

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МИОКАРДА

А. В. Германов, Л. П. Бухвалова

Кафедра преподавания внутренних болезней (зав.—проф. В. Н. Фатенков) Куйбышевского медицинского института имени Д. И. Ульянова

Применение вычислительной техники позволяет повысить диагностические возможности традиционно применяемых методов исследования сердечно-сосудистой системы, существенно сократить время обследования. Наиболее разработаны методики автоматической обработки ЭКГ [2, 8], сфигмограмм [1, 3, 4] и реограмм [7].

Цель работы—с помощью компьютерной обработки апекскардиограмм (АКГ) выработать комплекс количественных показателей, характеризующих механическую активность миокарда.

Апекскардиография (АКГ)—метод, заключающийся в графической регистрации левожелудочкового толчка в области его наибольшей пульсации. Кривая АКГ коррелирует с внутрижелудочковым давлением (ВЖД) особенно в период его систолического подъема. При использовании пьезокристаллического датчика давления с постоянной времени 1,3 АКГ отражает перемещение грудной стенки под действием сокращающегося левого желудочка. Следовательно, первая производная АКГ характеризует скорость (V) изменения внутрижелудочкового давления, вторая—ускорение (a) или, согласно второму закону Ньютона, силу, под действием которой происходит данное изменение. Произведение первой производной на вторую показывает мощность (N), развиваемую миокардом по изменению внутрижелудочкового давления. Затрачиваемую при этом работу (A) можно определить как произведение мощности на время.

Обследован 61 здоровый человек в возрасте от 16 до 45 лет. АКГ регистрировали по общепринятой методике [9а, б] синхронно с ЭКГ и ФКГ в положении обследуемого лежа на левом боку в области наибольшей пульсации левого желудочка при задержке дыхания в фазе неглубокого выдоха. Скорость записи—50 мм/с. Пьезокристаллический датчик давления имел постоянную времени 1,3. Устойчивую запись осуществляли в течение 7—10 с. Анализировали 4—5 следующих друг за другом комплексов АКГ.

Для компьютерной обработки АКГ осуществляли переход от графической записи к таблично заданной функции, представляющей собой амплитуды кривой АКГ, измеренные через 0,01 с относительно произвольно взятой нулевой линии. По методу наименьших квадратов проводили расчет первой и второй производных АКГ на ЭВМ СМ-3.

Было выявлено соответствие экстремумов и переходов через ноль значений второй производной АКГ зубцам ЭКГ (П введение) и тонам ФКГ как при правильном ритме, так и при его нарушениях. Обнаруженная закономерность являлась основой для автоматического выделения фаз сердечного цикла [6] только по характеру изменения силы, определяющей внутрижелудочковое давление (вторая производная АКГ). В этом случае физиологический смысл каждой выделенной компьютером фазы устанавливается только по изменениям внутрижелудочкового давления. В серии острых экспериментов на животных было показано, что сила, активно преобразующая внутрижелудочковое давление в систолу и диастолу, обусловлена асинфазностью сокращения отдельных слоев миокарда, составляющих стенку левого желудочка [5а, б, 6]. При таком делении фазы асинхронного и изоволюмического сокращений по Карпману объединились в одну фазу повышения давления (ПД), заключенную между Т1 и Т2 (рис. 1). Т1 соответствует началу крутого подъема АКГ, который отстает от начала подъема внутрижелудочкового давления на 4—5 мс [10]. Т2—аортальному компоненту I тона. Все изгнание, заключенное между Т2 и Т5, разделено на три фазы: максимальное изгнание 1 (МИ1), максимальное изгнание 2 (МИ2) и редуцированное изгнание (РИ). Между Т5 и Т6 заключается фаза снижения давления (СД), между Т6 и Т7—фаза быстрого наполнения (БН).

Вместе с продолжительностью каждой выделенной фазы на ЭВМ СМ-3 программно рассчитывали значения V , a , N средние и экстремальные за фазу, а также A за фазу.

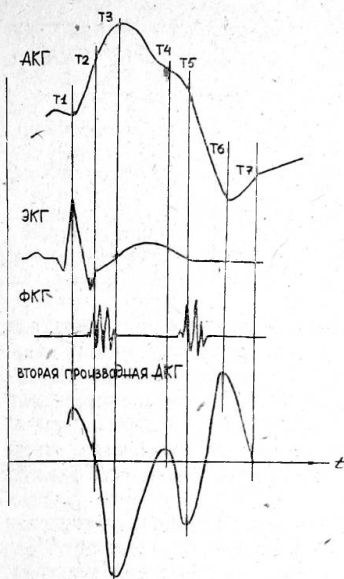


Рис. 1. Пояснения в тексте.

период систолического подъема внутрижелудочкового давления до пика АКГ. Следовательно, именно по этим фазам можно проводить сравнительный анализ количественных показателей механической активности миокарда.

Для сопоставления данных показателей в фазах изгнания, снижения давления (СД) и быстрого наполнения (БН) следует предварительно производить качественный отбор кривых по соотношению амплитуд АКГ в Т2 (открытие аортального клапана) и Т5 (заккрытие аортального клапана). Оно, вероятно, должно быть близким к единице при условии, что у обследуемых нет заболеваний, сопровождающихся расширением контуров сердца и высоким конечно-диастолическим давлением в полостях желудочков.

Применение ЭВМ СМ-3 позволило автоматизировать весь процесс обработки АКГ от момента регистрации до получения конечного результата. Время работы программы по анализу АКГ у одного обследуемого — 40 с. Предлагаемый алгоритм может быть реализован на ЭВМ других типов, обладающих оперативной памятью не менее 20 К.

Количественные показатели механической активности миокарда у здоровых людей, определенные компьютером, представлены в таблице. Частота сердечных сокращений в группе обследованных составила 64 ± 3 в 1 мин.

Показатели механической активности миокарда у здоровых лиц ($M \pm m$)

Фазы	V ср., $10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с}^{-1}$	a ср., $10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с}^{-2}$	N ср., $10^{-10} \text{ Па} \cdot \text{с}^{-3}$	A , $10^{-10} \text{ Па} \cdot \text{с}^{-2}$
ПД	$5,174 \pm 0,127$	$52,34 \pm 1,57$	$252,08 \pm 11,92$	$16,03 \pm 0,72$
МИ1	$4,812 \pm 0,147$	$79,16 \pm 2,69$	$309,69 \pm 14,97$	$14,66 \pm 0,65$
МИ2	$1,684 \pm 0,080$	$38,93 \pm 1,16$	$65,54 \pm 3,42$	$9,92 \pm 0,58$
РИ	$1,802 \pm 0,085$	$39,34 \pm 1,94$	$103,55 \pm 9,30$	$7,26 \pm 0,49$
СД	$4,223 \pm 0,128$	$60,57 \pm 2,31$	$238,71 \pm 16,19$	$31,25 \pm 1,97$
БН	$1,181 \pm 0,073$	$32,54 \pm 1,47$	$32,38 \pm 3,83$	$2,06 \pm 0,30$
ПСП	$4,349 \pm 0,114$	$74,45 \pm 2,23$	$289,71 \pm 13,07$	$32,58 \pm 1,30$

Для количественного сопоставления АКГ, зарегистрированных при различном аппаратном усилении сигнала у разных людей, проводилось двойное программное преобразование амплитуд АКГ: нормировка от нуля до единицы, то есть максимальное значение амплитуды принимали за единицу, минимальное — за ноль; калибровка по давлению из расчета, что разница в амплитудах нормированного сигнала в Т2 и Т3 пропорциональна пульсовому давлению.

Формы АКГ, зарегистрированные у разных людей и даже у одного человека, весьма переменны. В основном это связано со следующими причинами: положением сердца в грудной клетке, шириной межреберных промежутков, эластическими свойствами тканей, глубиной фазы выдоха, на которой произведена регистрация, характеристиками датчика, практическим опытом оператора.

Нами определялись показатели V , a , N , A в каждой фазе сердечного цикла по АКГ различных форм, зарегистрированных у одного человека, при соблюдении традиционных правил (рис. 2). Было отмечено, что длительность фаз, выделенных компьютером, не зависит от формы АКГ, а показатели механической активности миокарда остаются стабильными в фазах повышения давления и максимального изгнания 1, характеризующих

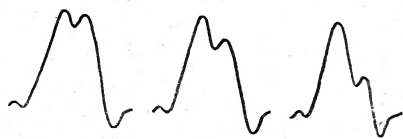


Рис. 2. Возможные варианты формы АКГ, зарегистрированные в области наибольшей пульсации верхушечного толчка у одного и того же здорового человека (постоянная времени используемого датчика давления — 1,3).

	$V_{\max}, 10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с}^{-1}$	$a_{\max}, 10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с}^{-2}$	$N_{\max}, 10^{-10} \text{ Па} \cdot \text{с}^{-3}$	длительность, с
ПД	$7,340 \pm 0,200$	$88,57 \pm 2,63$	$449,92 \pm 21,03$	$0,065 \pm 0,002$
МН1	$4,823 \pm 0,275$	$-106,76 \pm 3,92$	$-491,22 \pm 25,44$	$0,052 \pm 0,004$
МН2	$-2,040 \pm 0,176$	$13,76 \pm 3,99$	$107,19 \pm 12,63$	$0,148 \pm 0,005$
РН	$2,064 \pm 0,215$	$-63,27 \pm 4,27$	$212,68 \pm 21,76$	$0,075 \pm 0,003$
СД	$-6,800 \pm 0,227$	$87,63 \pm 3,35$	$373,07 \pm 28,02$	$0,132 \pm 0,002$
БН	$1,630 \pm 0,096$	$7,84 \pm 3,22$	$60,68 \pm 8,37$	$0,064 \pm 0,003$
ПСП	$7,338 \pm 0,202$	$88,57 \pm 2,63$	$449,92 \pm 21,03$	$0,117 \pm 0,004$

Установлено, что средняя скорость ($V_{\text{ср.}}$) за период систолического подъема колебалась в пределах $3,0-6,4 \cdot 10^{-5} \text{ Па/с}$. У 47% обследованных значения $V_{\text{ср.}}$ находились в узких пределах ($4,0-4,75 \cdot 10^{-5} \text{ Па/с}$), у 23% были еще более низкими ($3,0-4,0 \cdot 10^{-5} \text{ Па/с}$). Эта группа отличалась также более низкими показателями a, N, A . У 30% $V_{\text{ср.}}$ составила $4,75-6,4 \cdot 10^{-5} \text{ Па/с}$, более высокими были также a, N, A . Отсюда мы сделали вывод о возможном существовании у здоровых людей нескольких типов механической активности миокарда, характеризующихся различными количественными показателями.

Таким образом, компьютерный анализ позволил 1) повысить диагностические возможности апекскардиографии; 2) осуществить автоматическое выделение фаз сердечного цикла только по одной физиологической кривой в систолу и диастолу; 3) существенно сократить время обработки и анализа АБГ; 4) провести программную нормировку и калибровку кривых АБГ; 5) выработать комплекс количественных показателей механической активности миокарда; 6) определить тип механической активности миокарда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валужис К. А., Парчаускас Г. А. Программный комплекс для анализа поликардиограмм. Каунас, 1981.— 2. Диагностика и лечение сердечно-сосудистых заболеваний. Под ред. В. С. Гасилова. М., Медицина, 1983.— 3. Палеев Н. Р., Каевидер И. Н. Кардиология, 1976, 6, 105.— 4. Раугалас З. И., Лазаравичус А. П. В кн.: Теория и практика автоматизации в кардиологии. Вильнюс, 1982.— 5. Фатенков В. Н. а) В кн.: Неотложная помощь при инфаркте миокарда. Куйбышев, 1978, вып. 2; б) Физиол. журн. СССР, 1983, 5, 666.— 6. Фатенков В. Н., Кузнецов А. И., Мишурова В. П. В кн.: Сборник итоговой годовой конференции ЦНИЛ «Системы органов и тканей в эксперименте и клинике». Куйбышев, 1984.— 7. Фолькис А. В., Борисова Г. В. Кардиология, 1974, 4, 105.— 8. Янушкевичус З. И. Там же, 1977, 7, 14.— 9. Benchimol Q., Dimond E. G. a) Brit. Heart J., 1962, 24, 5; б) Am. J. Cardiol., 1963, 12, 368.— 10. Manolas J., Wirz P., Rutishauser W. Am. Heart J., 1976, 91, 6.

Поступила 31.07.85.

УДК 616.12—009.862—073.97

ВРЕМЕННЫЕ И АМПЛИТУДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СИСТОЛЫ И ДИАСТОЛЫ ПРИ ДИЛАТАЦИОННОЙ КАРДИОМИОПАТИИ

Г. П. Кузнецов, Т. К. Погодина, В. М. Русаков

Кафедра факультетской терапии (зав.—проф. Г. П. Кузнецов) Куйбышевского медицинского института имени Д. И. Ульянова

Среди известных в настоящее время заболеваний сердца наименее благоприятной в прогностическом отношении является дилатационная кардиомиопатия. Ее прижизненный диагноз ставится на основании данных эхокардиографии, вентрикулографии, биопсии миокарда. В условиях повседневной врачебной практики указанные методы исследования пока еще не могут быть широко использованы. Между тем информация, полученная с помощью вполне доступных неинвазивных методов, так или иначе отражающих различные функции сердца, может быть надежным подспорьем в диагностике.

Целью настоящего исследования являлось изучение показателей полимеханокар-