



УДК 612.8

DOI: 10.24412/2076-9091-2024-456-18-31

Артем Михайлович Котов-Смоленский

*Московский городской педагогический университет,
Москва, Россия*

ВЛИЯНИЕ ИММЕРСИВНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ТРЕНИРОВКИ НА ФУНКЦИЮ ПОСТУРАЛЬНОГО БАЛАНСА У СТУДЕНТОВ С РАЗЛИЧНЫМ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ТИПОМ

Аннотация. В статье приведены данные об эффективности реализации иммерсивной двигательной тренировки постурального баланса у студентов с различным психофизиологическим типом. В исследовании изначально принимали участие 112 студентов-добровольцев (юношей и девушек) 2–3-х курсов МГПУ. В дальнейшем, согласно критериям исключения, выборку составили 40 испытуемых. Психофизиологический тип определяли по результатам простой зрительно-моторной реакции в ходе семиразовых визитов; уровень мотивации — с помощью методики Курганского – Немчина; особенности функции постурального баланса выявляли посредством инструментального стабилOMETрического исследования и пробы Бондаревского. Статистический анализ проводили посредством методов Манна – Уитни и Уилкосона при уровне значимости $p < 0,05$.

В ЭГ получены позитивные статистически значимые изменения ($p < 0,05$) в показателях стабيلограммы и пробы Бондаревского, свидетельствующие об эффективности дифференцировки условий иммерсивной среды при двигательной тренировке постурального баланса у студентов в зависимости от их психофизиологического типа.

Результаты настоящего исследования показывают значимость учета психофизиологического типа занимающихся при двигательных тренировках в иммерсивной среде. Эффект дифференциации условий иммерсивной тренировки в зависимости от психофизиологического типа занимающихся проявляется в статистически значимом улучшении показателей стабилОграммы. Данное обстоятельство позволяет

рассматривать особенности функциональной организации головного мозга занимающихся как один из значимых критериев, учет которого может дать прогноз успешности таких тренировок.

Понимание механизмов воздействия иммерсивных двигательных тренировок на организм человека позволит повысить ценность иммерсивного подхода при физическом воспитании, оздоровительных воздействиях физической культуры, а также при подготовке спортсменов в области фиджитал-спорта и создании адекватных условий для реализации соревновательной деятельности. Для установления закономерностей функционирования организма человека в условиях иммерсионного воздействия в рамках какой-либо деятельности необходимо продолжать исследования в данной области.

Ключевые слова: иммерсивный подход в обучении, постуральный баланс, стабилметрическое исследование, виртуальная реальность, психофизиологический тип

UDC 612.8

DOI: 10.24412/2076-9091-2024-456-18-31

Artem Mikhailovich Kotov-Smolensky

*Moscow City University,
Moscow, Russia*

INFLUENCE OF IMMERSIVE MOTOR TRAINING ON POSTURAL BALANCE FUNCTION IN STUDENTS WITH DIFFERENT PSYCHOPHYSIOLOGICAL TYPES

Abstract. The article presents results of the effectiveness of the immersive motor training of postural balance in students with different psychophysiological types. Methods: 112 students of the 2–3 courses of the at the Moscow City University initially participated in the study. Subsequently, according to the exclusion criteria, the sample consisted of 40 male and female volunteers. The psychophysiological type was determined based on the results of a psychophysiological investigation during seven-session visits; the level of motivation using the Kurgansky – Nemchin questionnaire; the features of the postural balance function were revealed through instrumental stabilometric research and Bondarevsky's test. Statistical analysis was performed using the Mann – Whitney and Wilkoston criteria at a significance level of $p < 0,05$.

Positive statistically significant changes ($p < 0,05$) in the indicators of the stabilogram and the Bondarevsky sample were obtained in the EG, indicating the effectiveness of differentiating the conditions of the immersive environment during motor training of postural balance in students with different psychophysiological types.

The results of this study show the importance of taking into account the psychophysiological type of those involved in motor training in an immersive environment. The effect of differentiating the conditions of immersive training depending on the psychophysiological type of those involved is manifested in a statistically significant improvement in the stabilogram indicators. This circumstance allows us to consider the features of the functional organization of the brain of those involved as one of the significant criteria, the consideration

of which will allow predicting the success of such training. Understanding the mechanisms of the impact of immersive motor training on the human body will increase the value of the immersive approach in physical education, the health effects of physical culture, as well as in the preparation of athletes in the field of phygital sports and the creation of adequate conditions for the implementation of competitive activities. To establish the patterns of functioning of the human body under immersion exposure within the framework of any activity, it is necessary to continue research in this area.

Keywords: immersive approach in learning, postural balance, stabilometric research, virtual reality, psychophysiological type

Введение

Современный образ жизни отражает стремительное развитие технологий высокого порядка, которые интегрируются практически во все сферы деятельности человека. Не является исключением и сфера деятельности, связанная с обучением. Сегодня особую популярность набирает иммерсивный подход в обучении [3, 9], подразумевающий использование технологий виртуальной и дополненной реальности [8].

Особое внимание сейчас уделяется развитию такого направления, как фиджитал-спорт [2]. Не вызывает сомнения, что иммерсивный подход может использоваться как в качестве среды для соревновательной деятельности спортсменов, так и в качестве условий для их подготовки к состязаниям. Однако эффективность использования иммерсивного подхода сегодня ставится под вопрос из-за противоречивых результатов, свидетельствующих о различных физиологических эффектах (как положительных, так и отрицательных), полученных в различных лабораториях после иммерсивных двигательных тренировок [13].

Также в ряде работ [1, 6, 7] было показано, что в зависимости от психофизиологического типа центральной нервной системы (ЦНС) различные виды деятельности (как двигательной, так и ментальной) могут оказывать различное воздействие на показатели функционального состояния ЦНС, что в конечном счете может отразиться на качестве деятельности и получения нового жизненного опыта в целом.

Целью нашего исследования было выявить эффективность иммерсивной двигательной тренировки функции постурального баланса у студентов с различным психофизиологическим типом

Материалы и методы исследования

Изначально в исследовании приняли участие 112 здоровых студентов-добровольцев МГПУ, обучающихся по неспортивным профилям (66 девушек и 46 юношей), средний возраст которых составлял 20,5 лет [19, 21].

Критериями включения в исследование были: подвижный или инертный тип ЦНС; наличие медицинской справки, подтверждающей принадлежность студента к первой группе здоровья. Критериями исключения из исследования были: промежуточный тип ЦНС, наличие значимого двигательного опыта, способного оказать влияние на результаты эксперимента; выявленный низкий уровень мотивации; добровольный отказ от участия; систематические нарушения условий экспериментальной деятельности.

Таким образом, учитывая результаты выявления психофизиологического типа студентов, опроса о наличии значимого двигательного опыта, определения низкого уровня мотивации, добровольного отказа от участия, а также исключения студентов, нарушавших условия протокола исследования, дальнейшее участие в экспериментальной деятельности приняли 40 студентов с подвижным и инертным типом ЦНС (25 девушек и 15 юношей), средний возраст которых составлял 20 лет (19,5–21).

Формирование контрольной (КГ) и экспериментальной (ЭГ) групп исследования производилось с помощью онлайн-рандомайзера (randstuff.ru).

Выявление психофизиологического типа участников исследования

Оценка психофизиологического типа участников исследования проводилась на аппарате «НС-Психотест» («Нейрософт», Россия). Для определения функциональной подвижности ЦНС использовалась простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР) на анализаторе в виде пульта, оснащенного кнопками и индикатором для зрительной стимуляции. В ПЗМР использовали красный цвет сигнала при 70 стимульных попытках за 1-ю сессию. Всего у каждого добровольца было 7 сессий (7 визитов). Психофизиологический тип исследуемых определялся по суммарному превосходству значений быстродействия в виде среднего времени реакции, представленных в нормативных показателях методического руководства «НС-Психотест» [12].

Оценка уровня мотивации: методика Курганского – Немчина

В методике содержится 20 вопросов, которые противоположны по своему смыслу. Обследуемый выбирает в каждой из пар ответ, который наиболее соответствует его текущему состоянию (от 0 до 3 баллов соответственно).

Опросник Курганского – Немчина включает в себя оценку таких состояний, как психическая активация, интерес, эмоциональный тонус, напряжение и комфортность. Обработка результатов проводится по формуле, предложенной в методике, на основании этого определяется такой показатель как общее состояние.

С учетом динамичности психических состояний человека, методика подразумевает оценку в течение 5 дней. Анализ результатов производится путем сопоставления пяти состояний, полученных в ходе обследований.

Оценка функции постурального баланса участников исследования

Функцию постурального баланса студентов оценивали с помощью инструментального стабилметрического исследования до и после эксперимента. С этой целью использовалась стабилметрическая платформа «Робмерг» («Неврокор», Россия). Замеры производились в течение 20-секундных сессий, в положении «пятки вместе, носки врозь» (европейский тип постановки стоп) как с открытыми, так и с закрытыми глазами (рис. 1).

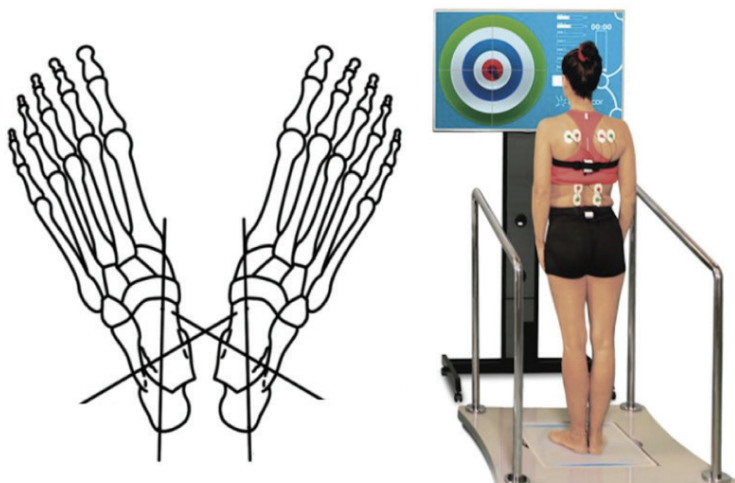


Рис. 1. Пример стабилметрической диагностики на силовой тензоплатформе

Для математической обработки были отобраны следующие компоненты стабилограммы:

- амплитуда раскачивания (площадь СКГ — мм^2 , при открытых и закрытых глазах);
- количество колебательных движений в единицу времени (скорость ОЦД — мм^2 , при открытых и закрытых глазах);
- интегральный показатель сложности поддержания постурального баланса или показатель затраченной работы при открытых и закрытых глазах (Дж);
- показатель стабильности (%Stab при открытых и закрытых глазах).

Также, наряду со стабилметрическим исследованием функции постурального баланса, проводилась оценка устойчивости в одноопорном положении в пробе Бондаревского. Для этого предварительно у каждого добровольца выявляется опорная нога. В дальнейшем, при оценивании устойчивости, исследуемый по команде экспериментатора принимает одноопорное положение, ставит руки на пояс, выполняет наружную ротацию бедра, сгибание в коленном суставе, приставляя стопу к внутренней части коленного сустава опорной ноги, и закрывает глаза (рис. 2). Далее оценка устойчивости производится в секундах до момента потери равновесия или наличия компенсаторного шага опорной ноги.



Рис. 2. Оценка устойчивости в пробе Бондаревского

Иммерсивная двигательная тренировка с различными условиями

Двигательная тренировка в иммерсивной среде проводилась посредством использования консоли Xbox 360 (Microsoft, США), инфракрасного сенсора захвата движений Microsoft Kinect (Microsoft, США), а также виртуального сценария Kinect Sports.

Инфракрасный сенсор Microsoft Kinect позволяет считывать свыше 25 анатомических ориентиров тела человека, транслирует модель скелета в программное обеспечение консоли Xbox 360, в результате чего человек может управлять виртуальными событиями верхними, нижними конечностями, а также туловищем в режиме реального времени. Данная особенность делает использование Microsoft Kinect эффективным инструментом для реализации двигательной деятельности различного рода, что может быть использовано в качестве тренирующих воздействий.

Виртуальный сценарий Kinect Sports представляет собой совокупность различных видов спорта, таких как: футбол, настольный теннис, лыжный спорт, бокс, дартс, пляжный волейбол, легкая атлетика, бокс и другие. Соревновательный характер сценария способствует высокому уровню погружения занимающихся в тренировочный процесс, проявлению определенных физических кондиций для достижения конечного результата, что также сопровождается высокой мотивацией. Каждый сценарий сделан таким образом, что достижение высокого результата возможно при имитации двигательных действий для конкретной спортивной дисциплины. При отборе спортивных дисциплин для иммерсивной двигательной тренировки преимущество отдавалось сценариям с выраженным статодинамическим характером, а также со средней или высокой продолжительностью. Были отобраны такие виды двигательной

активности, как: боулинг (для левой и правой руки), бокс, настольный теннис, пляжный волейбол.

Для создания условий более выраженной неустойчивости использовалась платформа из вспененных блоков, на которой в течение всей тренировки располагались занимающиеся (рис. 3).



Рис. 3. Пример иммерсивной двигательной тренировки

Разница условий иммерсивной двигательной тренировки подразумевала их дифференцировку следующим образом:

- для представителей подвижного типа ЦНС в ЭГ условия иммерсивной среды учитывали: более низкий сенсорный стимул; меньший уровень сложности — легкий; более слабого виртуального оппонента;
- для представителей инертного типа ЦНС в ЭГ: более выраженный сенсорный стимул; более сильный виртуальный оппонент; больший уровень сложности — нормальный;
- для представителей подвижного и инертного типа ЦНС в КГ условия иммерсивной среды были идентичны: более выраженный сенсорный стимул; более сильный виртуальный оппонент; больший уровень сложности — нормальный.

Тренировочный курс проводился в течение девяти недель, по три занятия в неделю. Длительность каждой иммерсивной двигательной тренировки составляла 30 минут.

Статистическая обработка полученных данных

Статистический анализ произведен в программе Jamovi v. 2.3 (www.jamovi.org). Оценка на нормальность распределения осуществлялась с помощью критерия Шапиро – Уилка. Учитывая непараметрический характер данных, использовали

критерии Манна – Уитни и Уилкоксона. При проверке всех гипотез в качестве уровня значимости был принят $p < 0,05$.

Результаты исследования

Выявление психофизиологического типа занимающихся

По результатам выявления психофизиологического типа студентов было установлено, что 31 человек демонстрирует выраженную функциональную подвижность ЦНС, у 37 человек тип ЦНС определен как инертный и 44 студента были отнесены к промежуточному типу ЦНС (рис. 4).

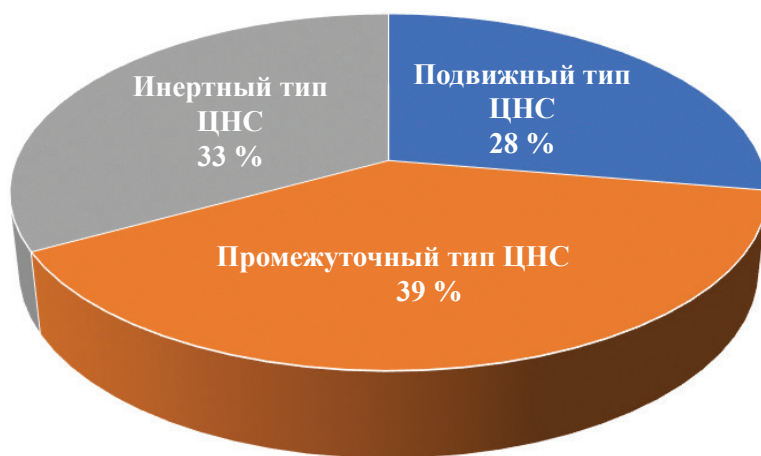


Рис. 4. Процентное соотношение участников исследования в зависимости от психофизиологического типа ($n = 112$)

Таким образом, из 112 участников-добровольцев было отобрано всего 68, с типом ЦНС, характеризующимся выраженной подвижностью или выраженной инертностью нервных процессов.

Результаты формирования групп исследования

По результатам опроса о наличии значимого двигательного опыта в видах двигательной активности, представленной в сценариях Kinect Sports, из 68 участников 12 (19 %) были исключены. В результате отказа от дальнейшего участия в исследовании, а также систематических нарушений условий экспериментальной деятельности также выбыли 9 участников. По причине низкого уровня мотивации, зафиксированного посредством методики Курганского – Немчина, исследование покинули еще 7 добровольцев.

Таким образом, из 68 дальнейшее участие в эксперименте принимали 40 испытуемых (см. рис. 5).

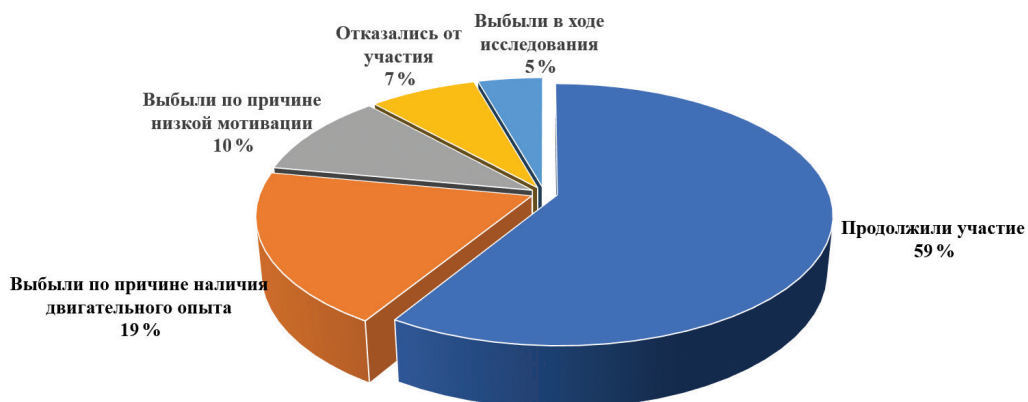


Рис. 5. Процентное соотношение участников, продолживших участие в исследовании и выбывших из него по разным причинам

Результаты формирования ЭГ и КГ посредством онлайн-рандомайзера представлены в таблице 1.

Таблица 1

Соотношение студентов мужского и женского пола с различным психотипом в группах исследования после случайного распределения

Группа	Количество добровольцев с выраженной подвижностью		Количество добровольцев с выраженной инертностью	
	М	Ж	М	Ж
ЭГ (n = 20)	4	4	5	7
КГ (n = 20)	3	7	2	8

Результаты оценки эффективности иммерсивных двигательных тренировок функции постурального баланса в группах исследования

Результаты статистической обработки показателей стабилметрического исследования позволили установить, что статистически значимые изменения происходили только в ЭГ. Так, статистически значимо снизились показатели: площадь СКГ (глаза открыты/закрыты); скорость ОЦД (глаза открыты/закрыты); показатель затраченной работы (глаза закрыты). Также статистически значимо увеличился показатель %Stab (глаза открыты/закрыты). Данные с динамикой показателей стабилограммы до и после эксперимента представлены в таблицах 2, 3, 4 и 5.

Таблица 2

Динамика показателя амплитуды раскачивания до и после эксперимента в группах исследования

Группа	До/после эксперимента	Показатели стабиллографии	
		Площадь СКГ (мм ² , глаза открыты)	Площадь СКГ (мм ² , глаза закрыты)
ЭГ	до	57 ± 13,6	70,1 ± 15,4
	после	42,8 ± 13,8*	58,2 ± 11,5**
КГ	до	58,6 ± 11,5	70,8 ± 10,9
	после	54,5 ± 16,5	66,3 ± 18

Примечание: * — $p < 0,005$; ** — $p < 0,01$.

Таблица 3

Динамика показателя количества колебательных движений в единицу времени до и после эксперимента в группах исследования

Группа	До/после эксперимента	Показатели стабиллографии	
		Скорость ОЦД (мм ² , глаза открыты)	Скорость ОЦД (мм ² , глаза закрыты)
ЭГ	до	28,3 ± 5,21	32,2 ± 4,35
	после	23,3 ± 5,63*	28,9 ± 3,87*
КГ	до	30,2 ± 6,8	30,6 ± 14,4
	после	28,3 ± 5,11	28,3 ± 5,11

Примечание: * — $p < 0,005$.

Таблица 4

Динамика интегрального показателя до и после эксперимента в группах исследования

Группа	До/после эксперимента	Показатели стабиллографии	
		Показатель затраченной работы (Дж, глаза открыты)	Показатель затраченной работы (Дж, глаза закрыты)
ЭГ	до	28,3 ± 5,21	32,2 ± 4,35
	после	28,9 ± 3,87	26,4 ± 13,3*
КГ	до	29,2 ± 6,80	30,6 ± 14,4
	после	28,5 ± 5,11	29,6,3 ± 11,6

Примечание: * — $p < 0,005$.

Таблица 5

Динамика показателя стабильности до и после эксперимента в группах исследования

Группа	До/после эксперимента	Показатели стабиллографии	
		%Stab (глаза открыты)	%Stab (глаза закрыты)
ЭГ	до	94,1 ± 4,03	93,2 ± 0,827
	после	96,1 ± 1,08**	95,9 ± 1,05*

Группа	До/после эксперимента	Показатели стабилорафии	
		%Stab (глаза открыты)	%Stab (глаза закрыты)
КГ	до	94,8 ± 1,63	93,7 ± 1,45
	после	94,5 ± 1,36	94,5,3 ± 2,42

Примечание: * — $p < 0,005$; ** — $p < 0,01$.

Из таблиц, представленных выше, можно увидеть, что динамика показателей стабилорафии до и после эксперимента имеет статистическую значимость только в ЭГ. Согласно специальной литературе, при поддержании статического баланса используется так называемая модель перевернутого маятника [11]. В свою очередь, рассматривая человека, находящегося на стабилорафической платформе с позиции данной модели, показатель площадь СКГ можно определить как амплитуду раскачиваний при поддержании вертикального положения; показатель скорость ОЦД — как количество колебательных движений в единицу времени; показатель %Stab — как процентное соотношение эффективности поддержания постурального баланса [10]. Показатель затраченной работы не рассматривается с позиции затрачиваемой организмом энергии на сохранение равновесия в определенных условиях, а представляет собой интегральный показатель, который отражает, насколько легко испытуемому было поддерживать вертикальное положение на платформе в момент исследования [4]. Снижение таких показателей, как площадь СКГ и скорость ОЦД, свидетельствуют о том, что в результате иммерсивных двигательных тренировок исследуемые из ЭГ статистически значительно снизили амплитуду раскачиваний и количество колебательных движений. Об этом же свидетельствует снижение показателя затраченной работы, а также повышение показателя %Stab, что в целостной картине может рассматриваться как положительная динамика показателей стабилорафии после воздействия иммерсивных двигательных тренировок [5].

По результатам внутригруппового анализа показателей устойчивости в пробе Бондаревского статистически значимые изменения были получены в обеих группах исследования, однако более выражены они были в ЭГ (табл. 6).

Таблица 6

**Динамика показателей устойчивости в пробе Бондаревского
до и после эксперимента в группах исследования**

Группа	До/после эксперимента	Результаты пробы Бондаревского (с)
ЭГ	до	3,69 ± 1,58
	после	6,98 ± 2,19***
КГ	до	3,06 ± 1,03
	после	4,23 ± 1,28**

Примечание: *** — $p < 0,001$; ** — $p < 0,005$

Более выраженный характер изменений показателей в пробе Бондаревского до и после эксперимента, полученный в ЭГ, также согласуется с результатами

стабилометрического исследования. Наличие статистически значимых изменений в КГ может быть обусловлено особенностью двигательных сценариев Kinect Sports, которые подразумевали для достижения цели двигательных задач частое использование одноопорной стратегии поддержания устойчивости.

Таким образом, в настоящем исследовании показано, что иммерсивная двигательная тренировка постурального баланса у студентов с различным психофизиологическим типом более эффективна при дифференцировке условий иммерсивной среды в зависимости от функциональной подвижности ЦНС студентов. Данное обстоятельство подтверждается позитивными, статистически значимыми изменениями показателей устойчивости по стабิโลграфическому исследованию и пробы Бондаревского в ЭГ.

Отсутствие статистически значимых изменений по показателям стабิโลграммы в КГ и их наличие в ЭГ можно объяснить с позиции изменений фундаментальных процессов, регистрация которых возможна при использовании оборудования с многократным количеством замеров в единицу времени (силовая платформа выполняет их свыше 250 в секунду).

Заключение

Результаты настоящего исследования показывают значимость учета психофизиологического типа занимающихся при двигательных тренировках в иммерсивной среде. Эффект дифференциации условий иммерсивной тренировки в зависимости от психофизиологического типа занимающихся проявляется в статистически значимом улучшении показателей стабิโลграммы. Данное обстоятельство позволяет рассматривать особенности функциональной организации головного мозга занимающихся как один из значимых критериев, учет которого позволит прогнозировать успешность таких тренировок.

Понимание механизмов воздействия иммерсивных двигательных тренировок на организм человека позволяет повысить ценность иммерсивного подхода при физическом воспитании, оздоровительных воздействиях физической культуры, а также при подготовке спортсменов в области фиджитал-спорта и создании адекватных условий для реализации соревновательной деятельности. Для установления закономерностей функционирования организма человека в условиях иммерсионного воздействия в рамках какой-либо деятельности необходимо продолжать исследования в данной области.

Список источников

1. Байгужин П. А., Шибкова Д. З. Функциональное состояние центральной нервной системы при воздействии слабоструктурированной информации // Человек. Спорт. Медицина. 2017. № 4. С. 32–42.

2. Галицын С. В., Зиганшин О. З., Попов П. Д., Волошин Г. Р. Перспективы развития фиджитал-спорта на студенческом уровне // Ученые записки университета Лесгафта. 2023. № 8 (222). С. 87–91.
3. Гордеева Е. В., Мурадян Ш. Г., Жажоян А. С. Цифровизация в образовании // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. № 4-1. С. 112–115.
4. Гроховский С. С., Кубряк О. В. Метод интегральной оценки эффективности регуляции позы человека // Медицинская техника. 2018. № 2. С. 49–52.
5. Иванова Г. Е., Исакова Е. В., Кривошей И. В., Котов С. В., Кубряк О. В. Формирование консенсуса специалистов в применении стабилотрии и биоуправления по опорной реакции // Вестник восстановительной медицины. 2019. № 1. С. 16–21.
6. Игнатова Ю. П., Макарова И. И., Яковлева К. Н., Аксенова А. В. Зрительно-моторные реакции как индикатор функционального состояния центральной нервной системы // Ульяновский медико-биологический журнал. 2019. № 3. С. 38–52.
7. Корельская И. Е., Кузнецов А. А. Экспресс оценка состояния центральной нервной системы человека по параметрам простой зрительно-моторной реакции // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 8-2. С. 194–197.
8. Корнилов Ю. В. Иммерсивный подход в образовании // АНИ: педагогика и психология. 2019. № 1 (26). С. 174–178.
9. Котов Г. С. Иммерсивный подход в образовании: возможности и проблемы реализации // Проблемы современного педагогического образования. 2021. № 73-1. С. 179–181.
10. Кубряк О. В., Багдасарьян Н. Г., Герасименко М. Ю., Краснов В. Н., Кулябина Е. В., Подвойский Д. Г., Трущелев С. А. О критичности врача: междисциплинарный подход // Мониторинг общественного мнения: Экономические и социальные перемены. 2019. № 6. С. 295–313.
11. Кубряк О. В., Гроховский С. С. Практическая стабилотрия. Статические двигательные-когнитивные тесты с биологической обратной связью по опорной реакции: учебно-методическое пособие. Москва: Маска, 2012. 88 с.
12. Мантрова И. Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике. Иваново: Нейрософт, 2008. 216 с.
13. Mallari B., Spaeth E. K., Goh H., Boyd B. S. Virtual reality as an analgesic for acute and chronic pain in adults: a systematic review and meta-analysis // J Pain Res. 2019. № 12. P. 2053–2085.

References

1. Baiguzhin P. A., Shibkova D. Z. The functional state of the central nervous system under the influence of poorly structured information. Sport. Medicine. 2017;4:32–42. (In Russ.).
2. Galitsyn S. V., Ziganshin O. Z., Popov P. D., Voloshin G. R. Prospects for the development of digital sports at the student level. Scientific notes of Lesgaft University. 2023;8(222):87–91. (In Russ.).
3. Gordeeva E. V., Muradyan Sh. G., Zhazhoyan A. S. Digitalization in education. Economics and Business: theory and practice. 2021;4-1:112–115. (In Russ.).
4. Grokhovsky S. S., Kubryak O. V. Method of integral assessment of the effectiveness of human posture regulation. Medical Equipment. 2018;2:49–52. (In Russ.).

5. Ivanova G. E., Isakova E. V., Krivoshei I. V., Kotov S. V., Kubryak O. V. Formation of a consensus of specialists in the application of stabilometry and biofeedback control. *Bulletin of restorative medicine*. 2019;1:16–21. (In Russ.).
6. Ignatova Yu. P., Makarova I. I., Yakovleva K. N., Aksenova A. V. Visual-motor reactions as an indicator of the functional state of the central nervous system. *Ulyanovsk Medical and Biological Journal*. 2019;3:38–52. (In Russ.).
7. Korelskaya I. E., Kuznetsov A. A. Express assessment of the state of the human central nervous system according to the parameters of a simple visual-motor reaction. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2016;(8-2):194–197. (In Russ.).
8. Kornilov Yu. V. An immersive approach in education. *ANI: pedagogy and psychology*. 2019;1(26);174–178. (In Russ.).
9. Kotov G. S. An immersive approach in education: opportunities and problems of implementation. *Problems of modern pedagogical education*. 2021;73-1:179–181. (In Russ.).
10. Kubryak O. V., Bagdasaryan N. G., Gerasimenko M. Yu., Krasnov V. N., Kulyabina E. V., Podvoysky D. G., Truschelev S. A. On the criticality of a doctor: an interdisciplinary approach. *Monitoring public opinion: Economic and social changes*. 2019;6:295–313. (In Russ.).
11. Kubryak O. V., Grokhovsky S. S. Practical stabilometry. Static motor-cognitive tests with biofeedback based on the reference reaction. *Educational and methodical manual*. Moscow: Mask. 2012:88 p. (In Russ.).
12. Mantrova I. N. *Methodological guide to psychophysiological and psychological diagnostics*. Ivanovo: Neurosoft. 2008. 216 p. (In Russ.).
13. Mallari B., Spaeth E. K., Goh H., Boyd B. S. Virtual reality as an analgesic for acute and chronic pain in adults: a systematic review and meta-analysis. *J Pain Res*. 2019;12:2053–2085.

Информация об авторе / Information about the author:

Котов-Смоленский Артем Михайлович — старший преподаватель департамента физической культуры, спорта и медиакоммуникаций, научный сотрудник НИЦ, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия.

Kotov-Smolensky Artem Mikhailovich — Senior Teacher of the Department of Physical Culture, Sports and Media Communications, Researcher Associate of the Scientific Research Center, Moscow City University, Moscow, Russia.

kotov-smolenskiiam@mgpu.ru