Э.В. Земцовский[1,2], С.А. Абдалиева[3], А.В. Ким[3]
Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет[1]
Федеральный центр сердца крови и эндокринологии им. В.А. Алмазова,
г. Санкт-Петербург[2]
ГУЗ «Поликлиника № 37», г. Санкт-Петербург[3]

Возможности телеметрической интернет-электрокардиографии в условиях работы городской поликлиники

Земцовский Эдуард Вениаминович / zemtsovsky@mail.ru
Ключевые слова: электрокардиография, телеметрия, «облачная» интернет-технология, компьютерный анализ ЭКГ.
Резюме: Рассмотрены возможности новой медицинской технологии, основанной на использовании телеметрической интернет-электрокардиографии (ТИЭКГ). Технология реализована на базе комплекса КФС-01.001 «Кардиометр-МТ», чье устройство съема информации (УСИ) через мобильный телефон передает ЭКГ-сигнал на кардиосервер, программа которого обеспечивает автоматическую обработку ЭКГ, анализ сердечного ритма и формы предсердно-желудочкового комплекса, формирование компьютерного заключения, хранение и накопление архива ЭКГ в личном кабинете пользователя (врача или пациента). Последний получает возможность санкционировать доступ к собственному архиву врачу-консультанту и получить квалифицированную консультацию любого специалиста.

E.V. Zemtsovsky, S.A. Abdalieva, A.V. Kim
Saint-Petersburg State Pediatric Medical University
Federal center of heart, blood and endocrinology named after V.A. Almazov, St. Petersburg
City polyclinic №37, St. Petersburg

Opportunities telemetry Internet electrocardiography in the conditions of work of city polyclinic

Zemtsovsky Eduard Veniaminovich / zemtsovsky@mail.ru
Key words: electrocardiography, telemetry, internet cloud-technology, computer analysis of ECG.
Summary: The possibility of a new medical technology, which based on the use of telemetry online electrocardiography (TIEKG) are considered. Technology is realized on the basis of FSC-01.001 «Кардиометр-МТ», whose device information retrieval (Wuxi) through mobile phone transmitting ECG signal cardioserver, whose a program provides automatic processing of ECG analysis of cardiac rhythm and form of atrial-ventricular complex, formation of computer conclusions, storage and accumulation archive ECG in the account (the doctor or the patient). The Creator can authorize access to its archive to the doctor-consultant and get professional advice of any specialist.

Взгляд на проблему доступности рутинной ЭКГ

Несмотря на широкое внедрение новых медицинских технологий и успехи кардиохирургии, сердечно-сосудистая патология, к сожалению, была и остается ведущей причиной ранней инвалидизации и высокой смертности населения России. В свою очередь ИБС является самой распространенной причиной внезапной сердечной смерти (ВСС) [1]. Поздняя госпитализация больных с нестабильной стенокардией и острым коронарным синдромом (ОСК) во многом связана с низкой информированностью населения об особенностях течения кардиальной патологии и, как следствие, поздним обращением за медицинской

помощью. Отметим, что, по нашим данным, около 25% больных с острым инфарктом миокарда (ОИМ) госпитализируются спустя сутки и более от момента появления клинической симптоматики. Другой причиной запоздалой диагностики ОИМ являются дефекты организации медицинской помощи врачами первого контакта и прежде всего организации работы городских поликлиник.

Как известно, в Санкт-Петербурге в год снимается более 2,5 млн ЭКГ, из них в амбулаторно-поликлинической сети регистрируется более 1 млн ЭКГ. Несмотря на столь внушительные количественные показатели, время ожидания очереди на регистрацию ЭКГ в поликлиниках города составляет 1-2 недели. Это значит, что больные с малосимптомными формами течения ИБС и атипичным течением ОИМ выявляются с большим опозданием, порой определяющим не только дальнейшее качество жизни, но и саму перспективу выживания пациента. Возможным выходом из сложившейся ситуации, по нашему мнению, является широкое внедрение метода телеметрической интернет-электрокардиографии (ТИЭКГ) в профилактическую кардиологию и превращение ТИЭКГ в рутинный метод самоконтроля за состоянием сердечно-сосудистой системы, каким сегодня стало измерение артериального давления. Другим направлением, способным сдвинуть проблему запоздалой диагностики ИБС и задержек с госпитализацией больных с ОИМ является, с нашей точки зрения, внедрение ТИЭКГ в практику врача-терапевта и полный пересмотр всей организации работы ЭКГ-службы поликлиник.

Что такое ЭКГ-телеметрия?

ЭКГ-телеметрия является одним из направлений бурно развивающейся телемедицины. Уже созданы и имеются в продаже устройства съема информации (УСИ), позволяющие зарегистрировать и передавать ЭКГ по телефонному каналу в дистанционный консультативный центр (ДКЦ), где пациент или врач может получить необходимую консультацию [2, 3]. Опыт работы таких консультативных центров, предоставляющих пациенту возможность иметь при себе УСИ и при необходимости передавать ЭКГ врачу ДКЦ, показал принципиальную возможность включения пациента в диагностический процесс и перспективность широкого использования ЭКГ-телеметрии.

Вместе с тем нельзя не отметить, что большинство УСИ, позволяющих регистрировать и передавать электрокардиосигнал (ЭКС), используют для такой передачи телефонные каналы связи, что снижает качество электрокардиограммы. Другим, с нашей точки зрения, существенным недостатком, имеющихся сегодня на рынке телеметрических систем передачи ЭКГ, является стремление разработчиков максимально упростить процедуру наложения электродов, для чего предлагается перенести точки наложения электродов с конечностей на туловище, наподобие отведений Мезон-Ликара (Mason-Likar), использующихся при выполнении стресс-ЭКГ-теста. Уместно подчеркнуть, что такой перенос электродов существенно снижает диагностические возможности ЭКГ-метода в распознавании нарушений кровообращения в задне-диафрагмальных отделах левого желудочка [4].

Таким образом, ЭКГ-телеметрия является перспективным методом инструментального исследования в кардиологии, предполагающим активное участие врача-специалиста, как в определении клинических показаний, так и выполнении самой процедуры. Существующая концепция ЭКГ-телеметрии, хотя и допускает возможность самостоятельного участия пациента в процессе проведения ЭКГ-исследований, однако предполагает, что анализ их результатов да и сама процедура регистрации ЭКГ должны проводиться под строгим контролем специалистов.

Метод телеметрической интернет-электрокардиографии

Суть новой медицинской технологии, разработанной в ФЦСКЭ им. Алмазова совместно с СПб ГПМУ и ЗАО «МИКАРД-ЛАНА», состоит в создании открытой телеметрической системы, доступной любому врачу и пациенту [5]. Это так называемая облачная интернет-технология предполагает построение системы с открытой архитектурой и может быть названа телеметрической интернет-электрокардиографией (ТИЭКГ).

Рисунок 1.
Врачебная сумка и УСИ

Говоря о ней, следует отметить:

1. Открытость системы, что обеспечивает круглосуточное обслуживание неограниченного числа пациентов и работу неограниченного количества врачей-консультантов.

2. Высокое качество ЭКГ за счет использования 24 разрядного аналого-цифрового преобразователя и адаптивных цифровых фильтров.

3. Высокую скорость передачи без потерь качества сигнала благодаря применению стандартных для сотовой телефонии и Интернета цифровых форматов.

4. Высокую достоверность автоматического синдромального заключения по ЭКГ взрослых и детей

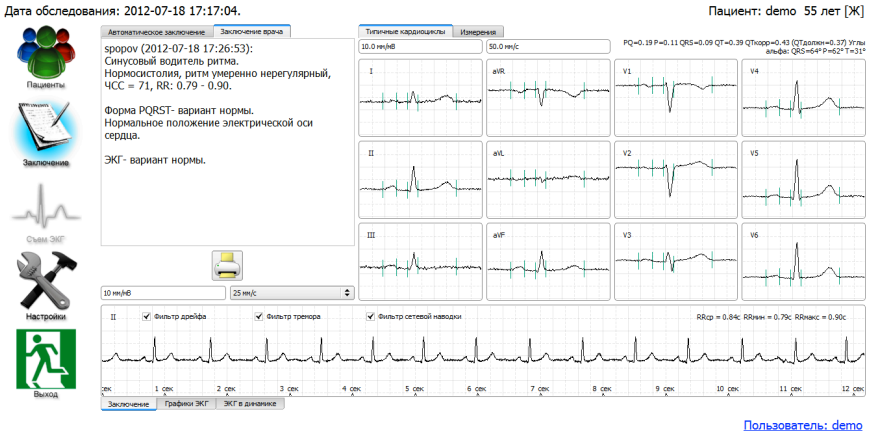
5. Портативность УСИ (регистратора ЭКГ), вес которого менее 300 г, позволяет легко разместить его в любой врачебной сумке вместе с тонометром и фонендоскопом (рис. 1).

УСИ позволяет врачу зарегистрировать и передать ЭКГ через Bluetooth либо на мобильный телефон, либо на смартфон, либо на персональный компьютер, имеющий выход в Интернет.

С мобильного телефона, смартфона или ноутбука ЭКГ передается на кардиосервер, где подвергается компьютерной обработке, на основании которой выносится автоматическое ЭКГ-заключение. ЭКГ и результаты автоматического анализа сохраняются в индивидуальном архиве пользователя на сервере и могут быть отправлены

Схема 2.
Схема работы комплекса «Кардиометр»

Рисунок 3.
Результат автоматического анализа ЭКГ



на мобильный телефон или компьютер в виде краткого компьютерного заключения с предварительной классификацией ЭКГ на «норму, отклонение от нормы, патологию» (режим «светофор»). Схема работы комплекса «Кардиометр» и перемещения информации представлены на рис. 2.

Пользователь может также получить графики типичных комплексов в 12 общепринятых отведениях, длинный (24 секунды) график ЭКГ в одном из отведений и автоматическое заключение по результатам компьютерного анализа сердечного ритма и формы PQRST комплексов (рис. 3).

Пациенту такая система предоставляет возможность регистрации и передачи ЭКГ с целью самоконтроля, врачу первого контакта, возможность снять ЭКГ любому пациенту в случае возникновения подозрений на кардиальную патологию. Таким образом, участковый или семейный врач, вместо того чтобы выдавать пациенту талон на регистрацию ЭКГ в поликлинике или вызывать службу «ЭКГ на дому», получает возможность снять ЭКГ непосредственно у постели больного, получить ЭКГ заключение и немедленно принять диагностическое решение, в том числе о необходимости госпитализации.

Дополнительные возможности комплекс «Кардиометр» предоставляет врачу благодаря организации автоматизированного рабочего места (АРМ) врача. Специальная программа позволяет увидеть снятую ЭКГ на дисплее персонального компьютера или ноутбука (рис. 4).

Как следует из рисунка, врач может видеть типичные комплексы ЭКГ пациента в 12 отведениях (рис. 4, справа) и 24-секундный отрезок для анализа ритма во II отведении (рис. 4, снизу).

Справа сверху на рабочем месте представлено окно «Измерения», содержащее результаты расчетов всех интервалов и амплитуд зубцов ЭКГ. Слева от типичных комплексов представлены результаты измерения основных ЭКГ параметров ЭКГ, обычно рассчитываемых специалистами, и компьютерное заключение по данной ЭКГ. Имеется также возможность сформировать в новом окне врачебное заключение.

Если врач согласен с компьютерным заключением, он, нажав на соответствующую иконку, переносит его текст на страничку «заключение врача». В том случае, когда специалист не согласен с результатами автоматического анализа, он может внести соответствующие исправления. Кроме того, в программе имеется опция «Линза», позволяющая врачу внимательно рассмотреть любой предсердно-желудочковый комплекс, увеличив его до необходимых размеров и вручную расставив метки, автоматически получить результаты измерения его параметров. Наконец удобна опция: сравнение нескольких ЭКГ одного пациента. При использовании этой опции на экране дисплея появляются ЭКГ из архива, снятые в разное время, окрашенные в разные цвета, что облегчает проведение сравнительного анализа. Иными словами, программа освобождает врача от необходимости поиска старых ЭКГ в архиве, сопоставления ЭКГ, записанных на диаграммной ленте и рутинной обработки полученных данных.

Особого обсуждения заслуживает вопрос о возможности использования компьютерного (РС) анализа в процедуре ТИЭКГ. Насколько нам известно, «Кардиометр» является единственным телеметрическим комплексом, предлагающим компьютерный анализ ЭКГ пользователю.

Решением Международного Комитета Экспертов (2000) принято рассматри-

Рисунок 4.
Главное окно программы для работы с ЭКГ

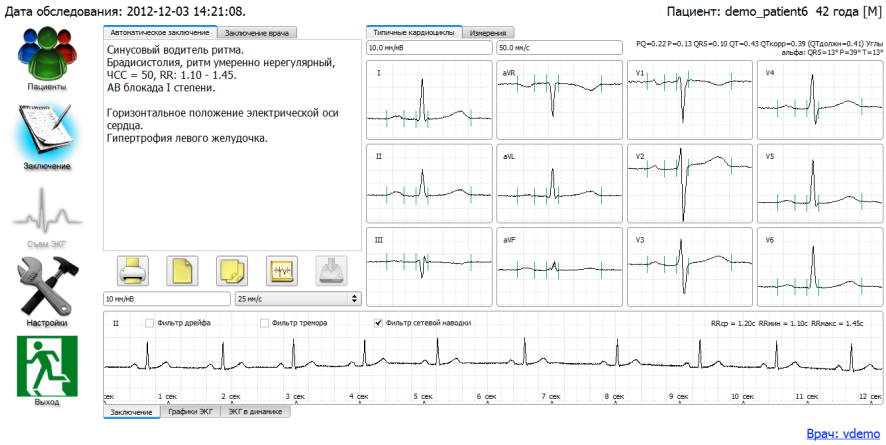


Рисунок 5.
УСИ с мобильным телефоном

вать компьютерный анализ (КА) ЭКГ как вспомогательный метод исследований, ни в коем случае не заменяющий врача-специалиста, но «имеющий несомненные преимущества перед врачом в проведении расчетов интервалов и зубцов ЭКГ». Признано, что КА ЭКГ повышает точность измерений ЭКГ признаков, а автоматические заключения могут быть полезны врачу, не имеющему достаточного опыта в расшифровке ЭКГ,

Несомненно, заключение, полученное при РС анализе ЭКГ, должно визироваться или корректироваться врачом.

Разумеется, измерительная часть программы компьютерного анализа ЭКГ должна обеспечивать достаточную надежность выделения ЭКГ признаков, а диагностические алгоритмы должны обеспечивать высокую диагностическую эффективность и быть настроены на максимально возможное исключение ошибок пропуска. Уместно подчеркнуть, что программы компьютерного анализа ЭКГ, используемые в комплексе «Кардиометр», прошли всесторонние клинические испытания, которые подтвердили высокую диагностическую мощность в распознавании основных ЭКГ синдромов [7]. Все сказанное позволяет утверждать, что знакомство с автоматическим ЭКГ заключением может помочь врачу, имеющему недостаточный опыт ЭКГ анализа, принять правильное решение и при постоянном использовании компьютерного анализа даже совершенствовать врачебный опыт в интерпретации ЭКГ [8].

Таким образом, можно заключить, что современная ТИЭКГ с открытой архитектурой открывает возможности оснащения каждого врача первого контакта соответствующим прибором для регистрации и передачи ЭКГ в 12 общепринятых отведениях. Кроме того, наличие такой аппаратуры позволяет полностью пересмотреть организацию работы ЭКГ-службы поликлиник.

Как сегодня работает ЭКГ-служба поликлиники?

Традиционная организация ЭКГ-службы сводится к работе кабинета, оснащенного стационарным электрокардиографом, регистрирующим ЭКГ на специальной диаграммной ленте. Записанная ЭКГ либо сохраняется в специально созданном архиве, либо вклеивается в амбулаторную карту пациента. Сотрудники ЭКГ-кабинета регистрируют ЭКГ в 12 общепринятых отведениях пациентам по назначению участковых врачей и кардиолога. К примеру, в городской поликлинике, опыт работы которой мы решили рассмотреть в настоящей статье, обслуживается около 60 000 населения. При этом в год по назначению участковых врачей регистрируется около 9 000 ЭКГ, еще 4500 ЭКГ регистрируется у больных, направленных врачом-кардиологом. Кроме того, имеется диспансерная группа больных, состоящая под наблюдением врача-кардиолога (около 600 человек) и нуждающаяся в регулярном ЭКГ-контроле.

Недостатки такой организации ЭКГ службы достаточно очевидны:

1. Как мы уже отмечали, возможности ЭКГ-кабинета достаточно ограничены, что приводит к возникновению очередей и ожиданию в проведении ЭКГ-обследования до 7-12 дней.

2. Для больных, которые не в состоянии самостоятельно прийти на ЭКГ-обследование в поликлинику или больным, нуждающимся в соблюдении постельного режима, существует спе-

циальная служба «ЭКГ на дому», которая выполняет около 300 выездов в год.

3. Врач ЭКГ-кабинета вынужден тратить время на рутинный расчет интервалов и зубцов ЭКГ, запись заключения, поиск старых ЭКГ и проведение особенно трудоемкой работы по их сравнительному анализу (оценка ЭКГ-динамики).

4. Дорогостоящая диаграммная лента является существенной статьей расходов, повышающей себестоимость исследования.

5. Пациент, находящийся на диспансерном учете вынужден постоянно являться в кабинет для регистрации ЭКГ, а затем на прием к кардиологу для контроля за состоянием здоровья и коррекции терапии.

Изложенные выше недостатки сложившейся системы работы ЭКГ-кабинета поликлиники и появление современных медицинских технологий, к которым можно отнести и вышеупомянутую ТИЭКГ, создали предпосылки для пересмотра всей технологической цепочки ЭКГ-исследований в условиях поликлиники.

Существо предлагаемой реорганизации ЭКГ-службы

Для предлагаемой нами реорганизации ЭКГ-службы поликлиники необходимо:

1. Оснащение кабинетов функциональной диагностики и кардиолога персональными компьютерами с возможностью выхода в Интернет.

2. Загрузка (бесплатная) с кардиосервера специальной программы, обеспечивающей для врачей-специалистов организацию автоматизированных рабочих мест врачей-электрокардиологов.

3. Оснащение сумки каждого участкового врача УСИ для регистрации и передачи ЭКГ сразу у постели больного.

Имея в поликлинике несколько приборов и выдавая их врачам, выполняющим вызовы на дом, можно решить сразу несколько вопросов, связанных с организацией поликлинической ЭКГ-службы:

1. Врач получает возможность снимать ЭКГ любому пациенту уже при первом контакте, существенно снижая риск появления ошибки пропуска ОИМ.

2. Пациент избавляется от необходимости ожидания очереди на регистрацию ЭКГ в поликлинике, что существенно сокращает время, необходимое для постановки правильного диагноза и разгружает ЭКГ-кабинет.

3. Сводится на нет потребность в содержании службы «ЭКГ на дому», а сама регистрация ЭКГ на дому при использовании ТИЭКГ не требует специального электрокардиографа и временных затрат, связанных с необходимостью передачи ЭКГ, записанной на диаграммной ленте, врачу функциональной диагностики.

4. Существенно изменяется характер работы кабинета функциональной диагностики. При условии оснащения ЭКГ кабинета компьютерной техникой и выходом в Интернет, специалист получает возможность консультировать ЭКГ, снятые непосредственно у постели больного.

5. Администрация избавляется от необходимости закупки дорогостоящей диаграммной ленты и получает возможность создания виртуального архива ЭКГ.

Предварительные расчеты показывают, что себестоимость медицинской услуги «снятие ЭКГ в поликлинике» при использовании ТИЭКГ удается снизить почти в 3 раза. Если к этим цифрам присовокупить прямую экономию средств на содержание службы «ЭКГ на дому», а поликлиника ежегодно выполняет 200-300 таких выездов, преимущества внедрения этого метода станут еще более очевидными.

Результаты первого опыта работы с ТИЭКГ в поликлинике

За три месяца использования ТИЭКГ в поликлинике зарегистрировано при посещении больных на дому 171 ЭКГ. У 12 пациентов были выявлены признаки ОИМ на разной стадии развития, у двоих диагностированы жизнеугрожающие нарушения ритма, признаки ишемии миокарда были выявлены у 25 человек. Регистрация ТИЭКГ врачом уже при первом посещении позволила немедленно госпитализировать в стационар с диагнозом ОКС 12 пациентов.

Кроме того, с нашей точки зрения, сегодня сложились все условия для подключения усилий самого больного к мероприятиям по профилактике заболеваний сердечно-сосудистой системы и диагностике кардиальной патологии, т.е. внедрения метода самоконтроля ЭКГ в практику профилактической и клинической кардиологии.

Как показал первый опыт использования самоконтроля ЭКГ у пациентов, нуждающихся в диспансерном наблюдении, и лиц, имеющих факторы риска ИБС, в условиях работы врача-кардиолога поликлиники, этот метод имеет несомненные перспективы широкого использования. 32 ЭКГ были зарегистрированы и переданы на кардиосервер пациентами самостоятельно с помощью выданных кардиологом УСИ [9]. Методика самоконтроля ЭКГ, апробированная кардиологом поликлиники на группе диспансерных больных доказала свою перспективность в целях вторичной профилактики ИБС, оперативного контроля за состоянием больных, перенесших ОИМ или кардиохирургическое вмешательство. Не менее важным и ценным показал себя метод самоконтроля ЭКГ у пациентов, предъявляющих жалобы на кратковременный приступы перебое в работе сердца и атипичные кардиалгии.

У пятерых больных благодаря использованию метода «самоконтроль ЭКГ» удалось документировать кратковременные пароксизмы фибрилляции предсердий, которые не удавалось ранее зарегистрировать ни во время регистрации ЭКГ в поликлинике, ни в процессе суточного мониторирования.

Первые испытания прибора показали жизнеспособность и перспективность предлагаемого подхода. На рис. 5 представлено действующее устройство сбора информации (УСИ) с комплектом проводов для подключения электродов и обычный мобильный телефон, на котором в виде двух шкал представлены предварительные заключения по характеру сердечного ритма (красная шкала — патологические нарушения ритма) и по форме предсердно-желудочкового комплекса (зеленая шкала — форма PQRST — вариант нормы).

Опыт успешной передачи первых 300 ЭКГ с мобильного телефона на сервер и получения предварительного заклю-

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ НЕ ПРЕДСТАВЛЕН

чения о ритме сердца и его нарушениях и форме предсердно-желудочкового комплекса в режиме «светофор» убеждает нас в том, что использование возможностей автоматического анализа для предварительной оценки ЭКГ имеет определенные перспективы. Но самым главным результатом, полученным в итоге предварительных испытаний аппаратуры, является заключение экспертов об удобстве работы с прибором «Кардиометр», возможности его использования в качестве инструмента для обследования пациента в любое время и в любом месте при высоком качестве записи ЭКГ.

Нет сомнений в том, что широкое внедрение телеметрической интернет-ЭКГ в практику работы городских поликлиник будет способствовать существенным сдвигам в решении проблемы ранней диагностики кардиальной патологии, первичной и вторичной профилактики ОИМ и его осложнений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перепеч Н.Б. Острые коронарные синдромы // Глава 4 в кн.: Кардиология. Руководство для врачей в 2 т. — Т. 1. — С. 253-359.

2. Халфен Э.Ш. Кардиологический центр с дистанционным и автоматическим наблюдением за больными // Кардиология. — 1985. — № 2 П. — С. 5-11.

3. Чирейкин Л.В., Довгалевский П.Я. Дистанционные диагностические кардиологические центры. — С.-Петербург, 1995.

4. Papouchado M., Walker P.R., James M.A. et al. Fundamental differences between the standard 12-lead electrocardiograph and the modified (Mason-Likar) exercise lead system // European Heart Journal. — 1987. — Vol. 8, № 7. — P. 725-733.

5. Земцовский Э.В, Хомич М.М., Трешкур Т.В. с соавт. Способ телеметрического контроля электрокардиограммы пациента // Мед. технология. — 2011. — ФС № 2011/399 от 13 декабря 2011.

6. Kadish A.H, Buxton A.E., Kennedy H.L. et al. ACC/AHA Clinical Competence Statement on Electrocardiography and Ambulatory Electrocardiography // Circulation. — 2001. — Vol. 104. — 3169-3178.

7. Земцовский Э.В., Конобасов А.М., Трешкур Т.В., Цуринова Е.А., Попов С.В. Новые возможности телеметрической ЭКГ диагностики // Бюллетень ФЦСКЭ им. В.А. Алмазова. — 2010. — № 5. — С. 30-34.

8. Zemtsovsky E.V., Konobasov A.M., Treshkur T.V. et al. Computers analysis of the Electrocardiogramm. The possibilities of practical application in clinical and preventive cardiology // 14th Congress ISHNE 2011. — 27 апреля Telemedicine-1. P-2-064.

9. Земцовский Э.В. Самоконтроль ЭКГ — новые перспективы превентивной и клинической кардиологии // Функциональная диагностика. — 2010. — № 1. — С. 3-6.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ НЕ ПРЕДСТАВЛЕН