

Меркулов Ю.А.^{1,2}, Пятков А.А.³, Меркулова Д.М.^{1,2}

Особенности ремоделирования регуляции вегетативных функций человека при адаптации организма к экстремальным условиям в трудовой деятельности

¹ — Неврологический центр им. Б.М. Гехта, Негосударственное учреждение здравоохранения Центральная клиническая больница №2 им. Н.А. Семашко Открытого акционерного общества «Российские железные дороги». 107150, Москва, ул. Лосиноостровская, вл. 43

² — Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт Общей патологии и патофизиологии», 125315, Москва, ул. Балтийская, 8

³ — Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины» Департамента здравоохранения г.Москвы. 105120, Москва, ул. Земляной вал, 53

В современном обществе профессиональная деятельность в условиях экстремальных факторов занимает все большее место. Особо следует отметить работу, связанную с ночными сменами, в рамках которой задействовано до 20% населения. В ряде случаев такая работа может вести к нарушению процессов адаптации организма и увеличивать риск развития заболеваний. Необходимость поиска критериев дизрегуляционных изменений в организме человека при адаптации к экстремальным условиям в трудовой деятельности является актуальной проблемой с точки зрения превентивного сохранения здоровья трудоспособного населения и обеспечения безопасности в условиях профессиональной деятельности. В работе предпринята попытка выявления начальных признаков дизрегуляции вегетативных функций на основе анализа вариабельности ритма сердца у машинистов локомотивов и врачей-дежурантов. Выявлено, что данные группы лиц с разным уровнем напряженности профессиональной деятельности могут являться моделью для наблюдения стадий дизрегуляционного процесса. Показано, что наиболее ранними маркерами ремоделирования вегетативной регуляции являются показатели спектрального анализа вариабельности ритма сердца, отражающие активность общей мощности регуляции (TP) и парасимпатического звена (HF).

Ключевые слова: вегетативная нервная система, дизрегуляция, адаптация, ночные смены, машинисты локомотивов, вариабельность ритма сердца

Merkulov Y.A.^{1,2}, Pyatkov A.A.³, Merkulova D.M.^{1,2}

Peculiarity of autonomic functions regulation remodeling in human adaptation to extreme conditions in labor activities

¹ — B.M. Geht Neurological Center at Non-governmental Healthcare Organization N.A. Semashko Central clinical hospital №2 OJSC «Russian Railways». 107150, Moscow, ul. Losinoostrovskaya, vladenie 43

² — Federal State Budgetary Scientific Institution «Scientific-Research Institute of General Pathology and Pathophysiology» 125315, Moscow, ul. Baltijskaya, dom 8

³ — State-financed health institution «Moscow Scientific and Practical Center of Medical Rehabilitation, rehabilitation and sports medicine» of Moscow Department of Health Care. 105120, Moscow, ul. Zemlyanoy val, dom 53

In modern society, professional activity in conditions of extreme factors occupies a growing place. Of particular note is the work related to night shifts involving up to 20% of the population. In some cases, this work may lead to a breach of the adaptation processes of the body and increase the risk of diseases. The necessity to search criteria of dysregulation changes in the human body during adaptation to extreme conditions in labor activities is the actual problem from the standpoint of preventive health care of the working population health and providing safety in professional activities conditions. In our work, we attempted to identify early signs of autonomic function's dysregulation by analyzing the heart rhythm variability in locomotive operators and doctors on duty. It was revealed that these groups of people with different levels of intensity of professional activities may be the model for observation of the stages of dysregulation process. It is also shown that the earliest markers of autonomic regulation remodeling are indicators of the spectral analysis of heart rhythm variability, reflecting the activity of the total power regulation (TP) and parasympathetic part (HF).

Key words: autonomic nervous system, dysregulation, adaptation, night shifts, locomotive engineer, heart rhythm variability

Для корреспонденции: Меркулов Юрий Александрович, д.м.н., гл. науч. сотр. лаб. общей патологии нервной системы НИИ Общей патологии и патофизиологии, врач-невролог высшей категории Неврологического центра им. Б.М. Гехта ОАО «РЖД», E-mail: yurmerk@mail.ru

В современном урбанизированном и глобализированном обществе выполнение рабочих обязанностей у многих профессиональных категорий может быть сопряжено с целым рядом нестандартных обстоятельств, зачастую приближенных к экстремальным. К таким факторам можно отнести нарушение циркадных ритмов в связи с работой в ночное время суток, требующей поддержания длительной концентрации внимания на фоне высокой ответственности, связанной с сохранением человеческих жизней. В числе подобных профессиональных групп стандартно выделяют пилотов, машинистов локомотивов, диспетчеров, работников правоохранительных органов и медицинской отрасли.

Многолетними исследованиями было показано, что у машинистов локомотивов, в условиях готовности к экстренным действиям на фоне монотонии, повышенных требований к операторскому мышлению, высокой персональной ответственности имеются высокие риски развития сердечно-сосудистой патологии и ее осложнений [1—6].

Степень адаптации к напряженной работе зависит от многих факторов, однако механизмы такой адаптации являются неспецифическими и унифицированными и связаны с изменением регуляторной активности вегетативной нервной системы (ВНС). Была предложена многоуровневая многоконтурная модель регуляции вегетативных функций [7, 8], согласно которой, оптимальная схема заключается в превалировании инициативы сегментарных структур ВНС при малом вмешательстве центрального звена регуляции.

В условиях длительного влияния на организм человека патологических факторов окружающей среды или условно-патогенных (к которым можно отнести сложные условия трудовой деятельности) происходит перестройка всех функциональных систем. Фундаментальные основы такой перестройки отражены в процессах дизрегуляции и дизрегуляционной патологии [9]. Показано, что любые дизрегуляционные изменения в организме инициируются и катализируются перестройкой модели регуляции ВНС [4, 10].

Анализ variability ритма сердца (ВРС) — признанная методика исследования процессов регуляции физиологических функций, где система кровообращения рассматривается как индикатор адаптационных реакций всего организма, отражающий изменения вегетативного паттерна в ответ на высокие нагрузки [6, 7]. Рядом авторов показана существенная роль данного метода в оценке функционального состояния организма космонавтов [8, 11] и профессиональных спортсменов [12, 13]. Продемонстрированы особенности изменения вегетативной регуляции при различных патологических процессах и состоявшихся заболеваниях [5, 7, 10, 14—21]. Вместе с тем, одной

из фундаментальных задач поддержания здоровья здорового человека остается изучение перестройки ВНС в условиях напряженного профессионального труда — в ситуациях, когда требуется определение условной границы между нормой и патологией [4, 22].

Цель исследования — анализ особенностей обеспечения вегетативных функций и маркеров адаптационных реакций на модели практически здоровых людей с различной степенью напряженности труда, связанного с работой в ночное время суток.

Методика

Всего было обследовано 152 человека (мужчины) в возрасте 32—55 лет. В их число вошли 41 машинист локомотива и 21 врача-дежуранта, группу контроля составили 26 человек служащие, чья работа не связана с ночными сменами, остальные были исключены на основании неполного соответствия критериям включения/исключения. Таким образом, в исследование, в качестве основных целевых групп, были включены практически здоровые лица с разной степенью напряженности труда на фоне выполнения профессиональных обязанностей в ночное время суток.

Основным методом оценки функционального состояния вегетативной нервной системы служил анализ ВРС. Исследование проводилось с помощью компьютерного оборудования «ВНС-микро» и программного обеспечения «Поли-Спектр» производства ООО «Нейрософт» (Россия, г.Иваново) с использованием поворотного стола. Стандартная методика исследования заключалась в последовательной записи электрокардиограммы: 5-минутная фоновая запись в состоянии расслабленного бодрствования и аналогичная запись после пассивного перевода исследуемого в ортостатическое положение с помощью поворотного стола. Наряду с анализом большинства общепринятых параметров временных и спектральных характеристик ВРС в фоновой и ортостатической пробах, наибольший акцент был сделан на интерпретацию следующих значений:

- TP — суммарная мощность спектра ВРС;
- VLF — самый низкочастотный компонент спектра ВРС;
- LF — низкочастотный компонент спектра ВРС;
- HF — высокочастотный компонент спектра ВРС;
- ИН — индекс напряжения регуляторных систем по Баевскому [7].

Статистическая обработка результатов проводилась при помощи компьютерной программы «Statistica» V 7.0 (StatSoft Inc., США). Были использованы параметрические и непараметрические методы описательной статистики с вычислением средних значений и среднего квадратичного отклонения, либо медианы,

верхнего и нижнего квартилей, для данных с нормальным и отличным от нормального распределением, соответственно. В первом случае для сравнения зависимых и независимых выборок применяли дисперсионный анализ и t-тест Стьюдента, во втором — ранговые критерии Вилкоксона, Манна—Уитни и Краскела—Уоллиса.

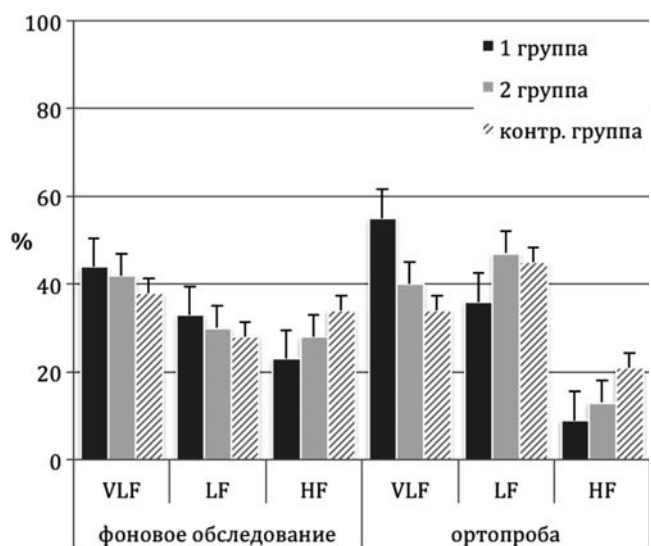
Результаты и обсуждение

По результатам фоновой записи ВРС в группе машинистов показатели спектрального анализа имели меньшие значения, чем в группе контроля со статистически значимой разницей ($p < 0,05$ при использовании критерия Манна—Уитни). Так, для ТР — показателя, отражающего вклад всех звеньев ВНС в мощность регуляции ритма сердца — среднее значение и стандартное отклонение, а также медиана и верхний и нижний квартили (25% и 75% значений) составили соответственно $1714,29 \pm 1686,19$ и $1297,0$ [707,0; 2012,0] против аналогичных параметров в группе контроля: $3046,42 \pm 2467,41$ для средних и $2333,0$ [1458,0; 3780,0] для медиано-квартильных отношений. Среднее значение и стандартное отклонение VLF (показателя, в целом отражающего вклад гуморального контура регуляции) в группе машинистов составили $744,07 \pm 827,65$ против $1178,15 \pm 641,50$ в группе контроля; медиана и интерквартильные значения: $478,0$ [303,0; 890,0] и $1236,5$ [562,0; 1685,0] соответственно. Среднее значение и стандартное отклонение LF (показателя, отражающего вклад симпатического звена регуляции) в группе машинистов находились на уровне $551,95 \pm 513,56$ против $845,08 \pm 546,40$ в группе контроля; медиана и квартильный размах имели значения $403,0$ [199,0; 645,0] и $587,0$ [391,0; 1132,0] соответственно. Среднее значение и стандартное отклонение HF (показателя, отражающего вклад парасимпатического звена регуляции) в группе машинистов составили $394,56 \pm 630,91$ против $1036,04 \pm 1889,40$ в группе контроля; медиана и интерквартильные значения: $210,0$ [91,0; 352,0] и $478,5$ [287,0; 1091,0] соответственно. Таким образом, и общая мощность спектра, и мощность каждого из компонентов спектра в группе машинистов имели меньшее значение, чем в группе контроля, а также ниже большинства общепринятых диапазонов нормативных показателей [23]. Обращало внимание, что наибольшее снижение показателей ВРС в группе машинистов в фоновой записи относилось к значениям общей мощности спектра ВРС (ТР) и высокочастотного компонента ВРС (HF). Полученные данные отражали снижение влияния всех компонентов ВНС на регуляцию ритма сердца, наибольшим образом

проявлявшееся снижением активности парасимпатической нервной системы.

Следует отметить, что, несмотря на абсолютное снижение всех спектральных показателей, внутридольное соотношение спектров в группе машинистов свидетельствовало о превалировании симпато-гуморальной составляющей регуляции над парасимпатическим звеном и имело вид: $44\%—33\%—23\%$ (VLF>LF>HF), что не вполне соответствовало оптимальной модели регуляции, так как из данных литературы известно примерно равное исходное соотношение по частотным спектрам ВРС в норме [23, 24]. Однако в нашем обследовании это не было подтверждено даже в контрольной группе, а зафиксированное соотношение равнялось $38\%—28\%—34\%$ (VLF-LF-HF), что можно отразить следующим соотношением: VLF>HF>LF (рисунок). Полученные данные соответствуют опубликованным наблюдениям ряда авторов, в которых, результаты исследования спектров контрольных лиц также неоднородно распределены при фоновом обследовании [24].

На фоне проведения ортостатической пробы были выявлены тенденции к усугублению относительно оптимальной модели регуляции. В группе машинистов общая мощность спектра ВРС составляла $2217,73 \pm 1328,96$ с медианой и квартильным размахом $1954,0$ [1105,0; 3090,0]. Соотношение спектров (VLF-LF-HF) общей мощности имело структуру $55\%—36\%—9\%$. В группе контроля общая мощность спектра ВРС была на уровне $3440,85 \pm 3532,70$ с медианой и квартильным размахом $2594,5$ [1255,0; 4582,0]. Соотношение спектров (VLF-LF-HF) общей мощности имело структуру



Соотношение спектральных показателей мощности ВРС при фоновом исследовании и в ортостатической пробе в обследованных группах. Пояснения в тексте.

34%—45%—21%. Таким образом, в группе машинистов было отмечено статистически значимое увеличение общей мощности спектра ВРС (уровень $p < 0,05$ по результатам сравнения зависимых показателей с использованием метода Вилкоксона). В группе контроля разница значений ТР в фоновой записи и ортопробе была статистически незначима ($p > 0,05$). Обращало на себя внимание, что парадоксальное повышение общей мощности при ортопробе в группе машинистов было обусловлено не столько изменением доли спектра LF (-3%), сколько повышением доли спектра VLF (+11%), отражающего участие центрального контура регуляции. Также обращало на себя внимание, значительное падение доли компонента HF (-14%). В результате отношение отдельных спектров в группе машинистов при ортопробе имело вид: $VLF > LF > HF$. В группе контроля при проведении ортопробы значения ТР и соотношение спектров VLF и HF статистически значимо не отличались от таковых в фоновой записи ($p > 0,05$). Лишь значение спектра LF в ортопробе имело большее значение по сравнению с фоновой записью, что отражало в целом нормальную перестройку долей спектров: $LF > VLF > HF$ (рисунок).

Таким образом, по данным ортопробы, были выявлены признаки нарастания перестройки модели вегетативной регуляции, заключающиеся в недостаточности реактивности симпатического и парасимпатического звена ВНС, компенсированные избыточной активацией центрального контура регуляции. В фоновой записи среднее значение ИН и его стандартное отклонение равнялись $160,66 \pm 99,78$ с медианой и квартильным размахом $124,0 [81,0; 232,0]$, в группе контроля — $91,92 \pm 62,18$ и $69,5 [50,0; 90,1]$ соответственно. Полученные данные в группе машинистов превышали допустимые нормальные значения; различия значений в изучаемых группах являлись статистически значимыми ($p < 0,01$). При проведении ортопробы было отмечено нарастание ИН при уровне $p < 0,01$. Полученные значения ИН также подтверждали превалирование влияний центрального контура в регуляции ритма сердца в группе машинистов при недостаточности автономных (сегментарных) механизмов.

При сопоставлении с группой контроля значений аналогичных параметров ВРС фоновой записи, полученных в группе врачей-дежурантов было также отмечено наличие у последних тенденции к снижению. Так, среднее значение и стандартное отклонение ТР в группе врачей-дежурантов составляли $2647,81 \pm 2506,00$; медиана и интерквартильные значения — $1418,0 [891,0; 3970,0]$. Среднее значение и стандартное отклонение VLF находились на уровне $1113,43 \pm 1063,7$; медиана и квартильный раз-

мах имели значения $650,0 [428,0; 1554,0]$. Среднее значение и стандартное отклонение LF составляли $808,05 \pm 708,23$; медиана и интерквартильные значения — $429,0 [293,0; 1551,0]$. Среднее значение и стандартное отклонение HF были зарегистрированы на уровне $756,52 \pm 1167,42$; медиана и интерквартильные значения — на уровне $271,0 [170,0; 635,0]$. Выявленная тенденция сопровождалась выходом нижних квартилей большинства показателей за пределы нормативных данных, в особенности значение HF, что трактовалось, как и в группе машинистов, со снижением общей мощности вегетативной регуляции на ритм сердца, преимущественно за счет парасимпатической нервной системы. Вместе с тем, по всем анализируемым параметрам статистически значимой разницы между группой врачей-дежурантов и группой контроля выявлено не было.

В группе врачей-дежурантов в фоновой записи соотношение компонентов общей мощности спектра имело следующий вид: 42%—30%—28% (VLF-LF-HF). На фоне проведения ортостатической пробы общая мощность спектра (ТР) ВРС составляла $2848,38 \pm 2891,98$ с медианой и квартильным размахом $1366,0 [839,0; 5400,0]$. Статистически значимого отличия между уровнем ТР в ортопробе и фоновой записи выявлено не было ($p > 0,05$). Соотношение спектров (VLF-LF-HF) общей мощности имело структуру 40%—47%—13% (LF > VLF > HF) и также в целом соответствовало оптимальной схеме реактивности ВНС и значениям группы контроля (рисунок). На фоне умеренного увеличения общей мощности спектра ВРС (+12%), внутриспектральная доля VLF оставалась практически неизменной (-2%), доля LF увеличилась пропорционально оптимальной физиологической реакции (+17%), доля HF была незначительно снижена (-9%). Полученные данные соответствовали нормальному алгоритму перестройки ВНС на фоне ортопробы и описывали достаточную ее реактивность и надежность вегетативного обеспечения деятельности сердечно-сосудистой системы. Значения индекса напряженности (ИН) как фоновой записи, так и в ортопробе не имели статистически значимой разницы между изучаемой группой и контрольной.

Таким образом, в группе врачей-дежурантов были выявлены элементы перестройки модели вегетативной регуляции, которые заключались в снижении общей мощности (участия) всех компонентов ВНС, в первую очередь парасимпатического звена, однако выраженных изменений, затрагивающих нарушение вегетативной реактивности, вегетативного обеспечения деятельности и централизации управления выявлено не было.

При сравнении значений всех анализируемых выше параметров ВРС группы машинистов локомотивов и группы врачей-дежурантов между собой была выявлена статистически значимая разница. Основываясь на гипотезе о разности степеней напряженности труда на фоне схожих принципов перестройки циркадных ритмов в исследуемых группах, было сделано предположение о характере перестройки моделей регуляции как о стадийности дизрегуляционного процесса.

Заключение

Результаты проведенного исследования убедительно показали, что характер «экстремальных» профессий реверсным образом может истощать адаптационные ресурсы здорового организма, снижая запас прочности адаптационных механизмов, обеспечивающих «протекцию» физиологической регуляции вегетативных функций [4, 14, 16, 25].

Данные спектрального и временного анализа ритма сердца, как в группе машинистов, так и в группе врачей-дежурантов, дают основание обсуждать перестройку модели регуляции сердечного ритма в сравнении с группой контроля, которую можно трактовать как «ремоделирование вегетативной регуляции».

Перестройка данной модели, не изменяющая основные гомеостатические показатели организма, может приводить к формированию неоптимальной, инертной схемы на основе преобладания симпатогуморального (центрального) контура регуляции, увеличивающая риск фатальных осложнений в работе сердечно-сосудистой системы в долгосрочной перспективе [4, 7, 26]. В основе такого ремоделирования лежат структурно-дисфункциональные изменения, в первую очередь парасимпатического, а также симпатического и гуморального звеньев, свидетельствующие о начальном снижении «запаса прочности» функциональных систем организма, по типу дизрегуляции [9].

При этом степень ремоделирования в исследуемых группах различна. На примере врачей-дежурантов можно проследить признаки начальной стадии перестройки модели регуляции ВНС: отмечается лишь некоторое снижение общей регуляторной мощности ВНС в фоновой записи, в частности парасимпатического звена, «редуцирование» которого приближено к статистически значимой разнице по отношению к контрольной группе. Это находит отражение в снижении показателей анализа ВРС в фоновой записи как ТР, HF при отсутствии статистически значимых изменений в ортостатической пробе. Следующая стадия является патофизиологически закономерной при персистенции провоцирующих факторов и высокой степени напряжения физиологических систем и

наглядно отражена в изменениях параметров ВРС в группе машинистов локомотивов: наряду со снижением в фоновой записи общей регуляторной мощности ВНС, снижением активности ПНС, выявляются признаки активации СНС, снижения реактивности ВНС и централизации регуляции. Эти изменения продемонстрированы снижением таких показателей как ТР, LF, HF в фоновой записи, увеличением VLF в ортостатической пробе, а также нарастанием значений ИН.

Централизация регуляторных механизмов осуществляется через активацию гуморального контура регуляции, обеспечивающего «неоптимальную» реактивность ВНС на фоне ее субкомпенсации. В случае продолжающегося действия патологического фактора возможен переход изменений в регуляции ВНС к следующей (необратимой) стадии — декомпенсации, или дизрегуляционной патологии.

Таким образом, проведенное исследование убедительно показывает, что перестройка модели регуляции вегетативных функций, имеет определенную последовательность, отражая стадии вегетативной дизрегуляции.

В связи с этим, важным аспектом является определение начальных изменений регуляторной функции с целью своевременного предупреждения развития дизрегуляционной патологии и профилактики развития необратимых нозологических состояний. В качестве наиболее ранних предикторов развития дизрегуляционного процесса ВНС были выявлены параметры, отражающие общую мощность вегетативной регуляции (ТР) и, в особенности, ее парасимпатическое звено (HF).

Список литературы

1. Цфасман А.З. *Железнодорожная клиническая медицина*. Профессиональные болезни. М.: РАПС, 2000: 8-12.
2. Цфасман А.З., Алпаев Д.В. *Циркадная ритмика артериального давления при измененном суточном ритме жизни*. М., Издательство «Репроцентр М», 2010: 8-12, 73-7.
3. Anderson CJ. The psychology of doing nothing. *Psychological Bulletin*. 2003; 129: 139-67.
4. Меркулов Ю.А., Пятков А.А., Меркулова Д.М. Работа с ночными сменами как фактор дизрегуляции вегетативной нервной системы у машинистов локомотивов // *Патологическая физиология и экспериментальная терапия*. — 2013. — С.75-81.
5. Станиславчук Н.А., Кульчицкая Е.Н. Особенности функционального состояния автономной нервной системы у больных с синдромом раздраженного кишечника. *Патогенез*. -2013;11(3): 74-7.
6. Peter A. van Zwieten. *European Society of Hypertension Scientific Newsletter*, 2003: 4-18.
7. Баевский Р.М., Берсенева А.П., Берсенев Е.Ю., Ешманова А.К. Использование принципов донозологи-

ческой диагностики для оценки функционального состояния организма при стрессорных воздействиях (на примере водителей автобусов). *Физиология человека*. 2009; 35(1): 41-51.

8. Baevsky R.M., Chernikova A.G. Heart rate variability analysis in evaluation of functional state in humans during long-term space flight. *Adv. Space Res.* 1998; 2(2): 14 Man in Space Symposium, Banff, Alberta, Canada, May 2003.

9. Гусев Е.И., Крыжановский Г.Н. *Дизрегуляторная патология нервной системы*. М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2009: 19-23, 148-52.

10. Решетняк В.К. Дизрегуляция дыхания и артериального давления во время сна. *Патогенез*. 2011;9(1): 4-13.

11. Shiraiishi M., Kamo T., Kamegai M. et al. Periodic structures and diurnal variation in blood pressure and heart rate in relation to microgravity on space station MIR. *Biomed Pharmacother.* 2004 Oct; 58 Suppl 1: P. 31-4.

12. Берсенев Е.Ю., Воронов А.В., Баевский Р.М. Половые особенности variability сердечного ритма у юных спортсменов в разные периоды суток. *Медико-биологические технологии повышения работоспособности в условиях напряженных физических нагрузок*. Выпуск 2. Сборник статей. 2006. С. 137-48.

13. Mourot L., Bouhaddi M., Perrey S., et al. Decrease in heart rate variability with overtraining: assessment by the Poincaré plot analysis. *Clin Physiol Funct Imaging*. -2004; 24(1): 10-8.

14. Еськов В.М., Кашина Ю.В., Мишина Е.А., Филатова М.А. Состояние функциональных систем организма человека в условиях нарушения суточной ритмики. *Вестник новых медицинских технологий*. 2007; XIV(1):27-9.

15. Королева М.А. Оценка вегетативной регуляции сердечного ритма на фоне 24-часовой депривации сна и после интенсивного светового воздействия. *Вестник ТГУ*. 2009, Т.14, вып.1: 48-51.

16. Кружлов В.Н. *Нарушения вегетативной регуляции и синдром артериальной гипертензии у работников локомотивных бригад с шейным миофасциальным болевым синдромом*. Казань, 2007.

17. Меркулов Ю.А., Калашников А.А., Пятков А.А., Щербенкова А.Л., Чернова П.А., Меркулова Д.М. Кардиоваскулярные проявления вегетативной полиневропатии. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2011; Т.111:71-9.

18. Порядин Г.В., Богинская О.А., Обрубов С.А., Пыков М.И., Колбатова Е.С., Дубовик Л.Г. Особенности состояния вегетативной нервной системы у детей с близорукостью, ассоциированной с недифференцированной дисплазией соединительной ткани. *Патологическая физиология и экспериментальная терапия*. 2013; 3: 27-31.

19. Chung M.H., Kuo T.B., Hsu N., et al. Comparison of sleep-related cardiac autonomic function between rotating-shift and permanent night-shift workers. *Ind. Health*. 2011;49(5):589-96. Epub. 2011 Aug 1.

20. Ishii N., Iwata T., Dakeishi M., Murata K. Effects of shift work on autonomic and neuromotor functions in female nurses. 2004 Sep;46(5):352-8.

21. Togo F., Takahashi M. Heart rate variability in occupational health a systematic review. -2009 Dec;47(6):589-602.

22. Хананашвили М.М. Теория переходного состояния между нормой и патологией. *Патологическая физиология и экспериментальная терапия*. 2012;1:3-12.

23. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use. *Circulation* 1996;93:1043-65.

24. Михайлов В.М. *Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода*. Иваново, 2002: 288 с.

25. Pankova V.B., Kaptsov V.A., Ermakova T.V., Kameleva E.A. Priorities of health-promoting and medical rehabilitation in railwaymen. *Gig Sanit.* 2007; (1): 34-6.

26. Makhovskaya T., Serduk N., Chernykh E., Khandurina G. Rhythmographia for detection predictors of violations of a rhythm in railways workers. *JRME NIIGATA*, 2004 The Eleventh International Symposium of the Japan-Russia Medical Exchange. 2004. Nngata, 2004.

References

1. Tsfasman A.Z. Railway clinical medicine. Occupational diseases. М.: RAPS, 2000. — S. 8-12.

2. Tsfasman A.Z., Alpaev D.V. Circadian rhythm of blood pressure in the changes of the daily rhythm of life. — М., Izdatelstvo «Reprintsentr M», 2010, S. 8-12, 73-7.

3. Anderson C.J. The psychology of doing nothing. *Psychological Bulletin*. 2003; 129: 139-167.

4. Merkulov Y.A., Pyatkov A.A., Merkulova D.M. Night shift work as a dysregulation factor of the autonomic nervous system in locomotive drivers. *Patologicheskaya fiziologiya i eksperimentalnaya terapiya*. 2013: S.75-81.

5. Stanislavchuk N.A., Kulchitskaya E.N. Autonomic nervous system functional state features in patients with irritable bowel syndrome. *Patogenez*. 2013; 11, 3: S.74-77.

6. Peter A. van Zwieten — European Society of Hypertension Scientific Newsletter, 2003: P. 4-18.

7. Baevsky R.M., Berseneva A.P., Bersenev E.Y., Eshmanova A.K. Using the Principles of Preclinical Diagnosis for Evaluation of the Functional State of the Organism under Stress Influences (as exemplified by bus drivers). // *Fiziologiya cheloveka*. 2009. T.35. 1: 41-51.

8. Baevsky R.M., Chernikova A.G. Heart rate variability analysis in evaluation of functional state in humans during long-term space flight. *Adv. Space Res.*, 1998; 2, 2, 14 Man in Space Symposium, Banff, Alberta, Canada, May 2003.

9. Gusev E.I., Kryzhanovsky G.N. Dysregulation Pathology of the Nervous System. М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2009. S. 19-23, 148-152.

10. Reshetnyak V.K. Dysregulation of respiration and blood pressure during sleep. *Patogenez*. 2011; 9, 1: S.4-13.

11. Shiraiishi M., Kamo T., Kamegai M. et al. Periodic structures and diurnal variation in blood pressure and heart rate in relation to microgravity on space station MIR. *Biomed Pharmacother.* 2004 Oct; 58 Suppl 1: P. 31-4.

12. Bersenev E.Y., Voronov A.V., Baevsky R.M. Sexual Features of Heart Rate Variability in Young Athletes in Different Periods of the Day. *Mediko-biologicheskie tehnologii povysheniya rabotosposobnosti v usloviyah napryazhennykh fizicheskikh nagruzok*. Vypusk 2. Sbornik statey. 2006. S. 137-148.

13. Mourot L., Bouhaddi M., Perrey S., et al. Decrease in heart rate variability with overtraining: assessment by the Poincaré plot analysis. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2004 Jan; 24(1): 10-8.

14. Eskov V.M., Kashina Y.V., Mishina E.A., Filatova M.A. Condition of the human body functional systems in a daily rhythm violation. *Vestnik novykh medicinskih tekhnologiy*. — 2007, T. XIV, 1 — S. 27-29.
15. Korleva M.A. Assessment of heart rate autonomic regulation on the background of the 24-hour sleep deprivation, and after intense light exposure. *Vestnik TGU* — 2009, T.14, vyp.1. — S. 48-51.
16. Kruglov V.N. Autonomic regulation disorder and arterial hypertension syndrome in workers of locomotive brigades with cervical myofascial pain syndrome. — Kazan, 2007.
17. Merkulov Y.A., Kalashnikov A.A., Pyatkov A.A., Scherbenkova A.L., Chernova P.A., Merkulova D.M. Cardiovascular manifestations of autonomic polyneuropathy. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova*. 2011; T.111: S.71-79.
18. Poruadin G.V., Boginskaya O.A., Obrubov S.A., Pyatkov M.I., Kolbatova E.S., Dubovik L.G. Autonomic nervous system state features in children with myopia associated with undifferentiated connective tissue dysplasia. *Patologicheskaya fiziologiya i eksperimentalnaya terapiya*. 2013. 3: 27-31.
19. Chung MH., Kuo TB., Hsu N., et al. Comparison of sleep-related cardiac autonomic function between rotating-shift and permanent night-shift workers. *Ind. Health*. 2011;49(5):589-96. Epub. 2011 Aug 1.
20. Ishii N., Iwata T., Dakeishi M., Murata K. Effects of shift work on autonomic and neuromotor functions in female nurses. *J Occup. Health*. 2004 Sep;46(5):352-8.
21. Togo F., Takahashi M. Heart rate variability in occupational health a systematic review. *Ind. Health*. 2009 Dec;47(6):589-602.
22. Hananashvili M.M. The theory of the transition state between norm and pathology. *Patologicheskaya fiziologiya i eksperimentalnaya terapiya*. 2012. 1: S.3-12.
23. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use. *Circulation* 1996;93:1043-1065.
24. Mihaylov V.M. Heart rate variability: the experience of the practical application of the method. — Ivanovo, 2002. — 288 s.
25. Pankova V.B., Kaptsov V.A., Ermakova T.V., Kameneva E.A. Priorities of health-promoting and medical rehabilitation in railwaymen. *Gig Sanit*. 2007 Jan-Feb; (1): 34-6.
26. Makhovskaya T., Serduk N., Chernykh E., Khandurina G. Rhythmographia for detection predictors of violations of a rhythm in railway workers. *JRME NIIGATA*, 2004 The Eleventh International Symposium of the Japan-Russia Medical Exchange 2004 — Nngata, 2004.

Поступила 10.11.14
Received 10.11.14

Сведения об авторах:

Артём Александрович Пятков — врач-невролог Московского научно-практического центра медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины. E-mail: contradolor@mail.ru

Дина Мироновна Меркулова — д.м.н., гл. науч. сотр. лаб. общей патологии нервной системы НИИ общей патологии и патофизиологии, профессор кафедры нервных болезней ИПО Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, врач-невролог высшей категории, руководитель Неврологического Центра им. Б.М. Гехта ОАО «РЖД», заслуженный врач РФ. E-mail: dinamerk@mail.ru