

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

Работа с ночными сменами как фактор дизрегуляции вегетативной нервной системы у машинистов локомотивов

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

² Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии» Российской академии медицинских наук, 125315, Москва, ул. Балтийская, 8

Работа с ночными сменами является обязательной необходимостью современной части индустриального урбанизированного общества. В развитых странах в работе, связанной с ночными сменами, задействовано до 20% населения. К таким категориям трудящихся, безусловно, относятся машинисты локомотивов. Следствием регулярной работы с ночными сменами является нарушение циркадных ритмов человека, что, посредством дизрегуляции вегетативной нервной системы, находит отражение в большем риске возникновения заболеваний и аварийности на транспорте. Необходимость поиска способов и критериев превентивного мониторинга дизрегуляторных изменений в организме человека является актуальной и перспективной проблемой с точки зрения сохранения здоровья трудоспособного населения, профилактики заболеваний и обеспечения безопасности на транспорте.

Ключевые слова: ночные смены, циркадные ритмы, дизрегуляция, машинисты, вариабельность ритма сердца, вегетативная нервная система

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

Work with night shift as a factor dysregulation of autonomic nervous system of locomotive drivers

¹ Gekht neurological center, N.A. Semashko Central clinical hospital №2 OAO «RZhD», 43, Losinoostrovskaya str., 107150, Russia

² Institute of General Pathology and Pathophysiology RAMS, 8, Baltiyskaya str., Moscow, 125315, Russia

Work with night shift is an obligate necessity of modern industrial urban society. In developed countries in the work on the night shift use up to 20%. These categories of workers are definitely the locomotive drivers. The consequence of a regular work with night shifts is a violation of human circadian rhythms, which, through dysregulation of the autonomic nervous system, is reflected in a greater risk of disease and transport accidents. The need to find ways and criteria of preventive monitoring dysregulatory changes in the human body is an urgent and challenging issue in terms of the health of the working population, disease prevention, and transportation security.

Key words: night shifts, circadian rhythms, dysregulation, machinists, heart rate variability, autonomic nervous system

Эволюционно закрепленная последовательность взаимодействия различных физиологических систем согласована с внешней средой и определяет нормальную жизнедеятельность целостного организма. Ведущим условием существования большинства живых существ является необходимость поддержания гомеостаза в условиях меняющихся воздействий внешней и внутренней среды. В статье «Пути развития космической физиологии» академик В.В. Парин отмечает: «Только глубоко изучив механизмы регуляции и компенсации

функций организма, можно управлять ими и тем самым обеспечивать гомеостаз организма» [14].

Постоянное уравнивание организма со средой требует непрерывной перенастройки внутренних связей между физиологическими системами, изменения их активности, регулирования и функционирования [3]. Рассогласование упорядоченной работы физиологических систем с внешней средой способно приводить к адаптационно-приспособительным нарушениям посредством стойких дизрегуляторных каскадов [5]. Эти процессы, описанные Г.Н. Крыжановским, обозначаются как дизрегуляторная патология и являются следствием длительно существующей активности патологических функциональных систем, способных впоследствии формировать нозологические характеристики болезни.

Для корреспонденции: Пятков Артем Александрович, мл. науч. сотр. лаб. патологии ионного транспорта и внутриклеточной сигнализации ФГБУ «НИИОПП» РАМН, врач-невролог НЦ им. Б.М. Гехта, ЦКБ №2 им. Н.А. Семашко ОАО «РЖД». E-mail: contradolor@mail.ru

Вместе с тем, развитию дизрегуляторной патологии предшествует ряд изменений функций организма — дизрегуляция, которая, по определению Г.Н. Крыжановского, является неспецифическим ответом организма как реакция на персистирование разнообразных неблагоприятных факторов. Таковыми могут быть хронические соматические заболевания, инфекции, аллергические реакции, непропорционально высокие физические нагрузки, эмоциональный стресс и т.д. При этом в литературе нет описания однозначных критериев того, какие изменения в модели регуляции функций являются физиологическими, определяющими адаптацию организма, а какие имеют тенденцию к развитию дизрегуляции; какие именно механизмы можно рассматривать как переходные и индикаторные в процессе от дизрегуляции к дизрегуляторной патологии.

Одним из ключевых факторов дизрегуляции в современном обществе является облигатная необходимость работы больших слоев населения в ночное время, что приводит к нарушению привычных циркадных ритмов человека.

С ночными сменами в развитых странах занято порядка 20% работающего населения. Официальной ночной сменой считается смена с 22.00 до 6.00 и близкие варианты 23.00—7.00 и 24.00—8.00 ч (ст. 96 ТК РФ). Некоторые предприятия вводят свое понимание ночной смены. Например, метрополитен считает ночной смену, начинающуюся от 16.00 до 18.00 и оканчивающуюся в 24.00 и 02.00; затем ночной отдых, утром работа с 5.00 и 6.00 до 8.30 и 9.30.

Традиционно большое внимание уделяется этой проблеме в железнодорожной медицине. В работах А.З. Цфасмана подробно описываются особенности гигиены труда у машинистов электровозов при работе с ночными сменами. Сон днем после ночной смены, по данным А.З. Цфасмана, большей частью короток и неполноценен, работающий с ночными сменами в среднем недосыпает за неделю не менее 5—7 часов [18]. Артериальное давление у машинистов имеет тенденцию к повышенным значениям, в том числе с недостаточностью его снижения в ночное время, что косвенно говорит о преобладании симпатических влияний в регуляции работы сердечно-сосудистой системы [19].

Адаптация к работе (бодрствование по ночам), ее скорость и степень во многом связаны с индивидуальными особенностями. Только 1/5 работающих по ночам адаптируются почти полностью, а у остальных адаптации не происходит и после года работы в ночные смены. При этом есть сведения, указывающие на легкую переносимость и адаптацию отдельных лиц к постоянной ночной работе [10].

Следует подчеркнуть, что переносимость работы в ночную смену и вообще бодрствования по ночам, осо-

бенности приспособления к измененному суточному графику жизнедеятельности во многом определяется генетическими факторами. Известна классификация на «сов» и «жаворонков», каждый из которых имеет свои «предпочтения» относительно физической и умственной активности в различные периоды суток. Такие особенности детерминированы определенными генами, являются стойкими, малокорректируемыми на протяжении жизни и/или трудовой деятельности. В связи с этим возникает вопрос о необходимости проведения психофизиологического и генетического тестирования для кандидатов на работу, связанную с ночными сменами и высокой социальной ответственностью с целью сохранения здоровья сотрудника и обеспечения безопасности на рабочем месте.

У лиц, работающих в разные смены (в дневные и ночные), происходит десинхронизация наружных сигналов — сигнализаторов ритма, причем природные сигналы не меняются, а социальные сдвигаются в зависимости от смены. Трудности адаптации в особенности заметны в первый день после изменения смены, однако эти трудности могут иметь тенденцию к уменьшению в последующие дни в процессе приспособления к новому ритму. Однако необходимо отметить, что истинного изменения всех ритмов иногда не происходит даже у лиц, постоянно работающих в ночные смены, потому что социальные аспекты (в дополнение к природным) остаются синфазными местному времени — повседневная деятельность членов семьи, телевизионные программы, культурная жизнь, уличный шум [10].

Относительная стойкость временной последовательности функций обеспечивается эволюционно детерминированной ассоциацией этих функций с 24-часовым внешним ритмом, что определяет «внутренние часы» человека. История учения о биологических часах простирается на несколько веков. Еще в 1729 г. французский ученый де Меран, проводя наблюдения над растениями, сделал предположение о существовании особых внутренних биоритмов на основе наблюдений за «никтинастическими» движениями листьев особого сорта фасоли. В настоящее время в общем виде, биоритмы можно классифицировать по временному критерию (Hallberg, 1964). Выделяют биоритмы с периодом от нескольких долей секунд до нескольких десятков лет и более. Но наиболее важными и изученными для человека являются циркадианные (или циркадные) ритмы, период которых составляет около 24 ч. Например, цикл «сон — бодрствование». В рамках этого цикла известно закономерное нормальное изменение температуры тела в течение суток со снижением температуры в период сна и возрастанием ее на фоне бодрствования; колебания уровня кортизола в крови также с низкими значениями во время сна и увеличением в утренние часы в начале бодрствования.

Наряду с бурным ростом медицинских знаний, основанных на доказательствах, в последнее десятилетие интенсивно развиваются исследования, базирующиеся на закономерностях хронобиологии и хрономедицины [10, 19]. Планомерное развитие хронобиологии и хрономедицины за последние 50 лет позволило внедрить в практическую медицину холтеровское мониторирование, суточный мониторинг АД, 24-часовой мониторинг кислотности пищевода и желудка. Доказана возможность почти в два раза более эффективного, более быстрого и более безопасного лечения кардиологических пациентов с учетом принципов хрономедицины [8, 19]. Достигнуты значительные успехи в хроноонкологии и биоритмологическом биоуправлении. Внедрение хронобиологически обоснованных методов позволяет выявить предшественники болезней на донологическом уровне у лиц без клинически значимых симптомов болезни [3].

Основным регуляторным инструментом в механизме поддержания постоянства внутренней среды и адекватности адаптационных реакций является вегетативно-гуморальная система [17].

Таким образом, попытка поиска критериальных особенностей вегетативного обеспечения вегетативных функций, в том числе на фоне изменений циркадных ритмов, остается актуальным и перспективным вопросом для изучения с точки зрения профилактики развития дизрегуляторной патологии.

Известно, что целостный организм не является простой суммой физиологических систем и органов. С позиций нормальной, патологической физиологии и кибернетики он является многоконтурной многоуровневой самоуправляемой системой, описанной Р.М. Баевским [1, 3, 5]. Основными составляющими данной схемы являются центральный и периферический (автономный) контуры регуляции. При этом наиболее важным в рамках нормальной стабильной регуляции является автономный контур, в частности его парасимпатическое звено, которое осуществляет более тонкую, энергетически менее затратную и быструю настройку вегетативных функций за счет передачи медиатора ацетилхолина к рецепторам-мишеням по синаптическим связям.

Однако парасимпатическое звено вегетативной нервной системы, является и самым ранимым. При неблагоприятных условиях происходит перестройка модели регуляции, при которой основную нагрузку берет на себя центральный (симпато-гуморальный) контур регуляции [3]. Он является более глобальным и энергозатратным для организма. Например, при формировании системных стрессовых реакций, являясь при этом менее надежным и быстрым, так как регуляция осуществляется посредством медиатора адреналина, который реализует свои эффекты через сис-

темный кровоток. Следует подчеркнуть, что в этом случае, с точки зрения конечного результата — сохранения гомеостаза, регуляция вегетативных функций будет по-прежнему сохранена, но не способна обеспечивать необходимой надежности в долгосрочной перспективе.

Как отмечалось, основным регуляторным механизмом живого организма является вегетативно-гуморальная система. А одним из основных факторов, влияющих на регуляцию, является уровень внешней освещенности, на фоне периодического изменения которого через супрахиазматическое ядро гипоталамуса меняется активность работы шишковидной железы — эпифиза, регулирующего содержание мелатонина в крови и тканях организма, которое, в свою очередь, посредством биологических обратных связей, обеспечивает детальную синхронизацию вегетативных, поведенческих, социальных функций организма.

Мелатонин является гормоном, регулирующим (помимо прочего) цикличность, циркадность функций организма. При этом он не осуществляет непосредственной модуляции функции вегетативных систем, интенсивности или направленности их работы. В том числе показано отсутствие связи между уровнями мелатонина и вариабельностью ритма сердца как при нормальном цикле сон/бодрствование, так и при работе с ночными сменами [23, 26, 36].

Таким образом, поиск возможного влияния работы с ночными сменами на состояние здоровья человека следовало бы проводить не только на уровне регуляции внутреннего циркадного ритма (на фоне ациклически меняющегося уровня мелатонина крови), но и на межсистемном уровне регуляции вегетативных функций. Степень адаптации к работе в ночное время зависит от многих факторов (от конституциональных особенностей человека до его социального статуса), однако механизмы такой адаптации неспецифические и являются достаточно унифицированными для любого человека. Связано это прежде всего, как отмечалось, с перестройкой модели регуляции вегетативных функций, изменением «типа вегетативной нервной системы».

В условиях напряженной работы, к которой в полной мере можно отнести работу с ночными сменами, наиболее чувствительными и подверженными патологическим факторам являются механизмы регуляции сердечно-сосудистой системы. Система кровообращения рассматривается как индикатор адаптационных реакций всего организма, отражающий изменения вегетативного паттерна в ответ на высокие нагрузки. [3, 34]. Показано изменение вегетативного паттерна регуляции сердечно-сосудистой системы и повышенный риск развития заболеваний сердца при работе с ночными сменами [27, 30].

Одним из распространенных методов оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы является анализ variability ритма сердца (BPC). Это 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 [3]. Кроме того, данный метод предложено использовать для диагностики ранних признаков заболеваний сердечно-сосудистой системы [3, 38]. К настоящему времени накоплен огромный опыт применения этого метода для исследования вегетативной регуляции функций в условиях космического полета и показана его существенная роль в оценке функционального состояния организма космонавтов [21, 35], а также у профессиональных спортсменов [4, 32].

Анализ BPC в течение 24-часового периода (мониторирование) выявляет четкий циркадный ритм с заметным ночным снижением мощности низкочастотного (LF) компонента BPC, соответствующим снижению симпатической активности. Эти изменения отражали одновременное повышение высокочастотного компонента (HF), как выражение повышения вагусной активности, сопровождающей наибольшую часть сна.

При этом ряд работ указывают на то, что в результате анализа BPC на фоне выполнения рабочих обязанностей в ночные смены (депривация сна), происходят существенные изменения показателей кардиореспираторной системы в сторону сдвига в парасимпатикотонию и смещение показателя вегетативного баланса LF/HF [7, 11].

В других работах описывается ситуация, при которой работники с постоянными ночными сменами и чередующимися ночными сменами имели сниженную модуляцию высокочастотного компонента как во время бодрствования, так и во время дневного сна. При этом степень недостаточности парасимпатического компонента была выше в группе лиц с постоянными ночными сменами [24, 28].

Кроме того, в ходе исследования BPC во время работы в ночную смену регистрируется нормальная циркадная закономерность в виде превалирования высокочастотного компонента в регуляции работы сердечно-сосудистой системы. Такие данные, учитывая необходимость мобилизации всех функций высшей нервной деятельности во время выполнения рабочих обязанностей, могут рассматриваться как неблагоприятный фактор с точки зрения персистенции сонливости, снижения концентрации внимания, что непосредственным образом отражается на обеспечении безопасности производственного процесса [25].

В исследовании, в котором анализируются параметры BPC у женщин медицинского персонала работающих с

ночными сменами без права сна, выявлено достоверное снижение средних значений показателей BPC (VLF, LF, HF) в фоновой и активной ортостатической пробе, в сравнении с женщинами, работающими только в дневную смену. Это указывает на более низкие адаптационные возможности женщин, работающих в ночные смены в сравнении с женщинами, работающими днем [7].

Таким образом, подчеркивается, что цикличность основных показателей вегетативной нервной системы при работе даже с ночными сменами сохраняется, хотя и имеет ряд особенностей. Однако недостаточно уделено внимания изменению глобального вегетативного паттерна при работе с ночными сменами в долгосрочной перспективе, который, вероятно, имеет тенденцию к формированию симпатикотонии. Несмотря на значительное количество работ, посвященных анализу variability ритма при заболеваниях сердечно-сосудистой системы и в экстремальных условиях (длительного пребывания в состоянии невесомости, спорта высоких достижений), нет данных, которые бы отражали характер изменения механизмов регуляции вегетативных функций в условиях измененных циркадных ритмов (измененного ритма жизни на фоне работы с ночными сменами).

Особый интерес и практическую важность приобретает изучение механизмов десинхроноза у лиц, имеющих «скользящий», а не постоянный график ночных смен, особенности вегетативной иннервации которых, вероятно, имеют тенденцию к дизрегуляторной патологии. К одной из таких групп относятся работники локомотивных бригад, социальная значимость профессии которых, очень велика. Выполнение рабочих обязанностей машинистами локомотивов сопряжено с высокой ответственностью за жизни людей и сохранность грузов, точностью и скоростью действий при управлении локомотивом во время скоростного движения, необходимостью быстрого переключения внимания. При этом работа машинистов подразумевает непрерывность производственной деятельности, которая должна реализовываться вне зависимости от времени суток. Машинисты локомотивных бригад, чья работа подразумевает регулярные ночные смены, чередующиеся с работой в дневное время («скользящий» график работы), неизбежно подвергаются влиянию десинхронизации вегетативных функций [18].

Актуальность исследования регуляторных механизмов поддержания гомеостаза у данной категории работников обусловлена в первую очередь требованиями обеспечения безопасности труда, как для самого сотрудника, так и для окружающих. Машинист, обладающий несовершенными психофизиологическими качествами, при управлении поездом в условиях быстро движущегося объекта, динамизма транспортных ситуаций, повышенной готовности к экстренным действиям в условиях монотонии, повышенных требований к операторскому

мышлению, высокой персональной ответственности становится менее способным адекватно реагировать на ситуацию и принимать оптимальные решения [14, 20]. Во многих случаях адаптации к таким нервно-психическим нагрузкам выявляются вегетативные реакции подобные тем, что связаны с выполнением физической работы: повышенная ЧСС и увеличенный минутный объем дыхания, повышенное потоотделение, усиленный кровоток в коже с уменьшением электрического сопротивления, эмоциональные реакции в виде беспокойства, страха, депрессии [37]. Таким образом, в механизмах адаптации к подобной работе находит отражение превалирование активности симпатической нервной системы.

Такие особенности работы машинистов локомотивов всегда ставили и ставят необходимость тщательного и своевременного контроля за состоянием их здоровья [2, 33]. В этой связи, знание особенностей регуляции вегетативных функций и анализ функциональных резервов организма на фоне измененных циркадных ритмов, является актуальной проблемой в сфере «экстремального труда» — работы с посменным графиком, нередкой сменой часовых поясов.

Известно, что одним из последствий у лиц, работающих в условиях высокого напряжения, в особенности с наличием активных трудовых ночных смен, является нарушение функционирования надсегментарных вегетативных образований в виде эмоциональных сдвигов тревожно-депрессивного характера с патологической фиксацией эмоций, которые могут быть расценены как психовегетативный синдром [29]. Также установлено, что машинисты, страдающие артериальной гипертензией и нестабильным повышением АД, тахикардией, имеют худшие психофизиологические качества, обеспечивающие надежность выполнения рабочих обязанностей (сниженные стрессоустойчивость и готовность к экстремному действию в состоянии утомления) [13]. Вышеописанные изменения, которые могут возникать у машинистов в виде тревожно-депрессивных синдромов, нестабильное АД и тахикардия, являются на наш взгляд ничем иным как проявлением чрезмерного стабильного преобладания симпато-гуморального контура регуляции вегетативных функций.

У лиц страдающих заболеваниями сердечно-сосудистой системы или склонных к их возникновению риск осложнений, в том числе инфаркта миокарда и внезапной сердечной смерти, выше на фоне хронической десинхронизации циркадных ритмов (работы с ночными сменами) [18]. Такая ситуация может быть связана с постепенной перестройкой модели регуляции сердечно-сосудистой системы, при которой формируется неоптимальная, инертная схема на основе преобладания симпатического звена вегетативной нервной системы и центрального контура регуляции, увеличивающая риск фатальных осложнений в работе сердечно-сосудистой системы.

Таким образом, в основе регуляционных механизмов обеспечения вегетативных функций у работников локомотивных бригад, лежат нейропатофизиологические особенности структурно-функциональных изменений парасимпатического и симпатического звена вегетативной нервной системы, гуморального контура регуляции и принципы их регуляции на фоне инверсии циркадных ритмов, связанных с производственной необходимостью. Взаимосвязь вегетативной регуляторной функции в условиях измененных циркадных ритмов с общим функциональным состоянием головного мозга и психоэмоциональным статусом, оценка возможностей восстановления функциональных адаптационных резервов организма и пути их оптимизации, мониторинг, направленный на выявление ранних дизрегуляционных маркеров и предотвращение преждевременного развития нозологических состояний на настоящем этапе развития отраслевой хронобиологии являются, по мнению авторов, актуальной задачей железнодорожной медицины на стыке неврологии и профпатологии у работников ОАО «РЖД» с измененным циркадным ритмом жизни.

Список литературы

1. **Анохин П.К.** Принципиальные вопросы общей теории функциональной системы // Принципы системной организации функций. — М.: Наука, 1973. — С. 5-61.
2. **Атьков О.Ю., Цфасман А.З.** 160 лет железнодорожной медицине России. К истории железнодорожной медицины // Железнодорожная медицина. — 2004. — №8. — С. 50-57.
3. **Баевский Р.М., Берсенева А.П., Берсенева Е.Ю., Ешманова А.К.** Использование принципов донологической диагностики для оценки функционального состояния организма при стрессорных воздействиях (на примере водителя автобуса) // Физиология человека. — 2009. — Т. 35, №1. — С. 41-51.
4. **Берсенева 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. 137-148.
5. **Гусев Е.И., Крыжановский Г.Н.** Дизрегуляционная патология нервной системы. — М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2009. — С. 19-23, 148-152.
6. **Дуров А.М., Аминева Т.В.** Особенности циркадианной организации показателей variability ритма сердца у женщин зрелого возраста с ночным и дневным графиком работы // Вестник Тюменского государственного университета. — 2007 — №6. — С. 43-48.
7. **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. — Т. XIV, №1. — С. 27-29.
8. **Заславская Р.М.** Хронотерапия как метод оптимизации терапии больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями // Железнодорожная медицина и профессиональная биоритмология. — 2012. — №20. — С. 27-35.
9. **Камаев И.А., Леонова Е.С., Щекотов Е.В.** Особенности заболеваемости машинистов локомотивов горьковской железной дороги // Медицинский альманах. — 2010. — №3(12). — С. 14-17.

10. **Комаров Ф.И., Рапопорт С.И., Чибисов С.М.** «Хронобиология и хрономедицина» — стратегическое направление в биологии и медицине. // Мат. Первого Российского съезда по хронобиологии и хрономедицине с международным участием, г. Владикавказ, 15-17 октября 2008 г. — Владикавказ: ИПО СОИГСИ. — С. 76.
11. **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. — С. 48-51.
12. **Круглов В.Н.** Нарушения вегетативной регуляции и синдром артериальной гипертензии у работников локомотивных бригад с шейным миофасциальным болевым синдромом. — Казань, 2007.
13. **Пантелеева Н.А.** Оценка артериальной гипертензии у лиц водительской группы железнодорожного транспорта: Автореф. дисс. на соискание ученой степени к.м.н. — М., 2005.
14. **Парин В.В.** Прогнозирование в космической биологии // Прогнозирование научно-технического прогресса. — М.: Знание, 1968. — С. 31-36.
15. **Сабитов И.А.** Социальные и профессионально-стрессовые факторы риска психосоматических расстройств у работников локомотивных бригад // Материалы Юбилейной научно-практической конференции, посвященной 125-летию Дорожной клинической больницы ст. Самара. — Самара, 2002. — С. 134-135.
16. **Савицкая Е.Ю., Куделькина Н.А., Малютина С.К.** Артериальная гипертензия, «рабочий стресс» и поражение органов-мишеней у железнодорожников, работающих в условиях повышенного профессионального риска // Бюллетень СО РАМН. — 2010. — Т. 30, №6. — С. 41-45.
17. **Смирнов В.М., Свешиников Д.С., Яковлев В.Н., Правдищев В.А.** Физиология центральной нервной системы. 5-е изд-е, испр. — М.: Издательский центр «Академия», 2007. — С. 286.
18. **Цфасман А.З.** Железнодорожная клиническая медицина. Профессиональные болезни. — М.: РАПС, 2000. — С. 8-12.
19. **Цфасман А.З., Апаев Д.В.** Циркадная ритмика артериального давления при измененном суточном ритме жизни. — М.: Репротцентр М, 2010. — С. 8-12, 73-77.
20. **Anderson C.J.** The psychology of doing nothing // Psychological Bulletin. — 2003. — 129. — P. 139-167.
21. **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. — Vol. 2, №2. — 14 Man in Space Symposium, Banff, Alberta, Canada, May 2003.
22. **Bernardi L., Ricordi L., Lazzari P.** et al. Impaired circadian modulation of sympatho-vagal activity in diabetes // Circulation. — 1992. — 86. — P. 1443-1452.
23. **Burgess H.J., Sletten T., Savic N.** et al. Effects of bright light and melatonin on sleep propensity, temperature, and cardiac activity at night // J. Appl. Physiol. — 2001. — Sep. — 91(3). — P. 1214-1222.
24. **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). — P. 589-596. Epub. 2011 Aug 1.
25. **Furlan R., Barbic F., Piazza S.** et al. Modifications of cardiac autonomic profile associated with a shift schedule of work // Circulation. — 2000. — Oct. 17. — 102(16). — P. 1912-1916.
26. **Harris A.S., Burgess H.J., Dawson D.** The effects of day-time exogenous melatonin administration on cardiac autonomic activity // J. Pineal Res. — 2001. — Oct. — 31(3). — P. 199-205.
27. **Holmes A.L., Burgess H.J., McCulloch K.** et al. Day-time cardiac autonomic activity during one week of continuous night shift // J. Hum. Ergol. (Tokyo). — 2001. — Dec. — 30(1-2). — P. 223-228.
28. **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). — P. 352-358.
29. **Makhovskaya T., Serduk N., Chernykh E., Khanduri-na 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.
30. **Matveev M., Prokopova R.** Normal and abnormal circadian profiles of heart autonomic balance, evaluated by time-related common indicator of heart rate variability // Anadolu Kardiyol. Derg. — 2007. — Jul. — 7. — Suppl. 1. — P. 125-129.
31. **Merkulova D.M., Merkulov Y.A., Myasoedova V.A.** et al. Dexketoprofen trometamol in treatment of dorsalgia of various etiologies // European Journal of Neurology. — 2006. — Vol. 13 (2). — P. 253.
32. **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). — P. 10-18.
33. **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). — P. 34-36.
34. **Peter A. van Zwieten.** — European Society of Hypertension Scientific Newsletter, 2003. — P. 4-18.
35. **Shiraishi 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. 31-34.
36. **Sletten T., Burgess H., Savic N.** et al. The effects of bright light and nighttime melatonin administration on cardiac activity // J. Hum. Ergol. (Tokyo). — 2001. — Dec. — 30(1-2). — P. 273-278.
37. **Takase B., Akima T., Satomura K.** et al. Effects of chronic sleep deprivation on autonomic activity by examining heart rate variability, plasma catecholamine, and intracellular magnesium levels // Biomed. Pharmacother. — 2004. — Vol. 58, №1. — P. 35-39.
38. **Togo F., Takahashi M.** Heart rate variability in occupational health a systematic review // Ind. Health. — 2009. — Dec. — 47(6). — P. 589-602.

Поступила 12.09.2012

Сведения об авторах:

Меркулов Юрий Александрович, д-р мед. наук, главн. науч. сотр. лаб. нервно-мышечной патологии НИИ ОПП РАМН, врач-невролог НЦ им. Б.М. Гехта, ЦКБ №2 им. Н.А. Семашко ОАО «РЖД»

Меркулова Дина Мироновна, д-р мед. наук, зав. лаб. нервно-мышечной патологии человека НИИ ОПП РАМН, проф. каф. нервных болезней ФППОВ ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, рук. неврологического центра им. Б.М. Гехта, ЦКБ №2 им. Н.А. Семашко ОАО «РЖД»