шаткость при ходьбе, стала отмечать улучшение умственной деятельности.

Заключение. Таким образом, очень важна своевременная диагностика редкого неврологического заболевания — болезни Мойя-Мойя — с использованием методов нейровизуализации для оказания квалифицированной хирургической и/или терапевтической помощи, особенно в детском возрасте. Очевидна необходимость хирургического сопровождения с целью стабилизации патологического процесса, купирования возможных неврологических осложнений и предотвращения инвалидизации.

Конфликт интересов не заявляется.

References (Литература)

1. Kapustina II, Kozhevnikov AI, Strelnikov AP, et al. Rare cerebrovascular disease: Moya-Moya disease (a case of life). In: Modern achievements of neurology and cardiology in the diagnosis and treatment of patients after acute vascular catastrophes: Prevention and rehabilitation at the intersection of disciplines. Kyzyl, 2018; p. 91–7. Russian (Капустина И.И., Кожевников А.И., Стрельников А.П. и др. Раритетное цереброваскулярное заболевание: болезнь Мойя-Мойя (случай из жизни). В сб.: Современные достижения неврологии и кардиологии в диагностике и лечении пациентов после острых сосудистых катастроф: Профилактика и реабилитация — на стыке дисциплин. Кызыл, 2018; с. 91–7).
2. Kovalenko AP, Shopin VN, Penner VA, Scherbin AV. Moya-Moya disease: a case study. Endovascular Neuro-x-ray Surgery 2013; 3 (5): 54–61. Russian (Коваленко А.П., Шопин В.Н., Пеннер В.А., Щербин А.В. Болезнь Мойя-Мойя: случай из практики. Ендоваскулярна нейрорентгенохірургія 2013; 3 (5): 54–61).
3. Lvova OA, Gusev VV, Kovtun OP. Is Moya-Moya disease the only and sufficient reason for acute cerebrovascular accident? Pediatric Neurosurgery and Neurology 2013; 1 (35): 50–6. Russian (Львова О.А., Гусев В.В., Ковтун О.П. Болезнь Мойя-Мойя – единственная и достаточная причина для острого нарушения мозгового кровообращения? Нейрохирургия и неврология детского возраста 2013; 1 (35): 50–6).
4. Huang S, Guo ZN, Shi M, et al. Etiology and pathogenesis of Moyamoya Disease: An update on disease prevalence. Int J Stroke 2017 Apr; 12 (3): 246–53.
5. Pushkina EA. Disease and syndrome “Moya-Moya”: clinic, diagnosis and treatment: PhD diss. St. Petersburg, 2006; 108 p. Russian (Пушкина Е.А. Болезнь и синдром «Мойя-Мойя»: клиника, диагностика и лечение: дис…. канд. мед. наук. СПб., 2006; 108 с.).
6. Ulyanova OV, Kutashov VA, Brezhneva NV. On the clinical picture and diagnosis of rare neurological diseases. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2018; 1 (14): 174–7. Russian (Ульянова О.В., Куташов В.А., Брежнева Н.В. К вопросу о клинической картине и диагностике редких неврологических заболеваний. Саратовский научно-медицинский журнал 2018; 1 (14): 174–7).
7. Suzuki J. Moyamoya Disease. Berlin: Springer-Verlag, 1986; 190 p.
8. Chibli R, Omor Y, Sebbouba NS, et al. Moya moya disease: a rare cause of ischemic stroke in children: about a case. Pan Afr Med J 2017 Nov 1; 28: 192 [French].
9. Suzuki J, Takaku A. Cerebrovascular “Moyamoya” disease: Disease showing abnormal net-like vessels in base of brain. Arch Neurol 1969; 20: 288–99.
10. Pines AR, Rodriguez D, Bendok BR, et al. Clinical Characteristics of Moyamoya Angiopathy in a Pediatric Cohort. J Child Neurol 2020 May; 35 (6): 389–92. DOI: 10.1177/0883073820902297. Epub 2020 Feb 24.

УДК 004.946:616–005.8:616.831–009.11–031.4 Обзор

ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В РЕАБИЛИТАЦИИ СТАТОЛОКОМОТОРНОЙ ФУНКЦИИ ПОСЛЕ ОСТРОГО НАРУШЕНИЯ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ (ОБЗОР)

И.Е. Повереннова — *ФГБОУ ВО «Самарский ГМУ» Минздрава России, заведующая кафедрой неврологии и нейрохирургии, профессор, доктор медицинских наук;* ***А.В. Захаров —*** *ФГБОУ ВО «Самарский ГМУ» Минздрава России, доцент кафедры неврологии и нейрохирургии, кандидат медицинских наук;* ***Е.В. Хивинцева —*** *ФГБОУ ВО «Самарский ГМУ» Минздрава России, доцент кафедры неврологии и нейрохирургии, кандидат медицинских наук;* ***А.С. Лахов —*** *ФГБОУ ВО «Самарский ГМУ» Минздрава России, ассистент кафедры неврологии и нейрохирургии;* ***Д.К. Шелудякова —*** *ФГБОУ ВО «Самарский ГМУ» Минздрава России, студент.*

THE USE OF VIRTUAL REALITY IN THE REHABILITATION OF STATO-LOCOMOTOR FUNCTION AFTER ACUTE STROKE (REVIEW)

I.E. Poverennova *— Samara State Medical University, Head of Department of Neurology and Neurosurgery, Professor, DSc;* ***A.V. Zakharov*** *— Samara State Medical University, Assistant Professor of Department of Neurology and Neurosurgery, PhD;* ***E.V. Khivintseva —*** *Samara State Medical University, Department of Neurology and Neurosurgery, Assistant Professor, PhD;* ***A.S. Lakhov*** *— Samara State Medical University, Assistant of Department of Neurology and Neurosurgery;* ***D.K. Sheludiakova*** *— Samara State Medical University, Student.*

Дата поступления — 05.02.2020 г. Дата принятия в печать — 05.03.2020 г.

Повереннова И.Е., Захаров А.В., Хивинцева Е.В., Лахов А.С., Шелудякова Д.К. **Применение виртуальной реальности в реабилитации статолокомоторной функции после острого нарушения мозгового кровообращения (обзор). Саратовский научно-медицинский журнал 2020; 16 (1): 363–367.**

В обзоре представлены результаты исследований, оценивающих эффективность и безопасность реабилитации с использованием виртуальной реальности для восстановления статолокомоторной функции у пациентов в различные периоды после перенесенного острого нарушения мозгового кровообращения. Проведен анализ работ, опубликованных за период 2011–2019 гг. и доступных к изучению по данным основных научных баз: MEDLINE (Ovid), Amed, EMBASE, CINAHL и PsycINFO.

Ключевые слова: инсульт, виртуальная реальность, реабилитация.

Poverennova IE, Zakharov AV, Khivintseva EV, Lakhov AS, Sheludiakova DK. **The use of virtual reality in the rehabilitation of stato-locomotor function after acute stroke (review). Saratov Journal of Medical Scientific Research 2020; 16 (1): 363–367.**

The review presents the results of studies evaluating the effectiveness and safety of rehabilitation using virtual reality to restore stato-locomotor function in patients at different periods after suffering an acute cerebrovascular accident. The analysis of works published for the period 2011–2019 and available for study according to the main scientific databases: MEDLINE (Ovid), Amed, EMBASE, CINAHL and PsycINFO.

Key words: stroke, virtual reality, rehabilitation.

В настоящее время острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) является одной из основных причин смерти и инвалидизации не только в России, но и во всем мире [1, 2]. Последствия перенесенного инсульта могут включать в себя двигательные и сенсорные нарушения, а также нарушение высших корковых функций. Данные нарушения формируют выраженный неврологический дефицит, приводящий к стойкой инвалидизации. Наибольшее восстановление утраченных функций после развившегося инсульта наблюдается в течение первых нескольких недель. В дальнейшем скорость восстановления снижается, и процесс заканчивается формированием адаптации к неврологическому дефициту. Существует достаточно много подходов, направленных на восстановление утраченных функций, применяемых в различные периоды после ОНМК.

Использование технологий виртуальной реальности (ВР) является одним из перспективных методов реабилитации, который может включать различные виды воздействия, позволяя оказывать реабилитацию на разных этапах заболевания. Применение данной технологии позволяет также осуществлять дозированное воздействие, что делает процесс реабилитации более динамичным и максимально персонализированным.

Опираясь на определение виртуальной реальности как компьютерной интерактивной симуляции, позволяющей пользователю взаимодействовать с ее объектами, которые имитируют физические объекты и производимые ими ощущения, можно обосновать реализуемость главных задач, стоящих перед реабилитацией или абилитацией, при использовании средств реабилитации. Моделирование виртуальных сред позволяет не только восстанавливать утраченные функции, но и формировать новые навыки у реабилитируемых или абилитируемых, что делает возможным применение ВР на различных этапах заболевания.

Основными свойствами, характеризующими виртуальную реальность, являются погружение (иммерсия) и степень присутствия. Под погружением подразумевается степень восприятия пользователем того, что он находится в виртуальной среде, а не в реальном мире. Данный параметр определяется качеством симуляции. Присутствие характеризуется субъективным ощущением восприятия и реагирования на симуляцию как на события реального мира. Данный параметр зависит уже не только от качества стимуляции и мультисенсорного воздействия на реабилитируемого, но и от решаемой в симуляции задачи, а также от самого пользователя. Стимуляция присутствия достигается постановкой перед реабилитируемым задачи, которую можно неоднократно повторять, изменять процесс выполнения или ее сложность, что является ключевым моментом в успешности достижения результатов нейрореабилитации [3, 4]. На данный момент доказательная база относительно активации процесса нейропластичности при использовании ВР активно формируется.

Отдельные исследования продемонстрировали изменения в моторной коре головного мозга в виде ее активации. Например, активация моторной коры у пациентов после инсульта возникала на фоне формирования дискордантной обратной связи на основе ВР [5]. При этом визуальная обратная связь в ВР, сформированная наблюдением за конечностью без пареза, демонстрировала активацию ипсилатеральной коры, что дает предпосылки для восстановления движения в парализованной конечности, основанного на компенсаторной активации сохранных участков коры головного мозга. Следует отметить, что данные исследования выполнены только для верхней конечности [6]. На текущем этапе можно выделить несколько научных обзоров, в которых проводился анализ эффективности ВР в реабилитации после инсульта [7, 8]. Кроме того, увеличивается количество исследований, посвященных оценке возможностей ВР в реабилитации, что, очевидно, связанно с доступностью данной технологии для массового использования.

Основные исследования посвящены оценке эффективности ВР в реабилитации функции верхней конечности, при этом недостаточно освещенными остаются вопросы оценки влияния ВР на походку или функцию равновесия. Проводить клинические исследования, оценивающие эффекты иммерсивных ВР на фоне других программ реабилитации, достаточно сложно, так как, во-первых, использующиеся традиционные методы реабилитации достаточно разнообразны, а во-вторых, наблюдаются значительные отличия в самих ВР, часть из которых является исследовательским инструментом, а другие — коммерческим продуктом для игровой индустрии, не предусматривающим реализацию задач, стоящих перед реабилитацией. Наконец, в-третьих, ВР среды имеет трудно отслеживаемые характеристики иммерсии погружения, позволяя оценивать качество только субъективными тестами. Исключительным эффектом достижения максимальной иммерсии обладают ВР симуляции, использующие в качестве биологической обратной связи интерфейсы «человек — компьютер» или «мозг — компьютер», позволяя манипулировать объектами ВР среды. Данные обстоятельства не позволяют использовать ВР в качестве самостоятельного, самодостаточного средства реабилитации. Вкупе с большим разнообразием средств реабилитации и, как правило, отсутствием мультицентрового подхода к изучению клинических эффектов оценка «чистого» вклада технологии ВР в общий эффект реабилитации невозможна.

Проведен анализ статей, доступных для изучения, за 2011–2019 гг. в общедоступных научных базах: MEDLINE (Ovid), Amed, EMBASE, CINAHL и PsycINFO. Значительный рост числа исследований отмечен в течение примерно двух лет: за это время опубликовано 35 новых рандомизированных контролируемых исследований. В качестве основных тестов для оценки статолокомоторной функции в этих исследованиях использованы следующие: скорость ходьбы; тест «встань и иди» — test Up-and-Go (TUG);

Ответственный автор — Захаров Александр Владимирович
Тел.: +7 (917) 1620301
E-mail: zakharov1977@mail.ru

оценка функции равновесия на основании анализа постурографии, проводимой с помощью компьютерной стабилометрии. В качестве вторичных целей в нескольких исследованиях проводилась оценка качества жизни с помощью опросников SF-36, E5D. В качестве систем для реабилитации использованы Playstation EyeToy, Nintendo Wii, Microsoft Kinect, игровые приставки, GestureTek IREX, комплекс Armeo, CAREN. Наряду с этим, авторы попытались ответить на вопрос о продолжительности реабилитации для получения достоверного клинического эффекта и об определении сроков, когда реабилитационные мероприятия оказывают максимальную эффективность. Все исследования включали оценку нежелательных явлений и устанавливали их связь с использованием реабилитации, применяющей технологии ВР.

Результаты проведенного анализа продемонстрировали неоднозначный эффект использования технологии ВР для улучшения динамики статолокомоторной функции у пациентов с ОНМК, оцениваемой с помощью тестов. Судя по результатам проведенного анализа, влияние ВР на статолокомоторную функцию, а именно на скорость ходьбы, не является существенным, по данным ряда исследований [9–11]. Влияние виртуальной реальности на скорость ходьбы, по данным, полученным при анализе результатов исследований, не превышало 10% от исходной, при этом увеличение скорости наблюдалось в пределах MD 0,09, 95% CI от –0,04 до –0,22. Данные изменения свидетельствуют о низком уровне доказательности влияния занятий в ВР на увеличение скорости ходьбы в процессе реабилитации.

Тест TUG показал статистически значимое различие между группой пациентов, получавших дополнительно занятия в ВР, и пациентами группы сравнения, занимавшимися только по традиционной реабилитационной программе. Различия между группами составили: MD –4,76, 95% CI от –8,91 до –0,61 [11, 12].

Влияние на функцию равновесия, оцениваемую по данным динамики стабилометрических показателей, продемонстрировало положительный эффект дополнительных занятий с использованием виртуальной реальности: MD 0,39, 95% CI от –0,09 до 0,86 [9, 12]. Таким образом, дополнительные занятия в ВР оказывали в целом положительное влияние на восстановление статолокомоторной функции у пациентов после перенесенного ОНМК.

Сохранение достигнутых положительных результатов реабилитации считается одним из важных параметров оценки ее эффективности, так как именно отдаленные результаты служат показателем того, что эти изменения выступают очевидным проявлением процесса нейропластичности, при этом минимальным сроком стойкости достигнутых результатов считаются 3 месяца после окончания курса реабилитации.

Относительно скорости ходьбы часть исследований продемонстрировали незначительную, но положительную динамику: MD 0,08, 95% CI от –0,05 до 0,21 [13, 14]. Более выраженный эффект наблюдался в отношении скорости выполнения теста TUG и теста на функцию равновесия, динамика по которым составила: MD –4,76, 95% CI от –8,91 до –0,61 [15, 16] и MD 0,59, 95% CI от 0,28 до 0,90 соответственно [13, 14, 16].

Отдельно изучалось влияние длительности занятий на достигаемый реабилитационный эффект. Оцениваемые исследования были разделены на исследования эффектов реабилитации в ВР с общей длительностью занятий менее или более 10 часов. Ношение шлема ВР сопряжено с определенными трудностями, так как современные устройства трудно назвать компактными. Кроме того, интенсивность визуальной информации не дает возможности проводить занятия более 30 минут, не вызывая возникновения таких побочных реакций, как головная боль и головокружение. Влияние общей продолжительности занятий более 10 часов не продемонстрировало существенного улучшения на конечный результат реабилитации относительно группы пациентов, в которой продолжительность занятий составила менее 10 часов на весь курс реабилитации: MD 0,12, 95% CI от –0,03 до 0,28 и MD 0,01, 95% CI от –0,22 до 0,24 [11] соответственно.

Отдельные исследования включали изучение способности восстановления сложных двигательных навыков, успешность выполнения которых требовала определенного уровня когнитивной нагрузки. Так, в ряде работ оценивалась способность пациента после перенесенного ОНМК к вождению транспортного средства. В данных исследованиях участвовали пациенты, которые до наступления ОНМК управляли транспортным средством. В группе пациентов, получающих занятия в ВР, значительно улучшились показатели управления транспортным средством на симуляторе относительно группы пациентов, получавших только стандартную реабилитацию (p=0,005). Оценка проводилась с помощью теста практической готовности к вождению (Test Ride for Investigating Practical fitness to drive checklist). Кроме того, 73% пациентов из группы, получавших занятия в ВР, по сравнению с 42% из группы пациентов, проходивших реабилитацию с акцентом на выполнение когнитивных задач, связанных с вождением, были оценены экспертами по вождению как «пригодные к вождению» через 6 месяцев реабилитации. Однако через 5 лет между группами не было значительных различий в отношении «пригодности к вождению», по данным теста практической готовности к вождению [17].

В группе реабилитируемых, получавших дополнительные занятия с использованием ВР, отмечались умеренные эффекты на повседневную активность и качество жизни — SMD 0,92, 95% CI от 0,04 до 1,81 [18, 19]. В одном из исследований [20] продемонстрировано значительное положительное влияние реабилитации в ВР на физическую активность, по данным опросника SF-36.

Большинство исследований не зарегистрировали каких-либо нежелательных явлений, возникших в ходе проводимой реабилитации с использованием ВР, которые могли бы быть причиной ее отмены. В немногочисленных исследованиях сообщалось о единичных случаях транзиторных эпизодов (головокружение, головная боль, повышение артериального давления), не требовавших назначения терапии, при этом определить явную связь данных нежелательных явлений с использованием ВР не удалось, так как они не изменялись по своей частоте и выраженности относительно применения ВР.

На данный момент можно утверждать, что реабилитация с использованием ВР не имеет высокого уровня доказательности своего преимущества относительно традиционных способов реабилитации. Однако существуют как отдельные исследования, так и невысокого уровня надежности результаты

мета-анализов, демонстрирующих эффективность ВР в качестве адъювантного метода, позволяющего улучшить результаты традиционной реабилитации статолокомоторной функции у пациентов после ОНМК. С достаточной уверенностью можно говорить о высоком уровне безопасности занятий в ВР и о положительном влиянии на повседневную активность и качество жизни пациентов. Несмотря на более высокие показатели эффектов реабилитации у пациентов с длительностью занятий в общей сложности более 10 часов, статистически достоверной разницы с достигаемыми эффектами при менее продолжительном курсе реабилитации получено не было, но на данный момент говорить о высоком уровне надежности отсутствия данных различий не следует, так как анализируемые исследования имели высокий уровень гетерогенности.

Несмотря на полученный положительный эффект при осуществлении сложных профессиональных навыков, сопряженных с выполнением когнитивных задач, утверждение об ускорении обучения в ВР на данный момент неправомочно. У исследователей недостаточно доказательств того, что обучение в виртуальной среде соответствует эффективности, получаемой при взаимодействии с физическим миром. Причина этому — малое количество исследований на данную тему, а также их высокая гетерогенность. Кроме того, поскольку системы симуляции ВР могут сильно различаться (от недорогих коммерческих игровых консолей до дорогостоящих исследовательских систем), нет однозначного мнения, какие параметры, характеризующие ВР (иммерсия или присутствие), являются наиболее важными для достижения максимального реабилитационного эффекта. Проведенный анализ, а также результаты других сравнительных исследований не дают ответа на вопрос, какие программы ВР превосходят другие и по каким параметрам.

Отсутствие побочных эффектов (включая укачивание, тошноту, головную боль), имеющих высокую вероятность связи с использованием ВР, позволяет предположить, что эти факторы не должны вызывать серьезной обеспокоенности при их появлении и, что самое важное, данные методики могут быть использованы у пациентов, имеющих определенные противопоказания для занятий традиционными методами реабилитации, особенно в раннем периоде после ОНМК. Однако выраженность этих нежелательных явлений может варьироваться в зависимости от программного обеспечения виртуальной реальности и особенностей самого пациента.

В дальнейшей перспективе при построении исследований и формировании доказательной базы следует обратить внимание на уменьшение гетерогенности между исследованиями. Влияние факторов ВР должно быть изучено с точки зрения реабилитационных эффектов и призвано доказать возросшую эффективность обучения в ВР по сравнению с обучением в физическом мире. Можно предположить, что ВР среды способна в первую очередь решать задачи реабилитации сложных двигательных моторных навыков, выполнение которых с использованием традиционных методов реабилитации невозможно или затруднительно по причине тяжелого состояния пациента или трудностей технической реализации.

Отдельным пунктом продолжающихся исследований должна стать оценка долгосрочных эффектов и возможности проходить реабилитацию дистанционно, под удаленным контролем, увеличивая длительность курсов реабилитации. Удаленный контроль проводимой реабилитации будет обеспечивать более активное масштабирование технологии и снизит нагрузку на медицинский персонал. Занятия в ВР не могут ограничиваться только восстановлением двигательной, в частности статолокомоторной функции, но должны быть направлены и на восстановление когнитивной функции за счет больших возможностей моделирования симуляций, требующих активации когнитивных функций. При этом данные симуляции могут быть различного уровня — как бытового, так и более сложного, профессионального уровня.

Таким образом, реабилитация с использованием технологии ВР демонстрирует значительные перспективы в двигательной и когнитивной реабилитации пациентов с различной патологией центральной нервной системы. Возможность моделировать и оказывать дозированное реабилитационное воздействие может использоваться практически на всех этапах реабилитации. Высокая безопасность технологии позволяет применять данный способ реабилитации в амбулаторных условиях, с минимальным контролем врачебного персонала.

Конфликт интересов не заявлен.

References (Литература)

1. Feigin VL, Forouzanfar MH, Krishnamurthi R, et al. Global and regional burden of stroke during 1990–2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010. Lancet 2014; 383: 245–55.
2. Go AS, Mozaffarian D, Roger VL, et al. Heart disease and stroke statistics — 2014 update: a report from the American Heart Association. Circulation 2014; 129: e28-e292.
3. Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation. Lancet 2011; 377 (9778): 1693–702.
4. Veerbeek JM, Van Wegen E, Van Peppen R, et al. What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. PLoS ONE 2014; 9 (2): e87987.
5. Tunik E, Saleh S, Adamovich SV. Visuomotor discordance during visually guided hand movement in virtual reality modulates sensorimotor cortical activity in healthy and hemiparetic subjects. IEEE Transactions in Neural System Rehabilitation Engineering 2013; 21 (2): 198–207.
6. Saleh S, Adamovich SV, Tunik E. Mirrored feedback in chronic stroke: recruitment and effective connectivity of ipsilesional sensorimotor networks. Neurorehabilitation and Neural Repair 2014; 28 (4): 344–54.
7. Darekar A, McFadyen BJ, Lamontagne A, Fung J. Efficacy of virtual reality-based intervention on balance and mobility disorders post-stroke: a scoping review. Journal of Neuroengineering in Rehabilitation 2015; 10 (12): 46.
8. Lohse K, Hilderman CGE, Cheung KL, et al. Virtual reality therapy for adults post-stroke: a systematic review and meta-analysis exploring virtual environments and commercial games in therapy. PLoS ONE 2014; 9 (3): e93318.
9. Llorens R, Albiol S, Gil-Gomez J, et al. Balance rehabilitation using custom-made Wii Balance Board exercises: clinical effectiveness and maintenance of gains in an acquired brain injury population. International Journal on Disability and Human Development 2014; 13 (3): 327–32.
10. Mirelman A, Pattriti B, Bonato P, Deutsch J. Effects of virtual reality training on gait biomechanics of individuals post-stroke. Gait and Posture 2010; 31 (4): 433–7.
11. Song GB, Park EC. Effect of virtual reality games on stroke patients' balance, gait, depression, and interpersonal relationships. Journal of Physical Therapy Science 2015; 27 (7): 2057–60.
12. Hung JW, Chou CX, Hsieh YW, et al. Randomized comparison trial of balance training by using exergaming and conventional weight-shift therapy in patients with chronic stroke. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 2014; 95 (9): 1629–37.

13. Bower K, Louie J, Landesrocha Y, et al. Clinical feasibility of interactive motion-controlled games for stroke rehabilitation. Journal of Neuroengineering and Rehabilitation 2015; 12: 63.
14. Xiang X, Yu-rong M, Jiang-li Z, et al. Virtual reality enhanced body weight supported treadmill training improved lower limb motor function in patients with cerebral infarction. Chinese Journal of Tissue Engineering Research 2014; 18 (7): 1143–8.
15. Ko YJ, Ha HG, Bae YH, Lee WH. Effect of space balance 3D training using visual feedback on balance and mobility in acute stroke patients. Journal of Physical Therapy Science 2015; 27 (5): 1593–6.
16. Lee CH, Kim Y, Lee BH. Augmented reality-based postural control training improves gait function in patients with stroke: randomized controlled trial. Hong Kong Physiotherapy Journal 2014; 32 (2): 51–7.
17. Akinwuntan A, Devos H, Verheyden G, et al. Retraining moderately impaired stroke survivors in driving-related visual attention skills. Topics in Stroke Rehabilitation 2010; 17 (5): 328–36.
18. Barcala L, Grecco LAC, Colella F, et al. Visual biofeedback balance training using Wii Fit after stroke: a randomized controlled trial. Journal of Physical Therapy Science 2013; 25 (8): 1027–32.
19. Shin JH, Ryu H, Jang SH. A task-specific interactive game based virtual reality rehabilitation system for patients with stroke: a usability test and two clinical experiments. Journal of Neuroengineering and Rehabilitation 2014; 11: 32.
20. da Fonseca EP, da Silva Ribeiro N, Pinto EB. Therapeutic effect of virtual reality on post-stroke patients: randomized clinical trial. Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases 2017; 26 (1): 94–100.

УДК 616.12–008.46-08-053.9 Оригинальная статья

КОМПЛЕКСНАЯ КОРРЕКЦИЯ КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ СТАРШИХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП

М. А. Покачалова *— ФГБОУ ВО «Воронежский ГМУ им. Н. Н. Бурденко» Минздрава России, Институт дополнительного профессионального образования, аспирант кафедры физической и реабилитационной медицины, гериатрии;* ***М. В. Силютина —*** *ФГБОУ ВО «Воронежский ГМУ им. Н. Н. Бурденко» Минздрава России, Институт дополнительного профессионального образования, доцент кафедры физической и реабилитационной медицины, гериатрии, кандидат медицинских наук;* ***А. В. Чернов —*** *ФГБОУ ВО «Воронежский ГМУ им. Н. Н. Бурденко» Минздрава России, Институт дополнительного профессионального образования, заведующий кафедрой физической и реабилитационной медицины, гериатрии, профессор, доктор медицинских наук.*

COMPREHENSIVE CORRECTION OF COGNITIVE IMPAIRMENT IN PATIENTS OF OLDER AGE GROUPS WITH CHRONIC HEART FAILURE

M. A. Pokachalova *— Voronezh State Medical University n. a. N. N. Burdenko, Institute of Continuing Professional Education, Graduate Student of Department of Physical and Rehabilitation Medicine, Geriatrics;* ***M. V. Silyutina —*** *Voronezh State Medical University n. a. N. N. Burdenko, Institute of Continuing Professional Education, Associate Professor of Department of Physical and Rehabilitation Medicine, Geriatrics, PhD;* ***A. V. Chernov*** *— Voronezh State Medical University n. a. N. N. Burdenko, Institute of Continuing Professional Education, Head of Department of Physical and Rehabilitation Medicine, Geriatrics, Professor, DSc.*

Дата поступления — 05.02.2020 г. Дата принятия в печать — 05.03.2020 г.

Покачалова М. А., Силютина М. В., Чернов А. В. **Комплексная коррекция когнитивных нарушений при хронической сердечной недостаточности у пациентов старших возрастных групп. Саратовский научно-медицинский журнал 2020; 16 (1): 367–371.**

Цель: выявить особенности изменения когнитивных функций (КФ) и системных гемодинамических эффектов у пациентов старших возрастных групп с хронической сердечной недостаточностью (ХСН) при различных схемах лечения, включая применение низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) и акатинола мемантина. *Материал и методы.* Исследование проводилось на базе кардиологического отделения НУЗ ДКБ Воронежа при непосредственной консультации неврологов: 120 пациентов обоего пола (средний возраст 77,3±2,2 года) с ХСН. НИЛИ проводили на аппарате низкоинтенсивного магнитолазерного излучения «Мустанг-2000». Для оценки КФ использовались следующие шкалы: Монреальская (МоСА), краткое исследование психического состояния (MMSE), батарея лобных тестов. *Результаты.* У пациентов старших возрастных групп с ХСН, получающих комбинированную терапию с применением НИЛИ, наблюдается улучшение КФ и качества жизни, отмечается положительная динамика показателей внутрисердечной гемодинамики, характеризующих процессы диастолической функции миокарда левого желудочка, через 6 месяцев от начала лечения. *Заключение.* Наилучшее восстановление КФ происходит при комплексной терапии с использованием НИЛИ.

Ключевые слова: когнитивные нарушения, низкоинтенсивное лазерное излучение, пациенты старших возрастных групп, хроническая сердечная недостаточность.

Pokachalova MA, Silyutina MV, Chernov AV. **Comprehensive correction of cognitive impairment in patients of older age groups with chronic heart failure. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2020; 16 (1): 367–371.**

Objective: to identify the features of changes in cognitive functions (CF) and systemic hemodynamic effects in patients of older age groups with chronic heart failure (CHF) in various treatment regimens, including the use of low-intensity laser radiation (LILR) and akatinol memantine. *Material and Methods*. The study was conducted on the basis of the Cardiology Department of the NKZ DKB with direct consultation of neurologists: 120 patients of both sexes (average age 77.3±2.2 years) with heart failure. LILR was carried out on a Mustang-2000 low-intensity magnetic laser radiation apparatus. The following scales were used to assess CF: Montreal Cognitive Assessment (MoCA); Mini-Mental State Examination (MMSE); Frontal Assessment Batter (FAB). *Results.* Patients of older age groups with heart failure receiving combination therapy using LILR have an improvement in CF and quality of life, there is a positive trend in intracardiac hemodynamics, characterizing the processes of diastolic function of the left ventricular myocardium, 6 months after the start of treatment. *Conclusion.* The best recovery of CF occurs with complex therapy using LILR.

Key words: quality of life, cognitive impairment, low-intensity laser radiation, patients of older age groups, chronic heart failure.