

И. Х. РАБКИН, Э. А. ГРИГОРЯН, Г. С. АЖЕГАНОВА, А. Э. РАДЗЕВИЧ,
В. В. ЕРМИЛОВ

ОЦЕНКА СОКРАТИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ МИОКАРДА МЕТОДОМ ФАЗОРЕНТГЕНОКАРДИОГРАФИИ

Для оценки сократительной функции сердечной мышцы нами использовался метод фазорентгенокардиографии, позволяющий получать рентгенограммы сердца в заданные фазы сердечного цикла. Производились две одиночные или двойная фазорентгенокардиография на одну пленку: первая—в систолу, вторая—в диастолу сердца (кардиофазированная диплогафия). Исследования проводились на новом аппарате биофазосинхронизаторе «БФС-1», разработанном под руководством А. Н. Медеяновского (ВНИИ хирургической аппаратуры и инструментов МЗ СССР) и И. К. Табаровского (ВНИИ медицинского приборостроения ММП СССР).

Аппарат состоит из следующих блоков: кардиусилитель, усиливающий биопотенциалы сердца, выделитель зубца R электрокардиограммы, блок формирования задержек командных импульсов на исполнительное устройство относительно выделенного зубца R; программатор командных импульсов на исполнительное устройство; блок дыхательного фазирования, пропускающий командные импульсы на включение режима работы рентгеновского аппарата только при их совпадении во времени с заданными фазами дыхательного цикла.

Биофазосинхронизатор имеет широкие возможности программирования работы одновременно до четырех исполнительных устройств. Фазорентгенокардиограммы производились на рентгеноаппарате «TUR-700» при экспозициях 0,02—0,04 сек. Дыхательное фазирование осуществлялось посредством термодатчика дыхания, входящего в комплектацию «БФС-1». Для отметки истинного времени рентгеновской экспозиции использовался рентгенофотодатчик (смонтирован из обычного фотоэлемента, рентгеновского экрана и светозащитного корпуса), располагающийся по ходу рентгеновских лучей. Регистрация методических показателей (ЭКГ, ФКГ, кривой дыхания, отметок фазовых задержек, истинного времени рентгеновской экспозиции) производилась на электрокардиографе 6НЕК—2 при скорости протяжки ленты 100 мм/сек. На теле больного укреплялись электрокардиографические электроды и датчики для регистрации фонокардиограммы и дыхания. Пациент укладывался на спину для адаптации сердечно-сосудистой системы к горизонтальному положению тела. Рентгенография производилась после стабилизации частоты пульса, наступающей через 1,5—5 мин. в фазу систолы и диастолы сердца, при спокойном дыхании на высоте вдоха в прямой и левой боковой проекциях, а затем после 5-минутной адаптации к вертикальному положению тела. При проведении проб Вальсальвы и Мюллера рентгенография осуществлялась в конце проб, только в вертикальном положении больного.

Кардиофазирование осуществлялось по экрану осциллоскопа «БФС-1» с учетом собственной задержки системы от момента подачи командного импульса биофазосин-

хронизатором до начала рентгеновской экспозиции (в данной системе собственная задержка постоянна и равна 60 миллисек.). Момент окончания периода изгнания крови из левого желудочка сердца определялся по возникновению высокочастотных осцилляций II тона фонокардиограммы, что обеспечивало синхронизацию с точностью ± 42 миллисек [5].

Рентгенография в диастолу сердца обеспечивалась фазированием начала съемки за 50 миллисек. (с соответствующим упреждением на величину собственной задержки системы — 60 миллисек.) до момента возникновения комплекса QRS следующего кардицикла. В тех случаях, когда величина интервала RR значительно колебалась от цикла к циклу, рентгенография в диастолу фазировалась за 100 миллисек. до следующего комплекса QRS.

При дыхательной аритмии фазирование рентгенограммы одновременно относительно определенных фаз сердечного и дыхательного циклов (кардио-дыхательное фазирование) значительно повышает точность исследования в связи с тем, что кардиоциклы одинаковой продолжительности соответствуют определенной фазе дыхательного цикла. Кроме того, дыхательное фазирование исключает необходимость задержки дыхания больным во время рентгенографии и способствует стандартизации исследования. При проведении пробы Вальсальвы и Мюллера дыхательное фазирование, естественно, не применялось.

После рентгенографии по записи регистрирующего прибора повторно определялись истинные моменты рентгенографии и правильность фазирования.

На фазорентгенограммах измерялись следующие показатели: в прямой проекции — длинный (l) и поперечный (b) диаметры, в левой боковой проекции — глубинный $t_{\max}$ диаметр сердца. Затем определялся объем сердца V по формуле Rohrer-Kahlstorf $V = k l b t_{\max}$ в нашей модификации с вычислением константы (k), зависящей от кожно-фокусного расстояния. Расстояние «фокус-пленка» было постоянным — 100 см.

Для упрощенного расчета нами совместно с математиками построена монограмма, при помощи которой объем сердца может быть определен с погрешностью не более 5%. Разница между систолическим и диастолическим объемом рассматривалась как ударный объем сердца. Полученные цифровые данные подвергались статистической обработке. При этом учитывалось, что рентгенологические показатели объема сердца являются относительными величинами.

Исследования проведены на 110 больных. С целью определения объема сердца в норме при различных положениях тела в покое и при пробах Вальсальвы и Мюллера обследована контрольная группа (60 больных в возрасте от 18 до 56 лет) без патологии со стороны сердечно-сосудистой системы. Эти данные сопоставлены с результатами обследования 50 больных митральными пороками сердца (I и II группы по классификации Б. В. Петровского) в возрасте от 20 до 42 лет, 33 больных с полной компенсацией порока и 17 больных с декомпенсацией сердечной деятельности (III и IV стадия по А. Н. Бакулеву и Е. А. Дамиру).

Данные фазорентгенокардиографии показали, что в норме объем сердца в вертикальном положении составляет в среднем в фазу систолы $620 \pm 7 \text{ см}^3$ (от 560 до 760 см^3), а диастолический объем в среднем равен $729 \pm 10 \text{ см}^3$ (от 655 до 922 см^3). При горизонтальном положении тела объем сердца в фазу систолы составляет в среднем $762 \pm 6 \text{ см}^3$ (от 678 до 916 см^3), а в фазу диастолы — $877 \pm 8 \text{ см}^3$ (от 749 до 1096 см^3). Иначе говоря, объем сердца у здоровых людей в горизонтальном положении в фазу систолы увеличивается на 21—23%, а в фазу диастолы на 19—20%, по сравнению с теми же показателями, полученными при вертикальном положении тела ($P < 0,0001$).

Ударный объем сердца, определяемый как разница между его объемом в диастолу и систолу, в горизонтальном положении составляет

в среднем $115 \pm 4 \text{ см}^3$ ($71-180 \text{ см}^3$), в вертикальном положении $109 \pm 3 \text{ см}^3$ ($65-162 \text{ см}^3$).

Проведение пробы Вальсальвы при кардиосинхронизированной рентгенографии в систолу и диастолу сердца у здоровых лиц показало, что повышение внутригрудного давления приводит к уменьшению систолического и диастолического объема сердца, в среднем на $100-120 \text{ см}^3$, а при пробе Мюллера к увеличению его объема в среднем на $50-60 \text{ см}^3$.

У больных митральным стенозом в состоянии компенсации при изменении положения тела из вертикального в горизонтальное увеличение объема сердца соответствовало нормальным величинам. У больных с декомпенсацией при изменении положения тела также отмечалось увеличение объема сердца, однако меньше, чем у больных в фазе компенсации. Так, ударный объем сердца у декомпенсированных больных в горизонтальном положении составлял всего лишь $30 \pm 0,5 \text{ см}^3$ ($20-40 \text{ см}^3$).

Наибольшее уменьшение ударного объема сердца выявлено у больных с большими размерами сердца, у которых общий его объем превышал 180% возрастной нормы. При проведении пробы Мюллера у больных с декомпенсацией сердца его объем либо оставался без изменений, либо увеличивался, в то время как ударный его объем уменьшался до $25 \pm 0,25 \text{ см}^3$ ($20-30 \text{ см}^3$), ($P < 0,0001$). При пробе Вальсальвы отмечалось незначительное уменьшение показателей объема сердца ($P < 0,05$). Так, в систолу объем сердца уменьшался на $8-10\%$, а в диастолу — на $6-8\%$ по сравнению с нормой.

Проведенные исследования позволили установить следующее:

1. У здоровых людей и у больных митральным стенозом в стадии компенсации объем сердца при изменении положения тела из вертикального в горизонтальное увеличивается. Подобная тенденция отмечается также при проведении пробы Мюллера.

2. При декомпенсации сердечной деятельности отмечается увеличение объема сердца как в вертикальном, так и в горизонтальном положениях. Однако разница между объемом сердца в вертикальном и горизонтальном положениях значительно меньше, чем у больных с компенсированным поражением сердечно-сосудистой системы. У декомпенсированных больных уменьшается также и ударный объем сердца.

Известно, что в норме и при компенсированных пороках сердца приток крови к сердцу и количество крови, выбрасываемой в легочную артерию и аорту, рассмотренные на коротком отрезке времени, равны. Отсюда совершенно очевидно, что при изменении положения тела из вертикального в горизонтальное в ответ на повышенный приток крови к сердцу при хорошей сократительной функции соответственно повышается выброс крови. Это подтверждается и фазорентгенокардиограммой, на которой отмечается увеличение объема сердца и его ударного объема при переводе тела из вертикального положения в горизонтальное, а также уменьшение объема сердца при пробе Вальсальвы и его увеличение при пробе Мюллера.

При декомпенсированных пороках сердца имеется увеличение диастолического наполнения в результате большого остаточного коли-

чества крови. Это приводит к тому, что уже в исходном вертикальном положении расширяются камеры сердца и увеличивается его объем. При изменении положения тела в горизонтальное не происходит существенного увеличения объема сердца, а ударный объем его изменяется незначительно. Это может определяться либо ограничением притока крови к сердцу, либо тем, что сердце не в состоянии выбросить дополнительно притекающее количество крови. Первое предположение не подтверждается диагностически. Если рассмотреть последний вариант, то очевидно, что объем сердца при изменении положения больного из вертикального в горизонтальное должен возрасти, в то время как ударный объем сердца сохранится прежним. Однако это при исследованиях не отмечено. Следовательно, у декомпенсированных больных ограничен повышенный приток крови к сердцу при переводе в горизонтальное положение из-за уже имеющегося увеличенного остаточного объема крови. Возможно, диастолическое давление в правом предсердии настолько велико, что оно препятствует избыточному притоку крови при переводе тела больного в горизонтальное положение или при проведении пробы Мюллера. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что объем сердца и ударный его объем у больных с декомпенсированными пороками сердца при изменении положения тела существенно не изменяются, так как мышца растянута до предела, а сократительная способность ограничена. Показатели систолического, диастолического и ударного объема сердца, получаемые посредством простого, доступного бескровного метода исследования—фазорентгенокардиометрии в сочетании с ортостатическими пробами и пробами Вальсальвы и Мюллера могут быть использованы для оценки сократительной способности миокарда и его компенсаторных возможностей.

ВНИИ клинич. и экспер. хирургии
МЗ СССР

Поступило 15/XII 1972 г.

Ի. Խ. ՌԱԲԿԻՆ, Է. Ա. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Ա. Է. ՌԱԴԶԵՎԻՉ, Գ. Ս. ԱՅԵԳԱՆՈՎԱ, Վ. Վ. ԵՐՄԻԼՈՎ

ՄՐՏԱՄՎԱՆԻ ԿԾԿՈՂԱԿԱՆ ՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ ՖԱԶԱՌԵՆՏԳԵՆՈԿԱՐԴԻՈԿԱՐԴԻՈԳՐԱՖԻԱՅԻՆ ՄԵԹՈԴՈՎ

Ա Վ Փ Ն Փ Ն Ն Վ

Կատարվել է ֆազառենտգենոկարդիոգրաֆիկ ուսումնասիրություն՝ հիվանդի մարմնի դիրքի փոփոխման և Վալսալվի ու Մյուլլերի ֆունկցիոնալ նմուշների կիրառման պայմաններում: Այս հատարակ և օբյեկտիվ մեթոդը կարող է օգտագործվել սրտամկանի կծկողական ունակության և նրա կոմպենսատորային հնարավորությունների գնահատման համար:

I. Kh. RABKIN, E. A. GRIGORIAN, A. E. RADZEVICH, G. S. AJEGANOVA,
V. V. ERMILOV

EVALUATION OF MYOCARDIAL CONTRACTILE ABILITY BY THE USE OF PHASEROENTGENOCARDIOGRAPHY

Summary

The phaseroentgenocardiography was performed with changing the position of patient's body and by the use of functional Valsalva's and Muller's probes. This simple and objective method can be used for evaluation of the contractile ability of myocardium and its compensatory possibilities.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бакулев А. Н. Терапевтический архив, 1959, 4, 29—37.
2. Медеяновский А. Н., Лосев Н. И., Таборовский И. К. Бюллетень изобретений, 1960, 16, 28.
3. Петровский Б. В. Клиническая медицина, 1959, 37, 8.
4. Рабкин И. Х., Григорян Э. А., Ажеганова Г. С. Кардиология, 1968, 6, 41.
5. Радзевич А. Э. Кардиология, 10, 4, 56—62.