

Концепция информационной аппаратуры для системного контроля сна в повседневных условиях

Е. А. Юматов¹, С. С. Перцов², Е. Н. Дудник¹, Л. В. Мезенцева²

¹Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова, Россия

²Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П. К. Анохина, Москва, Россия

Резюме

Введение. Широко используемая в настоящее время классическая сомнологическая методология, критерии и классификация фазовой структуры сна ориентированы только на клиническое применение. В стационарных условиях проводятся психологическое и психомоторное тестирования, регистрация фазовой структуры ночного сна и вегетативных функций.

Цель. Для всесторонней комплексной оценки жизненно важных физиологических функций во время ночного сна необходимо создание информационно-аппаратурной системы, с помощью которой был бы возможен контроль сна в реальной повседневной жизни.

Результаты и обсуждение. Информационная система позволяет проводить комплексный анализ физиологических функций: регистрировать фазовую структуру сна; пробуждать человека в заранее заданную оптимальную для психофизиологического состояния фазу сна; контролировать состояния сердечных функций и дыхания; прерывать опасные фазы сна, которые могут сопровождаться выраженными сердечно-сосудистыми нарушениями, приводящими к мозговому инсульту, инфаркту миокарда и внезапной смерти.

Заключение. Информационно-аппаратурный комплекс представляет собой совершенно новое портативное микропроцессорное устройство и оригинальное программное обеспечение, реализуемое на персональном компьютере, для контроля жизненно-важных физиологических функций во время сна в реальной повседневной жизни.

Ключевые слова: сон; информационная медицина; медицинская аппаратура; жизненно важные функции.

Клин. информат. и Телемед. 2014. Т.10. Вып.11. сс.54–60

Введение

В современных условиях люди подвержены чрезмерному, эмоциональному напряжению, обусловленному социальными факторами: неблагоприятной бытовой ситуацией, экологическими, техногенными катастрофами и пр., которые могут быть причиной нарушения жизненно важных функций и развития различных невротических заболеваний [1, 2].

Сон является важной составной частью жизнедеятельности человека, от которого зависит жизнь, здоровье, трудоспособность, интеллектуальная деятельность, психоэмоциональное состояние, устойчивость к эмоциональному стрессу [3,4]. Поэтому разработка современных методов контроля сна и диагностики нарушений различных жизненно важных функций является приоритетной проблемой, имеющей фундаментальное значение для социального благополучия общества.

Состояние и актуальность проблемы исследования сна человека

Как известно, нормальный физиологический сон характеризуется рядом последовательно сменяющихся друг друга фаз, каждая из которых имеет определенное биологическое значение и проявляется в электроэнцефалограмме (ЭЭГ), дви-

жении глаз, мышечном тоне и изменении ряда вегетативных функций [5]. Внедрение в практику полисомнографии открыло широкие возможности для изучения фазовой структуры и разработки нормативных критериев ночного сна человека, а также выяснения роли сна как фактора адаптации к стрессу в системе «человек–среда».

В настоящее время исследования сна проводятся в стационарных, клинических условиях с помощью современного комплексного обследования, включающего психологическое и психомоторное тестирование, регистрацию фазовой структуры ночного сна и вегетативных функций.

Анализ и распознавание различных фаз ночного сна осуществляется на основе: анализа ЭЭГ, движения глаз, электроокулограммы (ЭОГ), вегетативных функций, в частности, электрокардиограммы (ЭКГ), дыхания, артериального давления (АД), моторной активности и мышечного тонуса.

В многочисленных исследованиях была установлена взаимосвязь между психоэмоциональным, характерологическим статусом личности, уровнем эмоционального напряжения, циклом «сон-бодрствование», «качеством» ночного сна, его фазовой структурой. Выявлены индивидуальные особенности фазовой структуры сна, связанные с предрасположенностью к различным заболеваниям: невротическим, сердечно-сосудистым, желудочно-кишечным и пр. Характерно, что во время ночного сна наиболее рано проявляются предвестники указанных невротических заболеваний [2, 3, 4].

Однако при всей своей медико-социальной значимости и огромных достижениях современной психофизиологии

и сомнологии до сих пор всё ещё остаются значительные пробелы в изучении сна и его нарушений, обусловленные ограниченными условиями клиническим обследованием.

Все исследования сна у здоровых людей и больных проводятся в стационарных условиях, при которых пациент находится в неестественной, для него обстановке. В непривычных условиях пациенты с трудом засыпают, их сон за ночь может многократно прерываться, и, поэтому может существенно отличаться от обычного сна в домашних условиях.

В клинике при исследовании сна пациент оказывается подключённым к многочисленным датчикам. Естественно, это ограничивает движения и свободу человека, создаёт непривычное и не вполне удобное положение, которое не может не сказаться на характере сна.

Человек, находясь в стационаре, оказывается оторванным от привычной для него жизни, включающей работу, характер деятельности, привычки, общение и обычный уровень эмоционального напряжения. Всё это не может не повлиять на общее состояние пациента и его сон. Поэтому, изучая и наблюдая сон в таких условиях, врач не может быть полностью уверенным, что это тот же самый сон, который проявлялся бы у обследуемого в естественных, каждодневных, домашних условиях. К тому же, клинические обследования сна, как правило, кратковременные, захватывающие несколько ночей, во время которых вряд ли можно выявить полную «картину» естественного ночного сна.

Широко используемая в настоящее время классическая сомнологическая методология, критерии и классификация фазовой структуры сна ориентированы только на клиническое, стационарное применение. При этом врач не в состоянии проследить эффективность назначенного лекарства в естественных условиях домашнего сна.

Как известно, большинство людей вынуждены в рабочие дни регулярно насильственно просыпаться в фиксированное время. При таком пробуждении сон внезапно прерывается в любую фазу, и часто, в самый неподходящий момент. После этого человек испытывает подавленное настроение, головную боль, слабость, снижение внимания и пр. Этот синдром, названный **«повседневным стрессом насильственного пробуждения»**, [6] до сих пор серьёзно не рассматривался.

Таким образом, существующие методы сомнологического обследования не могут быть использованы в домашних условиях для характеристики естественного сна. Поэтому при всей медико-социальной значимости до сих пор не представляется возможным изучение влияния **психосоциальной среды на физиологические функции человека во время сна в реальных повседневных бытовых условиях**.

Цель исследования

Для всесторонней комплексной оценки жизненно важных физиологических функций во время ночного сна необходимо создание информационно-аппаратурного комплекса, с помощью которого был бы возможен **в повседневных бытовых условиях** контроль структуры фаз сна, состояния сердечных функций и дыхания; пробуждение человека в заранее заданную оптимальную для психофизиологического состояния фазу сна.

Эти требования предопределили необходимость разработки принципиально новой методологии и информационно-аппаратурного комплекса для объективного анализа естественного сна на основе фундаментальных психофизиологических исследований и современных достижений информационных технологий и микропроцессорной техники.

Результаты и обсуждение

1. Методология объективного контроля сна в повседневных бытовых условиях

Общим методологическим принципом для разработки информационной аппаратуры контроля физиологических функций явилась **теория функциональных систем** П. К. Анохина [7]. Как и в функциональных системах живых организмов, в информационно-аппаратурной системе имеются: чувствительные элементы — датчики, воспринимающие физиологические показатели организма; центральная часть — микропроцессор, оценивающий поступающую от организма информацию и дающий сигнал оповещения (охранная сигнализация) в случае выхода физиологических показателей за границу индивидуально установленной «нормы». В приборах осуществляется программирование физиологических параметров, с одновременным их отслеживанием на основе обратной связи.

При отклонении жизненно-важного физиологического показателя, от границ установленной нормы, возникает предупреждающий сигнал. Благодаря своевременной информации об отклонении физиологических параметров, появляется объективная возможность предотвратить развитие серьезных нарушений жизненно-важных функций.

Для объективного комплексного анализа сна в реальных повседневных условиях нами разработана методология и предложен специальный алгоритм, позволяющие идентифицировать фазовую структуру сна, производить контроль сердечно-сосудистых функций и дыхания на основе вариационного и кросскорреляционного анализа сердечного ритма и частоты дыхания.

2. Структурно-функциональная организация информационной системы для контроля сна в бытовых условиях

Информационная система для контроля сна в повседневных бытовых условиях выполняет следующие взаимосвязанные функции: регистрацию, идентификацию и анализ фазовой структуры сна; пробуждения в фиксированное время и в выбранную оптимальную для психофизиологического состояния фазу сна; прерывания затянувшейся опасной для жизни фазы сна. Наряду с этим, информационная система осуществляет регистрацию и контроль сердечных функций и дыхания, проводит вариационный и кросскорреляционный анализ сердечного ритма и частоты дыхания, отображает и анализирует все результаты на персональном компьютере. Общая структура информационной системы показана на рис. 1.

В ранее проведённых нами исследованиях выявлены специальные критерии оценки сна и дана классификация его фазовой структуры, наиболее полно отвечающая условиям повседневного, домашнего обследования, разработан приоритетный способ естественного пробуждения человека в индивидуально выбранную им, фиксированную фазу сна, — оптимальную для психоэмоционального состояния [8].

Способ основан на непрерывной регистрации ЭЭГ и ЭОГ во время ночного сна; распознавании фаз сна по разра-



Рис. 1. Структура информационно-аппаратурного комплекса для контроля физиологических функций во время повседневного ночного сна. А. Блок вариационного и корреляционного анализа сердечного ритма и частоты дыхания. Б. Блок контроля и анализа фаз сна, пробуждения в выбранную фазу сна прерывания опасной фазы сна. В. Блок охранной сигнализации нарушения сердечного ритма.

ботанным критериям кросскорреляционного анализа ЭЭГ и ЭОГ; и при необходимости автоматическом включении пробуждающего звукового сигнала в заранее установленное время в момент появления индивидуально выбранной фазы сна.

В блок контроля и анализа фаз сна поступают сигналы ЭЭГ и ЭОГ от миниатюрных электродов, находящихся на ленточке, фиксируемой вокруг головы человека. В течение ночного сна прибор регистрирует и запоминает во времени все фазы сна, и которые могут быть записаны и проанализированы врачом в персональном компьютере (ПК).

В приборе предусмотрено персональное программирование выбираемой для пробуждения оптимальной фазы сна. Используя данный прибор, каждый человек может выбрать сам для себя, с учётом различных факторов, определенную фазу сна, предпочитаемую для пробуждения, а затем, на основании субъективной самооценки проверить правильность выбранной им для пробуждения фазы сна. Наряду с этим, прибор позволяет установить максимальное время продолжительности опасной для жизни фазы сна и дать пробуждающий сигнал для последующего её прерывания.

В проведённых нами исследованиях установлено, что достоверное снижение кросскорреляционных связей между частотой сердечных сокращений (ЧСС) и частотой дыхания (ЧД) является характерным признаком и следствием дезинтеграции деятельности различных функциональных систем, возникающей при эмоциональном напряжении [9, 10].

В информационно-аппаратурном комплексе для контроля физиологических функций человека во время ночного сна в повседневных бытовых условиях использована регистрация электрокардиограммы (ЭКГ) и ЧД с последующим расчётом кросскорреляционных коэффициентов и вариации сердечного ритма (ВСР) [11, 12].

Для регистрации частоты сердечных сокращений выбрано любое дифференциальное грудное электрокардиографическое отведение, с помощью нагрудного ремешка с контактными электродами, при использовании которого возможно свободное изменение положения тела и конечностей во сне.

В качестве датчика для анализа ритма дыхания использован миниатюрный микрофон, который, не создавая неудобств, фиксируется на шеи человека в области гортани. На основе динамической регистрации этих показателей производится частотно-интервальный вариационный и кросскорреляционный анализ ритма сердца и дыхания.

Блок сопряжения регистрируемых физиологических процессов с компьютером содержит каналы кардиосигнала и дыхания, реализованные на базе стандартных микросхем и комплектующих. Обработка сигналов датчиков и формирование интервальных последовательностей происходит в режиме реального времени. Информационная система для вариационного и корреляционного анализа ритмов сердца и дыхания построена на базе ПК, в котором происходит обработка поступающей физиологической информации, визуализация и архивация получаемых данных.

Блок охранной сигнализации нарушения сердечного ритма осуществляет постоянный контроль ЧСС и количества экстрасистол. Кардиосигнал поступает через предварительный усилитель в микропроцессор, в котором постоянно происходит сравнение регистрируемого сигнала с установленными в памяти конкретными значениями его верхнего и нижнего предельных уровней. При отклонении параметров регистрируемого сигнала за предельно допустимые его величины срабатывает звуковой сигнал оповещения.

3. Корреляционные взаимоотношения, вариабельность сердечного ритма и частоты дыхания во время сна у здоровых людей и пациентов с различной патологией

Сон является неоднородным и сложно организованным процессом, ему присущи цикличность, значительные групповые и индивидуальные вариации.

Фазы сна характеризуются различными физиологическими проявлениями и отличаются: вариабельностью сердечного ритма, величиной артериального давления, частотой дыхания и сердечных сокращений, ЭЭГ, ЭОГ и ЭМГ, изменением температуры тела, гормональными реакциями.

Как правило, во время сна преобладают парасимпатические влияния на сердце. С этим связано существенное понижение во сне ЧСС и системного АД, увеличение стандартного отклонения интервала RR (SDNN), и возникновение респираторной синусовой аритмии.

Симпатическая нервная активность имеет максимальные значения во время бодрствования. Во сне она прогрессивно уменьшается от стадии к стадии и увеличивается во время REM фазы сна, превышая уровень бодрствования во время тонического REM сна. В отличие от REM фазы сна, для NREM фазы сна характерно преобладание парасимпатических влияний [13, 14, 15].

Varoneckas G. et al. (1999) установили, что вариабельность сердечного ритма (ВСР) во время разных стадий сна является объективным тестом оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы. Они провели обследование больных, у которых была диагностирована хроническая сердечная недостаточность (ХСН). У больных с ишемической болезнью сердца (ИБС) по сравнению с остальными пациентами, наблюдалось достоверное снижение как ВСР, так и ударного объема сердца в период REM фазы сна. Авторы считают, что появление опасных аритмий чаще может происходить во время этой фазы сна.

В работе Jovanovic U. J. (1971) было обнаружено наличие достоверных корреляционных связей между изменениями ЧСС и ЧД во время сна, с коэффициентом корреляции (r) равным $0,982 \pm 0,01$.

Большая часть публикаций посвящена сравнительному изучению корреляции изменений ЧД и ВСР во время сна у здоровых испытуемых и больных, страдающих различными заболеваниями. В работе Khoo M. C., Blasi A. (2013) авторы проводили сравнительный анализ изменения показателей ВСР, АД и ЧД у здоровых бодрствующих и спящих испытуемых, а также больных с обструктивным синдромом апноэ (ОСА). На основании проведенных исследований авторы создали многофакторную математическую модель, иллюстрирующую взаимосвязь этих показателей.

В развитии этого направления проведена работа Ben-Tal A. (2012), в которой представлен обзор существующих в настоящее время математических и компьютерных моделей, описывающих кардиореспираторные взаимосвязи и их изменения при переходе бодрствования ко сну.

Проблеме корреляционных взаимоотношений между сердечным и респираторным ритмом в норме и при ОСА посвящена работа Kabir M. M. et al. (2010). Показано, что у больных с ОСА имеет место достоверное снижение корреляции между показателями сердечного и респираторного ритма по сравнению со здоровыми испытуемыми. Установлено, что кардиореспираторные корреляции связаны с фазами сна, а также обнаружено их достоверное снижение

во время быстрых движений глаз по сравнению с медленно-волновым сном.

Harrington J. et al. (2013) также изучали у больных с ОСА связь ВСР и ЧД. Показано наличие достоверных корреляционных связей между этими показателями и приведены их количественные значения, используемые для контроля качества сна.

Kazimierczak A. et al. (2013) выявили нарушения дыхания во сне у больных с сердечной недостаточностью, а Gass J. J., Glaros A. G. (2013) обнаружили, что у больных, страдающих хроническими головными болями, имеет место увеличение тонуса симпатической нервной системы и снижение тонуса парасимпатической нервной системы по сравнению со здоровыми испытуемыми.

Цельный ряд исследований посвящены изучению взаимосвязи между сердечно-сосудистыми и дыхательными показателями у детей при переходе от бодрствования ко сну. Эти исследования особенно важны для решения проблемы внезапной остановки дыхания во время сна у новорожденных детей. В работе Mrowka R. et al. (2003) рассматривается проблема взаимосвязи между функциональными системами организма в онтогенетическом аспекте, в том числе закономерности кардиореспираторного взаимодействия на различных стадиях постнатального онтогенеза. Авторы изучали взаимосвязь между частотными характеристиками сердечного и дыхательного ритма в различные фазы сна у младенцев первых от рождения до 6 месяцев. Показано наличие достоверных изменений этих взаимоотношений: взаимосвязь двухсторонняя в первые дни после рождения и становится односторонней (от дыхательного ритма к ритму сердца) в возрасте 6 месяцев.

Анализируя многочисленные работы, можно видеть, что вариационные и корреляционные связи между сердечными и респираторными функциями отражают функциональное состояние человека в различные фазы сна.

Заключение

Информационно-аппаратурный комплекс представляет собой совершенно новое портативное микропроцессорное устройство и оригинальное программное обеспечение, реализуемое на персональном компьютере, для контроля жизненно-важных физиологических функций во время сна в реальной повседневной жизни.

Информационная система для контроля сна в бытовых условиях состоит из взаимосвязанных блоков, осуществляющих: регистрацию, идентификацию и анализ фазовой структуры сна; пробуждения в фиксированное время и в выбранную оптимальную для психофизиологического состояния фазу сна; прерывания затянувшейся опасной для жизни фазы сна. Наряду с этим, информационная система включает в себя регистрацию и контроль сердечных функций и звуковых проявлений дыхания, проводит вариационный и кросскорреляционный анализ сердечного ритма и частоты дыхания, отображает и анализирует все результаты на персональном компьютере.

Благодаря комплексному анализу физиологических функций, информационная система позволит контролировать сон в реальной повседневной жизни; прерывать опасные для жизни фазы сна, которые могут сопровождаться выраженными сердечно-сосудистыми нарушениями, приводящими к мозговому инсульту, инфаркту миокарда и внезапной смерти.

Работа выполняется по гранту РФФИ в 2013 г. № 13-07-00756 по теме: «Разработка методологии и информационно-аппаратурного комплекса для объективного контроля сна человека в повседневных условиях».

Авторы статьи — Е. А. Юматов, С. С. Перцов, Е. Н. Дудник, Л. В. Мезенцева — подтверждают, что у них нет конфликта интересов.

Литература

1. Судаков К. В. Социальная физиология: теоретическое обоснование и практическое применение реабилитационных мероприятий. В сб. *Экспериментальная и прикладная физиология*, 1994, т. 5. Системные механизмы реабилитации, сс. 6–14.
2. Вейн А. М. Нарушения сна и бодрствования. М., Медицина, 1974, 383 с.
3. Вейн А. М., Гехт К. Сон человека. Физиология и патология. М., Медицина, 1989, 272 с.
4. Левин Я. И. Инсомния и принципы её лечения. *Ж. Современная психиатрия*, 1998, сс. 6–10.
5. Вейн А. М., Судаков К. В., Левин Я. И., Юматов Е. А., Ковров Г. В., Стрыгин К. Н. Стадии сна после психоэмоциональных воздействий: индивидуальность изменений. *Физиологический журнал им. И. М. Сеченова*, 2001, т. 87, № 3, сс. 289–295.
6. Yumatov E. A. Stress and sleep: awaking in an optimal sleep phase. *Abs. 9 Internat. Montreux Congress on Stress*, 1997, Switzerland.
7. Юматов Е. А. Методология теории функциональных систем в разработке устройств для контроля физиологических функций человека. *Вестник РАМН*, 1997, т. 12, сс. 40–45.
8. Юматов Е. А. Способ пробуждения человека в фиксированную фазу сна и устройство для его осуществления. *Патент РФ № 2061406*.
9. Судаков К. В., Юматов Е. А., Тараканов О. П. Кросскорреляционный вегетативный критерий эмоционального стресса. *Ж. Физиология человека*, 1995, т. 23, № 3, сс. 87–95.
10. Юматов Е. А. Способ определения эмоционального стресса и устройство для его осуществления. *Патент РФ № 2073484*.
11. Юматов Е. А., Крамм М. Н., Набродов А. Б. Информационно-экспертная система для объективной оценки эмоционального стресса. *Ж. Биомедицинская радиоэлектроника*, 2004, т. 12, сс. 3–7.
12. Юматов Е. А., Крамм М. Н., Набродов А. Б. Информационная система для объективной оценки эмоционального стресса. *Ж. Технологии живых систем*, 2007, № 4.
13. Hornyak M., Cejnar M., Elam M. et al. Sympathetic muscle nerve during sleep activity in men. *Brain*, 1991, vol. 114, pp. 1281–1295.
14. Shimuzu T., Takahashi Y., Suzuki K. et al. Muscle nerve sympathetic activity during sleep and its change with arousal response. *J. Sleep Res.*, 1992, vol. 1, pp. 178–185.
15. Sommers V. K., Dyken M. E., Mark A. L., Abboud F. M. Sympathetic-nerve activity during sleep in normal subjects. *Engl. J. Med.*, 1993, vol. 328, pp. 303–307.
16. Varonesckas G., Zemaityte D. Autonomic heart rate control and JT interval during night sleep stages in coronary disease patients with congestive heart failure. *Eur Heart J.*, 1999, vol. 20, (Suppl.), p. 201.
17. Jovanovic U. J. Normal Sleep in Man. *Stuttgart, Hippocrates*, 1971.
18. Khoo M. C., Blasi A. Sleep-related changes in autonomic control in obstructive sleep apnea: A model-based perspective. *Respir. Physiol. Neurobiol.*, 2013, May 23, pii: S1569-9048 (13) 00157-2.
19. Ben-Tal A. Computational models for the study of heart-lung interactions in mammals. *Wiley Interdiscip. Rev. Syst. Biol. Med.*, 2012, Mar.-Apr., vol. 4, no. 2, pp. 163–170.
20. Kabir M. M., Dimitri H., Sanders P., Antic R., Nalivaiko E., Abbott D., Baumert M. Cardiorespiratory phase-coupling is reduced in patients with obstructive sleep apnea. *PLoS One*, 2010, May 13, vol. 5, no. 5, e10602.
21. Harrington J., Schramm P. J., Davies C. R., Lee-Chiong T. L. An electrocardiogram-based analysis evaluating sleep quality in patients with obstructive sleep apnea. *Sleep Breath*, 2013, Sep., vol. 17, no. 3, pp. 1071–1078.
22. Kazimierczak A., Krzesiński P., Krzyżanowski K., Gielerak G. Sleep-disordered breathing in patients with heart failure: new trends in therapy. *Biomed. Res. Int.*, 2013, 459613
23. Gass J. J., Glaros A. G. Autonomic Disregulation in Headache Patients. *Appl. Psychophysiol. Biofeedback*, 2013, Aug., vol. 3.
24. Mrowka R., Cimponeriu L., Patzak A., Rosenblum M.G. Directionality of coupling of physiological subsystems: age-related changes of cardiorespiratory interaction during different sleep stages in babies. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 2003, Dec., vol. 285, no. 6, R1395-401.

Концепція інформаційної апаратури для системного контролю сну в повсякденних умовах

Є. А. Юматов¹, С. С. Перцов², Є. М. Дуднік¹, Л. В. Мезенцева²

¹Перший Московський державний медичний університет ім. І. М. Сеченова, Росія

²Науково-дослідний інститут нормальної фізіології ім. П. К. Анохіна, Москва, Росія

Резюме

Вступ. Широко використовується в даний час класична сомнологічна методологія, критерії та класифікація фазової структури сну орієнтовані тільки на клінічне застосування. У стаціонарних умовах проводяться психологічне та психомоторне тестування, реєстрація фазової структури нічного сну і вегетативних функцій.

Мета. Для всебічної комплексної оцінки життєво важливих фізіологічних функцій під час нічного сну необхідно створення інформаційно-апаратурної системи, за допомогою якої був би можливий контроль сну в реальному повсякденному житті.

Результати та обговорення. Інформаційна система дозволяє проводити комплексний аналіз фізіологічних функцій: реєструвати фазову структуру сну; пробуджувати людину в заздалегідь задану оптимальну для психофізіологічного стану фазу сну; контролювати стан серцевих функцій і дихання; переривати небезпечні фази сну, які можуть супроводжуватися вираженими серцево-судинними порушеннями, що призводять до мозкового інсульту, інфаркту міокарда і раптової смерті.

Висновок. Інформаційно-апаратурний комплекс являє собою зовсім новий портативний мікропроцесорний пристрій і оригінальне програмне забезпечення, що реалізується на персональному комп'ютері, для контролю життєво важливих фізіологічних функцій під час сну в реальному повсякденному житті.

Ключові слова: сон; інформаційна медицина; медична апаратура; життєво важливі функції.

The conception of the information equipment for systemic control of the sleep in daily conditions

E. A. Yumatov¹, S. S. Pertsov², E. N. Dudnik¹, L. V. Mezentseva²

¹I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Russia

²P. K. Anokhin Institute of Normal Physiology, Moscow, Russia

e-mail: eayumatov@mail.ru

Abstract

Introduction. Widely used classical methodology of research of a sleep, criteria and classification of structure of phases of a sleep are focused only on clinical application.

Purpose. The complex analysis of the vital physiological functions during a night sleep requires creation of information and hardware system by means of which sleep control in real everyday life would be possible.

Results and discussion. Information system allows: to carry out the complex analysis of physiological functions: to record phase structure of a sleep; to awake of the person in a optimum sleep phase for a psychophysiological state; to control of the cardiac functions and respiration; to interrupt dangerous phases of a sleep which can be accompanied by the expressed vascular disorders leading to a cerebral stroke, to a myocardial infarction and sudden death.

Conclusion. The information and hardware complex represents absolutely new portable microprocessor device and the original software, realized on the personal computer, for control of the vital physiological functions during a sleep in real everyday life.

Key words: Sleep; Information medicine; Medical instrument; Vital physiological functions.

©2014 Institute Medical Informatics and Telemedicine Ltd, ©2014 Ukrainian Association of Computer Medicine. Published by Institute of Medical Informatics and Telemedicine Ltd. All rights reserved.

ISSN 1812-7231 *Klin.inform.telemed.* Volume 10, Issue 11, 2014, Pages 54–60

<http://uacm.kharkov.ua/eng/index.shtml?e-klininfo-ujournal.htm>

References (24)

References

1. Sudakov K. V. Social physiology: theoretical justification and practical application of rehabilitational actions. *Vsb. Eksperimental'naya i prikladnaya fiziologiya* [Experimental and applied physiology]. 1994, vol. 5. *Sistemnye mekhanizmy reabilitatsii* [System rehabilitation mechanisms], p. 6–14. (In Russ.).
2. Vein A. M. *Narusheniya sna i bodrstvovaniya* [Sleep and wakefulness disturbances], M., Medicina Publ., 1974, 383 p. (In Russ.).
3. Vein A. M., Hecht K. *Son cheloveka. Fiziologiya i patologiya* [Sleep of the person. Physiology and pathology], M., Medicina Publ., 1989, 272 p. (In Russ.).
4. Levin Ia. I. Insomniya and principles of her treatment. *Zh. Sovremennaya psixiatriya* [J. Modern psychiatry], 1998, pp. 6–10. (In Russ.).
5. Vein A. M., Sudakov K. V., Levin Ya. I., Yumatov E. A., Kovrov G. V., Strygin K. N. Sleep stages after psychoemotional influences: identity of changes. *Fiziologicheskij zhurnal im. I. M. Sechenova* [I. M. Sechenov J. Physiology], 2001, vol. 87, no. 3, pp. 289–295. (In Russ.).
6. Yumatov E. A. Stress and sleep: awaking in an optimal sleep phase. *Abs. 9 Internat. Montreux Congress on Stress*, 1997, Switzerland.
7. Yumatov E. A. Methodology of the theory of functional systems in development of devices for control of physiological functions of the person. *Vestnik RAMN* [Herald of Medical Sciences], 1997, vol. 12, p. 40–45. (In Russ.).
8. Yumatov E. A. The way of awakening of the person in the fixed phase of a sleep and the device for its exercise. *Patent R. F. № 2061406*. (In Russ.).
9. Sudakov K. V., Yumatov E. A., Tarakanov O. P. Cross-correlation vegetative criterion of an emotional stress. *Zh. Fiziologiya cheloveka* [J. Human Physiology], 1995, vol. 23, no.3, pp. 87–95. (In Russ.).
10. Yumatov E. A. The way of definition of an emotional stress and the device for its exercise. *Patent R. F. № 2073484*. (In Russ.).
11. Yumatov E. A., Kramm M. N., Nabrodov A. B. Information and expert system for an objective assessment of an emotional stress. *Zh. Biomeditsinskaya radioelektronika* [J. Biomedical electronics], 2004, vol. 12, pp. 3–7. (In Russ.).
12. Yumatov E. A., Kramm M. N., Nabrodov A. B. Information system for an objective assessment of an emotional stress. *Zh. Tekhnologii zhivix sistem* [J. Technology of living systems], 2007, no. 4. (In Russ.).
13. Hornyak M., Cejnar M., Elam M. et al. Sympathetic muscle nerve during sleep activity in men. *Brain*, 1991, vol. 114, pp. 1281–1295.
14. Shimuzu T., Takahashi Y., Suzuki K. et al. Muscle nerve sympathetic activity during sleep and its change with arousal response. *J. Sleep Res.*, 1992, vol. 1, pp. 178–185.
15. Sommers V. K., Dyken M. E., Mark A. L., Abboud F. M. Sympathetic-nerve activity during sleep in normal subjects. *Engl. J. Med.*, 1993, vol. 328, pp. 303–307.
16. Varonesckas G., Zemaityte D. Autonomic heart rate control and JT interval during night sleep stages in coronary disease patients with congestive heart failure. *Eur Heart J.*, 1999, vol. 20, (Suppl.), p. 201.
17. Jovanovic U. J. Normal Sleep in Man. *Stuttgart, Hypocrates*, 1971.
18. Khoo M. C., Blasi A. Sleep-related changes in autonomic control in obstructive sleep apnea: A model-based perspective. *Respir. Physiol. Neurobiol.*, 2013, May 23, pii: S1569–9048 (13) 00157–2.
19. Ben-Tal A. Computational models for the study of heart-lung interactions in mammals. *Wiley Interdiscip. Rev. Syst. Biol. Med.*, 2012, Mar.–Apr. vol. 4, no. 2, pp. 163–170.
20. Kabir M. M., Dimitri H., Sanders P., Antic R., Nalivaiko E., Abbott D., Baumert M. Cardiorespiratory phase-coupling is reduced in patients with obstructive sleep apnea. *PLoS One*, 2010, May 13, 5 (5), e10602.
21. Harrington J., Schramm P. J., Davies C. R., Lee-Chiong T. L. An electrocardiogram-based analysis evaluating sleep quality in patients with obstructive sleep apnea. *Sleep Breath*, 2013, Sep., vol. 17, no. 3, pp. 1071–1078.
22. Kazimierczak A., Krzesiński P., Krzyżanowski K., Gielerak G. Sleep-disordered breathing in patients with heart failure: new trends in therapy. *Biomed. Res. Int.*, 2013, 459613.
23. Gass J. J., Glaros A. G. Autonomic Disregulation in Headache Patients. *Appl. Psychophysiol. Biofeedback*, 2013, Aug. vol. 3.
24. Mrowka R., Cimponeriu L., Patzak A., Rosenblum M.G. Directionality of coupling of physiological subsystems: age-related changes of cardiorespiratory interaction during different sleep stages in babies. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 2003, Dec., vol. 285, no. 6, pp. 1395–1401.

Переписка

д.мед.н., профессор **Е. А. Юматов**
 Первый Московский Медицинский Университет
 им. И. М. Сеченова
 ул. Намёткина, 15, к. 101
 117420, Москва, Россия
 тел. (495) 718 39 84
 эл. почта: eayumatov@mail.ru