

УДК 616-71

Модульные системы для дистанционной и стационарной регистрации и централизованного анализа ЭКГ. Опыт применения и перспективы внедрения.

А.Юровский

АТЕС МЕДИКА г. Москва

А.Юровский – директор компании АТЕС МЕДИКА (Москва), специалист по разработке программного обеспечения для медицинских диагностических приборов, к.ф.-м.н., Эл. почта: alexey@atesmedica.ru, сайт www.atesmedica.ru.

Опыт использования системы Easy ECG в РКНПК МЗСР показал, что при ее использовании эффективно решаются задачи оптимизации регистрации и обработки записей ЭКГ как в пределах лечебного учреждения, так и дистанционно.

Ключевые слова: Дистанционная ЭКГ, мобильные регистраторы ЭКГ, консультационно-диагностический центр, система централизованного анализа ЭКГ, интеграция в МИС.

Modular systems for remote and stationary registration and centralized electrocardiogram analysis. Experience of application and prospect introductions.

A.Yurovsky

Experience of use of Easy ECG system in RKNPK MZSR showed that at its use problems of optimization of registration and processing of records electrocardiograms as within medical institution, and remotely are effectively solved.

Keywords: Remote electrocardiogram, mobile registrars of an electrocardiogram, the consulting and diagnostic center, system of the centralized analysis of an electrocardiogram, integration in MIS.

Установка в РКНПК МЗСР в Москве (директор – главный специалист-кардиолог МЗСР академик РАН Е.И.Чазов) системы Easy ECG и двухлетний опыт ее использования показали, что внедрение такого приборного комплекса решает две, на первый взгляд не связанные между собой, задачи. Кроме оптимизации регистрации и обработки потоков ЭКГ, регистрируемых в ЛПУ стационарно, система с той же эффективностью обрабатывает и записи ЭКГ, зарегистрированные дистанционно. При этом дистанционная регистрация ЭКГ в пределах кардиологического центра (в палатах, отделениях ИТ) и удаленно от него (в данном случае, в разных точках Москвы и Московской области) мало отличаются между собой. Меняется только канал связи для передачи ЭКГ. Практика применения системы показала, что эффективное и реалистичное решение проблемы дистанционной регистрации ЭКГ «на местах» и создания диагностических центров анализа ЭКГ

состоит во внедрении систем подобного рода в уже существующих региональных кардиологических центрах. По результатам внедрения системы Easy ECG написано и утверждено МЗСР методическое пособие под редакцией Е.И.Чазова (доступно на сайте РКНПК <http://www.cardioweb.ru/files/any/posobie.pdf>).

Список сокращений:

- ССС – сердечно-сосудистая система
- КДЦ – консультационно-диагностический центр
- СРЦАЭ – система регистрации (стационарной и дистанционной) и централизованного анализа ЭКГ
- ПО – программное обеспечение
- РМ – рабочее место врача (персональный компьютер, оснащенный специализированным ПО для визуализации и анализа ЭКГ и создания врачебного заключения)
- СЦАЭ – система централизованного анализа ЭКГ

(ряд согласованных РМ и центральный модуль для приема и хранения ЭКГ, зарегистрированных стационарно или дистанционно)

МР – мобильный регистратор ЭКГ (носимый компактный прибор с автономным питанием, позволяющий зарегистрировать и «запомнить» ЭКГ и передать запись ЭКГ в СЦАЭ по нужному каналу связи)

Проблема проведения исследований ЭКГ «на местах» и необходимость дистанционной передачи ЭКГ для проведения квалифицированного анализа

Патологии сердечно - сосудистой системы (ССС) занимают второе место среди причин заболеваемости и первое – среди причин смертности населения РФ. За последние 10 лет заболеваемость населения в этой сфере выросла в 1,6 раза и в 2010 году составила 22855,9 случаев на 100000 жителей России (т.е. около 23%). То, насколько важна своевременно проведенная диагностика для выявления и лечения заболеваний ССС, не может не быть очевидным для читателей настоящего издания.

ЭКГ покоя – едва ли не самый востребованный диагностический инструмент при исследовании состояния ССС. В проведении этого исследования постоянно нуждается широкий контингент пациентов. В настоящее время отечественная медицина может удовлетворить этот запрос лишь в небольшой степени. Проблема не столько в том, чтобы зарегистрировать ЭКГ, сколько в том, чтобы провести анализ записи. Обеспечение локальных ЛПУ нужным количеством электрокардиографов и обучение среднего медперсонала этой методике задачи не решают, поскольку т.н. «кадровый голод на местах» приводит к тому, что большинство таких записей ЭКГ будет некому интерпретировать.

Принципиальное решение этой проблемы предложено давно, и сейчас, при повсеместном распространении новых информационных технологий, выглядит еще более привлекательным. Оно состоит в том, чтобы запись ЭКГ, зарегистрированную на месте нахождения пациента, отправлять в специальные консультационно-диагностические центры (КДЦ) для ее анализа, а заключение специалиста отправлять назад на место

регистрации ЭКГ. Внедрение систем «дистанционной ЭКГ» находит свое отражение и в проекте МЗ СР РФ «Создание систем персонального мониторинга здоровья человека».

В попытках реализации такого решения, т.е. создания систем дистанционной регистрации и централизованного анализа ЭКГ, многие разработчики уделяют внимание прежде всего той части системы, которая регистрирует и передает записи ЭКГ, а не той, которая их принимает и анализирует. Практика показывает, что регистратор-передатчик ЭКГ создать при современных технологиях достаточно просто, а создание эффективной системы централизованного анализа – задача гораздо более сложная, чем может показаться. Во всяком случае, проблема дистанционной регистрации и централизованного анализа ЭКГ продолжает быть актуальной и пока не имеет решения, признанного окончательным и достойным широкого распространения.

Недостатки регистрации и обработки ЭКГ с помощью традиционного набора классических электрокардиографов в крупных ЛПУ

В крупных ЛПУ с большим количеством кардиологических больных (прежде всего, в специализированных кардиоцентрах) ежедневно регистрируются и обрабатываются сотни записей ЭКГ. Использование для этой цели набора классических электрокардиографов, никак не связанных между собой, все меньше согласуется с требованиями времени.

Многолетняя практика использования такого способа регистрации и анализа потока ЭКГ обладает известной «силой привычки», но от этого его недостатки не исчезают. Во-первых, единственным хранилищем записей ЭКГ является бумажный носитель. При большом потоке ЭКГ разобраться в этих «горах бумаги» бывает непросто; поиск ранее сделанных записей, и, в частности, сравнение записей, сделанных в разное время для одного и того же пациента, могут быть затруднены. Во-вторых, анализ ЭКГ производится только «по бумаге», заключение врача на «пленке» - рукописное, а не электронное; электронное заключение может существовать (например, в электронной истории болезни) только отдельно от записи ЭКГ. В-третьих, не используются ин-

струменты компьютерного анализа ЭКГ, которые могут существенно облегчить и ускорить обработку ЭКГ и написание врачебного заключения. Практика показала, что компьютерному анализу ЭКГ легко обучаются и специалисты, ранее далекие от компьютера; требуются только элементарная «компьютерная грамотность». При изначально недоверчивом отношении многих врачей к этой новой для них процедуре «шифровки» ЭКГ, после овладения ею большинство навсегда предпочтает компьютерный анализ «бумажному». В-четвертых, в больших ЛПУ производится регистрация ЭКГ в палатах или блоках РИТ, которые могут быть существенно удалены от места анализа ЭКГ. Необходима дистанционная регистрация ЭКГ в рамках самого ЛПУ, чего классические приборы обеспечить не могут.

Модульные системы для стационарной и дистанционной регистрации и централизованного анализа ЭКГ (СРЦАЭ) - решение обеих проблем

Внедрение систем СРЦАЭ позволяет решить обе описанные выше проблемы – проблему дистанционной регистрации и централизованного анализа ЭКГ и проблему оптимизации регистрации и анализа потока ЭКГ в крупных ЛПУ.

Системы СРЦАЭ включают 2 модульных блока: блок регистрации ЭКГ и блок централизованного анализа ЭКГ.

Регистрационный блок – это приборы для стационарной или дистанционной регистрации ЭКГ (кардиорегистраторы) различных типов (стационарные, передвижные, компактные носимые). Каждый кардиорегистратор не только регистрирует и «запоминает» ЭКГ, но и передает запись блоку анализа для обработки. Каналы для передачи ЭКГ различны: проводная компьютерная сеть для стационарной регистрации внутри КДЦ, беспроводная сеть для дистанционной регистрации внутри КДЦ, стационарный интернет для дистанционной регистрации в локальных ЛПУ для передачи в КДЦ, мобильный интернет для дистанционной регистрации «в полевых условиях». Но суть процедуры – всегда одна и та же.

Блок анализа состоит из ряда согласованных рабочих мест (РМ) врачей и центрального компьютерного модуля. Центральный модуль служит для сохранения ЭКГ, поступающих от реги-

страционного блока, в базе данных «пациенты – исследования», обеспечения согласованного доступа к этим записям ЭКГ для всех РМ врачей, хранения врачебных заключений и их передачи назад на места дистанционной регистрации ЭКГ. Каждое РМ оснащено специализированным ПО для визуализации и анализа ЭКГ и составления врачебного заключения.

Таким образом, блок анализа, т.е. система централизованного анализа ЭКГ (СЦАЭ), может принимать и обрабатывать записи ЭКГ, поступающие от кардиорегистраторов различного типа по различным каналам связи. С момента поступления записи ЭКГ в систему ей уже «все равно», как зарегистрирована ЭКГ – стационарно, дистанционно в пределах ЛПУ, или дистанционно вне ЛПУ. Запись ЭКГ обрабатывается одинаково. Полное разделение регистрации и анализа ЭКГ не только оптимизирует обработку записей, но и позволяет использовать одну и ту же СЦАЭ для решения обеих поставленных задач – госпитальной и дистанционной.

Вообще, любую систему СРЦАЭ можно представить так:

СРЦАЭ =
 <дистанционные регистраторы ЭКГ> + <стационарные регистраторы ЭКГ>
 + СЦАЭ.

Содержание этого раздела намеренно обобщено, чтобы лучше передать суть дела. Следующий раздел служит для иллюстрации того, как все это работает на практике.

Модульная система СРЦАЭ, внедренная в Институте клинической кардиологии РКНПК МЗСР

Система Easy ECG, установленная в РКНПК, включает 18 модулей: 7 кардиорегистраторов различного назначения, центральный блок и 10 РМ врачей (рис. 1).

Регистрация ЭКГ в кабинете ФД обеспечивается тремя стационарными регистраторами (компьютерными электрокардиографами); записи ЭКГ сразу передаются в центральный блок СЦАЭ по обычной (проводной) компьютерной сети. Для дистанционной регистрации в пределах РКНПК (в палатах различных отделений) используются 2 компактных мобильных регистратора (МР) на

базе смартфонов. Записи ЭКГ сохраняются в памяти МР и затем передаются в СЦАЭ по беспроводной компьютерной сети (WiFi). При дистанционной регистрации ЭКГ вне пределов РКНПК использовались МР на базе портативного компьютера (нетбука); канал связи для передачи ЭКГ – мобильный интернет. Врачами, работающими с системой, было отмечено, что ни качество ЭКГ, ни анализ записи не зависят от того, каким образом она была зарегистрирована.

Все кардиорегистраторы включают компактный цифровой усилитель Easy ECG (ATES MEDICA device, Италия), который переводит сигнал ЭКГ, поступающий от электродов, в цифровую форму и передает его в компьютерную часть кардиорегистратора (смартфон, нетбук, персональный компьютер). Возможна комплектация системы и другими цифровыми усилителями ЭКГ, в том числе и отечественного производства.

Блок анализа ЭКГ (т. е. СЦАЭ) обеспечивает согласованную работу десяти РМ врача. Каждое

РМ управляет ПО Easy ECG (компания АТЕС МЕДИКА, Россия). Еще не обработанные записи ЭКГ отмечаются в общем списке записей (выделяются красным); врач на любом РМ может открыть для анализа любую из таких записей; после этого запись становится недоступной для анализа на других РМ. Анализ ЭКГ и создание врачебного заключения на компьютере с помощью ПО Easy ECG намного проще «рукописного» способа. Сигнал ЭКГ и результаты его обработки (графики усредненных кардиоциклов с разметкой интервалов, таблицы параметров и редактируемый блок для написания заключения) выводятся на экран дисплея. Благодаря высокому разрешению и большому размеру экрана, качество вывода не уступает бумажному, а объем выводимой информации его превосходит. Позиции маркеров интервалов легко редактируемы, с автоматическим пересчетом параметров. В текст врачебного заключения можно вставлять, полностью или частично, текст автоматической интерпретации ЭКГ и строки из

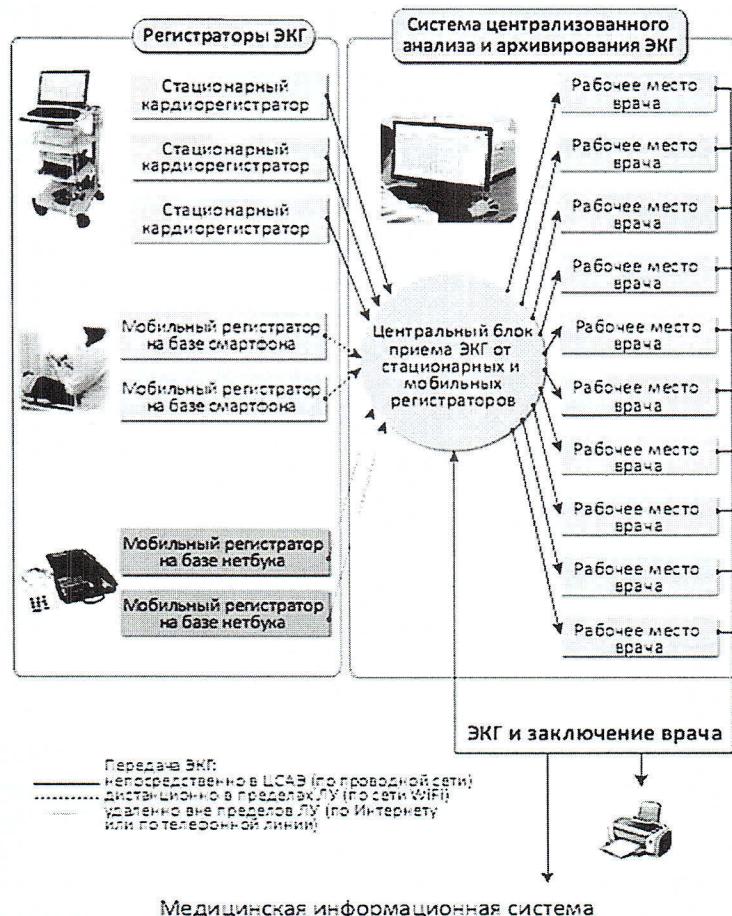


Рис. 1. Устройство системы Easy ECG, установленной в РКНПК.

текстового шаблона. Шаблон (простой текстовый файл) задается самим врачом соответственно специфике его работы. Алгоритм автоматической интерпретации был протестирован в РКНПК по базе данных из 1000 записей ЭКГ с различными патологиями, улучшен и затем сертифицирован по международным стандартам («Лионская база» CSE). Текст врачебного заключения сохраняется в базе данных системы и включается в печатные формы ЭКГ.

Бумажная ЭКГ бывает все же востребована. Эта функция используется в РКНПК постоянно, хотя и значительно реже, чем при использовании классических приборов (для передачи на руки пациенту или коллеге, приобщения к бумажной истории болезни, и т.п.). Высококачественная лазерная печать (цветная или ч/б) на простой бумаге А4 обходится дешевле, чем печать на термобумаге, а разнообразие печатных форм соответствует стандартам 12-канальных электрокардиографов экспертного класса. Конфигурация печати (сколько и каких печатных форм выводить) задается врачом или медсестрой. Созданное на компьютере заключение врача автоматически попадает и в распечатку. Конечно, врач может работать и «по старинке», напечатав ЭКГ и затем написав на распечатке заключение, но это гораздо менее эффективно, чем компьютерный анализ, и используется крайне редко.

Использование компьютерного анализа ЭКГ показало и ряд других его преимуществ, кроме описанных выше. Следует отметить следующие. Во-первых, возможность быстрого доступа к любой записи ЭКГ (все записи хранятся в базе данных «пациенты-исследования»), в частности, для сравнения записей одного и того же пациента, сделанных в разное время. Для такого сравнения имеется специальный раздел программы, постоянно используемый на практике. Во-вторых, имеются дополнительные средства анализа, недоступные для классических приборов: анализ длинной записи ЭКГ (от нескольких минут до часа и более), анализ вариабельности сердечного ритма, вывод длинного сегмента одноканальной записи для визуального контроля. В-третьих, заключение врача и графический образ распечатки ЭКГ автоматически сохраняются в электронной истории болезни (используется МИС «Интерин»), что, по отзывам врачей, весьма облегчило их труд.

Дистанционные регистрации ЭКГ вне пределов

ЛПУ проводились в Москве и Московской области как пилотный проект с целью тестирования работы системы в таком режиме. Как отмечалось выше, использовались 2 МР на базе нетбука. Записи ЭКГ пересыпались по мобильному интернету; передача стандартной 10-секундной записи ЭКГ-12 занимала несколько секунд (в несколько раз быстрее, чем время регистрации). Зарегистрировано более 150 ЭКГ. Вывод специалистов: качество ЭКГ и процедура анализа записи не отличаются от таковых для записей, сделанных в пределах ЛПУ. В будущем предполагается включить в работу системы дополнительный поток ЭКГ, зарегистрированных дистанционно в других ЛПУ.

С помощью системы Easy ECG в РКНПК ежедневно регистрируется и анализируется около 140 ЭКГ (максимальная загрузка подобной системы – около 300 ЭКГ в день). К лету 2012 года зарегистрировано и проанализировано более 20000 ЭКГ. Как было отмечено, образ распечатки ЭКГ с врачебным заключением и врачебное заключение в текстовой форме сохраняются в медицинской информационной системе РКНПК (МИС «Интерин»).

Некоторые общие принципы построения модульных СРЦАЭ при дистанционной регистрации ЭКГ

Дистанционная регистрация ЭКГ может производиться как на месте нахождения пациента (на дому или в машине скорой помощи), так и в локальных ЛПУ (в ФАПах, амбулаториях, и т.д.), откуда записи ЭКГ должны передаваться в КДЦ. В зависимости от условий регистрации ЭКГ, основано применение кардиорегистраторов различного типа и использование различных каналов связи.

При дистанционной регистрации ЭКГ в локальном ЛПУ компактность прибора не нужна, и целесообразно использовать стационарный регистратор (компьютерный электрокардиограф), для которого компьютерная часть представляет собой настольный персональный компьютер или моноблок с сенсорным экраном. Стационарный регистратор, оснащенный ПО Easy ECG, может так же, как и МР, передавать ЭКГ в КДЦ и получать из КДЦ заключения. Канал для передачи ЭКГ в этом случае – стационарный интернет (как правило, его можно установить на базе имеющейся в ЛПУ проводной телефонной линии). Такой при-

бор не только регистрирует и визуализирует ЭКГ, но и обладает полной диагностической функциональностью (визуализация ЭКГ, автоматические анализ и интерпретация, печать). Эти свойства прибора могут быть востребованы в локальном ЛПУ (например, автоматическая диагностика практически не ошибается при острых инфарктах и других выраженных патологиях, требующих немедленного врачебного вмешательства).

При регистрации «на выезде» необходим МР. Его компьютерный блок может быть нетбуком или планшетным компьютером, если требуются высокие диагностические возможности прибора (качественная визуализация кривой и кардиоциклов, автоматическая разметка и интерпретация). Такой МР обладает и всеми возможностями электрокардиографа. Если МР нужен только для визуализации и передачи ЭКГ, а диагностика всегда производится в КДЦ, то требования к диагностическим качествам уступают требованиям компактности. В этом случае целесообразно использовать прибор на базе смартфона или экономичного планшетного компьютера с небольшим экраном. Такой МР только визуализирует ЭКГ для контроля ее качества и посыпает запись в КДЦ для анализа. Канал связи для МР при регистрации «на выезде» - мобильный интернет. В местах, где отсутствует мобильная связь, но есть телефон, возможна передача ЭКГ по телефонной линии (цифровым образом, без искажений). Впрочем, такая ситуация на практике встречается все реже.

При дистанционной регистрации в пределах ЛПУ могут быть использованы оба описанных выше типа МР, в зависимости от того, должен ли прибор обладать диагностическими возможностями, или нет. Типичный канал связи для такой ситуации – беспроводная компьютерная сеть, но при ее отсутствии может быть использован и мобильный интернет.

Три вывода и одно замечание:

1. Внедрение модульных систем СРЦАЭ позволяет как решить проблему дистанционной реги-

страции ЭКГ, так и оптимизировать регистрацию и анализ ЭКГ в крупных ЛПУ и кардиологических центрах.

2. При создании систем дистанционной регистрации ЭКГ целесообразно внедрять модульные системы СРЦАЭ в региональных кардиологических центрах. Оптимизация анализа потока ЭКГ за счет внедрения системы позволит высвободить ресурсы для обработки дополнительного потока записей ЭКГ, поступающих дистанционно. Использование уже имеющейся структуры для квалифицированного анализа ЭКГ намного проще, чем создание новой структуры, хотя, возможно, предполагает некоторое увеличение числа специалистов-кардиологов для анализа дополнительных записей ЭКГ.

3. Конфигурация системы СРЦАЭ определяется целями ее применения. Например, система для скорой помощи должна включать регистрационный блок, состоящий только из сети МР, и СЦАЭ с числом РМ врача, адекватным поступающему потоку ЭКГ (от 30 до 50 ЭКГ в день на одно РМ). Система, внедренная в РКНПК, ориентирована на поток ЭКГ, зарегистрированных в пределах этого ЛПУ, с возможностью подключения дополнительного потока ЭКГ, зарегистрированных дистанционно. Вообще, любая СРЦАЭ состоит из набора модулей, подобно конструктору лего, и строится из этих модулей в соответствии с требованиями, предъявляемыми к ней.

Замечание. СРЦАЭ может применяться не только в крупных ЛПУ и не только для дистанционной регистрации ЭКГ. Например, простая система для небольшой частной клиники или кабинета ЭКГ в районной больнице может состоять из одного стационарного компьютерного электрокардиографа и одного РМ врача. Разделение регистрации и «шифровки» ЭКГ и использование возможностей компьютерного анализа значительно увеличивает «пропускную способность» такой системы по сравнению с классическим электрокардиографом. Расширение этой системы включением одного МР расширяет ее возможности до дистанционной регистрации ЭКГ на дому у пациентов и анализа ЭКГ врачом в ЛПУ на том же РМ.