

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИЙ ЦЕНТР ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ ТА СИСТЕМ**

**БІОЛОГІЧНА ТА МЕДИЧНА
ІНФОРМАТИКА ТА КІБЕРНЕТИКА
ДЛЯ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я-2014:
*матеріали щорічної школи-семінару***

Київ - ФМШ Жукин, 23-28 червня 2014 р.

Київ-2014

УДК 004.75+ 616.89

Біологічна та медична інформатика та кібернетика для системи охорони здоров'я-2014: матеріали щорічної школи-семінару. Київ, ФМШ Жукин, 23-28 червня 2014 р. - Київ: МННЦіС НАНУ, 2014. – 101 с.

Збірник матеріалів школи-семінару «Біологічна і медична інформатика та кібернетика для системи охорони здоров'я» містить тези доповідей за наступними напрямками: інформаційні технології в медицині та охороні здоров'я, телемедицина; оцінка і моніторинг здоров'я населення; програмно-технічні комплекси діагностики і реабілітації; моделювання фізіологічних систем організму людини.

Науковий керівник школи-семінару:

Коваленко Олександр Сергійович, доктор медичних наук, професор.

Оргкомітет школи-семінару:

Козак Л.М., д.б.н.

Коваленко О.С., д.м.н. проф.

Котова А.Б., д.б.н., проф.

Вовк М.І., к.б.н.

Ермакова І.Й., д.б.н., проф.

Лябах К.Г., д.б.н.

Кривова О.А.

відповідальний секретар семінару

модератор секції №1

модератор секції №2

модератор секції №3

модератор секції №4

модератор секції №4

секретар семінару.

Зміст доповідей подано в авторській редакції.

ISBN 978-966-02-7235-4 (електронне видання)

Рекомендовано до друку на засіданні Вченої ради Міжнародного науково-навчального центру, протокол №6 від 16.05.2014 р.

адекватної програми та невеликі габарити апаратів ТРЕНАР роблять зручним їх використання на ранніх етапах реабілітації безпосередньо в палаті біля хворого.

Література

1. Кадыков А.С., Черникова Л.А., Шахпаронова Н.В. Реабилитация неврологических больных. – М.: МЕДпресс-информ, 2009. – 509 с.
2. Вовк М.И. Биоинформационная технология управления движениями человека // Кибернетика и вычислительная техника. – 2010. – Вып. 161. – С. 42-52.
3. Підпригора О.М., Лаута А.Д. Нейропластичність як основа реабілітаційного потенціалу в практиці відновного лікування рухів // Біологічна та медична інформатика та кібернетика: Матеріали щорічної науково-технічної школи семінару, ФМШ Жукин, – К: НАН України, Міжнародний навчальний центр ІТ та систем, 2012. – Ч.2, с. 11-13.

Файнзильберг Л.С.

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЦА С ПОЗИЦИЙ ПЕРСОНИФИЦИРОВАННОЙ МЕДИЦИНЫ

*Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем
НАН Украины и Министерства образования и науки Украины*

Введение. В традиционной медицине давно уже сложилась ситуация, когда диагностические решения опираются на понятие медицинской нормы [1]. Под этим понимаются референтные величины, полученные на основе обследования репрезентативных групп практически здоровых людей.

Однако клиническая практика показывает, что у многих людей протекание заболеваний выходит за рамки общепринятых стандартов. В связи с этим ученые активно обсуждают концепцию так называемой *персонализированной* медицины [2,3], способной повысить качество диагностики и лечения. Основной принцип персонализированной медицины – лечить больного, а не болезнь, опираясь на *индивидуальные* особенности организма. Для этого необходимы современные средства диагностики, которые позволяют выявить риск возникновения того или иного заболевания у *конкретного* пациента на ранних стадиях и выбрать для него оптимальную врачебную тактику.

По результатам аналитических исследований [4] в последнее время рынок медицинских изделий существенно изменил свое направление от сложных систем клинического использования, на котором наблюдается относительная стагнация, к портативным цифровым приборам, которые *самостоятельно* могут использовать пациенты при обычном способе жизни. К таким изделиям относятся не только хорошо известные домашние тонометры, глюкометры, пульсоксиметры, но и портативные электрокардиографы.

Цель доклада – предложить схему формирования *персонализированных* решений при диагностике функционального состояния сердца.

Результаты исследований. Приближение медицинских средств непосредственно к пациенту не может осуществляться лишь незначительными доработками и упрощением приборов клинического использования. Наоборот, разработка таких средств требует привлечения наукоемких информационных технологий, которые реализуют новые подходы к обработке информации и специфические методы предоставления наглядной информации пользователю, не имеющему медицинского образования.

Возникает естественный вопрос: какую информацию следует предоставить пользователю для самостоятельного принятия решений о функциональном состоянии сердца, обеспечив при этом основной принцип медицины: «не навредить». Попытаемся ответить на этот вопрос на примере разработки отечественного изделия цифровой медицины – диагностического комплекса ФАЗАГРАФ® (рис. 1).

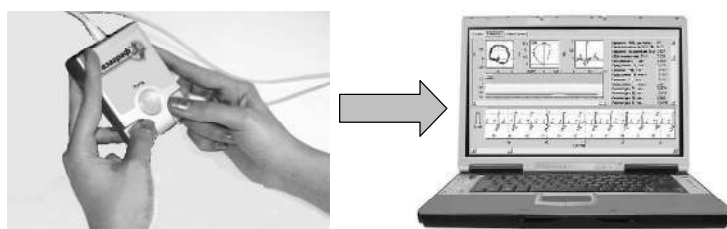


Рис. 1. Диагностический комплекс ФАЗАГРАФ®

Комплекс состоит из портативного сенсора с пальцевыми электродами для регистрации электрокардиограммы (ЭКГ) первого стандартного отведения и компьютерной программы, которая реализует оригинальный метод обработки ЭКГ на фазовой плоскости [5].

Отличительная особенность алгоритмов, реализованных в комплексе ФАЗАГРАФ® – анализ не только традиционных, но и *дополнительных* диагностических показателей. В частности, с помощью этого устройства удалось с высокой точностью контролировать показатель β_T , характеризующий симметрию фрагмента реполяризации ЭКГ (T -зубца) на фазовой плоскости, изменения которого почти незаметны при отображении ЭКГ во временной области (рис. 2).

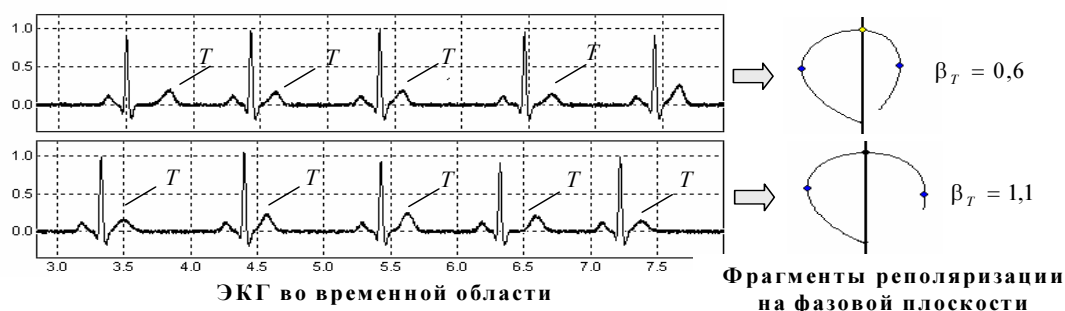


Рис. 2. ЭКГ с низким (вверху) и высоким (внизу) значениями показателя β_T

Хотя диагностическая ценность оценки симметрии T -зубца давно уже обсуждалась в работах кардиологов, нам *неизвестны* другие электрокардиографы, которые позволяли бы *автоматически* измерять β_T , по-видимому, из-за сложностей оценки такого показателя по реальным ЭКГ, искаженным помехами разного типа.

Обработка клинических данных, полученных в отделении ишемических болезней сердца (ИБС) Института кардиологии им. акад. Н.Д. Стражеско АМН Украины и четырех

клиниках Германии, показала, что показатель β_T несет информацию об ишемии миокарда. В частности установлено [6], что принятие решений по пороговому правилу:

$$\begin{array}{ll} \text{НОРМА,} & \text{если } \beta_T < \beta_0 \\ \text{ВНИМАНИЕ,} & \text{если } \beta_T \geq \beta_0 \end{array} \quad (1)$$

где $\beta_0 \approx 0,72$, обеспечивает чувствительность $S_E = 81\%$ и специфичность $S_P = 78\%$.

Заметим, что в группу *верифицированных* больных экзаменационной выбоки (более 400 человек с хронической формой ИБС, подтвержденной результатами коронароангиографии), были включены лишь пациенты, у которых *традиционный* ЭКГ-анализ в 12 отведениях *не выявил* каких либо отклонений от нормы. Поэтому правило (1), подтвердившее сравнительно высокие показатели чувствительности и специфичности на таком сложном клиническом материале, можно считать вполне приемлемым для профилактических обследований.

В последнее время клиницисты обращают внимание на интраиндивидуальные изменения ЭКГ [7], вызванные *кратковременными* изменениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы. Поэтому главный вопрос, который интересует пользователя комплекса ФАЗАГРАФ® при его использовании в домашних условиях – насколько *текущее* состояние требует повышенного внимания, коррекции образа жизни, дополнительного приема назначенных лекарств или же срочного обращения к врачу.

Для ответа на этот вопрос в комплексе ФАЗАГРАФ®, помимо правила (1), реализована схема *персонализованных* решений, основанная на автоматическом определении индивидуальных характеристик ЭКГ конкретного пользователя (рис. 3).

При каждом сеансе тестирования блок 1 корректирует *персонализированную* норму – среднее значение $M(\beta_T)$ показателя β_T *конкретного* пользователя

$$M(\beta_T) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \beta_T[i], \quad (2)$$

и персонализованный среднеквадратическое отклонение

$$\delta(\beta_T) = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N [\beta_T[i] - M(\beta_T)]^2}, \quad (3)$$

где N – число предыдущих наблюдений, а $\beta_T[i]$ – значение показателя, вычисленное на i -м наблюдении.

В результате на $N+1$ сеансе блок 2 вычисляет текущее отклонение $\Delta_\beta = \beta_T - M(\beta_T)$, а с помощью блока 3 принимаются *персонализованные* решения на основании сравнения Δ_β с величиной $\delta(\beta_T)$. Тем самым реализуется принцип персонализированной диагностики, основанный на учете *индивидуальных* особенностей конкретного организма.

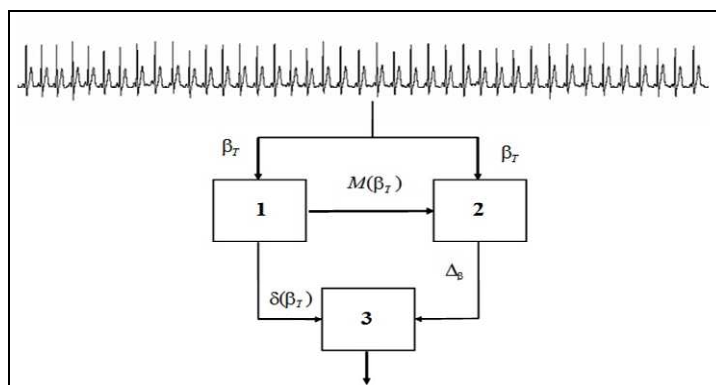


Рис. 3. Схема формирования персонализированных решений

Один из возможных вариантов персонализированного решающего правила, апробированный на практике, представлен в табл. 1.

Таблица 1. Общий вид персонализированного решающего правила

| Знак Δ_β | Условие | Персонализированные решения | Сообщения пользователю |
|---------------------|--|-----------------------------|------------------------|
| + | $ \Delta_\beta > 1,5\delta(\beta_T)$ | Существенное ухудшение | Будьте внимательны |
| + | $0,5\delta(\beta_T) \leq \Delta_\beta \leq 1,5\delta(\beta_T)$ | Умеренное ухудшение | Вам нужно отдохнуть |
| + или - | $ \Delta_\beta < 0,5\delta(\beta_T)$ | Персональная норма | Это Ваша норма |
| - | $0,5\delta(\beta_T) \leq \Delta_\beta \leq 1,5\delta(\beta_T)$ | Умеренное улучшение | Вы в хорошей форме |
| - | $ \Delta_\beta > 1,5\delta(\beta_T)$ | Существенное улучшение | Вы в отличной форме |

Персонализированные решения и их распределение отображаются в виде характерных графических образов (рис. 4) и сопровождаются голосовыми сообщениями.

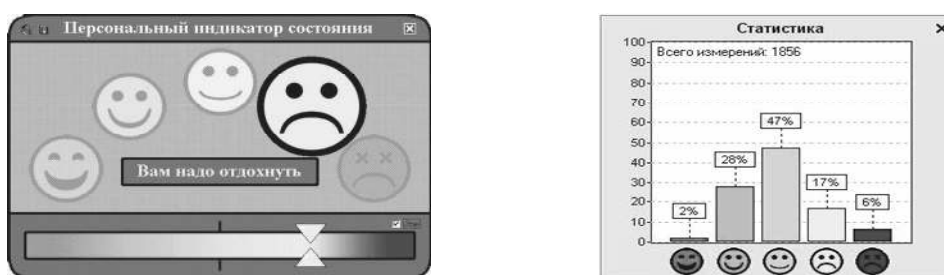


Рис. 4. Персональный индикатор функционального состояния сердца

В табл. 2 представлено персонализированное решающее правило, построенное для конкретного пользователя, у которого по результатам тестирования определены персональная норма $M(\beta_T) = 0,781$ и среднее квадратическое отклонение $\delta(\beta_T) = 0,115$. В правой колонке приведена статистика персонализированных решений по результатам многократного тестирования (1860 наблюдений за 8 лет).

Таблица 2. Пример персонифицированного решающего правила

| Текущие значения показателя β_T | Персонифицированные решения о текущем функциональном состоянии сердца | Оценка распределения персонифицированных решений |
|---------------------------------------|---|--|
| $\beta_T > 0,953$ | Существенное ухудшение | 6 % |
| $0,838 \leq \beta_T \leq 0,953$ | Умеренное ухудшение | 17 % |
| $0,723 < \beta_T < 0,838$ | Персональная норма | 47 % |
| $0,608 \leq \beta_T \leq 0,723$ | Умеренное улучшение | 28 % |
| $\beta_T < 0,608$ | Существенное улучшение | 2 % |

Выводы. Персонифицированное решающее правило (табл.1) дает возможность пользователю проводить самооценку текущего функционального состояния сердца и оптимизировать свой образ жизни за счет разумного распределения режима нагрузок и отдыха.

Персонализация средств медицинской диагностики позволяет в домашних условиях накапливать данные за достаточно большой промежуток времени, которые затем уже интерпретируются его лечащим врачом. Такой подход к распределенной диагностике позволяет сделать гораздо более обоснованные решения о состоянии пациента, чем эпизодический контакт с врачом с использованием только традиционных клинических средств.

Самостоятельное накопление данных уменьшает время обследований в стационаре, что имеет положительные экономические последствия, как для пациента, так и для государственной системы здравоохранения.

1. *Литвинов А.В.* Норма в медицинской практике: Справочное пособие / А.В. Литвинов. – М.: Медпресс, 2001. – 144 с.

2. *Tezak Z., Kondratovich M.V., Mansfield E.* US FDA and personalized medicine: in vitro diagnostic regulatory perspective // *Journal of Personalized Medicine.* –2010. – No. 7(5). – P. 517-530

3. *Wolbring G, Leopatra. V.* Sensors: Views of Staff of a Disability Service Organization // *Journal of Personalized Medicine.* – 2013. – No. 3. – P. 23-39.

4. *Ambulatory cardiac monitoring: Avoiding maturity through technological advancement.* – Market engineering research. – Frost & Sullivan, Meriland. – 2008. – 9. – P. 325.

5. *Гриценко В.И.* Информационная технология ФАЗАГРАФ® для интегральной оценки состояния сердечно-сосудистой системы по фазовому портрету электрокардиограммы / В.И. Гриценко, Л.С. Файнзильберг // *Врач и информационные технологии.* – 2013. – № 3. – С.52-63.

6. *Fainzilberg L.S.* Nowa metoda interpretacji zapisu EKG w balaniach skriningowych oraz w opiece domowej // *Zdrowie publiczne (Public Health).* – 2005. – Vol. 115. – Number 4. – P.458-464.

7. *Schijvenaars B.J.A, Van Herpen G., Kors J.A.* Intraindividual variability in electrocardiograms // *Journal of Electrocardiology.* – 2008. – Vol. 41. – Issue 3. – P. 190-196.