

УДК 616.12-008.1-072.7

<http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-2-80-87>

© Никашин А.Н., Черкашин Д.В., Чумаков А.В., Ефимов С.В., Кутелев Г.Г., Зайцев А.Е., Соболев А.Д., 2020 г.

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫЙ ВОЗРАСТ СПЕЦИАЛИСТОВ ВОЕННО-МОРСКОГО ФЛОТА, ПРОХОДЯЩИХ ВОЕННУЮ СЛУЖБУ В УСЛОВИЯХ ГЛУБОКОВОДНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

А. Н. Никашин*, Д. В. Черкашин, А. В. Чумаков, С. В. Ефимов,
Г. Г. Кутелев, А. Е. Зайцев, А. Д. Соболев

Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

Цель. Оценить воздействие профессиональных факторов на величину биологического возраста сердечно-сосудистой системы (БВ ССС) военнослужащих ВМФ, работающих в условиях глубоководных технических средств (ГТС).

Материалы и методы. Обследовано 77 военнослужащих экипажей ГТС, не подвергавшихся воздействию повышенного давления газовой и водной среды. Изучались показатели величины БВ ССС, характеризующие состояние сосудистой стенки.

Результаты исследования. Выявлены профессионально обусловленные изменения гемодинамики.

Заключение. Полученные результаты проведенного исследования могут способствовать усовершенствованию кардиологического скрининга специалистов ВМФ.

Ключевые слова: морская медицина, биологический и календарный возраст, сосудистая жесткость, толщина комплекса интимы медиа сонных артерий.

© Nikashin A.N., Cherkashin D.V., Chumakov A.V., Efimov S.V., Kutelev G.G., Zaitsev A.E., Sobolev A.D., 2020

CARDIOVASCULAR AGE OF NAVY PERSONNEL SERVING IN THE CONDITIONS OF DEEP SUBMERGENCE VEHICLES

Aleksey N. Nikashin*, Dmitriy V. Cherkashin, Aleksandr V. Chumakov, Semen V. Efimov,
Gennadiy G. Kutelev, Aleksandr E. Zaitsev, Aleksey D. Sobolev
Military Medical Academy named after S. M. Kirov, St. Petersburg, Russia

Purpose. To assess the impact of professional factors on the biological age of the cardiovascular system (BA CVS) of the Navy personnel serving in the conditions of deep submergence vehicles (GSV).

Materials and methods. Personnel of the GSV crews in the quantity of 77, who were not exposed to high pressure of the gas and water environment were examined. Indicators of the magnitude of BA CVS characterizing the state of the vascular wall were studied.

The results of the study. Professionally determined hemodynamic changes were revealed.

Conclusion. The results of the study can improve the cardiologic screening of Navy specialists.

Key words: biological and calendar age, vascular stiffness, thickness of the intima complex of the media of the carotid arteries.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Никашин А.Н., Черкашин Д.В., Чумаков А.В., Ефимов С.В., Кутелев Г.Г., Зайцев А.Е., Соболев А.Д. Сердечно-сосудистый возраст специалистов ВМФ, проходящих военную службу в условиях глубоководных технических средств // *Морская медицина*. 2020. Т. 6, № 2. С. 80–87. <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-2-80-87>.

Контакт: Никашин Алексей Николаевич, a_nikashin@mail.ru

Conflict of interest: the authors stated that there is no potential conflict of interest.

For citation: Nikashin A.N., Cherkashin D.V., Chumakov A.V., Efimov S.V., Kutelev G.G., Zaitsev A.E., Sobolev A.D. Cardiovascular age of navy personnel serving in the conditions of deep submergence vehicles // *Marine medicine*. 2020. Vol. 6, No. 2. P. 80–87. <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-2-80-87>.

Contact: Nikashin Aleksey Nikolayevich, a_nikashin@mail.ru

Введение. Служба на подводных лодках (ПЛ) проходит в условиях, которые принято расценивать как параэкстремальные. Возникающие на ПЛ нештатные ситуации относят к происшествиям экстремальным, а авария и военные задачи сопряжены с гиперэкстремальными воздействиями¹. В отличие от ПЛ, экипажи ГТС в море решают особые задачи. Условия их служебной деятельности, связанной с проведением аварийно-спасательных, гидрографических и прочих работ в интересах ВМФ, максимально приближены к гиперэкстремальным и отличаются от таковых на ПЛ. Значительное интеллектуальное, психоэмоциональное напряжение, особенности обитаемости глубоководных аппаратов, поступления сенсомоторных раздражителей, условия сенсорной депривации, ограничение подвижности в совокупности способствуют быстрому перенапряжению, истощению функциональных резервов и срыву адаптационных механизмов, приводящих к развитию преморбидных и морбидных состояний [1, с. 266–278]. Продолжительность и интенсивность воздействия профессиональных факторов приводит к изменениям прежде всего со стороны системы кровообращения [2, с. 36–40]. Удовлетворительное состояние системы кровообращения у экипажей ГТС в значительной степени является критерием безопасности их морской службы и успешности выполнения ими поставленных задач [3, с. 47–56; 4, с. 21–22; 5, с. 46–53].

Правительству Российской Федерации при разработке национального проекта в сфере здравоохранения, в частности по борьбе с сердечно-сосудистыми заболеваниями, поставлена задача о необходимости внедрения новых методик, позволяющих на ранних этапах выявить проблемы со стороны сердечно-сосудистой системы (ССС)².

БВ ССС может являться альтернативным средством оценки сердечно-сосудистого риска (ССР). В настоящий момент имеется множество противоречивых данных о величине БВ ССС и определении его в качестве предиктора кардиоваскулярной патологии. В источниках литературы величину БВ ССС используют в качестве средства коммуникации между врачом

и пациентом и началом неинвазивной визуализации, выявлением степени атеросклероза.

Материалы и методы. Объект исследования: в исследование были включены 77 военнослужащих экипажей ГТС в возрастном диапазоне от 23 до 52 лет (средний возраст составил 32 года), не подвергавшихся воздействию повышенного давления газовой и водной среды. По данным медицинской документации, хронические заболевания у них отсутствовали. Предмет исследования: показатели величины БВ ССС, характеризующие состояние сосудистой стенки: упруго-эластические свойства артерий, микроциркуляция, эндотелиальная функция.

Исследование проводилось в два этапа. На первом (предварительном) этапе выполнено определение биологического возраста (БВ) по амбулаторной методике, предложенной Институтом геронтологии АМН СССР, г. Киев (1984). Значение БВ рассчитывалось по формуле (1), включающей следующие параметры: субъективная оценка здоровья (СОЗ) проводимая методом анкетирования, трехкратное измерение систолического артериального давления (САД), максимальная задержка дыхания после глубокого вдоха (ЗДВ), трехкратная статическая балансировка (СБЛ)³.

Формула расчета БВ по «амбулаторной» методике:

$$БВ = 26,985 + 0,215САД - 0,149ЗДВ - 0,151СБЛ + 0,723СОЗ \quad (1),$$

где САД — мм рт. ст.; ЗДВ и СБЛ — время, с; СОЗ — условные единицы, полученные в ходе тестирования (число неблагоприятных ответов).

Для выявления связи степени старения в соответствии с календарным возрастом (КВ) обследованного индивидуальная величина БВ сопоставлялась с должным БВ (ДБВ), который характеризует популяционный стандарт темпа старения, вычисленный по формуле (2):

$$ДБВ = 18,56 + 0,629КВ \quad (2),$$

где КВ — хронологический возраст, лет.

¹ Рогачева Т.В., Залевский Г.В., Левицкая Т.Е. Психология экстремальных ситуаций и состояний: учебное пособие. Томск: Издательский Дом ТГУ, 2015. 41 с.

² Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». 19 с.

³ Войтенко В.П., Токарь А.В., Полюхов А.М. Методика определения биологического возраста человека // Геронтология и гериатрия. 1984. № 3. С. 133–137.

На основании разницы между определенным БВ и ДБВ (индекс БВ — ДБВ) можно судить, насколько БВ обследованного больше или меньше среднепопуляционного показателя его сверстников [6, с. 102–115].

На втором (основном) этапе проводились исследование состояния сосудистой стенки, включающее показатели упруго-эластических свойств артерий, микроциркуляции, эндотелиальной функции, показатели сосудистого возраста (СВ).

Оценка упруго-эластических свойств проводилась при помощи автоматизированной методики — объемной сфигмографии на приборе VaSera VS-1500 (Fukuda Denshi, Япония), при этом регистрировались показатели: электрокардиограмма (ЭКГ), фонокардиограмма (ФКГ), пульсовая волна, артериальное давление (АД) от четырех конечностей. На основании этих данных рассчитывались индексы сердечно-сосудистого риска: сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (СЛСИ) — индекс жесткости (эластичности, ригидности) сосуда, лодыжечно-плечевой индекс (ЛПИ) — индекс стеноза/окклюзии, возраст сосудов, индекс аугментации (ИА) — показатель растяжимости сосудистой стенки, позитивно коррелирующий с жесткостью аорты. СЛСИ вычисляется на основе классического метода определения жесткости сосудистой стенки — скорости распространения пульсовой волны (СПВ) [7, с. 101–107].

Для измерения толщины КИМ использовался протокол, разработанный на основании Национальных рекомендаций по кардиоваскулярной профилактике Всероссийского научного общества кардиологов [8, с. 1–64] согласно методике R. Salonen [9]. Исследование выполняли на ультразвуковом аппарате «VIVID 7 (General Electric, США), применяли датчик высокого разрешения (7,5 МГц).

Для исследования гемодинамических характеристик кровотока в микроциркуляторном русле применялась ультразвуковая доплеровская флуометрия (УЗФ) с использованием аппарата Минимакс-Допплер-К (Россия). Фиксировали линейные и объемные показатели кровотока. Автоматически вычислялся индекс резистентности (Пурсело), характеризующий периферическое сосудистое сопротивление, индекс пульсации (Гослинга), позволяющий судить об эластичности сосудистой стенки и индекс степени стеноза (Арбелли), отражающий степень сужения артерии [10, с. 497].

Для оценки тканевого кровотока проводилась лазерная доплеровская флуометрия (ЛДФ) с использованием аппарата ЛАКК-1 (ЛАЗМА, Россия). Исходная ЛДФ-грамма подвергалась обработке, в ходе которой вычислялся средний показатель микроциркуляции (ПМ) за 3 мин, описывающий уровень микрогемоциркуляции; среднее квадратичное отклонение колеблемости потока эритроцитов (σ) и коэффициент вариации (K_v), характеризующий вазомоторные реакции микрососудов. В ходе исследования тканевого кровотока методом ЛДФ проводились окклюзионные пробы.

Изучение функции эндотелия проводили с помощью пробы с реактивной гиперемией (РГ), описанной D. Celermajer и соавт. (1992). Оценивался прирост расширения диаметра плечевой артерии до и после проведения пробы с РГ [11, с. 1445–1454]. Диаметр плечевой артерии измеряли при помощи линейного датчика 7,5 МГц на ультразвуковом аппарате «VIVID 7» (General Electric, США), в триплексном режиме (В-режим, цветное доплеровское картирование потока, спектральный анализ доплеровского сдвига частот). Эндотелий-зависимую вазодилатацию (ЭЗВД) вычисляли по формуле (3), отношение изменения диаметра плечевой артерии после механического воздействия к исходному ее диаметру:

$$\text{ЭЗВД} = [(D_{60} - D_{исх}) / D_{исх}] \times 100(\%) \quad (3),$$

где D_{60} — диаметр сосуда на 60-й секунде механического воздействия и развития РГ, см; $D_{исх}$ — исходный диаметр плечевой артерии, см.

Нормальным ответом принято считать дилатацию артерии на фоне РГ более чем на 10% от исходного диаметра, меньшую степень дилатации или вазоконстрикцию считают патологической реакцией [12, с. 81–83].

Статистический анализ данных проводился с помощью статистического пакета STATISTICA 7.0 (StatSoft, Tulsa, OK, USA). Первичный статистический анализ включал в себя вычисление среднего арифметического, медианы, квартилей, коэффициента асимметрии, построение диаграмм. Многомерная однородность данных была проверена в процессе факторного и кластерного анализов. Корреляционный анализ применялся для выявления количественной и качественной взаимосвязи между переменными. Факторный анализ методом главных компонент (ГК) использовался для выделения

групп из наиболее значимых переменных и классификации признаков. При изучении структуры статистических связей в совокупности пациентов был использован факторный анализ в виде анализа ГК с последующей ротацией. Изучение внутренних связей переменных проводилось посредством кластерного анализа по показателям, при этом использовались процедуры построения «дерева слияния». Для проверки корректности разбиения по группам применялся дискриминантный анализ.

Результаты и их обсуждение. При статистической оценке показателей микроциркуляции, полученных при помощи лазерной (ЛДФ) и ультразвуковой доплерографии (УЗФ), значимых связей с КВ и БВ не установлено ($p < 0,05$).

В то же время методом объемной сфигмографии выявлены статистически значимые связи с возрастными характеристиками, которые представлены в табл. 1.

циалистов ВМФ, проходящих военную службу в условиях ГТС. Этот метод позволяет оценить корреляционные взаимосвязи из 48 исходных показателей и однородность исследуемой группы. С целью редукции данных был использован критерий «каменистой осыпи»¹.

Были выделены 8 ГК, имеющих наибольшую информативность и определяющих 67,7% дисперсии.

При проведении факторного анализа было использовано максимально возможное количество показателей, в том числе КВ, БВ (связанный с первым функционально), параметры СВ, полученные при объемной сфигмографии и показатели микроциркуляции, оцененные по результатам исследования гемодинамических характеристик кровотока в микроциркуляторном русле по данным ЛДФ и УЗФ.

При совместном анализе ГК с показателями возраста и морфофункционального состояния

Таблица 1

Наиболее значимые и сильные статистические связи с возрастными характеристиками показателей морфофункционального состояния сосудов в группе

Table 1

The most significant and strong statistical relationships with age-related characteristics of the morphological and functional state of blood vessels in the group

Показатель	Календарный возраст	Биологический возраст
Индекс жесткости справа, R-СЛСИ	0,66; <0,0001	0,07; 0,53
Индекс жесткости, слева, L-СЛСИ	0,59; <0,0001	0,06; 0,59
Лодыжечно-плечевой индекс справа, R-ЛПИ	0,36; 0,002	-0,07; 0,55
Лодыжечно-плечевой индекс слева, L-ЛПИ	0,37; 0,001	0,01; 0,91
Сосудистый возраст, СВ	0,79; <0,0001	0,31; 0,007
Индекс аугментации, ИА	0,48; <0,0001	0,25; 0,03
Комплекс интима-медиа, КИМ	0,47; <0,0001	0,35; 0,002

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что индекс жесткости справа и слева (R/L СЛСИ), лодыжечно-плечевой индекс справа и слева (R/L ЛПИ), сосудистый возраст (СВ), индекс аугментации (ИА), комплекс интима-медиа (КИМ) имеют корреляционные связи с КВ. Статистические менее выраженные связи с БВ были выявлены у показателей СВ и КИМ.

Оценка параметров СВ, показателей упруго-эластических свойств артерий, микроциркуляции, эндотелиальной функции, используя метод анализа главных компонент (ГК), был проведен во всей обследованной группе спе-

сосудистой стенки было выявлено, что существуют 5 групп ГК, которые можно выделить, используя методику R.B. Cattell по графику их значений. Первую группу образуют 1-я, 2-я и 3-я ГК, содержащие в сумме 38,3% общей вариации; во вторую группу входят первые пять ГК (50,7% вариации).

Интересно, что КВ входит в первые три ГК, а БВ — в четвертую и пятую ГК.

Таким образом, первые пять ГК содержат более 50% информации.

Внутренняя структура 1-го фактора, имеющего максимальную информативность (13,47%), представлена параметрами «возраста» — пока-

¹ Cattell R.B., Eber H.W., Tatsuoka M.M. Handbook For the Sixteen Personality Factor Questionnaire. Illinois: Inst. For Personality and Ability Testing Champaign, 1970.

зателями КВ и СВ. В первую ГК вошли также параметры скоростных и объемных показателей кровотока, полученные при УЗФ и ЛДФ. Первый фактор образован и показателями, являющимися результатом исследования функции эндотелия с помощью пробы с РГ. Кроме этого, в структуру 1-го фактора вошел показатель, характеризующий СЛСИ — индекс жесткости (эластичности, ригидности) сосудов.

В структуру 2-го фактора (информативность 13,22%) вошли показатели возраста — КВ, СВ. Кроме этого, в структуру 2-го фактора вошли показатели микроциркуляции УЗФ — объемный показатель кровотока, индекс Пурсело и индекс Гослинга.

В 3-ю ГК (информативность 11,57%) вошел КВ, а также показатели ЛДФ.

Внутренняя структура 4-го фактора (информативность 6,56%) образована показателем БВ. Из показателей микроциркуляции в состав 4-го фактора входят результаты, полученные при ЛДФ.

Структуру 5-го фактора (информативность 5,88%) образуют два показателя, характеризующих возраст: КВ и БВ. Из показателей функции эндотелия в состав 5 фактора входит РГ.

Внутренняя структура 6-го и 7-го фактора (информативность 4,87% и 4,4% соответственно) образована показателями, полученные при ЛДФ: среднее квадратичное отклонение амплитуды колебания кровотока и коэффициент вариации. Структура 7-го фактора также представлена параметром состояния сосудистой стенки — толщина КИМ.

8-й фактор (информативность 4,13%) образован показателем растяжимости сосудистой стенки — индексом аугментации (ИА).

Были построены диаграммы рассеяния проекций всех случаев основных ГК. Так, 1-я и 2-я ГК позволяют считать многомерное распределение первых двух ГК близким к нормальному, а анализируемый контингент обследованных достаточно однородным и представительным.

Из анализа факторных нагрузок следует, что 1-й фактор (ГК) может быть проинтерпретирован как «фактор возраста» и «морфофункционального состояния сосудов», поскольку в него вошла группа показателей, характеризующих как непосредственно возраст — КВ и СВ, так и индивидуальные факторы (показатели микроциркуляции, функции эндотелия, жесткости сосудов). Соответственно значения этого фактора могут быть пересчитаны в степень (или вероятность) развития такой патологии в зависимости от возраста.

Кластерный анализ по переменным позволил выявить внутреннюю структуру, которая позволяет выделить две сильно коррелирующих между собой ветви. Таким образом, эти группы хорошо согласуются с результатом анализа ГК. Кластерный анализ по индивидам также подтвердил однородность группы и полностью соответствует результату анализа ГК.

Далее был проведен множественный регрессионный анализ, который позволил выделить группу из 8 показателей. В табл. 2 приведены эти показатели, коэффициенты регрессии и r -значения для них, характеризующие степень их связи с КВ.

Проведенный регрессионный анализ показателей морфофункционального состояния сосудов для КВ выявил положительную связь с РГ, отрицательную связь с ПМ, положительную связь с ПМ_{мин} и с СВ.

Уравнение для предсказания истинного БВ сосудов (ИБВС) по этим показателям имеет вид:

$$\begin{aligned} ИБВС = & 0,10 \times САД + 38,19 \times РГ(-0,21) \times \\ & \times ЭЗВД - 0,74 \times ПМ + 0,54 \times ПМ_{мин} - \\ & - 0,39 \times V_s + 0,34 \times V_m + 0,72 \times СВ - 11,68 \end{aligned} \quad (4)$$

Коэффициент корреляции между КВ и ИБВС, предсказанным по этому уравнению, составил 0,87, а стандартная ошибка предсказания равна 3,7 года.

Для БВ была выделена группа из четырех показателей. В табл. 3 приведены коэффициенты регрессии и r -значения для них, характеризующие степень их связи с БВ.

Проведенный регрессионный анализ показателей морфофункционального состояния сосудов для БВ выявил отрицательную связь с СЛСИ и положительную связь с СВ.

Уравнение для предсказания ИБВС по этим показателям имеет вид:

$$\begin{aligned} ИБВС = & -4,33 \times СЛСИ + 0,45 \times СВ + 14,34 \times \\ & \times ИА + 124,64 \times КИМ + 31,33 \end{aligned} \quad (5)$$

Коэффициент корреляции БВ и предсказанным по этому уравнению ИБВС равен 0,52, а стандартная ошибка предсказания равна 6,6 года, т.е. предсказание менее надежное, чем для КВ.

В ранее проведенных на кафедре военно-морской терапии работах у специалистов ВМФ, регулярно подвергающихся воздействию повышенного давления газовой и водной среды, обнаружены изменения микроциркуляторного русла

Таблица 2

Результаты регрессионного анализа морфофункциональных показателей сосудов для хронологического возраста

Table 2

The results of a regression analysis of morphological and functional indicators of blood vessels for chronological age

Показатель	Коэффициент регрессии (в)	р
САД	0,10	0,03
РГ	38,19	0,0006
ЭЗВД	-0,21	0,02
ПМ	-0,74	0,001
ПМ _{мин}	0,54	0,006
Vs	-0,39	0,02
Vm	0,34	0,04
СВ	0,72	<0,0001
Константа	-11,68	—

Примечание: САД — систолическое АД; ЭЗВД — эндотелий зависимая вазодилатация; Vs — систолическая скорость периферического кровотока; Vm — средняя скорость периферического кровотока; СВ — сосудистый возраст; РГ — реактивная гиперемия; ПМ — показатель микроциркуляции; ПМ_{мин} — показатель микроциркуляции после артериальной окклюзии.

Note: CAD — systolic blood pressure; ESVD — endothelium dependent vasodilation; Vs — systolic velocity of peripheral blood flow; Vm — the average peripheral blood flow velocity; SV — vascular age; RG — reactive hyperemia; PM — an indicator of microcirculation; PM_{min} — an indicator of microcirculation after arterial occlusion.

[13, с. 25]. В настоящем исследовании у специалистов ВМФ, которые не подвергались воздействию гипербарии, значимых связей параметров микроциркуляторного русла с КВ и БВ не установлено. Вероятно, это связано с тем, что каждое водолазное погружение сопровождается развитием внутрисосудистого декомпрессионного газообразования, что, в свою очередь, сопряжено с изменением общего периферического сосудистого сопротивления, повреждением эндотелия и нарушением тканевой микроциркуляции.

Гемодинамические показатели, характеризующие упруго-эластические свойства артерий, имеют корреляционные связи с КВ и слабую связь с БВ, это вероятно связано с тем, что для оценки БВ был использован алгоритм, разработанный на популяции пациентов старшего возраста. Показатели СВ и СЛСИ, полученные с помощью автоматизированной методики объемной сфигмографии выявили сильную корреляционную связь с возрастными показателями — КВ и БВ. СЛСИ — это показатель, основанный на параметре жесткости, не завися-

Таблица 3

Результаты регрессионного анализа морфофункциональных показателей сосудов для биологического возраста

Table 3

The results of a regression analysis of morphological and functional indicators of blood vessels for biological age

Показатель	Коэффициент регрессии (в)	Р
СЛСИ	-4,33	0,007
СВ	0,45	0,008
ИА	14,34	0,01
КИМ	124,64	0,03
Константа	31,33	—

Примечание: СВ — сосудистый возраст; СЛСИ — индекс жесткости (эластичности, ригидности) сосудов; ИА — индекс аугментации; КИМ — комплекс интима-медиа.

Note: SV — vascular age; SLSI — index of stiffness (elasticity, rigidity) of blood vessels; IA — augmentation index; KIM — intima-media complex.

щий от уровня АД в момент исследования и отражающий истинную жесткость сосудистой стенки. Кроме того, очевидная корреляционная связь с КВ и БВ выявлена при оценке КИМ. Учитывая это, а также сильные связи с возрастными показателями параметров, отражающих жесткость сосудистой стенки необходимо отметить значимость применения объемной сфигмографии и измерения толщины КИМ для раннего выявления атеросклеротического поражения стенок сосудов у специалистов ВМФ, проходящих военную службу в условиях ГТС.

Оценка ССР среди молодых лиц имеет ряд ограничений и часто приводит к недооценке риска сердечно-сосудистых событий. Стратификация риска сердечно-сосудистых осложнений по шкале SCORE не обеспечивает индивидуального подхода, так как реализация факторов риска зависит от их интенсивности, длительности воздействия и генетических особенностей человека. При этом не учитывается факт воздействия условий военного труда, его особенности, в том числе у военнослужащих ВМФ [14, с. 7–12; 15, с. 243–246]. За последние полвека была разработана и успешно реализуется концепция факторов ССР, среди которых одним из наиболее важных является возраст и процесс старения в целом, а особенно процесс старения сердца и сосудов, являющийся частью естественного биологического континуума [16, с. 410–411; 17, с. 3–10].

В настоящее время для адекватной и объективной оценки индивидуального ССР наибольшее

значение имеет определение интегральных показателей, которые отражают реализованное воздействие отрицательных факторов на организм человека в течение жизни и могут быть представлены в количественном выражении. К числу таких показателей может быть отнесен БВ ССС.

Поиски оптимального метода определения СВ и в перспективе его сопоставления с паспортным возрастом представляются чрезвычайно важными [18, с. 93–100].

Заключение. Систематическое воздействие факторов, обусловленных особыми условиями глубоководных технических средств, приводит к формированию специфических морфофункциональных изменений артерий и микроциркуляции, эндотелиальной функции (не выходящих за пределы нормальных значений) в виде значимого повышения сосудистой жесткости

и увеличения толщины комплекса интима–медиа сонных артерий, что способствует в итоге повышению сосудистого возраста.

На этапах профессионального отбора специалистов ВМФ целесообразно использование объемной сфигмографии в сочетании с измерением комплекса интима–медиа для выявления лиц с ранними признаками атеросклеротического поражения сердечно-сосудистой системы.

Необходимо проведение дальнейших исследований системы кровообращения специалистов ВМФ для определения показателей, влияющих на истинный биологический возраст сердечно-сосудистой системы, с учетом факторов военного труда с целью широкого использования при проведении профилактического консультирования, особенно лиц, имеющих низкий абсолютный и при этом высокий относительный риск.

Литература/References

1. Богданов А.А. Научные проблемы обитаемости подводных лодок // *Роль российской науки в создании отечественного подводного флота* / сост. А.А.Саркисов; под общ. ред. А.А.Саркисова; РАН. М. : Наука, 2008. С. 266–278. [Bogdanov A.A. Scientific problems of submarine habitability. *The role of Russian science in creating a domestic submarine fleet* / comp. A.A.Sarkisov; under the general. ed. A.A.Sarkisova; RAS. Moscow: Publishing house Nauka, 2008, pp. 266–278 (In Russ.).]
2. Зайцев А.Е., Чумаков А.В., Черкашин Д.В. Заболевания, выявленные при обследовании операторов обитаемых подводных аппаратов Военно-Морского Флота // *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2015. № 3. С. 36–40. [Zaitsev A.E., Chumakov A.V., Cherkashin D.V. Diseases identified during a survey of operators of inhabited underwater vehicles of the Navy. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*, 2015, No. 3, pp. 36–40 (In Russ.).]
3. Панов Б.В., Балабан С.В. Состояние здоровья моряков по результатам предварительных и периодических медицинских осмотров // *Актуальные проблемы транспортной медицины*. 2013. № 4. С. 47–56. [Panov B.V., Balaban S.V. The health status of sailors according to the results of preliminary and periodic medical examinations. *Actual problems of transport medicine*, 2013, No. 4, pp. 47–56 (In Russ.).]
4. Ханкевич Ю.Р., Блощинский И.А., Рогованов Д.Ю. Использование оценки рисков профессиональной деятельности при проведении исследований в области морской медицины // *Морской медицинский журнал*. 2015. № 1. С. 21–22. [Khankevich Yu. R., Bloschchinsky I.A., Rogovanov D.Yu. The use of risk assessment of professional activities when conducting research in the field of marine medicine. *Marine Medical Journal*, 2015, No. 1, pp. 21–22 (In Russ.).]
5. Довгуша В.В., Мызников И.Л., Шалабодов С.А., Медико-физиологические особенности боевой подготовки экипажей атомной подводной лодки // *Военно-медицинский журнал*. 2009. № 10. С. 46–53. [Dovgusha V.V., Myznikov I.L., Shalabodov S.A., Physico-physiological characteristics of the combat training of crews of a nuclear submarine. *Military Medical Journal*, 2009, No. 10, pp. 46–53 (In Russ.).]
6. Войтенко В.П. Биологический возраст // *Биология старения*. Л.: Наука, 1982. С. 102–115. [Voitenko V.P. Biological age. *Biology of aging*. Leningrad: Publishing house Science, 1982, pp. 102–115 (In Russ.).]
7. Shirai K, Utino J, Otsuka K, Takata M.A. A novel blood pressure-independent arterial wall stiffness parameter: cardio-ankle vascular index (CAVI) // *J. Atheroscler. Thromb.* 2006. Vol. 13. P. 101–107.
8. Национальные рекомендации по кардиоваскулярной профилактике Всероссийского научного общества кардиологов // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. Приложение 2. 2011. № 10 (6). С. 1–64. [National recommendations on cardiovascular prophylaxis of the All-Russian Scientific Society of Cardiology. *Cardiovascular therapy and prophylaxis*, Appendix 2, 2011, No. 10 (6), pp. 1–64 (In Russ.).]
9. Salonen R. Determinants of carotid-intima media thickness: a population based ultrasonography study in Eastern Finnish men // *J. Intern. Med.* 1991. Vol. 229. P. 225–231.
10. Никитин Ю.М., Труханов А.И. *Ультразвуковая доплеровская диагностика в клинике*. Иваново: Изд-во МИК, 2004. 497 с. [Nikitin Yu.M., Trukhanov A.I. *Ultrasound Doppler Diagnostics in the Clinic*. Ivanovo: MIK Publishing House, 2004, 497 p. (In Russ.).]

11. Saifeddine M., Roy S.S., Al-Ani B. et al. Endothelium-dependent contractile actions of proteinase-activated receptor-2-activating peptides in human umbilical vein: release of a contracting factor via a novel receptor // *Br. J. Pharmacol.* 1998. No. 125 (7). P. 1445–1454.
12. Баллузек М.Ф. Состояние функции эндотелия у больных артериальной гипертензией с учетом стратифицированной степени риска // *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2003. № 2. С. 81–83. [Balluzek M.F. The state of endothelial function in patients with arterial hypertension, taking into account the stratified degree of risk. *Regional blood circulation and microcirculation*, 2003, No. 2, pp. 81–83 (In Russ.)].
13. Ефимов С.В. Особенности центрального и периферического кровообращения, сердечного ритма и проводимости у здоровых мужчин в зависимости от полиморфизма генов β_1 – β_2 -адренорецепторов при воздействии гипербарии. СПб.: Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова, 2017. 25 с. [Efimov S.V. *Features of central and peripheral blood circulation, heart rate and conduction in healthy men, depending on the polymorphism of β_1 – β_2 -adrenoreceptor genes when exposed to hyperbaria*. Saint Petersburg: Publishing house S.M. Kirov Military Medical Academy, 2017, 25 p. (In Russ.)].
14. Никашин А.Н., Черкашин Д.В., Соболев А.Д., Макиев Р.Г. Истинный возраст сердца и сосудов в оценке сердечно-сосудистого риска // *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2019. Т. 65, № 1. С. 7–12. [Nikashin A.N., Cherkashin D.V., Sobolev A.D., Makiev R.G. The true age of the heart and blood vessels in assessing cardiovascular risk. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*, 2019, Vol. 65, No. 1, pp. 7–12 (In Russ.)].
15. Cuende J. Vascular Age Versus Cardiovascular Risk: Clarifying Concepts // *Rev. Esp. Cardiol.* 2016. Vol. 69, No. 3. P. 243–246.
16. Nilsson P.M. Introduction to minisymposium on developmental origins of adult disease // *J. Intern. Med.* 2007. Vol. 261. P. 410–411.
17. Карпов Ю.А. Как предупредить раннее сосудистое старение у пациентов с артериальной гипертензией // *Атмосфера. Новости кардиологии*. 2016. № 3. С. 3–10. [Karpov Y.A. How to prevent early vascular aging in patients with arterial hypertension. *Atmosphere. Cardiology News*, 2016, No. 3, pp. 3–10 (In Russ.)].
18. Стражеско И.Д. Старение сосудов: основные признаки и механизмы // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2012. Т. 11, № 4. С. 93–100. [Strazhesko I.D. Vascular aging: the main signs and mechanisms. *Cardiovascular therapy and prevention*, 2012, Vol. 11, No. 4, pp. 93–100 (In Russ.)].

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 23.05.2020 г.

Авторство:

Вклад в концепцию и план исследования — А.Н.Никашин. Вклад в сбор данных — А.Е.Зайцев, А.В. Чумаков. Вклад в анализ данных и выводы — Д.В.Черкашин. Вклад в подготовку рукописи — С.В.Ефимов, Г.Г.Кутелев, А.Д.Соболев.

Сведения об авторах:

Никашин Алексей Николаевич — майор медицинской службы, старший ординатор кафедры военно-морской терапии Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: a_nikashin@mail.ru; ORCID 0000-0002-0834-6319;

Черкашин Дмитрий Викторович — доктор медицинских наук, полковник медицинской службы, профессор, начальник кафедры военно-морской терапии Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: dm-cherk@yandex.ru;

Чумаков Александр Владимирович — кандидат медицинских наук, подполковник медицинской службы, старший преподаватель кафедры военно-морской терапии Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6;

Ефимов Семен Валерьевич — кандидат медицинских наук, капитан медицинской службы, преподаватель кафедры военно-морской терапии Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6;

Кутелев Геннадий Геннадьевич — кандидат медицинских наук, капитан медицинской службы, докторант кафедры военно-морской терапии Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6;

Зайцев Александр Евгеньевич — подполковник медицинской службы, начальник терапевтического (специального) отделения кафедры военно-морской терапии Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6;

Соболев Алексей Дмитриевич — майор медицинской службы, адъюнкт кафедры военно-морской терапии Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6.