

Возможности длительного дистанционного диагностикума сердечно-сосудистой системы у пациентов с коморбидностью

Р.Г. Оганов¹, С.А. Румянцева², Е.В. Силина³, В.А. Ступин⁴, Е.А. Богданов¹, В.С. Шалыгин², Д.В. Давыдов⁵, М.Н. Малкин⁵

¹ФГБУ Государственного научно-исследовательского центра профилактической медицины МЗРФ

²ГБОУ ВПО Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова МЗРФ

³ГБОУ ВПО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова МЗРФ

⁴ГКБ № 15 имени О.М. Филатова Департамента здравоохранения, г. Москва

⁵ОАО «Реабилитационный центр для инвалидов «Преодоление», г. Москва

Резюме. В статье проанализированы методы измерения артериального давления (АД), а также приведена оптимальная технология его контроля, когда в режиме реального времени будет непрерывно поступать информация о состоянии сердечно-сосудистой системы, а при критических изменениях будут включены визуальные, звуковые, чувствительные и другие раздражители (сигналы оповещения) о необходимости оказания экстренной помощи.

Ключевые слова: артериальное давление, артериальная гипертензия, коморбидность, инсульт, инфаркт, биосенсор.

Повышенное артериальное давление (артериальная гипертензия, АГ) является, по мнению абсолютного большинства медицинских специалистов, основной причиной развития сердечно-сосудистых катастроф, к которым прежде всего относят острый инфаркт миокарда и острый инсульт. По всем международным статистикам, вклад АГ в прогрессирование заболеваний мозга и сердца колеблется от 60 до 95%. По данным ВОЗ более 10% населения планеты относятся к группам риска и должны постоянно принимать лекарственные средства. Однако несвоевременный прием фармакотерапии, прерванное лечение и прием нескольких даже эффективных лекарственных средств при отсутствии постоянного контроля за артериальным давлением (АД) не позволяют добиться хороших результатов получаемых при проведении специальных исследований. Суточные ритмы сосудистых заболеваний, при которых пики катастроф приходится на ранние утренние часы, во многом объясняют высокую догоспитальную летальность сердечно-сосудистых больных.

Обеспечить постоянный квалифицированный контроль эффективности лечения АГ в рамках имеющейся сегодня системы здравоохранения невозможно. Кроме того, кадровый дефицит врачей

общей практики и узких специалистов, имеющий стойкую тенденцию к нарастанию, заставляет искать другие, технологичные пути решения. Одним из таких рений может стать постоянный контроль за артериальным давлением у людей, относящихся к группам риска по развитию опасных кардиальных осложнений.

Методы измерения АД

В настоящее время для персонального мониторинга используются в основном наружные устройства. Количество имплантируемых устройств на рынке пока является несущественным, причем используются они в клинической медицине в рамках отделений реанимации и интенсивной терапии и при проведении операций на сердце и крупных сосудах, а также для контроля эффективности подготовки профессиональных элитных спортсменов. Учитывая возросший интерес разработчиков, значительное увеличение подобных устройств в среднесрочной перспективе является весьма вероятным. Это связано с постоянным уменьшением их цены и возможностью относительно несложной доработки широко распространенных электрокардиографов для суточной регистрации деятельности сердца (посредством сокращения числа проводов для размещения на теле человека до 4-х, упрощение интерфейса устройства, обеспечения возможности коротких се-

© Р.Г. Оганов, С.А. Румянцева, Е.В. Силина, В.А. Ступин, Е.А. Богданов, В.С. Шалыгин, Д.В. Давыдов, М.Н. Малкин

ансов ЭКГ, обеспечения возможности беспроводной передачи данных в медицинское учреждение).

Но если к электрокардиографии и электрокардиостимуляторам врачи привыкли и с должным вниманием к ним относятся, то такой параметр как артериальное давление (АД) представляется большинству простым анахронизмом. Тонометр Короткова для измерения АД, позволяющий обеспечивать лишь эпизодический контроль, осуществляемый в большинстве случаев по инициативе пациента, что не дает результатов, принципиально не усовершенствовался последние сто лет. Между тем, комплексная оценка АД не менее важна для прогноза заболевания и выбора метода лечения. Систолическое и диастолическое давление, частота и ритм сердечных сокращений, скорость распространения пульсовой волны и некоторые другие вычисляемые показатели являются прекрасными маркерами эффективности проводимого лечения, а также оценки состояния сердечно-сосудистой системы и прогнозирования сердечно-сосудистых катастроф.

Прямое измерение АД связано с инвазивной процедурой центральной венозной катетеризации. Однако инвазивность методики, риск развития сосудистых осложнений ограничивают область применения прямого метода измерений. Чаще всего катетерные измерения используются в интраоперационном мониторинге и в кардиореанимации. Таким образом, возникает потребность в перманентном датчике АД, имплантированном в тело пациента, и способным, с одной стороны: обеспечить высокоточный мониторинг состояния АД, не уступающий датчикам катетерного типа, с другой: обеспечить возможность одновременной регистрации других гемодинамических параметров: ЧСС, пульса, систолического и диастолического давления, а также малоинвазивностью хирургического способа имплантации.

Многочисленные компании, включая Boston Scientific, CardioMEMS, Inc., ISSYS Sensing Systems, Inc., Medtronic, Inc. и St. Jude Medical, производят имплантируемые кардиомониторы с пожизненным использованием [1-10]. Однако большинство таких устройств, таких как Medtronic's Chronicle, не обладают гибкостью размещения в теле пациента. Поскольку размещение этих устройств требует более оптимизированное место, например легочную артерию, оценка большинства параметров состояния пациента не представляется возможной. Некоторые из этих устройств не обладают какой-либо возможностью внутренней обработки данных, которая бы смогла повысить достоверность получаемых данных и упростить хирургический метод доставки [11-15]. Таким образом, возникает необходимость в имплантации устройства с полностью беспроводной функцией мониторинга сердечно-сосудистой системы посредством малоинвазивной операции. Преимущество стентирования заключается в том,

что его можно реализовать практически в любом месте системы кровообращения. Интеграция миниатюрного монитора сердечного давления со стентом дает преимущество с точки зрения процедуры доставки, его расположения и универсальности в использовании имплантата. Стент, используемый в устройстве, может выполнять функцию структурной поддержки, антенны и одновременной телеметрии беспроводного питания. В дополнение к контролю разных форм сердечно-сосудистых заболеваний, это устройство должно обладать опцией самодиагностики.

Стенты имеют различные приложения и наиболее часто используются в лечении обструкции кровотока в сердечно-сосудистой системе. На сегодняшний день показано, что в естественных условиях, с использованием экспериментальных животных, возможна чрескожная передача данных и энергии [16,17]. Таким образом, имплантируемый со стентом миниатюрный датчик давления обеспечивает клиницистов системой по отслеживанию признаков артериальной гипертензии и нарушения ритма сердца. Такой датчик должен состоять из специализированной интегральной схемы (ASIC) и микроэлектромеханической системы (MEMS), интегрированных в разрешенный US FDA медицинский стент.

Оптимальная технология контроля АД

Оптимальная технология диагностики будет реализована следующим образом. Во-первых, для обеспечения высокой точности и достоверности получаемых данных при снятии АД чувствительный к изменениям АД элемент, входящий в состав датчика должен быть твердотельным, поскольку показания жидкозаполненных датчиков зависят от положения чувствительного элемента датчика относительно тела пациента. Во-вторых, для реализации мультипараметричности регистрируемых данных с целью регистрации таких физиологических параметров, как ЧСС, пульс, диастолическое, систолическое давление, датчик мониторинга АД должен включать в себя несколько чувствительных элементов, должен быть создан по технологии изготовления микроэлектромеханических систем (МЭМС) или аналогичной технологии, обеспечивающей такую же миниатюризацию компонентов. Как следствие, микроэлектромеханический датчик мониторинга АД, благодаря своим размерам, будет способен обеспечить выполнение требования малоинвазивного способа имплантации с минимальным хирургическим вмешательством. Кроме этого, чувствительный к изменениям АД элемент будет соединен с модулем для мгновенной радиочастотной передачи сигнала об изменении АД. Регистрация данных радиочастотного импульса будет реализована посредством приемо-передающей антенны, которая подает радиочастотный импульс на датчик

давления, который, в свою очередь, после прекращения возбуждения посредством радиочастотного импульса переизлучается на приемно-передающую антенну электронного устройства, закрепленного на теле пациента. Устройство холтер-типа должно быть оборудовано преобразователем аналогового сигнала в цифровой и модулем 3G для передачи цифровых данных на компьютер и последующей отправки лечащему врачу.

Предполагаемый результат

Таким образом, в режиме реального времени будет непрерывно поступать информация о состоянии сердечно-сосудистой системы, при критических изменениях будут включены визуальные, звуковые, чувствительные и другие раздражители (сигналы оповещения) о необходимости оказания экстренной помощи. Также информация о данных критических изменениях будет поступать в соответствующие лечебно-профилактические учреждения, например на ближайшую станцию скорой медицинской помощи. Это позволит снизить потери от неинфекционных заболеваний (инвалидизация и смертность трудоспособного населения). Кроме того, длительный непрерывный контроль за состоянием ССС позволит пациенту контролировать выполнение лечебных мероприятий, а врачу - определять эффективность назначенного лечения и проводить своевременную фармакологическую коррекцию.

Список использованной литературы

- Hoppe U. C., Vanderheyden M., Sievert H., Brandt M. C., Tobar R., Wijns W. «Chronic monitoring of pulmonary artery pressure in patients with severe heart failure: Multicentre experience of the monitoring pulmonary artery pressure by implantable device responding to ultrasonic signal (PAPIRUS) II study», Heart, vol. 95, pp. 1091-1097, 2009.
- Springer F., Gunther R.W., Schmitz-Rode T. «Aneurysm sac pressure measurement with minimally invasive implantable pressure sensors: An alternative to current surveillance regimes after EVAR», Cardiovasc. Intervent. Radiol., vol. 31, pp. 460-467, 2008.
- Fonseca M., Allen M., Stern D., White J., Kroh J. «Implantable wireless sensor for pressure measurement within the heart», U.S. Patent 6 855 115, February 15, 2005. 25.12.2013 17:19
- Allen M., Fonseca M., White J., Kroh J., Stern D. Implantable Wireless Sensor for Blood Pressure Measurement With an Artery. Atlanta, GA: CardioMEMS, Inc., 2005.
- Joy J., Kroh J., Ellis M., Allen M., Pyle C. Communicating With Implanted Wireless Sensor. Atlanta, GA: CardioMEMS, Inc., 2007.
- Najafi N. Rich C. A. Method for Monitoring a Physiologic Parameter of Patients With Congestive Heart Failure. Ypsilanti, MI: Integrated Sensing Systems, Inc., 2006.
- Najafi N., Ludomirsky A., «Initial animal studies of a wireless, batteryless, MEMS implant for cardiovascular applications», Biomed. Microdev., vol. 6, pp. 61-65, 2004.
- Schneider R. L., Najafi N., Goetzinger D. J., Anchor for Medical Implant Placement and Method of Manufacture. Ypsilanti, MI: Integrated Sensing Systems, Inc., 2008.
- Bennett T., Kjellstrom B., Taepke R., Ryden L. «Development of implantable devices for continuous ambulatory monitoring of central hemodynamic values in heart failure patients», Pacing Clin. Electrophysiol., vol. 28, pp. 573-584, 2005.
- Reynolds D. W., Bartelt N., Taepke R., Bennett T. D. «Measurement of pulmonary artery diastolic pressure from the right ventricle», J. Amer. Coll. Cardiol., vol. 25, pp. 1176-1182, 1995.
- Ohlsson A., Bennett T., Nordlander R., Ryden J., Astrom H., Ryden L. «Monitoring of pulmonary arterial diastolic pressure through a right ventricular pressure transducer», J. Cardiac Failure, vol. 1, pp. 161-168, 1995.
- Chuang P.P., Wilson R.F., Homans D.C., Stone K. Bergman T., Bennett T.D., Kubo S.H. «Measurement of pulmonary artery diastolic pressure from a right ventricular pressure transducer in patients with heart failure», J. Cardiac Failure, vol. 2, pp. 41-46, 1996.
- Ohlsson A., Kubo S.H., D. Steinhilber, D.T. Connelly, S. Adler, C. Bitkover, R. Nordlander, L. Ryd' en, and T. Bennett, «Continuous ambulatory monitoring of absolute right ventricular pressure and mixed venous oxygen saturation in patients with heart failure using an implantable hemodynamic monitor: Results of a 1 year multicenter feasibility study», Eur. Heart J., vol. 22, pp. 942-954, 2001.
- Magalski A., Adamson P., Gadler F., Boehm M., Steinhilber D., Reynolds D., Vlach K., Linde C., Cremers B., Sparks B., Bennett T., «Continuous ambulatory right heart pressure measurements with an implantable hemodynamic monitor: 12-month follow-up in a multicenter trial of chronic heart failure patients», J. Cardiac Failure, vol. 8, pp. 63-70, 2002.
- Ritzema J., Melton I. C., Richards A. M., Crozier I. G., Frampton C., Doughty R. N., Whiting J., Kar S., Eigler N., Krum H., Abraham W. T., Troughton R.W., «Direct left atrial pressure monitoring in ambulatory heart failure patients», Circulation, vol. 116, pp. 2952-2959, 2007.
- Chow E.Y., Beier B., Ouyang Y., Chappell W.J., Irazoqui P.P., «High frequency transcutaneous transmission using stents configured as a dipole radiator for cardiovascular implantable devices», presented at the Microw. Theory Tech. Conf., Boston, MA, 2009.
- Chow E.Y., Ouyang Y., Beier B., Chappell W.J., Irazoqui P.P. «Evaluation of cardiovascular stents as antennas for implantable wireless applications», IEEE Trans. Microw. Theory Tech., 2009, to be published.

Надійшла до редакції 04.09.2014