

**АППАРАТНЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОЧИХ
И ПЕРСОНИФИЦИРОВАННАЯ МЕДИЦИНА**

А.Р. ТОКАРЕВ

*Тульский государственный университет, медицинский институт,
проспект Ленина, д. 92, Тула, 300012, Россия*

Аннотация. В статье описаны мероприятия, проводимые в рамках охраны труда на промышленном предприятии, осуществляемые с помощью программно-аппаратного мониторинга основных физиологических функций работающих на аппарате «Симона 111». Комплексное исследование позволило выделить три группы лиц с различным состоянием здоровья в соответствии с Международной классификацией функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья, а затем сформировать 4 диспансерные группы с индивидуализированными планами диспансерного наблюдения.

Ключевые слова: мониторинг, программно-аппаратный комплекс, гемодинамика, неинвазивные методы обследования.

**HARDWARE MONITORING OF THE STATE OF HEALTH OF WORKERS
AND PERSONIFIED MEDICINE**

A.R. TOKAREV

Tula State University, Medical Institute, Lenin av., 92, Tula, 300012, Russia

Abstract. The article describes the activities devoted labor protection in an industrial enterprise, carried out by means of hardware-software monitoring of the basic physiological functions of workers on the apparatus «Simona 111». A comprehensive study allows to identify three groups of people with different health conditions in accordance with the International Classification of Functioning, Life and Health and to form 4 dispensary groups with individualized outpatient monitoring plans.

Key words: monitoring, software and hardware complex, hemodynamics, non-invasive methods of examination.

Введение. По данным Минтруда, в 2017 году предусмотрена разработка государственной программы «Безопасный труд» на 2018-2025 годы. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности наносит существенный ущерб, как государству, так и самим предприятиям. Реализация приоритетного национального проекта внесла существенный вклад в решение проблемы охраны здоровья здоровых лиц, но на данном этапе эта проблема остается нерешенной. Конкретное внедрение данного проекта возможно в результате исследования на предприятиях саногенетических механизмов и проведения комплекса лечебно-профилактических мероприятий, направленных на повышение адаптационных возможностей организма сотрудников [4, 5].

Представляется необходимым для этого – использовать мониторинг жизненно важных функций организма человека при помощи современных аппаратно-программных комплексов. Мониторинг гемодинамики – составная часть многофункционального аппаратного мониторинга. За последние десятилетия гемодинамические мониторы совершенствовались в плане получения раннего сигнала о появившемся расстройстве гемодинамики. Эти мониторы оснащены тревожной сигнализацией, и клиницисты могут сами определять те параметры, которые выходят за установленные пределы. Однако, все показатели гемодинамики должны отслеживаться, чтобы своевременно уловить момент неблагополучия до наступления катастрофы начинать мероприятия по их нормализации, не дожидаясь катастрофы и включения аварийного сигнала. Упреждающее катастрофу лечение значительно улучшит кровоснабжение всех органов и ускорит выздоровление [2, 3, 7-9].

Информация (цифровое значение показателей) должна выводиться на дисплей по сравнению с нормой данного индивидуума, или с прежними его данными, что позволит оперативно оценить её критическое изменение. Большинство клинических заключений основано только на данных *артериального давления (АД), электрокардиографии (ЭКГ), частоты сердечных сокращений (ЧСС)* и *фотоплетизмографии* – определение *сатурации артериальной крови* – ($СаО_2$). Адекватность перфузии должна определяться у каждого пациента. Доказано, что имеются 4 гемодинамических показателя, величины которых коррелируют с выживаемостью: *ударный индекс работы левого желудочка (УИРЛЖ)*, отражающий суммарный баланс преднагрузки и сократимости; *сердечный индекс (СИ)*, характеризующий объем пер-

фузионного кровотока; *индекс доставки кислорода (DO_2I); индекс потребления кислорода (VO_2I)*.

Эти показатели гемодинамики необходимо иметь не только у пациентов в критическом состоянии, при медикаментозном лечении и не медикаментозном воздействии в амбулаторной практике, и в спортивной медицине. Поэтому будущее принадлежит гемодинамическим мониторам, основанным на неинвазивной основе. При мониторинге должна отражаться на дисплее у каждого обследуемого – нормоволемия, нормоинотропия, нормовазотония, нормохронотропия, нормомикроциркуляция, нормоксия, нормоэнергогенез и величина отклонения характеризующих их показателей. На серийно выпускаемом отечественном аппарате «Система интегрального мониторинга «Симона 111» (в дальнейшем – Симона), в 2008-2010 годах проведено исследование 917 больных в различных клиниках России. Мониторинг жизненно важных функций проводился в периоперационном периоде у плановых и экстренных больных, а также у терапевтических пациентов, что показало высокую степень его информативности [1].

Гемодинамика, транспорт и потребление кислорода, дыхание, нервная система и метаболизм образуют единую систему поддержания гомеостаза, которая функционирует как единое целое. Симона обеспечивает мониторинг множества элементов этой системы, причем *неинвазивно*, соответствует принципам системного подхода и устраняет недостаток ранее существовавшего мониторингового оборудования [6]. Основными элементами конструкции Симоны являются компьютер и электронно-измерительный блок с 9-ю измерительными каналами (линиями мониторинга):

1. Реокардиограф,
2. Электрокардиограф,
3. Фотоплетизмограф + Пульсоксиметр,
4. Неинвазивное измерение АД,
5. Температура тела (2 канала),
6. Электроэнцефалограф,
7. Газовый модуль (CO_2+O_2),
8. Модуль механики дыхания,
9. Метабологграф.

Список показателей Симоны показывает уникальность этого программно-аппаратного комплекса, который по существу заменяет функциональную диагностическую лабораторию.

Цель исследования – проведение неинвазивного мониторинга функционального состояния организма рабочих, для донозологической диагностики, раннего выявления заболеваний, контроля эффективности мероприятий по укреплению здоровья здоровых рабочих лечения выявленных заболеваний

Материалы и методы исследования. В исследуемую группу вошло 192 сотрудников умственного труда предприятия НПО «Сплав», подверженных хроническому психоэмоциональному стрессу. Исследования ФСО проводились в течении 3-х лет. Было выполнено 631 исследование.

Исследования функционального состояния здоровья проводилось на аппаратно-программном комплексе «Система интегрального мониторинга «Симона 111». Он предназначен для неинвазивного измерения физиологических показателей центральной и периферической гемодинамики, транспорта и потребления кислорода, функции дыхания, температуры тела, функциональной активности мозга, активности вегетативной нервной системы и метаболизма. Элементами «Симона 111» являются компьютер и электронно-измерительный блок с 9-ю измерительными каналами (линиями мониторинга): реокардиограф (биоимпедансометрия), электрокардиограф, фотоплетизмограф + пульсоксиметр, сфигмоманометр (АД), термометр (2 канала), электроэнцефалограф, капнометр + оксиметр (CO_2+O_2), модуль механики дыхания, метабологграф. Мониторинг ведется по 123 показателям и их трендам с использованием 17 осциллограмм и номограмм. Для быстрой и простой оценки *функционального состояния организма (ФСО)* сотрудника, в зависимости от функционирования *сердечнососудистой системы (ССС)* рассчитывали 4 интегральных показателя: – *индекс доставки кислорода (DO_2I)*, *кардиальный резерв (КР)*, *адаптационный резерв (АР)* и *интегральный баланс (ИБ)*.

DO_2I – (мл/мин/м²), прямо пропорционально зависит от содержания кислорода в артериальной крови (CaO_2) и минутного объема крови перфузионного кровотока и коррелирует с работоспособностью.

ИБ в норме – $0\pm 100\%$, представляет собой сумму процентных отклонений от нормы всех исследованных показателей. Чем больше отклонение в отрицательную сторону, тем меньше уровень функционирования организма. У пациентов в критических состояниях ИБ может снижаться до минус 700%. Чем больше отклонение в положительную сторону, тем выше уровень функционирования организма. У спортсменов высокого уровня в спокойном состоянии на пике спортивной формы ИБ может достигать 300-700%, а сразу же после соревнований или изнурительных тренировок может опускаться до минус 400%, но в течение нескольких часов или суток снова возвращается на прежний уровень. По ИБ можно судить об эффективности восстановительных мероприятий и физиологической стоимости нагрузки.

КР в норме – 5 ± 1 у.е., отражает соотношение продолжительности фаз сердечного цикла – времени диастолы, *времени электрической систолы (PEP)*, *времени механической систолы (VET)*, у больных в критических состояниях снижается до единицы. У хорошо тренированных спортсменов в спокойном

состоянии может достигать десяти, а при максимальных физических нагрузках может снижаться до единицы. КР при физических нагрузках расходуется (уменьшается) для поддержания высокого ИБ. После интенсивной или повседневной физической работы КР всегда ниже, чем у отдохнувшего рабочего. Следовательно, КР, как и ИБ, отражает физиологическую стоимость нагрузки

АР в норме – 500 ± 100 у.е., отражает суммарный баланс ИБ и КР. У спортсменов высокого уровня в спокойном состоянии на пике спортивной формы может достигать 1500 у.е. После болезни или при донологическом течении болезни АР может снижаться до 200 у.е., но в течении нескольких часов или суток после отдыха или применения восстановительных методик снова возвращается на прежний уровень. У больных, находящихся в критическом состоянии, может снижаться до 50 у.е.

Состояние вегетативной нервной системы определялось по 2-м показателям:

– индекс напряжения Баевского (ИНБ), характеризующий активность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (норма – 80-300 у.е.);

– индекс симпатической активности (ИСА), характеризующий активность симпатического отдела (норма 30-70).

А также проводился тест на определение уровня стресса по «Шкале психологического стресса PSM-25»

Пациенты в зависимости от уровня функционального состояния организма классифицировались по *Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья* (МКФ). Код В 439.0 – 439.4

Результаты и их обсуждение. После проведения исследования с помощью «Симона 111», сотрудники в зависимости от ФСО были разделены на 3 группы:

1 группа: «ФСО – хорошее» – сотрудники, имеющие хорошее функциональное состояние здоровья – 23%. (В 439.0) КР > 6 у.е., АР > 600 у.е., ИБ > 100 %. ИНБ 80 – 300 и ИСА 30-70%. PSM-25 < 99 баллов. У данной группы пациентов были высокие адаптационные резервы, отсутствовали острые и хронические заболевания, все вели здоровый образ жизни, отсутствовали вредные привычки. Из них 45 % сотрудников этой группы занимались регулярными физическими упражнениями. Им было рекомендовано продолжить ориентацию на здоровый образ жизни, с целью сохранения состояния здоровья, профилактики развития заболеваний.

2 группа: «ФСО – нормальное» – сотрудники, имеющие нормальное функциональное состояние здоровья – 63%. (В 439.0 – 56 %, В 439.1 – 44 %) КР – 5 ± 1 у.е., АР – 500 ± 100 у.е. у.е., ИБ – $0 \pm 100\%$, ИНБ 80-300 у.е., ИСА 30-70 %. PSM-25 < 125 баллов. Данная группа сотрудников имела среднестатистическую норму функциональных резервов организма. Среди них пациенты, имеющие вредные привычки – 44%, ожирение 1-2ст. – 40 %, отсутствовали системные острые заболевания и хронические заболевания вне обострения – у 100 %. Средний уровень хронический психоэмоциональный стресса. Пациентам данной группы было рекомендовано ориентироваться на здоровый образ жизни, нормализацию режима труда и отдыха.

3 группа: «ФСО – плохое» – сотрудники, имеющие плохое функциональное состояние здоровья – 11 %. (В 439.2, В 439.3, В 439.4) КР < 4 у.е., АР < 400 у.е., ИБ < 100% ИНБ < 300 у.е., ИСА < 50%) PSM-25 > 125 баллов.

Сотрудники данной группы имели острые и/или хронические системные заболевания, вредные привычки, хронический психоэмоциональный стресс (рис).



Рис. Функциональное состояние организма сотрудников

Данной категории пациентов были проведены лабораторные анализы, инструментальные исследования. Была рекомендована консультация профильных специалистов, проводился индивидуальный подбор и контроль эффективности лечения лекарственными препаратами. Рекомендовались не медикаментозные методы лечения и профилактики: ориентация на здоровый образ жизни, нормализация режима труда и отдыха.

После проведения исследований, совместно с руководством предприятия было решено отобрать 156 сотрудников для включения в группы наблюдения в зависимости от периодичности дальнейшего мониторинга состояния здоровья:

1 группа: Амбулаторное лечение (регулярное наблюдение в течение месяца) «ФСО – плохое», В 439.3.

2 группа: Сотрудники, имеющие сердечнососудистые заболевания (1 раз в 3 месяца), «ФСО – плохое», В 439.2.

3 группа: Сотрудники, имеющие другие хронические заболевания, вредные привычки, ожирение (1 раз в 6 месяцев), «ФСО – нормальное», В 439.1

4 группа: Здоровые лица, (1 раз в год), «ФСО – хорошее», В 439.0

Впервые выявлены хронические заболевания у 22(11 %) сотрудников, из них артериальная гипертензия у 12 (6%) сотрудников, хроническая сердечная недостаточность у 3 (1,5%) сотрудников, хроническая обструктивная болезнь легких у 2 (1%) сотрудников, заболевания щитовидной железы у 3 (1,5%) сотрудников, железодефицитная анемия – у 2 (1%) сотрудников. Проведен индивидуальный подбор лекарственной терапии у 10 пациентов, имеющих артериальную гипертензию. На амбулаторном лечении находилось – 10 сотрудников (5%), Рекомендована госпитализация 3 (1,5%) пациентам.

Заключение. Программно-аппаратный интегральный мониторинг функционального состояния организма позволяет проводить углубленную диспансеризацию рабочих. Это способствует укреплению здоровья здоровых рабочих, проведению диагностики донозологических форм заболеваний, раннему выявлению заболеваний, персонализированному контролю проведения общетерапевтических лечебных и профилактических мероприятий.

Литература

1. Антонов А.А., Буров Н.Е. Системный аппаратный мониторинг (физиологические аспекты) // Вестник Интенсивной терапии. 2010. №3. С. 8–12.
2. Хадарцев А.А., Тутьельян В.А., Зилов В.Г., Еськов В.М., Кидалов В.Н., Карташова Н.М., Наумова Э.М., Фудин Н.А., Чуб С.Г., Якушина Г.Н., Олейникова М.М., Валентинов Б.Г., Митрофанов И.В. Теория и практика восстановительной медицины: Монография / Под ред. Тутьельяна В.А. Тула: Тульский полиграфист–Москва: Российская академия медицинских наук, 2004. Т. I. 248 с.
3. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Козырев К.М., Гонтарев С.Н. Медико-биологическая теория и практика: Монография / Под ред. Тыминского В.Г. Тула: Изд-во ТулГУ–Белгород: ЗАО «Белгородская областная типография», 2011. 231 с.
4. Хадарцев А.А., Сидорова И.С., Еськов В.М., Морозов В.Н., Сапожников В.Г., Хритинин Д.Ф., Волков В.Г., Глотов В.А., Гусейнов А.З., Карасева Ю.В., Купеев В.Г., Гусак Ю.К., Папшев В.А., Гранатович Н.Н., Рачковская В.А., Руднева Н.С., Сергеева Ю.В., Тутаева Е.С., Хапкина А.В., Чибисова А.Н. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Часть IV. Обработка информации, системный анализ и управление (общие вопросы в клинике, в эксперименте): Монография / Под ред. Хадарцева А.А. и Еськова В.М. Тула: Тульский полиграфист, 2003. 238 с.
5. Хадарцев А.А., Морозов В.Н., Карасева Ю.В., Зилов В.Г., Дармограй В.Н., Морозова В.И., Гусак Ю.К. Программы адаптации в эксперименте и клинике: Монография. Тула: ТулГУ, 2003. 284 с.
6. Хадарцев А.А., Блюмин Р.Б., Наумова Э.М., Технологии бесконтактной диагностики // Вестник новых медицинских технологий. 2008. № 4. С. 146–149.
7. Antonelli M., Levy M., Fnewes P.J. Hemodynamic monitoring in shock and implications for management. International Consensus Conference, Paris, France 27-28 April 2006 // Intensive Care Med. 2007. №33. P. 575–590.
8. Pearse R., Dawson D., Fawcett J. Changes in central venous saturation after major surgery, and association with outcome // Crit Care Med. 2005. №9. R. 694–699.
9. Marik P.E., Baram M. Noninvasive Hemodynamic Monitoring in the Intensive Care Unit // Crit Care Clinics. 2007. №23(3). P. 383–400.

References

1. Antonov AA, Burov NE. Sistemnyy apparatnyy monitoring (fiziologicheskie aspekty) [System hardware monitoring (physiological aspects)]. Vestnik Intensivnoy terapii. 2010;3:8-12. Russian.

2. Khadartsev AA, Tutel'yan VA, Zilov VG, Es'kov VM, Kidalov VN, Kartashova NM, Naumova EM, Fudin NA, Chub SG, Yakushina GN, Oleynikova MM, Valentinov BG, Mitrofanov IV. Teoriya i praktika voss-tanovitel'noy meditsiny: Monografiya [Theory and practice of restorative medicine: Monograph]. Pod red. Tutel'yana VA. Tula: Tul'skiy poligrafist–Moscow: Rossiyskaya akademiya meditsinskikh nauk; 2004. Russian.

3. Khadartsev AA, Es'kov VM, Kozyrev KM, Gontarev SN. Mediko-biologicheskaya teoriya i praktika: Monografiya [Medico-biological theory and practice: Monograph]. Pod red. Tyminskogo VG. Tula: Izd-vo Tul-GU–Belgorod: ZAO «Belgorod-skaya oblastnaya tipografiya»; 2011. Russian.

4. Khadartsev AA, Sidorova IS, Es'kov VM, Morozov VN, Sapozhnikov VG, Khritinin DF, Volkov VG, Glotov VA, Guseynov AZ, Karaseva YV, Kupeeov VG, Gusak YK, Papshev VA, Granatovich NN, Rachkovskaya VA, Rudneva NS, Sergeeva YV, Tutaeva ES, Khapkina AV, Chibisova AN. Sistemnyy analiz, upravlenie i obrabotka informatsii v biologii i meditsine [System analysis, management and processing of information in biology and medicine]. Chast' IV. Obrabotka informatsii, sistemnyy analiz i upravlenie (obshchie voprosy v klinike, v eksperimente): Monografiya. Pod red. Khadartseva AA i Es'kova VM. Tula: Tul'skiy poligrafist; 2003. Russian.

5. Khadartsev AA, Morozov VN, Karaseva YV, Zilov VG, Darmogray VN, Morozova VI, Gusak YK. Programmy adaptatsii v eksperimente i klinike: Monografiya [Adaptation programs in the experiment and in the clinic: Monograph]. Tula: TulGU; 2003. Russian.

6. Khadartsev AA, Blyumin RB, Naumova EM. Tekhnologii beskontaktnoy diagnostiki [Technologies of non-contact diagnostics]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2008;4:146-9. Russian.

7. Antonelli M, Levy M, Fnewes PJ. Hemodynamic monitoring in shock and implications for management. International Consensus Conference, Paris, France 27-28 April 2006. Intensive Care Med. 2007;33:575-90.

8. Pearse R, Dawson D, Fawcett J. Changes in central venous saturation after major surgery, and association with outcome. Crit Care Med. 2005;9:694-9.

9. Marik PE, Baram M. Noninvasive Hemodynamic Monitoring in the Intensive Care Unit. Crit Care Clinics. 2007;23(3):383-400.

Библиографическая ссылка:

Токарев А.Р. Аппаратный мониторинг состояния здоровья рабочих и персонифицированная медицина // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. №1. Публикация 2-21. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-1/2-21.pdf> (дата обращения: 17.03.2017). DOI: 12737/25231.