

ОПЫТ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИРОВАНИЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Морозов В.В.¹, Серяпина Ю.В.¹, Бессмельцев В.П.², Служев В.А.², Кравченко Ю.Л.³

¹ *Институт химической биологии и фундаментальной медицины Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия (630090, г. Новосибирск, просп. Ак. Лаврентьева, 8), e-mail: seryapinajv@gmail.com*

² *Институт автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия (630090, г. Новосибирск, проспект академика Коптюга, 1), e-mail: bessmelt@iae.nsk.su.*

³ *Филиал Института физики полупроводников Сибирского отделения Российской академии наук «Конструкторско-технологический институт прикладной микроэлектроники», Новосибирск, Россия (630090, г. Новосибирск, проспект академика Лаврентьева, 13), e-mail: yurij-kravchenko@list.ru*

Дистанционное мониторирование показателей жизнедеятельности человека имеет длительную историю. Впервые внедренное военными, мониторинг нашел широкое применение в медицинской диагностике в кардиологии, в спортивной медицине, в реабилитологии. Число показателей, продолжительность наблюдения увеличиваются, позволяя обеспечивать высокое качество жизни и круглосуточный медицинский надзор. Благодаря новейшим технологиям, дистанционное мониторирование может осуществляться на любом расстоянии от медицинского учреждения в режиме реального времени, а датчики последнего поколения интегрированы в одежду и не доставляют неудобств при длительном использовании. Мониторинг имеет разнообразный масштаб – от индивидуального наблюдения человека за своими показателями жизнедеятельности до создания региональных и федеральных многоцентровых телемедицинских программ, включающих дистанционное мониторирование, телеконсультации. Накопленный опыт определяет предпосылки к дальнейшему развитию и совершенствованию систем дистанционного мониторирования и внедрению телемедицинских технологий в широкую медицинскую практику.

Ключевые слова: дистанционное мониторирование, телемедицина, носимые датчики.

EXPERIENCE OF THE REMOTE MONITORING VITAL ACTIVITY OF MAN

Morozov V.V.¹, Seryapina Y.V.¹, Bessmeltsev V.P.², Sluev V.A.², Kravchenko Y.L.³

¹ *Institute of Chemical Biology and Fundamental Medicine, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia (630090, Novosibirsk, pr. Ak. Lavrentiev, 8), e-mail: seryapinajv@gmail.com*

² *Institute of Automation and Electrometry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia (630090, Novosibirsk, AkademikaKoptuyuga 1), e-mail: bessmelt@iae.nsk.su.*

³ *Branch of the Institute of Semiconductor Physics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences "Technological Design Institute of Applied Microelectronics", Novosibirsk, Russia (630090, Novosibirsk, Prospect Academy of Sciences, 13), e-mail: yurij-kravchenko@list.ru*

Remote monitoring of indicators of human activity has a long history. Pioneered by the military, monitoring is widely used in medical diagnostics in cardiology, sports medicine in Rehabilitation. Number of indicators, follow-up increase, allowing to provide a high quality of life and non-stop medical supervision. With the latest technology, remote monitoring can be carried out at any distance from a medical institution in real time, and the latest generation of sensors integrated into the clothes and not be uncomfortable with prolonged use. Monitoring has a varied scale - from individual observations person for their vital signs to the creation of regional and federal multicenter telemedicine programs, including remote monitoring, teleconsultations. Past experience defines the preconditions for further development and improvement of systems for remote monitoring and implementation of telemedicine technologies in wide medical practice.

Keywords: remote monitoring, telemedicine, wearable sensors.

Пионером применения дистанционного мониторирования жизнедеятельности стала космическая медицина и военные разработки. Первые успехи мониторинга состояния космонавтов были сделаны в 1960-е годы, а начиная с 1980-х – разработки активно внедрялись в работу силовых служб, спасателей, МЧС. Непосредственно в клинических диагностических целях дистанционное мониторирование применяется около 15 лет. Все эти

годы идет непрерывный технологический прогресс в аппаратном обеспечении и средствах связи.

Телемедицинские системы динамического наблюдения используются для наблюдения за пациентами, страдающими хроническими заболеваниями. Эти же системы могут применяться на промышленных объектах для контроля состояния здоровья работников (например, операторов на атомных электростанциях). Многообещающим направлением развития дистанционного биомониторинга является интеграция датчиков в одежду, различные аксессуары, мобильные телефоны [5].

Сегодня дистанционное мониторирование жизнедеятельности является одним из приоритетных направлений развития телемедицины, наряду с телеконсультациями и дистанционным обучением. Один из первых и наиболее часто используемых показателей мониторирования – частота сердечных сокращений. Современное оборудование позволяет отслеживать не только ЧСС, характеристики пульсовой волны, но и всю электрокардиографическую кривую в целом, производить полноценную диагностику заболеваний сердца [4]. Эти возможности доступны при помощи носимых интегрированных в одежду беспроводных датчиков ЭКГ и пульса, которые уже используются в клинической практике [1].

Расширенные комплексы кардиореспираторного мониторирования предполагают оценку функции внешнего дыхания. Регистрируются дыхательные движения грудной клетки, оценивается их частота, периодичность, амплитуда при помощи акселерометров. Их интеграция в структуру одежды также возможна, и такие комплексы находят свое применение для мониторирования пациентов с высоким кардиологическим риском, апноэ, заболеваниями дыхательной системы [7,8].

В последние годы с помощью средств телемедицины удается решать проблемы биохимического мониторинга. Во все времена сложный процесс – подбор дозы инсулина при сахарном диабете – теперь можно контролировать удаленно. Система постоянного мониторирования глюкозы CGMS состоит из трех частей – глюкосенса, монитора и программного обеспечения. На протяжении нескольких дней происходит измерение уровня гликемии каждые 5-10 минут, после чего формируется гликемический профиль и проводится его анализ. Современные разработки ведутся в направлении интеграции систем мониторирования гликемии с инсулиновыми помпами, которые при ее изменении могут автоматически корректировать скорость подачи препарата. Примечательно то, что подобная система может создавать оповещения об угрожающем отклонении гликемии, которое не проявляется клинически, и будут приняты соответствующие меры [6].

Одним из перспективных является дистанционное мониторирование изменений положения тела и физической активности при помощи акселерометрии и электромиографических датчиков. Данные методы в различных режимах используются в спортивной и восстановительной медицине [9].

Интеграция микроэлектротехнологических систем в одежду (носимые датчики) широко используется в нейрореабилитации различных групп больных. Мониторинг может осуществляться по двум направлениям – контроль показателей жизнедеятельности (ЭКГ, АД, ЧСС, ЧДД) для предотвращения критических состояний и наблюдение за динамикой восстановительных процессов, мышечной активности. В перспективе – возможность аппаратной алгоритмической оценки неврологического статуса с расчетом потребности в реабилитационных мероприятиях [10].

Дистанционное мониторирование является неотъемлемой частью телемедицинских систем. Уже созданы и проходят испытания диагностические комплексы, состоящие из жилета с набором датчиков, регистрирующих ЭКГ, артериальное давление и ряд других параметров, мобильного телефона с возможностью регистрации ЭКГ и отправки ее средствами GPRS в медицинский центр, а также с возможностью определения координат местоположения пациента в случае жизнеугрожающего состояния [2,3]. Доступность средств связи и сервисов Интернет позволяет развивать такое направление, как «домашняя телемедицина». Это дистанционное оказание медицинской помощи пациенту, находящемуся вне медицинского учреждения и проходящему курс лечения в домашних условиях. Специальное телемедицинское оборудование осуществляет сбор и передачу медицинских данных пациента из его дома в удаленный телемедицинский сервер для дальнейшей обработки специалистами. Имеются комплексы, включающие датчики, измеряющие температуру тела, давление крови, парциальное давление кислорода, ЭКГ и функции дыхания, соединенные с настольным монитором, который в свою очередь автоматически отправляет данные в контрольный центр. Обработка получаемых данных специалистами позволяет в режиме реального времени следить за состоянием пациента, даже находящегося вдали от лечебного учреждения.

Научные обзоры эффективности телемедицинских технологий свидетельствуют об увеличении диагностической значимости предложенных систем, росте качества жизни пациентов [8]. Неудивительно, что частота использования систем дистанционного мониторирования ежегодно растет, охватывая новые сферы медицины и все большее количество пациентов [7]. Технологический прогресс обеспечивает создание новых поколений носимых миниатюрных беспроводных датчиков различных физиологических показателей, в том числе, биохимических. Таким образом, возможно создание

мобильных телемедицинских комплексов, работающих удаленно и не уступающих по диагностической ценности стандартному обследованию.

Накопленный опыт дистанционного мониторинга показателей жизнедеятельности наглядно демонстрирует большую клиническую и диагностическую значимость удаленного наблюдения за состоянием пациента. Современные технологии позволяют осуществлять мониторинг с помощью датчиков, которые практически не заметны и не снижают качество жизни. Важным этапом является создание надежных каналов связи для телемедицинских сетей с целью мониторинга в режиме реального времени, вне зависимости от местонахождения пациента.

Вполне проявившей себя тенденцией развития телемедицинских технологий является формирование региональных и федеральных телемедицинских сетей. Такие сети, с одной стороны, будут развиваться вглубь территорий, охватывая все большее число медицинских учреждений, а с другой стороны – объединяться друг с другом. При создании телемедицинских сетей будут использоваться практически все доступные средства связи – наземные и спутниковые, волоконно-оптические и беспроводные, широкополосные сети передачи данных и сети мобильной телефонной связи. В составе таких систем методы дистанционного мониторинга показателей жизнедеятельности позволят не только повысить эффективность диагностики, но и обеспечить удаленный доступ к квалифицированной медицинской помощи практически для всех групп населения.

Список литературы

1. Бекмачев А. Датчики Epic от Plessey Semiconductors – прорыв в сенсорных технологиях. // Компоненты и технологии. – 2013. – № 1. – С. 21–24.
2. Машин В.В., Пинкова Е.А., Винокуров Л.Н., Гаврилов В.М. Система дистанционного мониторинга артериального давления и факторы риска при гипертонической энцефалопатии // Тезисы научно-практической конференции «Модниковские чтения». – 2011.
3. Морозов В.В., Серяпина Ю.В., Кравченко Ю.Л., Тарков С.М., Бессмельцев В.П., Катасонов Д.Н., Слуев В.А. Телемедицина в кардиологии: новые перспективы // Фундаментальные исследования. – 2013. - №7. – С. 589-593.
4. ООО «Нейрон» - Продукция: сайт. URL: <http://neuron.org.ru/design.htmn.htm> (дата обращения 27.10.2014).
5. ООО «Фрукт МД» - Skolkovo Community: сайт. URL: community.sk.ru/net/1120526/default.aspx (дата обращения: 27.10.2014)

6. Смирнов В.В., Горбунов Г.Е. Система мониторинга глюкозы и инсулиновые помпы // Лечащий врач. – 2009. - №3. – e09.
7. Free C., Phillips G., Watson L., Galli L., Felix L., Edwards P., Patel V., Haines A. The effectiveness of mobile-health technologies to improve health care service delivery processes: a systematic review and meta-analysis // PLOS medicine. – 2013. – V. 10, №1. – e1001363.
8. Hilty D.M., Ferrer D.C., Parish M.B., Johnston B., Callahan E.J., Yellowless P.M. The effectiveness of telemental health: a 2013 review // Telemedicine and e-health. – 2013. – V. 19, №6. – P. 444-454.
9. Intille S., Lester J., Sallis J., Duncan G. New horizons in sensor development // Med Sci Sports Exerc. – 2012.- V. 44, №1, Suppl. 1. – P. 24-31.
10. Steins D., Dawes H., Esser P., Collett J. Wearable accelerometry-based technology capable of assessing functional activities in neurological populations in community settings: a systematic review // Journal of neuroengineering and rehabilitation. - V. 11., №1. – P. 36.

Рецензенты:

Смагин А.А., д.м.н., профессор, руководитель лаборатории лимфодетоксикации Учреждения Российской академии медицинских наук Научно-исследовательского института клинической и экспериментальной лимфологии Сибирского отделения РАН, г. Новосибирск;

Шевела А.И., д.м.н., профессор, научный руководитель АНО «Центр Новых Медицинских Технологий в Академгородке», г. Новосибирск.