

# САМОКОНТРОЛЬ ЭКГ С ПОМОЩЬЮ ЭКГ-ТЕЛЕМЕТРИИ В ПЕДИАТРИИ

М. М. Хомич<sup>1</sup>, В. В. Юрьев<sup>1</sup>, Э. В. Земцовский<sup>1,2</sup>, А. М. Конобасов<sup>3</sup>

1 – ФГУ «Федеральный Центр Сердца Крови и Эндокринологии им. В. А. Алмазова Минздравсоцразвития РФ», 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова д. 2.

2 – НИЦ ГОУ ВПО Санкт-Петербургская государственная педиатрическая медицинская академия Минздравсоцразвития РФ, 194100, ул. Литовская 2, Санкт-Петербург, Россия.

3 – ЗАО «Микард-Лана». 193024, Санкт-Петербург, Фуражный переулок, д. 3, лит. «Ж». тел./факс: (812) 274-04-42.  
e-mail: micard@mail.wplus.net.

## Контактная информация:

Михаил Михайлович Хомич, доктор медицинских наук. Заведующий научно-исследовательской лаборатории диагностики и лечения патологии детского возраста Института перинатологии и педиатрии ФГУ «ФЦСКЭ им. В. А. Алмазова» Минздравсоцразвития России;  
e-mail: mikekhomitch@mail.ru

Публикация посвящена вопросам применения ЭКГ-телеметрии в педиатрии. Предлагается внедрение метода «самоконтроля ЭКГ» в педиатрическую практику. Метод предусматривает применение специального устройства, позволяющего через Bluetooth и GSM передавать электрокардиограмму пациента на сервер, где она подвергается автоматизированному анализу и в виде скрининг-ответа (норма; пограничное состояние; патология) передается на мобильный телефон пациента. Метод предполагает возможность квалифицированного анализа ЭКГ консультантом-кардиологом по вопросам тактики ведения и лечения в интерактивном режиме путем обращения к индивидуальному архиву пациента.

*Ключевые слова:* дети, телемедицина, электрокардиография.

Если говорить о проведении любого измерения, то необходимо наличие трех составляющих: измеряемый объект; измерительное средство; а также человек (автомат), производящий или оценивающий измерения. Если все три составляющих находятся в одной точке пространства, то говорят об обычном измерении. Если между измеряемым объектом и человеком, производящим или оценивающим измерения имеется существенное расстояние в пространстве, то говорят о телеметрическом измерении (от греческого *tēle* – вдалеке, далеко и *metreō* – мерить, измерять).

Характерной чертой телеметрического измерения является «раздвоение» измерительного средства. Одна

его часть вступает в непосредственный контакт с объектом, другая – с человеком (автоматом), производящим или оценивающим измерение. Первая часть называется чувствительным элементом или передатчиком, вторая – сигнализатором или приемником. Обе части измерительного средства можно соединять разными способами: кабельными, акустическими, электромагнитными. В последнем случае говорят о радиотелеметрии.

Первым в истории медицины телеметрию осуществил еще в 1906 году изобретатель электрокардиографии, голландский физиолог Эйнтховен. С помощью телефонного кабеля он соединил электрокардиограф, находящийся в его лаборатории с пациентом, находящимся

## SELF-CHECKING OF ECG WITH ECG-TELEMETRY IN PEDIATRICS

M.M. Khomich, MD<sup>1</sup>, V. V. Yurev, MD<sup>1</sup>, E. V. Zemtsovsky, MD<sup>1</sup>, A. M. Konobasov.<sup>2</sup>

1 – Institute of perinatology and pediatrics of FSE «Almazov Federal Heart, Blood and Endocrinology Centre». Russia, 197341, St.-Petersburg, Akkuratova st., 2.

2 – The State Saint-Petersburg's Pediatric Medical Academy, 194100, Litovskaya str. 2, Saint-Petersburg, Russia.

3 – The closed joint-stock company «Micard-Lana», 193024, St. Petersburg, Furagniy st., 3/G.

## Contacts:

Mikhail Mihaylovich Khomich, MD, PhD, Head of the research laboratory of diagnostics and treating of maladies in childhood, Institute of perinatology and pediatrics of FSE «Almazov Federal Heart, Blood and Endocrinology Centre».  
e-mail: mikekhomitch@mail.ru.

This publication is devoted using of ECG telemetry in pediatrics. Introduction of a method of «self-checking» of an electrocardiogram in pediatric practice is offered. The method provides application of the special device allowing to transmit electrocardiograms through Bluetooth and GSM to some server where they are automatically analyzed and transmitted to the patient's mobile phone in the form of the screening response (normal, borderline state, pathology). The method assumes the possibility of the qualified analysis of an electrocardiogram by the consultant-cardiologist concerning observation and treatment in an interactive mode by appealing to the individual patient's archive.

*Keywords:* children, telemedicine, electrocardiography.

на расстоянии около полутора километров в больнице (телеэлектрокардиография). Опыт увенчался успехом. В 1947 году Холтер телеметрическим путем зафиксировал ЭКГ человека, едущего на велосипеде. Пациент в лаборатории делал круги около стола, а на спине у него был укреплен передатчик массой в сорок килограмм.

Долгие годы развитие биотелеметрии было связано, прежде всего, с успехами космических программ СССР и США в связи с необходимостью обеспечения постоянного контроля за состоянием здоровья астронавтов. С 1974 года термин «телемедицина» (telemedicine) стал использоваться в библиографической Интернет-базе MEDLINE, а с 1993 года телемедицина выделена в отдельную международную библиографическую рубрику. Телемедицина получила и академическое признание. Так в университете г. Белфаст, Великобритания существует кафедра телемедицины. Появились специальные журналы, такие как «Telemedicine Journal» и «Journal of Telemedicine and Telecare».

В связи с постоянным совершенствованием и появлением все более качественных и доступных компьютерных и телекоммуникационных технологий биотелеметрия стремительно развивается. Она широко используется для регистрации и передачи на расстояние сведений о состоянии больного, находящегося вдали от лечебного или консультативного центра, для контроля функциональных показателей жизнедеятельности; а также для отдаленного слежения за состоянием здоровья человека.

Стоит отметить, что помимо клинического значения, телемедицина выгодна и с экономической точки зрения. Она позволяет существенно снизить командировочные расходы врачей-специалистов, привлекаемых к лечению и обследованию пациентов, траты на обеспечение служб «Скорой помощи» и «Санавиации», а за счет повышения качества медицинской помощи и сократить срок пребывания пациента в стационаре. Можно смело утверждать, что именно развитие биотелеметрии будет определять организацию здравоохранения для XXI века.

Если говорить об оценке функционального состояния сердечно-сосудистой системы, то, безусловно, одним из самых распространенных и наиболее доступных методов исследования является электрокардиография, которая, с другой стороны, на протяжении всего периода развития тесно связана с самим понятием биотелеметрии.

В зарубежных публикациях отмечается высокая эффективность «мобильной» передачи электрокардиограммы «взрослых» пациентов еще на пути госпитализации (1), в амбулаторных условиях (2), а также в качестве скринирующего обследования при отсутствии врача функциональной диагностики (3).

Автоматизированные системы оценки электрокардиографического сигнала начали разрабатываться со второй половины XX века. Одной из первых работ этого направления, проводимых в Вашингтоне, США, были исследования Н. V. Pirberger (1963), посвященные автоматическому анализу электрокардиограммы по ортогональным отведениям и С. А. Caseres (1963), посвященные автоматическому анализу электрокардиограммы в 12 отведениях. На два – три года позже появились лаборатории компьютерного анализа электрокардиограммы в Японии (Окаjама et al.) и Европе: в Глазго, Великобритания

(P. W. Macfarlane et al.), Ганновере, Германия (С. Zywiets et al.) и Нидерландах (Van Bemmel et al.). Первые научные группы в бывшем Советском Союзе были созданы в Институте Кибернетики АН Украинской ССР в Киеве (Куликов М. А. и др., 1962), НИИ прикладной математики и кибернетики в г. Горьком (Неймарк Ю. И. и др., 1968), Каунасском медицинском институте (Янушкевичус З. И. и др., 1966; Жемайтис Д. И., 1972) и ряде других организаций. В Санкт-Петербурге работы по автоматическому анализу электрокардиограммы велись в НИИ Кардиологии АМН СССР совместно с НИИ «Биофизприбор» (Чирейкин Л. В. и др., 1977) и в отделе медицинских исследований ЦНИИ «Гранит» (Тартаковский М. Б. и др., 1968; Варламов Ю. Ф. и др., 1981). Первой серийно выпускаемой системой компьютерной обработки электрокардиограммы явилась созданная в ЦНИИ «Гранит» система «Анамнез-МТ» (Земцовский Э. В. и др., 1977., Варламов Ю. Ф. и др., 1983). В настоящее время существует целый ряд серийно выпускаемых систем автоматизированной оценки электрокардиографического сигнала, в том числе, производимая в ЗАО Микард-Лана ЦНИИ «Гранит» (Санкт-Петербург) система «Кардиометр-МТ».

Соединяя вместе имеющиеся возможности биотелеметрии и автоматизированного анализа электрокардиограммы, появляется реальная возможность съема ЭКГ в домашних условиях, в том числе и в отсутствие медицинского персонала. Схема работы такой системы представлена на рисунке № 1. Измеряемым объектом является человек, к которому подсоединяют устройство съема электрокардиограммы. Полученный электрокардиографический сигнал с помощью мобильного телефона передается на центральный сервер, подвергается автоматизированному анализу и возвращается на мобильный телефон. При этом графики ЭКГ в 12 отведениях, типичные кардиоциклы, наряду с основными сведениями о пациенте хранятся в его индивидуальном архиве. При необходимости врач функциональной диагностики корректирует автоматическое заключение по ЭКГ.

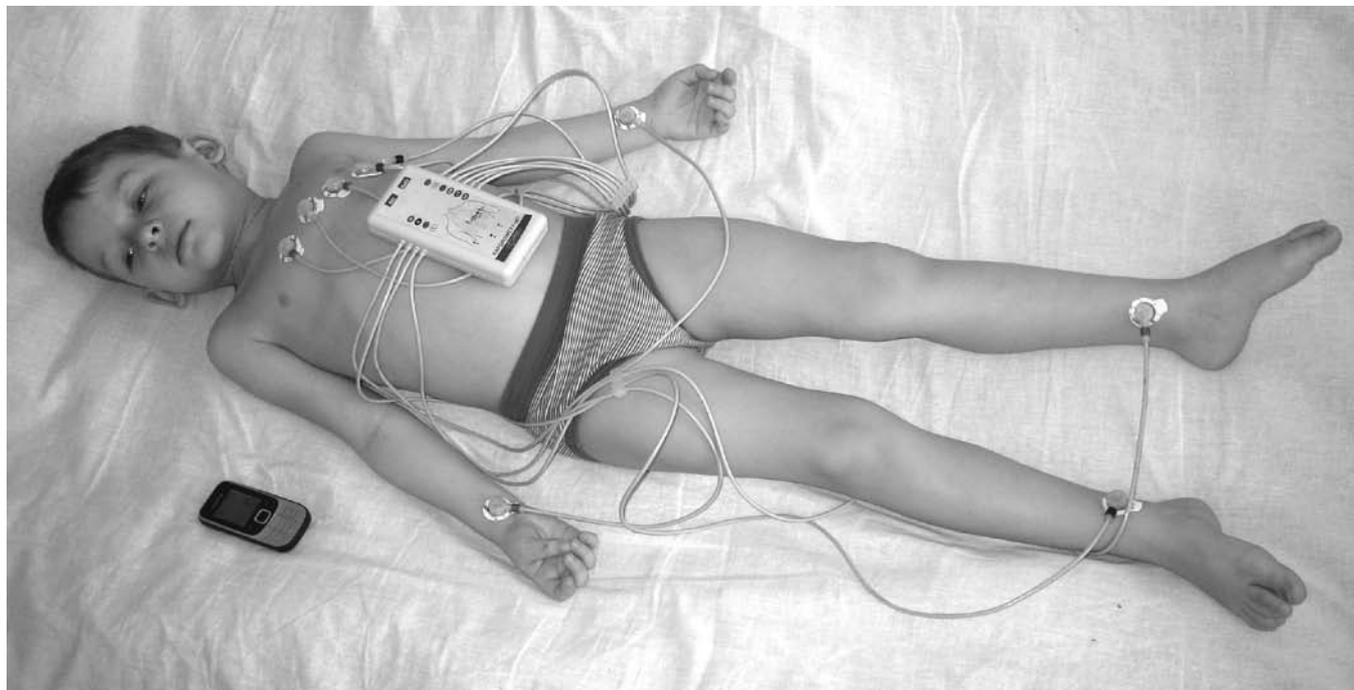
Наложение десяти электродов для снятия электрокардиографического сигнала, как правило не вызывает затруднения. Использование одноразовых электродов с клеящей поверхностью и токопроводящим гелем в области контактного элемента обеспечивает плотное прилегание электрода к коже, его фиксацию и оптимальность регистрации электрокардиографического сигнала. На руках (рисунок № 2) электроды крепятся на внутренней поверхности предплечья в области запястья («красный» электрод фиксируется на правой руке, «желтый» – на левой). На ногах электроды крепятся на внутренней поверхности голени, в области лодыжки («зеленый» электрод фиксируется на левой ноге, «черный» – на правой). Грудные электроды закрепляются согласно рисунка № 3. V1 – четвертое межреберье справа от грудины, V2 – четвертое межреберье слева от грудины, V3 – посередине между V2 и V4, V4 – пятое межреберье по среднеключичной линии, V5 – по передней подмышечной линии на линии четвертого отведения, V6 – по средней подмышечной линии на линии четвертого отведения. Как правило, родители быстро осваивают навыки наложения электродов.

Обращает на себя внимание портативность (масса около 100 гр) прибора, минимальное количество

Рис. 1. Схема ЭКГ-телеметрии. 1 – измеряемый объект (человек). 2 – устройство съема информации. 3 – мобильный телефон. 4 – сервер для хранения и обработки электрокардиографического сигнала.



Рис. 2. Наложение электродов при ЭКГ-исследовании



**Рис. 3.** Устройство съема информации, комплект электродов и проводов для съема ЭКГ в 12 общепринятых отведениях и мобильный телефон, дополненный специальной программой, позволяющей осуществить синхронную 24 секундную запись кардиосигнала и его передачу через Bluetooth на сервер с последующим отображением шкал, характеризующих ритм сердца и форму предсердно-желудочкового комплекса



соединительных проводов (рисунок № 3), что обеспечивает высокую мобильность в проведении исследований.

Проведение телеметрического электрокардиографического обследования позволяет реализовать метод самоконтроля ЭКГ (4), который, назван так по аналогии с самоконтролем артериального давления (5).

Несомненным достоинством метода является возможность динамического наблюдения за электрокардиографическими показателями со стороны самого пациента, что значительно повышает ее эффективность, так как экономит время, затрачиваемое пациентом на посещение поликлиники, не говоря уже о временных ожиданиях в очередях в кабинеты функциональной диагностики. При этом контроль ЭКГ заключения, которое находится в компьютерном архиве, со стороны врача функциональной диагностики позволяет в режиме «on-line» при необходимости корректировать автоматизированное заключение.

Следует отметить, что согласно рекомендациям Американской ассоциации сердца, компьютерный анализ электрокардиограммы хотя и уступает «человеческому» анализу в вопросах диагностики гипертрофии левого желудочка, инфаркта миокарда, распознавании сердечных аритмий, тем не менее, может использоваться для расчета осей и интервалов, а также для предварительного анализа электрокардиограммы (6).

Автоматизированное заключение, передаваемое пациенту должно содержать максимум информации, при минимизации диагностических ошибок. В этом отношении заслуживает внимания принцип «светофора». Все электрокардиографические изменения делятся

**Рис. 4.** Оценка ритма (левая шкала) и морфологии (правая шкала) электрокардиографического сигнала по принципу «светофора»



на «норму» (зеленый цвет), «отклонение от нормы» (желтый цвет, требует консультации врача в плановом порядке), «патологию» (красный цвет, требует консультации врача в срочном порядке). Каждый цвет «светофора» имеет градацию от минимального до максимального. Проводится отдельная оценка ритма и формы предсердно-желудочкового комплекса (рисунок № 4).

Понятно, что варианты эктопического ритма, экстрасистолии, значимые нарушения синоатриальной, атриовентрикулярной проводимости, полные блокады пучка Гиса относятся к варианту «патология» (красный цвет) и требуют, при их выявлении срочного обращения к врачу кардиологу. С другой стороны, не выраженные изменения частоты сердечных сокращений, миграция водителя ритма относятся к варианту «отклонение от нормы» (желтый цвет) и требуют отсроченной консультации кардиолога.

Сложнее с качественной оценкой формы предсердно-желудочкового комплекса в связи с ее достаточно большой вариабельностью. Тем не менее, такие отклонения на ЭКГ как признаки гипертрофии левого (правого) желудочка, особенно с их перегрузкой, выраженное отклонение электрической оси сердца, значимые нарушения реполяризации относятся к варианту «патология» и требуют срочной консультации врача кардиолога.

Целесообразность и перспективность использования метода самоконтроля ЭКГ в клинической и профилактической кардиологии у «взрослых» не вызывает сомнений. Есть все основания полагать, что метод может найти применение и в педиатрической практике.

Он, безусловно, будет полезен в расшифровке редких приступов аритмии и синкопальных состояний неясного генеза у детей, особенно в тех случаях, когда использование суточного мониторирования не дает возможности документировать аритмическое событие. Самоконтроль ЭКГ эффективен при наблюдении за больными с различными «каналопатиями», врожденными пороками сердца, с хронической сердечной недостаточностью, с имплантированными электрокардиостимуляторами, а также для контроля при проведении терапии сердечными гликозидами, другими кардиотропными

препаратами. Использование биотелеметрических технологий позволяет своевременно информировать кардиологическую службу о наступивших у пациента догоспитальных патологических изменениях.

С другой стороны возможность регистрации ЭКГ в привычных для ребенка условиях (дома), в присутствии близких ему людей, возможность регистрации ЭКГ во время сна или при естественной физической нагрузке в течение дня повышает достоверность получаемой информации.

Имеющийся опыт передачи ЭКГ с мобильного телефона на сервер и получения предварительного заключения о ритме сердца и его нарушениях, форме

предсердно-желудочкового комплекса в режиме «светофор» убеждает в том, что использование возможностей автоматического анализа для предварительной оценки ЭКГ ребенка имеет определенные перспективы.

Несомненным достоинством аппаратуры является высокое качество ЭКГ, полученной в виде распечатки типичных комплексов в 12 общепринятых отведениях и длинного отрезка ЭКГ во II стандартном отведении для анализа сердечного ритма.

Нет сомнений в том, что широкое внедрение СКЭКГ в практическое здравоохранение открывает новые перспективы для решения актуальных задач детской клинической и профилактической кардиологии.

### Список литературы

1. Otsuka Y, Yokoyama H, Nonogi H. Novel mobile telemedicine system for real-time transmission of out-of-hospital ECG data for ST-elevation myocardial infarction. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2009 Nov 15; 74 (6): 867–872.
2. Hsieh JC, Lin BX, Wu FR, Chang PC, Tsuei YW, Yang CC. Ambulance 12-lead electrocardiography transmission via cell phone technology to cardiologists. *Telemed J E Health.* 2010 Oct; 16 (8): 910–915.
3. Alis C, del Rosario C, Buenaobra B, Mar Blanca C. Lifelink. 3G-based mobile telemedicine system. *Telemed J E Health.* 2009 Apr; 15 (3): 241–247.
4. Земцовский Э.В., Конобасов А.М., Трешкур Т.В., Цуринова Е.А., Попов С.В. Новые возможности телеметрической ЭКГ-диагностики. Бюллетень Федерального центра сердца, крови и эндокринологии им. В.А. Алмазова. 2010, № 5. С. 30–35.
5. Ратова Л.Г., Чазова И.Е., Мычка В.Б. Роль самоконтроля артериального давления в диагностике и лечении метаболического синдрома *Consilium Medicum* 2008. т. 10, № 11.
6. Computer Interpretation of ECG. A Report of the ACC/AHA/ACP–ASIM Task Force on Clinical Competence, 2001.