



Стабилометрический тренинг с использованием биологической обратной связи различной модальности: анализ результатов

И. П. Ястребцева, В. А. Кривоногов

Ивановская государственная медицинская академия

Цель обзора: анализ данных о результативности программ реабилитации пациентов с нарушением баланса, включающих тренинг с визуальной и слуховой биологической обратной связью (БОС) на стабилометрической платформе.

Основные положения. Как видно из анализа литературы, занятия с визуальной БОС улучшают состояние баланса у пациентов пожилого и старческого возраста и при церебральной патологии: детском церебральном параличе, инсульте, болезни Паркинсона, рассеянном склерозе, травме головного и спинного мозга. Применение тренинга со слуховой БОС также улучшает равновесие у пациентов с заболеваниями центральной нервной системы, но не имеет достаточной доказательной базы эффективности у лиц старческого возраста. В ходе анализа научной литературы выяснено, что применение тренинга на платформе не является специфичным для какой-либо патологии нервной системы либо возраста больных и направлено на улучшение их равновесия. Для решения других реабилитационных задач (роста качества и скорости ходьбы) целесообразно использовать иные методы воздействия.

Заключение. Устранение различий в методологических подходах к организации научного исследования позволит выделить наиболее результативные варианты проведения тренинга и разработать рекомендации для улучшения постурального баланса у пациентов с его расстройством.

Ключевые слова: стабилометрия, статокенизограмма, тренинг, визуальная и слуховая биологическая обратная связь.



Stabilometrical Training Using Biofeedback with Various Modality: Analysis of Results

I. P. Yastrebsteva, V. A. Krivonogov

Ivanovo State Medical Academy

Objective of the Review: Analysis of the information on the effectiveness of the rehabilitation programmes for patients with balance disorders including a training with visual and auditory of biofeedback (BFB) on a stabilometrical platform.

Key Points. A literature review shows that trainings with visual BFB improve the balance in elderly and old patients and in case of cerebral pathologies: infantile cerebral palsy, brain attack, Parkinson disease, multiocular sclerosis, brain and spine traumas. Trainings with auditory BFB also improve the balance in patients with CNS disorders, but its efficacy for old patients has not been proven to significant extent. The scientific literature analysis revealed that use of a platform-based training is not specific for a certain nervous system pathology or age and is aimed at balance improvement in patients. In order to resolve other rehabilitation challenges (improvement in the quality and speed of walking) it is advisable to use other methods.

Conclusion. Removing of shortcomings in methodological approaches to scientific studies will allow identifying the most effective methods of training and developing recommendations for improvement in postural balance of patients with balance disorders.

Key words: stabilometry, statokinesigram, training, visual and auditory biofeedback.

Нарушение контроля равновесия является серьезной медицинской проблемой. Основные его проявления — это падения. Они встречаются у 30% взрослого населения в возрасте старше 65 лет и у 50% пациентов старше 80 лет. Кроме того, нарушение баланса — тяжелая социальная проблема. В США прямые медицинские расходы, связанные с уходом и реабилитацией пациентов с данной патологией, приближаются к 34 млрд долларов в год (по данным 2013 г.) [1].

Поддержание баланса тела у человека является сложным процессом, в котором важна информация, поступающая от зрительного, вестибулярного, проприоцептивного (от позвоночника, стоп, глазодвигательных мышц и зубочелюстного аппарата), соматосенсорного анализаторов [2]. Могут использоваться и дополнительные источники информации (звуковой, проприоцептивный от верхних конечностей) о положении тела, появлении возмущающих (звуковых, визуальных) сигналов из окружающей среды и об окружающей человека реальности, что приводит к увеличению его устойчивости и предупредительному (относительно падений) поведению.

При патологии головного мозга механизмы обеспечения организма разномодальной афферентной информацией страдают в разном сочетании и в различной степени. В связи с этим важной частью реабилитации становятся дифференцированные подходы к работе с сенсорным звеном равновесия. В последние годы в практическом здравоохранении широко используется методика биологической обратной связи (БОС) по стабิโลграмме. Вопросы эффективности таких реабилитационных мероприятий остаются актуальными и на сегодняшний день [1, 3, 4].

Визуальная обратная связь при реабилитации пациентов с нарушением баланса представляет собой визуальные стимулы, которые больной видит на экране монитора и способен корректировать в реальном времени. Данный подход к тренингу реализуется при помощи виртуальных игр. В них пациент, представленный аватаром, точно повторяющим все движения, способен отработать и восстанавливать измененные компоненты баланса.

Тренинг с использованием БОС применяется у лиц с нарушением равновесия при различных нозологических формах.

Кривоногов Владислав Андреевич – студент лечебного факультета 5-го курса ФГБОУ ВО ИвГМА Минздрава России. 153012, г. Иваново, Шереметевский пр-т, д. 8. E-mail: vladiv95@yandex.ru

Ястребцева Ирина Петровна — д. м. н., профессор кафедры неврологии и нейрохирургии ФГБОУ ВО ИвГМА Минздрава России. 153012, г. Иваново, Шереметевский пр-т, д. 8. E-mail: ip.2007@mail.ru

Проведена оценка эффективности внедрения программ, включающих стабилметрический тренинг с визуальной БОС, у больных пожилого и старческого возраста с нарушением баланса [1, 5]. Для реабилитации пациентов старческого возраста с расстройством равновесия ученые из Великобритании предлагают использовать виртуальные игры [1]. Игры, реализованные в ходе исследования, предполагали смещение туловища человека в плоскостях (динамический компонент баланса), а также поддержание определенной позы в течение некоторого времени (статический компонент). Курс реабилитации на протяжении 5 недель проходили 84 пациента (средний возраст — $77,18 \pm 6,59$ года). Больные из основной группы, участвовавшие в виртуальных играх, показали статистически значимое улучшение устойчивости при выполнении динамического и статического теста, в отличие от пациентов из контрольной группы, которые участвовали в программе реабилитации без применения данного вида тренинга.

Имеются сведения об эффективности применения виртуальных программ и у пожилых больных [5]. В исследовании, продолжавшемся 4 недели и проведенном при участии 27 пожилых женщин с нарушением баланса, ученые выявили значительное улучшение показателей по шкале Берга у пациенток, проходивших тренинг с БОС, по сравнению с их результатами до курса реабилитации, а также при сопоставлении с показателями испытуемых из контрольной группы без подобных тренировок.

Данные о применении визуальной БОС на стабилметрической платформе у пациентов с болезнью Паркинсона неоднозначны [6, 7]. Так, в исследовании с участием 33 больных показана неэффективность подобной программы [6]. Перед выполнением работы пациенты случайным образом были разделены на две группы. Обследуемые из основной группы для восстановления баланса использовали игры с визуальной обратной связью в течение 60 минут за одну тренировочную сессию, а пациенты из контрольной группы проходили программу реабилитации без методики БОС. По истечении 3 месяцев после начала курса реабилитации статистически значимого улучшения у лиц из основной группы по сравнению с пациентами из контрольной на основании шкалы Берга и теста функциональных возможностей (Functional reach test) не было, что говорит о недостаточной эффективности данной программы.

Другие результаты получил Y. T. Varan [7]. В его исследовании приняли участие 47 пациентов, курс реабилитации продлился 2 недели. По результатам оценки базовой скорости ходьбы, длины шага и шкалы Берга у тренируемых людей наблюдалось улучшение скорости на 30,5% и качества ходьбы на 25,7% по сравнению с изначальными данными. Такие результаты свидетельствуют о значительном улучшении баланса у таких больных.

Различия в результативности тренинга с БОС в исследованиях могут быть связаны с разными оценочными инструментами, степенью имеющихся двигательных нарушений и отличающимися методиками тренинга (в том числе длительностью сеанса и сложностью заданий).

Достаточно обстоятельно изучены результаты внедрения программ с применением визуальной обратной связи на стабилплатформе у пациентов с инсультом головного мозга [4, 8–20]. В исследование ученых из Южной Кореи включили 10 пациентов в подостром (до 6 месяцев) периоде инсульта, их средний возраст составил $65,66 \pm 4,23$ года [8]. Больные из основной группы посещали занятия ЛФК и по-

лучали функциональную электромиостимуляцию верхних и нижних конечностей 5 дней в неделю, а также 3 дня в неделю — тренинг с использованием визуальной обратной связи по стабилграмме. Курс реабилитации продлился 4 недели. Пациенты из контрольной группы не участвовали в играх с БОС. После курса реабилитации у больных основной группы отмечалось статистически значимое улучшение показателей по шкале Берга и по данным теста «Встань и иди». Улучшение у пациентов контрольной группы не было статистически значимым. Сходные данные были получены при анализе 6-месячного курса реабилитации 24 больных (средний возраст — $47,65 \pm 12,28$ года) с аналогичным количеством тренировочных сессий в неделю [9].

Индийские ученые для восстановления равновесия у больных после инсульта предложили использовать виртуальную программу «Баланс мастер» [10]. В исследовании приняли участие 45 пациентов (средний возраст — $43,50 \pm 21,50$ года). Тренировки проводились 5 дней в неделю на протяжении 4 недель. У 34 (75,6%) больных наблюдалось статистически значимое улучшение баланса согласно показателям шкалы Берга, а также индексу Бартела и тесту на максимальную скорость движения.

В исследовании с участием 30 пациентов в остром периоде инсульта, продолжавшемся 6 недель (тренинг по 30 минут в день), также показана эффективность использования специальных игр с БОС по данным шкалы Берга [11]. Средний возраст больных составил $65,13 \pm 7,48$ года.

Кроме того, визуальная БОС по стабилграмме оказалась эффективной у пациентов с гемипарезом легкой и умеренной степени выраженности при инсульте в разных сосудистых бассейнах и в отдельные периоды заболевания: в вертебро-базилярном бассейне в раннем восстановительном периоде [12] и в каротидном — в позднем восстановительном (до 1 года), вне зависимости от стороны поражения головного мозга [13].

В отдельных работах продемонстрирована результативность применения у больных с гемипарезом при инсульте любых комплексных реабилитационных программ независимо от включения в них тренинга с визуальной БОС по стабилграмме [14, 15]. Однако следует обратить внимание на неоднозначность дизайна исследований. Проводились достаточно интенсивные занятия (ежедневно в течение 50 минут 2–3 раза в неделю [14] и 20 сеансов по 60 минут [15]) при небольшом объеме выборки (по 13 человек, разделенных на две группы), широком возрастном диапазоне (от 30 до 77 лет [14] и $47,53 \pm 8,12$ года [15]) и применении только клинических шкал и тестов (шкала Берга и тест «Встань и иди» без особо чувствительной стабилметрии [14, 15]). В иных работах [16] тренинг проводился достаточно редко (только 2 раза в неделю), и была взята небольшая выборка пациентов (2 группы по 10 человек) с широким разбросом возраста ($65,20 \pm 12,50$ года).

Неэффективность применения визуальной обратной связи освящена и в клинических рекомендациях Шотландии [17]. В двух систематических обзорах, один из которых включил в себя 7 исследований (246 участников) [4], а другой — 8 (214 участников) [18], показана неэффективность данного метода реабилитации для улучшения координации, функции ходьбы или мобильности у пациентов с легкими нарушениями баланса при инсульте. Но стоит отметить, что в этих работах использовались недифференцированные подходы к применению методики.

Положительный результат на устойчивость пациентов был получен при индивидуализированном подборе игр на стабилметрической платформе с учетом типа ведущего двигательного дефекта [19]. Он выражался в тенденции к улучшению результатов тестов Bohannon и Tinetti, а также в уменьшении стабилметрических показателей (статистически значимо — среднего разброса и длины статокинезиограммы). Такая динамика отмечалась преимущественно при открытых глазах [19, 20], что подчеркивает компенсаторное влияние зрительного контроля на состояние баланса. Кроме того, стабилметрические характеристики включали не только основные, но и спектральные, векторные показатели, что требует дальнейшего анализа эффективности.

Рассмотрены результаты внедрения программ реабилитации больных с тренингом по визуальной БОС на стабилплатформе при гемиплегической форме детского церебрального паралича. В Нидерландах 10 детей школьного возраста с легкой степенью пареза при гемиплегической форме детского церебрального паралича в возрасте от 5 до 11 лет проходили тренировки 3 раза в неделю в течение 6 недель [21]. Пациенты из основной группы, занимавшиеся с использованием визуальной БОС, показали значительное улучшение функции по шкале Берга в отличие от представителей контрольной группы, не проходивших данный тренинг.

Оценена эффективность внедрения программ с применением визуальной БОС на стабилплатформе у пациентов с рассеянным склерозом [22–25]. Нецелесообразность применения данной методики у таких больных описана учеными из США и Италии [22, 23]: несмотря на достаточный объем выборки (56 и 38 человек соответственно), не было улучшения качества походки у больных в возрасте $53,24 \pm 6,33$ и $44,6 \pm 10,60$ года соответственно, а также изменения показателей статокинезиограммы. Аналогичные результаты получены учеными из Швеции [24], которые провели 7-недельный тренинг 2 раза в неделю по 30 минут для 80 пациентов в возрасте $49,73 \pm 0,33$ года. Эффективность оценивалась на основании клинических тестов («Встань и иди» и динамического индекса походки Dynamic Gait Index).

Другие результаты получены в работе, построенной на использовании программы CAREN [25]. Исследование было проведено при участии 30 больных, средний возраст которых составил $45,22 \pm 11,66$ года. Курс реабилитации длился 6 недель. Тренировки проходили 2 раза в неделю и продолжались 30 минут. После прохождения курса пациенты из основной группы показали более быстрое улучшение показателей баланса по данным теста функциональных возможностей по сравнению с контрольной группой в тесной связи с уменьшением страха падений.

В одних работах [26] показаны положительные результаты использования программ с тренингом с визуальной БОС по стабилплатформе у пациентов с травмой головного мозга, в других — их отсутствие [27]. Разный эффект может быть обусловлен различными количеством и продолжительностью тренировок (5 занятий в неделю по 60 минут на протяжении месяца [26], 3 тренировки в неделю по 60 минут на протяжении месяца [27]), возрастом пациентов, участвовавших в реабилитации с БОС ($47,30 \pm 17,80$ года [26], $53,29 \pm 6,10$ года [27]), а также применением разных оценочных методов, характеризующих состояние баланса.

Изучение эффективности внедрения программ с использованием тренинга с визуальной БОС на стабилплатформе у пациентов в остром периоде травмы спинного мозга [28, 29] проводилось учеными из Южной Кореи. В данном

исследовании 26 пациентов (средний возраст — $46,37 \pm 9,14$ года) были распределены случайным образом на две группы [28]. Все больные на протяжении 6 недель участвовали в традиционной программе реабилитации, проходящей 5 раз в неделю по 60–90 минут. А пациенты из основной группы посещали тренировки на стабилметрической платформе с использованием визуальной БОС 3 раза в неделю по 30 минут. Было выявлено статистически значимое улучшение у лиц основной группы по сравнению с больными контрольной по показателям статокинезиограммы и данным теста функциональных достижений. В хроническом периоде также показана эффективность применения визуальной БОС по статокинезиограмме, улучшавшей как статический, так и динамический компонент пострурального баланса [29].

Слуховая обратная связь представляет собой установленное изменение в произвольном поддержании равновесия человеком, возникающее в ответ на условный звуковой сигнал, с которым пациент заранее ознакомлен.

Изучены результаты внедрения программы с тренировкой на стабилметрической платформе со слуховой обратной связью в старческом возрасте на примере 33 больных с нарушением равновесия легкой степени выраженности [30]. После рандомизации на две группы пациенты из основной группы проходили реабилитацию с включением занятий со слуховой БОС 2 раза в неделю в течение 4 недель. Для оценки изменений после курса реабилитации исследователи использовали альтернативный степ-тест, тест «Встань и иди», тест качества походки (Gait assessment test). Участники основной группы показали статистически значимое увеличение скорости ходьбы по сравнению с пациентами из контрольной группы, проходившими реабилитацию без данного тренинга. Однако качество походки, по данным видеонализа движений, существенно не изменилось.

Рассмотрены результаты применения программы реабилитации с использованием слуховой БОС по стабилплатформе у пациентов с расстройством равновесия при болезни Паркинсона [31]. Изучение данного вопроса проводилось при участии 7 больных с легкими акинетико-ригидными проявлениями [32]. Курс реабилитации продолжался 6 недель, каждая тренировочная сессия длилась 45 минут. Помимо упражнений, направленных на укрепление мышц нижних конечностей, курс реабилитации включал тренинг со слуховой БОС. После него пациенты основной группы продемонстрировали значительное уменьшение выраженности нарушений баланса по данным шкалы Берга, теста пяти подъемов со стула (5 Chair Rise Test) по сравнению с участниками контрольной группы, в которой тренинг с БОС не проводился, а показатели указанных тестов при повторном обследовании не отличались от исходных.

Изучена результативность внедрения программы со слуховой обратной связью на стабилплатформе у больных, перенесших инсульт [4, 18]. Систематический обзор, проведенный R. P. Van Peppen и соавт., обнаружил доказательства эффективности слуховой обратной связи для увеличения скорости ходьбы и длины шага [18].

В исследовании ученых из Кореи [32], в которое вошли 30 человек с нарушением баланса при инсульте (средний возраст — $56,13 \pm 10,54$ года), также обнаружены эффективность применения слуховой БОС в течение 4 недель по данным шкалы Берга и улучшение качества походки по результатам теста «Встань и иди».

Информация по результативности слуховой обратной связи у людей с нарушением баланса при инсульте была проанализирована R. Barclay-Goddard и соавт. [4]. В ретроспективной работе рассмотрены 7 клинических исследований с применением данного вида реабилитации. Общее количество участников составило 246. Была обработана база данных Cochrane (данные до декабря 2003 г.), а также электронные библиографические базы данных MEDLINE (с 1966 г. по май 2003 г.), EMBASE (с 1974 г. по май 2003 г.), CINAHL (с 1982 г. по май 2003 г.), CIRRIE (период до мая 2003 г.) и REHABDATA (до мая 2003 г.). Сопоставлялись результаты реабилитации больных с применением слуховой и визуальной БОС по статокенизограмме. Исследователи выявили значительное уменьшение нарушений баланса по шкале Берга и Тесту оценки времени вставания и ходьбы (Timed Up Go Test) при использовании обоих видов БОС, однако оно оказалось статистически незначимым.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как видно из анализа литературы, занятия с визуальной биологической обратной связью (БОС) улучшают состояние баланса у пациентов пожилого и старческого возраста [1, 5]


ЛИТЕРАТУРА

1. Whyatt C. P., Merriman N. A., Young W. R., Newell F. N., Craig C. A. *Wii bit of fun: a novel platform to deliver effective balance training to older adults*. *Games Health J.* 2015; 4(6): 423–33.
2. Ястребцева И. П., Новиков А. Е. *Нарушения постурального баланса при инсульте: принципы диагностики и коррекции*. *Вестн. Ивановской медицинской академии*. 2012; 17(4): 69–70. [Yastrebtseva I. P., Novikov A. E. *Narusheniya postural'nogo balansa pri insul'te: printsipy diagnostiki i korrektsii*. *Vestn. Ivanovskoi meditsinskoi akademii*. 2012; 17(4): 69–70. (in Russian)]
3. Бодрова Р. А. *Определение реабилитационного потенциала у лиц, перенесших травму спинного мозга, с позиций международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья*. *Вестн. восстановит. медицины*. 2015; 4(68): 13–22. [Bodrova R. A. *Opreделение reabilitatsionnogo potentsiala u lits, perenesshikh travmu spinnogo mozga, s pozitsii mezhdunarodnoi klassifikatsii funktsionirovaniya, ograniicheniya zhiznedeyatel'nosti i zdorov'ya*. *Vestn. vosstanovit. meditsiny*. 2015; 4(68): 13–22. (in Russian)]
4. Barclay-Goddard R., Stevenson T., Poluha W., Moffatt M. E., Tack S. P. *Force platform feedback for standing balance training after stroke*. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2004; 4: CD004129.
5. Sihvonen S. E., Sipilä S. C., Era P. A. *Changes in postural balance in frail elderly women during a 4-week visual feedback training: a randomized controlled trial*. *Gerontology*. 2004; 50(2): 87–95.
6. van den Heuvel M. R., Kwakkel G., Beek P. J., Berendse H. W., Daffertshofer A., van Wegen E. E. *Effects of augmented visual feedback during balance training in Parkinson's disease: a pilot randomized clinical trial*. *Parkinsonism Relat. Disord.* 2014; 20(12): 1352–8.
7. Baram Y. T. *Virtual sensory feedback for gait improvement in neurological patients*. *Front. Neurol.* 2013; 4: 138.
8. Lee M. M., Shin D. C., Song C. H. *Canoe game-based virtual reality training to improve trunk postural stability, balance, and upper limb motor function in subacute stroke patients: a randomized controlled pilot study*. *J. Phys. Ther. Sci.* 2016; 28(7): 2019–24.
9. Lee H. Y., Kim Y. L., Lee S. M. *Effects of virtual reality-based training and task-oriented training on balance performance in stroke patients*. *J. Phys. Ther. Sci.* 2015; 27(6): 1883–8.
10. Srivastava A., Taly A. B., Gupta A., Kumar S., Murali T. *Post-stroke balance training: role of force platform with visual feedback technique*. *J. Neurol. Sci.* 2009; 287(1–2): 89–93.
11. Walker C., Brouwer B. J., Culham E. G. *Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke*. *Phys. Ther.* 2000; 80(9): 886–95.

и при церебральной патологии: детском церебральном параличе [21], инсульте [8–13, 18, 20, 32], болезни Паркинсона [7], рассеянном склерозе [25], травме головного [26] и спинного мозга [28, 29]. Применение тренинга со слуховой БОС также улучшает равновесие у пациентов с заболеваниями ЦНС [18, 31, 32], но не имеет достаточной доказательной базы эффективности у лиц старческого возраста [30].

Таким образом, применение тренинга на стабилметрической платформе не является специфичным для какой-либо патологии ЦНС, а преследует цель улучшить функции статического и динамического равновесия. Поэтому для решения других реабилитационных задач (к примеру, роста качества и скорости ходьбы) целесообразно использовать иные методы воздействия. Более того, следует и далее разрабатывать дифференцированные подходы к проведению данного вида тренинга с учетом анализа имеющихся поструральных характеристик. Устранение различий в методологических подходах к организации научного исследования позволит выделить наиболее результативные варианты проведения тренинга и разработать рекомендации для улучшения пострурального баланса у пациентов с его расстройством.

12. Шишкина Е. С. *Стабилметрический тренинг как метод диагностики и реабилитации неустойчивости пациентов, перенесших ишемический инсульт в вертебробазиллярном бассейне*. *Соврем. пробл. науки и образования*. 2014; 2: 390–1. [Shishkina E. S. *Stabilometricheskii trening kak metod diagnostiki i reabilitatsii neustoichivosti patsientov, perenesshikh ishemicheskii insul't v vertebrobazilyarnom basseine*. *Sovrem. probl. nauki i obrazovaniya*. 2014; 2: 390–1. (in Russian)]
13. Григорян А. К., Терещенко А. Ю. *Применение методов динамической проприокоррекции и баланс-терапии для реабилитации двигательных нарушений у пациентов, перенесших ишемический инсульт*. *Известия ЮФУ. Технические науки*. 2008; 6: 189–90. [Grigoryan A. K., Tereshchenko A. Yu. *Primenenie metodov dinamicheskoi propriokorreksii i balans-terapii dlya reabilitatsii dvigatel'nykh narushenii u patsientov, perenesshikh ishemicheskii insul't*. *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki*. 2008; 6: 189–90. (in Russian)]
14. Geiger R. A., Allen J. B., O'Keefe J., Hicks R. R. *Balance and mobility following stroke: effects of physical therapy interventions with and without biofeedback/forceplate training*. *Phys. Ther.* 2001; 81(4): 995–1005.
15. Pedreira da Fonseca E., Ribeiro da Silva N. M., Pinto E. B. *Therapeutic effect of virtual reality on post-stroke patients: randomized clinical trial*. *J. Stroke Cerebrovasc. Dis.* 2017; 26(1): 94–100.
16. Barcala L., Grecco L. A., Colella F., Lucareli P. R., Salgado A. S., Oliveira C. S. *Visual biofeedback balance training using Wii fit after stroke: a randomized controlled trial*. *J. Phys. Ther. Sci.* 2013; 25(8): 1027–32.
17. Scottish Intercollegiate Guidelines Network. *Management of patients with stroke: rehabilitation, prevention and management of complications, and discharge planning. A national clinical guideline*. June 2010. <http://www.sign.ac.uk/assets/sign118.pdf> (дата обращения — 12.10.2017).
18. Van Peppen R. P., Kortsmiit M., Lindeman E., Kwakkel G. *Effects of visual feedback therapy on postural control in bilateral standing after stroke: a systematic review*. *J. Rehabil. Med.* 2006; 38(1): 3–9.
19. Ястребцева И. П., Пирогова В. В., Александровская Н. Е., Бочкова Е. А. *Дифференцированный тренинг поструральных функций у пациентов с цереброваскулярной патологией*. В кн.: *Сборник II межрегиональной конференции с международным участием «Актуальные проблемы медицинской реабилитации больных»*. Иваново; 2014: 79–81. [Yastrebtseva I. P., Pirogova V. V., Aleksandriiskaya N. E., Bochkova E. A. *Differentsirovannyi trening postural'nykh funktsii u patsientov s tserebrovaskulyarnoi patologiei*. V kn.: *Sbornik II mezhdunarodnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem "Aktual'nye problemy*

- meditsinskoi reabilitatsii bol'nykh". Ivanovo; 2014: 79–81. (in Russian)]
20. Ястребцева И. П., Белова В. В., Фокичева С. О., Дерябкина Л. Ю., Виноградова М. С. Эффективность недифференцированного тренинга при расстройствах равновесия. В кн.: Богданов Э. И., ред. Актуальные вопросы неврологии: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 120-летию Научно-медицинского общества неврологов Республики Татарстан. Казань: ИИЦ УДП РТ; 2013: 366–71. [Yastrebtseva I. P., Belova V. V., Fokicheva S. O., Deryabkina L. Yu., Vinogradova M. S. Effektivnost' nedifferentsirovannogo treninga pri rasstroivstvakh ravnovesiya. V kn.: Bogdanov E. I., red. Aktual'nye voprosy neurologii: materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoi 120-letiyu Nauchno-meditsinskogo obshchestva nevrologov Respubliki Tatarstan. Kazan': IITs UDP RT; 2013: 366–71. (in Russian)]
 21. Ledebt A., Becher J., Kapper J., Rozendaal R. M., Bakker R., Leenders I. C. et al. Balance training with visual feedback in children with hemiplegic cerebral palsy: effect on stance and gait. *Motor control*. 2005; 9(4): 459–68.
 22. Robinson J., Dixon J., Macsween A., van Schaik P., Martin D. The effects of exergaming on balance, gait technology acceptance and flow experience in people with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *BMC Sports Sci. Med. Rehabil*. 2015; 7: 8.
 23. Pau M., Coghe G., Corona F., Leban B., Marrosu M. G., Cocco E. Effectiveness and limitations of unsupervised home-based balance rehabilitation with nintendo Wii in people with multiple sclerosis. *Biomed. Res. Int*. 2015; 2015: 916478.
 24. Nilsagård Y. E., Forsberg A. S., von Koch L. Balance exercise for persons with multiple sclerosis using Wii games: a randomised, controlled multi-centre study. *Mult. Scler*. 2012; 19(2): 209–16.
 25. Kalron A., Fonkatz I., Frid L., Baransi H., Achiron A. The effect of balance training on postural control in people with multiple sclerosis using the CAREN virtual reality system: a pilot randomized controlled trial. *J. Neuroeng. Rehabil*. 2016; 13: 13.
 26. Gil-Gómez J. A., Lloréns R., Alcañiz M., Colomer C. Effectiveness of a Wii balance board-based system (eBaViR) for balance rehabilitation: a pilot randomized clinical trial in patients with acquired brain injury. *J. Neuroeng. Rehabil*. 2011; 8: 30.
 27. Cuthbert J. P., Staniszewski K., Hays K., Gerber D., Natale A., O'Dell D. Virtual reality-based therapy for the treatment of balance deficits in patients receiving inpatient rehabilitation for traumatic brain injury. *Brain Inj*. 2014; 28(2): 181–8.
 28. Tak S., Choi W., Lee S. Game-based virtual reality training improves sitting balance after spinal cord injury: a single-blinded, randomized controlled trial. *Med. Sci. Tech*. 2015; 56(3): 53–9.
 29. Sayenko D. G., Alekhina M. I., Masani K., Vette A. H., Obata H., Popovic M. R. et al. Positive effect of balance training with visual feedback on standing balance abilities in people with incomplete spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2010; 48(12): 886–93.
 30. Schwenk M., Grewal G. S., Honarvar B., Schwenk S., Mohler J., Khalsa D. S. et al. Interactive balance training integrating sensor-based visual feedback of movement performance: a pilot study in older adults. *J. Neuroeng. Rehabil*. 2014; 11: 164.
 31. Mirelman A., Herman T., Nicolai S., Zijlstra A., Zijlstra W., Becker C. et al. Audio-biofeedback training for posture and balance in patients with parkinson's disease. *J. Neuroeng. Rehabil*. 2011; 8: 35–41.
 32. Ki K. I., Kim M. S., Moon Y., Choi J. D. Effects of auditory feedback during gait training on hemiplegic patients' weight bearing and dynamic balance ability. *J. Phys. Ther. Sci*. 2015; 27(4): 1267–9. 

Библиографическая ссылка:

Ястребцева И. П., Кривоногов В. А. Стабилометрический тренинг с использованием биологической обратной связи различной модальности: анализ результатов // Доктор.Ру. 2018. № 1 (145). С. 16–20.

Citation format for this article:

Yastrebtseva I. P., Krivonogov V. A. Stabilometrical Training Using Biofeedback with Various Modality: Analysis of Results. *Doctor.Ru*. 2018; 1(145): 16–20.