

УДК 613.6:612.1

ОЦЕНКА РЕАКЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПЛАВСОСТАВА В ХОДЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В МОРЕ

Рахманов Р.С.¹, Богомолова Е.С.¹, Разгулин С.А.¹, Бахмудов Г.Г.², Спирин С.А.³

¹ ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет»

Минздрава России, Нижний Новгород, Россия

² Медико-санитарная часть войсковой части 51410, Махачкала, Россия

³ Центр санитарно-эпидемиологического надзора войсковой части 10283, Петропавловск-Камчатский, Россия

В качестве прогностического критерия при работах в море может выступать сердечно-сосудистая система.

Цель – оценить влияние условий профессиональной деятельности на работающих в море по показателям сердечной деятельности. Обследовали здоровых лиц мужского пола $30,3 \pm 1,1$ года ($n=27$): перед выходом в море и через 2 мес после возвращения в порт. Определяли диастолическое и систолическое артериальное давление, частоту сердечных сокращений. Способность системы к восстановлению после физической нагрузки оценивали по методу Мартинета. Рассчитывали индекс функциональных изменений, Робинсона, коэффициент выносливости, коэффициент экономичности кровообращения, вегетативный индекс Кердо. До выхода в море выявлены донозологические сдвиги в состоянии организма: по частоте сердечных сокращений у 11,1%, систолическому давлению у 7,4%, диастолическому давлению у 33,3%. Коэффициент выносливости у 40,9% превышал норму. Коэффициент экономичности кровообращения, соотношения средних значений систолического давления и частоты сердечных сокращений, индекс Робинсона свидетельствовали о снижении функционального состояния сердечно-сосудистой системы, индекс Кердо – о мобилизации функциональных резервов организма у 25,9%. Работа негативно влияла на сердечно-сосудистую систему и организм в целом: увеличивались доли лиц с неадекватной частотой сердечных сокращений (в 3 раза), повышенным диастолическим давлением на 22,6%. Снижались резервные возможности: увеличение в 2,4 раза доли лиц с низким индексом Робинсона и увеличение на 29,7% доли лиц, у которых коэффициент выносливости превышал норму, нарастали симпатические влияния вегетативной нервной системы. На 14,8% снизился индекс функциональных изменений, на 14,8% увеличилась доля лиц в состоянии напряжения адаптационного потенциала организма. Таким образом, у значительной доли обследованных лиц до выхода в море выявлялись донозологические сдвиги в состоянии организма. Профессиональная деятельность в море усугубляла его исходное состояние у большей части работающих.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, работа в море, реакция организма.

Для цитирования: Рахманов Р.С., Богомолова Е.С., Разгулин С.А., Бахмудов Г.Г., Спирин С.А.

Оценка реакции сердечно-сосудистой системы плавсостава в ходе профессиональной деятельности в море. Медицина труда и экология человека. 2022;4:34-45.

Для корреспонденции: Рахманов Рофаиль Салыхович, профессор кафедры гигиены ФГБОУ ВО «ПИМУ» МЗ РФ, доктор медицинских наук, профессор, e-mail: raf53@mail.ru.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2022-10403>

ASSESSMENT OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM RESPONSE OF THE FLOATING STAFF DURING THEIR PROFESSIONAL ACTIVITIES IN THE SEA

Rakhmanov R.S.¹, Bogomolova E.S.¹, Razgulin S.A.¹, Bakhmudov G.G.², Spirin S.A.³

¹ Department of Hygiene of the Volga Research Medical University, Department of Hygiene, Nizhny Novgorod, Russia

² Medical Unit of the Military Unit 51410, Makhachkala, Russia

³ Medical Service of the Military unit 10283, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

The cardiovascular system can act as a prognostic criterion when working at sea. Purpose - to assess the impact of the working conditions on those working at sea in terms of cardiac activity. Healthy males aged 30.3±1.1 years (n=27) were examined: before going to sea and 2 months after returning to the port. Diastolic and systolic blood pressure, heart rate were determined. The ability of the system to recover after exercise was assessed according to Martinet. The index of functional changes, Robinson, endurance coefficient, efficiency coefficient of blood circulation, vegetative Kerdo index were calculated. Before going to sea, prenosological changes in the state of the body were revealed: in heart rate in 11.1%, in systolic pressure in 7.4%, in diastolic pressure in 33.3%. The coefficient of endurance in 40.9% exceeded the norm. The coefficient of efficiency of blood circulation, the ratio of the average values of systolic pressure and heart rate, the Robinson index indicated the presence of heart failure, the Kerdo index indicated the mobilization of the body's functional reserves in 25.9%. The work had a negative impact on the cardiovascular system and the body as a whole: the proportion of people with inadequate heart rate increased (3 times), increased diastolic pressure by 22.6%. The reserve capacity decreased: a 2.4-fold increase in the proportion of people with a low Robinson index and an increase of 29.7% in the proportion whose endurance coefficient exceeded the norm, the sympathetic influences of the autonomic nervous system increased. The index of functional changes decreased by 14.8%, the proportion of persons in a state of tension of the body adaptive potential increased by 14.8%. Thus, prenosological changes in the body state were revealed in a significant proportion of those examined before going to sea. Professional activity at sea aggravated its initial state in most of the workers.

Keywords: cardiovascular system, work at sea, body reaction

Correspondence: Rofail S. Rakhmanov, Doctor of Medicine, Professor, the VMU of the Russian Health Ministry, e-mail: raf53@mail.ru

Citation: Rakhmanov R.S., Bogomolova E.S., Razgulin S.A., Bakhmudov G.G., Spirin S.A. Assessment of the cardiovascular system response of the floating staff during their professional activities in the sea. *Occupational Health and Human Ecology*. 2022; 4: 34-45.

Financing: the study had no financial support.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2022-10403>

Выявление проблем со здоровьем и работоспособностью моряков представляется важным разделом профилактической медицины, обусловленных влиянием судовой среды, природными условиями, возмущениями поверхности моря и профессиональным стрессом [1-4].

Условия труда и быта, характерные для всего морского транспорта, независимо от их назначения, определяются комплексом общесудовых неблагоприятных факторов, составляющих фон, на котором протекает производственная деятельность и отдых состава экипажа в рейсе. Они вызывают напряжение адаптационных систем, нарушение регуляторных функций, приводящие к ухудшению состояния здоровья и снижению трудоспособности: физические (шум, вибрация, механические удары, радиочастотные и ионизирующие излучения), химические (наличие вредных веществ в воздухе помещений), климатогеографические, социально-психологические [5-6]. Работа в море сопровождается качкой, гидродинамическими ударами и другими внешними воздействиями [7].

В качестве прогностического критерия в таких условиях может выступать сердечно-сосудистая система (ССС): она позволяет оценивать адаптационные резервы организма, прогнозировать работоспособность [8, 9]. Кроме того, по данным зарубежных авторов, оценка состояния ССС представляется актуальной проблемой и в связи с тем, что распространенность такой сердечной патологии, как артериальная гипертензия, в популяции датских моряков в 3,5 раза выше, чем в сравнительной выборке взрослых [10]. Она остается наиболее распространенной причиной смертности моряков от естественных причин [11,12].

Цель работы – оценить влияние условий профессиональной деятельности на работающих в море по показателям сердечной деятельности.

Материал и методы. В исследовании принимали участие здоровые моряки в возрасте $30,3 \pm 1,1$ года ($n=27$). Их профессиональная деятельность равными промежутками времени (до 2 месяцев) осуществлялась либо на суше, либо в море. Когорта была обследована перед выходом в море и после возвращения в порт. Определяли артериальное давление (минимальное диастолическое (ДАД) и максимальное систолическое (САД), частоту сердечных сокращений (ЧСС). Способность ССС к восстановлению после физической нагрузки оценивали по методу Мартинета. Сравнивали показатели среднединамического систолического давления Сдср. и ЧССср. после нагрузки и в покое [13].

С учетом показателей ССС, возраста, массы и длины тела рассчитывали индекс функциональных изменений (ИФИ); по ЧСС и САД - индекс Робинсона; по ЧСС и пульсовому давлению - коэффициент выносливости; по САД, ДАД и ЧСС – коэффициент экономичности кровообращения (КЭК); по ДАД и ЧСС - вегетативный индекс Кердо (ВИК) [14, 15].

Достоверность различий в парных зависимых выборках определяли по критерию Стьюдента для параметрических выборок при значении $p \leq 0,05$. Определяли средние величины значений ССС (М) и ошибку средних ($\pm m$).

Результаты. В нашем наблюдении средние значения ЧСС в покое в оба периода обследования были в пределах нормы. Однако после возвращения на базу она статистически значимо увеличилась на 11,13% (табл. 1). Если в исходном состоянии она была незначительно выше границы нормы у 11,1% (составляя 85 уд/мин), то позже уже у 33,3% обследованных лиц достигала 95 уд/мин.

САД и ДАД в покое достоверно не изменились. Вместе с тем ДАД имело тенденцию к росту. По индивидуальным данным повышенное САД в оба периода обследования было выявлено у 7,4%, а ДАД соответственно у 33,3% (до 100 мм рт.ст.) и у 55,6% (до 132 мм рт.ст.), при этом максимальное повышение ДАД в первом исследовании достигало у одного человека 100 мм рт. ст., а при втором у него же – 110 мм рт.ст.

Исходно после нагрузки ЧСС восстанавливалась, САД было статистически значимо выше на 4,6% ($p=0,009$), ДАД – на 4,8% ($p=0,049$). После работ в море ЧСС и САД после нагрузки достоверно от исходной величины не отличались.

По ИФИ до выхода в море у 18,5% обследованных определили состояние удовлетворительной адаптации, у 77,8% - адаптационный потенциал в состоянии напряжения и у 3,7% - неудовлетворительную адаптацию. При повторном обследовании удовлетворительная адаптация была определена только у 1 человека (3,7%), у 1 (3,7%) – неудовлетворительная, у остальных 92,6% - состояние напряжения. При этом у 59,2% в пределах градации «состояние напряжения» было отмечено увеличение абсолютных значений относительно исходных величин.

Верхняя граница доверительного интервала коэффициент Квааса (выносливости, КВ) в начале исследования превышала референтную границу в 16 ед., после работ в море он увеличился в 1,2 раза. До выхода в море значение КВ у четвертой части обследованных составляло $10,6 \pm 0,3$ ед., после возвращения – только у одного человека 10,1 ед.: уменьшение в 3,5 раза (табл. 2). Доля лиц с показателем КВ в пределах нормы после возвращения на базу уменьшилась в 1,5 раза ($13,7 \pm 0,4$ ед. и $13,8 \pm 0,6$ ед.), а выше нормы – увеличилась в 1,7 раза ($21,1 \pm 1,5$ ед. и $22,5 \pm 2,0$ ед.). Увеличение КВ по сравнению с исходными значениями установили у 77,7% обследованных лиц. При этом наибольшие значения КВ составляли 30,4-46,0 ед.

В целом по группе наблюдения перед выходом в море индекс Робинсона был в пределах границ, оцениваемых как «средние значения». В конце наблюдения он статистически значимо возрос на 11,7%, а его значение оценивалось как ниже среднего. У основной доли обследуемых резервные возможности были средними; их процент после возвращения из моря снизился в 1,8 раза. Если доля лиц с недостаточной сократительной способностью миокарда исходно достигала одной трети, то после работ в море она возросла в 2,4 раза (табл. 2).

Таблица 1
Table 1Показатели функции сердечно-сосудистой системы
Indicators of the cardiovascular system function

№ п/п	Показатели	Обследования		p=
		Исходные	Прибытие в порт	
1	ЧСС, уд/мин:			
	в покое	68,6±2,0	76,4±2,0	0,001
	после нагрузки	84,4±3,0	88,7±2,4	0,269
	после отдыха	70,3±2,4	74,3±2,6	0,242
2	САД, мм рт. ст.:			
	в покое	124,9±2,2	125,6±1,9	0,693
	после нагрузки	148,9±3,4	138,4±3,4	0,002
	после отдыха	130,6±2,5	129,5±2,3	0,634
3	ДАД, мм рт. ст.:			
	в покое	78,4±2,1	82,7±2,2	0,056
	после нагрузки	82,6±2,9	79,4±2,6	0,186
	после отдыха	82,2±2,4	85,7±2,1	0,157
4	Адаптационный потенциал (ИФИ)	2,46±0,07	2,6±0,06	0,01
5	Коэффициент Квааса	15,9±1,1	19,7±1,7	0,01
6	Индекс Робинсона	86,0±3,1	96,1±3,0	0,02
7	КЭК	3195,4±192,1	3233,5±148,5	0,86
8	Вегетативный индекс Кердо в покое	-16,5±4,0	-9,3±2,9	0,06

Среднее значение коэффициента экономичности кровообращения в исходном состоянии и после возвращения в порт были выше референтной границы, статистически достоверно в динамике наблюдения не изменились. Однако доля лиц с показателем КЭК выше нормы возросла (табл. 2).

Значение индекса Кердо после возвращения в порт имело менее значимую отрицательную величину, хотя и без статистически достоверных различий. Изменения в сторону симпатических влияний были определены у 59,3% обследованных. В целом доля лиц с такими влияниями вегетативной нервной системы возросла, с парасимпатическими – снизилась; были отмечены лица в состоянии вегетативного равновесия.

Таблица 2

Table 2

Характеристика интегральных показателей сердечно-сосудистой системы, %

Characteristics of the integral indicators of the cardiovascular system, %

№ п/п	Оцениваемый показатель	Период наблюдения	
		Исходно	Конец наблюдения
1	Коэффициент Квааса:		
	ниже 12 ед.	26,0	7,4
	12-16 ед.	33,3	22,2
	Более 16 ед.	40,7	70,4
2	Индекс Робинсона:		
	ниже нормы	29,6	70,4
	норма	40,7	22,2
	выше нормы	29,6	7,4
3	КЭК:		
	в пределах нормы	44,4	37,0
	выше нормы	55,6	63,0
4	Вегетативный индекс Кердо, влияния:		
	симпатические	25,9	29,6
	равновесие	0	7,4
	парасимпатические	74,1	63,0

Обсуждение результатов. В физиологии труда в качестве прогностической системы состояния адаптационных возможностей организма, его работоспособности изучают реакцию сердечно-сосудистой системы в динамике наблюдения [13, 16-19].

Высокая ЧСС ассоциируется с недостаточной кардиореспираторной функцией, негативно влияет на прогрессирование сердечных патологий: коронарного атеросклероза, ишемии миокарда, желудочковых аритмий и др. [20-28].

Как показало исследование, условия обитания и труда негативно отражались на функции ССС. Так, в три раза увеличилась доля лиц, у которых ЧСС превышала референтные границы; при этом она в покое достигала 95 уд/мин, после восстановительного периода при выполнении нагрузки ЧСС не восстанавливалась соответственно у 18,5% и 29,6%, достигая 96-100 уд/мин.

Обратил на себя внимание тот факт, что при нагрузке, назначенной после возвращения в порт, САД повышалось статистически менее значимо, нежели при исходном его определении. Кроме того, в начале наблюдения медленное восстановление САД после нагрузки было выявлено у 48,1% моряков, в конце наблюдения – у 66,7%, что свидетельствовало о низкой толерантности ССС как исходно, так и о ее нарастании после работ в море.

Доля лиц, у которых ДАД после возвращения в порт было выше нормы, увеличилось в 1,7 раза, как и абсолютное значение ДАД. При нормальной сердечно-сосудистой работе ДАД после нагрузки не меняется или снижается. В нашем случае ДАД после нагрузки не менялось, но после периода отдыха оно было выше на 3,6% ($p=0,039$), чем в покое. Медленный возврат к исходным значениям – неблагоприятный симптом [13]. В нашем случае до выхода в море недовосстановление ДАД было определено у 44,4% обследованных лиц, а в конце наблюдения – у 66,7%.

Сопоставление динамики САД и ЧСС в покое и после нагрузки позволяет характеризовать сердечно-сосудистую регуляцию; в норме она осуществляется за счет изменений САД, а при сердечной недостаточности – за счет увеличения ЧСС (СДср. превышает ЧССср.) [13, 23]. В нашем наблюдении значение СДср. исходно и в динамике составило 19,2 и 10,2%, а ЧССср. соответственно 20,0 и 16,1%. В исходном состоянии ЧСС ср. незначительно превышало СДср.; после возвращения в порт более значительно ЧССср. превышало СДср., что указывало на наличие и нарастание регуляторной недостаточности.

После работ в море были определены статистически значимые различия по трем показателям, интегрально характеризующим состояние организма и ССС, в частности по ИФИ, КВ и индексу Робинсона [14]. Так, на 14,8% соответственно увеличились доли лиц, у которых ИФИ оценивался как «состояние напряжения», и снижалась доля лиц с удовлетворительной адаптацией. Коэффициент выносливости (КВ Квааса) отражает функциональное состояние сердечно-сосудистой системы (ССС): увеличение КВ, связанное с уменьшением ПД, является показателем детренированности ССС. В нашем случае КВ статистически значимо увеличился на 23,9%. Если в начале наблюдения у 59,3% интервал КВ не превышал верхнюю границу нормы, то в конце наблюдения – только у 29,6%.

Индекс Робинсона отражает гемодинамическую нагрузку на ССС: чем он выше, тем неблагоприятнее работа системы кровообращения, тем хуже функциональные возможности миокарда, потребление кислорода организмом. Индекс Робинсона указывал на то, что до

выхода в море практически у третьей части обследованных лиц возможности системы кровообращения были оптимальными, достаточными для обеспечения органов и тканей кислородом [8, 29]. После возвращения на базу доля таких лиц снизилась в 4,0 раза.

КЭК при утомлении увеличивается, характеризует затраты организма на передвижение крови в сосудистом русле. В нашем случае и в исходном состоянии, и после возвращения в порт его значения свидетельствовали о нарастании неблагоприятного влияния условий на ССС.

Вегетативный индекс Кердо статистически значимо не изменился. Вместе с тем изменения в сторону симпатических влияний были определены у 59,3% обследованных. Нарастание симпатических влияний вегетативной нервной системы рассматривается как система тревоги, мобилизации функциональных ресурсов, что наблюдалось в нашем исследовании [30, 31]. Кроме того, это свидетельствовало о мобилизации пластических ресурсов организма [32].

Таким образом, исследование показало, что до выхода в море по показателям ССС у значительной доли лиц выявлялись донозологические сдвиги в состоянии организма; после похода они регистрировались у большей части моряков, то есть работа в море усугубляла исходное состояние организма.

Выводы.

1. У обследованных работающих по показателям сердечно-сосудистой системы до выхода в море выявлены донозологические сдвиги в состоянии организма: по ЧСС – у 11,1%, САД – у 7,4%, ДАД – у 33,3%. КВ у 40,9% превышал норму, КЭК, соотношения СД ср. и ЧСС ср., индекс Робинсона свидетельствовали о снижении функционального состояния сердечно-сосудистой системы, ВИК у 25,9% - о мобилизации функциональных резервов организма.

2. Продолжительная работа в море негативно влияла на сердечно-сосудистую систему и организм в целом. На это указывали данные увеличения доли лиц с неадекватной ЧСС (рост в 3 раза), ДАД (рост на 22,6%); о снижении резервных возможностей говорило увеличение в 2,4 раза доли лиц с низким значением индекса Робинсона и увеличение на 29,7% лиц, у которых КВ превышал норму. Достоверно снизился индекс функциональных изменений, на 14,8% увеличилась доля лиц, у которых выявили состояние напряжения адаптационного потенциала организма.

Список литературы:

1. Воронина И.Ю. Состояние сердечно-сосудистой системы у студентов профессионального лица во время производственной практики. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2016;3 (45). Часть 3:8-11. DOI: 10.18454/IRJ.2016.45.034
2. Schmied, E.A., Martin R.M, Harrison E.M., Perez V.G., Thomsen C.J. Studying the Health and Performance of Shipboard Sailors: An Evidence Map. *Military Medicine*. 2021; 186 (5-6): E512-E524.
3. Tannenbaum K, Hurtado SL, Yablonsky AM. Evaluation of a Stress Management Course for Shipboard Sailors. *Mil Med*. 2021 Jul 17:usab285. DOI: 10.1093/milmed/usab285.
4. Scouten WT, Mehalick ML, Yoder E, McCoy A, Brannock T, Riddle MS. The Epidemiology of Operation Stress during Continuing Promise 2011: A Humanitarian Response and Disaster

- Relief Mission aboard a US Navy Hospital Ship. *Prehosp Disaster Med.* 2017;32(4):393-402. DOI: 10.1017/S1049023X17000218.
5. Кубасов Р. В., Лупачев В. В., Попов М. В. Условия жизнедеятельности экипажа на борту морского судна (обзор литературы). *Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова.* 2016; 2 (36);49-56.
 6. Петрова Т.Б., Бичкаева Ф.А. Соотношение содержания тиамина, параметров углеводного обмена и фактического питания у работников водного транспорта северного бассейна. *Известия Коми научного центра УРО РАН.* 2020;3(43); 58-63. DOI: 10.19110/1994-5655-2020-3-58-64.
 7. Селифонова Ж.П., Писаренко Г.П., Писаренко Л.Н. Основные факторы судовой среды, влияющие на жизнедеятельность и здоровье работников водного транспорта: Сборник статей международной научно-практической конференции. 2017; 26-27.
 8. Малюкова Т.И. Реакция сердечно-сосудистой системы на стрессовые воздействия. *Современные проблемы науки и образования.* 2020; 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30248> (дата обращения: 29.06.2022).
 9. Иванов С.А., Невзорова Е.В., Гулин. Количественная оценка функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы. *Вестник ТГУ.* 2017;22 (6):1535-1540. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-6-1535-1540.
 10. Tu M, Jepsen JR. Hypertension among Danish seafarers. *IntMarit Health.* 2016;67(4):196-204. DOI: 10.5603/IMH.2016.0037.
 11. Oldenburg M, Baur X, Schlaich C. Occupational risks and challenges of seafaring. *J Occup Health.* 2010;52(5):249-56. DOI: 10.1539/joh.k10004.
 12. Szafran-Dobrowolska J, Renke M, Jeżewska M. Is it worth to continue to analyse the factors of cardiovascular risk among the sailors? Review of literature. *IntMarit Health.* 2019;70(1):17-21. DOI: 10.5603/IMH.2019.0003.
 13. Новиков В.С. Методы исследования в физиологии военного труда. М.: Воениздат, 1993.- 240 с.
 14. Захарченко М.П., Маймулов В.Г., Шабров А.В. Диагностика в профилактической медицине. СПб.: МФИН. 1997. 516 с.
 15. Kerdo I. EinausDaten der Blutzirkulationkalkulierter Index zur Beurteilung der vegetativen Tonuslage. *Actaneurovegetativa.* 1966;29 (2):250-26.
 16. Пономаренко В.А., Разинкин С.М., Шинкаренко В.С. Методы оценки профессионального здоровья. В кн.: *Здоровье здорового человека. Научные основы восстановительной медицины.* М.: ООО «РИФ «САНЭД»; 2000:152-164.
 17. Cutsem J.V., Marcora S., Pauw K.D., Bailey S., Meeusen R., Roelands B. The Effects of Mental Fatigue on Physical Performance: A Systematic Review. *Sports Med.* 2017; 47(8): 1569–88. DOI:10.1007/s40279-016-0672-0.
 18. Colangelo LA, Yano Y, Jr DRJ, Lloyd-Jones DML. Association of Resting Heart Rate With Blood Pressure and Incident Hypertension Over 30 Years in Black and White Adults: The CARDIA Study. *Hypertension.* 2020 Sep;76(3):692-698. DOI:10.1161/HYPERTENSIONAHA.120.15233.
 19. Сергеева С.Д. Работа сердца и сердечно-сосудистой системы в стрессовых ситуациях. *Бюллетень медицинских интернет-конференций.* 2014; 4 (5): 898.

20. Свистунов А.А., Головачева Т.В., Скворцов К.Ю., Вервикишко О.С. Частота сердечных сокращений как фактор риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. Артериальная гипертензия. 2008;14(4):324-331.
21. Jurca R, Jackson AS, Lamonte MJ, et al. Assessing cardiorespiratory fitness without performing exercise testing Am J Prev Med. 2005;29:185-193.
22. Kim SH. Association between Cardiorespiratory Fitness and Metabolic Syndrome in Korean Older Adults. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(6):3671. DOI:10.3390/ijerph19063671.
23. Lee I, Kim J, Kang H. Adding Estimated Cardiorespiratory Fitness to the Framingham Risk Score and Mortality Risk in a Korean Population-Based Cohort Study. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(1):510. DOI:10.3390/ijerph19010510.
24. Kapoor JR, Heidenreich PA. Role of heart rate as a marker and mediator of poor outcome for patients with heart failure. CurrHeartFailRep. 2012;9(2):133-8. DOI:10.1007/s11897-012-0086-8.
25. Олейников В. Э., Кулюцин А. В., Лукьянова М. В. Аспекты физиологической регуляции и доступные способы регистрации частоты сердечных сокращений. Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2014;1 (29):70–80.
26. MünzelT, NahadO, GoriT, Hollmann S, ArnoldN, ProchaskaJH, et al. Heart rate, mortality, and the relation with clinical and subclinical cardiovascular diseases: results from the Gutenberg Health Study. Clin Res Cardiol. 2019;108(12):1313-1323. DOI:10.1007/s00392-019-01466-2.
27. Снежицкий В.А., Рако А.В., Шишко В.И., Пелеса Е.С., Дешко М.С., Шпак Н.В., и др. Хронотропная функция сердца. Гродно: ГрГМУ; 2011.
28. Nauman J, Nes BM, Lavie CJ, Jackson AS, SuiX, Coombes JS, et al. Prediction of Cardiovascular Mortality by Estimated Cardiorespiratory Fitness Independent of Traditional Risk Factors: The HUNT Study. MayoClinProc. 2017;92(2):218-227. DOI:10.1016/j.mayocp.2016.10.007.
29. Хурса Р.В. Пульсовое давление крови: роль в гемодинамике и прикладные возможности в функциональной диагностике. Медицинские новости. 2013;4:13-18.
30. Домрачев А.А., Домрачева М.Я. Экономичность функционирования сердечно-сосудистой системы как параметр функциональной физиологической оценки состояния организма в условиях психофизической активности. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017;5-1:59-65. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=11542> (дата обращения: 29.06.2022).
31. Мешков Н.А. Вегетативный тонус и адаптационные реакции организма военнослужащих в зависимости от характера их профессиональной деятельности. Медицина катастроф. 2018; 104(4): 32–36.
32. Мешков Н.А., Рахманин Ю.А. Методологические аспекты гигиенической оценки адаптивной реакции организма на влияние факторов профессиональной деятельности в системе оценки риска. Гигиена и санитария. 2021; 100 (4): 387-395. DOI:10.47470/0016-9900-2021-100-4-387-395.

References:

1. Voronina Yu. The state of the cardiovascular system in students of a professional lyceum during work practice. International research journal. 2016;3(45).Part 3:8-11. DOI: 10.18454/IRJ.2016.45.034

2. Schmied, E.A., Martin R.M, Harrison E.M., Perez V.G., Thomsen C.J. Studying the Health and Performance of Shipboard Sailors: An Evidence Map. *Military Medicine*. 2021; 186 (5-6): E512-E524.
3. Tannenbaum K, Hurtado SL, Yablonsky AM. Evaluation of a Stress Management Course for Shipboard Sailors. *Mil Med*. 2021 Jul 17:usab285. DOI: 10.1093/milmed/usab285.
4. Scouten WT, Mehalick ML, Yoder E, McCoy A, Brannock T, Riddle MS. The Epidemiology of Operation Stress during Continuing Promise 2011: A Humanitarian Response and Disaster Relief Mission aboard a US Navy Hospital Ship. *Prehosp Disaster Med*. 2017;32(4):393-402. DOI: 10.1017/S1049023X17000218.
5. Kubasov R.V., Lupachev V.V., Popov M.V. Crew life conditions on board a sea vessel (literature review). *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. Admirala S.O.Makarova*. 2016; 2(36);49-56.
6. Petrova T.B., Bichkaeva F.A. The ratio of thiamine content, parameters of carbohydrate metabolism and actual nutrition in workers of water transport in the northern basin. *Proceedings of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2020;3(43);58-63. DOI: 10.19110/1994-5655-2020-3-58-64.
7. Selifonova Zh.P., Pisarenko G.P., Pisarenko L.N. The main factors of the ship environment affecting the life and health of water transport workers: Collection of articles of the international scientific and practical conference. 2017;26-27.
8. Malyukova T.I. Response of the cardiovascular system to stressful influences. *Modern problems of science and education*. 2020;6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30248> (Accessed 29.06.2022).
9. Ivanov S.A., Nevzorova E.V., Gulin. Quantitative assessment of the functional capabilities of the cardiovascular system. *Bulletin of TSU*. 2017;22(6):1535-1540. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-6-1535-1540.
10. Tu M, Jepsen JR. Hypertension among Danish seafarers. *IntMarit Health*. 2016;67(4):196-204. doi: 10.5603/IMH.2016.0037.
11. Oldenburg M, Baur X, Schlaich C. Occupational risks and challenges of seafaring. *J Occup Health*. 2010;52(5):249-56. doi: 10.1539/joh.k10004.
12. Szafran-Dobrowolska J, Renke M, Jeżewska M. Is it worth to continue to analyse the factors of cardiovascular risk among the sailors? Review of literature. *IntMarit Health*. 2019;70(1):17-21. doi: 10.5603/IMH.2019.0003.
13. Novikov V.S. Methods of research in the physiology of military labor. M.: Military publishing house. 1993. 240 p.
14. Zakharchenko M.P., Maimulov V.G., Shabrov A.V. Diagnostics in preventive medicine. St. Petersburg: MFIN, 1997. 516 p.
15. Kerdo I. Ein Auswertungsindex zur Beurteilung der vegetativen Tonuslage. *Acta neurovegetativa*. 1966;29 (2):250-26.
16. Ponomarenko V.A., Razinkin S.M., Shinkarenko V.S. Methods for assessing professional health. In: Health of a healthy person. Scientific foundations of restorative medicine. Moscow: RIFSANED LLC; 2000:152-164.
17. Cutsem J.V., Marcora S., Pauw K.D., Bailey S., Meeusen R., Roelands B. The Effects of Mental Fatigue on Physical Performance: A Systematic Review. *Sports Med*. 2017; 47(8): 1569–88.

DOI:10.1007/s40279-016-0672-0.

18. Colangelo LA, Yano Y, Jr DRJ, Lloyd-Jones DML. Association of Resting Heart Rate With Blood Pressure and Incident Hypertension Over 30 Years in Black and White Adults: The CARDIA Study. Hypertension. 2020 Sep;76(3):692-698. DOI:10.1161/HYPERTENSIONAHA.120.15233.
19. Sergeeva S.D. The work of the heart and cardiovascular system in stressful situations. Bulletin Meditsinskikh Internet Conferentsiy .2014;4(5): 898.
20. Svistunov A.A., Golovacheva T.V., Skvortsov K.Yu., Vervikishko O.S. Heart rate as a risk factor for the development of cardiovascular diseases. Arterialnaya gipertenziya. 2008;14(4):324-331.
21. Jurca R, Jackson AS, Lamonte MJ, et al. Assessing cardiorespiratory fitness without performing exercise testing Am J Prev Med. 2005;29:185-193.
22. Kim SH. Association between Cardiorespiratory Fitness and Metabolic Syndrome in Korean Older Adults. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(6):3671. DOI:10.3390/ijerph19063671.
23. Lee I, Kim J, Kang H. Adding Estimated Cardiorespiratory Fitness to the Framingham Risk Score and Mortality Risk in a Korean Population-Based Cohort Study. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(1):510. DOI:10.3390/ijerph19010510.
24. Kapoor JR, Heidenreich PA. Role of heart rate as a marker and mediator of poor outcome for patients with heart failure. Curr Heart Fail Rep. 2012;9(2):133-8. DOI:10.1007/s11897-012-0086-8.
25. Oleinikov V. E., Kulyutsin A. V., Lukyanova M. V. Aspects of physiological regulation and available methods for recording heart rate. News of higher educational institutions. Volga region. Meditsinskie nauki.2014;1(29):70–80.
26. Münzel T, Hahad O, Gori T, Hollmann S, Arnold N, Prochaska JH, et al. Heart rate, mortality, and the relation with clinical and subclinical cardiovascular diseases: results from the Gutenberg Health Study. Clin Res Cardiol. 2019;108(12):1313-1323. DOI:10.1007/s00392-019-01466-2.
27. Snezhitsky V.A., Rako A.V., Shishko V.I., Pelesa E.S., Deshko M.S., Shpak N.V., et al. Chronotropic function of the heart. Grodno: GrGMU;2011.
28. Nauman J, Nes BM, Lavie CJ, Jackson AS, Sui X, Coombes JS, et al. Prediction of Cardiovascular Mortality by Estimated Cardiorespiratory Fitness Independent of Traditional Risk Factors: The HUNT Study. Mayo Clin Proc. 2017;92(2):218-227. DOI:10.1016/j.mayocp.2016.10.007.
29. Khursa R.V. Pulse blood pressure: role in hemodynamics and applied possibilities in functional diagnostics. Medical news.2013;4:13-18.
30. Domracheva A.A., Domracheva M.Ya. Efficiency of the functioning of the cardiovascular system as a parameter of the functional physiological assessment of the state of the organism in conditions of psychophysical activity. International Journal of Applied and Fundamental Research. 2017;5-1:59-65. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=11542> (accessed: 29.06.2022).
31. Meshkov N.A. Vegetative tone and adaptive reactions of the body of servicemen depending on the nature of their professional activity. Meditsina katastrof. 2018; 104(4): 32–36.
32. Meshkov N.A., Rakhmanin Yu.A. Methodological aspects of hygienic assessment of the body's adaptive response to the influence of professional activity factors in the risk assessment system. Gigiena i sanitariya. 2021; 100 (4): 387-395. DOI:10.47470/0016-9900-2021-100-4-387-395.

Поступила/Received: 01.07.2022

Принята в печать/Accepted: 23.08.2022