

В. В. ЗАРЕЦКИЙ, В. В. БОБКОВ, В. А. САНДРИКОВ

ПРИНЦИПЫ ОЦЕНКИ СОКРАТИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ МИОКАРДА МЕТОДОМ ЭХОКАРДИОГРАФИИ

По мнению ряда авторов [6, 8], та информация о сократительной функции миокарда, которую получают с помощью ангиографии, может быть также получена методом эхокардиографии. В связи с этим для предоперационной оценки функции левого желудочка разрабатываются эхографические критерии отбора больных для сердечной и коронарной хирургии, изучается контрактильность поврежденного миокарда при динамическом наблюдении за больными, перенесшими инфаркт миокарда, а также исследуется влияние фармакологических препаратов на функцию левого желудочка.

В данной работе представлены основные эхокардиографические критерии оценки сократительной функции левого желудочка.

Исследование проводилось на эхокардиографе «Ekoline—20A». Обследовано более 150 больных и здоровых лиц обоего пола в возрасте от 4 до 67 лет. Регистрация структур сердца производилась на фотохимической бумаге при скорости протяжки 2 или 5 см/сек. На этой бумаге имеется калибровка по глубине и по времени (вертикальные метки обозначают 1 см глубины тканей, горизонтальные—время 0,5 сек), что позволяет измерять скорость и амплитуду движения по отношению к поверхности датчика любой структуры сердца.

При положении больного лежа на спине ультразвуковой датчик устанавливался в III—IV или V межреберном промежутке у левого края грудины. Ориентиром для последующего исследования служит характерная форма движения створок митрального клапана. По максимальной амплитуде движения этих створок выбирается один из названных межреберных промежутков. Размеры полости левого желудочка регистрируются при легком наклоне датчика по направлению к верхушке сердца.

При установке датчика в позиции 1 на эхокардиограмме регистрируются отраженные эхо-сигналы от передней стенки грудной клетки, передней стенки правого желудочка, полости правого желудочка, межжелудочковой перегородки, полости левого желудочка, задней стенки левого желудочка (рис. 1). Внутри полости левого желудочка записываются эхо-сигналы от сухожильных нитей митрального клапана, которые частично повторяют движение митральных створок. При положении датчика в позиции 1 полость правого желудочка эхографически обычно в норме не регистрируется из-за большой трабекулярности

правого желудочка, а также вследствие того, что ультразвуковой луч пересекает лишь небольшую часть полости. Поэтому, как правило, передняя стенка правого желудочка, часть полости правого желудочка и межжелудочковая перегородка на эхокардиограмме здорового человека сливаются в единое недифференцированное образование. Эхокардиографически полость правого желудочка регистрируется лишь при ее дилатации.

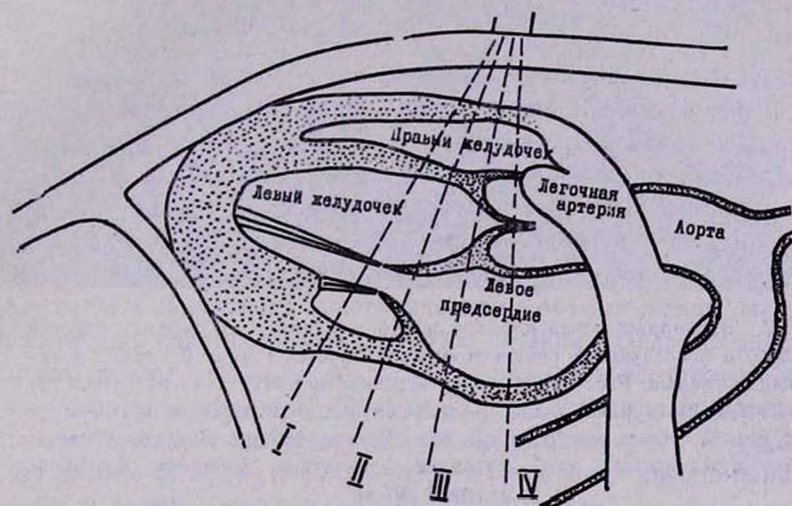


Рис. 1. Схема сагиттального разреза сердца у левого края грудины. Пунктирные линии показывают направление ультразвукового луча при легких наклонах датчика вдоль длинной оси сердца. Внутренние размеры полости левого желудочка определяются при установке датчика в позиции I. В этой же позиции датчика измеряется амплитуда и скорость движения задней стенки левого желудочка. Движение митральных створок регистрируется при нахождении датчика в позиции II.

Изучение внутренних размеров полости левого желудочка (рис. 2), а также анализ формы, амплитуды и скорости движения стенок левого желудочка являются исходными данными для оценки сократительной функции миокарда. Количественные измерения камеры левого желудочка производятся в конце диастолы на линии пика комплекса QRS электрокардиограммы и в конце систолы, в точке наименьшего расстояния между межжелудочковой перегородкой и эндокардом задней стенки левого желудочка. На рис. 3 приведено эхографическое измерение диастолического и систолического размеров полости левого желудочка. Сравнивая эхографические изменения левого желудочка с объемом, полученным при двухпроекционной ангиографии, исследователи [8] предложили регрессивную формулу расчета объема полости в период диастолы и систолы:

$$V_d = 59 \cdot D_d - 153$$

$$V_c = 47 \cdot D_c - 120,$$

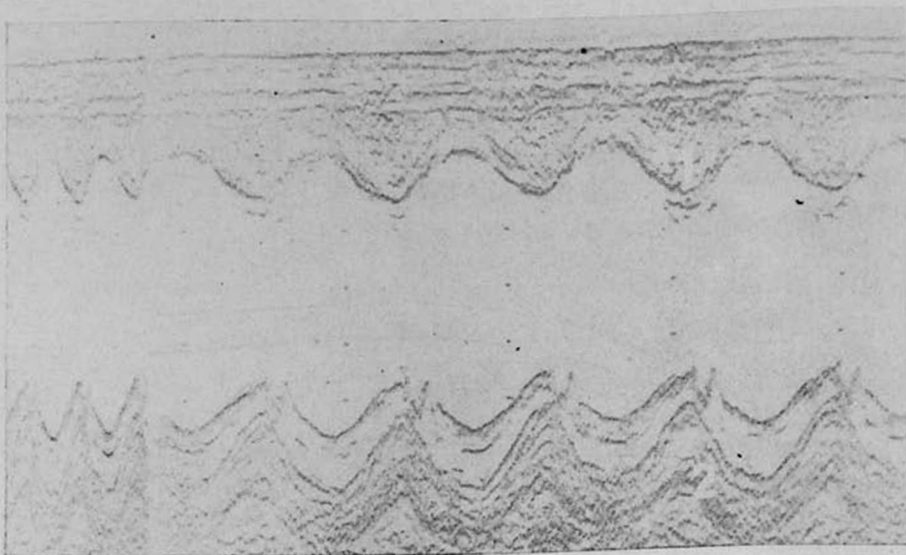


Рис. 2. Эхокардиограмма полости левого желудочка. В верхнем участке данного и последующих рисунков отметчик времени через 0,5 сек. и электрокардиограмма. Расстояние между вертикальными точками на записи составляет 1 см глубины ткани. 1—межжелудочковая перегородка, 2—миокард задней стенки левого желудочка. Впереди миокарда задней стенки видны сухожильные нити митрального клапана. Скорость протяжки ленты 5 см/сек.

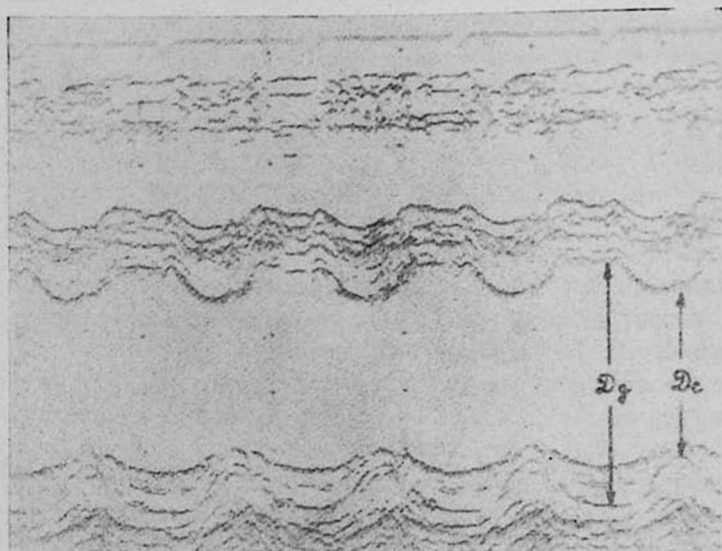


Рис. 3. Принцип измерения внутренних размеров полости левого желудочка. D_d —конечный диастолический размер полости левого желудочка на уровне пика комплекса QRS электрокардиограммы. D_s —конечный систолический размер полости левого желудочка в точке наименьшего расстояния между эндокардом задней стенки левого желудочка и левым краем межжелудочковой перегородки.

где V_d — конечный диастолический объем левого желудочка, D_d — диастолический размер левого желудочка, V_c — конечный систолический объем левого желудочка, D_c — систолический размер левого желудочка.

Для расчета объемов небольшой по величине полости левого желудочка из внутренних эхографических размеров чаще используется формула Рорр и Harrisson [10].

$$V_d = 1,047 \cdot D_d^3, \quad V_c = 1,047 \cdot D_c^3$$

При оценке сократительной функции миокарда используется ряд производных объемных эхографических величин. Ударный объем левого желудочка определяется как арифметическая разница конечного диастолического и конечного систолического объемов полости. При известном ударном объеме легко высчитывается минутный выброс и сердечный индекс. Особенно важным показателем следует считать фракцию изгнания, которая определяется как отношение ударного объема левого желудочка к конечному диастолическому объему левого желудочка и выражается в единицах или процентах. Фракция изгнания рассматривается как индекс насосной функции миокарда и по данным разных авторов в норме составляет 0,50—0,68 [1, 2]. Снижение фракции изгнания при митральной недостаточности свидетельствует об ухудшении функции левого желудочка [2]; заметное снижение данного показателя находят у больных с диффузным кардиосклерозом.

Надежным критерием механической деятельности сердца считается скорость циркулярного сокращения миокарда:

$$V_{\text{ис}} = \frac{D_d - D_c}{D_d \times t_c}$$

где $V_{\text{ис}}$ — скорость циркулярного сокращения миокарда в единицах; t_c — длительность сокращения задней стенки левого желудочка в сек, измеряется непосредственно на эхокардиограмме. Ранее скорость циркулярного сокращения миокарда измерялась ангиографически по малому экватору левого желудочка. При сопоставлении эхо- и ангиографических измерений данного параметра найдено совпадение этих величин [3]. Скорость циркулярного сокращения миокарда отличает нормальную функцию левого желудочка ($V_{\text{ис}} = 1,0—1,29$) от патологической ($V_{\text{ис}} = 0,70$).

Существенным параметром в оценке сократимости миокарда является систолическая экскурсия движения задней стенки левого желудочка. В норме она составляет 1,1 см, у больных с клапанной регургитацией увеличивается и уменьшается при диффузных поражениях миокарда (рис. 4).

Оценка сократительной способности миокарда по скорости движения задней стенки левого желудочка проводится многими исследователями при различной патологии сердца [1, 7].

Средняя скорость сокращения задней стенки на эхокардиограмме определяется путем деления экскурсии задней стенки на время изгнания, а максимальная скорость—при помощи проведения касательной к наиболее крутой части систолического склона эндокарда (рис. 5).

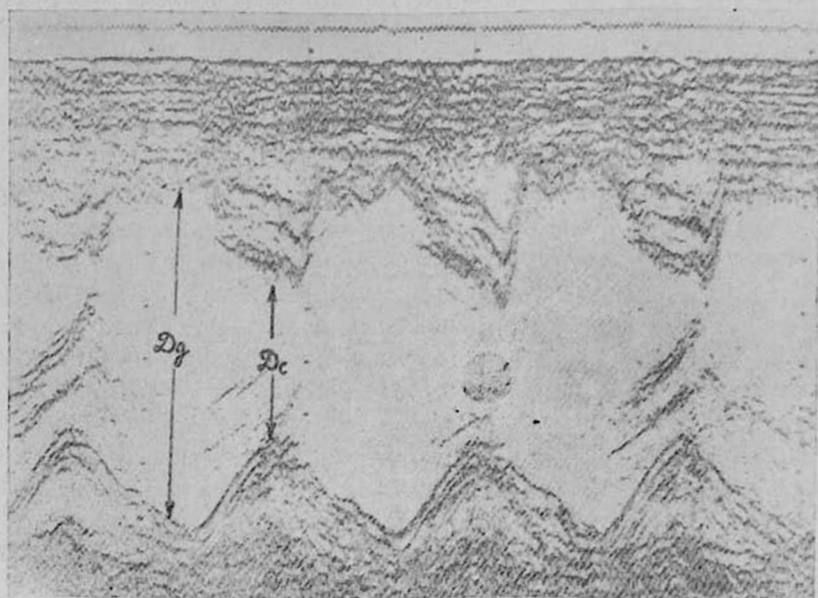


Рис. 4. Эхокардиограмма полости левого желудочка больного с недостаточностью аортальных клапанов. Обращает на себя внимание увеличенная амплитуда движения стенок полости левого желудочка.

Однако некоторые авторы [6] считают, что ценность скорости движения задней стенки в общей оценке функции левого желудочка может быть полезной при динамическом наблюдении за одним и тем же больным, но кажется ограниченной в способности дифференцировать нормальную и сниженную функцию левого желудочка у разных больных. Это объясняется не совсем идентичной эхографической записью у разных больных, малой областью рассматриваемого сегмента желудочка, а также определенным субъективизмом при воспроизведении расчетов скорости.

Интересным представляется использование эхограммы митрального клапана в определении величины митрального кровотока, что при отсутствии повреждения клапана представляет собой ударный объем левого желудочка. Для расчета митрального кровотока предложена формула, в которой за основу берется средняя площадь митрального отверстия, эхографическая скорость открытия передней митральной створки и длительность открытия митрального клапана:

$$Q = 5 \times V \times T_0,$$

где Q —кровоток в мл, 5 см^2 —средняя площадь митрального отверстия,

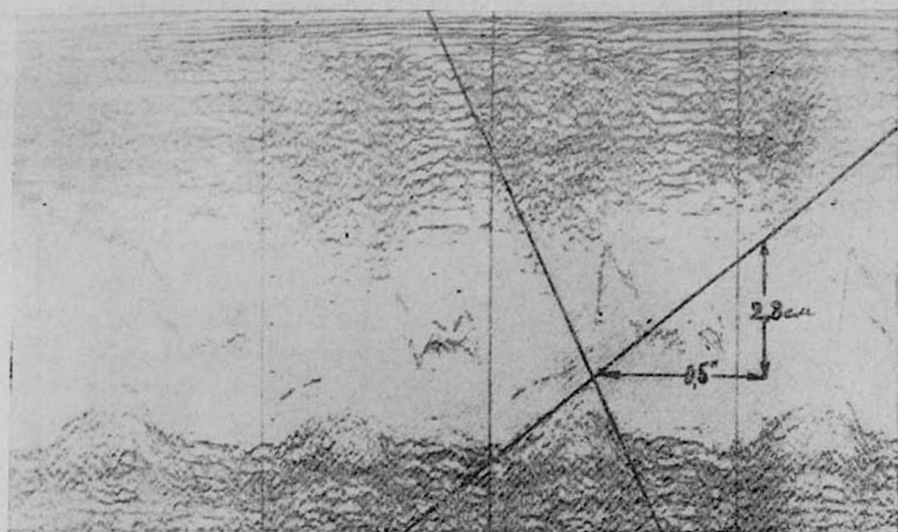


Рис. 5. Нормальная эхограмма полости левого желудочка. Принцип расчета максимальной скорости сокращения задней стенки левого желудочка.

В данном случае скорость сокращения миокарда равна 5,6 см/сек. Вертикальные линии проведены через вершину комплекса QRS электрокардиограммы.

V —скорость открытия передней митральной створки в см/сек, T_0 —длительность открытия митрального клапана в сек. При этом делается допущение, что кровоток остается постоянным в период диастолы, а скорость открытия передней митральной створки представляет собой линейную скорость кровотока через митральное отверстие. Ударный объем крови, рассчитанный таким образом, отличается не более чем на 15% от тех же показателей, определенных методом разведения красителя. Кроме того отмечается хорошая эхо- и ангиографическая корреляция митрального кровотока. Принцип расчета ударного объема по митральному клапану показан на рис. 6. Сочетанное применение эхокардиографического расчета ударного объема по митральному клапану и по внутренним размерам левого желудочка у больных с аортальной недостаточностью дает возможность оценить величину аортальной регургитации, а у больных с очаговыми повреждениями миокарда помогает в оценке степени сегментарного поражения левого желудочка.

Оценивая сократительную функцию левого желудочка, следует отметить существенное значение методической части эхокардиографического обследования при получении исходных величин. Погрешность метода измерения размеров полости левого желудочка по разрешающей способности ультразвукового датчика может составить ошибку в 2—3 мм. Легкий наклон датчика в процессе регистрации эхокардиограммы ближе к верхушке или к основанию сердца изменяет внутренний размер полости, что может привести к ошибочным объемным расчетам. В связи с этим возникает необходимость в строгой стандартизации обследо-

дования. Эхокардиографические расчеты объемов желудочка основаны на том представлении, что происходит равномерное сокращение миокарда по всей поверхности полости. Однако при сегментарных поражениях мышцы левого желудочка объемные измерения искажаются, причем ошибка расчета пропорциональна степени очагового поражения миокарда.

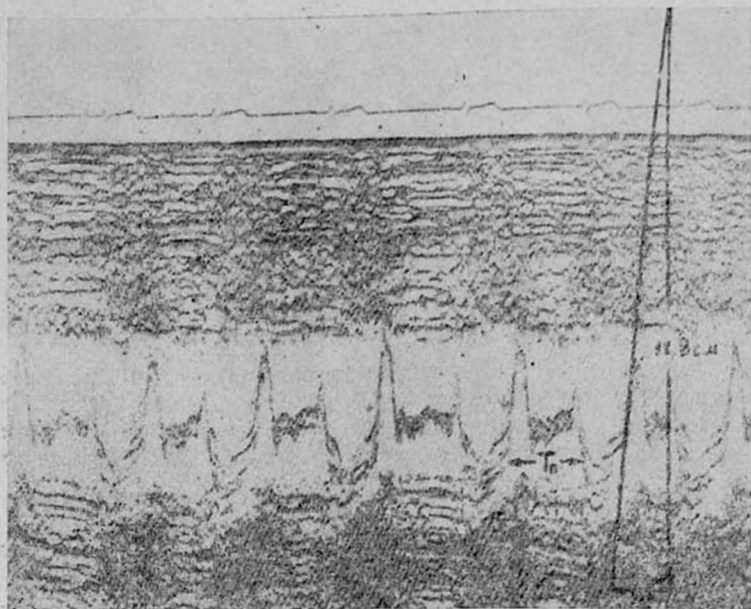


Рис. 6. Эхограмма митрального клапана здорового человека. Пример расчета ударного объема левого желудочка по митральному клапану: $Q = 5 \times 23,6 \times 0,55 = 64,9$ мл, где Q —ударный объем левого желудочка по митральному клапану, 5 см^2 —средняя площадь митрального отверстия, $23,6 \text{ см/сек}$ —скорость диастолического открытия передней митральной створки, $0,55 \text{ сек}$ —длительность открытия митрального клапана. Скорость протяжки ленты 2 см/сек .

Наш небольшой опыт эхокардиографического обследования больных показывает, что ни один из перечисленных критериев изолированно не может характеризовать сократимость миокарда. Функция левого желудочка может быть оценена только при комплексном эхокардиографическом анализе. При этом удельный вес достоверности отдельных эхографических признаков меняется в зависимости от формы сердечной патологии.

Мы полагаем, что абсолютная безвредность метода эхокардиографии, его объективность и наглядность сделают неизбежным использование данного метода в кардиологии и, в частности, при оценке сократительной функции миокарда.

Վ. Վ. ԶԱՐԵՏԿԻ, Վ. Վ. ԲՈԲԿՈՎ, Վ. Ա. ՍԱՆԴՐԻԿՈՎ

ՄՐՏԱՄԿԱՆԻ ԿՅՈՂԱԿԱՆ ՖՈՒՆԿՑԻԱՅԻ ՍԿՋԲՈՒՆՔԱՅԻՆ ԳՆԱՀԱՏԱԿԱՆԸ
ԷԽՈԿԱՐԴԻՈԳՐԱՖԻԱՅԻՆ ՄԵԹՈԴՈՎ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հեղինակները նույն են տալիս, որ սրտամկանի կծկողականությունը կարելի է գնահատել միայն կոմպլեքսային էխոկարդիոգրաֆիկական անալիզի ժամանակ:

Այս դեպքում էխոկարդիկ առանձին հատկանիշների ճշտության տեսակարար կշիռը փոփոխվում է կապված սրտային պաթոլոգիայի ձևից:

V. V. ZARETSKY, V. V. BOBKOV, V. A. SANDRIKOV

THE PRINCIPLES OF ESTIMATION OF CONTRACTILE
FUNCTIONS OF MYOCARDIUM BY THE USE OF
ECHOCARDIOGRAPHY

S u m m a r y

The authors have mentioned that the contractility of the myocardium may be estimated only by complex echocardiographical analysis. While the specific weight of trustworthiness of separate echocardiographical indications changes in dependence of the form of cardiac pathology.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Abbasi A., Chahine R., Alpin R., Kattus A. Chest, 1973, 63, 6, 937—942.
2. Burgess I., Clark R., Kamigaki M., Cohn K. Circulation, 1973, 48, 1, 97—106.
3. Cooper R., O'Rourke R., Karlner I., Peterson K., Leopold G. Circulation, 1972, 46, 914—923.
4. Danford H., Danford D., Mielke I., Peterson L. Circulation, 1973, 48, 2, 253—262.
5. Edler J., Hertz C. Kurgl. Fysiogr. Solladi Lung Forhandl. 1954, 24, 5.
6. Felgenbaum H. Echocardiography. Philadelphia, 1972.
7. Fogelman A., Abbasi A., Pearce M., Kattus A. Circulation, 1972, 46, 5, 905—913.
8. Fortuin N., Hood W., Sherman M., Craige E. Circulation, 1971, 44, 575—584.
9. Fortuin N., Hood W., Craige E. Circulation, 1972, 46, 1, 26—35.
10. Popp R., Harrison D. Circulation, 1970, 41, 3, 493—502.