

© Коллектив авторов
УДК 616.831-005:004.946
DOI – https://doi.org/10.24412/2304-0343-2024_3_59

ВЛИЯНИЕ ПОСТИНСУЛЬТНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИММЕРСИВНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПАЦИЕНТОВ

¹Туровина Е.Ф., ^{1,2}Плотников Д.Н.

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Тюмень, Россия

²Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Тюменской области «Областная больница №23», г. Ялуторовск, Россия

IMPACT OF POST-STROKE REHABILITATION USING IMMERSIVE AND AUGMENTED VIRTUAL REALITY ON THE PSYCHO-EMOTIONAL STATE OF THE PATIENTS

¹Turovinina E.F., ²Plotnikov D.N.

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Tyumen State Medical University" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Tyumen, Russia

²State Budgetary Healthcare Institution of Tyumen Region "Regional Hospital No. 23," Yalutorovsk, Russia

РЮЗЮМЕ

Цель исследования: оценить влияние постинсультной реабилитации с применением иммерсивной и дополненной виртуальной реальности в остром периоде на психоэмоциональное состояние пациентов.

Материалы и методы: проведена оценка тревожно-депрессивного состояния 3х групп пациентов (n=90). Во всех трех группах проводилась комплексная реабилитация согласно клиническим рекомендациям Минздрава России. Основная группа (1) с применением иммерсивной виртуальной реальности (ВР) «ВИАРР100» с биологической обратной связью (БОС) (n=30). Группа сравнения (2) без иммерсивной ВР, только с дополненной реальностью с БОС (n=30). Контрольная группа без иммерсивной ВР и без БОС (n=30).

Результаты: наиболее значимое снижение тревоги и выраженность депрессии определено в группе с ВР и БОС. Получена положительная динамика в снижении доли лиц с выраженными когнитивными нарушениями во всех группах реабилитации. Лучшая положительная динамика определена в группе, где в реабилитацию была включена иммерсивная виртуальная реальность и дополненная реальность с биологической обратной связью.

Заключение: в остром периоде постинсультной реабилитации включение инновационных методов ВР и БОС влияет на психоэмоциональный статус пациентов и восстановления их когнитивных функций.

Ключевые слова. Реабилитация; инсульт; виртуальная реальность, психологические шкалы.

ABSTRACT

The aim of the study is to assess the impact of post-stroke rehabilitation using immersive and augmented virtual reality in the acute period on the psychoemotional state of the patients.

Materials and Methods: The article reflects the results of the assessment of anxiety-depressive condition of the patients from 3 groups (n=90). In all three groups there was comprehensive rehabilitation in accordance with the clinical recommendations of the Russian Ministry of Healthcare. The main group (1) used immersive virtual reality (VR) «VIARR100» with biological feedback (BFB) (n=30). The group of comparison (2) had only augmented virtual reality with BFB (n=30) without immersive VR. The control group used neither immersive VR nor BFB (n=30).

Results: The most significant reduction of anxiety and severity of depression was noticed in the group with virtual reality and biological feedback. Positive dynamics was obtained in reducing the proportion of people with severe cognitive impairment in all rehabilitation groups. The best positive dynamics was determined in the group where immersive virtual reality and augmented reality with biofeedback were included in rehabilitation.

Conclusion: In the acute period of post-stroke rehabilitation, the inclusion of innovative methods of virtual reality and biological feedback affects the psycho-emotional status of patients and the severity of restoration of their cognitive functions.

Key words. Rehabilitation; stroke; virtual reality, psychological scales.

Для цитирования: Туровина Е. Ф., Д.Н. Плотников. ВЛИЯНИЕ ПОСТИНСУЛЬТНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИММЕРСИВНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПАЦИЕНТОВ. Курортная медицина. 2024; 3: 59-64 DOI – https://doi.org/10.24412/2304-0343-2024_3_59

For citation: Turovinina E.F., Plotnikov D.N. IMPACT OF POST-STROKE REHABILITATION USING IMMERSIVE AND AUGMENTED VIRTUAL REALITY ON THE PSYCHO-EMOTIONAL STATE OF THE PATIENTS. Resort medicine. 2024; 3: 59-64 DOI – https://doi.org/10.24412/2304-0343-2024_3_59

Острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) является самым инвалидизирующим заболеванием во всем мире. Клинические проявления ОНМК проявляются с первых минут от начала болезни, наблюдаются нарушение двигательных, умственных, эмоциональных и поведенческих функций. Пациенты испытывают ощущение беспомощности и зависимость от окружающих. Частота тревожных расстройств у больных, перенесших инсульт, может достигать 60-70%, а в популяции может не превышать 15% [1,2]. Депрессивные состояния наблюдаются у 25-50% больных с церебральным инсультом. Постинсультная депрессия на 50% увеличивает риск летального исхода в восстановительном периоде [2]. Абсолютным противопоказанием к реабилитации является отсутствие мотивации пациента. Для этого в первичных сосудистых отделениях в работе мультидисциплинарных команд большую роль отводят медицинскому психологу. Комплексный подход в реабилитации пациентов помогает переоценке существующих у них ценностей, это снижает негативные переживания. А.А. Шмонин отмечает, что психологическое сопровождение в процессе реабилитации снижает уровень тревожности и нивелирует негативные психоэмоциональные состояния [3].

С каждым годом происходит внедрение новых инновационных методов лечения и реабилитации пациентов с ОНМК. Одним из таких методов является применение биологической обратной связи с виртуальной реальностью [4]. Виртуальная реальность в комплексе реабилитационных мероприятий может быть тоже разной, либо полная иммерсия, либо вариант дополненной реальности. Это новый метод, действие которого еще предстоит изучить.

Цель исследования: оценить влияние постинсультной реабилитации с применением иммерсивной и дополненной виртуальной реальности в остром периоде на психоэмоциональное состояние пациентов.

Материалы и методы исследования. Исследование проведено одноцентровым проспективным методом с использованием рандомизации на базе первично-сосудистого отделения - неврологии №3 ГБУЗ ОБ№23 Тюменской области. В данной статье отражены результаты оценки тревожно-депрессивного состояния 3х групп пациентов. Во всех трех группах проводилась комплексная реабилитация, включающая медикаментозную терапию, лечебную физкультуру и работу психолога согласно клиническим рекомендациям Минздрава России. Различие состояло в применении виртуальной реальности. Основная группа (1) с применением иммерсивной виртуальной реальности (ВР) «ВИАРР100» с биологической обратной связью (БОС) (n=30). Группа сравнения (2) без иммерсивной ВР, только с дополненной реальностью с БОС «Перчатка Аника» (n=30). Контрольная группа без иммерсивной ВР и без БОС (n=30).

Применяемая в основной группе (1) ВР основана на полной иммерсии пациента в очках-шлеме Pico-4, где осуществляется визуализация имитации движения на велосипеде (программа ВИАРР100) в сочетании с велокинетическими занятиями на роботизированном тренажере [5]. Генерация изображения происходит на серо-голубом фоне. Пациент видит велосипедный руль вместе с руками на нем, набегающую дорожку с разметкой посередине. Начало занятий ВР и/или БОС начинается после стабилизации состояния и завершения острейшего периода с третьих суток, продолжительность курса реабилитации 10 дней. Время занятия с ВР – 15 минут. Критерии включения и не включения были соблюдены в соответствии с разрешением этического комитета Тюменского ГМУ от 09.01.2021.

Критерии включения: пациенты в возрасте от 18 лет до 70 лет мужчины и женщины, с впервые возникшим ОНМК, имеющие двигательные нарушения умеренной степени выраженности в нижних

конечностях 3 балла и меньше, (согласно шкале оценки мышечной силы Британского совета медицинских исследований); отсутствие у пациентов применения тромболитической терапии; оценка по шкале реабилитационной маршрутизации (ШРМ) менее 6 баллов.

Критерии невключения: пациенты с когнитивными нарушениями со снижением балла по Монреальской шкале оценки когнитивных функций (MoCA) менее 24 баллов; наличие сопутствующих неврологических и соматических заболеваний, формирующих двигательные нарушения различной степени выраженности; применение тромболитической терапии. Пациенты с оценкой по ШРМ 6 баллов. Пациенты с нарушением зрения. Пациенты в остром психозе.

Всего в исследование включено 90 пациентов (Таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика пациентов, включенных в исследование

Основные характеристики		Основная группа с применением ВР (n=30)	Группа сравнения с дополненной реальностью с БОС (n=30).	Контрольная группа без ВР и БОС (n=30).
Пол	Мужчины	15 (50%)	24 (80%)	21 (70,0%)
	Женщины	15 (50%)	6 (20%)	9 (30%)
Возраст (среднее±SD, min, max)		56,1 ± 13,9 [34; 70]	55,9 ± 11,1 [39; 67]	54,2 ± 12 [28; 66]

Степень выраженности тревожно-депрессивных нарушений оценивалась по госпитальной шкале тревоги и депрессии HADS, краткой шкале оценки психического статуса, когнитивные нарушения оценивались по шкале MoCA.

Интерпретация по краткой шкале оценки психического статуса: 25-30 баллов – недементные когнитивные расстройства или норма; 24 балла и менее – деменция (ориентировочно 20-24 балла – деменция легкой степени выраженности; 11-19 баллов – деменция умеренной степени выраженности; 0-10 баллов – тяжелая деменция).

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ Statistics version 23, программного обеспечения MS Excel 2000 (Microsoft). Для оценки нормальности распределения, с учетом малой выборки, использован критерий Шапиро-Уилка. По данному критерию показатели преимущественно соответствовали непараметрическому распределению, поэтому в тексте и таблицах представлены в виде Me [5P;95P] – медиана, 5 и 95 перцентили. Отсутствие достоверных различий клинично-функциональных показателей между группами и подгруппами проверено непараметрическим критерием Манна-Уитни. Статистически значимые различия количественных данных в связанных выборках определены непараметрическим критерием Вилкоксона (Wilcoxon signed-rank test) при доверительном интервале (ДИ) 95%, с уровнем достоверности $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. На основании полученных результатов можно предполагать об изменяющемся психоэмоциональном состоянии пациентов в ходе проведения исследования. Так, в оценках «части 1 госпитальной шкалы тревоги и депрессии», у основной группы пациентов отмечается более устойчивый эмоциональный фон, снижение показателя напряжения в ходе реабилитационных мероприятий, у многих отсутствуют беспокойные мысли и страхи, связанные с заболеванием, а после завершения всех мероприятий пациенты отмечают, что стали ощущать себя спокойнее, могут легко присесть и расслабиться. В группе сравнения также видны изменения в лучшую сторону, но на минимальном уровне, им было труднее совладать с беспокойством и напряжением в ходе процесса восстановления.

При анализе части 2 госпитальной шкалы тревоги и депрессии определено минимальное различие по результатам групп. Так как инсульт значительно сказывается на повседневной деятельности и образе жизни всех пациентов, рассматриваются различные варианты состояний

дистресса: деморализация от длительных страданий, реакция на потерю здоровья (горе), склонность недооценивать себя (снижение самооценки), пессимистичный взгляд в будущее [5, 6, 7, 8, 9]. Пациенты основной группы на ВР реабилитации отметили у себя вновь возникшую способность рассмеяться или снова получить удовольствие от любимой деятельности, многие пациенты снова начали, как и прежде, следить за своей внешностью, испытывать бодрость.

Таблица 2 – Степень выраженности тревожно-депрессивной симптоматики на фоне реабилитации

	Основная группа (1) с применением ВР (n=30)	Группа (2) сравнения с дополненной реальностью с БОС (n=30).	Контрольная группа без ВР и БОС (n=30).	Коэффициент Значимости p ¹ – между Группой 1 и 2 p ² – между группой 2 и контрольной
Госпитальная шкала тревоги и депрессии HADS Часть 1				
На 3 день	5,9± 4,1	5,8±4	4,4±3,8	p ¹ > 0,05; p ² <0,05
Через 10 дней после начала реабилитации	4,1± 3,8	5,2±3,9	3,7±3,4	p ¹ < 0,05; p ² <0,05
Госпитальная шкала тревоги и депрессии HADS Часть 2				
На 3 день	2,5± 2,5	2,7±2,9	3,0 ±3,3	p ¹ > 0,05; p ² >0,05
Через 10 дней после начала реабилитации	2,0± 2,7	2,8±3,3	1,7±2,6	p ¹ < 0,05; p ² <0,05
Краткая шкала оценки психического статуса				
На 3 день	21,2 ±7,6	19,7±8,2	20,5±9,1	p ¹ > 0,05; p ² >0,05
Через 10 дней после начала реабилитации	24,4±6,1	22,3±7,8	22,8±7,3	p ¹ < 0,05; p ² >0,05
Шкала MoCA				
На 3 день	21,7±7,7	19,8±8	20±9	p ¹ > 0,05; p ² >0,05
Через 10 дней после начала реабилитации	24,0±6,3	22±8	22,4±7,3	p ¹ > 0,05; p ² >0,05

Таблица 3 – Результаты диагностики уровней когнитивных нарушений

Уровни когнитивных нарушений	Основная группа с применением ВР (n=30)		Группа сравнения с дополненной реальностью с БОС (n=30)		Контрольная группа без ВР и БОС (n=30)	
	До	После	До	После	До	После
Отсутствуют	1 (3,3%)	7 (23,4%)	1 (3%)	3 (10%)	3 (10%)	5 (16%)
Легкие	16 (53,3%)	14 (46,6%)	12 (40%)	16 (53,3%)	9 (30%)	13 (43,3%)
Умеренные	5 (16,6%)	6 (20%)	9 (30%)	5 (16,6%)	12 (40%)	8 (26,6%)
Выраженные	8 (26,6%)	3 (10%)	8 (26,6)	6 (20%)	6 (20%)	4 (13,3%)

Необходимо отметить, что по краткой шкале оценки психического статуса и шкале MoCA у пациентов основной группы были определены следующие показатели – у 3,3% отсутствовали когнитивные нарушения, 53,3% имели легкие когнитивные нарушения, 16,6% умеренные, а 26,6% испытуемых выраженные когнитивные нарушения. У группы сравнения без ВР распределение результатов по показателям следующие: 40% испытуемых имеют легкие когнитивные нарушения, 30% умеренные, 26,6% имеют выраженные когнитивные нарушения и лишь у 3,3 % испытуемых

отсутствуют когнитивные нарушения. Контрольная группа без ВР и БОС – у 10% отсутствовали когнитивные нарушения, 30% имели легкие когнитивные нарушения, 40% умеренные, а 20% испытуемых выраженные когнитивные нарушения.

Частые жалобы пациентов после инсульта – снижение памяти, неустойчивость внимания и нарушения ориентировки [10, 11, 12, 13, 14]. В ходе нашего исследования у основной группы до реабилитации отмечались значительные изменения в ориентировке - месте, времени и собственной личности. После реабилитации с ВР и БОС им легче ориентироваться в отделении и на местности в целом, а также отмечается повышение показателей памяти, что говорит о положительной динамике в ходе реабилитационного процесса. По завершению курса реабилитации отмечается улучшение когнитивных функций у большинства пациентов. В основной группе доля лиц без когнитивных нарушений увеличилась до 23,3%, а количество с выраженными нарушениями снизилось до 10%. В группе сравнения без ВР также есть положительный эффект в виде восстановления когнитивных функций, так, увеличилось число пациентов с легкими когнитивными нарушениями с 40% до 53,3%, а с выраженными нарушениями наоборот снизилось с 26,6% до 20%. В контрольной группе реабилитации без ВР и БОС число пациентов, у которых отсутствуют когнитивные нарушения, увеличилось с 10% до 16,6%, а количество пациентов с выраженными когнитивными нарушениями снизилось с 20% до 13,3%.

Заключение. Таким образом, по результатам тестов получена положительная динамика в снижении доли лиц с выраженными когнитивными нарушениями во всех группах реабилитации. Однако наиболее четкая положительная динамика определена в группе, где в реабилитацию была включена иммерсивная виртуальная реальность и дополненная реальность с биологической обратной связью. Наиболее значимое снижение тревоги и выраженность депрессии определено в группе с виртуальной реальностью и биологической обратной связью.

Выводы. В остром периоде постинсультной реабилитации включение инновационных методов виртуальной реальности и биологической обратной связи влияет на психоэмоциональный статус пациентов и выраженности восстановления их когнитивных функций.

Участие авторов: дизайн исследования – Е. Ф. Туровина; Д.Н. Плотников; сбор материалов – Д.Н. Плотников; Математическая обработка - Е. Ф. Туровина; методологическая поддержка, анализ полученных данных, редактирование - Е. Ф. Туровина; Д.Н. Плотников.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белкин А. А. Синдром последствий интенсивной терапии (ПИТ-синдром). Вопросы интенсивной терапии имени А.И. Салтанова. 2018; 2: 12-23.
2. Боголепова А. Н., Васенина Е. Е., Захаров В. В., Катунина Е. А., Левин О. С., Литвиненко И. В., Преображенская И. С., Фукалов Ю. А., Шкловский В. М., Цыган Н. В. Яхно Н. Н. Реабилитации высших психических функций у больных с очаговым поражением головного мозга: клинические рекомендации. М., 2018; 88 с.
3. Шмонин А. А., Мальцева М. Н., Мельникова Е. В., Иванова Г. Е. Биопсихосоциальная модель пациента с инсультом: роль факторов среды в реабилитации. Consilium Medicum. 2016; 18(2): 14-20.
4. Гусев Е. И., Коновалов А. Н., Скворцов В. И. Неврология: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018; 880 с.
5. Туровина Е. Ф., Копытов Д. Н., Плотников А. А. Автоматизированная система для нейрореабилитации "ВИАРР100". Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2022685148, 21.12.2022. Заявка №2022685306 от 21.12.2022.
6. Chen X, Liu F, Lin S. [et al.] Effects of virtual reality rehabilitation training on cognitive function and activities of daily living of patients with poststroke cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis. Arch Phys Med Rehabil. 2022; 103(7): 1422-1435. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2022.03.012> (date of access: 20.12.2023).
7. Михайлова А. А., Корчажкина Н. Б., Конева Е. С., Котенко К. В. Психокоррирующий эффект применения сочетанных методик медицинской реабилитации у пациентов, перенёсших ишемический инсульт. Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2020; 19(6): 380-383.

8. Корчажкина Н. Б., Голобородько Е. В., Капитонова Н. В., Петрова М. С. Применение комплексных немедикаментозных методов при синдроме хронической усталости. В сборнике: Санаторно-курортное оздоровление, лечение и реабилитация больных социально значимыми и профессиональными заболеваниями. 2012; С. 105-107.
9. Гильмутдинова Л. Т., Исеева Д. Р., Ямилова Г. Т., Гильмутдинов Б. Р., Назарова Э. М., Мустафин Х. М., Боговазова Л. Р., Ахмадуллин Р. Р. Применение лазеротерапии в комплексном лечении больных с дисциркуляторной энцефалопатией. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2012; 4: 56-58.
10. Назметдинова Д. Г., Обуховская В. Б. Особенности когнитивной и эмоционально-волевой сфер пациентов с постинсультными неврологическими нарушениями на разных этапах восстановительного лечения. Психолог. 2020; 1: 9-15. <https://www.doi.org/10.25136/2409-8701.2020.1.31680>
11. Iosa M, Morone G, Cherubini A, Paolucci S. The Three Laws of Neurorobotics: A Review on What Neurorehabilitation Robots Should Do for Patients and Clinicians. Journal of Medical and Biological Engineering. 2016; 36(1): 1-11. <https://doi.org/10.1007/s40846-016-0115-2> (date of access: 20.12.2023).
12. Jung H, Jeong J G, Cheong Y S, Nam T W, Kim J H, Park C H, Park E, Jung T D. The Effectiveness of Computer-Assisted Cognitive Rehabilitation and the Degree of Recovery in Patients with Traumatic Brain Injury and Stroke. J Clin Med. 2021; 7: 5728. <https://doi.org/10.3390/jcm10245728> (date of access: 20.12.2023).
13. Гильмутдинова Л. Т., Вечерова С. А., Талисов Р. Ф. Лечебная физкультура в реабилитации и профилактике нарушений мозгового кровообращения. Уфа, 2007; 102 с.
14. Шамалов Н. А., Хасанова Д. Р., Стаховская Л. В., Вознюк И. А., Янишевский С. Н., Виноградов О. И., Харитонов Т. В., Алякян Б. Г., Кандыба Д. В., Савелло А. В. Реперфузионная терапия ишемического инсульта. Клинический протокол. М., 2019; 80 с.

REFERENCES

1. Belkin A A. Intensive care sequelae syndrome (ICU syndrome). Voprosy intensivnoj terapii imeni A.I. Saltanova. 2018; 2: 12-23. (In Russian)
2. Bogolepova A N, Vasenina E E, Zaharov V V, Katunina E A. [et al.] Reabilitacii vysshih psicheskikh funkcij u bol'nyh s ochagovym porazheniem golovnogogo mozga: klinicheskie rekomendacii. M., 2018. (In Russian)
3. SHmonin A A, Mal'ceva M N, Mel'nikova E V, Ivanova G E. Biopsychosocial model of a patient with stroke: the role of environmental factors in rehabilitation. Consilium Medicum. 2016; 18(2): 14-20. (In Russian)
4. Gusev E I, Konovalov A N, Skvorcov V I. Nevrologiya: nacional'noe rukovodstvo. M.: GEOTAR-Media, 2018. (In Russian)
5. Turovinina E F, Kopytov D N, Plotnikov A A. Avtomatizirovannaya sistema dlya nejroreabilitacii "VIARR100". Svidetel'stvo o registracii programmy dlya EVM RU 2022685148, 21.12.2022. (In Russian)
6. Chen X, Liu F, Lin S. [et al.] Effects of virtual reality rehabilitation training on cognitive function and activities of daily living of patients with poststroke cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis. Arch Phys Med Rehabil. 2022; 103(7): 1422-1435. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2022.03.012> (date of access: 20.12.2023).
7. Mihajlova A A, Korchazhkina N B, Koneva E S, Kotenko K V. Psychocorrective effect of using combined methods of medical rehabilitation in patients who have suffered ischemic stroke. Fizioterapiya, bal'neologiya i reabilitaciya. 2020; 19(6): 380-383. (In Russian)
8. Korchazhkina N B, Goloborod'ko E V, Kapitonova N V, Petrova M S. Primenenie kompleksnyh nemedikamentoznyh metodov pri sindrome hronicheskoy ustalosti. [The conference proceeding] Sanatorno-kurortnoe ozdorovlenie, lechenie i reabilitaciya bol'nyh social'no znachimymi i professional'nymi zabollevanijami. 2012. (In Russian)
9. Gil'mutdinova L T, Iseeva D R, YAmilova G T, Gil'mutdinov B R. [et al.] The use of laser therapy in the complex treatment of patients with cerebrovascular insufficiency. Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. 2012; 4: 56-58. (In Russian)
10. Nazmetdinova D G, Obuhovskaya V B. Features of the cognitive and emotional-volitional spheres of patients with post-stroke neurological disorders at different stages of rehabilitation treatment. Psiholog. 2020; 1: 9-15. <https://www.doi.org/10.25136/2409-8701.2020.1.31680>(In Russian)
11. Iosa M, Morone G, Cherubini A, Paolucci S. The Three Laws of Neurorobotics: A Review on What Neurorehabilitation Robots Should Do for Patients and Clinicians. Journal of Medical and Biological Engineering. 2016; 36(1): 1-11. <https://doi.org/10.1007/s40846-016-0115-2> (date of access: 20.12.2023).
12. Jung H, Jeong J G, Cheong Y S, Nam T W, Kim J H, Park C H, Park E, Jung T D. The Effectiveness of Computer-Assisted Cognitive Rehabilitation and the Degree of Recovery in Patients with Traumatic Brain Injury and Stroke. J Clin Med. 2021; 7: 5728. <https://doi.org/10.3390/jcm10245728> (date of access: 20.12.2023).
13. Gil'mutdinova L T, Veчерова S A, Talisov R F. Lechebnaya fizkul'tura v reabilitacii i profilaktike narushenij mozgovogo krovoobrashcheniya. Ufa, 2007. (In Russian)
14. SHamalov N A, Hasanova D R, Stahovskaya L V, Voznyuk I A, YAnishevskij S N, Vinogradov O I, Haritonova T V, Alekyan B G, Kandyba D V, Savello A V. Reperfuzionnaya terapiya ishemicheskogo insul'ta. Klinicheskij protokol. M., 2019. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Туровина Елена Фаридовна, д-р мед. наук, профессор, заведующая кафедрой медицинской профилактики и реабилитации ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России; г. Тюмень; E-mail: e_turov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6585-0554>, SPIN: 2811-2011

Плотников Дмитрий Николаевич, заведующий первично-сосудистым отделением ГБУЗ ТО «Областная больница №23», г. Ялуторовск, Тюменская обл., аспирант ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России; г. Тюмень; E-mail: dmitrij0909@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-7648-3342>