

5. Strategy of innovation development of Russian Federation for a period to 2020. Approved by RF Government order on 8 December 2011 N 2227-г (in Russian).

6. Yurova O.V., Agievich T.G. // Intellekt. Innovatsii. Investitsii. — 2011. — 4. — P. 131–136 (in Russian).

Поступила 16.06.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Лебедева-Несевря Наталья Александровна (Lebedeva-Nesevrya N.A.),
зав. лаб. мет- анализа соц. рисков ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками

здоровью населения», д-р соц. наук. E-mail: natnes@fcrisk.ru.

Цинкер Михаил Юрьевич (Tsinker M.Yu.),
математик отд. математич. моделирования систем и процессов ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровья населения». E-mail: cinker@fcrisk.ru.

Рязанова Екатерина Александровна (Ryazanova E.A.),
специалист по оценке риска лаб. методов анализа соц. рисков ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровья населения». E-mail: ryazanova@fcrisk.ru.

УДК 616.839–008.1–02:[613.6:658.381.2]–036.3–072.7(470.53–25)

Е.М. Власова, В.Б. Алексеев, А.Е. Носов, Ю.А. Ивашова

СОСТОЯНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У РАБОТНИКОВ ПРИ МНОГОСМЕННОМ РЕЖИМЕ ТРУДА С НОЧНЫМИ СМЕНАМИ

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», д. 82, ул. Монастырская, Пермь, Россия, 614045

При профессиональной деятельности при режиме труда с ночными сменами, при стаже более 5 лет преобладает симпатическое влияние на сердечную деятельность, индекс вагосимпатического взаимодействия (LF/HF) достоверно выше, чем у менее стажированных работников ($p=0,022$), а так же в 1,5 раза выше верхней границы нормы. Показатель VLF выше физиологической нормы вследствие усиления активности эрготропных и гуморально-метаболических механизмов регуляции сердечного ритма. Уровень активности симпатического звена регуляции (показатель LF) также достоверно выше, чем у менее стажированных работников ($p=0,024$). Уровень активности парасимпатического звена регуляции (показатель HF), ниже нормы, что характеризует снижение влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы на сердечную деятельность (снижение защитных механизмов). При сравнительном анализе показателей спектрального анализа ВРС в покое в зависимости от стажа наиболее значимые изменения отмечались также у работников при стаже работы более 5 лет: снижение суммарной мощности спектра (TP, m^2), снижение вклада высокочастотных волн (HF, %), повышение среднего значения индекса вагосимпатического взаимодействия (LF/HF), а также доли очень низкочастотных волн (VLF, %) в структуре спектра. Полученные данные свидетельствуют об усилении эрготропных, гуморальных, симпатических влияний на деятельность сердца и, как следствие, увеличении риска развития дисметаболических процессов и заболеваний системы кровообращения.

Ключевые слова: вегетативная нервная система, функциональное состояние, ночные смены.

Е.М. Vlasova, V.B. Alekseev, A.E. Nosov, Yu.A. Ivashova. **State of vegetative nervous system in workers engaged into multiple shifts work with night shifts**

FBSI «Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies», 82 Monastyrskaya St., Perm, Russia, 614045

Occupational activity with night shifts and length of service over 5 years is characterized by prevalent sympathetic influence on cardiac activity, vagosympathetic interaction index (LF/HF) is considerably higher than in workers with lower length of service and 1.5 times exceeding upper normal value. VLF indicator exceeds physiologic normal value due to increased activity of ergotropic and humoral metabolic mechanisms of cardiac rhythm regulation. Sympathetic regulation activity level (LF parameter) is also reliably higher than in workers with lower length of service ($p = 0.024$). Parasympathetic regulation activity level (HF parameter) is below normal value — that indicates decreased influence of parasympathetic vegetative system on cardiac activity (depression of defence mechanisms). Comparative analysis of vegetative regulation spectrum at rest, in accordance with length of service, demonstrated the most marked changes in

workers with length of service over 5 years: lower total spectral capacity (TP, ms²), lower share of high-frequency waves (HF, %), increase of average vagosympathetic interaction index (LF/HF) and higher share of very low waves (VLF, %) in the spectrum structure. The data prove intensified ergotropic, humoral, sympathetic influences on cardiac activity and, as a result, higher risk of dysmetabolic processes and cardiovascular diseases.

Key words: *vegetative nervous system, functional state, night shifts.*

Ночная работа, характерная для многосменного режима труда, имеет свою специфику (условия труда, отклоняющиеся от нормальных — ст. 149 Трудового кодекса РФ (ТК РФ), однако в нормативных документах и проектах новых приказов Министерства здравоохранения не указаны противопоказания и ограничения для ночного труда. Утвержденного перечня заболеваний, являющихся противопоказанием к работе в ночное время, не существует. Имеются запрет на работу в ночные смены для беременных женщин и молодых людей до 18 лет (ст. 96 ТК РФ).

На предприятии титано-магниевого производства Пермского края специалистами ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» проведена научно-исследовательская работа по оценке состояния вегетативной нервной системы при различных режимах труда.

Цель работы — оценка функционального состояния вегетативной нервной системы у работников, осуществляющих профессиональную деятельность в сменном режиме.

Материалы и методы. Группу 1 (группа наблюдения) составили работники, занятые на работах с режимами труда с ночными сменами (21 человек, все мужчины), в группу 2 (группа сравнения) были включены работники, занятые на выполнении работ без ночных смен (28 человек, все мужчины). Средний возраст работников составляет 37,86±3,34 года, средний стаж 13,82±3,19. Группа работников при режиме труда с ночными сменами была разделена на стажевые подгруппы (стаж работы до 5 лет, стаж работы более 5 лет) для оценки связи динамики изменения процессов адаптации со стажем работы.

Профессиональный состав работающих представлен следующими основными специальностями: дробильщик, оператор по обслуживанию пылегазоулавливающей установки, плавильщик, разлищик цветных металлов и сплавов, хлораторщик, хлорпроводчик, электролизник расплавленных солей.

Проведена оценка условий труда согласно Руководству Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

Обследование включало клинический осмотр, исследование функций надсегментарного отдела вегетативной нервной системы (ВНС) по методике А.М. Вейна, кардиоинтервалографию (КИГ).

КИГ проводилась утром после 10-минутной адаптации в состоянии покоя. Вегетативный тонус оценивали в положении работника лежа. О вегетативной реактивности судили по выполнению активной орто-

статической пробы непосредственно после перехода в вертикальное положение [1,4].

Оценку функционального состояния ВНС выполняли на основании мощности частотных составляющих спектра сердечного ритма (усл. ед.): очень низкочастотного диапазона (медленные волны II порядка) — VLF (0–0,033 Гц); среднечастотного диапазона (медленные волны I порядка) — LF (0,033–0,11 Гц) и высокочастотного диапазона — HF (0,11–0,5 Гц). Преобладание мощности HF-колебаний выше 40% суммарной мощности спектра (СМС) рассматривали как показатель повышения парасимпатической активности. Преобладание LF-колебаний выше 40% СМС трактовалось как усиление симпатического влияния (преобладание активности вазомоторного центра). Мощность VLF-составляющей расценивали по показателю активности надсегментарных механизмов эрготропной направленности (возрастание мощности VLF выше 30% СМС трактовали как рост влияния высших вегетативных центров на подкорковые структуры) [2].

Статистический анализ проводили с использованием пакета Statistica 6.0. Критерием статистической значимости различий являлась величина $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Условия труда на рабочих местах в обеих группах согласно Руководству Р 2.2.2006–05 оценены как вредные: класс условий труда 3.1–3.3. По результатам обследования выбранных контингентов синдром вегетативной дисфункции (СВД) установлен у 20,36 % работников в группе наблюдения и у 13,88% работников в группе сравнения ($p < 0,05$). СВД подтвержден при исследовании функций надсегментарного отдела ВНС результатом КИГ.

Напряжение процессов адаптации выявлено у 71,4% работников в группе наблюдения; у 10,7% работников в группе сравнения ($p = 0,005$), истощение функциональных резервов наблюдалось у 52,4% работников в группе наблюдения и 21,4% у работников в группе сравнения ($p = 0,05$).

Анализ КИГ показал, что у работников в группе наблюдения при стаже более 5 лет преобладают симпатические влияния на сердечную деятельность, индекс вагосимпатического взаимодействия (LF/HF) достоверно выше, чем у работников при стаже до 5 лет ($p = 0,022$), а так же в 1,5 раза выше верхней границы нормы. У более стажированных работников наблюдался рост влияния высших вегетативных центров на подкорковые структуры. Показатель VLF выше физиологической нормы регистрировался у более стажированных работников вследствие усиления активности эрготропных и гуморально-метаболических механизмов регуляции сердечного ритма, что свидетельствует

о перегрузке организма, стрессе (напряжение адаптации). Уровень активности симпатического звена регуляции (показатель LF) также был достоверно выше у работников при стаже работы более 5 лет ($p=0,024$). Уровень активности парасимпатического звена регуляции (показатель HF) у стажированных работников отмечался ниже нормы.

При сравнительном анализе показателей спектрального анализа ВРС в покое при работе с ночными сменами в зависимости от стажа наиболее значи-

мые изменения отмечались у работников при стаже работы более 5 лет: снижение суммарной мощности спектра (TP, мс^2), снижение вклада высокочастотных волн (HF, %), повышение среднего значения индекса вагосимпатического взаимодействия (LF/HF), а также доли очень низкочастотных волн (VLF, %) в структуре спектра. Полученные данные свидетельствуют об усилении эрготропных, гуморальных, симпатических влияний на деятельность сердца у работников со стажем работы более 5 лет.

Таблица 1

Показатели ВРС в клиностазе у работников стажевых подгрупп при режиме труда с ночными сменами, у.е.

Показатель ВРС	Нормативное значение	Стаж работы, лет			p1	p2	p3
		до 5	5,1–10	более 10			
TP, мс^2	1561–4754	3974±4441	2415±1655	4002±2794	0,341	0,285	0,985
VLF, мс^2	355,8–1175,1	1441±1908	993±758	1291±863	0,536	0,559	0,84
LF, мс^2	513,1–1425,5	1239±1505	918±434	1606±1484	0,551	0,322	0,65
HF, мс^2	461,1–1618,0	1293±1652	504±534	1104±805	0,202	0,176	0,773
LF/HF	0,5–2,3	1,08±0,8	3,36±1,86	1,44±0,64	0,022	0,047	0,347
VLF, %	17,51–39,79	37,78±28,9	40,83±8,88	35,41±9,17	0,766	0,339	0,821
LF, %	24,63–42,72	29,72±6,4	42,38±9,95	35,91±9,48	0,024	0,302	0,207
HF, %	21,05–50,53	32,5±24,14	16,85±6,76	28,66±7,67	0,085	0,023	0,650

Примечания к табл. 1– 2. Достоверность различий: p1 — между группами 1 и 2; p2 — между группами 2 и 3; p3 — между группами 1 и 3.

Таблица 2

Показатели спектрального анализа ВРС после проведения клиноортостатической пробы у работников стажевых подгрупп при режиме труда с ночными сменами

Показатель ВРС	Норма	Стаж работы, лет			p1	p2	p3
		до 5	5,1–10	более 10			
TP, мс^2	957–2494	2150±1583	2498±866	3483±2853	0,591	0,464	0,332
VLF, мс^2	368,3–954,3	1491±1057	934±357	1136±675	0,159	0,556	0,447
LF, мс^2	445,8–1034	551±608	1318±724	1949±1969	0,062	0,505	0,139
HF, мс^2	53,6–213,1	109±182	245± 214	398±298	0,244	0,347	0,065
LF/HF	3,61–14,1	6,78±8,24	8,64±4,3	5,03±1,8	0,576	0,103	0,347
VLF, %	29,68–49,63	71,28±20,7	41,13±15,88	36,69±10,85	0,010	0,599	0,002
LF, %	38,31–61,86	23,78±15,44	49,4±13,17	50,3±9,67	0,024	0,900	0,002
HF, %	4,21–11,66	4,95±6,24	9,49±7,6	13,00±7,72	0,267	0,473	0,063

Таблица 3

Динамика показателей спектрального анализа ВРС в группах в покое и после проведение клиноортостатической пробы у работников стажевых подгрупп при режиме труда с ночными сменами

Показатель ВРС	Стаж работы, лет					
	до 5		5,1–10		более 10	
	в покое	после КОС пробы	в покое	после КОС пробы	в покое	после КОС пробы
TP, мс^2	3974±4441	2150±1583	2415±1655	2498±866	4002±2794	3483±2853
VLF, мс^2	1441±1908	1491±1057	993±758	934±357	1291±863	1136±675
LF, мс^2	1239±1505	551±608	918±434	1318±724	1606±1484	1949±1969
HF, мс^2	1293±1652	109±182	504±534	245± 214	1104±805	398±298
LF/HF	1,08±0,8	6,78±8,24	3,36±1,86	8,64±4,3	1,44±0,64	5,03±1,8
VLF, %	37,78±28,9	71,28±20,7	40,83±8,88	41,13±15,88	35,41±9,17	36,69±10,85
LF, %	29,72±6,4	23,78±15,44	42,38±9,95	49,4±13,17	35,91±9,48	50,3±9,67
HF, %	32,5±24,14	4,95±6,24	16,85±6,76	9,49±7,6	28,66±7,67	13,00±7,72

Данные спектрального анализа ВРС в клиностазе представлены в табл. 1.

Полученные данные спектрального анализа ВРС после проведения КОС пробы представлены в табл. 2, динамика изменений показателей спектрального анализа ВРС в стажевых подгруппах в покое и после пробы отражена в табл. 3.

У работников при стаже менее 5 лет наблюдалось увеличение относительно верхней границы нормы среднего значения мощности очень низкочастотного компонента (VLF, мс²) ($368,3-954,3$ мс² и 1491 ± 1057 мс²; $p=0,03$) и среднего значения процента VLF ($29,68-49,63\%$ и $71,28 \pm 20,7\%$; $p=0,02$). В динамике у работников при стаже менее 5 лет среднее значение мощности очень низкочастотного компонента (VLF, мс²) увеличилось на 50 мс² и увеличилось среднее значение процента VLF (с $37,78 \pm 28,9\%$ до $71,28 \pm 20,7\%$; $p=0,03$), что свидетельствует об избыточном включении эрготропных и (или) гуморальных механизмов вегетативной реактивности уже у малостажированных работников на фоне напряжения адаптации.

У работников стажевой подгруппы более 5 лет происходят наиболее значимые изменения в функционировании ВНС и ее влиянии на сердечный ритм. После проведения КОС пробы у работников активация симпатического отдела была адекватной. Это объясняется «законом исходного уровня» [1], согласно которому чем выше исходный уровень, тем в более напряженном состоянии находится система, тем меньший ответ возможен при воздействии возмущающего стимула.

При стаже 10 лет и более среднее значение низкочастотных волн (LF, мс²) зарегистрировано выше верхней границы нормы ($445,8-1034$, мс² против 1949 ± 1969 , мс²) и выше показателей, зарегистрированных у менее стажированных работников (подгруппы 1 и 2). В динамике прослеживается увеличение этого показателя в 1,2 раза (1606 ± 1484 , мс² против 1949 ± 1969 , мс²), а также увеличение в 1,4 раза относительного значения мощности спектра низкочастотного компонента в % ($35,91 \pm 9,48\%$ против $50,3 \pm 9,67\%$). Закономерно отмечалось увеличение среднего значения показателя вагосимпатического равновесия (LF/HF) в 3,4 раза (с $1,44 \pm 0,64$ до $5,03 \pm 1,8$) за счет увеличения вклада низкочастотного компонента волн (LF). Это указывает на избыточное включение симпатического отдела ВНС.

При сменном режиме работы у работников формируется состояние напряжения и перенапряжения. Основным фактором риска развития болезней является снижение адаптационных возможностей организма [2,4]. Биоритмы работников при постоянных ночных сменах находятся в состоянии хронического десинхронизма [6].

Так как примерно 20% трудоспособного населения развитых стран работает по сменному графику, проблема влияния ночных смен стала тщательно изучаться многими учеными [8,11]. Есть доказательства, что сменная работа способствует росту инсулиноре-

зистентности, артериального давления (АД) и постпрандиального уровня триглицеридов, повышая риск развития сердечно-сосудистых заболеваний в 1,6 раза у мужчин и в 3,0 раза у женщин в возрастной группе 45–55 лет [11]. Результаты исследований функциональных и метаболических процессов у сменных работников наиболее часто приводятся в качестве доказательства негативного влияния на здоровье человека фактора смещения времени [3]. Исследование этой проблемы начал Lund J. с соавт. в 2000 г. Они изучали метаболические реакции организма сотрудников английской антарктической станции в ответ на изменения циркадных ритмов при работе по графику день-ночь. Были получены доказательства того, что нарушение циркадных ритмов во время работы в ночную смену является одной из ранних и до сих пор неизученных причин развития инсулиновой резистентности и последующего дисметаболизма [9].

Результаты шестилетнего проспективного исследования De Bacquer D. с соавт., полученные при наблюдении за сотрудниками, имеющими различный трудовой график, позволили констатировать, что при сменной работе, во-первых, достоверно быстрее формируется артериальная гипертензия (АГ), во-вторых, чаще наблюдается развитие нежелательных метаболических изменений, как-то: снижение уровня липопротеидов высокой плотности, повышение концентрации триглицеридов, увеличение массы тела [7]. В 2010 г. японские ученые сравнили влияние трех видов временного графика работы на развитие АГ и метаболических нарушений. В перекрестное одномоментное исследование были включены сотрудники, которые работали в одну, две либо три смены. Выяснилось, что наиболее часто АГ развивалась среди работников ночных смен (17,6%), на втором месте оказались лица, работающие только в одну смену (13,8%), но наименьшее количество случаев АГ и признаков дисметаболизма было выявлено среди лиц, имеющих двухсменный график работы (10,7%) [8].

Это положение согласуется с результатами, описанными в работе Oishi M. с соавт., изучавших взаимосвязь между работой в ночные смены и развитием АГ [10], и др. зарубежных [12] и отечественных ученых [5].

Выводы. 1. Установлены причинно-следственные отношения между графиком трудовой деятельности (хроническим, смещением периодов сна и активности относительно естественного светового дня), изменением функционального состояния вегетативной нервной системы, характеризующимся усилением эрготропных, гуморальных, симпатических влияний на деятельность основных систем организма, развитием АГ в совокупности с метаболическими нарушениями. 2. У работников с режимом труда с ночными сменами при стаже более 5 лет наблюдается усиление эрготропных, гуморальных, симпатических влияний на деятельность основных систем организма и, как следствие, увеличение риска развития дисметаболических процессов и наличие риска заболеваний системы кровообращения. 3. Необходим инди-

визуальный подход к решению вопроса допуска работника в ночные смены и учету функционального состояния ВНС на этапе предварительного медицинского осмотра при стаже сменной работы с ночными сменами 5 лет и более.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 7–12)

1. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин А.В. и др. // Вестн. аритмологии. — 2001. — № 24. — С. 66–85.
2. Вегетативные расстройства (клиника, диагностика, лечение). — М.: МИА, 2000. — С. 44–102.
3. Джериева И.С., Н.И. Волкова, С.И. // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. — 2012. — № 8(2). — С. 185–189.
4. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. — М.: Наука, 1984. — 221 с.
5. Цфасман А.З., и др. // Мед. труда и пром. эколог. — 2010. — № 12. — С. 44–48.
6. Peter Knauth // Энциклопедия по безопасности и гигиене труда. — 2001. — Т. 2. — 309 с.

REFERENCES

1. Baevskiy R.M., Ivanov G.G., Chireykin L.V., et al. // Vest. Aritmologii. — 2001. — 24. — P. 66–85 (in Russian).
2. Vegetative disorders (clinical manifestations, diagnosis, treatment). — Moscow: MIA, 2000. — P. 44–102 (in Russian).
3. Dzherieva I.S., N.I. Volkova, S.I. // Ratsional'naya farmakoterapiya v kardiologii. — 2012. — 8 (2). — P. 185–189 (in Russian).
4. Mathematic analysis of cardiac rhythm changes in stress. Moscow: Nauka, 1984: 221 p. (in Russian).
5. Tsfasman A.Z., et al. // Industr. med. — 2010. — 12. — P. 44–48 (in Russian).
6. Peter Knauth. Encyclopedia on work safety and occupational hygiene, 2001. — Vol. 2. — 309 p. (in Russian).

7. De Bacquer D. // Int. J. Epidemiol. — 2009. — 38 (3). — P. 848–854.
8. Kawada T. et al. // Aging Male. — 2010. — 13 (3). — P. 174–178.
9. Lund J. et al. // Journal of Endocrinology. — 2001. — 171(3). — P. 557–564.
10. Oishi M. // J Hypertens. — 2005. — 23(12). — P. 2173–2178.
11. Scuteri A. // J Am Coll Cardio. — 2004. — 43(8). — P. 1388–1395.
12. Sookoian S. et al. // J Intern Med. — 2007. — 261(3). — P. 285–292.

Поступила 16.06.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Власова Елена Михайловна, (Vlasova E.M.),
врач-профпат., зам. зав. клиникой профпатологии ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», канд. мед. наук. E-mail: vlasovaem@fcrisk.ru..

Алексеев Вадим Борисович (Alekseev V.B.),
зам. дир. ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», д-р мед. наук. E-mail: vadim@fcrisk.ru.

Носов Александр Евгеньевич (Nosov A.E.),
вр.-кардиолог, зав. стационарным отд. клиники профпатологии ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», канд. мед. наук. E-mail: nosov@fcrisk.ru.

Ивашова Юлия Анатольевна (Ivashova Yu.A.),
зав. отд. лучевой диагн. клиники профпатологии ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». E-mail: ivashova@fcrisk.ru.

УДК 614.7:616.24

К.П. Лужецкий^{1,2}, О.Ю. Устинова^{1,2}, И.Е. Штина¹, С.А. Вековщина¹, Ю.А. Ивашова¹, М.Ю. Цинкер¹

ИЗМЕНЕНИЕ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА У НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО В ЗОНАХ ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕСТ СКЛАДИРОВАНИЯ ОТХОДОВ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА, СОДЕРЖАЩИХ СВИНЕЦ, КАДМИЙ И МЫШЬЯК

¹ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», д. 82, ул. Монастырская, Пермь, Россия, 614045

²ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», д. 15, ул. Букирева, Пермь Россия, 614990

Проведено клиничко-лабораторное и ультразвуковое исследование особенностей формирования нарушений липидного обмена у 137 взрослых и 170 детей, проживающих в непосредственной близости от мест складирования отходов добычи и переработки горно-обогатительного производства, в условиях хронического многосредового (атмосферный воздух, вода, продукты питания) воздействия металлов. Установлено, что у детей с повышенной кон-