

## КЛИНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА

УДК 614.7:616-02

DOI: 10.17072/1994-9952-2018-4-454-459.

Е. М. Власова<sup>a</sup>, О. Ю. Устинова<sup>a,b</sup>, Ю. А. Ивашова<sup>a</sup>, А. Е. Носов<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Пермь, Россия

<sup>b</sup> Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

### ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У РАБОТАЮЩИХ В РЕЖИМЕ ТРУДА С НОЧНЫМИ СМЕНАМИ

Проведено обследование 22 мужчин, работающих по графику с ночными сменами; средний возраст – 35.3±4.1 г., средний стаж работы – 10.2±3.1 г. и 28 мужчин, работающих без ночных смен; средний возраст – 37.9±3.3 л. ( $p>0.05$ ), средний стаж работы – 13.2±3.2 л. ( $p>0.05$ ). В программу обследования входили клиническая оценка состояния вегетативной нервной системы по опроснику А.М. Вейн и оценка вариабельности сердечного ритма, включающие определение функциональных показателей спектрального анализа в клиностазе, а именно: значение мощности спектра высокочастотного компонента (HF, %) и отношение значений низкочастотного и высокочастотного компонентов (LF/HF). Установлено, что у работников, осуществляющих трудовую деятельность по графику с ночными сменами, имеет место снижение активности вегетативной регуляции и низкий резерв механизмов адаптационной защиты.

**Ключевые слова:** вегетативная нервная система; функциональное состояние; режим труда с ночными сменами.

Е. М. Vlasova<sup>a</sup>, O. Yu. Ustinova<sup>a,b</sup>, Ju. A. Ivashova<sup>a</sup>, A. E. Nosov<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, Russian Federation

<sup>b</sup> Perm State University, Perm, Russian Federation

### INVOLUNTARY NERVOUS SYSTEM FUNCTIONAL STATE OF EMPLOYEES, DOING THE NIGHT SHIFTS

A study of 22 men, working on schedule with night shifts was carried out; average age 35.3±4.1 the average length of service – 10.2±3.1. and of 28 men working without night shifts; average age 37.9±3.3 l ( $p>0.05$ ), the average length of service – 13.2±3.2 l ( $p>0.05$ ). The surveillance program included a clinical assessment of the involuntary nervous system by questionnaire of A.M. Wayne and heart rate variability assessment, which includes the estimation of the spectral analysis klinostaze functional indicators, as follows: power value of the high-frequency component spectrum (HF,% ) and the characteristic value dependencies of the low-frequency and high-frequency components (LF / HF). It was established that employees who work on a labour routine with night shifts, have a decrease in the activity of autonomic regulation and low reserve of the adaptive protection mechanisms.

**Key words:** involuntary nervous system; functional state; labour routine with night shifts.

#### Введение

Применение ночного труда может обуславливаться необходимостью обеспечения непрерывного производственного процесса, когда технологии не позволяют работодателю остановить производство на ночь. Работа в ночные часы является дополнительным фактором риска здоровью работников. Режим труда с ночными сменами является распространенным, легко идентифицируемым и вызывающим у работников физиологический и психологический дискомфорт, развитие напряже-

ния/перенапряжения адаптационных реакций в связи с нарушением естественного ритма биологических функций организма [Баевский, Берсенева, 1997; Соркин, Фролова, 2014]. Залогом высокой производительности труда является адекватная умственная и физическая работоспособность, которая претерпевает значительные изменения при режиме труда с ночными сменами [Профессиональный..., 2003; Соркин, Фролова, 2014].

В практике медицины труда особое значение придается следующим функциям вегетативной нервной системы: регуляции тонуса сосудов, сердечной и адаптационной деятельности. Перена-

пряжение естественных механизмов адаптации сопровождается развитием вегетативных дисфункций, являющихся одним из предикторов развития патологии системы кровообращения [Вейн, 2003; Соркин, Фролова, 2014; Максимова, 2016].

Под вегетативной дисфункцией понимается широкий спектр функциональных сдвигов в органах и системах. Преимущественно встречаются кардиально-сосудистые нарушения [Аббакумов, Самойленко, Стрижаков, 2003].

В настоящее время для раннего выявления функциональных нарушений со стороны вегетативной нервной системы наиболее часто используется анализ данных variability сердечного ритма (ВСР) [Жемайтите и др., 1985; Variability..., 2001; Бабуц и др., 2011]. Необходимость сменного режима труда в непрерывных технологических процессах определяет необходимость изучения его влияния на развитие вегетативных дисфункций у работников для разработки мер профилактики нарушений здоровья.

Цель исследования – оценить функциональное состояние вегетативной нервной системы у работников при режиме труда с ночными сменами.

### Материалы и методы исследования

Проведено обследование 22 мужчин, работающих по графику с ночными сменами; средний возраст –  $35.3 \pm 4.1$  г., средний стаж работы –  $10.2 \pm 3.1$  г. и 28 мужчин, работающих без ночных смен; средний возраст –  $37.9 \pm 3.3$  л. ( $p > 0.05$ ), средний стаж работы –  $13.2 \pm 3.2$  л. ( $p > 0.05$ ). Программа обследования включала анализ условий труда по результатам специальной оценки условий труда (СОУТ) и по сменным графикам работы, опрос, клиническую оценку состояния вегетативной нервной системы и оценку ВСР, включающих определение функциональных показателей спектрального анализа в клиностазе, а именно: значение мощности спектра высокочастотного компонента (HF, %) и отношение значений низкочастотного и высокочастотного компонентов (LF/HF) [Variability..., 2001]. В ходе исследования был использован опросник «Схема исследования для выявления признаков вегетативных нарушений по методике А.М. Вейна» [Вейн, 2003]. Оценка ВСР проводилась с помощью кардиоритмографической программы «Поли-Спектр-8/EX» (Нейрософт, Россия) по стандартной методике, основанной на математическом анализе сердечного ритма [Баевский, 1984; Жемайтите, 1989].

Обследование выполнено в соответствии с этическими нормами, изложенными в пересмотренной версии Хельсинкской декларации 1975 г. с дополнениями 2008 г. От всех участников исследования было получено предварительное информированное согласие. Программа исследования одоб-

рена этическим комитетом ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» протокол № 115 от 25.12.2017.

Анализ информации выполнен с помощью программы Statistica 6.0 и специально разработанных программных продуктов, сопряженных с приложениями MS-Office. Проверку на нормальность распределения измеряемых переменных осуществляли на основе теста Колмогорова-Смирнова. Для количественной характеристики исследуемых показателей использовали значения средней ( $M$ ) и ее ошибки ( $m$ ), т.к. случайные величины анализируемых показателей соответствовали закону нормального распределения. Достоверность различий изучаемых показателей в сравниваемых группах ( $M_{n \pm m_n}$  против  $M_{k \pm m_k}$ ) устанавливали по критерию Стьюдента ( $t > 2$ ,  $p \leq 0.05$ ).

### Результаты и их обсуждение

По результатам СОУТ условия труда работников обеих групп идентичны, отличием являлся только режим труда, а именно наличие ночных смен.

Статистически достоверных различий по факту употребления различных алкогольных напитков и табакокурению, оказывающих влияние на функцию вегетативной нервной системы, в сформированных группах установлено не было.

По результатам клинического обследования синдром вегетативной дисфункции (СВД) был выявлен у 20.4% работников группы наблюдения и только у 13.9% в группе сравнения ( $p < 0.05$ ). Оценка активности когнитивных функций показала, что у 34.9% работников группы наблюдения наблюдалась стабильность кратковременной памяти, сохранение концентрации внимания при снижении долговременной памяти, что свидетельствует о развивающемся утомлении; в группе сравнения работников с такой характеристикой когнитивных функций было не более 6.2% ( $p < 0.05$ ). Существенное эмоциональное напряжение, сопровождавшееся активацией функции надсегментарного отдела вегетативной нервной системы, было установлено у 57.1% работников группы наблюдения и только у 21.4% группы сравнения ( $p < 0.05$ ) (табл. 1).

В ходе спектрального анализа variability сердечного ритма было установлено, что средние значения показателя суммарной мощности спектра ( $TP$ ,  $mc^2$ ), отражающего абсолютный уровень активности регуляторных систем и общее функциональное состояние организма, а также его составляющих волн всех частотных диапазонов ( $VLF$ ,  $mc^2$ ;  $LF$ ,  $mc^2$ ;  $HF$ ,  $mc^2$ ) в анализируемых группах находились в пределах физиологических значений и не имели достоверных межгрупповых различий ( $p > 0.05$ ). Однако у работающих в режи-

ме труда с ночными сменами показатели имели более низкие значения, чем у работающих в режиме труда без ночных смен, что указывает на тенденцию к более низкой активности адаптационных процессов и развитию вегетативной дисфункции. О более широком распространении вегетативных дисфункций свидетельствует и достоверно более высокий индекс вагосимпатического равновесия (LF/HF). В ходе исследования было установлено, что показатель медленноволновых колебаний (LF%), отражающих активность симпатического звена вегетативной нервной системы, у работающих в режиме труда с ночными сменами был достоверно выше показателей у работающих в режиме

труда без ночных смен ( $p=0.02$ ), при снижении в 1.2 раза активности парасимпатического (HF%) ( $p=0.02$ ) (табл. 2). При проведении клиноортостатической пробы у работающих в режиме труда с ночными сменами наблюдалось достоверное увеличение среднего значения VLF, %, как относительно физиологической нормы ( $71.28\pm 20.7\%$  против  $49.63\%$ ,  $p=0.01$ ) (табл. 3), так и исходного фона (с  $37.78\pm 28.9\%$  до  $71.28\pm 20.7\%$ ,  $p=0.02$ ) (табл. 4), что свидетельствует об избыточном включении центральных эрготропных и гуморально-метаболических механизмов вегетативной регуляции.

Таблица 1

**Результаты анамнестического исследования состояния надсегментарного отдела вегетативной нервной системы**

Симптом	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий ( $p<0.05$ )
Повышенная тревожность, раздражительность, несдержанность	33.3	10.7	<b>&lt;0.05</b>
Жалобы со стороны желудочно-кишечного тракта при отсутствии органической патологии	19.04	7.1	<b>&lt;0.05</b>
Метеозависимость	71.4	10.7	<b>&lt;0.05</b>
Субфебрилитет при отсутствии заболеваний	23.8	10.7	$p\leq 0.05$
Гиперемия шеи, лица, передней поверхности грудной клетки	52.3	21.4	<b>&lt;0.05</b>
Мраморность, гипотермия кожи дистальных отделов конечностей	28.5	10.7	<b>&lt;0.05</b>
Локальный гипергидроз	42.8	10.7	<b>&lt;0.05</b>
Лабильность артериального давления и частоты сердечных сокращений	71.4	14.2	<b>&lt;0.05</b>

Таблица 2

**Сравнительные показатели variability сердечного ритма в клиностазе у работников при режиме труда с ночными сменами и без ночных смен**

Показатель ВСР	Нормативное значение	Работающие в режиме труда с ночными сменами	Работающие в режиме труда без ночных смен	p
TP, мс <sup>2</sup>	1561-4754	3974±2441	2415±1355	0.34
VLF, мс <sup>2</sup>	355.8-1175.1	1441±908	993±558	0.54
LF, мс <sup>2</sup>	513.1-1425.5	1239±1005	918±434	<b>0.05</b>
HF, мс <sup>2</sup>	461.1-1618.0	1293±652	504±334	0.20
LF/HF	0.5-2.3	1.08±0.6	3.36±1.06	<b>0.02</b>
VLF, %	17.51-39.79	37.78±25.9	40.83±8.88	0.77
LF, %	24.63-42.72	29.72±6.4	42.38±9.95	<b>0.02</b>
HF, %	21.05-50.53	32.5±14.14	16.85±6.76	<b>0.05</b>

Таблица 3

**Показатели спектрального анализа variability сердечного ритма после проведения клиноортостатической пробы у работников при режиме труда с ночными сменами и без ночных смен**

Показатель ВСР	Нормативное значение	Работающие в режиме труда с ночными сменами	Работающие в режиме труда без ночных смен	p
TP, мс <sup>2</sup>	957-2494	2150±1583	2498±866	0.59
VLF, мс <sup>2</sup>	368.3-954.3	1491±1057	934±357	0.16
LF, мс <sup>2</sup>	445.8-1034	551±608	1318±724	0.06
HF, мс <sup>2</sup>	53.6-213.1	109±182	245±214	0.24
LF/HF	3.61-14.1	6.78±8.24	8.64±4.3	0.58
VLF, %	29.68-49.63	71.28±20.7	41.13±15.88	<b>0.01</b>
LF, %	38.31-61.86	23.78±15.44	49.4±13.17	<b>0.02</b>
HF, %	4.21-11.66	4.95±6.24	9.49±7.6	0.27

Таблица 4

**Динамика показателей спектрального анализа variability сердечного ритма до и после проведение клиноортостатической пробы у работников при режиме труда с ночными сменами и без ночных смен**

Показатель BCP	Работающие в режиме труда с ночными сменами		Работающие в режиме труда без ночных смен	
	в покое	после пробы	в покое	после пробы
TP, мс <sup>2</sup>	3974±1441	2150±1583	2415±1655	2498±866
VLF, мс <sup>2</sup>	1441±908	1491±1057	993±758	934±357
LF, мс <sup>2</sup>	1239±505	551±308	918±434	1318±724
HF, мс <sup>2</sup>	1293±652	109±82	504±334	245±114
LF/HF	1.08±0.6	6.78±2.24	3.36±1.86	8.64±4.3
VLF, %	37.78±18.9	71.28±20.7	40.83±8.88	41.13±15.88
LF, %	29.72±6.4	23.78±15.44	42.38±9.95	49.4±13.17
HF, %	32.5±24.14	4.95±1.24	16.85±6.76	9.49±7.6

Результаты проведенного исследования показали, что у работников, осуществляющих трудовую деятельность по графику с наличием ночных смен, уровень вегетативной регуляции в состоянии покоя соответствует физиологическому. Однако при воздействии дополнительной физической нагрузки адаптация сопровождается выраженным напряжением механизмов вегетативной регуляции на фоне значимого снижения функциональных резервов вегетативной нервной системы. Дополнительные нагрузки приводят к чрезмерному перенапряжению симпатического звена регуляции с истощением компенсаторных механизмов защиты, что может служить предиктором развития патологии и, прежде всего, системы кровообращения.

### Выводы

1. У работников, осуществляющих трудовую деятельность по графику с ночными сменами, развивается нарушение вегетативной регуляции с клинической манифестацией синдрома вегетативных дисфункций.

2. Для работников, осуществляющих трудовую деятельность по графику с наличием ночных смен, в программу периодического медицинского осмотра необходимо включать кардиоинтервалографию с целью выделения контингента, нуждающегося в проведении специализированных программ профилактики нарушения здоровья, прежде всего развития патологии системы кровообращения.

### Библиографический список

Аббакумов С.А., Самойленко В., Стрижаков Л. Дифференциальная диагностика нейроциркуляторной дистонии с гиперкинетическим синдромом и гипертонической болезнью без поражения органов-мишеней // *Врач*. 2003. № 2. С. 26–28.

Бабунц И.В. и др. Азбука анализа variability сердечного ритма. М., 2011. 112 с.

Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М., 1997. 265 с.

Баевский Р.М. и др. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М., 1984. 222 с.

Вариабельность сердечного ритма. Стандарты измерения, физиологической интерпретации и клинического использования. СПб., 2001. 196 с.

Вейн А.М. Вегетативные расстройства. М.: МИА, 2003. 752 с.

Жемайтите Д.И. Связь реакций сердечного ритма на пробу активного ортостаза с характеристиками центральной гемодинамики // *Физиология человека*. 1989. Т. 15, № 2. С. 30.

Жемайтите Д.И. и др. Взаимодействие парасимпатического и симпатического отделов вегетативной нервной системы и регуляции сердечного ритма // *Физиология человека*. 1985. Т. 11, № 3. С. 448.

Максимова Н.Л. Профессиональные риски работников с ночным режимом труда // *Мир педагогики и психологии*. 2016. № 2 (2). С. 22–31.

Профессиональный риск для здоровья работников: руководство / под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова. М., 2003. 448 с.

Сорокин Г.А., Фролова Н.М. Оценка профессионального риска при режиме труда с ночной работой // *Медицина труда и промышленная экология*. 2014. № 9. С. 32–36.

### References

Abbakumov S.A. et al. [Differential diagnosis of neurocirculatory dystonia with hyperkinetic syndrome and hypertensive disease without lesion of target organs]. *Vrač*. N 2 (2003): pp. 26-28. (In Russ.).

Babunts I.V. et al. *Azбука analiza variabel'nosti serdec'nogo ritma* [The alphabet of the analysis of heart rate variability]. Moscow, 2011. 112 p. (In Russ.).

Bayevsky P.M., Berseneva A.P. *Oценка adaptacion-*

- ných* *vozmožnostej* *organizma* *i* *risk* *razvitija* *zabolevanij* [Assessment of the adaptive capabilities of the body and the risk of developing diseases]. Moscow, 1997. 265 p. (In Russ.).
- Baevsky R.M. et al. *Matematičeskij analiz izmenenij serdečnogo ritma pri stresse* [Mathematical analysis changes in heart rate under stress]. Moscow, 1984. 222 p. (In Russ.).
- Variabel'nost' serdečnogo ritma* [Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use]. St-Peterburg, 2001. 196 p. (In Russ.).
- Veyn A.M. *Vegetativnye rasstrojstva* [Vegetative disorders]. Moscow, MIA Publ., 2003. 752 p. (In Russ.).
- Zhemaititye D.I. et al. [The interaction of the parasympathetic and sympathetic parts of the autonomic nervous system and the regulation of the heart rhythm]. *Fiziologija čeloveka*. V. 11, N 3 (1985): pp. 448. (In Russ.).
- Zhemaititye D.I. [Relationship of cardiac rhythm responses to a trial of active orthostasis with characteristics of central hemodynamics]. *Fiziologija čeloveka*. V. 15, N 2 (1989): pp. 30. (In Russ.).
- Maksimova N.L. [Occupational risks of workers with a night work mode]. *Mir pedagogiki i psichologii*. N 2 (2) (2016): pp. 22-31. (In Russ.).
- Izmerov N.F., Denisov E.I., eds. *Professional'nyj risk dlja zdorov'ja rabotnikov* [Occupational health risk: Guidance]. Moscow, 2003. 448 p. (In Russ.).
- Sorokin G.A., Frolova N.M. [Evaluating occupational risk in night shift work schedule]. *Medicina truda i promyšlennaja ekologija*. N 9 (2014): pp. 32-36. (In Russ.).

Поступила в редакцию 01.10.2018

#### Об авторах

Власова Елена Михайловна, кандидат медицинских наук, зав. профцентром, врач-профпатолог  
ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»  
**ORCID:** 0000-0003-3344-3361  
614045, Пермь, ул. Монастырская, 82;  
vlasovaem@fcrisk.ru; (342)2363264

Устинова Ольга Юрьевна, доктор медицинских наук, доцент, зам директора по лечебной работе  
ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»  
**ORCID:** 0000-0002-9916-5491  
614045, Пермь, ул. Монастырская, 82;  
ustinova@fcrisk.ru; (342)2363264  
зав. кафедрой экологии человека и безопасности жизнедеятельности  
ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»  
614990, Пермь, ул. Букирева, 15

Ивашова Юлия Анатольевна, зав. отделением лучевой диагностики  
ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»  
**ORCID:** 0000-0002-5671-3953  
614045, Пермь, ул. Монастырская, 82;  
ivashova18@yandex.ru; (342)2372792

Носов Александр Евгеньевич, кандидат медицинских наук, зав. профпатологическим отделением терапевтического профиля  
ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»  
**ORCID:** 0000-0003-0539-569X

#### About the authors

Vlasova Elena Mikhailovna, Candidate of Medicine, Head. Prof., a professional pathologist  
FBSI "Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies".  
**ORCID:** 0000-0003-3344-3361  
82; Monastyrskaya Str., Perm, Russia, 614045;  
vlasovaem@fcrisk.ru; (342)2363264

Ustinova Olga Yurievna, Doctor of Medicine, Associate Professor, Deputy Director for the medical work  
FBSI "Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies".  
**ORCID:** 0000-0002-9916-5491  
82; Monastyrskaya Str., Perm, Russia, 614045;  
ustinova@fcrisk.ru; (342)2363264  
head of the Department of human ecology and life safety  
Perm State University.  
15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990

Ivashova Julia Anatolyevna, Head of the Department of Radiation Diagnostics  
FBSI "Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies".  
**ORCID:** 0000-0002-5671-3953  
82; Monastyrskaya Str., Perm, Russia, 614045;  
ivashova18@yandex.ru; (342)2372792

Nosov Alexander Evgenievich, Candidate of Medical Sciences, Head of the Pathological Department of therapeutic Profile  
FBSI "Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies".  
**ORCID:** 0000-0003-0539-569X

614045, Пермь, ул. Монастырская, 82;  
nosov@fcrisk.ru; (342)2368780

доцент кафедры экологии человека и безопасности жизнедеятельности  
ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»  
614990, Пермь, ул. Букирева, 15

82; Monastyrskaya Str., Perm, Russia, 614045;  
nosov@fcrisk.ru; (342)2368780

Associate Professor of the Department of human ecology and life safety  
Perm State University.  
15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990

**Информация для цитирования:**

Функциональное состояние вегетативной нервной системы у работающих в режиме труда с ночными сменами / Е.М. Власова, О.Ю. Устинова, Ю.А. Ивашова, А.Е. Носов // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2018. Вып. 4. С. 454–459. DOI: 10.17072/1994-9952-2018-4-454-459.

Vlasova E.M., Ustinova O.Yu., Ivashova Ju.A., Nosov A.E. [Involuntary nervous system functional state of employees, doing the night shifts]. *Vestnik Permskogo universiteta. Biologija*. Iss. 4 (2018): pp. 454-459. (In Russ.). DOI: 10.17072/1994-9952-2018-4-454-459.



