

Н. П. Заремба, Ю. К. Шлык, Д. В. Криночкин

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ РЕШЕНИЯ КАРДИОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Рассмотрены наиболее широко применяемые в практической медицине методы диагностики режимов работы сердечно-сосудистой системы. Выполнен их сравнительный анализ. Обоснована необходимость детального изучения состояния кровеносной системы человека в части регистрации тромба на внутренних поверхностях сосудов и их склеротирование с позиции применения акустических методов исследования.

Диагностика сердечно-сосудистой системы человека относится к важнейшим задачам кардиологии.

Известные методы диагностики сердечно-сосудистой системы (ультразвуковая диагностика, радионуклидные методы, рентгеноконтрастные исследования и др.) [1–3] имеют своей целью выявить такие патологии, как образование тромба на внутренней поверхности кровеносного сосуда, склеротирование его стенки, локальное сужение проходного сечения сосуда, а также целый ряд факторов, вызывающих не только «механическую» аномалию структуры сосудистой системы и сердечной мышцы, но и нарушение физиологических ритмов их работы. Режим десинхронизации работы сердца [1, 4] стоит в ряду проблем, с которыми сталкивается практическая кардиология.

Большинство методов могут быть классифицированы по следующим группам: активные методы, предполагающие воздействие на организм полей и веществ, и методы пассивной диагностики, основанные на регистрации акустических полей, генерируемых самим организмом. Подобная классификация широко используется при решении технических задач диагностики различного рода материалов, изделий и целых конструкций. Это известные в технике методы неразрушающего контроля [5].

Активные методы диагностики

В первую группу включены методы, основанные на введении контрастных веществ с последующей их регистрацией с помощью тех или иных технических средств. К ним можно отнести такие методы, как рентгеноконтрастная ангиография, радиоизотопная ангиография и им подобные [2]. Несмотря на их эффективность и действенность, это далеко не самые безобидные методы диагностики. В первую очередь это касается радионуклидных, радиоизотопных и рентгеноконтрастных методов [2, 6–8], поскольку их применение сопряжено с отрицательным воздействием на живой организм ионизированного и рентгеновского излучения, даже малых интенсивностей.

Более «щадящими» методами диагностики, предполагающими внешнее воздействие ультразвука на живой организм, являются УЗИ-методы, получившие в последнее время широкое применение в клинической практике. К ним относятся двумерная эхокардиография, Допплер-эхокардиография, трех- и четырехмерное моделирование сердца и т. д. [9, 10]. Как правило, это сложные технические комплексы со своим программным обеспечением.

В эту же группу входят методы реокардиографии, электроплетизмографии и др. [3], в основе которых лежит регистрация общего сопротивления тканей к прохождению по ним токов высокой частоты.

Мы по-прежнему имеем физическое воздействие высокочастотных полей на живой организм, однако диапазон используемых здесь частот существенно меньше рентгеновского и гамма-диапазонов.

Пассивные методы диагностики

По своей физической сущности эти методы являются акустическими, а регистрируемые механические колебания, вызываемые работой сердечно-сосудистой системы, относятся к низко- и инфранизкочастотной области в отличие от рассмотренных выше УЗИ-методов.

Во вторую группу включены такие методы, как электрокардиография (ЭКГ) [13–15], механокардиография [3, 11, 15], сфигмография [12, 15], магнитокардиография (МКГ) [11], фонокардиография [14–16].

ЭКГ — метод исследования биоэлектрической активности сердца, заключающийся в записи изменений во времени разности потенциалов, создаваемой электрическим полем сердца во время его возбуждения.

Механокардиография объединяет в себе методы, основанные на регистрации низкочастотных колебаний, вызываемых сердечной деятельностью.

Метод сфигмографии позволяет зафиксировать все движения артериальной стенки, возникающие под влиянием пульсовой волны давления крови при сердечных сокращениях.

МКГ является бесконтактным (в отличие от ЭКГ) методом регистрации магнитной составляющей электромагнитного поля сердца.

Фонокардиография представляет собой метод графической регистрации звуковых колебаний, возникающих при работе сердца.

Данные методы во многом схожи, и не случайно, что они используются часто вместе с целью повышения достоверности получаемых результатов.

Рассмотренные выше методы пассивной диагностики являются, на наш взгляд, весьма прогрессивными прежде всего потому, что их реализация не связана с серьезными техническими и экономическими затратами. Очевидно, что резервы повышения точности и достоверности получаемых результатов далеко не исчерпаны. Более того, расширение диапазона применения данных методов в практической медицине может быть достигнуто за счет использования более совершенных технических средств измерений параметров акустических колебаний и совершенствования методики их регистрации.

Исследования процессов распространения звуковых колебаний неразрывно связаны с представлением сердечно-сосудистой системы человека в качестве замкнутой гемодинамической волноводной системы. Из этого следует, что к ней можно применить методы расчета сложных гидродинамических систем такого класса.

Любое потенциальное движение среды в волноводной системе сопровождается возникновением акустического поля широкого частотного диапазона. Кровеносная система человека не является в этом смысле исключением.

С классических позиций акустики [17] сердечно-сосудистую систему человека необходимо рассматривать как совокупность широкополосного генератора соответствующих колебаний и разветвленной акустической нагрузки.

Можно считать, что к рассмотрению принимается две независимые задачи исследования: акустика сердца и акустика кровеносной системы.

Очевидно, что применение математических методов при решении задач кардиологии может дать качественно новый скачок в оценке процессов, происходящих в сердечно-сосудистой системе человека.

Известное в математике преобразование Фурье позволит оценить спектральный (частотный) состав гемодинамических шумов в кровеносной системе с позиции его соответствия тем или иным видам патологии данной системы.

Любые отклонения режима работы сосудистой системы от номинального (тромб, склеротирование стенки и т. д.) будут неизбежно сопровождаться изменением амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) спектра гемодинамических шумов в системе кровообращения. Информация, содержащаяся в спектре названных шумов, позволит своевременно выявить любой вид патологии сосудистой системы.

Использование методов теории автоматического управления (ТАУ) позволит решить задачу, связанную с оценкой эффективности кровоснабжения самой сердечной мышцы.

Сосуд, питающий сердце, выполняет функцию звена обратной связи, параметры которого напрямую определяют физиологически нормальное функционирование сердечной мышцы [1, 3].

Для практического использования акустического метода диагностики в кардиологии необходимо решить ряд задач. Одна из них обусловлена спецификой волноводной системы — кровеносным сосудом, который является трубопроводом с упругими стенками. Другая акустическая задача связана с оценкой кардиоритма самого сердца как основного источника гемодинамических шумов, передающихся кровеносной системе человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Болезни органов кровообращения: руководство для врачей* / Под ред. Е. И. Чазова. — М.: Медицина, 1997. — 832 с.
2. *Флебология* / Под ред. ак. В. С. Савельева. — М.: Медицина, 2001. — 659 с.
3. *Агаджанян Н. А., Тель Л. З., Циркин В. И., Чеснокова С. А.* Физиология человека / Под ред. чл.-кор. АМН СССР Н. А. Агаджаняна. — Алма-Ата: Казахстан, 1992. — 352 с.
4. *Кушаковский М. С.* Аритмии сердца. Расстройства сердечного ритма и нарушения проводимости. Причины, механизмы, электрокардиографическая и электрофизиологическая диагностика, клиника, лечение. — М.: Фолиант, 2004. — 672 с.
5. *Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий.* Справочник. В 2 кн. / Под ред. д-ра техн. наук проф. В. В. Ключева. Кн. 2. — М.: Машиностроение, 1976. — 328 с.
6. *Лишманов Ю. Б., Эвентов А. З., Куликов Л. М., Усов В. Ю.* Радионуклидная диагностика в кардиологии / Методики, детектирующие приборы, компьютерные системы. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1991. — 232 с.
7. *Боголюбов В. М.* Радиоизотопная диагностика заболеваний сердца и легких. — М.: Медицина, 1975. — 254 с.
8. *Тихонов К. Б.* Рентгенологическая симптоматика сердечной недостаточности. — Л.: Медицина, 1985. — 168 с.
9. *Шиллер Н., Осипов М. А.* Клиническая эхокардиография. — М.: Мир, 1993. — 347 с.
10. *Фейгенбаум Х.* Эхокардиография / Пер. с англ. под ред. В. В. Митькова. — М.: Видар, 1999. — 512 с.
11. *Брудная Э. Н., Остапчук И. Ф.* Методы функциональной диагностики сердечно-сосудистой системы. — Киев: Здоров'я, 1968. — 276 с.
12. *Валтнерис А. Д., Яуя Я. А.* Сфигмография как метод оценки изменений гемодинамики под влиянием физической нагрузки. — Рига: Зинатне, 1988. — 132 с.
13. *Дощицин В. Л.* Практическая электрокардиография / 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Медицина, 1987. — 336 с.
14. *Кельман И. М.* Электрокардиография и фонокардиография / 2-е изд., испр. и доп. — М.: Медицина, 1974. — 152 с.

15. Минкин Р. Б., Павлов Ю. Д. Электрокардиография и фонокардиография / Изд. 2-е, перераб. и доп. — Л.: Медицина, 1988. — 256 с.
16. Яковлев В. М., Карпов Р. С. Аускультативно-фонокардиографическая диагностика сердца и сосудов. — Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1983. — 222 с.
17. Исакович М. А. Общая акустика. — М.: Наука, 1973. — 496 с.

N. P. Zaremba, Yu. K. Shlyk, D. V. Krinochkin

SYSTEM ANALYSIS OF SOLVING CARDIOLOGICAL TASKS. STATEMENT
A RESEARCH TASK

The most widely used in practical medicine methods for diagnosis the cardiovascular system's working regimes are studied. Their comparative analysis is fulfilled. The necessity of detailed investigation is provided for the state of blood vascular circulatory system of a man for finding out thrombae on the internal surfaces of vessels and their sclerotizing using the acoustic investigation methods.