

*Кураш И. А., Семенов И. П., Рыбина Т. М.\**

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У РАБОТНИКОВ,  
ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ ВОЗДЕЙСТВИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ  
ВИБРАЦИИ**

*Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск,*

*\* Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь, г. Минск*

Вопросы защиты человека-оператора от неблагоприятных вибрационных воздействий становятся весьма актуальными в связи с расширенным внедрением вибрационных технологий в промышленность и с ростом энергонапряженности современного оборудования, приводящим к увеличению количества источников вибрации в производственной среде [1]. Длительное действие вибрации на организм работника вызывает заболевания многих систем организма, в том числе и системы кровообращения [2]. Причиной патологических измене-

ний, возникающих при действии вибрационного фактора (ВФ) в организме работника, можно назвать нарушение нейрогуморальных механизмов регуляции кровообращения. Одним из таких механизмов является повышение активности симпатoadренальной системы. В этой связи для изучения роли нарушений функции вегетативной нервной системы, участвующей в регуляторных механизмах кровообращения, перспективным направлением представляется оценка variability сердечного ритма (ВСР)[3].

Цель исследования – изучить показатели ВСР у работников, находящихся в профессиональном контакте с ВФ.

Группа клинического наблюдения (ГКН) была сформирована из работников, контактирующих с ВФ; ее численность составила 48 человек в возрасте 48,5 [34,5; 54,0] лет, со стажем работы 24 [10; 32,5] года. В группу сравнения (ГС) вошли 72 мужчины, не имеющие производственного контакта с ВФ, в возрасте 47,5 [34,0; 57,0] лет, со стажем работы 23,5 [10,5; 34] года. Статистически значимых различий по возрастной ( $p=0,47$ ) и стажевой ( $p=0,40$ ) структуре между группами не выявлено. Для более углубленного анализа исследуемые группы были разбиты на стажевые подгруппы, которые не имели статистически значимых отличий по численности работников, составляющих данные подгруппы (табл. 1).

Таблица 1

Численная характеристика выделенных стажевых подгрупп

Профессиональный стаж	Численность стажевой подгруппы (%)		p
	ГКН (N=48)	ГС (N=72)	
до 10 лет	25,0	25,1	1
11-20 лет	18,7	19,4	0,9
21-30 лет	27,1	20,8	0,3
более 30 лет	29,2	34,7	0,4

Изучение ВСР осуществлялась с помощью цифрового анализатора кардиоритмов «Омега М» (ООО «Научно-исследовательская лаборатория «Динамика», г. Санкт-Петербург). В данном исследовании выполнялась 3-5-минутная запись ЭКГ (300 кардиокомплексов) в положение сидя. Оценка исследования проводилась по параметрам временного и спектрального анализа ВСР. Параметрами временного анализа явились: SDNN – стандартное отклонение величин нормальных интервалов RR; RMSSD – квадратный корень из среднего квадратов разностей величин последовательных пар интервалов RR; NN50, % – процент последовательных интервалов RR, различие между которыми превышает 50 мс. Спектральный анализ показателей ВСР выполняли по следующим показателям:

HF-мощность высокочастотных колебаний; LF-мощность низкочастотных колебаний;

TP-полный спектр частот, характеризующий variability ритма сердца; LF/HF-индекс вагосимпатического воздействия на сердечный ритм. Кроме того, учитывали индекс напряжения (ИН, «стресс-индекс»), отражающий степень централизации управления ритмом сердца и характеризующий, в основном, активность симпатического отдела вегетативной нервной системы. Все

данные вносились в специально созданную базу данных программы Microsoft Office Excel 2008 и обрабатывались в программе Statistica 6.0. Уровень доверительной вероятности  $p < 0,05$  расценивался как статистически значимый.

Статистически значимых различий между группами по показателям SDNN ( $p=0,95$ ), RMSSD ( $p=0,46$ ), pNN50 ( $p=0,54$ ) и ИН ( $p=0,6$ ) выявлено не было (табл. 2).

Таблица 2

**Показатели временного анализа ВСР (Me [25 перцентиль; 75 перцентиль])**

Показатель временного анализа	ГКН	ГС
SDNN, мс	33,5 [28,75; 47,65]	37,0 [25,9; 48,85]
RMSSD, мс	18,7 [11,2; 26,75]	19,85 [11,6; 32,0]
NN50, %	2,0 [0; 6]	2,0 [0; 11,5]
ИН, у.е.	153,35 [101,8; 278,0]	145,35 [73,6; 302,4]

Однако при более углубленном анализе с выделением стажевых групп были получены следующие результаты: у работников ГКН с общим стажем работы более 30 лет показатель SDNN был выше ( $p=0,04$ ), а показатель ИН ниже ( $p=0,03$ ) чем у такой же стажевой группы ГС (табл. 3). Полученные показатели SDNN кардиоинтервалов RR в обеих группах были ниже, чем референтные значения (SDNN=40-80 мс), что свидетельствует об усилении влияния симпатической регуляции.

Таблица 3

**Показатели временного анализа ВСР работающих в зависимости от стажа работы (Me [25 перцентиль; 75 перцентиль];  $M \pm m$ )**

Профессиональный стаж	SDNN, мс		RMSSD, мс		pNN50, %		ИН, у.е	
	ГКН	ГС	ГКН	ГС	ГКН	ГС	ГКН	ГС
до 10 лет	46,3±4,19	54,8±4,3	34,3±4,9	38,4±4,0	16,1±4,7	18,9±3,7	92,2 [66,1; 192,1]	71,3 [56,4; 91,1]
11-20 лет	39,0 [26,2; 59,9]	45,2 [39,0; 57,7]	19,9±3,6	32,0±4,7	4,0 [0; 6,0]	7,5 [2,0; 24,0]	145,9 [69,5; 357,0]	94,9 [67,8; 131,1]
21-30 лет	29,9±3,15	27,4±5,16	13,6±1,9	16,1±3,6	0 [0; 2,0]	1,0 [0; 3,0]	190,4 [155,7; 434,0]	255,5 [146,9; 473,6]
более 30 лет	33,15* [28,9; 39,9]	28,1 [25,2; 32,5]	18,3 [10,7; 20,4]	14,0 [10,4; 15,9]	1,0 [0; 2,0]	0 [0; 1,0]	152,4* [129,2; 206,9]	226,4 [149,3; 376,5]

\* показатели имеют статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ).

Индекс напряженности (ИН) регуляторных систем отражает степень централизации управления сердечным ритмом. В норме величина ИН колеблется от 10 до 100 у.е., при этом сердечный ритм регулируется преимущественно собственным водителем ритма и местными влияниями, вызванными воздействием нейромедиаторов симпатических и парасимпатических ганглиев, а также содержанием в крови гормонов. Повышение ИН говорит о подключении к регулированию сердечного ритма ствола и коры головного мозга, такая ситуация

характерна для преморбидных состояний, а также может наблюдаться при стрессовых ситуациях. Известно, что вариабельность ИН зависит от тонуса симпатической нервной системы: значение ИН большее верхней границы референтного диапазона указывает на преобладание симпатического компонента регуляции сердечного ритма[4].

Второй метод оценки ВСР, примененный в исследовании, – частотный (анализ волновой структуры сердечного ритма). Использована разновидность частотного метода – спектральный анализ, который позволяет обнаружить периодические составляющие в колебаниях сердечного ритма и оценить их вклад в динамику ритма в количественном выражении. Был проведен сравнительный анализ спектральных характеристик ритмограмм (табл. 4).

Таблица 4

**Спектральные характеристики ритмограмм (Me [25 перцентиль; 75 перцентиль])**

Показатели спектрального анализа	ГКН	ГС
LF, мс <sup>2</sup>	392 [208,5; 920]	421 [184,5; 912,5]
HF, мс <sup>2</sup>	86,5 [33,5; 246,5]	100 [40; 258,5]
LF/HF	5,45 [2,3; 9,2]	3,97 [2,18; 7,75]
TP, мс <sup>2</sup>	1060,5 [709,5; 2053,5]	1261 [585,5; 2215]

Статистически значимых различий по показателям спектральных характеристик ритмограмм в ГКН и ГС выявлено не было (LF, p=0,83; HF, p=0,55; HF/LF, p=0,26; TP, p=0,9).

При анализе с учетом стажа работы получены следующие данные: показатель LF в ГКН со стажем работы 11-20 лет достоверно ниже (p=0,04), чем в группе с этим же стажем ГС. Индекс вагосимпатического воздействия (LF/HF) на сердечный ритм в ГКН со стажем 21-30 лет достоверно выше (p=0,03), чем в группе с этим же стажем ГС (табл. 5).

Таблица 5

**Показатели спектрального анализа ВСР в зависимости от стажа работы (Me [25 перцентиль; 75 перцентиль]; M±m)**

Профессиональный стаж	LF, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF/HF		TP, мс <sup>2</sup>	
	ГКН	ГС	ГКН	ГС	ГКН	ГС	ГКН	ГС
до 10 лет	920,0 [651,5; 1121,0]	1148,0 [643,0; 1288,0]	350,5 [134,0; 636,5]	264,0 [185,0; 801,0]	3,16 [1,94; 5,16]	3,37 [0,96; 5,76]	2125,0 [1189,0; 3098,0]	2389,0 [1867,0; 3845,0]
11-20 лет	344,0* [244,0; 555,0]	834,5 [655,0; 1145,0]	149,0 [47,0; 275,0]	231,0 [114,0; 795,0]	3,87 [2,31; 8,11]	3,78 [2,71; 6,43]	1457,0 [520,0; 3053,0]	1868,0 [1548,0; 3084,0]
21-30 лет	239,0 [123,0; 429,0]	174,0 [82,0; 344,0]	47,0 [13,0; 71,0]	53,0 [19,0; 203,0]	8,92±1,4*	4,23±1,2	947,0 [402,0; 1082,0]	484,0 [313,0; 1041,0]
более 30 лет	494,7±112,6	323,0±4 5,2	78,5 [29,0; 143,0]	45,0 [25,0; 82,0]	6,92 [2,24; 9,14]	5,21 [2,85; 9,71]	946,0 [735,0; 1528,0]	754,0 [545,0; 960,0]

\* показатели имеют статистически значимые различия (p<0,05).

Согласно нормативам Американской Кардиологической ассоциации (American Heart Association), опубликованным в 1996 году, соотношение LF/HF во время бодрствования в спокойном состоянии должно быть в пределах 1,5-2,0, повышение же этого показателя свидетельствует о нарушении симпатическо-парасимпатических влияний и нарастании напряжения симпатического отдела вегетативной нервной системы. Показатель LF работников ГКН со стажем 11-20 лет был ниже референтных значений ( $1170 \pm 416$  мс<sup>2</sup>) и ниже значений этого показателя в такой же стажевой ГС, что указывает на нахождение симпатического отдела вегетативной нервной системы в состоянии торможения, в частности системы регуляции сосудистого тонуса [5].

Таким образом, у высокостажированных работников, в условиях воздействия ВФ более 20 лет, наблюдается нарушение регулирования симпатопарасимпатических влияний вегетативной нервной системы на координацию сердечного ритма (нарастание симпатического влияния), что проявляется в увеличение возбудимости и сократимости структур сердца.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Гончаревич, И. Ф.* Защита от вибрационных воздействий человека-оператора и повышение эффективности технологического оборудования методами вибрационной техники защита от вибрационных воздействий человека-оператора и повышение эффективности технологического оборудования методами вибрационной техники / И. Ф. Гончаревич, Э. Г. Гудушаури // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2012. № 3. С. 69–81.

2. *Михайлик, В. Д.* Физические основы вибрации, контроль вибрации на судах / В. Д. Михайлик, С. Н. Тригуб, В. А. Маслов // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2014. № 4 (215). С. 159–162.

3. *Губарева, И. В.* Вариабельность сердечного ритма у больных с диастолической дисфункцией левого желудочка // И. В. Губарева, Н. Н. Крюков // Сиб. мед. журн. (г. Томск). 2012. Т. 27. № 3. С. 53–56.

4. *Документация* пользователя «Система комплексного компьютерного исследования функционального состояния человека «Омега-М»». Санкт-Петербург, 2007.

5. *Коваленко, В. Н.* Вариабельность ритма сердца как показатель функции вегетативной нервной системы у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями / В. Н. Коваленко, Е. Г. Несукай, Е. В. Дмитриченко // Український кардіологічний журнал. 2006. № 3. С. 68–71.