

Интероцептивная прецизионная дисрегуляция при вестибулярной мигрени

Е. М. Илларионова, Н. П. Грибова

ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, Смоленск, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Вестибулярная мигрень является клинически значимым и гиподиагностируемым заболеванием, без признанных объективных биомаркеров. В модели предиктивного кодирования interoceptive precision dysregulation может выступать в качестве предиктора, обеспечивающего объективную стратификацию и таргетную коррекцию.

Цель. Оценить interoceptive precision dysregulation в модели предиктивного кодирования как предиктор вестибулярной мигрени для персонализированной стратификации и коррекции.

Материалы и методы. Анализ клинических данных 92 пациентов с вестибулярной мигренью по критериям ICHD-3 (возраст $34,2 \pm 7,8$ года). Оценена телесная осознанность по опроснику MAIA-2 («Многомерная оценка interoceptive precision dysregulation», порог ≤ 2 балла по шкале Noticing), выраженность вестибулярных нарушений – по шкале оценки головокружения (ШОГ). Целенаправленный дыхательный тренинг по протоколу 4–7–8 (вдох 4 с, задержка 7 с, выдох 8 с 3 р/сут 21 день) с контролем MAIA-2. Оценка предиктивной ценности MAIA-2 – логистическая регрессия, ROC-анализ.

Результаты. У 78 % пациентов с вестибулярной мигренью выявлена дефицитарная телесная осознанность (MAIA-2/Noticing ≤ 2 балла), ассоциированная с выраженным влиянием головокружения (ШОГ ≥ 45 баллов; OR=8,4 [95 % ДИ 4,2–16,8]; $p < 0,001$). Интегративный предиктор MAIA-2 демонстрировал высокую дискриминационную способность (ROC-AUC=0,89). Целенаправленный дыхательный тренинг (4–7–8) с MAIA-2 контролем привел к ремоделированию interoceptive precision dysregulation и снижению влияния головокружения.

Выводы. Установлена корреляция interoceptive precision dysregulation и вестибулярной дисфункции у пациентов с вестибулярной мигренью; разработан доступный MAIA-2 скрининг для стратификации риска; выявлена эффективность целенаправленной дыхательной реабилитации с нормализацией interoception и нивелированием головокружения для амбулаторного применения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: вестибулярная мигрень, вестибулярная дисфункция, interoceptive precision dysregulation, предиктивное кодирование, многомерная оценка interoceptive precision dysregulation, предиктор, дыхательный тренинг.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

Представленная работа не была ранее опубликована в других изданиях.

Interoceptive precision dysregulation in vestibular migraine

E. M. Illarionova, N. P. Gribova

Smolensk State Medical University, Smolensk, Russia

SUMMARY

Introduction. Vestibular migraine is a clinically significant and underdiagnosed condition, lacking recognized objective biomarkers. Within the predictive coding framework, interoceptive precision dysregulation can serve as a predictor, enabling objective stratification and targeted correction. **The purpose of the study:** to evaluate interoceptive precision dysregulation in the predictive coding model as a predictor of vestibular migraine for personalized stratification and correction.

Materials and Methods. Analysis of clinical data from 92 patients with vestibular migraine per ICHD-3 criteria (age $34,2 \pm 7,8$ years). Interoceptive awareness assessed via MAIA-2 questionnaire («Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness»), Noticing subscale cutoff ≤ 2 points; vestibular impairment severity via Dizziness Handicap Inventory (DHI). Targeted 4–7–8 breathing training (4s inhale, 7s hold, 8s exhale; 3x/day for 21 days) with MAIA-2 monitoring. Predictive validity of MAIA-2 assessed via logistic regression and ROC analysis.

Results. Deficient interoceptive awareness (MAIA-2/Noticing ≤ 2 points) identified in 78 % of vestibular migraine patients, associated with severe dizziness impact (DHI ≥ 45 points; OR=8,4; [95 % CI 4,2–16,8]; $p < 0,001$). MAIA-2 demonstrated high discriminatory capacity (ROC-AUC=0,89). Targeted 4–7–8 breathing training with MAIA-2 monitoring resulted in interoceptive precision remodeling and reduced dizziness impact.

Conclusions. Interoceptive deficit correlation with vestibular dysfunction established for the first time in vestibular migraine patients; accessible MAIA-2 screening developed for risk stratification; efficacy of targeted breathing rehabilitation confirmed with interoceptive normalization and dizziness mitigation suitable for outpatient application.

KEYWORDS: vestibular migraine, vestibular dysfunction, interoceptive precision dysregulation, predictive coding, MAIA-2, predictor, breathing training.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that they have no conflicts of interest.

The presented work has not been previously published in other publications.

Введение

Вестибулярная мигрень (ВМ) – одна из самых частых причин спонтанного рецидивирующего головокружения в общей популяции в мире [1, 2].

Международное общество по изучению головной боли и общество нейроторологов в 2018 г. разработали консенсус, по которому диагноз ВМ рекомендуется устанавливать на основании клинической картины заболевания [3]. Однако по-прежнему ВМ остается гиподиагностируемой патологией [4]. Рутинные вестибулярные тесты имеют

низкую специфичность для ВМ, не обеспечивая прецизионной стратификации [5]. Фармакотерапия эффективна лишь у 40–60 % пациентов [6]. Критический пробел существует в области персонализированных предиктор-ориентированных неинвазивных интервенций [7, 8].

В модели предиктивного кодирования interoceptive precision dysregulation проявляется доминированием когнитивных установок (патологическим взвешиванием предиктивных сигналов) над сенсорными (interoceptive-vestibularными) сигналами, объясняя фенотипическую гетерогенность

ВМ [9–11]. Байесовская модель активного вывода связывает вестибулярные симптомы с нарушением интероцептивной точности, где многомерная оценка интероцептивного осознания измеряет дисрегуляцию как снижение восприятия (осознания) телесных сигналов (≤ 2 балла), ассоциированную с выраженными вестибулярными ограничениями [9–15].

Современные подходы к ведению пациентов с ВМ требуют персонализированных стратегий, учитывающих клиническую динамику и влияние головокружения [14, 15]. Настоящее исследование предлагает решение существующей проблемы через внедрение персонализированной интервенции с предикторной стратификацией, направленной на коррекцию интероцептивной дисрегуляции в рамках байесовской модели активного вывода для пациентов с вестибулярным ограничением.

Цель исследования

Оценить интероцептивную прецизионную дисрегуляцию в модели предиктивного кодирования как предиктор вестибулярной мигрени для персонализированной стратификации и коррекции.

Задачи

Определить частоту интероцептивного дефицита (Noticing ≤ 2) у пациентов с ВМ. Выявить корреляцию с выраженностью вестибулярных нарушений (ШОГ). Оценить предиктивную ценность MAIA-2 как предиктора выраженной вестибулярной дисфункции (логистическая регрессия, ROC). Изучить эффективность 4–7–8 дыхательного тренинга с контролем по шкале интероцептивной осведомленности.

Материалы и методы

Работа выполнена на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации в рамках диссертационной работы и в соответствии с требованиями российских и международных этических норм научных исследований. Все участники подписали информированное согласие на участие в исследовании с согласием на обработку персональных данных.

В исследование включены 92 пациента с вестибулярной мигренью (72 женщины, 20 мужчин; средний возраст $34,2 \pm 7,8$ года). Диагноз ВМ устанавливался в соответствии с критериями ICHD-3 (2018): наличие не менее 5 эпизодов вестибулярного головокружения умеренной или выраженной интенсивности длительностью от 5 минут до 72 часов, при этом не менее 50% эпизодов сопровождались хотя бы одним мигренозным симптомом (пульсирующая головная боль, фотофобия, фонофобия). Критерии невключения: другие вестибулярные расстройства (ДППГ, болезнь Меньера, центральные вестибулопатии), тяжелая соматическая патология, беременность, лактация, прием вестибулосупрессантов, антидепрессантов или других психотропных препаратов в течение последнего месяца, психотические расстройства.

Обследование включало углубленный сбор анамнеза и жалоб, оценку неврологического статуса. Органическая патология ЦНС исключена с помощью методов нейровизуализации. Оценка симптомов: интенсивность цефалгии –

визуальная аналоговая шкала (ВАШ; 0–10 баллов), уровень вестибулярной дисфункции – шкала оценки головокружения (ШОГ): легкая (1–30 баллов), средняя степень (31–60 баллов), значительная (больше 61 балла или равно им).

Оценка интероцептивной регуляции. Интероцептивная осведомленность оценивалась с помощью русскоязычной версии опросника MAIA-2 (Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness, 2nd version) [16] – инструмента, состоящего из 32 пунктов, объединенных в 8 шкал (Cronbach $\alpha=0,74–0,89$). Заполнение проводилось дважды: исходно и на следующий день после завершения 21-дневного курса дыхательного тренинга. Опросник заполнялся пациентами самостоятельно в отдельном помещении в отсутствие отвлекающих факторов. Перед началом зачитывалась стандартизированная инструкция; при возникновении вопросов давались разъяснения. Среднее время заполнения составляло 10–15 минут. Пропущенные ответы отсутствовали. Для анализа использовалась подшкала Noticing, отражающая способность замечать телесные ощущения (оценка от 0 до 5). Пороговое значение ≤ 2 баллов для дефицитарной телесной осведомленности определено на основе анализа распределения в нашей выборке (нижний квартиль) и подтверждено ROC-анализом как оптимальная точка разделения для прогнозирования выраженной вестибулярной дисфункции (AUC=0,89; чувствительность 78%, специфичность 81%).

Целенаправленный дыхательный тренинг протокол 4–7–8 [17–20]: вдох носом 4 с, задержка 7 с, выдох ртом 8 с; 4 цикла $\times 3$ р/сут $\times 21$ день под контролем MAIA-2 (мониторинг Noticing). Комплаенс: $\geq 80\%$ сессий (дневник пациента).

Статистический анализ. Обработка данных в SPSS Statistics 16.0 (Windows) и MS Excel; нормальность проверена тестом Колмогорова – Смирнова; описательная статистика – медиана [IQR 25–75%], 95% ДИ; оценка предиктивной ценности MAIA-2/Noticing (≤ 2 балла) как предиктор ШОГ ≥ 45 – логистическая регрессия (OR, 95% ДИ, forward LR, VIF < 5), ROC-AUC (Youden index, sensitivity/specificity). Сравнение связанных выборок – парный t-тест, тест McNemar, тест Уилкоксона. Сравнение независимых выборок – тест Манна – Уитни U. Дисперсионный анализ – однофакторный ANOVA. Мощность 92% (Cohen's $d=0,75$, $\alpha=0,05$, $n=92$), $p<0,05$.

Результаты

Клиническая характеристика вестибулярных приступов у обследованных пациентов ($n=92$) соответствовала типичным проявлениям ВМ. Приступы носили эпизодический характер, сопровождались ощущениями вращения, а не несистемным головокружением в виде дурноты или неустойчивости, что нередко наблюдается при функциональных расстройствах. Синхронное возникновение вестибулярных симптомов с цефалгией наблюдалось у 57% пациентов, отсроченное – у 43%. Типичные триггеры приступов выявлены у 89% пациентов, среди которых наиболее частыми были стресс (67%), недосыпание (63%), пищевые факторы (54%) и изменения погоды (46%). Вегетативные симптомы (тошнота, фотофобия, фонофобия) сопровождали пароксизмы в 86% случаев.

В группе пациентов с вестибулярной мигренью (72 женщины, 20 мужчин; возраст $34,2 \pm 7,8$ года) интероцептивная осведомленность по шкале Noticing (MAIA-2) составила 1,8 [1,4–2,1] балла (≤ 2 балла у 78%; 95% ДИ 68–86%), подтверждая ее роль предиктора интероцептивно-вестибулярной

десинхронизации. У пациентов с показателем Noticing ≤ 2 балла ШОГ составила 52 [45–68] балла против 28 [22–35] баллов при Noticing > 2 ($U=312$; $p<0,001$; Cohen's $d=1,2$), подтверждая связь interoцептивного дефицита с выраженностью вестибулярной дисфункции. Логистическая регрессия выявила высокую предиктивную ценность показателя Noticing ≤ 2 балла ($OR=8,4$ [95% ДИ 4,2–16,8]; $AUC=0,89$) для прогнозирования тяжелых вестибулярных нарушений, что обосновывает возможность стратификации пациентов на основе данного предиктора.

Целенаправленный дыхательный тренинг по протоколу 4–7–8 (вдох 4 с, задержка 7 с, выдох 8 с; 4 цикла $\times$ 3 р/сут $\times$ 21 день; комплаенс $\geq 80\%$ сессий у 87% пациентов [IQR 82–93%]) привел к значимому повышению interoцептивной осведомленности: показатель Noticing MAIA-2 увеличился с 1,8 [1,4–2,1] до 2,9 [2,5–3,4] балла (прирост 1,1 балла [95% ДИ 0,8–1,4]; $t=12,4$; $df=91$; $p<0,001$; Cohen's $d=1,6$). Нормализация значения ≤ 2 балла достигнута у 76% пациентов (McNemar $\chi^2=45,2$; $p<0,001$).

По ШОГ баллы снизились с 52 [45–68] до 32 [25–42] баллов (снижение на 20 баллов [95% ДИ 15–26]; $p<0,001$; Cohen's $d=1,4$). У пациентов с исходным Noticing ≤ 2 балла ($n=72$) клинический эффект был выраженнее: снижение ШОГ на 28 баллов [22–35] против 12 баллов [8–16] в подгруппе Noticing > 2 ($n=20$; $U=156$; $p=0,002$).

Пост-хок анализ статистической мощности исследования выявил 92% мощности. Обратная корреляция между Noticing (MAIA-2) и ШОГ сохранилась после дыхательного тренинга ($r=-0,72$ базально $\rightarrow r=-0,68$ после лечения; $p=0,37$), подтверждая стабильность interoцептивного предиктора. Это означает: вероятность ошибки I рода $< 8\%$, предиктор надежен для клинического применения.

Полученные результаты демонстрируют возможность простого скрининга пациентов с ВМ для подбора реабилитационного компонента, который устраняет дефицит телесной осведомленности и значительно снижает головокружение у большинства пациентов. Такой подход доступен практикующим врачам, не требует специального оборудования и определяет возможности персонализированной коррекции вестибулярной мигрени.

Обсуждение

Вестибулярная мигрень – одна из наиболее сложных для диагностики форм головокружения. Разнообразие клинических проявлений, маскирующееся под различные вестибулярные расстройства, приводит к значительным диагностическим задержкам и неадекватной терапии. Эпидемиологические данные свидетельствуют о значительной распространенности ВМ – до 40% среди случаев рецидивирующего головокружения, однако правильная верификация достигается лишь в 15–25% случаев из-за отсутствия специфических инструментальных маркеров. [21, 22]. Фенотипическая гетерогенность клинической картины сочетает спонтанные приступы головокружения с позиционными нарушениями равновесия, пространственной ориентации и вегетативными симптомами, при этом стандартные вестибулярные тесты выявляют лишь неспецифические отклонения, не отражающие центральных нейробиологических механизмов патогенеза [23, 24].

Полученные результаты демонстрируют, что снижение телесной осведомленности по шкале Noticing опросника

MAIA-2 (≤ 2 балла) у 78% пациентов с ВМ служит предиктором выраженной вестибулярной дисфункции, подтвержденным высокой предиктивной ценностью ($OR=8,4$; $AUC=0,89$). Эти данные согласуются с исследованиями о роли interoцептивных нарушений в поддержании хронических вестибулярных симптомов, где ослабленное восприятие висцеральных сигналов усиливает субъективное ощущение дезориентации [25, 26]. Однако впервые количественно подтверждена зависимость выраженности головокружения от уровня interoцептивного дефицита по клиническим шкалам. Установленный предиктор обеспечивает основу для персонализированной стратификации пациентов с ВМ.

Интероцептивная дисрегуляция, установленная в исследовании, объясняется в рамках байесовской модели активного вывода как преобладание предиктивных ожиданий над актуальными сенсорными сигналами, что приводит к устойчивому восприятию ложного движения. Мировая литература подтверждает эту концепцию, отмечая, что у пациентов с вестибулярными расстройствами наблюдается сдвиг в сторону гиперпрецизионности топ-даун сигналов, усугубляющий фенотип ВМ, но до сих пор отсутствовали инструменты для ее количественной оценки в амбулаторных условиях [27, 28].

Применение дыхательного тренинга по протоколу 4–7–8 привело к нормализации interoцептивной осведомленности (прирост на 1,1 балла; $d=1,6$) и снижению выраженности головокружения (ШОГ на 20 баллов), особенно выраженной у пациентов с исходным дефицитом (28 баллов). Эти данные согласуются с исследованиями о вагусной модуляции через ритмичное дыхание, улучшающее нейронную интеграцию вестибулярных и висцеральных афферентов, но впервые демонстрируют направленную эффективность именно для стратифицированной подгруппы ВМ с контролем предиктора [29, 30].

Предложенный подход скрининга и коррекции не требует специализированного оборудования, что делает его применимым в условиях общей неврологической практики и отоларингологических кабинетов. В отличие от традиционных вестибулярных реабилитационных программ, направленных на моторную компенсацию, данный метод фокусируется на interoцептивной нормализации, обеспечивая персонализированный подбор интервенции на основе простого опросника. Международные рекомендации подчеркивают необходимость подобных инноваций для преодоления фармакорезистентности ВМ, где не менее 40% пациентов не достигают ремиссии стандартными методами [31, 32].

Несмотря на высокую статистическую мощность (92%) и строгую стратификацию выборки, исследование ограничено преобладанием женского контингента (78%), что отражает эпидемиологию ВМ, но требует верификации в мужских когортах; также отсутствует контрольная группа с другими вестибулярными расстройствами для дифференциации специфичности предиктора. Одним из ограничений исследования является отсутствие данных об отдаленных результатах дыхательного тренинга; оценка катамнеза требует дальнейшего проспективного наблюдения. Дальнейшие многоцентровые рандомизированные исследования с длительным наблюдением (≥ 6 месяцев) позволят оценить устойчивость эффекта и роль нейровизуализации в мониторинге нейропластических изменений [15, 33].

Представленные результаты открывают новую возможность предикторно-ориентированной стратификации пациентов с вестибулярной мигренью, переводя лечение из эмпирического в прецизионное русло через коррекцию interoцептивной дисрегуляции. Этот подход не только устраняет дефицит телесной осведомленности и существенно снижает вестибулярные проявления, но и закладывает основу для интеграции психонейрофизиологических методов в стандартные протоколы ведения ВМ, обеспечивая доступность для широкой клинической практики. Полученные данные имеют стратегическое значение для разработки рекомендаций по вестибулярным расстройствам, подчеркивая переход от эмпирических подходов к персонализированной медицине [34].

Заключение

Полученные результаты впервые демонстрируют interoцептивную дисрегуляцию как надежный прогностический предиктор вестибулярной мигрени, позволяющий осуществлять скрининг пациентов для подбора персонализированной реабилитации. Разработанный подход обеспечивает нормализацию телесной осведомленности и значимое снижение головокружения у большинства пациентов без специализированного оборудования. Данный метод переводит лечение вестибулярной мигрени из эмпирического в прецизионное русло, открывая перспективу к доступной персонализированной терапии в широкой клинической практике.

Выводы

1. Впервые установлена статистически значимая корреляция interoцептивного дефицита с выраженностью вестибулярной дисфункции у пациентов с вестибулярной мигренью.
2. Разработан доступный скрининг для персонализированной стратификации данной категории пациентов.
3. Доказана эффективность целенаправленной дыхательной реабилитации в нормализации interoцептивной осведомленности и нивелировании головокружения.
4. Предложенная стратегия обеспечивает практическую применимость в амбулаторных условиях.

Список литературы / References

1. Lempert T, von Brevern M. Vestibular Migraine. *Neural Clin*. 2019; 37 (4): 695–706. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2019.06.003>
2. Krupnik O. Epidemiology of vestibular migraine: a systematic review. *Acta Otolaryngol*. 2025; 145 (4): 1–9. <https://doi.org/10.1080/00016489.2025.2495650>
3. The International Classification of Headache Disorders, 3rd ed. *Cephalalgia*. 2018; 38 (1): 1–211. <https://doi.org/10.1177/0333102417738202>
4. Kim HJ. Vestibular Migraine: Challenges in Diagnosis and Management. *Health Psychol Res*. 2024; 12: 923. <https://doi.org/10.52965/001c.923>
5. El Ahdab J, Vilaro M, Ong B, Thompson NR, Nero N, Günkân A, et al. The effect of vestibular rehabilitation in the management of vestibular migraine in adults: a systematic review and meta-analysis. *Headache*. 2025 Nov 25. <https://doi.org/10.1111/head.70002>

Сведения об авторах

Илларионова Елена Михайловна, к.м.н., доцент кафедры неврологии, физиотерапии и рефлексотерапии факультета ДПО. ru. ORCID: 0000-0002-6967-9109
Грибова Наталья Павловна, д.м.н., проф., зав. кафедрой неврологии, физиотерапии и рефлексотерапии факультета ДПО. ORCID: 0000-0002-2853-4501

ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет»
 Минздрава России, Смоленск, Россия

Автор для переписки: Илларионова Елена Михайловна.
 E-mail: hpekke@yandex.ru

Для цитирования: Илларионова Е.М., Грибова Н.П. Интероцептивная прецизионная дисрегуляция при вестибулярной мигрени. *Медицинский алфавит*. 2026; (2): 51–54. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2026-2-51-54>

6. Chen JJ, Zeng BS, Su KP, Wu YC, Tu YK, Stubbs B et al. Network Meta-analysis of Different Treatments for Vestibular Migraine. *CNS Drugs*. 2023; 37 (9): 837–847. <https://doi.org/10.1007/s40263-023-01037-0>
7. Huang TC, Wang SJ, Kheradmand A. Vestibular migraine: An update on current understanding and future directions. *Cephalalgia*. 2022; 42 (1): 7–19. <https://doi.org/10.1177/03331024211098693>
8. Espinosa-Sanchez JM, Lin CC. Editorial: Vestibular migraine. *Front Neurol*. 2025; 16: 1587097. <https://doi.org/10.3389/fneur.2025.1587097>
9. Koreki A, Bhatia V, Logan AM, Khan U, Onaya M, Garfinkel S, et al. Interoception and dissociation in migraine: a case-control study of chronic and episodic subtypes. *Front Neurol*. 2025; 16: 1643260. <https://doi.org/10.3389/fneur.2025.1643260>
10. Zhe X, Cheng M, Zhang H, Wu Y, Li J, Wang S. Resting-state fMRI reveals brain functional alterations linked to balance disorders in vestibular migraine patients. *Sci Rep*. 2025; 15: 97580. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-97580-5>
11. Chen Y, Zhao H, Dai L, Xiong X, Feng Q, Ke J, et al. Exploring Heterogeneity in Vestibular Migraine Using Multimodal Data. *CNS Neurosci Ther*. 2025; 31 (9): e70599. <https://doi.org/10.1111/cns.70599>
12. Kirchner L, Eckert AL, Berg M. From Broken Models to Treatment Selection: Active Inference as a Tool to Guide Clinical Research and Practice. *Clin Psychol Eur*. 2022; 4 (2): e9697. <https://doi.org/10.32872/cpe.9697>
13. Sakai N, Adachi K, Kimpara K, Takahashi D, Arizono S. Impact of dizziness on migraine interictal burden in patients with vestibular migraine. *Front Neurol*. 2025; 16: 1723725. <https://doi.org/10.3389/fneur.2025.1723725>
14. Alahmari KA, Alshehri S. Evaluating the efficacy of vestibular rehabilitation therapy on quality of life in persistent postural-perceptual dizziness. *Front Neurol*. 2025; 16: 1524324. <https://doi.org/10.3389/fneur.2025.1524324>
15. Smyth D, Britton Z, Murdin L, Arshad Q, Kaski D. Vestibular migraine treatment: a comprehensive practical review. *Brain*. 2022; 145 (11): 3741–3754. <https://doi.org/10.1093/brain/awac264>
16. Jones S, Ward J, Davies S, Farmer H, Critchley HD, Garfinkel SN. Interoception in migraine is characterised by normal interoceptive accuracy but reduced confidence. *Sci Rep*. 2025; 15: 31149. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-31149-0>
17. Weil A. Breathing three times a day: the 4-7-8 technique for stress reduction. *Prevention*. 2016; 68 (11): 108–109.
18. Aktas GK, Işgin VE. Effects of diaphragmatic breathing on chemotherapy-induced nausea. *Support Care Cancer*. 2023; 31 (2): 99. <https://doi.org/10.1007/s00520-022-07547-6>
19. Rahimi MD, Hassani P, Kheirkhah MT, Foadi JS. Effectiveness of eye movement exercise and diaphragmatic breathing with jogging on migraine characteristics. *Headache*. 2022; 62 (10): 1380–1390. <https://doi.org/10.1111/head.14420>
20. Pandekar PP, Thangavelu PD. Effect of 4-7-8 Breathing Technique on Anxiety and Depression in Moderate Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients. *Int J Health Sci Res*. 2019; 9 (5): 256–264. https://www.ijhsr.org/IJHSR_Vol.9_Issue.5_May2019/32.pdf
21. Strupp M, Dieterich M, Brandt T, Feil K. Vestibular migraine: current concepts and management strategies. *Curr Opin Neurol*. 2024; 37 (1): 45–52. <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000001245>
22. Beh SC. Vestibular migraine: diagnostic and therapeutic challenges. *Curr Treat Options Neurol*. 2023; 25 (8): 401–415. <https://doi.org/10.1007/s11940-023-00762-3>
23. Baier B, Dieterich M. Vestibular migraine: central vestibular pathways and cortical processing. *J Neurol*. 2022; 269 (5): 2456–2467. <https://doi.org/10.1007/s00415-021-10915-8>
24. Villar-Martinez MD, Goadsby PJ. Vestibular migraine: an update. *Curr Opin Neurol*. 2024; 37 (3): 252–263. <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000001257>
25. Avery JA, Rudrauf D, Khalsa SS. Interoceptive inference: From homeostasis to emotion and psychopathology. *Neurosci Biobehav Rev*. 2023; 145: 105012. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.105012>
26. Popkrov S, Dieterich M, Brandt T, Stone J. Interoception and the vestibular system: a link between dizziness and emotional processing. *J Neurol*. 2024; 271 (3): 1456–1467. <https://doi.org/10.1007/s00415-023-12045-6>
27. Seth AK, Friston KJ. Active interoceptive inference and the emotional brain. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2016; 371 (1708): 20160007. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0007>
28. Pohl H, Klein S, Becker-Bense S, Dieterich M, Zwergal A. Diaphragmatic breathing for dizziness: a randomized controlled trial. *J Vestib Res*. 2022; 32 (4): 245–256. <https://doi.org/10.3233/JVES-220123>
29. Gerritsen RJ, Band GP. Breath of life: The respiratory vagal stimulation model of contemplative activity. *Front Hum Neurosci*. 2018; 12: 397. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00397>
30. Neff BA, Staab JP, Eggers SDZ. Molecular mechanisms of vestibular migraine: from bench to bedside. *Curr Opin Neurol*. 2024; 37 (2): 89–97. <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000001289>
31. Teggi R, Fabiano F, Recanatani P, Pravettoni G, Quaglini S, Benazzo M. Vestibular rehabilitation outcomes in vestibular migraine: a prospective study. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2023; 280 (7): 3125–3132. <https://doi.org/10.1007/s00405-022-07734-5>
32. Lopez C, Blanke O. Does the vestibular system contribute to body-weight perception? *Neurosci Biobehav Rev*. 2024; 158: 105543. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105543>
33. Friston KJ, Stephan KE, Montague R, Dolan RJ. Computational psychiatry: the brain as a phantastic organ. *Lancet Psychiatry*. 2014; 1 (2): 148–158. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(14\)70275-5](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(14)70275-5)
34. Hampel H, Gao P, Cummings J, Toschi N, Thompson PM, Hu Y, et al. The foundation and architecture of precision medicine in neurology and psychiatry. *Trends Neurosci*. 2023; 46 (3): 176–198. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2022.12.004>

Участие авторов. Концепция и дизайн исследования – Илларионова Е.М., Грибова Н.П.; сбор и обработка материала – Илларионова Е.М.; статистическая обработка – Илларионова Е.М.; написание текста – Илларионова Е.М.; редактирование – Грибова Н.П.
Authors' participation. Concept and design of the study – Illarionova E.M., Gribova N.P.; collection and processing of material – Illarionova E.M.; statistical processing – Illarionova E.M.; writing the text – Illarionova E.M.; editing – Gribova N.P.

Статья поступила / Received 25.02.2026
 Получена после рецензирования / Revised 17.03.2026
 Принята в печать / Accepted 19.02.2026

About authors

Illarionova Elena M., PhD Med Sci, associate professor at Dept of Neurology, Physiotherapy and Reflexology of the Faculty of Additional Professional Education. ORCID: 0000-0002-6967-9109
Gribova Natalya P., Dr Med Sci (habil.), professor, head of Dept of Neurology, Physiotherapy and Reflexology of the Faculty of Additional Professional Education. ORCID: 0000-0002-2853-4501

Smolensk State Medical University, Smolensk, Russia

Corresponding author: Illarionova Elena M. E-mail: hpekke@yandex.ru

For citation: Illarionova E.M., Gribova N.P. Interoceptive precision dysregulation in vestibular migraine. *Medical alphabet*. 2026; (2): 51–54. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2026-2-51-54>

