https://doi.org/10.17116/jnevro20171178232-36

Эффективность компьютерного когнитивного тренинга у пациентов с постинсультными когнитивными нарушениями

С.В. ПРОКОПЕНКО[1, 2], А.Ф. БЕЗДЕНЕЖНЫХ[1, 2]*, Е.Ю. МОЖЕЙКО[1, 2], Е.М. ЗУБРИЦКАЯ[1, 2]

[1]ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России, Красноярск, Россия; [2]ФГБУ «Федеральный Сибирский научно-клинический центр» ФМБА России, Красноярск, Россия

Цель исследования. Оценить эффективность нейропсихологических компьютерных программ в реабилитации постинсультных когнитивных нарушений в сравнении с развлекательными компьютерными играми. **Материал и методы.** В исследование были включены 68 пациентов в возрасте 40—65 лет, рандомизированные на три группы: основная (нейропсихологические компьютерные программы), активного контроля (развлекательные игры), пассивного контроля (стандартная реабилитация). **Результаты.** При анализе коэффициента эффективности обнаружены статистически значимые преимущества в основной группе по сравнению с группой пассивного контроля (MoCA, MMSE, Шульте), а также по сравнению с группой активного контроля (MoCA). **Заключение.** Нейропсихологические компьютерные программы подтвердили свою эффективность в восстановлении постинсультных когнитивных нарушений в сравнении с курсом стандартной реабилитации, а также развлекательными компьютерными играми.

***Ключевые слова**: компьютерный когнитивный тренинг, нейропсихологическая реабилитация, инсульт, когнитивные нарушения.*

A comparative clinical study of the efficacy of computer cognitive training in patients with post-stroke cognitive impairments

S.V. PROKOPENKO, A.F. BEZDENEZHNYKH, E.YU. MOZHEYKO, E.M. ZUBRICKAYA

Voyno-Yasenetskiy Krasnoyarsk State Medical University of Ministry of Health, Krasnoyarsk, Russia; Federal Siberian Scientific Clinical Center FMBA of Russia, Krasnoyarsk, Russia

Objective. To assess the effectiveness of neuropsychological computer programs in comparison with entertainment computer games. **Material and methods**. Patients (*n*=68), aged 40-65 years, were randomized into three groups: an intervention group (neuropsychological computer programs), an active control group (entertaining computer games), a passive control group (conventional treatment). **Results**. An analysis of the coefficient of effectiveness showed significant improvements in the intervention group comparing with the passive control group (MoCA, MMSE, Schulte test) and the active control group (MoCA). **Conclusion**. Neuropsychological computer programs confirmed their effectiveness for recovery of post stroke cognitive impairments comparing with conventional treatment and entertainment computer games as well.

***Keywords:** computer cognitive training, cognitive rehabilitation, neuropsychological rehabilitation, stroke, cognitive impairments.*

Инсульт является актуальной проблемой в связи со стойкими инвалидизирующими последствиями. Расстройства высших психических функций в той или иной мере могут испытывать до 80% людей, перенесших инсульт [1]. Постинсультная деменция возникает в 10% случаев впервые возникшего инсульта и увеличивается до 30% при повторных острых нарушениях мозгового кровообращения (ОНМК) [2]. Постинсультные, в том числе не достигающие степени деменции, когнитивные нарушения отрицательно влияют на результаты реабилитации, ухудшая исходы восстановления двигательных функций, повседневную активность, увеличивая вероятность повторного инсульта и преждевременной смерти [3]. Также показана корреляция между когнитивным статусом и возвращением к труду пациентов, перенесших легкий инсульт — по шкале инсульта Национального института здоровья (National Institutes of Health Stroke Scale — NIHSS) менее 5 баллов [4]. Лечение инсульта и когнитивных нарушений требует больших прямых и непрямых экономических затрат [5]. В связи с этим поиск простых и эффективных способов коррекции высших психических функций является актуальным.

По мнению K. Cicerone и соавт. [6], когнитивная реабилитация — лучшая доступная форма лечения для больных с когнитивными повреждениями и ограничениями функциональной активности после

© Коллектив авторов, 2017

*e-mail: bezdenezhnih_af@mail.ru

черепно-мозговой травмы и инсульта. Золотым стандартом нейропсихологической реабилитации являются специальные восстановительные занятия с нейропсихологом. Однако доступность такой индивидуальной работы в клинической практике ограничена.

Одним из направлений когнитивной реабилитации является компьютерный когнитивный тренинг. Методика имеет такие преимущества, как возможность индивидуальной реабилитации пациента в домашних условиях самостоятельно или с помощью ухаживающих. Кроме этого, появляется возможность продолжительной стимуляции нескольких когнитивных функций, автоматического изменения нагрузки и осуществления подсчета баллов. Игровая мотивация пациентов обеспечивает высокую комплаентность. Стоит отметить также, что данный подход при всех его преимуществах имеет низкую стоимость.

Компьютерный когнитивный тренинг после инсульта эффективен в тренировке отдельных когнитивных функций (внимание [6—8], память [7], речь [6]) и в улучшении выполнения нейропсихологических тестов в целом [9]. Однако до сих пор недостаточно данных о влиянии компьютерного тренинга на функциональную активность больных [7].

Сотрудниками кафедры нервных болезней Красноярского медицинского университета был создан первый в России комплекс компьютерных программ для нейропсихологической реабилитации. Была установлена эффективность его применения в остром периоде инсульта и спустя полгода после перенесенного заболевания [10—11]. Однако в этих исследованиях сравнение проводилось с группой пассивного контроля (пациенты проходили стандартный курс реабилитации).

Цель настоящего исследования — оценить эффективность авторских нейропсихологических программ в сравнении с группой активного контроля, в которой в качестве когнитивного тренинга использовались развлекательные компьютерные игры.

Материал и методы

В исследование были включены 68 пациентов, рандомизированных на 3 группы: основную (1-ю), активного контроля (2-ю) и пассивного контроля (3-ю).

В основную группу вошли 23 пациента (13 мужчин и 10 женщин, средний возраст 59 [54,9; 66,5] лет), которые в дополнение к комплексному восстановительному лечению в центре нейрореабилитации проходили курс занятий с использованием нейропсихологических компьютерных стимулирующих программ.

Группу активного контроля составили 19 пациентов (12 мужчин, 8 женщин, средний возраст 58 [52,9; 67,9] лет), которым помимо стандартной реабилитации в качестве когнитивного тренинга предлагали использовать развлекательные компьютерные игры.

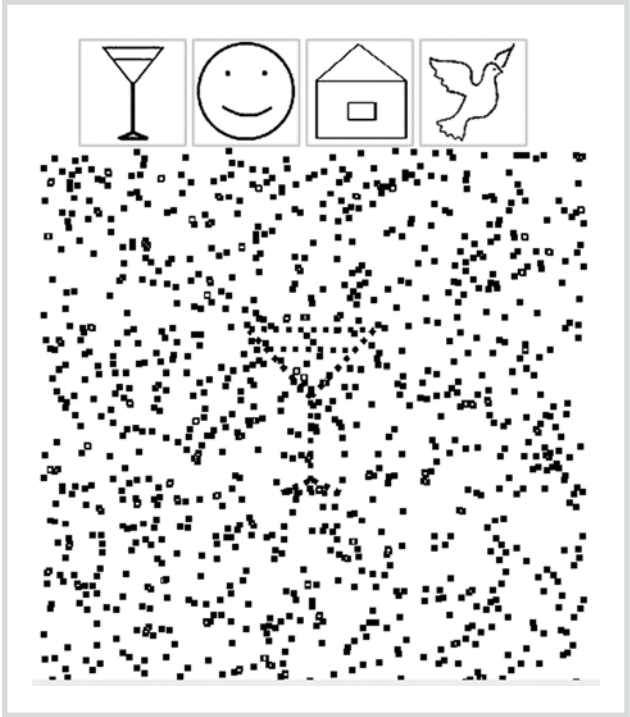

Рис. 1. **Тренировка оптико-пространственного гнозиса с использованием компьютерного варианта пробы «фигура-фон».**

В группе пассивного контроля, представленной 26 пациентами (19 мужчин и 7 женщин, средний возраст 60,5 [55,8; 68,8] лет, проводилась только двигательная реабилитация.

Исследование осуществлялось на базе Федерального Сибирского научно-клинического центра в Красноярске.

Критерии включения пациентов в исследование: возраст 40—65 лет, ранний и поздний восстановительный период первого полушарного ишемического инсульта, когнитивные нарушения в стадии легких и умеренных расстройств, информированное согласие. Критерии исключения: соматические и неврологические заболевания в стадии декомпенсации, наличие эпилептических приступов или эпилептической активности на электроэнцефалограмме, возраст за рамками заявленного, грубые когнитивные или афатические нарушения, наличие патологии зрения и слуха, препятствующих проведению занятий. Оценка неврологического статуса проводилась с использованием шкалы NIHSS. Для исследования когнитивного статуса применялись следующие шкалы: краткая шкала оценки психического статуса (Mini-mental state examination — MMSE), батарея лобных тестов (Frontal assessment battery — FAB), Монреальская шкала оценки когнитивного статуса (Montreal cognitive assessmen — MoCA), тест рисования часов (Clock drawing test — CDT), табли-

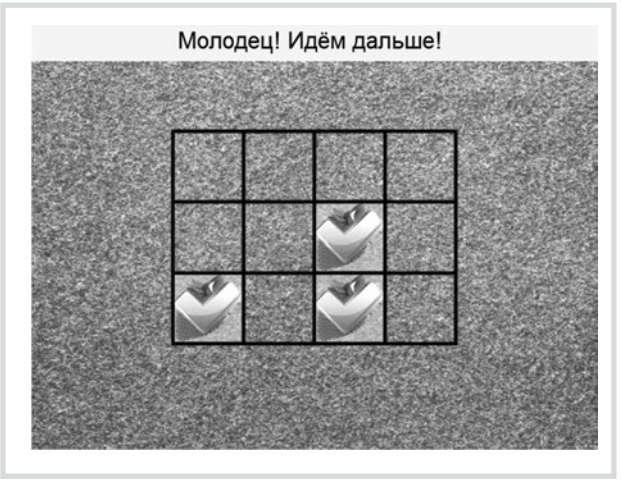

Рис. 2. **Тренировка зрительно-пространственной памяти с использованием проб на запоминание положения картинки.**

цы Шульте. Функциональный статус оценивался по шкале ежедневного инструментального функционирования (Instrumental activities of daily living — IADL). Обследование эмоциональной сферы проводилось по госпитальной шкале тревоги и депрессии (Hospital anxiety and depression scale — HADS). Оценка пациентов проводилась до и после лечения. По окончании курса также регистрировалось общее впечатление врача (Clinical global impression scale — CGIS) и пациента (Patient global impression of severity — PGIS).

Комплекс авторских компьютерных стимулирующих программ включал: тренировку оптико-пространственного гнозиса с использованием компьютерного варианта пробы «фигура-фон» **(рис. 1)**; тренировку зрительно-пространственной памяти с использованием проб на запоминание положения картинки **(рис. 2)**; тренировку внимания с использованием компьютеризированных таблиц Шульте, тренировку зрительной памяти с использованием проб на запоминание последовательности трудно вербализуемых символов, тренировку оптико-пространственного гнозиса с помощью теста расстановки стрелок на часах, программу коррекции импульсивности и концентрации внимания, программу для тренировки счета. Занятия пациентов с нейропсихологическими компьютерными программами проводились ежедневно в течение 10 дней по 30—40 мин.

Пациенты из группы активного контроля играли в развлекательные компьютерные игры в таком же режиме. Использовались компьютерные игры из группы аркад и арканоидов, такие как «Zuma», «Aquaball», «Thrashers of Montezuma».

Анализ данных проводился с помощью пакета прикладных программ Статистика 7. Тип распределения оценивался с помощью критерия Шапиро—Уилка. В соответствии с типом распределения использовались непараметрические статистические методы. Количественные данные представлены в виде медианы ± доверительный интервал (ДИ) медианы [–95%ДИ; +95%ДИ], качественные — в виде доли ± ДИ доли. Для оценки достоверности изменений в каждой группе после лечения использовали тест Вилкоксона, при $p<0,05$, для сравнения результатов между группами до и после вмешательства применяли *U*-критерий Манна—Уитни ($p<0,05$). Для сравнения групп по качественным признакам (пол) применяли χ^2 ($p<0,05$). Также рассчитывали коэффициент эффективности — модуль отношения разности значения до и после к максимальному значению $r = [(N_{после} - N_{до})/N_{макс}]$ (наибольшая эффективность — при r ближе к 1).

Результаты и обсуждения

Исходные значения оценочных шкал неврологического, когнитивного и функционального статусов до начала лечения не имели статистически значимых различий между основной и контрольными группами ($p>0,05$, *U*-критерий Манна—Уитни), группы были сопоставимы по полу и возрасту.

После занятий с нейропсихологическими программами в основной группе наблюдалось статистически достоверное улучшение показателей по всем когнитивным шкалам: MMSE (в среднем на 2 балла), FAB (на 1 балл), MoCA (на 4 балла), тест рисо-

Таблица 1. **Результаты тестирования в основной группе до и после занятий с нейропсихологическими компьютерными программами**

Шкала	До занятий	После занятий	Разница значений до и после занятий	$p<0,05$ (тест Вилкоксона)
MMSE, баллы	25 [23,4; 28]	27 [24,7; 31,1]	+2	0,014
FAB, баллы	14 [12,3; 17,2]	15 [13,6; 17,6]	+1	0,006
MoCA, баллы	21 [18,7; 25,3]	25 [22,3; 30]	+4	0,005
CDT, баллы	5 [3,5; 7,8]	8 [6,4; 10,9]	+3	0,02
Таблицы Шульте, с	71 [21,6; 161,5]	57 [25,1; 115,4]	–14	0,01
HADS (тревога), баллы	4 [1,2; 9,2]	3 [0,4; 7,9]	–1	0,4
HADS (депрессия), баллы	5 [2,7; 9,4]	4 [1,5; 8,6]	–1	0,5
NIHSS, баллы	4 [2,2; 7,4]	3 [1,3; 6,1]	–1	0,0454
IADL, баллы	18,5 [14,6; 25,7]	19,5 [15,0; 27,8]	+2	0,091

Таблица 2. **Результаты тестирования в группе активного контроля до и после занятий с развлекательными играми**

Шкала	До занятия	После занятий	Разница показателей до и после занятий	$p<0,05$ (тест Вилкоксона)
MMSE, баллы	26 [24,3; 29,4]	28 [26,3; 31,3]	+2	0,02
FAB, баллы	14 [11,2; 19,4]	16 [14,4; 19,2]	+2	0,02
MoCA, баллы	22 [20,2; 25,6]	25 [22,5; 29,9]	+3	0,004
CDT, баллы	8 [6,6; 0,7]	8 [6,6; 0,7]	0	0,8
Таблицы Шульте, с	58,0 [31,4; 110]	59 [43; 90,3]	−1	0,052
HADS (тревога), баллы	5,0 [1,8; 11,3]	4 [0,7; 10,4]	−1	0,3
HADS (депрессия), баллы	6 [3,9; 10,1]	7 [4,5; 12]	−1	0,2
NIHSS, баллы	5 [3,3; 8,4]	3,0 [1,2; 6,5]	−2	0,02
IADL, баллы	21 [18,1; 26,7]	21 [17,9; 27]	0	0,4

Таблица 3. **Результаты тестирования в группе пассивного контроля в начале и в конце периода наблюдения**

Шкала	В начале наблюдения	В конце наблюдения	Разница показателей в начале и конце наблюдений	$p<0,05$ (тест Вилкоксона)
MMSE, баллы	26 [24,3; 29]	26 [23,7; 30,1]	0	0,7
FAB, баллы	13,5 [11,2; 17,5]	14 [12; 17,5]	+0,5	0,15
MoCA, баллы	21 [18,4; 25,6]	21,5 [18,9; 26]	+0,5	0,07
CDT, баллы	7,5 [6,0; 10,2]	8 [6,5; 10,6]	+0,5	0,4
Таблицы Шульте, с	69 [40; 120,1]	64,5 [37,1; 112,8]	−4,5	0,005
HADS (тревога), баллы	5 [2; 10,4]	4 [1,1; 9,2]	−1	0,6
HADS (депрессия), баллы	7 [4,5; 11,5]	5 [1,8; 10,7]	−2	0,09
NIHSS, баллы	5 [3; 3,5]	3,5 [1,5; 7]	−1,5	0,004
IADL, баллы	17 [12,7; 24,6]	19 [15,2; 25,6]	+2	0,1

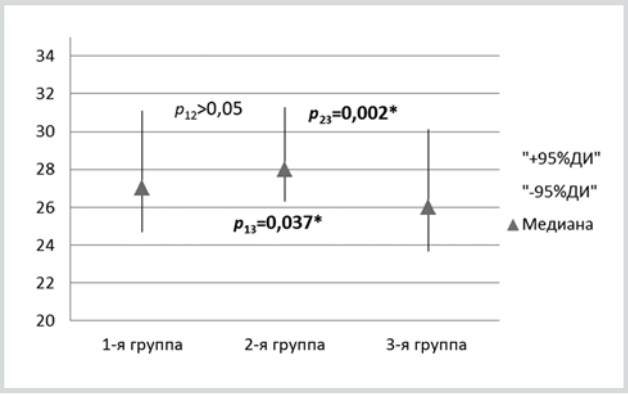

Рис. 3. **Данные шкалы MMSE в группах после курса реабилитации.**

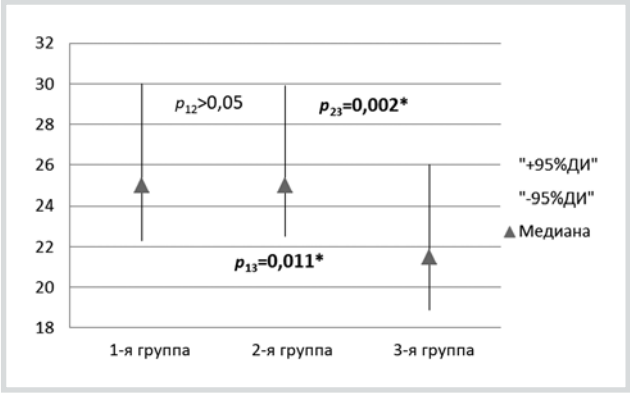

Рис. 4. **Данные шкалы MoCA в группах после курса реабилитации.**

вания часов (на 3 балла), таблицы Шульте (на 14 с) **(табл.1)**.

В группе активного контроля после занятий с использованием развлекательных игр наблюдалось статистически достоверное улучшение по некоторым когнитивным шкалам: MMSE (в среднем на 2 балла), FAB (на 1,5 балла), MoCA (на 3 балла) **(табл. 2)**.

В группе пассивного контроля статистически достоверное улучшение отмечалось только в выполнении таблиц Шульте (на 4,5 с) **(табл. 3)**.

Во всех группах наблюдались статистически значимые улучшения в неврологическом статусе (NIHSS), ни в одной из групп не было обнаружено достоверных изменений уровня тревоги и депрессии, а также функционального статуса (HADS, IADL).

Сравнивая результаты между группами после лечения, обнаружили статистически достоверные различия между основной группой, где пациенты занимались с нейропсихологическими компьютерными программами, и группой пассивного контроля, где пациенты проходили стандартный курс двигательной реабилитации, по шкалам MoCA, MMSE, FAB.

Между группой активного контроля и группой пассивного контроля также выявлены различия по

шкалам MMSE, MoCA. Статистически достоверных различий не обнаружено между группой активного контроля, где пациенты играли в развлекательные игры, и основной группой, в которой проводилась когнитивная реабилитация с помощью компьютерных нейропсихологических игр **(рис. 3—5)**. Между всеми группами не обнаружено различий в тесте рисования часов. Время поиска в таблицах Шульте также статистически не отличалось (p>0,05, U-критерий Манна—Уитни).

Однако при оценке коэффициента эффективности r наблюдали статистически достоверные преимущества основной группы по шкале MoCA в сравнении с группой активного контроля (p=0,048, U-критерий Манна—Уитни), а также с группой пассивного контроля по шкалам MoCA (p=0,006), MMSE (p=0,016) и таблицам Шульте (p=0,035). В то же время при анализе коэффициента r в группе активного контроля в сравнении с группой пассивного контроля достоверных отличий не обнаружено.

При сравнении всех групп после реабилитации не наблюдалось статистически значимых отличий в аффективном, неврологическом и функциональном статусах, а также по шкалам общего впечатления клинициста и пациента (p>0,05, U-критерий Манна—Уитни).

Метод когнитивной реабилитации с использованием авторских компьютерных нейропсихологических программ подтвердил свою эффективность в улучшении когнитивного статуса в сравнении с группой контроля, в которой проводилась только двигательная реабилитация, у пациентов в восстановительном периоде ишемического полушарного

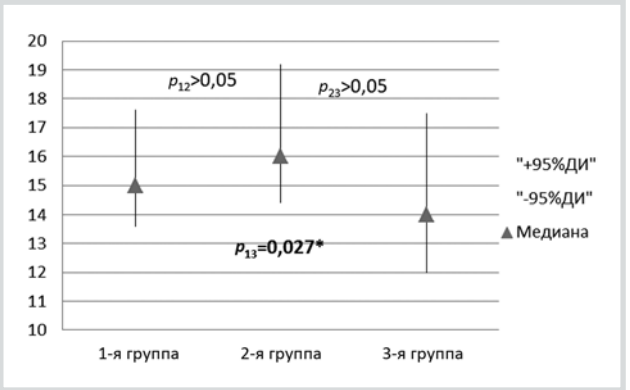

Рис. 5. **Данные шкалы FAB в группах после курса реабилитации.**

инсульта и может быть рекомендован в качестве самостоятельного и дополнительного когнитивного тренинга в этой группе пациентов.

Развлекательные компьютерные игры также оказывают положительное влияние на выполнение некоторых нейропсихологических тестов и, возможно, могут быть использованы для стимуляции когнитивных функций. Однако эффективность их меньше в сравнении со специализированным компьютерным тренингом.

В настоящем исследовании не выявлено изменений функционального статуса пациентов. Это может быть связано с коротким периодом наблюдения и небольшим размером выборок.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Чердак М.А., Яхно Н.Н. Нейродегенеративные и сосудистые факторы развития постинсультных когнитивных нарушений. *Неврологический журнал*. 2012;5:10-15. [Cherdak MA, Yakhno NN. Neurodegenerative and vascular factors of poststroke cognitive impairment. *The Neurological Journal*. 2012;5:10-15. (In Russ.)]. https://doi.org/10.18821/1560-9545-2012-17-5-10-15
2. Pendlebury ST, Rothwell PM. Prevalence, incidence, and factors associated with pre-stroke and post-stroke dementia: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Neurol*. 2009;8(11):1006-1018. https://doi.org/10.1016/S1474-4422(09)70236-4
3. Narasimhalu K, Ang S, De Silva DA, Wong MC, Chang HM, Chia KS, Auchus AP, Chen CP. The prognostic effects of poststroke cognitive impairment no dementia and domain-specific cognitive impairments in non-disabled ischemic stroke patients. *Stroke*. 2011;42(4):883-888. https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.110.594671
4. Fride Y, Adamit T, Maeir A, Assayag EB, Bornstein NM, Korczyn AD, Katz N. Topics in Stroke Rehabilitation What are the correlates of cognition and participation to return to work after first ever mild stroke? What are the correlates of cognition and participation to return to work after first ever mild stroke? *Top Stroke Rehabil*. 2015;22(5):317-325. https://doi.org/10.1179/1074935714Z.0000000013
5. Korczyn AD, Brainin M, Guekht A. Neuroprotection in ischemic stroke: What does the future hold? *Expert Rev Neurother*. 2015;15(3):227-229. https://doi.org/10.1586/14737175.2015.1014806
6. Cicerone KD, Langenbahn DM, Braden C, Malec JF, Kalmar K, Fraas M, Felicetti T, Laatsch L, Harley JP, Bergquist T, Azulay J, Cantor J, Ashman T. Evidence-based cognitive rehabilitation: Updated review of the literature from 2003 through 2008. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011;92(4):519-530. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.11.015
7. Zucchella C, Capone A, Codella V, Vecchione C, Buccino G, Sandrini G, Pierelli F, Bartolo M. Assessing and restoring cognitive functions early after stroke. *Funct Neurol*. 2014;29(4):255-262. https://doi.org/10.11138/FNeur/2014.29.4.255
8. Virk S, Williams T, Brunsdon R, Suh F, Morrow A. Cognitive remediation of attention deficits following acquired brain injury: A systematic review and meta-analysis. *NeuroRehabilitation*. 2015;36(3):367-377. https://doi.org/10.3233/NRE-151225
9. Xu X-D, Ren H-Y, Prakash R, Vijayadas, Kumar R. Outcomes of neuropsychological interventions of stroke. *Ann Indian Acad Neurol*. 2013;16(3):319-328. https://doi.org/10.4103/0972-2327.116909
10. Прокопенко С.В., Можейко Е.Ю., Левин О.С., Корягина Т.Д., Черных Т.В., Березовская М.А. Когнитивные нарушения и их коррекция в остром периоде ишемического инсульта. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2012;112:8(2):35-39. [Prokopenko SV, Mozheyko EYu, Levin OS, Koryagina TD, Chernykh TV, Berezovskaya MA. Cognitive impairments and their correction in acute ischemic stroke. *Zhurnal nevrologii i psihiatrii im SS Korsakova*. 2012;8(2):35-39. (In Russ.)].
11. Prokopenko SV, Mozheyko EY, Petrova MM, Koryagina TD, Kaskaeva DS, Chernykh TV, Shvetzova IN, Bezdenezhnih AF. Correction of post-stroke cognitive impairments using computer programs. *J Neurol Sci*. 2013;325(1-2):148-153. https://doi.org/10.1016/j.jns.2012.12.024