

КОМПЛЕКС ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ

Бернюков А.К., Костикин И.Ю., Сушкова Л.Т.

Владимирский государственный университет
600026, Владимир, ул. Горького, 87

Основной задачей при исследовании работы кровеносной системы человека является определение степени отклонения от нормы. Правильность функционирования системы определяется исходя из сравнения её цикла работы с некоторым нормальным циклом.

Существующие системы функциональной диагностики кровообращения основаны на различных физических принципах, используют сигналы различной природы. Электрокардиограф (ЭКГ) записывает изменения электрической активности сердца и позволяет определить моменты деполяризации разных частей сердечной мышцы. Фонокардиограф (ФКГ) фиксирует звуковые колебания и позволяет определить начало и окончание фаз сердечного цикла. Реограф (РГ) записывает сигнал об изменении электрического импеданса исследуемого участка тела переменному току с частотой 100 кГц при прохождении пульсовой волны, который пропорционален изменению объема крови в органе. В зависимости от исследуемого органа различают реоэнцефалограмму (РЭГ), реоплетизмограмму (РПГ), реовазограмму (РВГ). Ультразвуковые доплеровские системы позволяют оценить скорость кровотока в отдельных сосудах. Датчики, использующие лазерное излучение дают информацию о кровотоке в капиллярном отделе системы кровообращения и о насыщенности крови кислородом. Рентгеновские аппараты и методы исследования представляют данные о топологии системы кровообращения. Неинвазивные методы исследования функционирования сердечно-сосудистой системы остаются более предпочтительными, особенно при необходимости длительного мониторинга.

Обычно, для уточнения диагноза применяют последовательно несколько методов исследования. Используют многоканальную запись сигналов. Что позволяет представить развитие процесса во времени и, оценивая скорость распространения сигналов и степень их искажения в разных каналах, получить данные о структуре и физических свойствах системы кровообращения. Очевидно, одновременное комплексное использование нескольких методов в одной системе исследования кровообращения позволит сократить время исследования и повысить качество диагностики.

Для разработки комплексной системы диагностики необходимо решить задачу комплексирования обработки данных от множества датчиков.

Несмотря на различную природу сигналов от датчиков общим для всех методов исследования сердечно-сосудистой системы является сам цикл кровообращения [2]. То есть все сигналы должны соотносится по времени с периодом сердечных сокращений (рис.1). Поэтому время выбирается в качестве общего параметра при комплексировании обработки сигналов. Одинаковые этапы работы сердца в сигналах от разных датчиков имеют различное представление. Некоторые фазы можно точнее определить с помощью одного из методов. Например, в фонокардиограмме четко определяют моменты закрытия клапанов, а кардиограмма позволяет выявить моменты электрической активности предшествующие сокращению сердца. Реограмма позволяет проследить распространение пульсовой волны от сердца к органам и частям тела, отмечая моменты максимального наполнения сосудов на исследуемом участке.

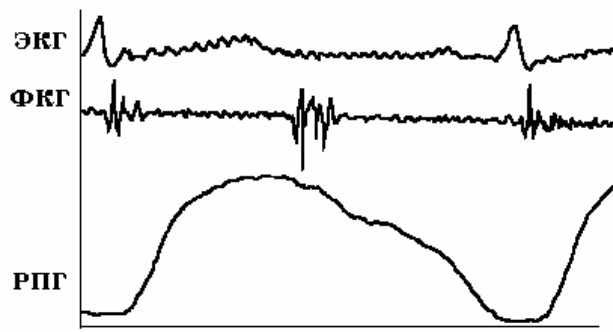


Рис. 1 Одновременная запись ЭКГ, ФКГ и РПГ.

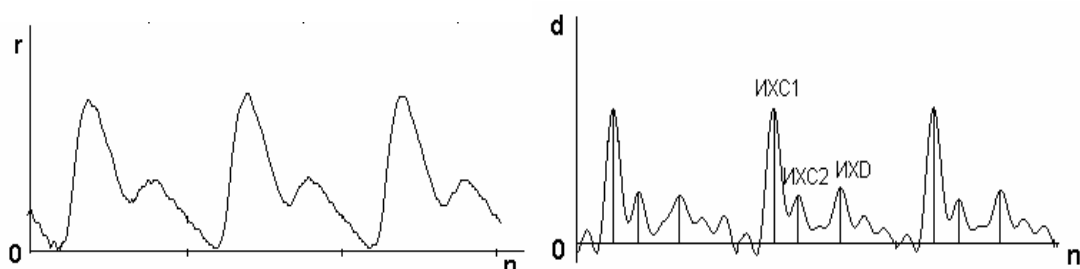


Рис. 2 Реосигнал $r(n)$ и импульсная характеристика $d(n)$.

Проведенные исследования различных методов цифровой обработки реосигнала [1] позволили создать методику вычисления на его основе импульсного отклика артериального русла (рис. 2). Отдельные пики импульсной характеристике соответствуют сосудам разного поколения ветвления, от крупных артерий до артериол. Для точного соотнесения импульсной характеристики со структурой артериального русла конкретного пациента необходимо четко определить задержки каждого пика, моменты начала сердечного цикла и закрытия клапанов.

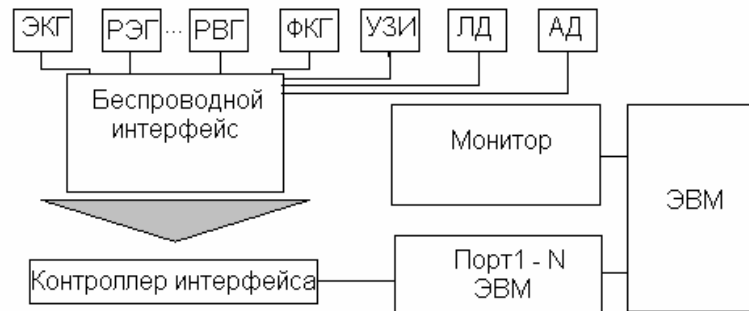


Рис. 3 Структура комплекса функциональной диагностики.

Предлагается комплексная система сбора данных о состоянии сердечно-сосудистой системы на базе многоканального реографа (рис. 3). Для беспроводной передачи данных от датчиков к ЭВМ используются Bluetooth модули. Это позволяет увеличить количество датчиков, не стесняя активности пациента. Основой комплексирования методов обработки сигналов выбрана импульсная характеристика артериального русла, определенная по реосигналу. Электрокардиограмма используется для синхронизации обработки. Фонокардио сигнал определяет длительность фазы изгнания крови из левого желудочка сердца. Точное определение моментов начала и окончания сердечного выброса позволяет вычислить по реограмме скорость распространения пульсовой волны. На основе данных о скорости пульсовой волны и временных задержек в импульсной характеристике артериального русла вычисляется расстояние от сердца до уровней ветвления артериального русла. На мониторе отображается модель сердечнососудистой системы пациента построенная с учетом полученных данных и вычисленных параметров (рис.4). В отличие от варианта представления множества графиков сигналов, изображение модели позволяет одновременно оценить состояние системы кровообращения по нескольким параметрам и проследить динамику изменений. Предложенная система является масштабируемой.

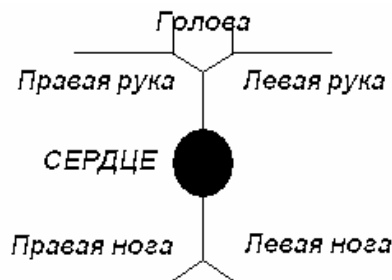


Рис. 4. Схема расположения на мониторе данных о различных частях сердечно сосудистой системы.

В соответствии с задачей исследования могут подключаться различные датчики. При этом появляется возможность исследовать взаимосвязь различных сигналов.

Например, по данным о центральной и периферической гемодинамике можно судить об адекватности работы сердечно сосудистой системы в целом.

Использование одновременно нескольких методов исследования при многоканальной системе сбора данных позволит сократить время обследования пациента, представить одновременную запись всех возможных сигналов о работе системы кровообращения, что в конечном итоге приведет к повышению объективности и достоверности диагноза. Совместная визуализация информации от разных датчиков средствами современной компьютерной графики позволит разработать качественно новую методику анализа функционального состояния системы кровообращения.

Литература.

1. Бернюков А. К., Костикин И. Ю., Сушкова Л. Т. Цифровая обработка реограмм с целью повышения качества диагностики сосудистой системы. // Доклады 5-й Международной конференции "Цифровая обработка сигналов и ее применение", ч.2.- М. Инсвязьиздат, 2003.-с.90-93.

COMPLEX OF FUNCTIONAL DIAGNOSTICS OF BLOOD CIRCULATION SYSTEM

Bernjukov A., Kostikin I., Sushkova L.

Vladimir state university

Existing systems of functional diagnostics of blood circulation are based on various physical principles, use signals of a various nature. Electrocardiograph (ECG) writes down changes of electric activity of heart and allows to define the moments of depolarisation of different parts of a cardiac muscle. Fonocardiograph (FCG) fixes sound fluctuations and allows to define the beginning and the ending of phases of an cardio cycle. Rheograph (RG) writes down a signal about change of an electric impedance of a researched site of a body to an alternating current with frequency 100 kHz at passage pulse waves which is proportional to change of volume of blood in body. Depending on researched body distinguish rheoencefalogramm (REG), rheopletizmogramm (RPG), rheovazogramm (RVG). Ultrasonic systems allow to estimate speed blood flow in separate vessels. The gauges using laser radiation give the information about blood circulation in a capillary department of system of blood circulation and about a saturation of blood oxygen. X-ray devices and methods of research submit data on structure of system of blood circulation. Noninvasive methods of research of functioning of cardiovascular system remain more preferable, is especial if necessary long monitoring.

Usually, to specification of the diagnosis apply consistently some methods of research. Use multichannel record of signals. That allows to present development of process in time and, estimating speed of distribution of signals and a degree of their distortion in different channels to obtain the data on structure and physical properties of system of blood circulation. Obviously, simultaneous complex use of several methods in one system of research of blood circulation will allow to reduce time of research and to raise quality of diagnostics.

The complex system of data gathering about a condition of cardiovascular system is offered on the basis of multichannel rheograph. For wireless data transmission from gauges to the PC are used bluetooth modules. It allows to increase quantity of gauges, not constraining activity of the patient. The basis complex methods of processing of signals chooses the pulse characteristic of an arterial channel determined on rheosignal. The electrocardiogram is used for synchronization of processing. Fonocardiogram signal defines duration of a phase of exile of blood from left hearts Stomach. Exact definition of the moments of the beginning and the ending of cardio emission allows to calculate on rheogram speed of pulse waves distribution. On the basis of the data on pulse waves speed and time delays in the pulse characteristic of an arterial channel the distance from heart up to levels of branching of an arterial channel is calculated. On the monitor the model cardiovascular systems of the patient constructed is displayed in view of the received given and calculated parameters. As against variant of representation of set of diagrams of signals, the image of model simultaneously allows to estimate a condition of system of blood circulation on several parameters and to look after dynamic of changes. The offered system is scaled.

Use simultaneously several methods of research at multichannel system of data gathering will allow to reduce time of inspection of the patient to present simultaneous record of all possible signals about work of system of blood circulation, that finally will result in increase of objectivity and reliability of the diagnosis. Joint visualization of the information from different gauges means modern computer diagrams will allow to develop qualitatively new technique of the analysis of a functional condition of system of blood circulation.
