

УДК 612.017.2.014.4:614.256.5]:614.88

DOI: <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ106170>

# Внутрисменная и междусменная динамика индекса напряжения регуляторных систем у медицинского персонала выездных бригад скорой медицинской помощи в современных условиях

Т. А. Болобонкина✉, А. А. Дементьев, Н. В. Минаева, М. М. Лапкин, П. А. Кулагин

Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Рязань, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Введение.** В условиях распространения новой коронавирусной инфекции SARS-CoV-2 (COVID-19) изменились регламенты работы и условия труда выездных бригад скорой медицинской помощи (СМП), расширился спектр профессиональных вредностей, что привело к неблагоприятным изменениям в функциональном состоянии нервной системы сотрудников.

**Цель.** Изучить влияние профессиональной деятельности на функциональное состояние организма медицинских работников выездных бригад скорой медицинской помощи в условиях пандемии COVID-19.

**Материалы и методы.** Изучались показатели функционального состояния организма медицинских работников выездных бригад СМП до, после работы и между сменами с мая по октябрь 2021 г. Для оценки степени централизации управления сердечным ритмом использовался индекс напряжения регуляторных систем (ИН). В выборку вошли 67 сотрудников выездных бригад (21 мужчина и 46 женщин), 16 врачей и 51 фельдшер. Средний возраст работников, принявших участие в исследовании, составил  $36,28 \pm 2,82$  года.

**Результаты.** К концу смены более чем у половины медицинских работников выездных бригад СМП регистрировался рост ИН на 74,75 единицы ( $p = 0,021$ ). Выявлено влияние возраста ( $\chi^2 = 6,467$ ;  $p = 0,040$ ) и стажа ( $\chi^2 = 6,069$ ;  $p = 0,049$ ) на распределение работников с различной динамикой ИН по итогам рабочей смены. К началу следующей смены у 60,71% работников, включенных в исследование, регистрировался существенный рост ИН в среднем на 74,02 ( $p = 0,001$ ) по сравнению с началом предыдущей смены. Зарегистрировано влияние стажа работы на распределение работников по группам с различной динамикой ИН между соседними сменами ( $\chi^2 = 7,313$ ;  $p = 0,026$ ).

**Выводы.** Динамика роста индекса напряжения регуляторных систем указывает на низкую эффективность восстановления функционального состояния организма работников за период регламентированного отдыха. Наибольшее влияние на рост показателей оказывал стаж работы, что свидетельствует о негативном влиянии условий труда на функциональное состояние организма работников.

**Ключевые слова:** медицинские работники; скорая медицинская помощь; напряжение регуляторных систем; вариабельность ритма сердца

## Для цитирования:

Болобонкина Т.А., Дементьев А.А., Минаева Н.В., Лапкин М.М., Кулагин П.А. Внутрисменная и междусменная динамика индекса напряжения регуляторных систем у медицинского персонала выездных бригад скорой медицинской помощи в современных условиях // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2022. Т. 30, № 4. С. 489–496. DOI: <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ106170>

DOI: <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ106170>

# Intra-shift and Inter-shift Dynamics of Stress Index of Regulatory Systems in Medical Personnel of Mobile Emergency Medical Teams in Modern Conditions

Tat'yana A. Bolobonkina✉, Aleksey A. Dement'yev, Natal'ya V. Minayeva,  
Mikhail M. Lapkin, Pavel A. Kulagin

Ryazan State Medical University, Ryazan, Russian Federation

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** In conditions of spread of the new coronavirus infection SARS-CoV-2 (COVID-19), the work regimen and working conditions of the mobile emergency medical teams have changed, the range of occupational hazards has expanded, which led to unfavorable alterations in the functional state of the nervous system of workers.

**AIM:** To study the influence of the professional activity on the functional state of an organism of medical workers of mobile emergency medical teams in conditions of COVID-19 pandemic.

**MATERIALS AND METHODS:** Parameters of the functional state of an organism of medical workers of mobile emergency medical teams were studied before, after the work and between shifts in the period from May to October 2021. The extent of centralization of the heart rhythm control was evaluated by use of strain index (SI) of regulatory systems. The sample included 67 workers of mobile teams (21 men and 46 women), 16 doctors and 51 paramedics. The average age of workers participating in the study was  $36.28 \pm 2.82$  years.

**RESULTS:** By the end of shift, in more than half the medical workers of mobile EMT, SI grew by 74.75 units ( $p = 0.021$ ). The age ( $\chi^2 = 6.467$ ;  $p = 0.040$ ) and length of service ( $\chi^2 = 6.069$ ;  $p = 0.049$ ) influenced the distribution of workers with different SI dynamics on the basis of the results of the work shift. By the beginning of the next shift, in 60.71% of workers included into the study, a significant increase in SI was recorded on average by 74.02 ( $p = 0.001$ ) compared to the beginning of the previous shift. The influence of length of service on the distribution of workers with different dynamics of SI in the successive shifts into groups was recorded ( $\chi^2 = 7.313$ ;  $p = 0.026$ ).

**CONCLUSIONS:** The dynamics of the growth of the strain index of regulatory systems indicates low effectiveness of recovery of the functional state of an organism of workers in the period of scheduled rest. The greatest influence on the growth of parameters was exerted by length of service, which indicates the negative impact of working conditions on the functional state of an organism of workers.

**Keywords:** *medical workers; emergency medical care; strain of regulatory systems; heart rate variability*

## For citation:

Bolobonkina TA, Dement'yev AA, Minayeva NV, Lapkin MM, Kulagin PA. Intra-shift and Inter-shift Dynamics of Stress Index of Regulatory Systems in Medical Personnel of Mobile Emergency Medical Teams in Modern Conditions. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2022;30(4):489–496. DOI: <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ106170>

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ДИ — доверительный интервал

СМП — скорая медицинская помощь

ИН — индекс напряжения регуляторных систем

ВРС — вариабельность ритма сердца

COVID-19 — COroNaVirus Disease 2019 (коронавирусная инфекция 2019 года)

## ВВЕДЕНИЕ

Медицинские специалисты выездных бригад скорой медицинской помощи (СМП) представляют собой группу работников, подверженных профессиональному риску хронического стресса и утомления, связанных с особенностями осуществляемой ими трудовой деятельности. Работа в бригадах СМП сопряжена с воздействием совокупности стрессовых факторов, таких как непредсказуемость рабочих ситуаций и необходимость принятия решений в условиях дефицита информации и времени, высокий уровень личной ответственности за жизнь и здоровье пациентов, недостаток сна при суточном режиме работы, высокие уровни неопределенности и микробиологические риски. Хронический профессиональный стресс приводит к напряжению функциональных систем организма, повышает вероятность развития сердечно-сосудистых заболеваний ввиду изменения баланса влияний центральной и вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы [1]. В условиях распространения новой коронавирусной инфекции SARS-CoV-2 (син.: коронавирусная инфекция 2019 года; англ. COroNaVirus Disease 2019, COVID-19) изменились регламенты работы и условия труда выездных бригад СМП, расширился спектр профессиональных вредностей [2], что привело к неблагоприятным изменениям в функциональном состоянии нервной системы работников [3]. При этом изменчивость функционального состояния организма индивидуальна, и при действии одного и того же фактора можно наблюдать противоположные реакции на одинаковые нагрузки у разных работников [4, 5].

**Цель** — изучить влияние профессиональной деятельности на функциональное состояние организма медицинских работников выездных бригад скорой медицинской помощи в условиях пандемии COVID-19.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование, проведенное на базе городской клинической станции СМП г. Рязани, одобрено Локальным этическим комитетом Рязанского государственного медицинского университета имени академика И. П. Павлова (Протокол № 2 от 08.10.2019). От участников было

получено письменное информированное согласие. Достоверность объема выборки рассчитывалась по стандартной формуле повторной выборки с использованием приёма коррекции малого объема генеральной совокупности.

**Критериями включения** являлись:

- работа в составе выездных бригад городской клинической станции СМП г. Рязани по графику: рабочие сутки, трое суток отдыха;
- подписание информированного согласия;
- возраст до 65 лет включительно;
- трудовой стаж в качестве медицинского работника выездной бригады СМП более одного года;
- отсутствие медицинских противопоказаний к суточному режиму работы и к работе во вредных условиях труда.

Напряженная эпидемическая обстановка и выраженный кадровый дефицит специалистов СМП, сложившийся в регионе, привели к фактическому отсутствию перерывов между вызовами у бригад всех специализаций и выравниванию их по структуре обслуживаемых вызовов. По данным автоматизированной информационной системы «Скорая помощь», количество выездов одной бригады за смену колебалось от 15 до 26 (в среднем  $19,45 \pm 3,37$ ), суммарное время одного вызова составляло в среднем  $45,46 \pm 15,98$  минуты. Обследованные работники подвергались сходному воздействию профессиональных факторов и характеристик трудового процесса. Выборка формировалась с мая по октябрь 2021 г., в неё вошли 67 медицинских работников (21 мужчина и 46 женщин) из 150 сотрудников выездных бригад, включенных на момент исследования в рабочие графики станции СМП. Среди работников 16 обследованных занимали должности врачей и 51 обследованный занимал должность фельдшера. Средний возраст работников, принявших участие в исследовании составил  $36,28 \pm 2,82$  года. Оценке подлежали показатели функционального состояния организма работников до и после работы ( $n = 45$ ), а также в начале двух последовательно взятых смен ( $n = 28$ ).

В качестве объективного метода мониторинга утомления, связанного с трудовой деятельностью, был использован анализ вариабельности ритма сердца (ВРС) [6]. Кардиоинтервалометрия широко используется в различных исследованиях, в т. ч. в области гигиены труда [7].

Анализ ВРС осуществлялся способом краткосрочной (трёхминутной) фотоплетизмографии в состоянии покоя в положении сидя с установкой датчика пульсоксиметрического блока прибора «НС-Психотест. Про-фэкстрим» (Россия) на четвертом пальце недоминантной руки испытуемого. Измерения проводились в период с 7.00 до 8.00 утра в соответствии с суточным графиком рабочих смен через одинаковые промежутки времени, что соответствует временному интервалу наибольшей информативности для сравнительной оценки ВРС [8]. В качестве оценочного показателя степени централизации управления сердечным ритмом использовался индекс напряжения регуляторных систем (ИН), предложенный Р. М. Баевским [9].

Статистическая обработка проводилась при помощи пакетов программ Excel 2007 (Microsoft, США) с надстройкой «Анализ данных». Проверка нормальности распределения переменных осуществлялась при помощи

критерия Колмогорова-Смирнова. Сравнение относительных величин проводилось по критерию Уилсона (Wilson, 1927) и  $\chi^2$  (распределение Пуассона); средние значения количественных переменных с нормальным распределением представлены в виде  $Md \pm tm$  ( $Md$  — среднее арифметическое значение показателя, выраженное в абсолютных цифрах;  $m$  — ошибка среднего,  $t$  — критерий достоверности при заданном размере выборки). Для сравнения зависимых переменных применялся парный  $t$ -критерий Стьюдента. Статистическая достоверность гипотезы принималась при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Так как ИН является одним из чувствительных показателей централизации сердечного ритма, рассмотрим распределение работников с различной динамикой вышеназванного показателя за рабочую смену (табл. 1).

**Таблица 1.** Структура работников с различной индивидуальной сменной динамикой индекса напряжения регуляторных систем

Группа работников	Рост индекса напряжения регуляторных систем		Снижение индекса напряжения регуляторных систем	
	Р (%), 95% ДИ	Md, t-критерий	Р (%), 95% ДИ	Md, t-критерий
Женщины, n = 34	44,12	85,43	55,88	73,77*
	[28,88; 60,55]	1,72	[39,45; 71,12]	2,97
Мужчины, n = 12	50,00	50,83*	50,00	69,32*
	[25,38; 74,62]	3,25	[25,38; 74,62]	2,52
Всего, n = 46	54,35	74,75*	45,65	72,49***
	[40,18; 67,85]	2,47	[32,15; 59,82]	3,81

Примечания: \* —  $p < 0,05$ ; \*\*\* —  $p < 0,001$ ; ДИ — доверительный интервал; Md — среднее арифметическое значение показателя, выраженное в абсолютных цифрах; Р — доля обследованных с указанной динамикой ИН

К концу смены более чем у половины медицинских работников выездных бригад СМП регистрировался статистически достоверный рост ИН на 74,75 единицы ( $p = 0,021$ ). Физиологическое исследование не выявило статистически значимых различий в распределении работников с различной динамикой ИН за рабочую смену в зависимости от гендерной принадлежности. В то же время при анализе показателей индивидуальной сменной динамики ИН среди мужчин в равных долях установлены статистически значимые показатели роста и снижения ИН. В свою очередь, среди женщин у 55,88% обследуемых отмечалось снижением ИН в среднем на 73,77 ( $p = 0,010$ ), тогда как у остальных его средняя динамика не нашла статистического подтверждения.

Так как возраст влияет на адаптационные резервы организма человека [10], рассмотрим динамику ИН у работников, относящихся к различным возрастным группам (табл. 2).

Из представленных данных следует, что у 75% ( $p < 0,05$ ) работников в возрасте 30–39 лет наблюдался рост ИН в динамике рабочей смены в среднем на 28,73 ( $p = 0,003$ ),

тогда как только у каждого четвертого обследуемого данной возрастной группы регистрировалось его снижение. Сходная тенденция наблюдалась и в более старшей возрастной группе (40 лет и старше), в которой у 61,54% работников регистрировалось увеличение ИН к концу смены. Напротив, у 68,75% испытуемых в возрасте до 30 лет наблюдалось существенное снижение ИН на 93,25 ( $p = 0,016$ ). В целом, можно говорить о статистически достоверном влиянии возраста на распределение работников с различной динамикой ИН по итогам рабочей смены ( $\chi^2 = 6,467$ ;  $p = 0,04$ ).

Рассмотрим влияние стажа работы на динамику ИН испытуемых по итогам рабочей смены (табл. 3).

Результаты исследования свидетельствуют о статистически значимом влиянии стажа работы на распределение испытуемых с различной динамикой ИН ( $\chi^2 = 6,069$ ;  $p = 0,049$ ). При этом прослеживается отчетливая тенденция снижения резистентности сердечно-сосудистой системы испытуемых с увеличением стажа работы, о чем свидетельствует преобладание в стажевых группах 6–10 лет и 11 лет и более процента лиц с увеличением

**Таблица 2.** Структура работников с различной индивидуальной сменной динамикой индекса напряжения регуляторных систем в разных возрастных группах

Группа работников	Рост индекса напряжения регуляторных систем		Снижение индекса напряжения регуляторных систем	
	Р (%), 95% ДИ	Md, t-критерий	Р (%), 95% ДИ	Md, t-критерий
До 30 лет, n = 16	31,25	34,12	68,75	93,25*
	[14,16; 55,60]	1,89	[44,40; 85,84]	2,89
30–39 лет, n = 16	75,00*	28,73**	25,00*	75,05
	[50,50; 89,82]	3,76	[10,18; 49,50]	1,93
40 лет и старше, n = 13	61,54	169,18	38,46	32,75
	[35,52; 82,29]	1,93	[17,71; 64,48]	2,28
$\chi^2 = 6,467$ ; $p = 0,04$ при числе степеней свободы 2				

Примечания: \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$ ; ДИ — доверительный интервал; Md — среднее арифметическое значение показателя, выраженное в абсолютных цифрах; Р — доля обследованных с указанной динамикой ИН

**Таблица 3.** Структура работников с различной индивидуальной сменной динамикой индекса напряжения регуляторных систем в зависимости от стажа работы

Группа работников	Рост индекса напряжения регуляторных систем		Снижение индекса напряжения регуляторных систем	
	Р (%), 95% ДИ	Md, t-критерий	Р (%), 95% ДИ	Md, t-критерий
0–5 лет, n = 14	28,57	19,35*	71,43	110,78*
	[11,72; 54,64]	4,62	[45,35; 88,28]	3,07
6–10 лет, n = 12	75,00	54,36*	25,00	42,20
	[46,77; 91,11]	3,24	[8,89; 53,22]	2,98
11 лет и более, n = 20	60,00	108,52	40,00	36,01*
	[38,66; 78,12]	1,76	[21,88; 61,34]	3,33
$\chi^2 = 6,069$ ; $p = 0,049$ при числе степеней свободы 2				

Примечания: \* —  $p < 0,05$ ; ДИ — доверительный интервал; Md — среднее арифметическое значение показателя, выраженное в абсолютных цифрах; Р — доля обследованных с указанной динамикой ИН

ИН по итогам рабочей смены, соответственно 75,00% в среднем на 54,36 ( $p = 0,012$ ) и 60,00% в среднем на 108,52 ( $p > 0,05$ ). Напротив, у 71,43% испытуемых со стажем до 5 лет включительно к концу рабочей смены регистрировалось снижение ИН в среднем на 110,78 ( $p = 0,013$ ), что может свидетельствовать о более высокой резистентности к нагрузке.

Анализ индивидуальных изменений ИН у персонала выездных бригад СМП в начале двух последовательно взятых смен позволит оценить эффективность периода отдыха и полноту восстановления функционального состояния (табл. 4).

Исследование показало, что к началу следующей смены у 60,71% медицинских работников выездных бригад СМП, включенных в исследование, регистрировался существенный рост ИН в среднем на 74,02 при  $p = 0,001$  по сравнению с началом предыдущей смены. Вышеописанная тенденция сохранилась и в отдельных гендерных группах. Так, у 57,89% женщин и 66,67% мужчин регистрировался рост индивидуальных

значений ИН в среднем на 95,05 ( $p = 0,011$ ) и 35,47 единиц ( $p = 0,002$ ) соответственно.

Статистически достоверных гендерных различий в процентном составе медицинских работников выездных бригад СМП с разнонаправленными изменениями ИН в динамике двух последовательных рабочих смен выявлено не было. Тем не менее в возрастных группах 30–39 лет, 40 лет и старше регистрировалось увеличение ИН соответственно у 58,33% и 62,50% испытуемых, в среднем на 47,36 ( $p = 0,025$ ) и 97,04 единицы ( $p = 0,029$ ).

Физиологическое исследование показало статистически значимое влияние стажа работы на распределение работников по группам с различной динамикой ИН ( $\chi^2 = 7,313$ ;  $p = 0,026$ ). Так, в группе медицинского персонала со стажем работы 6–10 лет у 88,89% испытуемых регистрировалось достоверное среднее увеличение ИН к началу следующей смены на 58,01 ( $p = 0,017$ ). Сходная тенденция наблюдалась среди работников со стажем 11 лет и более, у 63,64% которых отмечено увеличение ИН в среднем на 70,04 единицы ( $p > 0,05$ ). Напротив, у 75,00%



**Таблица 4.** Структура работников с различной индивидуальной динамикой индекса напряжения регуляторных систем в начале соседних смен

Группа работников	Рост индекса напряжения регуляторных систем		Снижение индекса напряжения регуляторных систем	
	Р (%), 95% ДИ	Md, t-критерий	Р (%), 95% ДИ	Md, t-критерий
Женщины, n = 19	57,89	95,05**	42,11	60,59
	[36,28; 76,86]	3,63	[23,14; 63,72]	1,74
Мужчины, n = 9	66,67	35,47*	33,33	102,86
	[35,42; 87,94]	2,07	[12,06; 64,58]	1,49
Всего, n = 28	60,71	74,02***	39,29	90,83*
	[42,41; 76,73]	3,92	[23,57; 57,59]	2,43

Примечания: \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$ ; \*\*\* —  $p < 0,001$ ; ДИ — доверительный интервал; Md — среднее арифметическое значение показателя, выраженное в абсолютных цифрах; Р — доля обследованных с указанной динамикой ИН

испытуемых со стажем до 5 лет включительно к началу следующей рабочей смены регистрировалось снижение ИН.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Баланс влияния симпатической и парасимпатической составляющих вегетативной нервной системы и центральных механизмов регуляции на работу сердца проявляется вариабельностью сердечного ритма. Установлено, что в ходе различных этапов профессиональной деятельности медицинских работников экстренных служб происходит регресс показателей парасимпатически опосредованных параметров ВРС с одновременным ростом индексов, отражающих симпатические влияния и централизацию регуляции ритма сердца [11].

Низкий уровень ВРС связан со снижением функционального состояния организма, вызванным хроническим стрессом и утомлением [4], а также может являться маркером кардиоваскулярной патологии [5, 12]. Установлено, что наибольшие отрицательные сдвиги показателей у медицинских работников экстренных служб характерны для периодов непосредственного исполнения служебных обязанностей по оказанию медицинской помощи пострадавшим. При этом в проведенных исследованиях отмечается достаточная способность показателей вегетативной нервной системы работников к восстановлению за период продолжительного регламентированного отдыха [13]. Между тем при постоянных стрессовых условиях труда восстановление показателей ВРС в нерабочие периоды замедляется или даже отсутствует [14]. В настоящем исследовании прослеживалась отчетливая тенденция к некоторому преобладанию лиц с ростом ИН по итогам рабочей смены, что свидетельствует о централизации сердечного ритма и может служить признаком напряжения функциональных систем организма работников. Некоторое преобладание доли женщин с достоверным снижением ИН к концу рабочей смены подтверждается данными научных исследований,

свидетельствующих о более слабой сердечно-сосудистой реакции женского организма на действие стрессовых факторов в сравнении с мужчинами [15].

В процессе старения снижается способность организма к адаптации, что нашло подтверждение в исследованиях зависимости показателей ВРС от возраста [10]. Полученные нами данные также свидетельствуют о снижении резистентности к нагрузке с увеличением возраста работников, что проявляется в увеличении доли лиц с признаками централизации сердечного ритма в старших возрастных группах в конце рабочей смены.

Анализ индивидуальных изменений ИН у персонала выездных бригад СМП в начале двух последовательно взятых смен выявил тенденцию к преобладанию доли работников с увеличением ИН к началу следующей смены. Такие показатели могут свидетельствовать как о непродуктивном отдыхе, так и о стрессогенном влиянии работы как фактора опасности для индивидуального здоровья в условиях пандемии. Проведенное физиологическое исследование выявило отсутствие полного восстановления функциональных систем за период регламентированного отдыха у большей части работников со стажем работы, превышающим пятилетний период. Напротив, среди работников со стажем до пяти лет в большинстве случаев процессы восстановления были эффективны. Выявлена отчетливая тенденция снижения эффективности отдыха среди испытуемых с увеличением стажа работы.

## ВЫВОДЫ

1. Трудовая деятельность медицинского персонала выездных бригад скорой медицинской помощи сопряжена с высоким уровнем напряжения функциональных систем организма, что проявляется ростом индекса напряжения регуляторных систем у большинства обследованных на конец рабочей смены.

2. Динамика роста индекса напряжения регуляторных систем при сравнении показателей в начале

соседних смен в большинстве случаев указывает на низкую эффективность восстановления функционального состояния организма работников за период регламентированного отдыха.

3. Наибольшее влияние на рост напряжения регуляторных систем оказывал стаж работы медицинских специалистов в службе скорой медицинской помощи, что свидетельствует о негативном влиянии условий труда медицинского персонала выездных бригад скорой медицинской помощи на функциональное состояние организма.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Финансирование.** Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 20-313-90005.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Вклад авторов:** Болобонкина Т. А. — сбор, перевод и анализ материала, написание текста; Дементьев А. А. — концепция и дизайн исследования,

редактирование; Минаева Н. В. — редактирование, концепция литературного обзора; Лапкин М. М. — дизайн исследования, коррекция методов исследования; Кулагин П. А. — дизайн исследования, коррекция методов исследования. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

**Funding.** The research was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research in the framework of scientific project No. 20-313-90005.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflicts of interests.

**Contribution of the authors:** T. A. Bolobonkina — collection, translation and analysis of material, writing the text; A. A. Dement'yev — research concept and design, editing; N. V. Minayeva — editing, concept of the review; M. M. Lapkin — research design, correction of research methods; P. A. Kulagin — research design, correction of research methods. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Dekker J.M., Crow R.S., Folsom A.R., 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. Vol. 102, № 11. P. 1239–1244. doi: [10.1161/01.cir.102.11.12397](https://doi.org/10.1161/01.cir.102.11.12397)
2. Болобонкина Т.А., Дементьев А.А., Шатрова Н.В., и др. Факторы биологической природы в работе медицинских работников выездных бригад станции 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. doi: [10.23888/PAVLOVJ2020283283-289](https://doi.org/10.23888/PAVLOVJ2020283283-289)
3. Болобонкина Т.А., Дементьев А.А., Шатрова Н.В., и др. Влияние работы в условиях пандемии коронавирусной инфекции на функциональное состояние центральной нервной системы медицинских работников станции скорой медицинской помощи // Вестник новых медицинских технологий. Электронное периодическое издание. 2020. № 6. С. 81–86. Доступно по: <http://www.medsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-6/2-1.pdf>. Ссылка активна на 07 апреля 2022. doi: [10.24411/2075-4094-2020-16744](https://doi.org/10.24411/2075-4094-2020-16744)
4. Kwon J.-W., Lee S.-B., Sung S., et al. Which Factors Affect the Stress of Intraoperative Orthopedic Surgeons by Using Electroencephalography Signals and Heart Rate Variability? // *Sensors*. 2021. Vol. 21, № 12. P. 4016. doi: [10.3390/s21124016](https://doi.org/10.3390/s21124016)
5. Stapelberg N.J., Hamilton-Craig I., Neumann D.L., et al. Mind and heart: heart rate variability in major depressive disorder and coronary heart disease — a review and recommendations // *The Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*. 2012. Vol. 46, № 10. P. 946–957. doi: [10.1177/0004867412444624](https://doi.org/10.1177/0004867412444624)
6. Sammito S., Böckelmann I. Analyse der Herzfrequenzvariabilität // *Herz*. 2015. Vol. 40, Suppl. 1. P. 76–84. doi: [10.1007/s00059-014-4145-7](https://doi.org/10.1007/s00059-014-4145-7)
7. Järvelin-Pasanen S., Sinikallio S., Tarvainen M.P. Heart rate variability and occupational stress-systematic review // *Industrial Health*. 2018. Vol. 56, № 6. P. 500–511. doi: [10.2486/indhealth.2017-0190](https://doi.org/10.2486/indhealth.2017-0190)
8. Назаренко М.А., Губин Д.Г., Дуров А.М., и др. Дневная динамика показателей вариабельности сердечного ритма у женщин, работающих в дневную и ночную смены // Тюменский медицинский журнал. 2018. Т. 20, № 3. С. 16–22.
9. Baevsky R.M., Chernikova A.G. Heart Rate Variability Analysis: Physiological Foundations and Main Methods // *Cardiometry*. 2017. № 10. P. 66–76. doi: [10.12710/cardiometry.2017.10.6676](https://doi.org/10.12710/cardiometry.2017.10.6676)
10. Voss A., Heitmann A., Schroeder R., et al. Short-term heart rate variability — age dependence in healthy subjects // *Physiological Measurement*. 2012. Vol. 33, № 8. P. 1289–1311. doi: [10.1088/0967-3334/33/8/1289](https://doi.org/10.1088/0967-3334/33/8/1289)
11. 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 // *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2021. Vol. 16, № 1. P. 24. doi: [10.1186/s12995-021-00313-3](https://doi.org/10.1186/s12995-021-00313-3)
12. Jarczok M.N., Koenig J., Wittling A., et al. First Evaluation of an Index of Low Vagally-Mediated Heart Rate Variability as a Marker of Health Risks in Human Adults: Proof of Concept // *Journal of Clinical Medicine*. 2019. Vol. 8, № 11. P. 1940. doi: [10.3390/jcm8111940](https://doi.org/10.3390/jcm8111940)
13. Schöninger C., Pyrc J., Siepmann M., et al. Continuous HRV analysis of HEMS emergency physicians to specify the work load over the different working days // *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 2020. Vol. 93, № 4. P. 525–533. doi: [10.1007/s00420-019-01507-3](https://doi.org/10.1007/s00420-019-01507-3)
14. Borchini R., Veronesi G., Bonzini M., et al. Heart Rate Variability Frequency Domain Alterations among Healthy Nurses Exposed to Prolonged Work Stress // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2018. Vol. 15, № 1. P. 113. doi: [10.3390/ijerph15010113](https://doi.org/10.3390/ijerph15010113)
15. Cauwenberghs N., Cornelissen V., Christle J.W., et al. Impact of age, sex and heart rate variability on the acute cardiovascular response to isometric handgrip exercise // *Journal of Human Hypertension*. 2021. Vol. 35, № 1. P. 55–64. doi: [10.1038/s41371-020-0311-y](https://doi.org/10.1038/s41371-020-0311-y)

## 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):1239–44. doi: [10.1161/01.cir.102.11.1239](https://doi.org/10.1161/01.cir.102.11.1239)
2. 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):283–9. (In Russ). doi: [10.23888/PAVLOVJ2020283283-289](https://doi.org/10.23888/PAVLOVJ2020283283-289)
3. Bolobonkina TA, Dementiev AA, Shatrova NV, et al. Influence of work under the conditions of the COVID-19 pandemic on the functional state of the central nervous system of medical workers of the emergency station. *Journal of New Medical Technologies*, e-Edition. 2020;(6):81–6. Available at: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-6/2-1.pdf>. (In Russ). doi: [10.24411/2075-4094-2020-16744](https://doi.org/10.24411/2075-4094-2020-16744)
4. Kwon J-W, Lee S-B, Sung S, et al. Which Factors Affect the Stress of Intraoperative Orthopedic Surgeons by Using Electroencephalography Signals and Heart Rate Variability? *Sensors*. 2021;21(12):4016. doi: [10.3390/s21124016](https://doi.org/10.3390/s21124016)
5. Stapelberg NJ, Hamilton-Craig I, et al. Mind and heart: heart rate variability in major depressive disorder and coronary heart disease — a review and recommendations. *The Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*. 2012;46(10):946–57. doi: [10.1177/0004867412444624](https://doi.org/10.1177/0004867412444624)
6. Sammito S, Böckelmann I. Analyse der Herzfrequenzvariabilität. *Herz*. 2015;40(Suppl 1):76–84. doi: [10.1007/s00059-014-4145-7](https://doi.org/10.1007/s00059-014-4145-7)
7. Järvelin-Pasanen S, Sinikallio S, Tarvainen MP. Heart rate variability and occupational stress-systematic review. *Industrial Health*. 2018;56(6):500–11. doi: [10.2486/indhealth.2017-0190](https://doi.org/10.2486/indhealth.2017-0190)
8. Nazarenko MA, Gubin DG, Durov AM, et al. The daily dynamics of heart rate variability in women engaged in regular work schedules versus shift-workers. *Tyumen Medical Journal*. 2018;20(3):16–22. (In Russ).
9. Baevsky RM, Chernikova AG. Heart Rate Variability Analysis: Physiological Foundations and Main Methods. *Cardiometry*. 2017;(10):66–76. doi: [10.12710/cardiometry.2017.10.6676](https://doi.org/10.12710/cardiometry.2017.10.6676)
10. Voss A, Heitmann A, Schroeder R, et al. Short-term heart rate variability — age dependence in healthy subjects. *Physiological Measurement*. 2012;33(8):1289–311. doi: [10.1088/0967-3334/33/8/1289](https://doi.org/10.1088/0967-3334/33/8/1289)
11. 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. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2021;16(1):24. doi: [10.1186/s12995-021-00313-3](https://doi.org/10.1186/s12995-021-00313-3)
12. Jarczok MN, Koenig J, Wittling A, et al. First Evaluation of an Index of Low Vagally-Mediated Heart Rate Variability as a Marker of Health Risks in Human Adults: Proof of Concept. *Journal of Clinical Medicine*. 2019;8(11):1940. doi: [10.3390/jcm8111940](https://doi.org/10.3390/jcm8111940)
13. Schöninger C, Pyrc J, Siepmann M, et al. Continuous HRV analysis of HEMS emergency physicians to specify the work load over the different working days. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 2020;93(4):525–33. doi: [10.1007/s00420-019-01507-3](https://doi.org/10.1007/s00420-019-01507-3)
14. Borchini R, Veronesi G, Bonzini M, et al. Heart Rate Variability Frequency Domain Alterations among Healthy Nurses Exposed to Prolonged Work Stress. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2018;15(1):113. doi: [10.3390/ijerph15010113](https://doi.org/10.3390/ijerph15010113)
15. Cauwenberghs N, Cornelissen V, Christle JW, et al. Impact of age, sex and heart rate variability on the acute cardiovascular response to isometric handgrip exercise. *Journal of Human Hypertension*. 2021;35(1):55–64. doi: [10.1038/s41371-020-0311-y](https://doi.org/10.1038/s41371-020-0311-y)

## ОБ АВТОРАХ

**\*Болобонкина Татьяна Александровна;**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1796-6023>;

eLibrary SPIN: 2251-0350; e-mail: [bolobonkina@bk.ru](mailto:bolobonkina@bk.ru)

**Дементьев Алексей Александрович**, д.м.н., доцент;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3038-5530>;

eLibrary SPIN: 3797-9108; e-mail: [dementiev\\_a@mail.ru](mailto:dementiev_a@mail.ru)

**Минаева Наталья Владимировна**, к.м.н., доцент;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0599-924X>;

eLibrary SPIN: 2965-2704; e-mail: [shatnat@gmail.com](mailto:shatnat@gmail.com)

**Лапкин Михаил Михайлович**, д.м.н., профессор;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1826-8307>;

eLibrary SPIN: 5744-5369; e-mail: [lapkin\\_rm@mail.ru](mailto:lapkin_rm@mail.ru)

**Кулагин Павел Андреевич;**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5284-0875>;

eLibrary SPIN: 3623-3309; e-mail: [zu.pavel@gmail.com](mailto:zu.pavel@gmail.com)

## AUTHOR'S INFO

**\*Tat'yana A. Bolobonkina;**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1796-6023>;

eLibrary SPIN: 2251-0350; e-mail: [bolobonkina@bk.ru](mailto:bolobonkina@bk.ru)

**Aleksey A. Dement'yev**, MD, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3038-5530>;

eLibrary SPIN: 3797-9108; e-mail: [dementiev\\_a@mail.ru](mailto:dementiev_a@mail.ru)

**Natal'ya V. Minayeva**, MD, Cand. Sci. (Med.);

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0599-924X>;

eLibrary SPIN: 2965-2704; e-mail: [shatnat@gmail.com](mailto:shatnat@gmail.com)

**Mikhail M. Lapkin**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1826-8307>;

eLibrary SPIN: 5744-5369; e-mail: [lapkin\\_rm@mail.ru](mailto:lapkin_rm@mail.ru)

**Pavel A. Kulagin;**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5284-0875>;

eLibrary SPIN: 3623-3309; e-mail: [zu.pavel@gmail.com](mailto:zu.pavel@gmail.com)

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author