

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАбельНОСТИ РИТМА СЕРДЦА У МЕДИЦИНСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ЭКСТРЕННЫХ СЛУЖБ

Т.А.Болобонкина¹, Н.В.Минаева¹, Е.И.Филимонова¹, А.С.Интякова¹

¹ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П.Павлова» Минздрава России, Рязань, Россия

Резюме. Цели исследования – изучить влияние трудового процесса на вариабельность ритма сердца (ВРС) у медицинских специалистов выездных бригад скорой медицинской помощи (СМП).

Материалы и методы исследования. В исследовании приняли участие 65 медицинских работников выездных бригад СМП. Распределение обследованных по полу – 19 мужчин и 46 женщин; по должности – 16 врачей и 49 фельдшеров. Исследование проводилось с мая по октябрь 2021 г. Режим трудового процесса обследованных: рабочая смена – 24 ч, период отдыха – 72 ч. Оценке подлежали показатели, зафиксированные: до и после работы (n=46); между соседними сменами после отдыха (n=23); в разные периоды года (n=16).

В качестве метода объективного анализа утомления использовали мониторинг ВРС. Выбор методики был обусловлен спецификой работы выездных бригад СМП в условиях пандемии COVID-19, характеризовавшейся большим числом нуждающихся в оказании скорой медицинской помощи при дефиците времени и кадров.

Результаты исследования и их анализ. Анализ результатов исследования выявил: преобладание активности парасимпатического отдела – перед работой; усиление активности симпатических влияний и преобладание центральных механизмов регуляции над автономными – после работы; большую выраженность отрицательных изменений у врачей по сравнению с фельдшерами – после окончания работы, а также отрицательную динамику межсезонных показателей, подтверждающую стойкость негативных изменений функционального состояния у медицинских работников.

Ключевые слова: вариабельность ритма сердца, динамика показателей, медицинские работники, режим работы, скорая медицинская помощь, функциональное состояние, экстренные службы

Конфликт интересов. Авторы статьи подтверждают отсутствие конфликта интересов

Для цитирования: Болобонкина Т.А., Минаева Н.В., Филимонова Е.И., Интякова А.С. Динамика показателей вариабельности ритма сердца у медицинских специалистов экстренных служб // Медицина катастроф. 2024. №1. С. 39-43. <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2024-1-39-43>

DYNAMICS OF HEART RATE VARIABILITY INDICATORS IN EMERGENCY MEDICAL WORKERS

T.A.Bolobonkina¹, N.V.Minaeva¹, E.I.Filimonova¹, A.S.Intyakova¹

¹ I.P. Pavlov Ryazan State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Ryazan, Russian Federation

Summary. The purpose of our study was to study the influence of professional activity on the functional state of the body of medical workers of emergency medical teams (SMP).

Materials and methods of research. The study involved 65 medical workers from mobile ambulance teams. The distribution of those examined by gender was 19 men and 46 women; by position - 16 doctors and 49 paramedics. The study was carried out from May to October 2021. The work schedule of the subjects was: work shift – 24 hours, rest period – 72 hours. The indicators recorded before and after work (n=46), between adjacent shifts after rest (n=23) were assessed, as well as at different periods of the year (n=16).

HRV monitoring was used as a method for objective analysis of fatigue. The choice of methodology was determined by the specifics of the work of mobile ambulance teams during the COVID-19 pandemic, which was characterized by a large number of people in need of emergency medical care with a shortage of time and personnel.

Research results and their analysis. The predominance of the activity of the parasympathetic department before work, the increased activity of sympathetic influences and the predominance of central regulatory mechanisms over autonomous ones after work were established; the greater severity of negative changes at the end of work in doctors compared with paramedics; negative dynamics of off-season indicators, confirming the persistence of negative changes in the functional state of employees.

Key words: dynamics of indicators, emergency medical care, emergency medical workers, functional state, heart rate variability, operating mode

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest

For citation: Bolobonkina T.A., Minaeva N.V., Filimonova E.I., Intyakova A.S. Dynamics of Heart Rate Variability Indicators in Emergency Medical Workers. *Meditsina Katastrof* = Disaster Medicine. 2024;1:39-43 (In Russ.). <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2024-1-39-43>

Контактная информация:

Болобонкина Татьяна Александровна – канд. мед. наук; ассистент кафедры медицины катастроф и скорой медицинской помощи ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России
Адрес: Россия, 390026, г. Рязань, ул. Шевченко, д. 34, корп. 2
Тел: +7 (920) 992-57-30
E-mail: bolobonkina@bk.ru

Contact information:

Tatyana A. Bolobonkina – Cand. Sc. (Med.); Department Assistant of I.P. Pavlov Ryazan State Medical University of the Ministry of Health of Russia
Address: 34, bldg. 2, Shevchenko str., Ryazan, 390026, Russia
Phone: +7 (920) 992-57-30
E-mail: bolobonkina@bk.ru

Введение

Сотрудники экстренных медицинских служб подвержены риску хронического стресса и утомления в ходе выполнения профессиональных обязанностей. Труд работников бригад скорой медицинской помощи (СМП) сопряжен с влиянием комплекса стрессовых факторов (частое несоответствие повода вызова реальной картине патологического состояния пострадавшего, высокая степень ответственности за жизнь и здоровье пациента), отсутствием регламентации перерывов на сон и прием пищи в условиях суточного режима работы, требующей постоянной сосредоточенности, внимания и интеллектуального напряжения. Хронический профессиональный стресс повышает риски развития сердечно-сосудистых заболеваний ввиду чрезмерной активации вегетативной нервной системы – ВНС [1]. Баланс между симпатической и парасимпатической активностью ВНС можно оценить, измеряя вариабельность ритма сердца (ВРС). Снижение показателей ВРС связано с истощением функциональных ресурсов организма ввиду хронического стресса и развития стойкого утомления, а также может являться маркером кардиоваскулярной патологии [2, 3]. Кардиоинтервалометрия широко используется в различных исследованиях, в том числе в области гигиены и медицины труда [4]. Преимуществом данного метода является его неинвазивность, небольшие материальные и временные затраты, что определяет частое его применение для оценки функционального состояния организма людей различных специальностей, в том числе работников экстренных служб.

Известно, что на этапах трудового процесса у медицинских работников экстренных служб регистрируется, главным образом, изменение парасимпатических показателей ВРС. Максимальные негативные значения фиксируют у последних при оказании ими медицинской помощи пациентам [5]. В проведенных исследованиях установлена способность показателей ВНС к достаточному восстановлению в течение продолжительного регламентированного отдыха [6]. При перманентном воздействии стрессовых факторов труда полное восстановление частотных показателей ВРС (*LF* и *HF*) в периоды отдыха – ограничено или полностью отсутствует [7]. Одним из простых маркеров сердечно-сосудистого риска для оценки показателей ВРС является среднеквадратичное значение последовательных различий между нормальными сердечными сокращениями – *RMSSD*. Установлено, что значения этого индекса меньше (25 ± 4) мс указывают на повышенный риск кардиоваскулярной патологии [8].

В последние годы в условиях напряженной эпидемиологической обстановки произошли изменения регламентов работы выездных бригад СМП, а также изменился спектр вредных профессиональных факторов [9].

Цель исследования – изучить влияние трудового процесса на вариабельность ритма сердца у медицинских специалистов выездных бригад скорой медицинской помощи.

Материалы и методы исследования. В исследовании приняли участие 65 медицинских работников выездных бригад СМП. Распределение обследованных по полу – 19 мужчин и 46 женщин; по должности – 16 врачей и 49 фельдшеров. Исследование проводилось с мая по октябрь 2021 г. Режим трудового процесса обследованных: рабочая смена – 24 ч, период отдыха – 72 ч. Оценке подлежали показатели, зафиксированные до и после работы ($n=46$), между соседними сменами после отдыха ($n=23$), а также в разные периоды года ($n=16$).

В качестве метода объективного анализа утомления использовали мониторинг ВРС [10]. Выбор методики был обусловлен спецификой работы выездных бригад СМП в условиях пандемии *COVID-19*, характеризовавшейся большим числом нуждающихся в оказании скорой медицинской помощи при дефиците времени и кадров.

Анализ вариабельности кардиоинтервалов *RR* выполнялся путём краткосрочной фотоплетизмографии в состоянии покоя в положении сидя с установкой датчика пульсоксиметрического блока прибора «НС-Психотест. Профэкстрим» на четвертом пальце недоминантной руки обследуемого в течение трех минут. Замеры осуществляли в наиболее информативные временные интервалы сравнительной оценки ВРС через одинаковые промежутки времени – с 7.00 до 8.00 утра в соответствии с суточным графиком рабочих смен. Расчет ВРС проводился по регистрируемым *R-R*-интервалам с вычислением временных и спектральных характеристик в соответствии с действующими стандартами. При выборе показателей для анализа использовались рекомендации Европейского кардиологического общества и Североамериканского общества кардиостимуляции и электрофизиологии (*Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology*) с поправкой на выбранные способ и время регистрации: *HR* – частота сердечных сокращений (ЧСС), уд./мин; *RMSSD* – корень квадратный из суммы квадратов разностей последовательных пар интервалов *R-R*, мс; *pNN50* – количество пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс, % к общему количеству кардиоинтервалов в массиве; *CV* – нормированный по *HR* коэффициент вариации полного массива кардиоинтервалов, %; *SI* – стресс-индекс – степень напряжения регуляторных систем (степень преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными), а также спектральные составляющие метода частотного домена в абсолютных значениях, мс²: *HF* – высокочастотная, формирующаяся дыхательными волнами в диапазоне 0,15–0,4 Гц; *LF* – низкочастотная, связанная

с медленными колебаниями в диапазоне 0,15–0,04 Гц и $VLF < 0,04$ Гц; соотношение LF/HF [11, 12]. Для оценки степени централизации управления сердечным ритмом использовался индекс напряжения регуляторных систем (ИН), предложенный Р.М.Баевским [13]. Значения переменных представлены в виде $(M \pm m)$, где M – среднее арифметическое значение показателя, выраженное в абсолютных цифрах; m – ошибка среднего; t – критерий достоверности при заданном размере выборки. При определении относительных величин (долей) сотрудников, имеющих определенный признак, определялся 95%-ный доверительный интервал (ДИ).

Работа проводилась в рамках исследования, одобренного Локальным этическим комитетом Рязанского государственного медицинского университета им. акад. И.П.Павлова Минздрава России (протокол №2 от 8 октября 2019 г.). Все участники представили письменное информированное согласие на участие в исследовании.

При обработке результатов проверка нормального распределения проводилась с применением критерия Шапиро-Уилка (при $n < 50$). Расчет ДИ относительных величин проводился по методу Уилсона (Wilson, 1927). Сравнение показателей «до» и «после» осуществлялось посредством расчета Т-критерия Уилкоксона, оценка статистической значимости разницы средних значений при нормальном распределении – посредством расчета t -критерия Стьюдента. Для установления зависимости одного количественного показателя от другого использовался метод парной линейной регрессии. Статистическую обработку проводили при помощи пакетов программ Microsoft Excel-2007 с надстройкой «Анализ данных».

Результаты исследования и их анализ. Средний возраст сотрудников, участвовавших в исследовании ($n=65$), составлял $(36,28 \pm 2,82)$ лет. Установлена сильная прямая корреляционная связь стажа с возрастом – $r=0,9171$; $p < 0,01$. Регрессионный анализ зависимости изменений показателей выявил статистически значимые слабые прямые связи для временных показателей: $RMSSD$ ($p=0,026$), $pNN50$ ($p=0,029$) и HR ($p=0,01$) – с увеличением возраста и $pNN50$ ($p=0,0322$) – с увеличением стажа. В связи с этим при сопоставлении указанных индексов в исследуемых группах проводился анализ различий показателей возраста и стажа. Гендерные различия как временных, так и спектральных показателей, не имели статистической значимости.

Средний возраст врачей, принявших участие в исследовании, был в 1,3 раза выше среднего возраста фельдшеров ($p=0,0024$), но достоверных различий в фоновых показателях ВРС между этими группами выявлено не было.

Число сотрудников с низкими показателями $RMSSD$ и, как следствие, с высоким сердечно-сосудистым риском составило на 100 работающих 13,85 случая ($n=9$), ДИ 95% [7,46–24,27] – [8]. При распределении сотрудников, входящих в эту совокупность, по возрасту, стажу и должности статистически достоверных различий установлено не было.

Для оценки функционального состояния организма сотрудников выездных бригад СМП до и после смены обследованных разделили на две группы в зависимости от направления динамики показателей ВРС. При общей оценке функционального состояния к концу рабочей смены отрицательные сдвиги были выявлены у 27 обследованных (1-я группа) – 59,57 случая на 100 работающих, ДИ 95% [44,3–73,28]; положительные изменения наблюдались у 19 обследованных (2-я группа) – 40,43 случая на 100 работающих, ДИ 95% [27,64–54,66]. В группах различия по возрасту и стажу работы были статистически не значимы. Значения показателей ВРС в группах представлены в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, изменения показателей ВРС в 1-й группе носили более выраженный характер, что проявилось статистически значимым снижением в 1,5 раза CV ($p=0,0014$) и $RMSSD$ ($p=0,0027$); увеличением в 1,8 раза – SI ($p=0,0036$) и $ИН$ ($p=0,0113$). В 1-й группе зарегистрировано снижение в 2,3 раза частотной составляющей HF , $p=0,0294$. Необходимо отметить, что во всех остальных случаях достоверных различий частотных показателей получено не было. Во 2-й группе отмечен рост в 1,4 раза показателя $pNN50$ ($p=0,011$) и снижение показателей SI ($p=0,0032$) и $ИН$ ($p=0,0015$).

В 1-й группе доля врачей составила 42,86% – ДИ 95% [25,03–62,57] – ($n=12$), тогда как во 2-й группе доля таких работников составила лишь 10,53% [1,85–34,54] – ($n=1$). По сравнению с фельдшерами у врачей частота отрицательных изменений ВРС по окончании рабочей смены была выше, $p=0,0067$.

У 10 из 23 сотрудников (43,48 случая на 100 работающих, ДИ 95% [23,88–65,13]) при оценке показателей ВРС между соседними сменами была выявлена негативная динамика (табл. 2); в 13 случаях (56,52 случая

Таблица 1 / Table 1

Показатели ВРС перед началом и по окончании рабочей смены
Heart rate variability indicators before and after the work shift

Показатели ВРС Heart rate variability	1-я группа / Group 1, n=27		2-я группа / Group 2, n=19	
	до работы before work	после работы after work	до работы before work	после работы after work
$RMSSD$, мс	162,9±49,06*	99,5±55,3*	140,3±90,3	113,7±36,1
$pNN50$, %	30,6±9,3	23,0±8,5	25,1±12,1*	35,2±8,4*
CV , %	17,9±4,2*	11,3±4,0*	12,7±5,01	12,1±2,5
SI	70,1±28,1*	143,2±75,5*	136,7±64,6*	61,9±27,7*
LF/HF	1,6±0,6	2,1±0,5	2,7±1,0	1,8±0,5
Индекс напряжения ИН Voltage index	55,1±26,3*	115,1±60,0*	114,2±28,4*	47,2±20,3*

*Разница значений достоверна, $p < 0,05$

*The difference in values is significant, $p < 0,05$

Показатели ВРС между рабочими сменами у сотрудников с отрицательной динамикой функционального состояния, n=10
 Indicators of heart rate variability between work shifts in workers with negative dynamics of functional state, n=10

Показатели ВРС Heart rate variability	RMSSD, мс	pNN50, %	CV, %	SI	LF/ HF	ИН Voltage index
1-я смена / Shift No. 1	97,6±32,0*	23,0±8,4*	11,7±2,0*	70,9±42,3*	2,2±1,3	59,4±35,7*
2-я смена / Shift No. 2	41,9±10,1*	12,7±6,6*	6,4±1,3*	195,9±81,8*	1,9±0,8	168,4±78,4*

*Разница значений достоверна, p<0,05

*The difference in values is significant, p<0.05

на 100 работающих, ДИ 95% [34,87–76,12]) изменения показателей ВРС не имели статистической значимости.

Наблюдалось статистически достоверное снижение показателей: в 2,3 раза – RMSSD (p=0,0124); в 1,9 раза – pNN50 (p=0,0285) и в 1,8 раза – CV (p=0,007); в 2,8 раза увеличились индексы SI (p=0,0093) и ИН (p=0,0124) – см. табл. 2. Статистически значимых различий между показателями в зависимости от возраста, пола, стажа работы, должности, а также в частотном спектре ВРС в этом случае выявлено не было.

При сравнении летних и осенних фоновых (перед первой рабочей сменой) значений ВРС была установлена отрицательная динамика показателей (табл. 3).

Установлены достоверные отрицательные сдвиги осенних индексов в сравнении с летними в одинаковых по составу группах сотрудников (см. табл. 3). Зарегистрировано уменьшение в 2,5 раза – RMSSD (p=0,0151) и в 2,1 раза – CV (p=0,0078). Статистически значимых межгрупповых различий по возрасту, полу, стажу работы и должности в данном случае не выявлено.

Обсуждение. Результаты ранее проведенных исследований свидетельствуют о значительной зависимости показателей ВРС от возраста обследованных [14]. В настоящем исследовании такая зависимость установлена для RMSSD и pNN50. Изменение именно этих индексов в процессе старения наблюдается раньше других показателей. У большинства обследованных динамика показателей до и после смены отражает: преобладание активности парасимпатического отдела ВНС – перед работой и усиление активности симпатических влияний

и преобладание центральных механизмов регуляции над автономными – после работы (снижение – RMSSD, pNN50, CV; рост – SI и ИН). Ослабление парасимпатических влияний к концу смены подтверждается уменьшением частотной составляющей HF. У врачей, по сравнению с фельдшерами, выраженность отрицательных изменений ВРС по окончании работы может быть связана с её более высокой интенсивностью в условиях дефицита кадров с высшим медицинским образованием в службе СМП [15].

Снижение доли сотрудников с отрицательной динамикой межсменных показателей ВРС, по сравнению с аналогичными показателями на конец смены, свидетельствует о достаточном уровне восстановления после работы в период регламентированного отдыха. В то же время более чем у трети сотрудников неполное восстановление показателей ВРС между соседними сменами является признаком утомления, не купируемого за время регламентированного отдыха. Отрицательная динамика при сравнении летних показателей с данными, полученными осенью, подтверждает стойкость негативных изменений функционального состояния у сотрудников выездных бригад СМП в текущих условиях работы.

Статистически значимая динамика только во временных параметрах ВРС без достоверных изменений частотных индексов может свидетельствовать о начальной стадии развития стойких неблагоприятных изменений функционального состояния организма сотрудников [7, 16].

Таблица 3 / Table 3

Показатели ВРС в летний и осенний периоды, n=16
 Indicators of heart rate variability in the summer and autumn periods of the year, n=16

Показатели ВРС Heart rate variability	RMSSD, мс	pNN50, %	CV, %	SI	LF/ HF	ИН Voltage index
Лето / Summer	144,1±53,6*	24,5±9,8	17,1±5,4*	71,6±40,8	1,9±1,1	57,9±38,8
Осень / Autumn	57,6±12,4*	17,1±6,5	8,2±1,6*	127,6±48,2	1,7±0,5	69,8±15,6

*Разница значений достоверна, p<0,05

*The difference in values is significant, p<0.05

Выводы

1. Трудовая деятельность сотрудников выездных бригад скорой медицинской помощи сопряжена со снижением активности парасимпатических отделов вегетативной нервной системы, увеличением влияния – симпатических и преобладанием центральных механизмов регуляции над автономными.

2. Ввиду дефицита кадров с высшим медицинским образованием и более напряженной работой к концу рабочей смены доля врачей с отрицательной динамикой показателей вариабельности ритма сердца бывает выше доли фельдшеров с такими показателями.

3. Для большинства сотрудников период регламентированного отдыха оказался достаточным для восстановления показателей вариабельности ритма сердца.

4. Отрицательная межсменная динамика вариабельности ритма сердца у трети сотрудников свидетельствует о перманентных неблагоприятных процессах нарушения регуляции сердечного ритма.

5. Изменения вариабельности ритма сердца вероятнее всего связаны с влиянием стресса и утомлением вследствие высокой загруженности сотрудников службы СМП, а также с нехваткой медицинских, технических и людских ресурсов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Dekker JM, Crow RS, Folsom AR, et al. Low Heart Rate Variability in a 2-minute Rhythm Strip Predicts Risk of Coronary Heart Disease and Mortality from Several Causes: the ARIC Study. Atherosclerosis Risk in Communities. *Circulation*. 2000;102(11):1239-1244. doi:10.1161/01.cir.102.11.12397.
2. Kwon JW, Lee SB, Sung S, et al. Which Factors Affect the Stress of Intraoperative Orthopedic Surgeons by Using Electroencephalography Signals and Heart Rate Variability?. *Sensors* (Basel). 2021;21(12):4016. Published 2021 Jun 10. doi:10.3390/s21124016.
3. Stapelberg NJ, Hamilton-Craig I, Neumann DL, Shum DH, McConnell H. Mind and Heart: Heart Rate Variability in Major Depressive Disorder and Coronary Heart Disease - a Review and Recommendations. *Aust.N.Z.J.Psychiatry*. 2012;46(10):946-957. doi:10.1177/0004867412444624.
4. Järvelin-Pasanen S, Sinikallio S, Tarvainen MP. Heart Rate Variability and Occupational Stress-Systematic Review. *Ind Health*. 2018;56(6):500-511. doi:10.2486/indhealth.2017-0190.
5. Thielmann B, Pohl R, Böckelmann I. Heart Rate Variability as a Strain Indicator for Psychological Stress for Emergency Physicians During Work and Alert Intervention: a Systematic Review. *J Occup Med Toxicol*. 2021;16(1):24. Published 2021 Jun 29. doi:10.1186/s12995-021-00313-3.
6. Schöninger C, Pyrc J, Siepmann M, Herhaus B, Petrowski K. Continuous HRV Analysis of Hems Emergency Physicians to Specify the Work Load Over the Different Working Days. *Int Arch Occup Environ Health*. 2020;93(4):525-533. doi:10.1007/s00420-019-01507-3.
7. Borchini R, Veronesi G, Bonzini M, Gianfagna F, Dashi O, Ferrario MM. Heart Rate Variability Frequency Domain Alterations among Healthy Nurses Exposed to Prolonged Work Stress. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(1):113. Published 2018 Jan 11. doi:10.3390/ijerph15010113.
8. Jarczok MN, Koenig J, Wittling A, Fischer JE, Thayer JF. First Evaluation of an Index of Low Vagally-Mediated Heart Rate Variability as a Marker of Health Risks in Human Adults: Proof of Concept. *J Clin Med*. 2019;8(11):1940. Published 2019 Nov 11. doi:10.3390/jcm8111940.
9. Болобонкина Т. А., Дементьев А. А., Шатрова Н. В., и др. Факторы биологической природы в работе медицинских работников выездных бригад скорой медицинской помощи накануне пандемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19) // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2020. Т. 28, №3. С. 283-289. Bolobonkina TA, Dementiev AA, Shatrova NV, et al. Factors of Biological Nature in Work of Mobile Teams of Emergency Medical Care Station on the Eve of Pandemics of New Coronavirus Infection (COVID-19). *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2020;28(3):283-289 (In Russ.). DOI:10.23888/PAVLOVJ2020283283-289.
10. Sammito S, Böckelmann I. Analyse der Herzfrequenzvariabilität. *Mathematische Basis und praktische Anwendung [Analysis of heart rate variability. Mathematical Description and Practical Application]*. Herz. 2015;40 Suppl 1:76-84. doi:10.1007/s00059-014-4145-7.
11. Dobbs WC, Fedewa MV, MacDonald HV, et al. The Accuracy of Acquiring Heart Rate Variability from Portable Devices: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2019;49(3):417-435. doi:10.1007/s40279-019-01061-5.
12. Schneider F, Martin J, Hapfelmeier A, Jordan D, Schneider G, Schulz CM. The Validity of Linear and Non-Linear Heart Rate Metrics as Workload Indicators of Emergency Physicians. *PLoS One*. 2017;12(11):e0188635. Published 2017 Nov 30. doi:10.1371/journal.pone.0188635.
13. Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма: история и философия, теория и практика // Клиническая информатика и телемедицина. 2004. № 1. С. 54-64. Baevskiy RM, Chernikova AG. Heart Rate Variability Analysis: Physiological Foundations and Main Methods. *Cardiometry*. 2017;10:66-76 (In Russ.).
14. Voss A, Heitmann A, Schroeder R, Peters A, Perz S. Short-Term Heart Rate Variability--Age Dependence in Healthy Subjects. *Physiol Meas*. 2012;33(8):1289-1311. doi:10.1088/0967-3334/33/8/1289.
15. Umetani K, Singer DH, McCraty R, Atkinson M. Twenty-Four Hour Time Domain Heart Rate Variability and Heart Rate: Relations to Age and Gender over Nine Decades. *J Am Coll Cardiol*. 1998;31(3):593-601. doi:10.1016/s0735-1097(97)00554-8.
16. Болобонкина Т.А., Дементьев А.А., Шатрова Н.В. Тяжесть и напряженность трудового процесса медицинских работников выездных бригад скорой медицинской помощи в условиях модернизации здравоохранения // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2019. Т.7, №. 4. P. 501-508. Bolobonkina TA, Dementiev AA, Shatrova NV. The Severity and Intensity of the Labor Process of Emergency Medical Workers in the Modernization of Health Care. *Science of the Young (Eruditio Juvenium)*. 2019;7(4):501-8 (In Russ.). Doi:10.23888/HMJ201974501-508.

Материал поступил в редакцию 21.12.23; статья принята после рецензирования 25.12.23; статья принята к публикации 13.03.24
 The material was received 21.12.23; the article after peer review procedure 25.12.23; the Editorial Board accepted the article for publication 13.03.24