УЛК 612.821+159.95

# ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИЙ СИСТЕМ ВНИМАНИЯ И САМООЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ, СВЯЗАННЫЕ С ВОЗРАСТОМ И ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА

© 2021 г. О. М. Разумникова<sup>1, \*</sup>, И. В. Тарасова<sup>2</sup>, О. А. Трубникова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

 $^2\Phi$ ГБНУ Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний, Кемерово, Россия

\*E-mail: razoum@mail.ru Поступила в редакцию 03.09.2020 г. После доработки 28.10.2020 г. Принята к публикации 24.11.2020 г.

Изучены особенности функций систем внимания (исполнительного контроля, бдительности и ориентационного внимания) и самооценки качества жизни при сравнении групп здоровых пожилых и молодых лиц, а также пациентов кардиологического центра. Установлено, что самооценка физического здоровья в группе здоровых пожилых была ниже, чем у молодых, но выше, чем у лиц с ишемической болезнью сердца, а психического здоровья — в двух последних группах ниже, чем в первой. Реорганизация систем внимания при ишемии головного мозга по сравнению со здоровыми лицами проявляется увеличением числа ошибок и времени селекции зрительно предъявленной информации, указывающим на ухудшение функций исполнительного контроля, меньшую бдительность и большее время реакции в системе ориентационного внимания, причем с самооценкой качества жизни в большей степени оказываются связаны функции системы бдительности, тогда как у здоровых пожилых — исполнительного контроля внимания.

Ключевые слова: системы внимания, самооценка здоровья, старение, ишемическая болезнь сердца.

**DOI:** 10.31857/S0131164621060102

Увеличение продолжительности жизни и доли людей преклонного возраста в популяции с сопутствующим повышением вероятности ухудшения состояния здоровья усиливает интерес к изучению механизмов старения. В качестве наиболее стабильно наблюдаемых изменений функций мозга в пожилом возрасте выделяют ухудшение кратковременной памяти, тормозных процессов и скорости реакции, что приводит к снижению эффективности селекции информации и гибкости мышления и поведения в целом [1]. Эти изменения способствуют развитию старческой деменции, риск которой возрастает вследствие сердечно-сосудистых заболеваний [2, 3]. Известно, что когнитивные расстройства у пациентов с сердечно-сосудистой патологией сопровождаются уменьшением мозгового кровотока [4, 5] и другими нарушениями цереброваскулярных функций и нейронной активности [6-9], которые могут усугубляться после операции коронарного шунтирования (КШ) [10, 11], снижая таким образом качество жизни прооперированных больных.

Дополнительное к возрастным изменениям деятельности мозга повреждающее влияние сердечно-сосудистой патологии вызывается атеросклеротическим ремоделированием мозговых сосудов с увеличением их жесткости и нарушением ауторегуляции мозговой перфузии, что приводит к ухудшению метаболических процессов в нейронах [6, 12–16], хотя имеются сведения и об отсутствии влияния интенсивности кровотока в средней мозговой артерии на показатели внимания и памяти [17].

Связанные с атеросклерозом ишемические процессы затрагивают, в первую очередь, фронтальные и париетальные области коры [18], однако возрастные и патологические изменения их активности различаются по своей природе [19]. Эти отделы мозга рассматриваются также как нейроанатомический субстрат организации систем внимания [20—22], причем нейронные системы передней части мозга, ответственные за торможение иррелевантной информации и выбор релевантной, нарушаются при старении в первую очередь [23—26]. Вместе с этим показано,

Таблица 1. Клинико-анамнестические показатели пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) – ГРЗ

Показатель	n = 62
Длительность анамнеза ИБС, $M\pm\sigma$ , лет	$5.35 \pm 2.50$
ФК по NYHA, n (%)	
II	52 (84)
III	10 (16)
Стенокардии ФК, n (%)	
I–II	40 (64)
III	22 (36)
Фракция выброса левого желудочка, $M\pm\sigma$ , %	$56.8 \pm 9.32$
Поражение коронарных артерий по шкале $SYNTAX, M \pm \sigma$ , балл	$23.7 \pm 8.63$
Стенозы внутренней сонной артерии <50%, n (%)	22 (36)
Сахарный диабет, <i>n</i> (%)	16 (26)

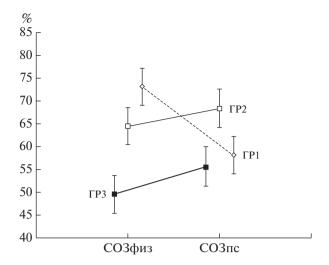
что характеристики исполнительных функций являются лучшими предикторами качества жизни и степени развития старческой деменции [27-29]. Однако наряду с выводами о наиболее выраженных нарушениях в исполнительной системе внимания при относительной сохранности ориентационного внимания [30] имеются данные, указывающие на отсутствие возрастных различий в исполнительном контроле селекции информации [29]. Полагают, что причиной такого расхождения во мнениях может быть разная возрастная динамика изменений в отдельных субкомпонентах исполнительного контроля: процессах торможения, обновления и переключения информационных потоков [25] или его структуре [31]. Изучение возрастных особенностей показателей мозгового кровотока и внимания свидетельствует о взаимосвязи с разными формами внимания: негативной связи с селективным вниманием в группе молодых и с тонической бдительностью у пожилых [32]. В ходе выполненного недавно обзора литературы, представляющего результаты исследований систем внимания, также сделаны выводы о разных паттернах снижения их функций: бдительности при нормальном старении и исполнительного внимания на ранних фазах болезни Альцгеймера [33].

Методики субъективной оценки состояния здоровья широко используются как показатели эффективности лечения и реабилитационных мероприятий, в том числе после кардиохирургических вмешательств [34-37]. Целью настоящего исследования стало выяснение особенностей реорганизации функций систем внимания (исполнительного контроля, бдительности и ориентационного внимания) и самооценки качества жизни у здоровых пожилых и молодых лиц и у пациентов кардиологического центра. Решение этого вопроса с практической точки зрения важно для разработки нейрореабилитационных технологий восстановления когнитивных функций в постоперационный период кардиохирургических вмешательств или персонализированного когнитивного тренинга пожилых или молодых лиц.

#### **МЕТОДИКА**

В исследовании принимали участие три группы: здоровые лица молодого возраста (n = 67, средний возраст  $18.8 \pm 0.5$  лет) (ГР1), здоровые лица пожилого возраста (n = 67, средний возраст  $64.1 \pm 0.6$  года) (ГР2) и пациенты со стабильной ишемической болезнью сердца (ИБС), госпитализированные в Научно-исследовательский институт комплексных проблем (г. Кемерово) сердечно-сосудистых заболеваний для выполнения планового коронарного шунтирования (КШ)  $(n = 62, \text{ средний возраст } 56.7 \pm 5.5 \text{ лет})$  (ГР3). ГР1 была представлена студентами очного отделения Факультета гуманитарного образования, а ГР2 – пенсионерами, посещающими лекции и практические занятия Народного факультета Новосибирского государственного технического университета. Клинико-анамнестические характеристики ГРЗ представлены в табл. 1.

Для анализа состояния исполнительной системы внимания часто используют задания с предъявлением конфликтующей или "неконгруэнтной" информации. Применение методики ANT (attention network test) позволяет определить эффективность деятельности не только исполнительной, но и ориентационной системы внимания и бдительности [38]. Целевым стимулом согласно этой методике является центральная стрелка, направление которой требуется определить в разных условиях селекции сигнала: при конгруэнтном (все пять стрелок направлены в одну сторону) или неконгруэнтном (центральная стрелка направлена в сторону, противоположную



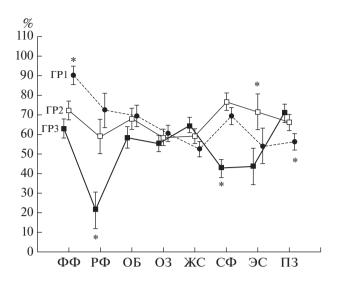
**Рис. 1.** Показатели самооценки физического (СОЗфиз) и психического здоровья (СОЗпс) в исследованных группах.

 $\Gamma P1$  — здоровые молодые,  $\Gamma P2$  — здоровые пожилые,  $\Gamma P3$  — пациенты с ишемической болезнью сердца (ИБС).

остальным) предъявлении и с предупреждающим появление целевого стимула центральным или двойным пространственно разнесенным намеком. Время предъявления всех 96 стимулов варьировало в пределах 400—1600 мс, предупреждающий намек (расположенный в центре экрана или там, где будет показан стимул) появлялся за 100 мс до целевого стимула. Регистрировали время реакции и количество ошибок для всех вариантов предъявления стимула с использованием специально разработанного программного обеспечения. На основе полученных данных вычисляли показатели функций трех систем внимания: исполнительной системы (ВРисп), бдительности (ВРбд) и ориентационного внимания (ВРор). Подробнее методика была описана ранее в работах [39, 40].

Для самооценки качества жизни использовали опросник *SF*-36, включающий 8 шкал: физическое функционирование (ФФ), ролевое функционирование (РФ), ощущение боли (ОБ), общее здоровье (ОЗ), жизнеспособность (ЖС), социальное функционирование (СФ), эмоциональное состояние (ЭС) и психическое здоровье (ПЗ); первые четыре шкалы представляли интегральный показатель физического здоровья (СОЗфиз), а четыре следующие — психического (СОЗпс) [41, 42]. Согласно стандартному способу оценки 100% отражали максимальный уровень показателя, 0% — минимальный.

Для статистической обработки данных использовали методы дисперсионного, факторного и кластерного анализа с применением пакета программ *STATISTICA13 ru*.



**Рис. 2.** Профиль шкал *SF*-36 в трех исследованных группах.  $\Phi\Phi$  – физическое функционирование,  $P\Phi$  – ролевое функционирование. QF – опущение боли. Q3 – об-

функционирование, ОБ — ощущение боли, ОЗ — общее здоровье, ЖС — жизнеспособность, СФ — социальное функционирование, ЭС — эмоциональное состояние, ПЗ — психическое здоровье. Остальные обозначения см. рис. 1.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ показателей самооценки здоровья. Дисперсионный анализ ANOVA выполняли для трех групп участников исследования и двух зависимых переменных СОЗфиз и СОЗпс или 8 зависимых переменных: показателей шкал SF-36. Был обнаружен значимый эффект фактора ГРУППА  $(F(2,193) = 17.51; p < 0.00001; \eta^2 = 0.15),$  обусловленный меньшими значениями самооценки состояния здоровья в ГРЗ по сравнению с ГР2 или ГР1 (52.6  $\pm$  1.8; 66.5  $\pm$  1.8 и 65.7  $\pm$  1.8, соответственно), а также его взаимодействие с показателями восьми шкал SF-36 (F(14,1351) = 22.73; p << 0.00001;  $\eta^2 = 0.19$ ) и интегральных показателей СОЗфиз и СОЗпс (F(2,193) = 31.56; p < 0.00001,  $\eta^2 = 0.25$ ). На рис. 1 показаны соотношения СОЗфиз и СОЗпс для трех исследованных групп, а на рис. 2 - всех шкал *SF*-36.

Согласно *post-hoc* анализу обнаруженных эффектов ГР3 характеризовалась достоверно более низким показателем СОЗфиз по сравнению с ГР2 или ГР1 (p < 0.00002 с поправкой Бонферрони), а СОЗпс — только по сравнению с ГР2 (p < 0.0004). Следует также отметить большие значения физического, чем психического здоровья в ГР1 (p < 0.000001) при тенденции к обратному соотношению этих компонентов в ГР2 и ГР3 (рис. 1).

Максимально низкий уровень в ГР3 отмечен для шкал "ролевое функционирование", "социальное функционирование" и "эмоциональное

Шкалы <i>SF</i> -36	ГР1		ГР2			ГР3		
	Ф1_П3	Ф2_Ф3	Ф1_П3	Ф2_Ф3 + П3	Ф3_Ф3	Ф1	Ф2	Ф3
ФФ	-0.030	0.565	-0.035	0.246	0.765	0.604	-0.567	0.179
РΦ	0.503	0.508	-0.042	0.804	0.137	0.013	-0.132	0.872
ОБ	0.162	0.793	0.225	0.608	0.397	0.471	-0.527	0.464
О3	0.145	0.706	0.353	0.030	0.750	0.848	-0.036	0.005
ЖС	0.673	0.416	0.679	0.039	0.442	0.648	0.106	0.603
СФ	0.797	0.005	0.486	0.678	-0.006	0.151	0.797	0.087
ЭС	0.769	-0.065	0.662	0.488	0.051	0.218	0.069	0.813
П3	0.835	0.337	0.873	0.088	0.096	0.641	0.327	0.437
Expl. Var	2.678	1.995	2.076	1.785	1.531	2.205	1.376	2.230
Prp. Totl	0.335	0.249	0.259	0.223	0.191	0.276	0.172	0.279

**Таблица 2.** Факторная структура показателей самооценки состояния здоровья в группах здоровых молодых (ГР1), здоровых пожилых (ГР2) и пациентов с ИБС (ГР3)

Примечание:  $\Phi\Phi$  — физическое функционирование,  $P\Phi$  — ролевое функционирование, OE — ощущение боли, O3 — общее здоровье, KC — жизнеспособность,  $C\Phi$  — социальное функционирование, OE — эмоциональное состояние, OE — психическое здоровье; жирным шрифтом выделены максимальные нагрузки в факторах OE — представляющих шкалы физического здоровья, OE — психического).

состояние" (рис. 2). По первым двум шкалам ГРЗ достоверно отличалась от ГР2 или ГР1 (p < 0.0001), а по ЭС — только с ГР2. ГР1 характеризовалась значительно более высоким по сравнению с другими группами уровнем шкалы "физическое здоровье, но низким — "психическое здоровье" (p < 0.0001).

Обнаруженные возрастные различия в соотношении СОЗфиз и СОЗпс соответствуют ранее полученному такому же эффекту с привлечением других групп испытуемых [43] и при сравнении этих интегральных компонентов оценки качества жизни пациентов кардиологических клиник в Нидерландах [44, 45]. Следовательно, состояние психического здоровья можно рассматривать как устойчивый резерв поддержания сравнительно высокого качества жизни в пожилом возрасте, в том числе и при наличии сердечно-сосудистой патологии. Особенно низкие в ГРЗ значения по шкалам РФ и СФ отражают возникшие в связи с заболеванием физические ограничения не только в профессиональной и повседневной деятельности, но и в социальной коммуникации. Примечательно, что наиболее существенное снижение РФ и относительная сохранность ПЗ являются устойчивой характеристикой самооценки качества жизни у пациентов разных кардиологических клиник, и применение методики SF-36 рассматривается как информативный способ определения степени улучшения состояния здоровья после операции КШ [44, 46-49].

Факторный анализ показателей самооценки состояния здоровья с использованием вращения нормализованный варимакс выполняли отдельно для каждой из трех групп. В ГР1 переменные

сформировали два фактора, а в двух других — три фактора, представляющих, соответственно, 58,67 и 73% дисперсии показателей SF-36 (табл. 2).

Как видно из табл. 2, показатели SF-36 в ГР1 объединяются в два фактора, отражающих шкалы психического и физического здоровья ( $\Phi$ 1\_П3 и  $\Phi$ 2\_ $\Phi$ 3), тогда как в ГР2 наряду с этими факторами ( $\Phi$ 1\_П3 и  $\Phi$ 3\_ $\Phi$ 3) выделяется еще один фактор, в котором имеются нагрузки как шкал Р $\Phi$  и ОБ (компонентов физического здоровья), так и С $\Phi$  (компонента психического здоровья). В ГР3 все выделенные факторы составлены из показателей, отражающих и физическое, и психическое состояние, причем в  $\Phi$ 2 показатели С $\Phi$ ,  $\Phi$  $\Phi$  и ОБ имеют разный знак.

Можно предположить, что объединение шкал самооценки физического и психического здоровья в каждом из трех факторов, выделенных в ГРЗ, отражает эффект "дедифференциации", который был предложен для объяснения возрастной реорганизации когнитивных функций и регионарной активности нейронных систем мозга [50–53]. Причем, этот эффект, как показывает сравнение факторной структуры показателей SF-36 в трех группах, появляется в группе пожилых и усиливается в группе пациентов, указывая на возрастающую роль психологического компонента в самооценке состояния здоровья.

Анализ показателей систем внимания также выполняли с фактором ГРУППА (3), в качестве зависимых переменных рассматривали ошибки (ОШ) или показатели времени реакции в системах внимания: исполнительной, бдительности и ориентационного внимания (ВРисп, ВРбд и ВРор, соответственно). Обнаружен достоверный эффект

**Таблица 3.** Показатели функций систем внимания в группах здоровых молодых ( $\Gamma$ P1), здоровых пожилых ( $\Gamma$ P2) и пациентов с ИБС ( $\Gamma$ P3)

Переменная	ГР1	ГР2	ГР3	
Ошибки (ОШ)	1.1 ± 0.2**	$1.4 \pm 0.2$	$2.0 \pm 0.2$	
ВРисп	$85.8 \pm 5.7**$	$104.8 \pm 5.3$	$111.7 \pm 5.7$	
ВРбд	$25.5 \pm 4.8$	$29.2 \pm 4.6*$	$15.4 \pm 4.8$	
BPop	$24.0 \pm 5.3*$	$5.4 \pm 5.0**$	$40.0 \pm 5.3$	

Примечание: ВРисп — время реакции исполнительной системы внимания, ВРбд — бдительности, ВРор — ориентационного внимания; остальные обозначения см. табл. 2; \* -p < 0.05; \*\* -p < 0.01 при сравнении ГР3 с группами ГР2 и ГР1.

фактора ГРУППА для ОШ (F(2, 200) = 4.37; p == 0.014;  $\eta^2 = 0.04$ ), обусловленный большим числом ошибок в ГРЗ по сравнению с ГР1 или ГР2 (табл. 3, p = 0.06 при сравнении с ГР2 и p = 0.004при сравнении с ГР1). Достоверные эффекты также получены для ВРисп (F(2, 200) = 5.62; p = 0.004;  $\eta^2 = 0.05$ ) и BPop (F(2, 200) = 11.52; p = 0.00002;  $\eta^2 = 0.10$ ), и на уровне тенденции для ВРбд  $(F(2, 200) = 2.27; p = 0.11; \eta^2 = 0.02)$ . Результаты post-hoc анализа этих эффектов представлены в табл. 3. Они указывают, что ГРЗ характеризуется большим ВРисп по сравнению с ГР1 (различия между ГР2 и ГР3 также достоверны, p = 0.016); меньшим ВРбд по сравнению с ГР2; и большим ВРор по сравнению с двумя другими группами. ВРор в ГР2 было значимо меньше, чем в ГР1, p == 0.01.

Связанное с ишемией мозга снижение эффективности селекции информации и памяти как в дооперационный период, так и после КШ показано во многих исследованиях [40, 54–56]. Поэтому основное внимание уделяется возможностям послеоперационного восстановления когнитивных функций вследствие тренировки и

активации когнитивных резервов мозга. Наблюдаемые в этом направлении положительные результаты [55, 57, 58] однако существенно различаются в зависимости от используемых методик и, соответственно, психометрических показателей когнитивных процессов, групп сравнения, а также затраченного времени тренировки и фиксации параметров.

Обнаруженные нами изменения в функциях трех систем внимания для ГРЗ указывают на их реорганизацию, обусловленную не только фактором возраста (применительно к исполнительной системе внимания), но и возникшей вследствие сердечно-сосудистого заболевания ишемии головного мозга (повышение времени ориентационного внимания и снижение бдительности). Так как система ориентационного внимания имеет корковое представительство в париетальных отделах коры, а бдительности — в правом полушарии [21, 22], то следует заключить, что обнаруженные изменения селективных процессов отражают нарушения цереброваскулярных функций и нейронной активности, преимущественно в задней части правого полушария. В пользу такой гипотезы свидетельствует положительная связь показателя системы бдительности и правополушарной мощности  $\theta$ -ритма [40], который рассматривается как коррелят поддерживающего внимания и исследования пространства [59, 60].

Факторный анализ показателей внимания, выполненный для каждой группы, выявил для каждой из них по два фактора, описывающих 55—61% дисперсии переменных, однако состав этих факторов, максимальную нагрузку в которых имели показатели исполнительной системы внимания или бдительности, был разным (табл. 4).

В ГРЗ в первом факторе наряду с ВРисп максимальную нагрузку имел показатель ОШ, а второй был представлен ВРбд и ВРор, причем с разным

**Таблица 4.** Факторная структура показателей внимания в группах пациентов с ИБС (ГР3), здоровых пожилых (ГР2) и здоровых молодых (ГР1)

Переменная	ГР3		Γ	P2	ГР1		
	Ф1_исп	Ф2_бд	Ф1_бд	Ф2_исп	Ф1_бд	Ф2_исп	
Ошибки	0.681	-0.202	-0.654	0.099	0.103	0.470	
ВРисп	0.771	0.149	-0.308	0.829	-0.182	0.806	
ВРбд	0.176	0.787	0.715	-0.026	0.751	0.371	
BPop	0.221	-0.625	0.548	0.637	0.747	-0.321	
Expl. Var	1.139	1.073	1.334	1.103	1.165	1.111	
Prp. Totl	0.285	0.268	0.333	0.276	0.291	0.278	

Примечание: обозначения см. табл. 2 и 3.

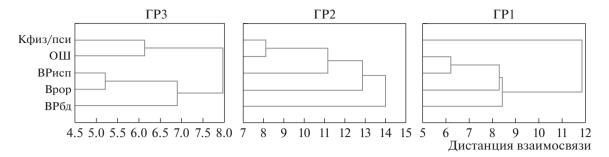


Рис. 3. Дендрограммы для показателей самооценки здоровья и функций систем внимания в группах пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) (ГРЗ), здоровых пожилых (ГР2) и здоровых молодых (ГР1). Кфиз/пси — отношение интегрального показателя физического здоровья к психическому, ОШ — количество ошибок при тестировании систем внимания, ВРисп — время реакции исполнительной системы внимания, ВРор — ориентационной системы, ВРбд — бдительности.

знаком. В ГР2 показатели ОШ и ВРбд составили первый фактор, а ВРисп и ВРор — второй; а в ГР1, соответственно, ВРбд и ВРор — первый и ВРисп — второй.

Согласно выделенной факторной структуре показателей селекции экспериментальных стимулов повышение ВРбд, которое в ГРЗ оказывается низким по сравнению с другими группами, не обеспечивает уменьшение ошибок селекции, как это наблюдается в ГР2 (табл. 4, Ф1\_бд в ГР2). Более того, увеличение времени на принятие решения (ВРисп) не приводит к снижению ОШ (табл. 4, Ф1\_исп в ГР3), что указывает на низкую эффективность функций исполнительного контроля внимания при ишемии мозга.

Для выяснения особенностей соотношения функций систем внимания и самооценки состояния здоровья в группах был выполнен иерархический кластерный анализ с предварительной стандартизацией рассматриваемых переменных, использованием метода полной связи и евклидовой метрики. Учитывая тесную связь интегральных показателей физического и психического здоровья в каждой группе (0.47 < r < 0.58 при p < 0.0001), в качестве общего информативного показателя было взято их соотношение: Кфиз/пси. Полученные результаты кластеризации для каждой группы представлены на рис. 3.

Согласно выделенному в каждой группе составу кластеров ГРЗ отличается наиболее тесной связью Кфиз/пси с ВРбд, а ГР2 — с ОШ, тогда как в ГР1 ОШ и ВРисп формируют один кластер, который далее объединяется с показателями других систем внимания, и только на последнем шаге Кфиз/пси связано с общим кластером разных функций внимания.

Следовательно, согласно полученным данным показатель функции системы бдительности оказывается наиболее тесно связанным соотношением самооценки физического и психического здоровья при ишемической болезни сердца. Этот

вывод согласуется с данными о более выраженной связи мозгового кровотока и бдительности у пожилых лиц [16], которая, по-видимому, становится доминирующей при кардиологической патологии.

#### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Ухудшение самооценки состояния физического здоровья у пациентов с ИБС по сравнению с группами не только молодых, но и здоровых пожилых людей сопровождается тесной связью его показателей с состоянием психического здоровья. Реорганизация систем внимания, обусловленная ишемией головного мозга у пациентовкандидатов на кардиохирургическое вмешательство, проявляется большим числом ошибок и временем селекции зрительно предъявленной информации, указывающим на ухудшение функций исполнительного контроля, меньшую бдительность и большее время реакции в системе ориентационного внимания, причем функции системы блительности оказываются в большей степени связаны с самоопенкой качества жизни. В молодом возрасте при самооценке здоровья выделяются факторы психического и физического здоровья, а в пожилом - происходит их "дедифференциация" с повышением интегрального компонента психического здоровья по сравнению с физическим, что сопровождается связью функций исполнительной системы внимания и соотношения этих компонентов самооценки здоровья.

Этические нормы. Все исследования проведены в соответствии с принципами биомедицинской этики, сформулированными в Хельсинкской декларации 1964 г. и ее последующих обновлениях, и одобрены локальными биоэтическими комитетами НИИ комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний (Кемерово) и Новосибирского государственного технического университета (Новосибирск).

*Информированное согласие*. Каждый участник исследования представил добровольное письменное информированное согласие, подписанное после разъяснения ему характера предстоящего исследования.

**Финансирование работы.** Исследование выполнено при поддержке РФФИ (проект № 19-29-01017).

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность Р.М. Суслову за разработку программного обеспечения методики для определения функций систем внимания (A.c. 2012617379 от 16.08.2012).

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией данной статьи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Разумникова О.М. Закономерности старения мозга и способы активации его компенсаторных ресурсов // Успехи физиол. наук. 2015. Т. 46. № 2. С. 3.
- 2. Gorelick P.B., Counts S.E., Nyenhuis D. Vascular cognitive impairment and dementia // Biochim. Biophys. Acta. 2016. V. 1862. № 5. P. 860.
- 3. *Iadecola C., Duering M., Hachinski V. et al.* Vascular cognitive impairment and dementia: JACC Scientific Expert Panel // J. Am. Coll. Cardiol. 2019. V. 73. № 25. P. 3326.
- Samieri C., Perier M.C., Gaye B. et al. Association of cardiovascular health level in older age with cognitive decline and incident dementia // JAMA. 2018. V. 320. № 7. P. 657.
- 5. SepehriShamloo A., Dagres N., Müssigbrodt A. et al. Atrial fibrillation and cognitive impairment: New insights and future directions // Heart Lung Circ. 2020. V. 29. № 1. P. 69.
- 6. Catchlove S.J., Macpherson H., Hughes M.E. et al. An investigation of cerebral oxygen utilization, blood flow and cognition in healthy aging // PLoS One. 2018. V. 13. № 5. P. e0197055.
- Singer J., Trollor J.N., Baune B.T. et al. Arterial stiffness, the brain and cognition: a systematic review // Ageing Res. Rev. 2014. V. 15. P. 16.
- 8. Wendell C.R., Waldstein S.R., Ferrucci L. et al. Carotid atherosclerosis and prospective risk of dementia // Stroke. 2012. V. 43. № 12. P. 3319.
- 9. Xu X., Wang B., Ren C. et al. Age-related impairment of vascular structure and functions // Aging Dis. 2017. V. 8. № 5. P. 590.
- 10. Тарасова И.В., Трубникова О.А., Барбараш О.Л., Барбараш Л.С. Изменения биоэлектрической активности мозга, ассоциированные со стойкой послеоперационной когнитивной дисфункцией у пациентов, перенесших коронарное шунтирование // Сибирский научный медицинский журн. 2017. Т. 37. № 3. С. 32.
- 11. *Tarasova I.V., Trubnikova O.A., Barbarash O.L.* EEG and clinical factors associated with mild cognitive impairment in coronary artery disease patients // Dement. Geriatr. Cogn. Disord. 2018. V. 46. № 5–6. P. 275.

- 12. Семенютин В.Б., Асатурян Г.А., Никифорова А.А. Критические стенозы внутренних сонных артерий: церебральная ауторегуляция в ипсилатеральном бассейне // Журн. неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2017. Т. 117. № 8. С. 76.
- 13. *De la Torre J.C.* Cerebral hemodynamics and vascular risk factors: setting the stage for Alzheimer's disease // J. Alzheimers. Dis. 2012. V. 32. № 3. P. 553.
- 14. *De la Torre J.C.* Are major dementias triggered by poor blood flow to the brain? Theoretical considerations // J. Alzheimers Dis. 2017. V. 57. № 2. P. 353.
- 15. *Highton D., Ghosh A., Tachtsidis I. et al.* Monitoring cerebral autoregulation after brain injury: multimodal assessment of cerebral slow-wave oscillations using nearinfrared spectroscopy // Anesth. Analg. 2015. V. 121. № 1. P. 198.
- 16. *Toth P., Tarantini S., Csiszar A., Ungvari Z.* Functional vascular contributions to cognitive impairment and dementia: mechanisms and consequences of cerebral autoregulatory dysfunction, endothelial impairment, and neurovascular uncoupling in aging // Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol. 2017. V. 312. № 1. P. H1.
- 17. Smith P.J., Browndyke J.N., Monge Z.A. et al. Longitudinal changes in regional cerebral perfusion and cognition after cardiac operation // Ann. Thorac. Surg. 2019. V. 107. № 1. P. 112.
- 18. Wählin A., Nyberg L. At the heart of cognitive functioning in aging // Trends. Cogn. Sci. 2019. V. 23. № 9. P. 717.
- 19. *McAleese K.E., Walker L., Graham S. et al.* Parietal white matter lesions in Alzheimer's disease are associated with cortical neurodegenerative pathology, but not with small vessel disease // Acta Neuropathol. 2017. V. 134. № 3. P. 459.
- 20. Banich M.T., Milham M.P., Atchley R.A. et al. Prefrontal regions play a predominant role in imposing an attentional 'set': Evidence from fMRI // Brain. Res. Cogn. Brain. Res. 2000. V. 10. № 1–2. P. 1.
- 21. *Petersen S.E., Posner M.I.* The attention system of the human brain: 20 years after // Annu. Rev. Neurosci. 2012. V. 35. P. 73.
- 22. *Posner M.I.*, *Petersen S.E.* The attention system of the human brain // Annu. Rev. Neurosci. 1990. V. 13. P. 25.
- 23. *Gamboz N., Zamarian S., Cavallero C.* Age-related differences in the attention network test (ANT) // Exp. Aging Res. 2010. V. 36. № 3. P. 287.
- 24. Luks T.L., Oliveira M., Possin K.L. et al. Atrophy in two attention networks is associated with performance on a Flanker task in neurodegenerative disease // Neuropsychologia. 2010. V. 48. № 1. P. 165.
- 25. *Maldonado T., Orr J.M., Goen J.R.M., Bernard J.A.* Age differences in the subcomponents of executive functioning // J. Gerontol. B. Psychol. Sci. Soc. Sci. 2020. V. 75. № 6. P. e31.
- 26. Williams R.S., Biel A.L., Wegier P. et al. Age differences in the Attention Network Test: Evidence from behavior and event related potentials // Brain Cogn. 2016. V. 102. P. 65.
- 27. Cahn-Weiner D.A., Farias S.T., Julian L. et al. Cognitive and neuroimaging predictors of instrumental activities of daily living // J. Int. Neuropsychol. Soc. 2007. V. 13. № 5. P. 747.

- 28. Clark L.R., Schiehser D.M., Weissberger G.H. et al. Specific measures of executive function predict cognitive decline in older adults // J. Int. Neuropsychological Society. 2012. V. 18. № 1. P. 118.
- 29. Davis J.C., Marra C.A., Najafzadeh M., Liu-Ambrose T. The independent contribution of executive functions to health related quality of life in older women // BMC Geriatr. 2010. V. 10. P. 16.
- 30. Zhou S., Fan J., Lee T.M.C. et al. Age-related differences in attentional networks of alerting and executive control in young, middle-aged, and older Chinese adults // Brain Cogn. 2011. V. 75. № 2. P. 205.
- 31. Bock O., Haeger M., Voelcker-Rehage C. Structure of executive functions in young and in older persons // PLoS ONE. 2019. V. 14. № 5. P. e0216149.
- 32. Bertsch K., Hagemann D., Hermes M. et al. Resting cerebral blood flow, attention, and aging // Brain Res. 2009. V. 1267. P. 77.
- 33. *McDonough I.M., Wood M.M., Miller W.S., Jr.* A review on the trajectory of attentional mechanisms in aging and the Alzheimer's disease continuum through the Attention Network Test // Yale J. Biol. Med. 2019. V. 92. № 1. P. 37.
- 34. *Базылев В.В., Гальцева Н.В.* Результаты ранней физической реабилитации пациентов, перенесших аортокоронарное шунтирование // Клиницист. 2017. Т. 11. № 3–4. С. 34.
- 35. *Никонов С.Ф., Олофинская И.Е., Багиян Л.С.* Исследование качества жизни у пожилых больных после операции на сердце // Качественная клиническая практика. 2003. № 1. С. 56.
- 36. *Hokkanen M., Järvinen O., Huhtala H., Tarkka M.R.* A 12-year follow-up on the changes in health-related quality of life after coronary artery bypass graft surgery // Eur. J. Cardiothorac. Surg. 2014. V. 45. № 2. P. 329.
- 37. *Jokinen J.J., Hippeläinen M.J., Turpeinen A.K. et al.* Health-related quality of life after coronary artery bypass grafting: a review of randomized controlled trials // J. Card. Surg. 2010. V. 25. № 3. P. 309.
- 38. Fan J., McCandliss B.D., Sommer T. et al. Testing the efficiency and independence of attentional networks // J. Cogn. Neurosci. 2002. V. 14. № 3. P. 340.
- 39. *Разумникова О.М., Вольф Н.В.* Реорганизация связи интеллекта с характеристиками внимания и памяти при старении // Журн. высш. нерв. деят. 2017. Т. 67. № 1. С. 55.
- 40. *Тарасова И.В., Вольф Н.В., Барбараш О.Л.* Взаимосвязь между функционированием сети внимания и спонтанной ЭЭГ-активностью у пациентов с ишемической болезнью сердца // Сибирский научный медицинский журн. 2019. Т. 39. № 2. С. 62.
- 41. *Новик А.А., Ионова Т.И.* Руководство по исследованию качества жизни в медицине. М.: ЗАО ОЛМА Медиа Групп, 2007. 320 с.
- 42. *Ware J.E., Kosinski M.A., Gandek B.G.* SF36 Health Survey: Manual and Interpretation Guide. 1993. 316 p.
- 43. Разумникова О.М., Прохорова Л.В., Яшанина А.А. Возрастные особенности взаимосвязи интеллекта

- и самооценки качества жизни // Успехи геронтол. 2016. Т. 29. № 2. С. 353.
- 44. Blokzijl F., Houterman S., van Straten B.H.M. et al. Quality of life after coronary bypass: a multicentre study of routinely collected health data in the Netherlands // Eur. J. Cardiothorac. Surg. 2019. V. 56. № 3. P. 526.
- 45. Verwijmeren L., Noordzij P.G., Daeter E.J. et al. Preoperative determinants of quality of life a year after coronary artery bypass grafting: a historical cohort study // J. Cardiothorac. Surg. 2018. V. 13. № 1. P. 118.
- 46. *Baig K., Harling L., Papanikitas J. et al.* Does coronary artery bypass grafting improve quality of life in elderly patients? // Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg. 2013. V. 17. № 3. P. 542.
- 47. *Kiebzak G.M.*, *Pierson L.M.*, *Campbell M.*, *Cook J.W.*Use of the SF36 general health status survey to document health-related quality of life in patients with coronary artery disease: Effect of disease and response to coronary artery bypass graft surgery // Heart Lung. 2002. V. 31. № 3. P. 207.
- 48. *Lindsay G., Hanlon P., Smith L.N., Wheatley D.J.* Assessment of changes in general health status using the short-form 36 questionnaire 1 year following coronary artery bypass grafting // Eur. J. Cardiothorac. Surg. 2000. V. 18. № 5. P. 557.
- 49. *Pačarić S., Turk T., Erić I. et al.* Assessment of the Quality of Life in patients before and after Coronary Artery Bypass Grafting (CABG): A prospective study // Int. J. Environ. Res. Public. Health. 2020. V. 17. № 4. P. 1417.
- 50. *Goh J.O.* Functional dedifferentiation and altered connectivity in older adults: Neural accounts of cognitive aging // Aging Dis. 2011. V. 2. № 1. P. 30.
- 51. *Hertzog C., Bleckley M.K.* Age differences in the structure of intelligence. Influences of information processing speed // Intelligence. 2001. V. 29. № 3. P. 191.
- 52. *Koen J.D., Srokova S., Rugg M.D.* Age-related neural dedifferentiation and cognition // Curr. Opin. Behav. Sci. 2020. V. 32. P. 7.
- 53. St-Laurent M., Abdi H., Bondad A., Buchsbaum B.R. Memory reactivation in healthy aging: evidence of stimulus-specific dedifferentiation // J. Neurosci. 2014. V. 34. № 12. P. 4175.
- 54. *Трубникова О.А., Каган Е.С., Куприянова Т.В. и др.* Нейропсихологический статус пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца и факторы, на него влияющие // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2017. Т. 6. № 1. С. 112.
- 55. Ajtahed S.S., Rezapour T., Etemadi S. et al. Efficacy of neurocognitive rehabilitation after coronary artery bypass graft surgery in improving Quality of Life: An interventional trial // Front. Psychol. 2019. V. 10. P. 1759.
- Szwed K., Pawliszak W., Anisimowicz L. et al. Short-term outcome of attention and executive functions from aorta no-touch and traditional off-pump coronary artery

- bypass surgery // World J. Biol. Psychiatry. 2014. V. 15. № 5. P. 397.
- 57. De Tournay-Jetté E., Dupuis G., Denault A. et al. The benefits of cognitive training after a coronary artery bypass graft surgery // J. Behav. Med. 2012. V. 35. № 5. P. 557
- 58. Eryomina O.V., Petrova M.M., Prokopenko S.V. et al. The effectiveness of the correction of cognitive impairment using computer-based stimulation programs for
- patients with coronary heart disease after coronary bypass surgery // J. Neurol. Sci. 2015. V. 358. No 1-2. P. 188.
- 59. *Oken B.S.*, *Salinsky M.* Alertness and attention: basic science and electrophysiologic correlates // J. Clin. Neurophysiol. 1992. V. 9. № 4. P. 480.
- 60. Senoussi M., Moreland J.C., Busch N.A., Dugué L. Attention explores space periodically at the theta frequency // J. Vis. 2019. V. 19. № 5. P. 22.

## Specificity of Functions of Attention Systems and Self-Assessment of Health State Associated with Age and Coronary Heart Disease

O. M. Razumnikova<sup>a, \*</sup>, I. V. Tarasova<sup>b</sup>, O. A. Trubnikova<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia
<sup>b</sup>Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, Russia
\*E-mail: razoum@mail.ru

The specificity of the functions of attention systems (executive control, alerting, and orienting) and self-assessment of the quality of life were studied when comparing groups of healthy elderly and young people and patients of the cardiological center. It was found that self-esteem of physical health in the group of healthy elderly was lower than in young people, but higher than in people with coronary heart disease, and mental health in the last two groups was lower than in the first. The reorganization of attention systems in cerebral ischemia in comparison with healthy individuals is manifested by an increase in the number of errors and the selection time of visually presented information, indicating a decline in the functions of executive control, less alerting and a longer reaction time in the orienting system, and with self-assessment of the quality of life the functions of the alerting system are related, while in healthy elderly people — the executive control of attention.

*Keywords*: attention systems, self-assessment of health, aging, ischemic heart disease.