

**ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ (КОГНИТИВНОЙ)
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

УДК 612.821.2

**ЗНАЧЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СРЕДЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ КРЕАТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА
ПРИ СТАРЕНИИ: ОСОБЕННОСТИ РЕОРГАНИЗАЦИИ СВЯЗЕЙ
С ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ВНИМАНИЯ И ИНТЕЛЛЕКТОМ**

© 2019 г. Н. В. Вольф^{1,2,*}, Е. Ю. Приводнова¹, Л. В. Белоусова¹

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
“Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины”, Новосибирск, Россия

² Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

* e-mail: volf@physiol.ru

Поступила в редакцию 22.12.2017 г.

После доработки 22.03.2018 г.

Принята к публикации 14.05.2018 г.

Способность к творческому мышлению тесно связана с ментальным здоровьем в пожилом возрасте. В экспериментальных исследованиях креативности с использованием показателя оригинальности решений показано, что успешность дивергентного мышления в значительной степени определяется объемом знаний и процессами внимания. Хотя представление об интенсивной умственной деятельности как факторе, способствующем поддержанию ментального здоровья при старении, является общепринятым, эффект интеллектуальной среды профессиональной деятельности на ментальное старение не изучен. В настоящей работе проведено сравнение оригинальности решений в образном тесте Торренса, интеллекта (IQ), показателей трех систем внимания (бдительности, ориентационного и исполнительного) в тесте ANT (*Attentional network test*), полушарных характеристик поведенческой реакции на новизну у молодых (МВГ) и пожилых (СВГ) ученых (82 МВГ и 42 СВГ) и людей, не связанных с научной деятельностью (85 МВГ и 45 СВГ). Научная деятельность оказалась протекторным фактором против снижения креативности и бдительности в пожилом возрасте. Для креативности у людей, не связанных с научной деятельностью, возрастные различия зависели от фактора пола. Молодые женщины имели более низкие показатели, чем мужчины, однако их креативность не изменялась в пожилом возрасте. У пожилых мужчин креативность была ниже по сравнению с молодыми мужчинами и по сравнению с креативностью пожилых женщин. Показатели IQ и исполнительного контроля были выше у ученых по сравнению с людьми, не занимающимися научной деятельностью, что согласуется с теорией когнитивного резерва. Согласно регрессионному анализу, наибольший положительный вклад в креативность у молодых испытуемых вносил IQ. У пожилых людей отмечен положительный вклад бдительности и отрицательный – времени разрешения конфликта при исполнительном внимании. Для ученых не удалось получить достоверной модели взаимосвязи IQ и внимания с креативностью. У людей, не связанных с научной деятельностью, положительными предикторами креативности были IQ и показатели правополушарной ориентировочной реакции.

Ключевые слова: образная креативность, интеллект, внимание, старение, интеллектуальная среда профессиональной деятельности

DOI: 10.1134/S004446771901012X

В развитых странах всего мира наблюдается значительный рост продолжительности жизни, что сопровождается повышением риска развития нарушений когнитивных функций и нейродегенеративных заболеваний, снижающих качество жизни пожилых

людей. В психологических исследованиях установлено, что креативность связана с такими личностными характеристиками, как открытость, независимость и гибкость, которые являются важными факторами в поддержании ментального здоровья. Таким обра-

зом, креативность (по крайней мере, на уровне ежедневной творческой деятельности) и ментальное здоровье оказываются взаимосвязанными [Leskey, 2011].

Для исследования креативности в экспериментальных условиях наиболее часто используют дивергентные задачи. Креативность включает разные компоненты, среди которых оригинальность наиболее тесно связана с творческим потенциалом личности и исполнительными функциями [Benedek et al., 2014]. В настоящем исследовании мы будем рассматривать именно этот компонент и использовать применительно к нему термин “креативность”.

Изучение изменений креативности пожилых людей показало противоречивые результаты, что может быть обусловлено рассмотрением в отдельных работах таких разных показателей, как, например, оригинальность и беглость, ограничением времени выполнения дивергентного задания [Foos, Boone, 2008; Jacquish, Ripple, 1984; Palmiero et al., 2016]. Возрастающая при старении вариативность в эффективности когнитивных функций, обусловленная влиянием генетических и средовых факторов, также может лежать в основе неоднородности полученных результатов.

Одним из основных факторов, увеличивающих творческие способности людей старшего возраста, является использование накопленных знаний в качестве фундамента для генерации новых идей [Walberg, Staraha, 1992]. Продолжение активной профессиональной деятельности в пожилом возрасте способствует сохранению – творческого потенциала [Dudeck, Hall, 1991; Lindauer, 1993]. Однако показано, что творческие в молодости люди сохраняют высокий уровень креативности только в случае, если их профессиональная деятельность не является узконаправленной, а требует решения разнообразных проблем [Root-Bernstein et al., 1993]. Одним из видов профессиональной деятельности в высокоинтеллектуальной среде, удовлетворяющей таким критериям, как постоянство, новизна, сложность и нестандартность ментальных операций, является научная деятельность. Экспериментальное исследование дивергентного мышления пожилых ученых, продолжающих профессиональную деятельность, представляет чрезвычайный интерес, так как может дать представление о психофизиологических основах “успешного” ментального старения.

Сознательное креативное мышление запускается структурами префронтальной коры, которые определяют отбор релевантной информации из базы, сохраняемой в долговременной памяти. Успех такого мышления определяется объемом знаний и гибкостью процесса селекции информации, необходимого для подавления общепринятого, стандартного хода размышлений, выбора новых правил решения когнитивной задачи и обеспечения доступа к исполнительным системам поведения для наиболее оригинальной и приемлемой информации [Dietrich, 2004]. Таким образом, интеллект, характеризующий способность к использованию накопленных знаний, и внимание, обеспечивающее селекцию информации, оказываются тесно связанными с продуктивностью креативного мышления.

Что касается интеллекта, то его связь с творческими способностями у молодых испытуемых показана во многих исследованиях [Guilford, 1997; Jauk et al., 2013; Sternberg, 2003]. Хотя известно, что общий интеллект снижается с возрастом [Staff et al., 2014], взаимосвязь интеллекта и креативности у пожилых испытуемых практически не исследована, тем более в контексте особенностей профессиональной деятельности на протяжении жизни.

В настоящее время внимание рассматривается как комплексный когнитивный процесс, включающий subprocesses, которые могут быть в разной степени подвержены возрастным изменениям и определять специфику многих более сложных ментальных процессов, в частности, креативности в пожилом возрасте. На основе нейрофизиологических исследований выявлены три нейронные сети, каждая из которых связана с обеспечением отдельной формы внимания: бдительности, пространственной ориентации на сенсорные стимулы и разрешения конфликта (система исполнительного контроля) [Fan et al., 2002; Posner, Petersen, 1990; Posner et al., 2006]. Тест направленных на анализ эффективности рассмотренных нейросетей (*The Attention Network Test – ANT*) позволяет количественно оценить показатели каждой из трех систем внимания [Fan et al., 2002].

Данные об изменениях эффективности описанных выше систем внимания при старении приведены во многих работах. В большинстве случаев отмечена относительная сохранность пространственного внимания и

способности к разрешению конфликта у пожилых испытуемых [Gamboz et al., 2010; Jennings et al., 2007; Williams et al., 2016], что позволяет сделать предварительное допущение, что эти способности могут использоваться в качестве резерва для поддержания эффективности творческой деятельности. В то же время физическая бдительность снижалась при старении [Festa-Martino et al., 2004; Gamboz et al., 2010; Jennings et al., 2007; Williams et al., 2016; Zhou et al., 2011]. Положительное влияние на эффективность стареющего мозга как физических, так и умственных тренировок позволяет предположить, что связанные со старением изменения внимания могут зависеть и от интеллектуальной среды профессиональной деятельности [Разумникова, 2015; Pérez et al., 2014].

В отношении связи с оригинальностью творческих решений, наиболее изученной является система исполнительного контроля. Данные, полученные на молодых испытуемых с использованием задачи Струпа, в основном свидетельствуют о положительном влиянии успешного ингибирования нерелевантной информации на креативность [Benedek et al., 2014; Golden, 1975; Groborz, Necka, 2003], хотя отмечен и противоположный эффект [Radel et al., 2015]. Одна работа, выполненная с привлечением как молодых, так и пожилых испытуемых отмечает отсутствие связи между оригинальностью в дивергентной задаче и исполнительным контролем в обеих возрастных группах [Leon et al., 2014]. В отношении системы физической бдительности и ориентационного внимания, эффективность которых оценивается с помощью теста АНТ, мы не нашли данных, касающихся их вклада в образную креативность.

Поскольку креативность связана с продуцированием новых, необычных решений, ранее мы предположили возможность ее ассоциации с выраженностью реакции на новизну (ориентировочной реакцией). Было обнаружено, что латеральные особенности поведенческой ориентировочной реакции связаны с уровнем творческих способностей молодых испытуемых: более выраженной была правополушарная реакция у менее креативных испытуемых [Онищенко и др., 2009]. При исследовании, связанном со старением изменений ориентировочной реакции, ее усиление показано у пожилых испытуемых с высокими показателями по тестам когнитивных способностей и рассматривается как компенса-

торный механизм, способствующий сохранению когнитивного потенциала [Daffner et al., 2006].

Согласно приведенному анализу, вопрос о влиянии IQ и когнитивного контроля на эффективность креативной деятельности в пожилом возрасте и тем более в зависимости от интеллектуальной среды профессиональной деятельности, не изучен. Целью настоящего исследования было определить влияние интенсивности интеллектуальных нагрузок при осуществлении профессиональной деятельности на показатели креативности, интеллекта и внимания молодых и пожилых испытуемых и оценить, как изменяются соотношения влияния IQ и внимания на креативность при старении и под влиянием усиленных когнитивных нагрузок.

МЕТОДИКА

Испытуемые. В исследовании принимали участие взрослые испытуемые младшей (МВГ, N = 167: 73 мужчина и 94 женщины, 19–35 лет) и старшей (СВГ, N = 87: 43 мужчин и 44 женщины, старше 55 лет) возрастных групп, правши по данным опросника Аннет [Annett, 1970]. В группу испытуемых, настоящая и последующая профессиональная деятельность которых происходит в высокоинтеллектуальной среде, входили студенты Новосибирского государственного университета, участвующие в научных исследованиях, аспиранты, молодые и пожилые научные сотрудники университета и научно-исследовательских институтов Сибирского отделения РАН (научная деятельность – НД: МВГ, N = 82, возраст 21.8 ± 0.48 и СВГ, N = 42, возраст 66.1 ± 0.67). Во вторую группу входили студенты высших учебных заведений, обучение в которых не предполагало занятий научной деятельностью после завершения образования, а также молодые и пожилые работающие на момент исследования люди, профессиональная деятельность которых была связана с выполнением постоянных регламентированных обязанностей, в основном персонал вспомогательных служб университетов и научно-исследовательских институтов Новосибирска (ненаучная деятельность – ННД: МВГ, N = 85, возраст 21.7 ± 0.47 и СВГ, N = 45, возраст 62.3 ± 0.64). Испытуемые имели нормальное или скорректированное до нормального зрение, не имели неврологических или психических нарушений,

травматических или иных поражений головного мозга. К участию в исследовании не допускались лица с такими серьезными заболеваниями, как рак, диабет, ишемическая болезнь сердца. На момент исследования испытуемые не принимали препаратов, используемых для лечения неврологических или психиатрических заболеваний, и имели нормальное давление. Все испытуемые дали информированное согласие на участие в исследовании. Протокол исследования соответствовал требованиям Хельсинкской декларации и был одобрен Этическим комитетом Института физиологии и фундаментальной медицины.

Тестирование креативности и интеллекта. Для тестирования образной креативности использовали субтест “Незавершенные фигуры” Торренса [Torrance, 1984]. В качестве стимулов были взяты 5 незаконченных фигур, которые предъявляли на экране монитора в случайном порядке, каждую по 6 раз. Испытуемых просили придумать оригинальное завершение фигуры и перед сообщением ответа нажать на кнопку, сигнализирующую о нахождении решения. На продумывание решения и генерации названия придуманного образа давалось не более 25 с. Выполнение теста входило в комплексное психофизиологическое исследование и происходило параллельно с регистрацией ЭЭГ у испытуемых. После окончания исследования испытуемые на специальных бланках дорисовывали незавершенные фигуры в соответствии с данными им в ходе исследования названиями. Оригинальность решения рассчитывали в баллах как $1/(N + 1)$, где N – число аналогичных ответов в компьютеризированной базе данных [Разумникова, 2002]. Для исследования интеллекта использовали тест Айзенка [Айзенк, 1972].

Тестирование внимания. Для определения характеристик различных форм внимания (бдительности, ориентации и исполнительного контроля) использовали ANT (*Attention network test*) [Fan et al., 2002]. Целевой стимул представлял собой горизонтальную последовательность из 5 линий, центральная линия всегда была стрелкой, а фланговые стимулы могли быть представлены стрелками, направленными центральной (конгруэнтные) или имеющими противоположное направление (неконгруэнтные). Испытуемый должен был идентифицировать направление центральной стрелки (вправо или влево) путем

нажатия на соответствующую клавишу клавиатуры. Для дифференциации разных форм внимания в эксперименте были использованы предупреждающие сигналы. Каждому предъявлению стимула предшествовало предъявление центрального крестика фиксации взгляда на (400–1600 мс), затем на 100 мс предъявлялся предупреждающий сигнал, за которым следовало предъявление целевого стимула. Эффективность различных систем внимания определяется на основании изменений времени реакций (ВР), вызываемых предъявлением настораживающего (*alerting*) или пространственных предупреждающих сигналов (подсказок), а также конгруэнтных и неконгруэнтных фланговых стимулов. Особенности предупреждающих сигналов и фланговых стимулов представлены на рис. 1. Эффективность системы бдительности оценивалась по результату вычитания среднего ВР на двойной предупреждающий сигнал из среднего ВР при отсутствии предупреждающего сигнала. Исполнительное внимание определялось на основе вычитания среднего ВР на конгруэнтные из среднего ВР на неконгруэнтные стимулы. Эффект ориентации вычислялся при вычитании среднего ВР при пространственном предупреждающем сигнале (указывающем на место предъявления целевого стимула) из среднего ВР при центральном предупреждающем сигнале. Вычисление ВР для всех ситуаций предъявления стимулов производилось на основе специально разработанной компьютерной программы (А.П. Сулов, авт. свид. 2012617379).

Для тестирования полушарных особенностей ориентировочной реакции использовали модифицированную “*odd ball*” задачу с латерализованным (справа или слева от центральной точки фиксации взгляда) предъявлением на экране монитора повторяющихся или новых объектов. Испытуемые должны были нажимать на клавиатуре клавишу, обозначенную “да”, при предъявлении кролика (по 15 предъявлений с каждой стороны) и клавишу, обозначенную “нет”, при предъявлении любого другого стимула, среди которых был повторяющийся стимул “яблоко” (по 15 предъявлений с каждой стороны) и неожиданные новые стимулы, каждый из которых предъявлялся только 1 раз (по 3 с каждой стороны). Задание выполняли последовательно правой и левой рукой. Латерализованные показатели ориентировочной реакции определяли как разность средних значений времени реакции

“нет” на редкие и повторяющиеся стимулы отдельно для ситуаций предъявления стимула справа при реакции правой рукой (адресация информации левому полушарию) и слева при реакции левой рукой (адресация информации правому полушарию).

Статистическая обработка результатов. Статистический анализ психометрических показателей проводили с помощью дисперсионного и регрессионного анализа в программе STATISTICA 8. Поскольку для количества придуманных образов распределение отличалось от нормального, для сравнения различий этого показателя в зависимости от пола, возраста и характера профессиональной деятельности использовали непараметрический критерий Манн–Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Дисперсионный анализ показателей образной креативности, интеллекта и характеристик внимания в тесте АНТ проводили с рассмотрением следующих факторов: ПОЛ, ВОЗРАСТ (МВГ, СВГ), ХАРАКТЕР ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (НД, ННД).

Характеристики интеллекта и креативности. Показатели интеллекта были выше у молодых по сравнению с пожилыми испытуемыми ($F_{(1,246)} = 73.218, p = 0.000$) и у ученых по сравнению с людьми, не связанными с научной деятельностью ($F_{(1,246)} = 20.629, p = 0.000$).

При анализе оригинальности решения дивергентной образной задачи обнаружена статистическая значимость факторов: ВОЗРАСТ ($F_{(1,246)} = 15.268, p = 0.000$), ХАРАКТЕР ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ($F_{(1,246)} = 17.047, p = 0.000$), взаимодействие ПОЛ, ВОЗРАСТ ($F_{(1,246)} = 6.706, p = 0.010$), ВОЗРАСТ, ХАРАКТЕР ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ($F_{(1,246)} = 6.3513, p = 0.0123$), а также взаимодействие всех рассмотренных факторов ($F_{(1,246)} = 6.351, p = 0.012$). Согласно полученным данным, показатели оригинальности были выше в МВГ по сравнению со СВГ, и в группе НД по сравнению с ННД. Как видно из рис. 2, независимо от пола интенсивная умственная деятельность в группе НД способствует сохранению креативного потенциала в пожилом возрасте. В группе ННД при старении снижение оригинальности решений наблюдалось только у мужчин при отсутствии возрастных различий у женщин.

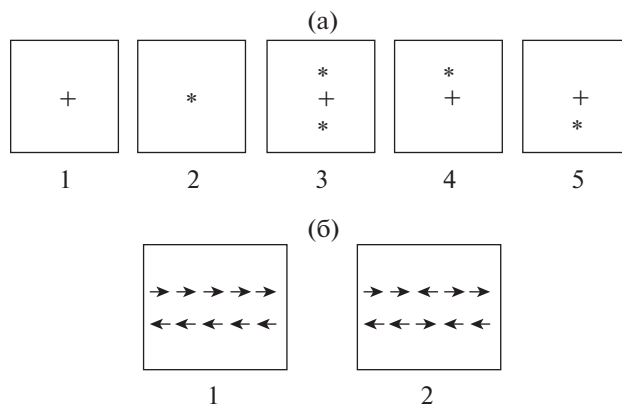


Рис. 1. Образцы подсказок (А) и целевых стимулов (Б), предъявляемых в тесте внимания (Attention network test). Для подсказок: 1 – нет подсказки, 2 – центральная подсказка, 3 – двойная подсказка, 4 и 5 – пространственные подсказки.

Fig. 1. Samples of cues (А) and targeted stimuli (Б) given in the Attention network test. For cues: 1 – no cue, 2 – central cue, 3 – double cue, 4 and 5 – spatial cues.

Количество придуманных образов уменьшалось у пожилых испытуемых группы ННД ($Z = 3.485, p = 0.000$) и не отличалось от показателя молодых в группе НД.

Показатели разных систем внимания в тесте АНТ. Среди результатов теста АНТ первоначально мы провели анализ обобщенного (усредненного для всех стимулов) времени реакции. Для этого показателя обнаружены эффекты, связанные с полом ($F_{(1,246)} = 7.740, p = 0.006$; ВР было больше у женщин по сравнению с мужчинами), возрастом ($F_{(1,246)} = 234.10, p = 0.000$; СВГ > МВГ) и характером профессиональной деятельности ($F_{(1,246)} = 6.051, p = 0.014$; ННД > НД).

При анализе характеристик внимания, полученных на основании исходных показателей ВР, для показателя бдительности выявлены различия между группами НД и ННД ($F_{(1,246)} = 6.454, p = 0.010$; НД > ННД) и половые различия ($F_{(1,246)} = 5.445, p = 0.020$), обусловленные более высокими показателями у женщин по сравнению с мужчинами. Близким к достоверности было взаимодействие факторов ВОЗРАСТ, ХАРАКТЕР ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ($F_{(1,246)} = 3.7797, p = 0.053$). Согласно данным post-хоc анализа при отсутствии возрастных различий у ученых, пожилые испытуемые, не связанные с научной деятельностью, имели

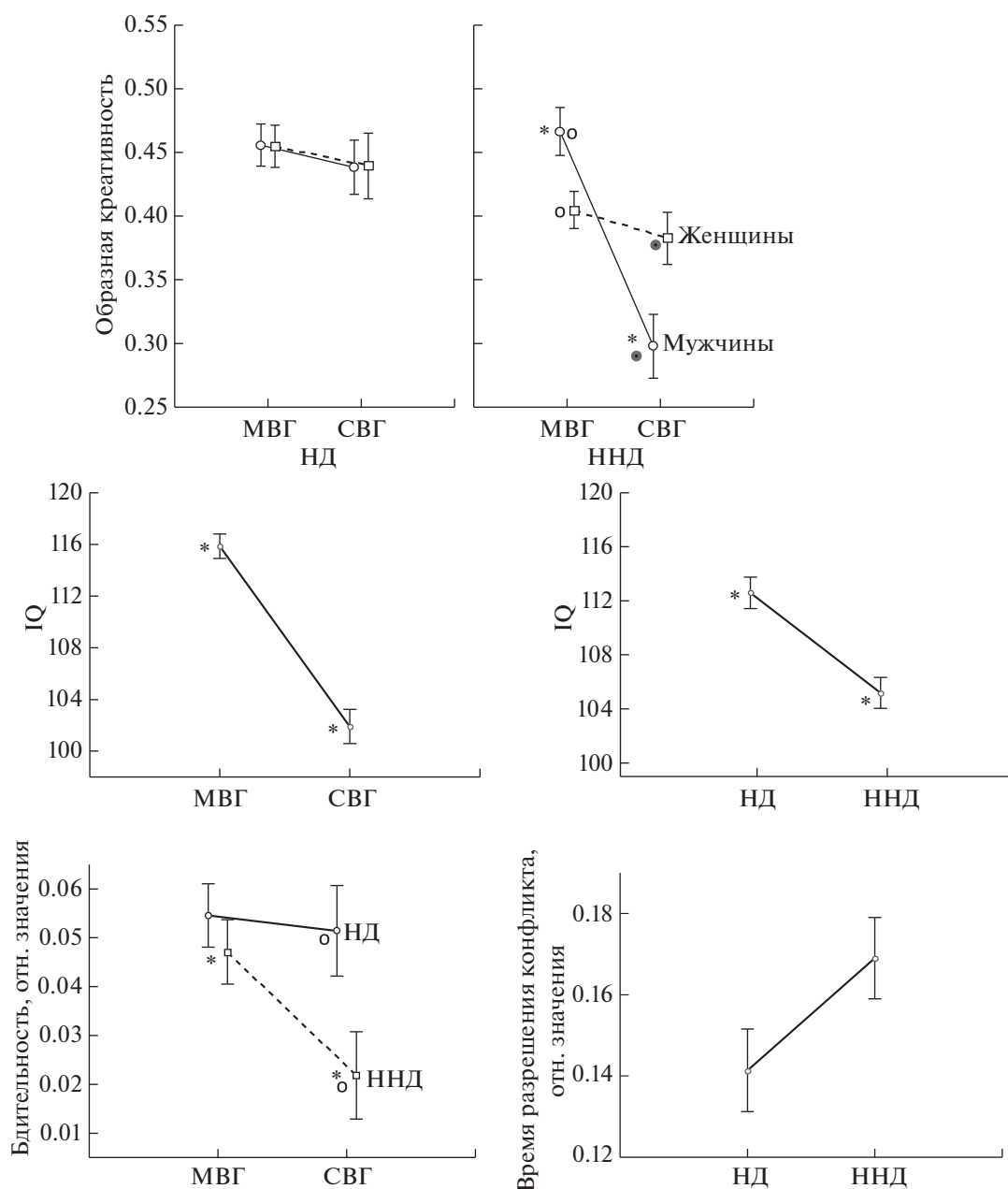


Рис. 2. Влияние возраста и (или) интеллектуальной среды профессиональной деятельности на показатели образной креативности, интеллекта и внимания. *, ○, ● — $p < 0.05$ между значениями показателя, обозначенными одинаковыми значками.

Fig. 2. The influence of age and (or) intellectual environment of professional activities on indicators of imaginative creativity, intelligence and attention. *, ○, ● — $p < 0.05$ between the values of the indices, indicated by the same marks.

достоверно более низкие показатели бдительности, чем молодые испытуемые группы ННД ($p = 0.020$). Для исполнительного контроля был значимым фактор ХАРАКТЕР ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ($F_{(1,246)} = 9.188$, $p = 0.003$) (селекция информации учеными занимала меньше времени, чем в

группе ННД). Показатель ориентационного внимания отличался в зависимости от возраста ($F_{(1,246)} = 9.237$, $p = 0.003$, МВГ < СВГ).

Поскольку испытуемые разных групп отличались по среднему ВР, для оценки собственно характеристик внимания, не зависящих от выявленных различий по ВР, для каждого ис-

пытуемого были вычислены относительные значения путем деления среднего ВР для каждого экспериментального условия на общее среднее ВР испытуемого в тесте ANT [Faust, Valota, 1997]. При анализе характеристик внимания, полученных на основе относительных значений, для бдительности сохранились различия, связанные с фактором ХАРАКТЕР ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ($F_{(1,246)} = 5.458, p = 0.020$) и стали близкими к достоверным возрастным различия ($p = 0.074$), по-прежнему, при отсутствии возрастных различий в группе НД, в группе ННД пожилые имели достоверно более низкие показатели бдительности, чем молодые испытуемые ($p = 0.044$) (рис. 2). Для исполнительного контроля значимость фактора ХАРАКТЕР ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ снизилась, но была близка к уровню статистической достоверности ($F_{(1,246)} = 3.734, p = 0.054$). Показатель ориентационного внимания не отличался у испытуемых разных возрастных групп.

Характеристики ориентировочной реакции. При ANOVA ориентировочной реакции был введен дополнительный фактор ЛАТЕРАЛЬНОСТЬ (правое поле зрения и правая рука, левое поле зрения и левая рука). Выявлена статистическая значимость возрастных и латеральных различий: ориентировочная реакция была более выражена у пожилых ($F_{(1,246)} = 7.248, p = 0.006$), и у всех испытуемых при адресации стимулов правому полушарию ($F_{(1,246)} = 41.960, p = 0.000$). Близким к статистической значимости было взаимодействие факторов ВОЗРАСТ \times ЛАТЕРАЛЬНОСТЬ ($F_{(1,246)} = 3.80, p = 0.050$), обусловленное большими значениями показателя ориентировочной реакции в СВГ по сравнению с МВГ при адресации информации правому полушарию мозга, в то время как при левосторонней латерализации возрастные различия отсутствовали.

Для анализа относительных значений правополушарной и левополушарной ОР показатели, используемые для расчета латеральных значений ОР, делили на среднее ВР ответов “нет” для соответствующего полушария. При анализе относительных значений достоверными были только латеральные различия: большая выраженность ОР при адресации стимулов правому полушарию ($F_{(1,246)} = 35.620, p = 0.000$).

Регрессионный анализ вклада IQ и характеристик внимания в показатель оригинальности решения дивергентной задачи. Основываясь на том, что наиболее значимыми факторами, определяющими различия в креативности, были возраст и характер профессиональной деятельности, на следующем этапе мы провели регрессионный анализ для выяснения особенностей вклада IQ и характеристик внимания в показатель оригинальности решения дивергентной задачи отдельно в зависимости от возраста и характера интеллектуальной деятельности. В каждой группе с использованием пошаговой регрессии определяли вклад в показатель оригинальности IQ, характеристик бдительности, ориентационного и исполнительного внимания, показателей ориентировочной реакции при адресации стимулов правому и левому полушариям мозга. Регрессионный анализ, проведенный с использованием абсолютных и относительных значений показателей, выявил сходные результаты. Однако достоверность моделей, полученных с использованием абсолютных значений, была несколько выше, поэтому в статье приведены именно эти модели. Их большая достоверность, вероятно, обусловлена тем, что скорость психических процессов давала вклад не только в характеристики внимания, но и в такие показатели, как IQ и креативность.

Для молодых испытуемых достоверная модель была получена с использованием IQ, хотя показатель объяснял только 3% дисперсии показателя креативности. Для СВГ вклад таких характеристик внимания, как бдительность и исполнительный контроль, объяснял 12% дисперсии показателя креативности. Наиболее достоверная модель для СВГ объясняла 17% дисперсии оригинальности дивергентного мышления и включала такие дополнительные показатели, как IQ и левополушарная ориентировочная реакция, однако значимость этих факторов не достигала уровня статистической достоверности (табл. 1).

На основе рассматриваемых показателей для ученых не удалось получить достоверной модели описания креативности. Для людей, не связанных с научной деятельностью, наиболее достоверную модель, описывающую 17% дисперсии показателя креативности, удалось получить на основе данных IQ, правополушарной ориентировочной реакции и исполнительного контроля. Однако уровня

Таблица 1. Достоверные регрессионные модели описания образной креативности с использованием показателей интеллекта и внимания для испытуемых групп МВГ, СВГ и ННД**Table 1.** Reliable regression models describing imaginative creativity with the use of intelligence and attention indicators for the subjects of the younger age group (МВГ), the older age group (СВГ) and for subjects not engaged in scientific activity (ННД)

Показатели	Бета	<i>t</i>	<i>p</i>	
	Молодые (МВГ)			
Интеллект	$R^2 = 0.03; F_{(1,165)} = 5.5; p = 0.020$			
	0.18	2.37	0.019	
Пожилые (СВГ)				
Бдительность	$R^2 = 0.17; F_{(4,82)} = 4.2; p = 0.004$			
	0.28	2.74	0.007	
	Исполнительный контроль	-0.22	-2.13	0.035
	Интеллект	0.19	1.89	0.062
Ориентировочная реакция левополушарная	-0.16	-1.60	0.112	
Испытуемые, не связанные с научной деятельностью (ННД)				
Интеллект	$R^2 = 0.17; F_{(3,126)} = 8.5; p = 0.000$			
	0.39	4.81	0.000	
	Ориентировочная реакция правополушарная	0.17	2.00	0.047
Исполнительный контроль	-0.10	-1.24	0.217	

достоверности достигли только 2 первых показателя (табл. 1).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В результате проведенного исследования установлено, что факторы возраста и интеллектуальной среды профессиональной деятельности оказывают дифференцированное влияние на исследованные показатели креативности, интеллекта, теста АНТ, позволяющего оценить эффективность нейронных сетей бдительности, ориентации и разрешения конфликта, и ориентировочной реакции.

Интеллект и креативность. Полученные данные свидетельствуют о снижении интеллекта, которое наблюдается при старении даже у пожилых испытуемых, успешно продолжающих профессиональную деятельность. Однако испытуемые, связанные с научной деятельностью, как в молодом, так и в пожилом возрасте демонстрируют более высокие показатели IQ по сравнению с испытуемыми группы ННД. Более высокий IQ у молодых испытуемых группы НД совпадает с данными, согласно которым испытуемые с более высокими интеллектуальными возможностями чаще выбирают сферу профессиональной деятельности, требующую больших интеллектуальных усилий [Шевцова, 2012]. В свою очередь, более высокие показатели IQ у по-

жилых ученых согласуются с теорией когнитивного резерва, которая рассматривает высокий базовый когнитивный потенциал в молодом возрасте как основу для сохранения более высоких способностей, как при физиологическом, так и патологическом старении [Tucker, Stern, 2011].

В отличие от IQ, связанные со старением изменения такого показателя когнитивных способностей, как креативность, зависели не только от возраста, но и от интеллектуальной среды профессиональной деятельности. Испытуемые группы ННД демонстрировали снижение образной креативности при старении. Дальнейший анализ показал, что возрастное снижение наблюдалось только у мужчин, при этом в молодом возрасте они демонстрировали такую же высокую креативность, как испытуемые группы НД. Женщины группы ННД в молодом возрасте имели более низкие показатели, чем мужчины группы ННД и чем испытуемые группы НД, но этот показатель не изменялся при старении. Образная креативность тесно связана с мысленным воображением. Рассматривая разные компоненты образного воображения, Палермо и соавт. [Palermo et al., 2016] подтвердили хорошо известное преимущество мужчин над женщинами в образной задаче мысленного вращения объектов, но при этом обнаружили

только у пожилых мужчин резкое снижение компонента, связанного с инспекцией зрительных образов. Эти изменения сопоставимы с половыми различиями, полученными в нашем исследовании для образной креативности у испытуемых группы ННД. В группе НД отсутствовали как половые, так и возрастные различия в оригинальности дивергентных решений. Таким образом, научная деятельность оказалась фактором, способствующим сохранению креативного потенциала в пожилом возрасте.

Показатели разных систем внимания в тесте ANT. При изучении таких аспектов внимания, как бдительность и исполнительный контроль, нами не выявлено изменений, связанных со старением. Что касается имеющихся в литературе данных, то в большинстве исследований обнаружено падение бдительности у пожилых испытуемых при использовании для расчетов как абсолютных значений ВР, так и после их преобразования для исключения эффекта глобального замедления нервных процессов с возрастом [Festa-Martino et al., 2004; Gamboz et al., 2010; Jennings et al., 2007; Williams et al., 2016; Zhou et al., 2011]. Противоположный эффект — увеличение бдительности при старении — обнаружен в случае использования модифицированной версии теста ANT, в которой предупреждающий стимул появлялся не на 100 мс, как в нашем и приведенных выше исследованиях, а присутствовал на экране до ответа испытуемого [Fernandez-Duque, Black, 2006]. Предполагается, что длительное предъявление предупреждающего стимула может способствовать мобилизации бдительности у пожилых испытуемых [Jennings et al., 2007]. Основанием для такого предположения являются данные об усилении этой формы внимания у пожилых испытуемых при увеличении времени предъявления предупреждающего стимула со 125 мс до 750 мс [Sano et al., 1995]. Таким образом, данные, полученные нами на полной выборке испытуемых, отличаются от результатов большинства исследований. Однако при анализе связанных со старением изменений бдительности в зависимости от характера профессиональной деятельности у испытуемых группы ННД, как и в приведенных выше исследованиях, выявлено возрастное снижение бдительности. Необходимо отметить, что в нашем исследовании возрастное снижение бдительности в группе ННД наблюдалось, несмотря на более молодой возраст пожилых

испытуемых этой группы по сравнению с большинством аналогичных исследований и их активный образ жизни, связанный с продолжением профессиональной деятельности. Таким образом, данные, полученные для пожилых испытуемых группы ННД, согласуются с представлением о снижении бдительности при старении и, возможно, были бы более достоверными при повышении возрастного порога включения в старшую группу. В то же время отсутствие редукции этого показателя у пожилых ученых впервые показывает протекторное действие когнитивных нагрузок против возрастного снижения бдительности.

Для исполнительного контроля в нашем исследовании не выявлено возрастных различий. В других исследованиях получены неоднородные результаты. Так, Махони и соавт. [Mahoney et al., 2010] отмечают увеличение времени разрешения конфликта при старении. Однако возраст пожилых испытуемых в этом исследовании превышает 70 лет. Ухудшение исполнительного контроля при старении отмечено в исследовании, проведенном на китайских испытуемых, средний возраст которых был также больше 70 лет [Zhou et al., 2011]. В других исследованиях ухудшение исполнительного внимания у пожилых по сравнению с молодыми испытуемыми отмечено только в случаях, когда для расчета этого показателя использовали исходные значения ВР. После преобразования показателей ВР с целью исключения влияния глобального возрастного замедления нервных процессов различия между молодыми и пожилыми испытуемыми исчезли [Gamboz et al., 2010; Jennings et al., 2007; Williams et al., 2016]. В отличие от приведенных данных, в нашем исследовании не выявлено связанных со старением изменений исполнительного внимания при использовании для расчетов не только относительных, но и непреобразованных значений ВР. Эта особенность может быть связана с высокой социальной активностью (продолжение профессиональной деятельности) и неоднородностью группы пожилых испытуемых, среди которых ученые продемонстрировали более высокие способности селекции информации по сравнению с лицами, не связанными с научной деятельностью, что могло улучшить показатели СВГ в целом. Противоречивость данных разных исследований может быть обусловлена не только особенностями социальных характеристик пожилых людей, но и их возрастными разли-

чиями. Так, замедление разрешения конфликта было выражено у испытуемых, возраст которых превышал 70 лет, и был выше, чем в исследованиях, не выявивших изменений исполнительного внимания при старении. Возможно, существенное нарушение исполнительного контроля свойственно только людям преклонного возраста.

Ориентационное внимание (после учета возрастного замедления информационных процессов) в нашем исследовании было одинаковым у молодых и пожилых испытуемых. Эти данные согласуются с опубликованными ранее результатами, согласно которым пространственная подсказка, появляющаяся в месте предъявления тестового стимула, имела одинаковую эффективность в фокусировании пространственного внимания у людей молодого и пожилого возраста [Fernandez-Duque, Black, 2006; Gamboz et al., 2010; Jennings et al., 2007; Williams et al., 2016; Zhou et al., 2011].

Вклад IQ и характеристик внимания в показатель оригинальности решения дивергентной задачи. Полученные результаты показали, что наиболее значимыми факторами, определяющими различия в креативности, были возраст и характер профессиональной деятельности. В связи с этим мы провели регрессионный анализ для выяснения особенностей вклада IQ и характеристик внимания в показатель оригинальности решения дивергентной задачи в зависимости от возраста и интенсивности интеллектуальной деятельности.

У молодых испытуемых креативность оказалась положительно связанной с IQ, при отсутствии вклада IQ в креативность в СВГ. Высказывается предположение, что истощение когнитивных ресурсов при старении приводит к снижению взаимосвязей между уровнем IQ и изменениями отдельных когнитивных функций на фоне возрастания роли генетических факторов, обуславливающих гетерогенность ментального старения [Lindenberger et al., 2008; Nagel et al., 2008]. Наши данные показывают, что в гетерогенность ментального старения могут давать вклад и социальные факторы, в частности, интеллектуальная среда профессиональной деятельности.

В старшей возрастной группе креативность оказалась положительно связанной с бдительностью и отрицательно со временем разрешения конфликта. Большая эффектив-

ность именно этих форм внимания отмечена в СВГ у ученых по сравнению с людьми, не связанными с научной деятельностью, что является дополнительным подтверждением значимости этих форм внимания для успешного решения дивергентных задач при старении. Связь креативности с исполнительным контролем показана в ряде исследований с применением задачи Струпа [Grobortz, Necka, 2003; Edl et al., 2014]. Предполагается, что способность к ингибированию доминирующей информации способствует выделению в процессе творческого мышления оригинальных решений за счет подавления интерференции, создаваемой наиболее очевидными и тривиальными идеями [Friedman, Miyake, 2004; Gupta et al., 2012]. Более раннее включение и больший вклад селективных процессов при решении дивергентных задач пожилыми испытуемыми подтверждается данными исследования, связанными со старением изменений ЭЭГ на разных этапах решения творческих задач [Приводнова, Вольф, 2016].

При проведении регрессионного анализа отдельно для групп НД и ННД для ученых не удалось получить достоверной модели. Это может быть обусловлено использованием более разнообразных стратегий решения творческих задач в этой группе испытуемых, отличавшейся более высокими и устойчивыми по отношению к старению показателями креативности по сравнению группой ННД. Для людей, не связанных с научной деятельностью, обнаружена положительная связь показателя IQ и правополушарной ориентировочной реакции с оригинальностью решений дивергентной задачи. Исследование связи интеллекта с креативностью привело к формулированию пороговой гипотезы, согласно которой при значениях IQ ниже порога, этот показатель коррелирует с креативностью, тогда как при высоком уровне IQ, превышающем пороговое значение, корреляция с креативностью отсутствует [Guilford, 1967]. Хотя в последующем были получены неоднозначные данные относительно справедливости этой гипотезы, специальный анализ показал, что разногласия обусловлены рассмотрением разных показателей креативности. Пороговая гипотеза оказалась наиболее приемлемой при рассмотрении связей между IQ и оригинальностью решений дивергентной задачи [Jauk et al., 2013]. Именно этот показатель креативности использован в нашем исследовании. Поскольку как в группу НД, так и

ННД входили люди молодого и пожилого возраста, более низкие показатели IQ в группе ННД не были обусловлены возрастным фактором. Таким образом, полученный при регрессионном анализе результат согласуется с положением пороговой гипотезы. Что касается положительной связи выраженности правополушарной ориентировочной реакции и креативности в группе ННД, то они совпадают с данными, полученными нами ранее при изучении ориентировочной реакции у испытуемых с высокой и низкой образной креативностью. У последних отмечено достоверное увеличение выраженности правополушарной ориентировочной реакции [Онищенко и др., 2009]. Анализ данных электрофизиологических и топографических исследований показал, что сознательное переключение внимания в соответствии с требованием задания и непроизвольное переключение внимания при предъявлении внешнего неожиданного стимула (ориентировочная реакция) активируют общую нейронную сеть, связанную с анализом новизны в соответствии с имеющимся контекстом [Barcelo et al., 2006]. При исследовании ОР также показано, что реакция на новизну включает такие последовательные составляющие, как детекция новизны и далее процессы, связанные с классификацией новых стимулов, которые обеспечиваются фронтальными отделами правого полушария [Opitz et al., 1999]. Таким образом, выраженность ОР может отражать такой потенциально связанный с креативностью процесс, как переключение в ходе выполняемой деятельности, способствующее появлению внимания и классификации новых решений. По-видимому, выраженность реакции на новизну при переключении внимания имеет большее значение для лиц, не связанных с научной деятельностью.

В целом полученные результаты согласуются с точкой зрения, что в основе творческого мышления лежат не только процессы спонтанной генерации идей, связанные с дефокусированным вниманием, но существенная роль принадлежит также контролирующим процессам top-down регуляции [Benedek et al., 2014]. Новизна проведенного исследования состоит в выявлении разного вклада интеллекта и характеристик внимания в креативность при старении и в зависимости от интеллектуальной среды профессиональной деятельности. Функциональное значение выявленных различий в определенной степени

может быть объяснено на основании данных о более высоком когнитивном резерве у испытуемых группы НД по сравнению с ННД для показателей IQ и исполнительного внимания, а также о протекторном влиянии интеллектуальных нагрузок против возрастного снижения креативности и бдительности.

Проведенное исследование имеет ряд ограничений, наиболее принципиальным из которых является довольно короткое время, предоставленное для нахождения решения дивергентной задачи, что может приводить к усилению роли контролирующих систем top-down регуляции, обеспечивающих сознательную селекцию информации.

ВЫВОДЫ

1. Научная деятельность оказалась протекторным фактором против снижения образной креативности и бдительности в пожилом возрасте.

2. Для образной креативности у людей, не связанных с научной деятельностью, возрастные различия зависели от фактора пола. Молодые женщины имели более низкие показатели, чем мужчины, однако эти показатели не изменялись при старении. У мужчин происходило достоверное снижение креативности при старении, и она становилась ниже по сравнению с креативностью пожилых женщин.

3. Показатели IQ и исполнительного контроля были выше у ученых по сравнению с людьми, не занимающимися научной деятельностью, что согласуется с теорией когнитивного резерва.

4. Согласно регрессионному анализу наибольший положительный вклад в креативность у молодых испытуемых вносил IQ. У пожилых людей отмечен положительный вклад бдительности и отрицательный – времени разрешения конфликта при исполнительном внимании.

5. Для ученых не удалось получить достоверной модели взаимосвязи IQ и внимания с креативностью. У людей, не связанных с научной деятельностью, предикторами креативности были IQ и правополушарная ориентировочная реакция.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Новосибирской в рамках научного проекта № 17-46-540705.

Авторы выражают благодарность Елене Петровне Черемисиной, которая проводила инструктаж испытуемых и осуществляла контроль правильности выполнения ими процедур психометрического тестирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Айзенк Г.Ю.* Проверьте свои способности М.: Мир, 1972. 176 с.
- Онищенко М.А., Вольф Н.В., Разумникова О.М.* Латеральная организация ориентировочной реакции: связь с уровнем образной креативности. Журнал “Асимметрия”. 2009. 3 (3): 4–12.
- Приводнова Е.Ю., Вольф Н.В.* Особенности временной динамики осцилляторной активности мозга при решении творческой задачи у молодых и пожилых испытуемых. Физиология человека. 2016. 42 (5): 1–8.
- Разумникова О.М.* Способы определения креативности. Изд. НГТУ. Новосибирск. 2002. 35 с.
- Разумникова О.М.* Закономерности старения мозга и способы активации его компенсаторных ресурсов. Успехи физиол. наук. 2015. 46 (2): 3–16.
- Шевцова П.В.* Взаимосвязь интеллектуальных способностей и мотивов выбора профессиональной деятельности. Организационная психология. 2012. 2 (1): 71–86.
- Annett M.* A classification of hand preference by association analysis // *British Journal of Psychology*, 1970. 61 (3): 303–321.
- Barcelo F., Escera C., Corral M.J.* Task switching and Novelty Processing Activate a Common Neural Network for Cognitive Control. *J. Cogn. Neurosci.* 2006. 18 (10): 1734–1748.
- Benedek M., Jauk E., Sommer M., Arendasy M., Neubauer A.C.* Intelligence, creativity, and cognitive control: The common and differential involvement of executive functions in intelligence and creativity. *Intelligence*. 2014. 46: 73–83.
- Daffner K.R., Ryan K.K., Williams D.M., Budson A.E., Rentz D.M., Wolk D.A., Holcomb P.J.* Increased responsiveness to novelty is associated with successful cognitive aging. *J. Cogn. Neurosci.* 2006. 18 (10): 1759–1773.
- Dietrich A.* The cognitive neuroscience of creativity. *Psychonomic Bulletin & Review*. 2004. 11 (6): 1011–1026.
- Dudeck S.Z., Hall W.B.* Personality Consistency: Eminent Architects 25 Years Later. *Creativity Research Journal*. 1991. 4: 213–231.
- Edl S., Benedek M., Papousek I., Weiss E.M., Fink A.* Creativity and the Stroop interference effect. *Personality and Individual Differences*. 2014. 69: 38–42.
- Fan J., McCandliss B.D., Sommer T., Raz A., Posner M.I.* Testing the efficiency and independence of attentional networks. *J. Cogn. Neurosci.* 2002. 14 (3): 340–347.
- Faust M.E., Balota D.A.* Inhibition of return and visuospatial attention in healthy older adults and individuals with dementia of the Alzheimer type. *Neuropsychology*. 1997. 11 (1): 13–29.
- Fernandez-Duque D., Black S.E.* Attentional networks in normal aging and Alzheimer’s disease. *Neuropsychology*. 2006. 20 (2): 133–143.
- Festa-Martino E., Ott B.R., Heindel W.C.* Interactions between phasic alerting and spatial orienting: effects of normal aging and Alzheimer’s disease. *Neuropsychology*. 2004. 18 (2): 258–268.
- Foos P.W., Boone D.* Adult age differences in divergent thinking: It’s just matter of time. *Educational Gerontology*. 2008. 34: 587–594.
- Friedman N.P., Miyake A.* The relations among inhibition and interference control functions: a latent-variable analysis. *Journal of experimental psychology. General*. 2004. 133 (1): 101–135.
- Gamboz N., Zamarian S., Cavallero C.* Age-related differences in the Attention Network Test (ANT). *Experimental Aging Research*. 2010. 36: 287–305.
- Golden C.J.* The measurement of creativity by the Stroop color and word test. *Journal of Personality Assessment*. 1975. 39: 502–506.
- Groborz M., Necka E.* Creativity and cognitive control: Explorations of generation and evaluation skills. *Creativity Research Journal*. 2003. 15: 183–197.
- Guilford J.P.* The nature of human intelligence. McGrawHill Inc. NY, 1967. 538 p.
- Gupta N., Jang Y., Mednick S.C., Huber D.E.* The road not taken: Creative solutions require avoidance of high-frequency responses. *Psychological Science*. 2012. 23: 288–294.
- Jacquish G.A., Ripple R.E.* A life-span development cross-culture study of divergent thinking abilities. *International Journal of Aging and Human Development*. 1984. 20: 1–11.
- Jauk E., Benedek M., Dunst B., Neubauer A.C.* The relationship between intelligence and creativity: New support for the threshold hypothesis by means of empirical breakpoint detection. *Intelligence*. 2013. 41 (4): 212–221.
- Jennings J.M., Dagenbach D., Engle C.M., Funke L.J.* Age-related changes and the Attention Network Task: An examination of alerting, orienting, and executive function. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*. 2007. 14: 353–369.
- Leckey J.* The therapeutic effectiveness of creative activities on mental well-being: a systematic review of the literature. *J. Psychiatr Ment Health Nurs*. 2011. 6: 501–509.
- Leon S.A., Altmann L.J.P., Abrams L., Rothi L.J., Heilman K.M.* Divergent Task Performance in Older Adults: Declarative Memory or Creative Potential? *Creat Res J*. 2014. 26 (1): 21–29.

- Lindauer M.S.* The Span of Creativity Among Long-lived Historical Artists. *Creativity Research Journal*. 1993. 6: 221–240.
- Lindenberger U., Nagel I.E., Chicherio C., Li S-C., Heekeren H.R., Bäckman L.* Age-related decline in brain resources modulates genetic effects on cognitive functioning. *Frontiers in Neuroscience*. 2008. 2: 234–244.
- Mahoney J.R., Verghese J., Goldin Y., Lipton R., Holtzer R.* Alerting, orienting, and executive attention in older adults. *Journal of the International Neuropsychological Society*. 2010. 16: 877–889.
- Nagel I.E., Chicherio C., Li S-C., von Oertzen T., Sander T., Villringer A., Heekeren H.R., Bäckman L., Lindenberger U.* Human aging magnifies genetic effects on executive functioning and working memory. *Front. Hum. Neurosci.* 2008. 2: 1.
- Opitz B., Mecklinger A., Friederici A.D., von Cramon D.Y.* The functional neuroanatomy of novelty processing: integrating ERP and fMRI results. *Cereb. Cortex* 1999. 9: 379–391.
- Palermo L., Piccardi L., Nori R., Giusberti F., Guariglia C.* The impact of ageing and gender on visual mental imagery processes: A study of performance on tasks from the Complete Visual Mental Imagery Battery (CVMIB). *Journal of clinical and experimental Neuropsychology*. 2016. 38 (7): 752–763.
- Palmiero M., Di Giacomo D., Passafium D.* Divergent Thinking and Age-Related Changes. *Creativity Research Journal*. 2016. 26 (4): 456–460.
- Pérez L., Padilla C., Parmentier F.B.R., Andrés P.* The effects of chronic exercise on attentional networks. *PLoS One*. 2014. 9 (7): e101478.
- Posner M.I., Petersen S.E.* The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*. 1990. 13: 25–42.
- Posner M.I., Sheese B.E., Odludas Y., Tang Y.* Analyzing and shaping human attentional networks. *Neural Networks*. 2006. 19: 1422–1429.
- Radel R., Davranche K., Fournier M., Dietrich A.* The role of (dis)inhibition in creativity: Decreased inhibition improves idea generation. *Cognition*. 2015. 134: 110–120.
- Root-Bernstein R.S., Bernstein M., Garnier H.* Identification of Scientists Making Long-term High-impact Contributions, with Notes on their Methods of Working. *Creativity Research Journal*. 1993. 6: 329–343.
- Sano M., Rosen W., Stern Y., Rosen J., Mayeux R.* Simple reaction time as a measure of global attention in Alzheimer's disease. *Journal of the International Neuropsychological Society*. 1995. 1: 56–61.
- Staff R.T., Hogan M.J., Whalley L.J.* Aging trajectories of fluid intelligence in late life: The influence of age, practice and childhood IQ on Raven's Progressive Matrices. *Intelligence*. 2014. 47: 194–201.
- Sternberg R.J.* *Wisdom, intelligence, and creativity synthesized.* Cambridge University Press. Ed. R.J. Sternberg. 2003. 246 p.
- Torrance E.P.* *The Torrance tests of creative thinking streamlined (revised) manual: Figural A and B.* Bensenville, IL: Scholastic Testing Service. 1984.
- Tucker A.M., Stern Y.* Cognitive reserve in aging. *Curr Alzheimer Res*. 2011. 8 (4): 354–360.
- Walberg H.J., Stariha W.E.* *Productive Human Capital: Learning, Creativity and Eminence.* *Creativity Research Journal*. 1992. 5: 323–340.
- Williams R.S., Biel A.L., Wegier P., Lapp L.K., Dyson B.J., Spaniol J.* Age differences in the Attention Network Test: Evidence from behavior and event-related. *Brain and Cognition*. 2016. 102: 65–79.
- Zhou S.J., Fan, T.M.C. Lee, Ch. Wang K. Wang.* Age-related differences in attentional networks of alerting and executive control in young, middle-aged, and older Chinese adults. *Brain and Cognition*. 2011. 75 (2): 205–210.

THE IMPACT OF THE INTELLECTUAL ENVIRONMENT OF PROFESSIONAL ACTIVITIES ON CREATIVE CAPACITY AT AGING: PECULIARITIES OF ASSOCIATIONS WITH CHARACTERISTICS OF ATTENTION AND INTELLIGENCE

N. V. Volf^{a,b,#}, E. Yu. Privodnova^a, and L. V. Belousova^a

^a State Scientific Research Institute of Physiology and Basic Medicine, Novosibirsk, Russia

^b Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

[#] e-mail: volf@physiol.ru

The ability to think creatively is closely related to mental health in old age. In experimental studies of creativity using the measure of originality of solutions to divergent problems, it is shown that the success of creative thinking is determined by the amount of knowledge and attention processes necessary to identify and provide access to executive behavior systems for the most original and acceptable information. Although the idea of intensive mental activity as a factor contributing to the maintenance of mental health in aging is generally accepted, the effect of the intellectual environment of

professional activity on mental aging has not been studied. In this paper, we compare the originality of solutions in the Torrens figurative test, the intelligence (IQ), the indicators of the three attention systems (vigilance, orientation and executive) in the ANT (Attentional network test), hemispheric characteristics of the behavioral response to novelty in young and older scientists and people not related to scientific activity. The contribution of IQ and attention to creativity is also analyzed, depending on the age and intellectual environment of professional activity. Scientific activity proved to be a protective factor against the decline in creativity and vigilance in the elderly. For the creativity of people not related to scientific activity, age differences depended on the gender factor. Young women had lower rates than men, but their creativity did not change in old age. In older men, creativity was lower, compared to young men and compared to the creativity of older women. Indicators of IQ and executive control were higher among scientists compared to people not engaged in scientific activity, which is consistent with the theory of cognitive reserve. According to the regression analysis, the greatest positive contribution to creativity in young subjects was made by IQ. Older people have a positive contribution of vigilance and a negative one – of the time of conflict resolution under executive attention. For scientists, it was not possible to obtain a reliable model of the relationship between IQ and attention with creativity. In people not engaged in scientific activity, positive predictors of creativity were IQ and indices of the right-hemisphere orienting reaction.

Keywords: figurative creativity, intellect, attention, aging, intellectual environment of professional activity.