., Chugunova M. A., Tardov M. V., Zaoeva Z. O., Nikitkina Ya. Yu., Manaenkova E. A. Complication after repositioning maneuvers for benign paroxysmal positional vertigo. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2016;3(82):195-196. (In Russ.)
32. Кунельская Н. Л., Манаенкова Е. А., Заоева З. О., Байбакова Е. В., Чугунова М. А., Янюшкина Е. С., Ларионова Э. В., Никиткина Я. Ю. Диссоциация калорического и видеоимпульсного тестов у пациентов с болезнью Меньера. *Вестник оториноларингологии*. 2022;87(5):39-42. <https://doi.org/10.17116/otorino20228705139>
Kunelskaya N. L., Manaenkova E. A., Zaoeva Z. O., Baibakova E. V., Chugunova M. A., Yanyushkina E. S., Larionova E. V., Nikitkina Ya. Yu. Dissociation of the results of caloric and video head impulse tests as a marker of Meniere's disease. *Russian Bulletin of Otorhinolaryngology*. 2022;87(5):39-42. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/otorino20228705139>
33. Futami S, Miwa T. Comprehensive Equilibrium Function Tests for an Accurate Diagnosis in Vertigo: A Retrospective Analysis. *J Clin Med*. 2024;13(9):2450. <https://doi.org/10.3390/jcm13092450>
34. Пальчун В. Т., Макоева А. А., Гусева А. Л. Головокружение при вестибулярном нейроните: подходы к диагностике и лечению. *Вестник оториноларингологии*. 2018;83(3):4-10. <https://doi.org/10.17116/otorino20188334>
Pal'chun VT, Makoeva AA, Guseva AL. Dizziness and vertigo associated with vestibular neuronitis: the approaches to the diagnostics and treatment. *Russian Bulletin of Otorhinolaryngology*. 2018;83(3):4-10. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/otorino20188334>
35. Жизневский Д. В., Замерград М. В., Левин О. С., Азимова А. А. Двусторонняя периферическая вестибулопатия. *Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова*. 2023;123(4):24-30. <https://doi.org/10.17116/jnevro202312304124>
Zhiznevskiy D. V., Zamergrad M. V., Levin O. S., Azimova A. A. Bilateral peripheral vestibulopathy. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2023;123(4):24-30. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/jnevro202312304124>
36. Grouvel G, Boutabla A, Corre J, et al. Full-body kinematics and head stabilisation strategies during walking in patients with chronic unilateral and bilateral vestibulopathy. *Sci Rep*. 2024;14(1):11757. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-62335-1>
37. Curthoys IS, McGarvie LA, MacDougall HG et al. A review of the geometrical basis and the principles underlying the use and interpretation of the video head impulse test (vHIT) in clinical vestibular testing. *Front Neurol*. 2023;14:1147253. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1147253>
38. Weber KP, Aw ST, Todd MJ, McGarvie LA, Curthoys IS, Halmagyi GM. Head impulse test in unilateral vestibular loss: vestibulo-ocular reflex and catch-up saccades. *Neurology*. 2008;70(6):454-463. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000299117.48935.2e>
39. MacDougall HG, Weber KP, McGarvie LA, Halmagyi GM, Curthoys IS. The video head impulse test: diagnostic accuracy in peripheral vestibulopathy. *Neurology*. 2009;73(14):1134-1141. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3181bacf85>
40. Zhang AJ, Yu LQ, Zhou L, et al. Presence of Spontaneous Nystagmus, Benign Paroxysmal Positional Vertigo, and Tumarkin Fall in Patients With Primary Headache and Their Responses to Caloric and Video Head Impulse Tests. *J Clin Med Res*. 2024;16(2-3):63-74. <https://doi.org/10.14740/jocmr5088>
41. Geisinger D, Elyoseph Z, Zaltzman R, Mintz M, Gordon CR. Functional impact of bilateral vestibular loss and the unexplained complaint of oscillopsia. *Front Neurol*. 2024;15:1365369. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1365369>
42. Пальчун В.Т., Гусева А.Л., Байбакова Е.В., Макоева А.А. Вестибулярный нейронит. *Consilium Medicum*. 2017; 19(2):64-70.
Palchun V. T., Guseva A. L., Baibakova E. V., Makoeva A. A. Vestibular neuronitis. *Consilium Medicum*. 2017; 19(2):64-70. (In Russ.)
43. Curthoys IS, Halmagyi GM. What Does Head Impulse Testing Really Test? *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. 2019;145(11):1080. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2019.2788>
44. Vallim MGB, Gabriel GP, Mezzalira R, Stoler G, Chone CT. Does the video head impulse test replace caloric testing in the assessment of patients with chronic dizziness? A systematic review and meta-analysis. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2021;87(6):733-741. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2021.01.002>
45. Fattahi CB, Zaro C, Chung JJ, Lewis RF, Chari DA. Comparative utility of vestibular function tests in patients with peripheral and central vestibular dysfunction. *J Otol*. 2024;19(1):5-9. <https://doi.org/10.1016/j.joto.2023.10.002>

46. El Bouhmedi K, Loudghiri M, Oukessou Y et al. Correlation between caloric test results and VHIT VOR gains in unilateral horizontal canal deficits: a cross-sectional study. *Ann Med Surg (Lond)*. 2023;85(5):1614-1618. <https://doi.org/10.1097/MS9.000000000000427>
47. Sjögren J, Fransson PA, Karlberg M, Magnusson M, Tjernström F. Functional Head Impulse Testing Might Be Useful for Assessing Vestibular Compensation After Unilateral Vestibular Loss. *Front Neurol*. 2018;9:979. <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00979>
48. To-Alemanji J, Ryan C, Schubert MC. Experiences Engaging Healthcare When Dizzy. *Otol Neurotol*. 2016;37(8):1122-1127. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000001145>
49. Wu P, Liu X, Dai Q, et al. Diagnosing the benign paroxysmal positional vertigo via 1D and deep-learning composite model. *J Neurol*. 2023;270(8):3800-3809. <https://doi.org/10.1007/s00415-023-11662-w>
50. Mantokoudis G, Zwergal A, Heg D, et al. Needs and supporting tools for primary care physicians to improve care of patients with vertigo and dizziness: a national survey. *Front Neurol*. 2023;14:1254105. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1254105>

Вклад авторов:

Анализ и интерпретация данных — О. С. Измайлова

Концептуализация работы — Е. Е. Савельева

Сбор данных, составление статьи — А. А. Рыжкин

Итоговая переработка статьи — А. Е. Медведев

Contribution of authors:

Data analysis and interpretation — O. S. Izmailova

Conceptualization of work — E. E. Savel'eva

Data collection, article writing — A. A. Ryzhkin

Final revision of the article — A. E. Medvedev

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Информация об авторах

Измайлова Ольга Сергеевна — ассистент, кафедра оториноларингологии, Башкирский государственный медицинский университет (450008, Российская Федерация, Уфа, ул. Ленина, д. 3); izmailva.olga@internet.ru, <https://orcid.org/0009-0005-2401-1585>

Савельева Елена Евгеньевна — доктор медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой, кафедра оториноларингологии, Башкирский государственный медицинский университет (450008, Российская Федерация, Уфа, ул. Ленина, д. 3); surdolog@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2009-8469>

Рыжкин Александр Алексеевич — инженер-исследователь, Уфимский университет науки и технологий, НИЛ «Металлы и сплавы при экстремальных воздействиях» (450076, Российская Федерация, Уфа, ул. Заки Валиди, д. 47); alex.sandroo@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0002-6003-4184>

Медведев Андрей Евгеньевич — кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, Уфимский университет науки и технологий, НИЛ «Металлы и сплавы при экстремальных воздействиях» (450076, Российская Федерация, Уфа, ул. Заки Валиди, д. 47); medvedevandreyrf@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8616-0042>

Information about authors

Ol'ga S. Izmailova — Assistant, Department of Otolaryngology, Bashkir State Medical University (3, Lenina str., Ufa, Russian Federation, 450008); izmailva.olga@internet.ru, <https://orcid.org/0009-0005-2401-1585>

Elena E. Savel'eva — Doctor of Sciences (Med.), Associate Professor, Head of Department, Department of Otolaryngology, Bashkir State Medical University (3, Lenina str., Ufa, Russian Federation, 450008); surdolog@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2009-8469>

Aleksandr A. Ryzhkin — Research Engineer, Ufa University of Science and Technology, Research Laboratory „Metals and Alloys under Extreme Impacts“ (47, Zaki Validi str., Ufa, Russian Federation, 450076); alex.sandroo@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0002-6003-4184>

Andrei E. Medvedev — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior Researcher, (47, Zaki Validi str., Ufa, Russian Federation, 450076); medvedevandreyrf@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8616-0042>

Поступила / Received 16.12.2024

Поступила после рецензирования / Revised 25.01.2025

Принята в печать / Accepted 28.03.2025