

УДК 616.12

В. А. САНДРИКОВ, В. Ф. ЯКОВЛЕВ, К. Л. МЕЛУЗОВ

РЕГИСТРАЦИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ПЛОЩАДИ УЧАСТКА ЭПИКАРДА

Гемодинамические показатели, взятые изолированно от характеристик сокращения миокарда, не позволяют вынести полноценное суждение о причинах тех или иных нарушений функций сердца. Использование методов регистрации изменения длины участков миокарда на работающем сердце не привело к ожидаемым результатам, так как измерения проводятся в каком-либо одном направлении, без учета направлений хода волокон в стенке желудочка [3, 4]. В связи с невозможностью в реальных условиях учитывать направление хода волокон в миокарде, методика оценки изменений длины в нескольких направлениях приобретает исключительно важное значение для оценки работы сердца.

Полагая, что изменение геометрии сердца и центральная гемодинамика взаимообуславливают друг друга, необходимо рассматривать эти явления в их взаимосвязи.

Представление методики регистрации сокращений участка сердечной мышцы в совокупности с гемодинамическими параметрами явилось целью настоящего сообщения.

Материал и методы исследования. Эксперименты проведены на 6 беспородных собаках массой 25—30 кг под тиопенталовым наркозом (35 мг/кг массы) в условиях искусственной вентиляции легких. Доступ к сердцу осуществлялся через левостороннюю торакотомию в 4-м межреберье. На поверхность левого желудочка помещали два тензометрических датчика длины во взаимно-перпендикулярных направлениях таким образом, чтобы направление одного из них совпадало с длинником желудочка. Разработка датчика осуществлена совместно с НПО «КВАНТ» (В. С. Симонов). Датчик представляет собой тензочувствительный элемент.

Механический сигнал (изменение длины) преобразуется в электрический и записывается на самописце. Калибровка датчика производилась до и после эксперимента по длине перемещения дужек в диапазоне 0—3 мм. Одновременно регистрировали давление в полостях сердца с помощью электроманометров ЕМТ-863 (Statham—Elema), объемную скорость кровотока электромагнитным расходомером РКЭ-2 и ЭКГ. Запись кривых производили на самописце «Мингограф-82». Динамику площади участка эпикарда оценивали по кривым с использованием формулы

$$\Delta S = \Delta l_1 \cdot l_2 \pm \Delta l_2 \cdot l_1 \pm \Delta l_1 \cdot \Delta l_2, \quad \text{где:}$$

ΔS —прирост площади участка эпикарда на текущий момент; Δl_1 —прирост длины вдоль длинника; Δl_2 —прирост длины вдоль поперечника; l_1 —база датчика, расположенного вдоль длинника; l_2 —база датчика, расположенного вдоль поперечника.

Знак «+» в формуле означает сокращение мышцы в двух направлениях в одной фазе, знак «-» — сокращение в противофазе.

На точность расчета при оценке длины участка эпикарда влияет кривизна сердца. Определение ошибок, возникающих при измерении расстояний между точками на сферической поверхности, производили по методу, принятому в геодезии и картографии [1], по формулам

$$\Delta d = \frac{d^2}{3R^2} \quad (1); \quad \sigma = \frac{\Delta d}{d} \quad (2), \quad \text{где:}$$

Δd — абсолютная ошибка, при допущении, что поверхность сердца плоская; d — 1/2 базы датчика; R — радиус кривизны участка эпикарда в месте измерения; σ — относительная ошибка.

Радиусы кривизны участка эпикарда в месте исследований составили в продольном направлении 270 мм и в поперечном — 125 мм. При базе датчика 20 мм ошибка измерений в продольном направлении составила 0,0046 мм, в поперечном — 0,001 мм. Измеряя удлинения в диапазоне 0—3 мм с точностью до 0,1 мм, указанной ошибкой можно пренебречь и считать участок эпикарда в месте измерения плоским.

Одновременно проводили расчет фракции изгнания (ФИ) по кривым давления [2], максимальной скорости подъема давления в желудочке в изоволюмическую фазу сокращения (dp/dt макс.); максимального систолического давления (P) и конечно-диастолического давления (КДД).

Данные обработаны статистически и представлены в тексте и табл. 1.

Таблица 1

Показатели внутрисердечной гемодинамики и величины приростов площади участка эпикарда в базальном регионе до и после перевязки левой коронарной артерии в нижней трети за 7 циклов

Показатели	До перевязки	3-я с после перевязки	23-я с после перевязки	43-я с после перевязки
Ударный выброс, мл	18,0±0,8	18,0±0,9	18,9±0,7	18,0±0,9
Систолическое давление в левом желудочке, мм рт. ст.	100±2	100±3	97±4	95±2
Конечно-диастолическое давление, мм рт. ст.	8,0±0,5	7,6±0,6	7,7±0,5	7,8±0,5
dp/dt макс., мм рт. ст./с	3000±100	3000±90	2900±80	2950±90
Фракция изгнания, %	65±2	65±2	66±2	63±2
Прирост площади, мм ²	15,2±0,6	15,3±0,6	9,9±0,5*	8,8±0,4*

Примечание: * — достоверность различий между исходным и текущим значением параметра, $P < 0,01$.

Результаты и их обсуждение. При обследовании 5 случайно выбранных участков свободной стенки левого желудочка в условиях стабильной гемодинамики общая закономерность изменения внутрижелудочкового давления и площади участков эпикарда одинакова. Как видно из рис. 1, приросты площади участков эпикарда и давление в желудочке изменяются в противоположных направлениях: рост давления происходит на фоне уменьшения площадей участков эпикарда, минимальные значения площадей совпадают по времени с закрытием аортального клапана. В то же время, участки эпикарда различаются между собой ($P < 0,05$) по амплитуде изменений площади: точка 1 — 26,0±1,0 мм²; точка 2 — 16,5±0,8 мм²; точка 3 — 29,6±0,8 мм²; точка 4 — 12,1±0,7 мм²; точка 5 — 20,3±0,9 мм².

Для сравнения чувствительности метода оценки площади участка эпикарда с гемодинамическим проведены сопоставления результатов эксперимента на модели острой сердечной недостаточности, которая выполнялась путем перевязки левой коронарной артерии в нижней трети. В исходном состоянии и после перевязки регистрировали давление, объемный кровоток и изменение площади участка эпикарда. Анализ деформации эпикарда, ударного выброса, фракции изгнания и давления в полости левого желудочка в произвольно выбранные промежутки времени в течение 1-й минуты после перевязки (3-я с, 23-я с, 43-я с) представлен в табл. 1. Из таблицы видно, что ударный выброс, ФИ, КДД и dp/dt макс. не изменились в течение исследуемого промежутка времени. Прирост площади значительно уменьшился: к 23-й с на 35%, а к 43—на 42% по сравнению с исходом. Следует отметить, что столь ранние изменения отмечены на участке, не перфузируемом перевязанной артерией, что свидетельствует о большей чувствительности метода оценки площади участка эпикарда по сравнению с гемодинамическим.

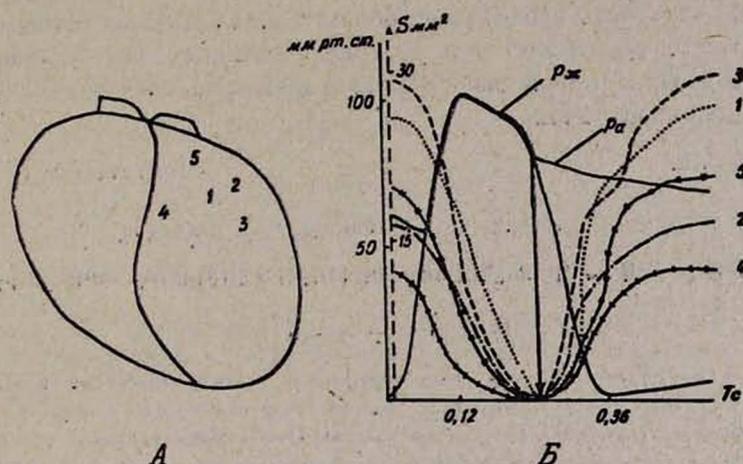


Рис. 1. Локализация точек измерений и динамика приростов площади в течение сердечного цикла. А—взаимное расположение точек измерений на эпикарде левого желудочка, цифра обозначает номер точки; Б—противоположные изменения давления в желудочке и приростов площади эпикарда.

При анализе полученных данных по оценке площади участка эпикарда выявлены основные источники ошибок и неопределенностей. На точность измерений существенное влияние оказывает изменение угла между датчиками во время сердечного цикла. Отклонение осей датчиков от прямого угла более чем на 7° приводит к неконтролируемому искажению формы кривой прироста площади. Во избежание ошибок такого рода измерения целесообразно выполнять в базальных и центральных регионах желудочков, где отклонения от взаимной перпендикулярности датчиков не столь велики.

Малый радиус кривизны участка поверхности сердца в продольном или поперечном направлениях приводит к ошибкам, что связано с из-

менением геометрии эпикарда во время систолы и диастолы. Сокращение мышцы во время систолы приводит к уплощению поверхности сердца и мнимому увеличению расстояния между дужками датчика.

Оптимальной базой датчика, по нашему опыту, является размер 10—20 мм. Увеличение базы датчика приводит к необходимости введения поправочных коэффициентов на сферичность эпикарда, уменьшение базы—к возникновению ошибок за счет укорочения расстояния между дужками датчика во время фиксации его к эпикарду.

Таким образом, адекватная регистрация линейных размеров эпикарда представляет значительные методические трудности, которые определяются вариабельностью рельефа эпикарда в различных направлениях и регионах непостоянством формы сердца в систолу и диастолу, размерами датчиков и изменчивостью угла между датчиками в течение сердечного цикла.

Проведенные исследования отдельных полей эпикарда позволили составить общее представление о характере сокращений сердца. С этих позиций крайне важно, что местные деформации отражают общие закономерности работы сердца за один цикл. Локальное воздействие—редукция коронарного кровотока в области терминальных ветвей коронарной артерии—сказывается в реакции удаленных частей эпикарда, что говорит о неразрывной связи регионов миокарда, составляющих единое функциональное целое.

ВНИЦ АМН СССР

Поступила 25/IV 1985 г.

Վ. Ա. ՍԱՆԴՐԻԿՈՎ, Վ. Ֆ. ՅԱԿՈՎԼԵՎ, Կ. Լ. ՄԵԼՈՅՈՎ

ԷՊԻԿԱՐԴԻ ՏՆՎԱՄԱՍԻ ՄԱԿԵՐԵՍԻ ՓՈՓՈԽՈՒՄՅՈՒՆՆԵՐԻ ԳՐԱՆՅՈՒՄԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հսկիկարդի տեղամասի մակերեսի փոփոխությունների ուղղակի գրանցման նկարագրված մեթոդը բացում է սրտի նորմալ և փոփոխված ֆունկցիաների գնահատման ժամանակ մեթոդական նոր հնարավորություններ փորձարարական պայմաններում, օգնում էսկիկարդի գնամետրիայի փոփոխությունների և կենտրոնական հեմոդինամիկայի միջև փոխկապակցվածության հայտնաբերմանը:

V. A. Sandrikov, V. F. Yakovlev, K. L. Meluzov

Registration of the Changes of the Epicardial Areal Section

S u m m a r y

The methods of the direct registration of the changes of the epicardium areal changes suggests new methodic possibilities for estimation of the normal and disturbed function of the heart in the experimental conditions, allows to reveal the interaction between the changes of the geometry of epicardium and central hemodynamics.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Андреев Н. В. Основы топографии и картографии. М., 1972.
2. Михайлов Ю. Н., Сандриков В. А., Свиришевский Е. Б., Садовников В. И. Кровообращение, 1978, XI, 2, 29—36.
3. Arts T. V., Pieter C., Reneman R. S. Amer. J. Physiol., 1982, 243, 3, H379—H390.
4. Janicky J. S., Weber K. T., Shroff S. Fed. Proc. 1981, 1, 2017—2022.