

УДК 61:612.88

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРЕНИРОВОК В СРЕДЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СТАТОКИНЕТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

И.П. МАРЬЕНКО, С.А. ЛИХАЧЕВ, М.П. МОЖЕЙКО

РНПЦ Неврологии и нейрохирургии, Минск, Беларусь

Аннотация. Широкая распространённость статокINETических расстройств при заболеваниях нервной системы обуславливает необходимость поиска новых методов и технологий для медицинской реабилитации и улучшения качества жизни пациента. Тренировки в дополненной и виртуальной реальности создают среду полимодальной сенсорной афферентации, активирующую механизм «обратной связи» для усиления процессов восстановления. Показана эффективность использования тренировок в среде виртуальной реальности, как метода восстановления нарушений статокINETической устойчивости.

Ключевые слова: статокINETическая устойчивость, медицинская реабилитация, тренировка, виртуальная реальность, стабилметрия, полимодальная афферентация

THE EFFECTIVENESS OF TRAINING IN A VIRTUAL REALITY ENVIRONMENT TO IMPROVE STATOKINETIC STABILITY

I.P. MARYENKO, S.A. LIKHACHEV, M.P. MOZHEIKO

RRCC of Neurology and Neurosurgery, Minsk, Belarus

Abstract. The big prevalence of statokinetic disorders in nervous system diseases shows the necessitates to search for new methods and technologies of medical rehabilitation and improvement of the patient's quality of life. Training in augmented and virtual reality creates an environment of polymodal sensory afferentation that activates the "feedback" mechanism to enhance recovery processes. The effectiveness of using training in a virtual reality environment as a method in restoring violations of statokinetic stability is shown.

Keywords: statokinetic stability, medical rehabilitation, training, virtual reality, stabilometry, polymodal afferentation

Введение

Поддержание статокINETической устойчивости (СКУ) представляет непрерывный динамический процесс постоянного взаимоперемещения звеньев тела и общего центра давления (ЦД), где ЦД – это интегральная точка на плоскости опоры [6]. Основная стойка человека в проекции представляет собой вертикаль, проходящую через общий ЦД тела, который опускается от центра головы, проходя на 1 см кпереди от 3–4-го поясничного позвонка через центр тазобедренного сустава, впереди коленного сустава и ложится на плоскость опоры на 4–5 см кпереди от линии внутренних лодыжек [2,3]. Биомеханически, тело подобно модели перевернутого маятника, где взаимная работа мышц определяет его устойчивость, а управление и ориентация в пространстве реализуется взаимодействием афферентных сигналов различных сенсорных систем [3,6]. Механизм поддержания СКУ в различных состояниях обеспечивается афферентными (вестибулярное, зрительное, проприоцептивное) и эфферентными звеньями (нейровегетативное, мышечное), повреждение которых, а также нарушение взаимодействия между этими звеньями искажает управление СКУ.

Прямое управление движениями с помощью только эфферентных импульсов невозможно, ввиду необходимости механизма «обратной связи», осуществляемого афферентными импульсами и афферентным синтезом, сигнализирующим о правильности выполнения движений [1]. В связи с этим, использование полимодальной афферентации для

активации возврата физиологической информации повышает эффективность методов, направленных на улучшение СКУ.

Методика проведения эксперимента

Цель. Оценить эффективность использования тренировок в среде виртуальной реальности (VR) для улучшения СКУ у пациентов с координаторными нарушениями при заболеваниях ЦНС.

Участвовало 25 пациентов с жалобами на головокружение и нарушение СКУ, средний возраст составил $35 \pm 3,8$ лет. По данным неврологического осмотра установлена неустойчивость в пробе Ромберга, ходьба на широкой базе, интенция при выполнении пальце-носовой и коленопяточной проб, что характеризовало умеренные координаторные нарушения.

С целью улучшения состояния СКУ в мероприятия медицинской реабилитации были включены тренировки в среде VR, где пациенту предлагалось управлять виртуальным объектом, отклоняя собственное тело во фронтальной и сагиттальной плоскостях в рамках заданного игрового сценария. Использовалась виртуальная среда для создания игр и приложений Unity3d на оборудовании виртуальной реальности «HTC Vive». До и после проведения курса тренировок в среде VR оценивали состояние СКУ методом стабилотрии (Стабилан-01-2 ОАО «Ритм», Россия) в тесте Ромберга, где учитывали такие показатели статокнезиограммы (СКГ), как качество функции равновесия (КФР, %), площадь эллипса (ПЭ, мм²) и средняя скорость перемещения центра давления (ССП ЦД, мм/с). Также использовали показатель площади зоны перемещений (ПЗП, мм²) в тесте на устойчивость.

Все пациенты хорошо переносили погружение в среду VR, негативных реакций после тренировок не выявлено.

Результаты и их обсуждение

Распределение выборок ненормальное, в связи с чем использовали непараметрический критерий Уилкоксона для оценки достоверности различий до и после курса тренировок в среде VR.

Результаты динамики показателей СКГ до и после курса тренировок в среде VR в классическом тесте Ромберга представлены в таблице 1.

Таблица 1. Динамика показателей статокнезиограммы в тесте Ромберга до и после курса тренировок в среде VR, n=25, абс., %

Тест Ромберга Параметры, Ме [25%; 75%]	До курса тренировок в среде VR	После курса тренировок в среде VR	T, p
ССП ЦД, мм/с	12,1[10;18,7]*	9 [6,2;12,4]	T=5 Z=2,58 p=0,002
ПЭ, мм ²	240[114,1;405,3]*	137[71,6;230]	T=9 Z=2,63 p=0,006
КФР %	70[48;79]*	85,1[67,3;89,4]	T=4 Z=3,045 p=0,002

* - значимые различия при $p < 0,05$ (по критерию Уилкоксона)

После курса тренировок в VR установлено значимое увеличение показателя КФР до $85,1[67,3;89,4]\%$, который до тренировки составил $70[48;79]\%$ ($p < 0,005$).

Выявлено достоверное изменение показателя ПЭ, который до курса составил $240[114,1;405,3]$ мм², после курса снизился до $137[71,6;230]$ мм², ($p < 0,005$). Показатель ССП ЦД достоверно снизился с $12,1[10;18,7]$ мм/с до $9[6,2;12,4]$ мм/с, ($p < 0,005$).

Далее оценивали динамику изменения показателя ПЗП в тесте на устойчивость. Выявлено достоверное увеличение показателя ПЗП в тесте на устойчивость с 4290[4095;4900] мм² до 5980[5130;6540] мм², ($p < 0,005$), что указывает на улучшение произвольной позной устойчивости.

Заключение

Проведенное исследование продемонстрировало эффективность использования среды ВР в улучшении СКУ с достоверным изменением показателей СКГ. Значимое улучшение показателя ПЭ с 240[114,1;405,3] мм² до 137[71,6;230] мм², ($p < 0,005$) указывает на улучшение статической устойчивости, меньшее напряжение СКУ в сохранении позы.

Погружение человека в среду ВР, где полимодальные афферентные стимулы воздействуют посредством игрового сценария. Игровой сценарий, отвлекая и увлекая пациента, обучает произвольному управлению тела, двигательному контролю, снижается страх передвижений и падений, повышает эмоциональную вовлеченность в процесс реабилитации.

Полимодальная стимуляция механизмов нейропластичности позволяет преобразовать функционирование нейронных сетей, обеспечивающих управление СКУ, создавая основу для восстановления или компенсации поврежденных функций.

Таким образом, использование тренировок в среде ВР может быть использовано в улучшении и восстановлении нарушений СКУ у пациентов с координаторными нарушениями при заболеваниях ЦНС.

Список литературы

1. Бернштейн, Н. А. Физиология движений и активность / Н. А. Бернштейн. – М.: Наука, 1990. – 495 с.
2. Винарская, Е.Н., Кууз Р.А., Ронкин М.А., Фирсов Г.И. Исследование процессов взаимодействия афферентного и эфферентного системного синтеза в постуральной активности человека / Е.Н. Винарская, Р.А. Кууз, М.А. Ронкин, Г.И. Фирсов // Информатика и системы управления 2010. - № 2(24). - С.47-49.
3. Денискина, Н.В. Фронтальная устойчивость вертикальной позы человека: авто-реф. дис. ... канд. биол. наук / Н.В. Денискина. – М., 2009. – 28 с.
4. Карпов, О.Э. Технологии виртуальной реальности в медицинской реабилитации, как пример современно информатизации здравоохранения/ О.Э. Карпов, В.Д. Даминов, Э.В. Новак, Д.А. Мухаметова, Н.И. Слепнева// Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. –2020. – т. 15. – № 1. – с.89-90.
5. Марьенко, И. П., Лихачев С. А., Можейко М. П., Юрченко М. В., Суша Н. А., Иваницкий Е. С., Качановский А. В., Чарыкова И. А., Филипович Л. В. Возможности технологии виртуальной реальности в диагностике и восстановлении функции равновесия: анализ собственных наблюдений / И. П. Марьенко, С. А. Лихачев, М. П. Можейко, М. В. Юрченко, Н. А. Суша, Е. С. Иваницкий, А. В. Качановский, И. А. Чарыкова, Л. В. Филипович // Неврология и нейрохирургия. Вост. Европа. – 2019. – Т. 9, № 1. – С. 28–35.
6. Скворцов, Д.В. Диагностика двигательной патологии инструментальными методами: анализ походки, стабилметрия. / Д. В.Скворцов, Т.М. Андреева // М., - 2007. - 640с.