

8. Lomov B.F. On structure of signal identification process. Materials of XVIII international congress on psychology: Detection and identification of signal. — Moscow: O-vo psihologiv, 1966. — P. 135–142 (in Russian).

9. Obzornov A.A. Psychic regulation of operator activities (in special conditions of working environment). — Moscow: IP RAN, 2003. — 182 p. (in Russian).

10. Shadrikov V.D. Occupational abilities. — Moscow: Universitetskaya kniga, 2010. — 319 p. (in Russian).

11. Rubinshtein S.L. Basics of general psychology. — St-Petersburg: Piter, 2000. — 720 p. (in Russian).

12. Holodnaya M.A. Psychology of intellect: Paradoxes of study. 2nd edition, revised and added. — St-Petersburg: Piter, 2002. — 272 p. (in Russian).

13. John H. Flavell. Cognitive development. — Prentice-Hall, 1977–286 p.

Поступила 24.05.1017

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Колягин Владимир Яковлевич (Kolyagin V.Ya.),
науч. сотр. Отраслевого НПЦ психофизиологии труда
НУЗ НКЦ ОАО «РЖД», А-р мед. наук. E-mail: nkcrzd@gmail.com.

Сериков Василий Васильевич (Serikov V.V.),
нач. Отраслевого НПЦ психофизиологии труда НУЗ НКЦ
ОАО «РЖД». E-mail: vasilii_serikov@mail.ru.

УДК 616.12–008.318.8

Алпаев Д.В.

ОСОБЕННОСТИ ЦИРКАДНОЙ И СЕЗОННОЙ РИТМИКИ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ ПРИ РАБОТЕ СО СМЕННЫМ ГРАФИКОМ

НУЗ «Научный клинический центр ОАО «РЖД», Часовая ул., 20, Москва, Россия, 125315

На основе анализа данных предсменных измерений изучено влияние периодов суток и сезонов календарного года на характер суточного (циркадного) ритма частоты сердечных сокращений у лиц, работающих со сменным графиком (с ночными сменами).

Установлено, что на протяжении всего календарного года при сохранении типичной для нормального суточного ритма жизни (со сном в ночные часы) чередования фазовых изменений частоты сердечного ритма, соответствующих периодам сна и бодрствования (суточный профиль), регистрируется низкий циркадный индекс частоты сердечных сокращений. Установлено, что наиболее высокая частота сердечных сокращений характерна для весны и осени, наиболее низкая — для зимних месяцев, при этом частота сердечного ритма регистрируется в пределах нормальных значений.

Ключевые слова: *суточная (циркадная) ритмика частоты сердечных сокращений; сезонная ритмика частоты сердечных сокращений*

Alpaev D.V. **Features of diurnal and seasonal rhythms of heart rate changes in shift workers**

Research Clinical Center of JSC Russian Railways, 20, str. Chasovaya, Moscow, Russia, 125315

Based on analysis of preliminary measurements data, the authors studied influence of daily periods and year seasons on diurnal rhythm of heart rate in individuals working on shift schedule (with night shifts).

Findings are that during all year, with preserved lifestyle typical for normal diurnal rhythm (with night sleep) and alternating phase changes of heart rate corresponding to sleep and wakefulness (diurnal profile), low diurnal index of heart rate was registered. The highest heart rate appeared to be in spring and autumn, the lowest one — for winter months, with that heart rate was within normal limits.

Key words: *diurnal rhythm of heart rate; seasonal rhythm of heart rate*

Наряду с определенной суточной ритмикой артериального давления, циркадная ритмика (ритмика суточных изменений) характерна и для частоты сердечного ритма. Стандартной диагностической методикой контроля частоты сердечных сокращений (ЧСС) является суточная регистрация электрокардиограммы при

холтеровском мониторинговании (ХМ). Кроме того, ЧСС — один из двух (наряду с уровнем артериального давления) гемодинамических параметров, обязательно определяемых при прохождении предрейсовых медицинских осмотров (ПРМО) на предприятиях железнодорожной отрасли.

При ХМ суточную ритмику ЧСС¹ характеризует циркадный индекс (ЦИ) — соотношение средней ЧСС за день (за дневные часы суток) к аналогичному показателю за ночной период, т. е. соотношение двух режимов физической и физиологической активности. У здоровых индивидуумов при обычном суточном ритме жизни со сном ночью средненочные показатели ЧСС преобладают над средненочными в соотношении 1,24–1,44 : 1, показатель выражается в условных единицах — усл. ед. [2,8]. В дневной период регистрируются суточные максимумы — акрофаза, в ночное время — минимумы (минифаза). Показатель ЦИ ниже границ указанного диапазона — свидетельство ригидности сердечного ритма — обычно ассоциируется с гемодинамически существенной сердечно-сосудистой патологией — миокардитами, кардиомиопатиями, ИБС, гипертонической болезнью. Более высокие значения ЦИ характерны для лиц с повышенной чувствительностью к воздействию катехоламинов (симпатикотония) и нередко регистрируются при частой желудочковой экстрасистолии, при идиопатических тахикардиях [3–5].

Сезонные факторы (продолжительность светового дня, температура воздуха и проч.) налагают свой отпечаток на характер ритмических изменений ЧСС в течение суток. Различия циркадной ритмики ЧСС отмечаются при смене сезонов года у лиц², проживающих в Северных регионах [1].

Задачами настоящей работы является оценка влияния периодов суток и сезонов календарного года на характер суточного ритма частоты сердечных сокращений у лиц операторских профессий, работающих по «скользящему» сменному графику (неупорядоченное чередование времени выхода на смену в разное время суток) по результатам регулярного предсменного контроля ЧСС на протяжении календарного года.

Материалы и методы. Обработке были подвергнуты результаты предсменных измерений ЧСС работников локомотивных бригад (мужчины в возрасте от 21 до 55 лет, живущие и работающие в соответствии со «скользящим» сменным графиком в пределах одного часового пояса, в единых климатических условиях, аккумулированные в базе данных ПРМО семи отделений Московской железной дороги.

Исследование выполнено в совокупной группе — 5822 чел. Общее число измерений — 603 295. В среднем на одного работающего приходится 103–104 измерения в разное время суток в течение календарного года. Из обработки были исключены данные предсменных измерений, послуживших причиной недопуска в рейс.

Распределение по сезонам года осуществляли следующим образом: весна: март 2010 г. — май 2010 г.,

лето: июнь 2010 г. — август 2010 г., осень: сентябрь 2010 г. — ноябрь 2010 г., зима: декабрь 2010 г. — февраль 2011 г.

В процессе обработки данных определяли средние по группе показатели средней суточной ЧСС (00.00–24.00), средней дневной ЧСС (06.00–22.00), средней ночной ЧСС (22.00–06.00), рассчитывали циркадный индекс сердечного ритма как соотношение «средней» за дневной период к «средней» за ночные часы ЧСС.

Таблица 1

Распределение по часам суток и сезонам года средневзвешенных значений частоты сердечных сокращений, рассчитанных по результатам предсменных измерений ПРМО-АСПО

Часы суток	Средневзвешенная частота сердечных сокращений, уд./мин.			
	03–05.2010	06–08.2010	09–11.2010	12.2010–02.2011
00–01	73,64	74,15	74,77	74,15
01–02	74,49	73,54	74,38	73,82
02–03	74,08	72,79	74,27	73,70
03–04	73,36	72,37	73,82	73,27
04–05	73,75	72,85	74,35	73,50
05–06	74,75	73,95	75,57	74,30
06–07	75,15	75,30	76,45	74,95
07–08	76,13	76,40	77,23	75,66
08–09	76,83	76,97	77,73	76,22
09–10	77,29	76,79	77,38	76,26
10–11	77,18	77,76	77,56	76,49
11–12	77,42	78,30	77,61	76,92
12–13	78,48	77,84	77,32	77,06
13–14	78,35	77,80	77,74	77,18
14–15	78,31	77,90	77,28	77,02
15–16	79,12	78,01	77,81	76,98
16–17	79,32	78,62	78,43	76,96
17–18	78,95	78,88	78,26	76,96
18–19	79,00	78,50	77,94	76,67
19–20	79,00	78,53	77,82	76,51
20–21	78,10	78,22	77,66	76,25
21–22	76,52	77,02	77,02	74,99
22–23	75,63	75,58	75,98	74,26
23–00	75,08	74,56	75,05	74,21

Применяя методику «часовых опорных точек»³ на основе расчета «средней» по группе ЧСС в отдельные часы суток (табл. 1), формировали кривую —

¹ Второй параметр, характеризующий суточную ритмику ЧСС, определяемый при обработке результатов ХМ – Night/day difference (Ndd) – показатель разницы между средними дневными и средними ночными интервалами RR, отражающий вариабельность сердечного ритма.

² Лица, страдающие артериальной гипертонией.

³ Методика, предложенная для оценки циркадной ритмики артериального давления детально, представлена в монографии А.З. Цфасмана, Д.В. Алпаева «Циркадная ритмика артериального давления при измененном суточном ритме жизни» [6].

Таблица 2

Распределение по периодам года значений средних величин частоты сердечных сокращений за сутки и отдельные периоды суток, величины циркадного индекса сердечного ритма

Сезон года	Средневзвешенные значения ЧСС ($M \pm m$, уд./мин.)			Циркадный индекс, у.е.
	Сутки	День	Ночь	
03–05. 2010	76,67 $\pm$ 2,03	77,85 $\pm$ 1,26	74,31 $\pm$ 0,77	1,047
06–08. 2010	76,36 $\pm$ 2,14	77,68 $\pm$ 0,95	73,72 $\pm$ 1,06	1,053
09–11. 2010	76,64 $\pm$ 1,46	77,58 $\pm$ 0,48	74,77 $\pm$ 0,72	1,037
12. 2010–02. 2011	75,60 $\pm$ 1,37	76,44 $\pm$ 0,70	73,90 $\pm$ 0,39	1,034

циркадный профиль ЧСС — для каждого сезона года отдельно.

Оценивали значимость влияния сезонного фактора и циркадную ритмику ЧСС, используя непараметрический Т-критерий по Вилкоксоу (для сопоставления показателей, определенных в разных условиях для одной выборки).

Результаты и обсуждение. Рассмотрение циркадных профилей ЧСС свидетельствует, что вне зависимости от сезона года сохраняется единая суточная ритмика ЧСС: формируется суточная структура сердечного ритма с выделением дневной и ночной фаз. В вечернее время отмечается постепенное снижение ЧСС и формируется ночная минифаза, постепенно в утренние часы увеличивается частота сердечного ритма и формируется суточный максимум — акрофаза — во второй половине дня.

Средние показатели ЧСС за сутки (табл. 2), в дневной и ночной периоды вне зависимости от сезона года находятся в пределах норморитмии и изменяются в довольно узком диапазоне величин (70–82/мин.), ближе к зоне медианных значений (76/мин.).

При рассмотрении отдельных сезонных графиков отмечается содружественное формирование минифазы в ночные часы. Вне зависимости от сезона года минимальное значение ЧСС, отчетливое снижение которого всесезонно (за исключением весны) начинается в интервале 20.00–21.00, приходится на поздние ночные часы — 03.00–04.00.

Наиболее глубокая минифаза отмечается в летний сезон, наиболее высокая минифаза характеризует осенние месяцы (таб. 3). Показатели суточных минимумов весной и зимой занимают промежуточное положение: их значения очень близки (0,09/мин. — различие между ними). Следует отметить, что «весенний» график имеет еще одну — раннюю — малую минифазу (73,64/мин.) в интервале 00.00–01.00.

Начало утреннего «ускорения» ЧСС, вне зависимости от сезона года, судя по средневзвешенным значениям, происходит в предутренние часы — 04.00–05.00.

Дневной период всех сезонов года, за исключением зимы характеризуется ступенчатым повышением ЧСС с формированием дневной акрофазы. На зимнем графике циркадного профиля формирование акрофазы происходит в 13.00–14.00, показатель ее сравнительно не высок — 77,18 (при средней дневной ЧСС зимой — 76,44 $\pm$ 0,70/мин.).

Наиболее «высокая» акрофаза формируется в весенние месяцы — 79,50/мин. (при средневзвешенной ЧСС в весенние месяцы — 77,85 $\pm$ 1,26/мин.). Промежуточные значения акрофазы характеризуют летний и осенний периоды. Следует отметить, что точка акрофазы смещается по оси абсцисс в направлении «зима» → «осень» → «лето» → «зима», причем, шаг смещения для трех последних сезонов — 1 час (табл. 4).

Статистическая обработка почасовых средневзвешенных данных (табл. 5) с использованием Т-критерия по Вилкоксоу свидетельствует о достоверно значимом влиянии смены периодов года на показатели уровней средней суточной, средней дневной и средней ночной ЧСС. Контрастные показатели (что, по видимому, является отражением процессов сезонной «перестройки» организма работающего) регистрируются в системах — «весна-лето-осень» — «зима»⁴ — для средних дневных значений; «весна-осень» — «лето», «осень» — «зима» — для средних ночных и «весна» — «лето», «весна-лето-осень» — «зима» — для средних суточных.

Таблица 3

Показатели, характеризующие минифазу сердечного ритма в зависимости от сезона года

Сезон года	Значение минифазы, уд./мин.	Время наступления минифазы, час.
03–05.2010	73,36	03.00–04.00
06–08.2010	72,37	03.00–04.00
09–11.2010	73,82	03.00–04.00
12. 2010–02.2011	73,27	03.00–04.00

Таблица 4

Показатели, характеризующие акрофазу сердечного ритма в зависимости от сезона года

Сезон года	Значение акрофазы, уд./мин.	Время наступления акрофазы
03–05.2010	79,50	18.00–19.00
06–08.2010	78,88	17.00–18.00
09–11.2010	78,43	16.00–17.00
12. 2010–02.2011	77,18	13.00–14.00

Расчет циркадного индекса сердечного ритма, выполненный по средним значениям в группе, установил,

⁴ «близкие по абсолютным значениям показатели» — «контрастные».

Таблица 5

Значимость влияния сезонного фактора на частоту сердечных сокращений в разные периоды суток (по Виакоксону)

День 06.00–22.00		Ночь 22.00–06.00		Сутки 00.00–24.00	
Сезон года	p	Сезон года	p	Сезон года	p
03–05/06–08	0,29	03–05/06–08	0,035	03–05/06–08	0,028
03–05/09–11	0,23	03–05/09–11	0,035	03–05/09–11	0,886
03–05/12–02	0,0004	03–05/12–02	0,07	03–05/12–02	0,00005
06–08/09–11	0,25	06–08/09–11	0,011	06–08/09–11	0,124
06–08/12–02	0,0004	06–08/12–02	0,49	06–08/12–02	0,002
09–11/12–02	0,0004	09–11/12–02	0,011	09–11/12–02	0,00002

что вне зависимости от сезона года в ночные часы (в сравнении с дневными) не происходит существенно-го урежения ЧСС. Показатель ЦР, для циркадного профиля сердечного ритма, сформированного «по точкам» на протяжении года изменяется в интервале 1,034–1,053 усл. ед. — таким образом, ночные показатели отличаются от дневных на 3,4–5,3% (см. табл. 2). При описании и оценке индивидуальных данных, полученных с использованием стандартной методики ХМ у лиц, ведущих обычный образ жизни (спящих ночью) в этом случае можно говорить о низком ЦИ ЧСС, монотонности, ригидности сердечного ритма. Принимая во внимание, что регистрация ЧСС происходила в преддверии рабочей смены (ночью — в преддверии ночного бодрствования), столь низкий ЦИ, следует считать закономерным проявлением приспособительной реакции организма (в частности, сердечно-сосудистой системы, вегетативной нервной системы) к сменному рабочему графику [7,9], позволяющей обеспечить достаточный минутный объем и адекватную органную перфузию, и, как следствие этого, приемлемый уровень бодрствования и работоспособности во время работы ночью.

Выводы:

1. Работавшие в соответствии со сменным графиком вне зависимости от сезона года сохраняют закономерную (типичную) циркадную ритмику частоты сердечных сокращений. Это выражается в сохранении единого принципа формирования циркадного профиля (смены фаз) сердечного ритма, изменяющегося в пределах нормальных значений (с надиром в ночные часы и максимумом в вечерние).

2. Низкий циркадный индекс является одним из элементов комплекса приспособительных реакций организма к бодрствованию в ночные часы.

3. На фоне суточной и фазовой (дневные и ночные значения) норморитмии наиболее высокие значения частоты сердечных сокращений на протяжении суток регистрируются в весенне-осенние месяцы, наиболее низкие — в зимний период.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 7–9)

1. Гапон А.И., Михайлова И.М., Шуркевич Н.П. и соавт. Хроноструктура артериального давления и частоты сердеч-

ных сокращений в зависимости от сезонного ритма у больных артериальной гипертензией в Ханты-Мансийском округе // Вестник аритмологии. — №31. — 2003. — С. 32–36.

2. Демидова М.М., Тихоненко В.М. Циркадная динамика показателей вариабельности сердечного ритма у здоровых обследуемых // Вестник аритмологии. — 2001. — №23. — С. 52–58.

3. Макаров А.М. Клиническое значение изменений циркадного ритма сердца при холтеровском мониторировании (2000). <http://m.med2000.ru/perevod/article255.htm>.

4. Макаров А.М. Холтеровское мониторирование. — М.: Изд-во «Медпрактика». — 2000—216 с.

5. Пелеса Е.С. Особенности хроноструктуры частоты сердечных сокращений и вариабельности сердечного ритма у пациентов артериальной гипертензией и пароксизмами мерцательной аритмии // Кардиология в Беларуси. — 2009. — №4(50). — С. 91–100.

6. Цфасман А.З., Алпаев Д.В. Циркадная ритмика артериального давления при измененном суточном ритме жизни — Изд. 2-е — М., Изд-во «Репроцентр М», 2011. — 144 с.

REFERENCES

1. Gapon L.I., Mikhaylova I.M., Shurkevich N.P., et al. Chrono-structure of arterial pressure and heart rate in dependence on season rhythm in arterial hypertension patients in Hanty-Mansiysk region // Vestnik aritmologii. — 31. — 2003. — P. 32–36 (in Russian).

2. Demidova M.M., Tikhonenko V.M. Diurnal changes in variability parameters of heart rhythm in healthy examinees // Vestnik aritmologii. — 2001. — 23. — P. 52–58 (in Russian).

3. Makarov L.M. Clinical value of diurnal heart rhythm changes in Holter monitoring (2000). <http://m.med2000.ru/perevod/article255.htm> (in Russian).

4. Makarov L.M. Holter monitoring. — Moscow: Izd-vo «Medpraktika», 2000. — 216 p. (in Russian).

5. Pelesa E.S. Features of chrono-structure of heart rate and heart rhythm variability in patients with arterial hypertension and paroxysmal fibrillation // Kardiologiya v Belarusi. — 2009. — 4 (50). — P. 91–100 (in Russian).

6. Tsfasman A.Z., Alpayev D.V. Diurnal rhythm of arterial pressure under change daily lifestyle. 2nd edition. — Moscow: Izd-vo «Reprocentr M», 2011. — 144 p. (in Russian).

7. Boudreau P., Dumont G.A., Boivin DB. Circadian adaptation to night shift work influences sleep, performance,

mood and the autonomic modulation of the heart // PLoS One. — 26;8(7). — 2013 Jul. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23923024>.

8. Heart Rate Variability Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use // Circulation. — 93. — 1996. — P. 1043–1065 http://onix.dyn.ru/media/upload/hrv_standards_of_measurement.pdf.

9. Ito H., Nozaki M., Maruyama T., et al. Shift work modifies the circadian patterns of heart rate variability in nurses // Int J Cardiol. — 79(2–3). — 2001 Jul. — P. 231–6.

Поступила 18.03.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Аллаев Дмитрий Васильевич (Alpaev D.V.),
нач. лаб. проф. клинич. кардиологии НКЦ ОАО «РЖД»,
канд. мед. наук, доц. E-mail: dmalp@mail.ru.

УДК 159.9.075

Сериков В.В.¹, Жидкова Е.А.², Колягин В.Я.¹, Закревская А.А.¹, Богданова В.Е.¹

СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОФЕССИОНАЛЬНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РАБОТНИКОВ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД

¹ НУЗ «Научный клинический центр ОАО «РЖД», Часовая ул., 20, Москва, Россия, 125315

² Центральная дирекция здравоохранения — филиал ОАО «РЖД», Малая Грузинская ул., д. 52а, стр. 1., Москва, Россия, 123557

В статье представлены результаты контент-анализа высказываний работников локомотивных бригад, участвовавших в фокус-группах с целью выявления социально-психологических и организационных факторов, отрицательно влияющих на надежность профессиональной деятельности. Проанализированы высказывания 51 работника. Были выявлены следующие факторы, отрицательно влияющие на надежность профессиональной деятельности: увеличение рабочего плеча более 300 км; увеличение скоростного режима с целью сокращения рабочего времени в поездке; рваные графики движения; отсутствие времени на приемку локомотива перед поездкой; рассогласование уровня сложности пути с требованиями поездной деятельности на данном участке.

Ключевые слова: надежность профессиональной деятельности; функциональная надежность; функциональное состояние; безопасность движения; социально-психологические факторы; работники локомотивных бригад; режим труда и отдыха

Serikov V.V.¹, Zhidkova E.A.², Kolyagin V.Ya.¹, Zakrevskaya A.A.¹, Bogdanova V.E.¹ **Social and psychologic, organizational factors influencing occupational activity of locomotive crew workers**

¹Scientific Clinical Center of JSC «Russian Railways», 20, str. Chasovaya, Moscow, Russia, 125315

²Central Directorate of Health Care — a branch of JSC Russian Railways, 52a–1, str. Malaya Gruzinskaya, Moscow, Russia, 123557

The article covers results of content analysis of locomotive crew workers' sayings during participation in focus groups to reveal social, psychologic and organizational factors with negative influence on reliability of occupational activity. Sayings of 51 workers were analyzed, and following factors with negative influence on on reliability of occupational activity were identified: increase of actuating arm over 300 km, increase of speed schedule for reducing working time in a trip, unequal traffic schedules, absent time for acceptance of locomotive before trip, unmatching difficulty level of track with traffic requirements on the same section.

Key words: reliability of occupational activities; functional reliability; functional state; traffic safety; social psychologic factors; locomotive crew workers; work and rest schedule

Введение. В современных условиях развития железнодорожного транспорта, характеризующихся усложнением технологической среды, внедрением новых информационных технологий, режима многозадачности, использованием многоуровневой автоматизированной системы управления технологическими процессами безопасность деятельности специалиста во многом зависит от его работоспособности, личност-

ных свойств, состояния здоровья [1,2]. По специфике проявлений труд машиниста железнодорожного транспорта можно отнести к деятельности высокого уровня сложности, т. к. алгоритм работы строго подчинен поступающей к работнику информации о состоянии внешней среды и локомотива [5]. При осуществлении поездной деятельности машинисту приходится одновременно наблюдать за дорогой и показаниями