



ВОЗРАСТНЫЕ И ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТРЕНИРОВКИ ЗРИТЕЛЬНОЙ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ПАМЯТИ

РАЗУМНИКОВА О.М.

Новосибирский государственный технический университет (ФГБОУ ВО НГТУ),

г. Новосибирск, Российская Федерация

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7831-9404>, e-mail: razoum@mail.ru

Известно, что когнитивная тренировка способствует повышению пластичности нейронных сетей мозга и снижению вероятности когнитивных дисфункций при старении. Однако мнения расходятся относительно возрастного, индивидуального и временного диапазона ее результативности. В связи с этим целью работы стало выяснение временной динамики изменений кратковременной зрительной пространственной памяти пожилых людей в сравнении с молодыми и зависимости от ее базового уровня в условиях самостоятельной регуляции интенсивности когнитивной тренировки. Выборка исследования состояла из 157 испытуемых женского пола — 65 человек пенсионного возраста (ГрП) и 92 человек студенческого возраста (ГрМ). В исследовании приняли участие 65 женщин пенсионного возраста ($M=65,8$; $SD=7,5$ лет) (ГрП) и 92 студентки университета ($M=20,1$; $SD=1,4$ лет) (ГрМ). Для определения показателей пространственной памяти использовали модифицированную методику «Visual Patterns Test» (размещенную на сайте psytest.nstu.ru). После лекции, посвященной методам формирования и реализации когнитивных ресурсов, участникам исследования предлагалось в домашних условиях выполнять тренировку памяти в свободно выбранном режиме для достижения устойчиво максимального результата. Установлено, что при достоверно более низких значениях кратковременной зрительной пространственной памяти в ГрП, чем в ГрМ в первой сессии тестирования для повышения ее эффективности ГрП требуется не менее 80 сессий тренировки на протяжении нескольких месяцев, тогда как ГрМ достаточно 20 сессий в течение двух недель. Достижение максимальных показателей памяти быстрее происходит при ее изначально высоких значениях, однако эффект тренировки в первых сессиях в большей степени проявляется у лиц с низкими значениями показателей памяти независимо от возраста. Можно заключить, что эффективность тренировки пространственной памяти на ее первых этапах обусловлена потенциалом обучения, а реализация компенсаторных ресурсов мозга и достижение сравнимого с молодыми результата запоминания у лиц пожилого возраста определяется высоким уровнем исполнительного контроля поведения, обеспечивающим длительную тренировку памяти.

Ключевые слова: кратковременная зрительная пространственная память, когнитивная тренировка, возраст, временная динамика памяти, контроль поведения.

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) в рамках научного проекта № 19-29-01017 и Министерства науки и высшего образования в рамках Госзадания (проект № FSUN-2020-0009).

Благодарности. Автор благодарит Л.В. Белоусову за помощь в формировании файла данных.

Для цитаты: Разумникова О.М. Возрастные и индивидуальные особенности тренировки зрительной кратковременной пространственной памяти // Экспериментальная психология. 2022. Том 15. № 1. С. 4—18. DOI: <https://doi.org/10.17759/exppsy.2022150101>



AGE- AND INDIVIDUAL SPECIFICITY OF TRAINING VISUAL SHORT-TERM SPATIAL MEMORY

OLGA M. RAZUMNIKOVA

Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7831-9404>, e-mail: razoum@mail.ru

Cognitive training is known to increase the plasticity of the brain's neural networks and reduce the expectation of cognitive dysfunction during aging. However, opinions differ regarding the age, individual and time range of the training efficiency. Thus, the aim of the work was to clearing the temporal dynamics of changes in the short-term visual spatial memory of older people in comparison with young people and the dependence on its baseline level. The study involved 65 people of retirement age ($M = 65.8$; $SD = 7.5$ years) (GR1) and 92 university students ($M = 20.1$; $SD = 1.4$ years) (GR2). To determine the spatial memory, we used a modified "Visual Patterns Test" technique posted on the website psytest.nstu.ru. After a lecture on the methods of formation and implementation of cognitive resources, the study participants were asked to carry out memory training in a free mode at home in order to achieve a consistently maximum result. It is shown that by significantly lower values of short-term visual spatial memory in GR1 than in GR2 in the first testing session, to increase its efficiency, GR1 requires more than 80 sessions of training during some months, while GR2 requires 20 sessions during one-two weeks. The achievement of maximum memory indices occurs faster at its initially high values; however, the effect of training in the first sessions is more pronounced in persons with low memory values, regardless of age. It can be concluded that the effectiveness of spatial memory training at the initial stages is determined by the learning potential, and the realization of the compensatory resources of the brain, whereas the achievement of a result comparable to the young in the elderly is determined by the high level of executive control of behavior, which ensures long-term memory training.

Keywords: short-term visual spatial memory, cognitive training, age, temporal dynamics of memory, behavior control.

Funding. The reported study was funded by Russian Foundation for Basic Research (RFBR), project No. 19-29-01017 and by Ministry of Science and Higher Education of Russian Federation, project No. FSUN-2020-0009.

Acknowledgements. The author is grateful to L.V. Belousova for assistance in forming the data file.

For citation: Razumnikova O.M. Age- and Individual Specificity of Training Visual Short-term Spatial Memory. *Экспериментальная психология = Experimental Psychology (Russia)*, 2022. Vol. 15, no. 1, pp. 4–18. DOI: <https://doi.org/10.17759/expsy.2022150101> (In Russ.).

Введение

Растущая популяция пожилых людей среди населения экономически развитых стран и связанный с этим риск развития когнитивных дисфункций и деменции определяют необходимость изучения механизмов старения мозга. Среди наиболее устойчивых эффектов старения отмечают неуклонное уменьшение массы серого и белого вещества мозга, сопровождающееся снижением скорости мыслительной деятельности, тормозных процессов и кратковременной памяти [см., например: 2; 16; 17; 30; 44; 46].

Полученные доказательства активации функциональных систем мозга и реорганизации нейронных сетей на основе когнитивной тренировки стимулировали интерес к изучению ком-



пенсаторных ресурсов мозга и разработке программ когнитивного тренинга [2; 26; 28; 36; 37; 54]. Согласно результатам обзора публикаций, представленных в MEDLINE и посвященных программам когнитивного тренинга, их число в период 2000–2018 гг. составило более четырех тысяч [23]. На основе анализа таких работ сделано заключение, что большая часть результатов свидетельствует об улучшении тех когнитивных функций, которые включались в тренировку, однако мнения относительно переноса полученного эффекта на другие функции расходятся [10; 29; 35; 49; 54]. Остаются также невыясненными вопросы, посвященные выбору оптимальной программы и продолжительности тренинга, роли индивидуальных базовых когнитивных способностей или стандартизации батареи тестирования когнитивных функций [18; 19; 22; 31; 34; 36; 52]. Это заключение подтверждают выводы другого метаанализа результатов тренировки памяти пожилых людей, согласно которым невозможно пока выделить прогностические факторы ее эффективности вследствие представленного в работах большого разнообразия методических и методологических подходов [43]. Несмотря на неопределенность локализации обусловленных когнитивной тренировкой структурных изменений в мозге и величины этих эффектов, наиболее устойчивые изменения показаны для гиппокампа пожилых людей [9; 24; 45; 50]. Гиппокамп является той структурой мозга, функции которой связаны с формированием зрительной памяти [32; 53], и возрастная атрофия его нейронов ассоциируется с сопутствующими старению изменениями памяти [46]. Среди разных форм памяти, изменения которых связаны со старением, наибольшее внимание уделяется тренировке рабочей и кратковременной памяти [8; 10; 35; 43]. Следовательно, информативным способом изучения наиболее вероятных возрастных и индивидуальных пластических изменений функций мозга в ходе когнитивной тренировки может быть применение заданий требующих вовлечения функций кратковременной пространственной памяти.

Изучение роли индивидуальных когнитивных ресурсов памяти и исполнительного контроля поведения представляет отдельный интерес. Согласно гипотезе вовлечения дополнительных нейронных сетей, связанного с компенсацией (Compensation-Related Utilization of Neural Circuits Hypothesis – CRUNCH) [42], пожилые люди могут достичь сходного с молодыми запоминания за счет усиления активации префронтальных областей коры. Высказываются две противоположные гипотезы в отношении эффективности когнитивной тренировки: лучших результатов достигают лица с высоким уровнем исполнительного контроля как результат уже сформированной пластичности нейронных сетей [6] или, наоборот, – с низким – вследствие большего потенциала обучения [42].

Целью настоящего исследования стал сравнительный анализ временной динамики изменений эффективности кратковременной зрительной пространственной памяти и значения ее индивидуального базового уровня у пожилых людей в сравнении с молодыми. Еще одной задачей работы было выяснение роли исполнительного контроля поведения в условиях самостоятельного формирования режима тренировки участниками исследования для достижения 80% точности воспроизведения пространственных паттернов.

Методика

В исследовании принимали участие 157 испытуемых: 65 женщин пенсионного возраста ($65,8 \pm 7,5$ лет), слушательницы Народного факультета университета, (ГрП), и 92 студентки очного отделения факультета гуманитарного образования ($20,1 \pm 1,4$ лет) (ГрМ).

Для определения эффективности кратковременной зрительной пространственной памяти использовали модифицированную компьютеризированную методику «Visual



Patterns Test» [13], представленную на разработанном нами сайте psytest.nstu.ru. На экране компьютера предъявлялось двумерное поле, разделенное на клетки 6x6, часть из которых случайным образом была окрашена (рис. 1 А). Минимум стимулов составлял 3, максимум — 13, время предъявления — 2 сек. После их исчезновения необходимо было указателем мыши отметить те места, где стимулы появлялись. После правильного выбора (отмечено зеленым на рис. 1 А) при следующем предъявлении количество стимулов увеличивалось. При ошибочном выборе (отмечено красным крестиком с указанием правильного паттерна, выделенного желтым цветом, рис. 1 Б) участнику эксперимента вновь предъявлялось то же количество стимулов, при повторной ошибке их количество уменьшалось на единицу (рис. 1 В). Каждая следующая проба запускалась самостоятельным запуском клавиши «Далее».

А Б В

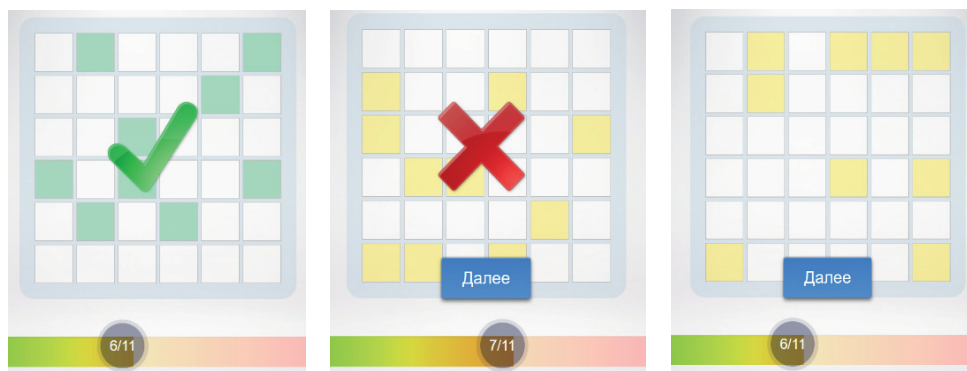


Рис. 1. Примеры скриншота экрана компьютера при тестировании кратковременной зрительной памяти: А — правильное воспроизведение стимулов; Б — ошибка при воспроизведении; В — уменьшение количества стимулов при повторной ошибке

Всего возможно было осуществить 5 ошибочных попыток. Эффективность воспроизведения определялась в % от максимально возможного числа стимулов: 100% отражали правильное воспроизведение 88 стимулов, предъявленных в 11 пробах без ошибок. При появлении ошибок показатель воспроизведения снижался: например, при достижении правильного воспроизведения 6 стимулов с использованием пяти проб и с 3 ошибками показатель воспроизведения составлял 44%, а при точном воспроизведении 10 стимулов с такой же эффективностью запоминания — 73%.

Для понимания условий тестирования участникам эксперимента предлагалась упрощенная серия запоминания с меньшим числом стимулов и полем 5×5. Инструкция для последующей многократной тренировки дома была дана студентам на практических занятиях по психологии, а слушателям Народного факультета — на лекции, посвященной психофизиологии старения мозга, и практическом занятии в компьютерном классе. Под наблюдением преподавателя участники эксперимента регистрировались на сайте, знакомились с заданием и выполняли первую сессию, далее им предлагалось систематически выполнять задание до устойчивого достижения 80–100% эффективности воспроизведения. Результаты всех сессий сохранялись в базу данных на сервере университета.



Результаты и их обсуждение

Сравнение эффективности запоминания в первой сессии тестирования выявило меньшие значения воспроизведения в ГрП по сравнению с ГрМ ($50,1 \pm 1,9$ и $68,2 \pm 1,6\%$ соответственно; $p < 0,000001$, согласно критерию Манна—Уитни). Причем в ГрП только 12% участников исследования продемонстрировали воспроизведение лучше 60%, тогда как в ГрМ — 56%. Такой результат соответствует многочисленным данным об ухудшении показателей кратковременной зрительной памяти в пожилом возрасте [см., например: 2; 3; 13; 38; 41; 51]).

В ГрМ повторное тестирование выполнили 90% (10% достигли поставленного инструкцией результата с первого раза), к 10-ой сессии тестирования их количество снизилось до 27%, а к 30-й сессии — до 5%; в ГрП повторно задание выполнили 78% участников исследования (22% отказались от дальнейшей тренировки), 30 сессий — 18% (рис. 2), а более 50 раз — только 9%. Следует отметить, что сходное снижение числа участников комплексной когнитивной тренировки было отмечено в ходе финского гериатрического исследования, направленного на профилактику когнитивных нарушений [47]. Анализ периодичности тренировки показал отсутствие ее систематичности в обеих группах: в ГрМ большая часть тренировок выполнялась в течение одной—двух недель, максимально — на протяжении месяца; в ГрП — на протяжении 2—3 месяцев и максимально — более года.

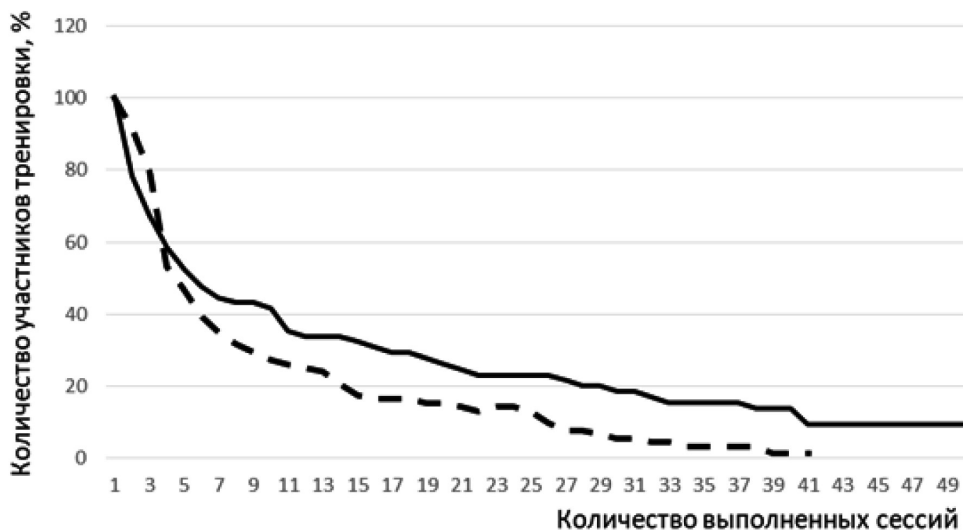


Рис. 2. Изменения количественного состава участников тренировки в зависимости от числа выполненных сессий (пунктир — молодые, ГрМ; сплошная — пожилые, ГрП)

На рис. 3 показана динамика эффективности запоминания в ходе тренировки. Воспроизведения памяти на уровне 80% представители ГрМ достигали в среднем в результате выполнения 5—10 сессий тренировки, ГрП этого результата не достигла и после 20 сессий тренировки.

Для сравнительного анализа динамики воспроизведения были рассмотрены первые четыре сессии, так как на этом этапе количество участников исследования в обеих группах, учитывая показанный выше эффект их снижения (рис. 2), было сходным. ANOVA с факторами ВОЗРАСТ (2) и СЕССИЯ (4) выявил значимые различия (соответственно, $F(1,85)=38,98$;



$\eta^2=0,31$; $p<0,000001$ и $F(3, 255)=12,70$; $\eta^2=0,13$; $p<0,000001$) в показателях успешности выполнения задания — меньшие значения в ГрП по сравнению с ГрМ ($53,1\pm 2,0$ и $69,9\pm 1,8$) и увеличение значений показателей в 3-й и 4-й сессиях по сравнению с 1-ой ($0,000001<p<0,005$ при post hoc сравнении с поправкой Бонферрони) (см. первые четыре сессии на рис. 3).

Анализ результатов выполнения 20 сессий выявил улучшение зрительно-пространственной памяти в ходе тренировки в обеих возрастных группах (для ГрМ: $p<0,000001$; для ГрП: $p=0,024$, согласно критерию Фридмана). Однако представленные на рис. 3 данные свидетельствуют об относительно меньшей эффективности тренировки в ГрП, чем в ГрМ, хотя динамика повышения значений показателей успешности выполнения заданий в первых пяти сессиях была сходной. В дальнейшем, однако, динамика повышения успешности выполнения заданий на протяжении 20 тренировок в ГрП не претерпела существенных изменений, тогда как у испытуемых ГрМ отмечалось повышение значений показателей успешности выполнения заданий на 20% ($p<0,0001$). Подобный более выраженный эффект улучшения пространственной и вербальной памяти у испытуемых молодого возраста по сравнению с испытуемыми зрелого возраста был отмечен в результате пятинедельной компьютеризированной тренировки [10].

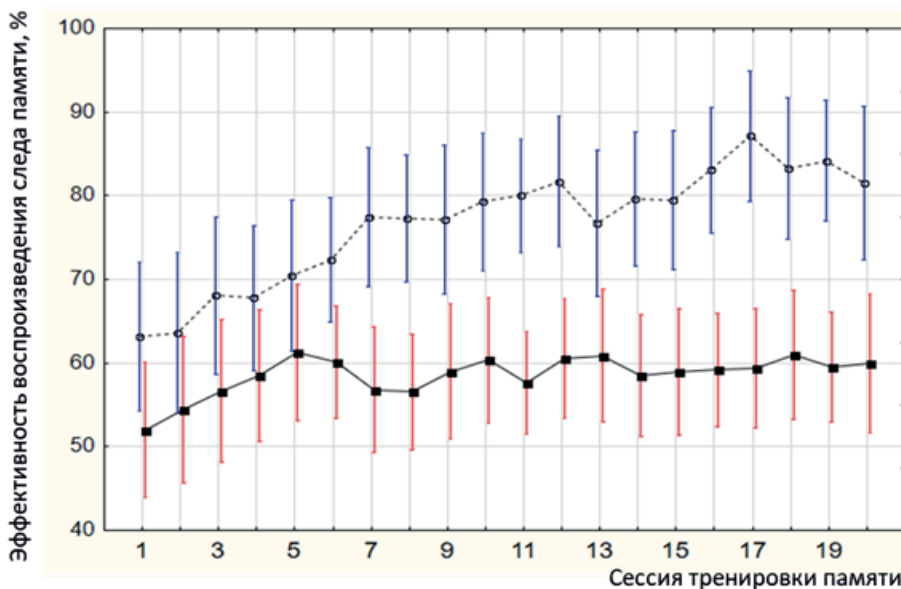


Рис. 3. Динамика эффективности запоминания в 20-ти сессиях в группах пожилых (сплошная — пожилые, ГрП) и молодых (пунктир, ГрМ)

Таким образом, следует констатировать, что большинство участников исследования из ГрП прекращают самостоятельную тренировку, не достигнув установленного инструкцией уровня выполнения заданий по воспроизведению пространственной памяти. Ранее при изучении мотивационных индукторов поведения, составленных с использованием когнитивно-динамического подхода Нютгена [1], нами было показано, что, несмотря на признание необходимости когнитивной тренировки как составляющей поддержания ментального здоровья [3], к реализации такой формы деятельности приступает только малая часть пожилых. Среди тех, кто согласился на тестирование, большинство прекращают тренировочную деятельность в течение одно—двух месяцев, а продолжают ее лишь около 8%, со-



гласно результатам нашего исследования. При анализе возрастных изменений программы выполнения действий показано ослабление функций инициации действий и их переключения у пожилых [5]. Следовательно, невысокую эффективность самостоятельной тренировки пространственной памяти можно связать с ослаблением исполнительного контроля и инициативы в освоении новых видов деятельности.

Недостаточная настойчивость и систематичность в выполнении задания студентами, по-видимому, также может быть обусловлена слабым исполнительным контролем у части студентов, что проявляется в обнаруженной связи с их низкой академической успеваемостью [4].

Более медленное улучшение показателей памяти в ГрП по сравнению с ГрМ согласуется с результатами исследования, свидетельствующими о необходимости более длительной тренировки для получения положительного результата при использовании программ компьютерной тренировки кратковременной памяти [12; 28].

Результаты сравнения изменений показателей памяти вследствие тренировки тех участников исследования из ГрП (5 человек), которые продолжали выполнять задание на протяжении более трех месяцев, приведены на рис. 4. Эффект улучшения памяти был достоверен ($p = 0,003$, согласно критерию Фридмана), и успешность воспроизведения составила 80%. Результаты выполнения задания в ходе сессий 84–87 характеризовались не только более высокими значениями, но также имели меньший разброс значений по сравнению с первыми четырьмя сессиями. Несмотря на полученный положительный эффект длительной тренировки, достигла его только очень малая часть ГрП. Таким образом, следует согласиться с заключением, что домашние тренировки без внешнего контроля их выполнения недостаточно эффективны [31], однако только для тех лиц, кто не обладает высоким самоконтролем деятельности. Настойчивость в достижении поставленной цели приводит к ее реализации: улучшению пространственной памяти.

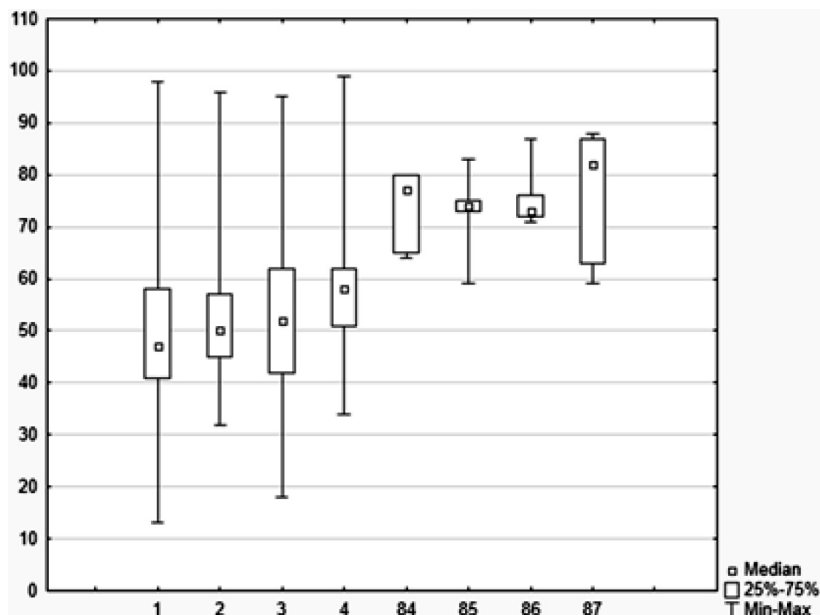


Рис. 4. Показатели памяти у лиц пожилого возраста в первых четырех и в восьмидесятих сессиях тренировки



Для выяснения значения базового уровня памяти в каждой группе были выделены подгруппы с высоким и низким значениями показателей памяти (Гр1 и Гр0 соответственно), согласно средним значениям для ГрП и ГрМ. Численный состав сформированных таким образом групп для ГрП составил 28 человек в Гр1 и 37 – в Гр0 с показателями успешности выполнения заданий $59,9 \pm 10,4$ и $42,7 \pm 6,5\%$ (возраст в этих подгруппах не различался: 65,1 и 66,3 лет); ГрМ разделилась пополам: 46 и 46 человек, с показателями воспроизведения, $82,2 \pm 12,3$ и $54,2 \pm 8,7\%$ соответственно.

Результаты ANOVA с включением факторов ВОЗРАСТ (2) и ГРУППА (2) для двух первых сессий тестирования наряду с уже описанными общими эффектами, свидетельствующими о более успешном воспроизведении пространственных паттернов в ГрМ, чем в ГрП и в Гр1, чем в Гр0, также выявил взаимодействие факторов: ВОЗРАСТ \times ГРУППА и ГРУППА \times СЕССИЯ (таблица).

Таблица

Результаты дисперсионного анализа показателей воспроизведения пространственных паттернов в первых двух сессиях тренировки как зависимых переменных и независимых факторов ВОЗРАСТ и ГРУППА

Переменные	df	F	p	η^2	Эффект
ВОЗРАСТ	1, 131	91.21	<.00001	.41	$52,1 \pm 1,4$ в ГрП и $69,2 \pm 1,1$ в ГрМ
ГРУППА		85.47	<.00001	.39	$52,4 \pm 1,1$ в Гр0 и $68,9 \pm 1,3$ в Гр1
ВОЗРАСТ \times ГРУППА		5.32	.02	.04	Нет различий между Гр0_ГрМ и Гр1_ГрП (рис. 5 А)
ГРУППА \times СЕССИЯ		19.45	.00002	.13	Нет различий между 1 и 2 сессиями в Гр1 (рис. 5 Б)

Взаимодействие факторов ВОЗРАСТ \times ГРУППА было обусловлено отсутствием различий между показателями воспроизведения у пожилых женщин с высокими начальными значениями показателей памяти (Гр1_ГрП) и студентками с низкими значениями показателей памяти (Гр0_ГрМ) при значимых возрастных и групповых различиях (рис. 5 А). Post hoc анализ взаимодействия ГРУППА \times СЕССИЯ показал повышение показателя памяти в Гр0 во второй сессии по сравнению с первой при отсутствии значимых изменений в Гр1 (рис. 5 Б).

Для анализа более длительного периода тренировки и дальнейшей оценки ее результатов было отобрано 12 сессий в связи с отмеченной выше тенденцией к уменьшению численности выполняющих задание групп при увеличении количества проб. Согласно критерию Фридмана, достоверное повышение значений показателей воспроизведения пространственных паттернов обнаруживается у испытуемых трех групп: Гр0_ГрМ ($N = 14$; Chi Sqr. = 45,76; $p = 0,00001$), Гр1_ГрМ ($N = 10$; Chi Sqr. = 21,04; $p = 0,033$) и Гр0_ГрП ($N = 13$, Chi Sqr. = 29,18; $p = 0,002$), а для Гр1_ГрП – только на уровне тенденции ($N = 10$, Chi Sqr. = 19,26; $p = 0,067$). Дальнейшая проверка временной динамики воспроизведения паттернов стимулов показала, что эффект улучшения памяти для Гр1_ГрП становится достоверным только после 30 сессий (ANOVA Chi Sqr. ($N = 5$; $df = 29$) = 44,90; $p = 0,030$).

Таким образом, результаты тренировки кратковременной зрительной пространственной памяти зависят как от возраста, так и от базового уровня памяти. Молодые лица не только характеризуются лучшей пространственной памятью, но и быстрее достигают ее высокого или максимального значения. Этот эффект можно рассматривать как подтверждение боль-

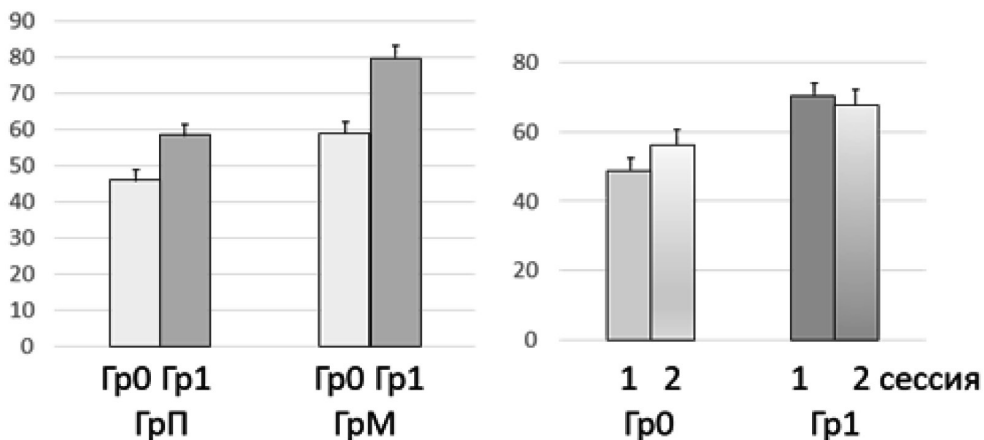


Рис. 5. Изменения показателей кратковременной зрительной пространственной памяти в зависимости от базового уровня памяти и возраста (А) или сессий тренировки (Б): GrП – пожилые; GrМ – молодые участники тренировки; Gr1 – с более высокими, Gr0 – с низкими первоначальными значениями показателей памяти

шей у них пластичности нейронной системы, обеспечивающей быстрое запоминание получаемой информации [7]. Учитывая, что не только молодые, но и часть пожилых лиц с высокими базовыми показателями пространственной памяти достигают результативности тренировки раньше тех, у кого они были более низкими; можно заключить, что такая пластичность является компенсаторным ресурсом, сформированным в ходе предшествующего обучения и когнитивной активности [20; 39]. С другой стороны, более быстрая динамика показателей успешности воспроизведения пространственных объектов вне зависимости от возраста, отмеченная у лиц с относительно низкими начальными значениями памяти, согласуется с гипотезой о влиянии потенциала обучения запоминанию на результаты когнитивной тренировки [38]. В свою очередь наблюдаемое лишь у небольшой части представителей GrП достижение в ходе длительной тренировки высокого уровня пространственной памяти, характерного для молодых, подтверждает гипотезу CRUNCH, согласно которой высокий исполнительный контроль поведения и сопровождающее его дополнительное вовлечение активации префронтальных отделов коры [42; 48] позволяет компенсировать связанное со старением ослабление когнитивных функций. Учитывая, что только 8–10% пожилых людей [47] продолжили, по нашим данным, индивидуальную когнитивную тренировку, возникает вопрос о поиске более продуктивного способа проведения занятий. Возможно, он может быть решен за счет организации групповых занятий, доказавших свою эффективность как в случае выполнения тренировочного задания всеми занимающимися в компьютерном классе участниками нашего исследования, так и при систематическом применении групповых когнитивных тренировок в геронтологических центрах [27]. В качестве дополнительного фактора стимуляции компьютеризированного когнитивного тренинга рассматривается осознание респондентами симптомов психических и неврологических нарушений [21].

Заключение

Для повышения эффективности кратковременной зрительной пространственной памяти пожилым людям требуется не менее 80 сессий тренировки в течение нескольких меся-



цев, тогда как для обучения молодых лиц достаточно 20 сессий на протяжении 1–2 недель. Достижение максимальных значений показателей воспроизведения полученной информации быстрее происходит в случае изначально высокой способности к запоминанию пространственных паттернов, однако эффект тренировки на первых этапах в большей степени проявляется у лиц с низкими значениями показателей памяти независимо от возраста. Таким образом, можно заключить, что эффективность тренировки пространственной памяти на первых этапах обусловлена способностями обучения, а реализация компенсаторных ресурсов мозга и достижение сравнимого с молодыми результата у лиц пожилого возраста определяется высоким уровнем исполнительного контроля поведения и требует длительной (более трех месяцев) систематической тренировки.

Литература

1. Нюттен Ж. Мотивация, действие и перспектива будущего. М.: Смысл, 2004. 607 с.
2. Разумникова О.М. Закономерности старения мозга и способы активации его компенсаторных ресурсов // Успехи физиол. наук. 2015. Том 46. № 2. С. 3–16.
3. Разумникова О.М., Асанова Н.В. Мотивационные индукторы поведения как резервы успешного старения // Успехи геронтологии. 2018. Том 31. № 5. С. 737–742. DOI: 10.1134/S2079057019030135
4. Разумникова О.М., Асанова Н.В. Вклад центрального и автономного компонентов тормозного контроля в успеваемость студентов // Экология человека. 2019. № 12. С. 46–52 DOI: 10.33396/1728-0869-2019-12-46-52
5. Acosta L.M., Goodman I.J., Heilman K.M. Unilateral perseveration // Cogn. Behav. Neurol. 2013. Vol. 26. № 4. P. 181–188.
6. Beigneux K, Plaie T, Isingrini M. Aging effect on visual and spatial components of working memory // Int J Aging Hum Dev. 2007. Vol. 65. № 4. P. 301–314. DOI:10.2190/AG.65.4.b
7. Bissig D., Lustig C. Who benefits from memory training? // Psychol Sci. 2007. Vol. 18. № 8. P. 720–726. DOI:10.1111/j.1467-9280.2007.01966.x
8. Borella E., Carretti B., Cantarella A., Riboldi F., Zavagnin M., DeBeni R. Benefits of training visuospatial working memory in young-old and old-old // Dev. Psychol. 2014. Vol. 50. P. 714–727. DOI: 10.1037/a0034293
9. Bräthen A.C.S., de Lange A-M.G., Rohani D.A., Sneve M.H., Fjell A.M., Walhovd K.B. Multimodal cortical and hippocampal prediction of episodic-memory plasticity in young and older adults // Hum Brain Mapp. 2018. Vol. 39. № 11. P. 4480–4492. DOI:10.1002/hbm.24287
10. Brehmer Y., Westerberg H., Backman L. Working-memory training in younger and older adults: training gains, transfer, and maintenance // Front Hum Neurosci. 2012. № 6. 63. DOI: 10.3389/fnhum.2012.00063
11. Brooks J.O., Friedman L., Pearman A.M., Gray C., Yesavage J.A. Mnemonic training in older adults: Effects of age, length of training, and type of cognitive pretraining // Int Psychogeriatr. 1999. Vol. 11. № 1. P. 75–84.
12. Corbett A., Owen A., Hampshire A., et al. The effect of an online cognitive training package in healthy older adults: an online randomized controlled trial // J. Am. Med. Dir. Assoc. 2015. № 16. P. 990–997.
13. Craik F.I., Rose N.S. Memory encoding and aging: a neurocognitive perspective // Neurosci Biobehav Rev. 2012. Vol. 36. № 7. P. 1729–1739. DOI:10.1016/j.neubiorev.2011.11.007
14. de Lange A-M.G., Bräthen A.C.S., Rohani D.A., Grydeland H., Fjell A.M., Walhovd K.B. The effects of memory training on behavioral and microstructural plasticity in young and older adults // Hum Brain Mapp. 2017. Vol. 38. № 11. P. 5666–5680 DOI:10.1002/hbm.23756
15. Della Sala S, Gray C, Baddeley A, Allamano N, Wilson L. Pattern span: a tool for unwelding visuospatial memory // Neuropsychologia. 1999. Vol. 37. № 10. P. 1189–1199. DOI:10.1016/s0028-3932(98)00159-6
16. Fjell A.M., Walhovd K.B. Structural brain changes in aging: courses, causes and cognitive consequences // Rev. Neurosci. 2010. Vol. 21. P. 187–222. DOI:10.1515/REVNEURO.2010.21.3.187
17. Franke K., Gaser C. Ten years of brain age as a neuroimaging biomarker of brain aging: What insights have we gained? // Front. Neurol. 2019. № 10. P. 789. DOI: 10.3389/fneur.2019.00789



18. *Fu L., Kessels Roy P.C., Maes Joseph H.R.* The effect of cognitive training in older adults: be aware of CRUNCH // *Aging, Neuropsychology, and Cognition*. 2020. Т. 27. №. 6. С. 949–962. DOI: 10.1080/13825585.2019.1708251
19. *Green C. S., Strobach T., Schubert T.* On methodological standards in training and transfer experiments // *Psychological Research*. 2014. Vol. 78. P. 756–772. DOI: 10.1007/s00426-013-0535-3
20. *Greenwood P.M., Parasuraman R.* Neuronal and cognitive plasticity: a neurocognitive framework for ameliorating cognitive aging // *Front Aging Neurosci*. 2010. № 2. P. 150. DOI:10.3389/fnagi.2010.00150
21. *Goghari V.M., Krzyzanowski D., Yoon S., Dai Y., Toews D.* Attitudes and beliefs toward computerized cognitive training in the general population // *Front Psychol*. 2020. № 11. P. 503. DOI:10.3389/fpsyg.2020.00503
22. *Guye S., De Simoni C., von Bastian C.C.* Do individual differences predict change in cognitive training performance? A latent growth curve modeling approach // *Journal of Cognitive Enhancement*. 2017. № 1. P. 374–393. DOI:10.1007/s41465-017-0049-9
23. *Harvey P.D., McGurk S.R., Mahncke H., Wykes T.* Controversies in computerized cognitive training // *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*. 2018. № 3. P. 907–915.
24. *Hedden T., Schultz A.P., Rieckmann A., Mormino E.C., Johnson K.A., Sperling R.A., Buckner R.L.* Multiple brain markers are linked to age-related variation in cognition // *Cereb Cortex*. 2016. Vol. 26. P. 1388–1400.
25. *Jaeggi S.M., Buschkuhl M., Shah P., Jonides J.* The role of individual differences in cognitive training and transfer // *Memory & Cognition*. 2014. Vol. 42. P. 464–480. DOI:10.3758/s13421-013-0364-z
26. *Karbach J., Schubert T.* Training-induced cognitive and neural plasticity // *Front. Hum. Neurosci*. 2013. № 7. 48. DOI: 10.3389/fnhum.2013.00048
27. *Kelly M.E., Duff H., Kelly S. et al.* The impact of social activities, social networks, social support and social relationships on the cognitive functioning of healthy older adults: a systematic review // *Syst Rev*. 2017. № 6. 259. DOI: 10.1186/s13643-017-0632-2
28. *Klimova B.* Computer-based cognitive training in aging // *Front. Aging Neurosci*. 2016. № 8. P. 313. DOI: 10.3389/fnagi.2016.00313
29. *Kueider A.M., Parisi J.M., Gross A.L., Rebok G.W.* Computerized cognitive training with older adults: A systematic review // *PLoS ONE*. 2012. Vol. 7. № 7. DOI:10.1371/journal.pone.0040588
30. *La Corte V., Sperduti M., Malherbe C., Vialatte F., Lion S., Gallarda T., Oppenheim C., Piolino P.* Cognitive decline and reorganization of functional connectivity in healthy aging: The pivotal role of the salience network in the prediction of age and cognitive performances // *Front. Aging Neurosci*. 2016. № 8. 204. DOI: 10.3389/fnagi.2016.00204
31. *Lampit A., Hallock H., Valenzuela M.* Computerized cognitive training in cognitively healthy older adults: a systematic review and meta-analysis of effect modifiers // *PLoS Med*. 2014. № 11. P. e1001756. DOI: 10.1371/journal.pmed. 1001756
32. *Lee A.C., Yeung L.K., Barse M.D.* The hippocampus and visual perception // *Front Hum Neurosci*. 2012. № 6. P. 91. DOI:10.3389/fnhum.2012.00091
33. *Lödén M., Brehmer Y., Li S-C., Lindenberger U.* Training-induced compensation versus magnification of individual differences in memory performance // *Front Hum Neurosci*. 2012. № 6. 141. DOI: 10.3389/fnhum.2012.00141
34. *Ludyga S., Gerber M., Puhse U., Looser V.N., Kamijo K.* Systematic review and meta-analysis investigating moderators of long-term effects of exercise on cognition in healthy individuals // *Nature Human Behaviour*. 2020. № 4. P. 603–612. DOI:10.1038/s41562-020-0851-8
35. *Matysiak O., Kroemeke A., Brzezicka A.* Working memory capacity as a predictor of cognitive training efficacy in the elderly population // *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2019. № 11. P. 126. DOI:10.3389/fnagi.2019.00126
36. *Melby-Lervåg M., Hulme C.* Is working memory training effective? A meta-analytic review // *Dev. Psychol*. 2013. Vol. 49. P. 270–291. DOI: 10.1037/a002 8228
37. *Metzler-Baddeley C., Caeyenberghs K., Foley S., Jones D.K* Task complexity, and location specific changes of cortical thickness in executive and salience networks after working memory training // *Neuroimage*. 2016. Vol. 130. P. 48–62. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2016.01.007



38. Mitchell D.J., Cam-CAN (Cambridge Centre for Ageing and Neuroscience), Cusack R. Visual short-term memory through the lifespan: Preserved benefits of context and metacognition // Psychol Aging. 2018. Vol. 33. № 5. P. 841–854. DOI:10.1037/pag0000265
39. Mora F. Successful brain aging: plasticity, environmental enrichment, and lifestyle // Dialogues Clin Neurosci. 2013. Vol. 15. № 1. P. 45–52.
40. Olazarán J., Muñiz R., Reisberg B. et al. Benefits of cognitive-motor intervention in MCI and mild to moderate Alzheimer disease // Neurology. 2004. Vol. 63. № 12. P. 2348–2353. DOI:10.1212/01.wnl.0000147478.03911.28
41. Pertzov Y., Heider M., Liang Y., Husain M. Effects of healthy ageing on precision and binding of object location in visual short term memory // Psychol. Aging. 2015. Vol. 30. № 1. P. 26–35. DOI:10.1037/a0038396
42. Reuter-Lorenz P.A., Cappell K.A. Neurocognitive aging and the compensation hypothesis // Current Directions in Psychological Science. 2008. Vol. 17. № 3. P. 177–182. DOI:10.1111/j.1467-8721.2008.00570.x
43. Roheger M., Folkerts A-K., Krohm F., Skoetz N., Kalbe E. Prognostic factors for change in memory test performance after memory training in healthy older adults: a systematic review and outline of statistical challenges // Diagnostic and Prognostic Research. 2020. № 4. P. 7. DOI:10.1186/s41512-020-0071-8
44. Salthouse T.A. Decomposing age correlations on neuropsychological and cognitive variables // J Int Neuropsychol Soc. 2009. Vol. 15. P. 650–661.
45. Thomas C., Baker C.I. Teaching an adult brain new tricks: A critical review of evidence for training dependent structural plasticity in humans // NeuroImage. 2013. № 73. P. 225–236. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2012.03.069
46. Tsapanou A., Habeck C., Gazes Y., Razlighi Q., Sakhardande J., Stern Y., Salthouse T.A. Brain biomarkers and cognition across adulthood // Hum Brain Mapp. 2019. Vol. 40. № 13. P. 3832–3842. DOI:10.1002/hbm.24634
47. Turunen M., Hokkanen L., Bäckman L., et al. Computer-based cognitive training for older adults: Determinants of adherence // PLoS ONE. 2019. Vol. 14. № 7. P. e0219541. DOI: 10.1371/journal.pone.0219541
48. Xuan B. From evaluation to prediction: Behavioral effects and biological markers of cognitive control intervention // Neural Plast. 2020. ID1869459. DOI:10.1155/2020/1869459
49. Van Muijden J., Band G.P., Hommel B. Online games training aging brains: limited transfer to cognitive control functions // Front Hum Neurosci. 2012. № 6. P. 221. DOI:10.3389/fnhum.2012.00221
50. Van Petten C. Relationship between hippocampal volume and memory ability in healthy individuals across the lifespan: review and meta-analysis // Neuropsychologia. 2004. Vol. 42. P. 1394–1413.
51. Wiegand I., Tollner T., Dyrholm M., Muller H.J., Bundesen C., Finke K. Neural correlates of age-related decline and compensation in visual attention capacity // Neurobiol. Aging. 2014. Vol. 35. P. 2161–2173. DOI:10.1016/j.neurobiolaging.2014.02.023
52. Wolfson N.E., Kraiger K. Cognitive aging and training: the role of instructional coherence and advance organizers // Exp. Aging Res. 2014. Vol. 40. P. 164–186. DOI: 10.1080/0361073X.2014.882206
53. Zammit A.R., Ezzati A., Katz M.J., Zimmerman M.E., Lipton M.L., Sliwinski M.J., Lipton R.B. The association of visual memory with hippocampal volume // PLoS One. 2017. Vol. 12. № 11. P. e0187851. DOI: 10.1371/journal.pone.0187851
54. Zinke K., Zeintl M., Rose N.S., Ptzmann J., Pydde A., Kliegel M. Working memory training and transfer in older adults: effects of age, baseline performance, and training gains. Dev.Psychol. 2014. Vol. 50. P. 304–315. DOI: 10.1037/a0032982

References

1. Nutten J. *Motivaziya, deistvie i perspektiva buduyuzhego. M.: Smysl*, 2004. (In Russ.).
2. Razumnikova O.M. Effects of aging brain and activation methods of its compensatory resources // Uspekhi fiziologicheskikh nauk. 2015. Vol. 46. No. 2. P. 3–16 (In Russ.).
3. Razumnikova O.M., Asanova N.V. Motivation inductors of behavior as reserves of successful aging // Advances in Gerontology. 2018. Vol. 31. No. 5. P. 737–742. (In Russ.).



4. Razumnikova O.M., Asanova N.V. Relationship between inhibition control factors, successful training and health of students in the conditions of stress load of the educational process // *Ekologiya cheloveka*. 2019. No. 12. P. 46–52. DOI: 1033396/1728-0869-2019-12-46-52 (In Russ.).
5. Acosta L.M., Goodman I.J., Heilman K.M. Unilateral perseveration // *Cogn. Behav. Neurol.* 2013. Vol. 26. № 4. P. 181–188.
6. Beigneux K, Plaie T, Isingrini M. Aging effect on visual and spatial components of working memory // *Int J Aging Hum Dev.* 2007. Vol. 65. No. 4. P. 301–314. DOI:10.2190/AG.65.4.b
7. Bissig D., Lustig C. Who benefits from memory training? *Psychol Sci.* 2007. Vol. 18. No. 8. P. 720–726. DOI:10.1111/j.1467-9280.2007.01966.x
8. Borella E., Carretti B., Cantarella A., Riboldi F., Zavagnin M., DeBeni R. Benefits of training visuospatial working memory in young-old and old-old // *Dev. Psychol.* 2014. Vol. 50. P. 714–727. DOI: 10.1037/a0034293
9. Brehmer Y., Westerberg H., Backman L. Working-memory training in younger and older adults: training gains, transfer, and maintenance // *Front Hum Neurosci.* 2012. No. 6. 63. DOI: 10.3389/fnhum.2012.00063
10. Bråthen A.C.S., de Lange A-M.G., Rohani D.A., Sneve M.H., Fjell A.M., Walhovd K.B. Multimodal cortical and hippocampal prediction of episodic-memory plasticity in young and older adults // *Hum Brain MapP.* 2018. Vol.39. No.11. P. 4480–4492. DOI:10.1002/hbm.24287
11. Brooks J.O., Friedman L., Pearman A.M., Gray C., Yesavage J.A. Mnemonic training in older adults: Effects of age, length of training, and type of cognitive pretraining // *Int Psychogeriatr.* 1999. Vol. 11. No. 1. P. 75–84.
12. Corbett A., Owen A., Hampshire A., et al. The effect of an online cognitive training package in healthy older adults: an online randomized controlled trial // *J. Am. Med. Dir. Assoc.* 2015. No. 16. P. 990–997.
13. Craik F.I., Rose N.S. Memory encoding and aging: a neurocognitive perspective // *Neurosci Biobehav Rev.* 2012. Vol. 36. No. 7. P. 1729–1739. DOI:10.1016/j.neubiorev.2011.11.007
14. de Lange A-M.G., Bråthen A.C.S., Rohani D.A., Grydeland H., Fjell A.M., Walhovd K.B. The effects of memory training on behavioral and microstructural plasticity in young and older adults // *Hum Brain MapP.* 2017. Vol. 38. No. 11. P. 5666–5680 DOI:10.1002/hbm.23756.
15. Della Sala S, Gray C, Baddeley A, Allamano N, Wilson L. Pattern span: a tool for unwelding visuo-spatial memory // *Neuropsychologia.* 1999. Vol. 37. No. 10. P. 1189–1199. DOI:10.1016/s0028-3932(98)00159-6
16. Fjell A.M., Walhovd K.B. Structural brain changes in aging: courses, causes and cognitive consequences // *Rev. Neurosci.* 2010. Vol. 21. P. 187–222. DOI:10.1515/REVNEURO.2010.21.3.187
17. Franke K., Gaser C. Ten years of brain age as a neuroimaging biomarker of brain aging: What insights have we gained? // *Front. Neurol.* 2019. No 10. 789. DOI: 10.3389/fneur.2019.00789
18. Fu L., Kessels Roy P.C., Maes Joseph H.R. The effect of cognitive training in older adults: be aware of CRUNCH // *Aging, Neuropsychology, and Cognition.* 2020. DOI: 10.1080/13825585.2019.1708251
19. Green C. S., Strobach T., Schubert T. On methodological standards in training and transfer experiments // *Psychological Research.* 2014. Vol.78. P. 756–772. DOI: 10.1007/s00426-013-0535-3
20. Greenwood P.M., Parasuraman R. Neuronal and cognitive plasticity: a neurocognitive framework for ameliorating cognitive aging // *Front Aging Neurosci.* 2010. No. 2. 150. DOI:10.3389/fnagi.2010.00150
21. Goghari V.M., Krzyzanowski D., Yoon S., Dai Y., Toews D. Attitudes and beliefs toward computerized cognitive training in the general population // *Front Psychol.* 2020. No. 11. 503. DOI:10.3389/fpsyg.2020.00503
22. Guye S., De Simoni C., von Bastian C. C. Do individual differences predict change in cognitive training performance? A latent growth curve modeling approach // *Journal of Cognitive Enhancement.* 2017. No. 1. P. 374–393. DOI:10.1007/s41465-017-0049-9
23. Harvey P. D., McGurk S.R., Mahncke H., Wykes T. Controversies in computerized cognitive training // *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging.* 2018. No. 3. P. 907–915.
24. Hedden T., Schultz A.P., Rieckmann A., Mormino E.C., Johnson K.A., Sperling R.A., Buckner R.L. Multiple brain markers are linked to age-related variation in cognition. *Cereb Cortex.* 2016. Vol. 26. P. 1388–1400.
25. Jaeggi S.M., Buschkuhl M., Shah P., Jonides J. The role of individual differences in cognitive training and transfer // *Memory & Cognition.* 2014. Vol. 42. P. 464–480. DOI:10.3758/s13421-013-0364-z
26. Karbach J., Schubert T. Training-induced cognitive and neural plasticity // *Front. Hum. Neurosci.* 2013. No. 7. 48. DOI: 10.3389/fnhum.2013.00048



27. Kelly M.E., Duff H., Kelly S. et al. The impact of social activities, social networks, social support and social relationships on the cognitive functioning of healthy older adults: a systematic review // *Syst Rev.* 2017. No. 6. 259. DOI: 10.1186/s13643-017-0632-2
28. Klimova B. Computer-based cognitive training in aging // *Front. Aging Neurosci.* 2016. No. 8. 313. DOI: 10.3389/fnagi.2016.00313
29. Kueider A.M., Parisi J.M., Gross A.L., Rebok G.W. Computerized cognitive training with older adults: A systematic review // *PLoS ONE.* 2012. Vol. 7. No.7. DOI:10.1371/journal.pone.0040588
30. La Corte V., Sperduti M., Malherbe C., Vialatte F., Lion S., Gallarda T., Oppenheim C., Piolino P. Cognitive decline and reorganization of functional connectivity in healthy aging: The pivotal role of the salience network in the prediction of age and cognitive performances // *Front. Aging Neurosci.* 2016. No.8. 204. DOI: 10.3389/fnagi.2016.00204
31. Lampit A., Hallock H., Valenzuela M. Computerized cognitive training in cognitively healthy older adults: a systematic review and meta- analysis of effect modifiers // *PLoS Med.* 2014. No. 11. e1001756. DOI: 10.1371/journal.pmed. 1001756
32. Lee A.C., Yeung L.K., Barense M.D. The hippocampus and visual perception // *Front Hum Neurosci.* 2012. No. 6. 91. DOI:10.3389/fnhum.2012.00091
33. Lövdén M., Brehmer Y., Li S-C., Lindenberger U. Training-induced compensation versus magnification of individual differences in memory performance. *Front Hum Neurosci.* 2012. No. 6. 141. DOI: 10.3389/fnhum.2012.00141
34. Ludyga S., Gerber M., Puhse U., Looser V.N., Kamijo K. Systematic review and meta-analysis investigating moderators of long-term effects of exercise on cognition in healthy individuals // *Nature Human Behaviour.* 2020. No. 4. P. 603–612. DOI:10.1038/s41562-020-0851-8
35. Matysiak O., Kroemeke A., Brzezicka A. Working memory capacity as a predictor of cognitive training efficacy in the elderly population // *Frontiers in Aging Neuroscience.* 2019. No. 11. 126. DOI:10.3389/fnagi.2019.00126
36. Melby-Lervåg M., Hulme C. Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Dev. Psychol.* 2013. Vol. 49. P. 270–291. DOI: 10.1037/a002 8228
37. Metzler-Baddeley C., Caeyenberghs K., Foley S., Jones D.K Task complexity, and location specific changes of cortical thickness in executive and salience networks after working memory training // *Neuroimage.* 2016. Vol.130. P. 48–62. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2016.01.007
38. Mitchell D.J., Cam-CAN (Cambridge Centre for Ageing and Neuroscience), Cusack R. Visual short-term memory through the lifespan: Preserved benefits of context and metacognition // *Psychol Aging.* 2018. Vol. 33. No. 5. P. 841–854. DOI:10.1037/pag0000265
39. Mora F. Successful brain aging: plasticity, environmental enrichment, and lifestyle // *Dialogues Clin Neurosci.* 2013. Vol. 15. No. 1. P. 45–52.
40. Olazarán J., Muñiz R., Reisberg B. et al. Benefits of cognitive-motor intervention in MCI and mild to moderate Alzheimer disease // *Neurology.* 2004. Vol. 63. No. 12. P. 2348–2353. DOI:10.1212/01.wnl.0000147478.03911.28
41. Pertzov Y., Heider M., Liang Y., Husain M. Effects of healthy ageing on precision and binding of object location in visual short term memory // *Psychol. Aging.* 2015. Vol. 30. No. 1. P. 26–35. DOI:10.1037/a0038396
42. Reuter-Lorenz P.A., Cappell K.A. Neurocognitive aging and the compensation hypothesis // *Current Directions in Psychological Science.* 2008. Vol. 17. No. 3. P. 177–182. DOI:10.1111/j.1467-8721.2008.00570.x
43. Roheger M., Folkerts A-K., Krohm F., Skoetz N., Kalbe E. Prognostic factors for change in memory test performance after memory training in healthy older adults: a systematic review and outline of statistical challenges // *Diagnostic and Prognostic Research.* 2020. No. 4. 7. DOI:10.1186/s41512-020-0071-8
44. Salthouse T.A. Decomposing age correlations on neuropsychological and cognitive variables // *J Int Neuropsychol Soc.* 2009. Vol. 15. P. 650–661.
45. Thomas C., Baker C.I. Teaching an adult brain new tricks: A critical review of evidence for training dependent structural plasticity in humans // *NeuroImage.* 2013. No. 73. P. 225–236. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2012.03.069
46. Tsapanou A., Habeck C., Gazes Y., Razlighi Q., Sakhardande J., Stern Y., Salthouse T.A. Brain biomarkers and cognition across adulthood // *Hum Brain MapP.* 2019. Vol. 40. No. 13. P. 3832–3842. DOI:10.1002/hbm.24634



47. Turunen M., Hokkanen L., Bäckman L., et al. Computer-based cognitive training for older adults: Determinants of adherence // PLoS ONE. 2019. Vol. 14. No. 7. e0219541. DOI: 10.1371/journal.pone.0219541
48. Xuan B. From evaluation to prediction: Behavioral effects and biological markers of cognitive control intervention // Neural Plast. 2020. ID1869459. DOI:10.1155/2020/1869459
49. Van Muijden J, Band GP, Hommel B Online games training aging brains: limited transfer to cognitive control functions // Front Hum Neurosci. 2012. No. 6. 221. DOI:10.3389/fnhum.2012.00221
50. Van Petten C. Relationship between hippocampal volume and memory ability in healthy individuals across the lifespan: review and meta-analysis // Neuropsychologia. 2004. Vol. 42. P. 1394–1413.
51. Wiegand I., Tollner T., Dyrholm M., Muller H.J., Bundesen C., Finke K. Neural correlates of age-related decline and compensation in visual attention capacity // Neurobiol. Aging. 2014. Vol.35. P. 2161–2173. 10.1016/j.neurobiolaging.2014.02.023
52. Wolfson N.E., Kraiger K. Cognitive aging and training: the role of instructional coherence and advance organizers // Exp. Aging Res. 2014. Vol. 40. P. 164–186. DOI: 10.1080/0361073X.2014.882206
53. Zammit A.R., Ezzati A., Katz M.J., Zimmerman M.E., Lipton M.L., Sliwinski M.J., Lipton R.B. The association of visual memory with hippocampal volume // PLoS One. 2017. Vol.12. No.11. e0187851. DOI: 10.1371/journal.pone.0187851
54. Zinke K., Zeintl M., Rose N.S., Ptzmann J., Pydde A., Kliegel, M. Working memory training and transfer in older adults: effects of age, baseline performance, and training gains. Dev.Psychol. 2014. Vol. 50. P. 304–315. DOI: 10.1037/a0032982

Информация об авторе

Разумникова Ольга Михайловна, доктор биологических наук, профессор кафедры психологии и педагогики, Новосибирский государственный технический университет (ФГБОУ ВО НГТУ), г. Новосибирск, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7831-9404>, e-mail: razoum@mail.ru

Information about the author

Olga M. Razumnikova, Dr. Sci. in Psychophysiology, Professor of the Department of Psychology and Pedagogy, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7831-9404>, e-mail: razoum@mail.ru

Получена 27.08.2020

Received 27.08.2020

Принята в печать 01.03.2022

Accepted 01.03.2022