

В. Г. СТРАНИН, В. И. ФРАНЦЕВ, В. А. ПРЕЛАТОВ

ПОКАЗАТЕЛИ ГЕМОДИНАМИКИ, ФАЗОВОЙ СТРУКТУРЫ  
ПРАВОГО И ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКОВ В НОРМЕ  
(ПО ДАННЫМ КАТЕТЕРИЗАЦИИ СЕРДЦА)

Успехи кардиохирургии в большой степени зависят от развития и совершенствования специальных методов исследования, среди которых важное место занимает катетеризация полостей сердца и магистральных сосудов. Полученная информация дает представление о нарушениях гемодинамики и газообмена, а также фаз сердечного цикла, характерных для определенного порока сердца или патологического состояния.

При оценке фазовой структуры сердечной деятельности у больных необходимо знать эти же показатели у здоровых людей. Данные гемодинамики и фазовой структуры сердечной деятельности, полученные методом катетеризации у здоровых людей, изучались мало. «Нормальные» величины показателей гемодинамики различных авторов имеют значительные отличия, связанные, по-видимому, с применяемой аппаратурой, методикой исследования и другими факторами. Так, например, известно, что систолическое давление в легочной артерии колеблется в пределах до 30 мм рт. ст. Повышение его выше 30 мм рт. ст. считается признаком легочной гипертензии [2].

Некоторые авторы считают, что систолическое давление в легочной артерии 25 мм рт. ст. является пределом нормы и дальнейшее повышение его следует квалифицировать как гипертензию [9].

На основании наших данных катетеризаций сердца более 1000 больных с врожденными пороками сердца и 42 здоровых лиц мы считаем, что нормальный уровень давления в легочной артерии, а также в полостях сердца имеет определенный предел колебаний и зависит от внешних и внутренних факторов. В наших исследованиях у здоровых лиц систолическое давление в легочной артерии колебалось от 16 до 30 мм рт. ст. и равнялось, в среднем,  $25,3 \pm 0,61$ , сигма = 3,4.

В контрольную группу вошли 36 человек с подозрением на врожденный порок сердца и 6—с начальными заболеваниями легких без признаков дыхательной недостаточности, признанные по данным клинического и инструментального исследования практически здоровыми. Возраст исследуемых был от 3 до 30 лет, в большинстве случаев от 5 до 15 лет.

Катетеризация сердца производилась по принятой методике с использованием катетеров Эдмана и Курнана, тензометрических датчиков.

фирмы «Элема», укрепленных на калибровочной стойке и устанавливаемых на уровне передней подмышечной линии исследуемого. Регистрация давления производилась на аппарате «Мингограф—81». Кривая давления регистрировалась одновременно и синхронно с ЭКГ, ФКГ на скорости 25, 50 и 100 мм в сек.

Минутный объем сердца определяли по методу Фика, общее легочное, легочно-артериальное и общее периферическое сопротивление, а также работу правого и левого желудочка—по формулам Апперия и Уиггерса.

Фазовые показатели рассчитывались по кривым давления в правом предсердии, правом желудочке, легочной артерии, левом желудочке и аорте по методике Уиггерса в модификации В. Л. Карпмана, комплексные показатели—по специальным формулам [5].

Полученные данные обработаны статистически. Легочная гемодинамика и фазовая структура правого желудочка изучены у 42 человек, гемодинамика левых отделов сердца и фазовая структура работы левого желудочка—у 10 человек. Полученные результаты в сравнении с литературными данными приводятся в табл. 1—3.

Как видно из табл. 1, диастолическое давление в правом предсердии, а также в правом желудочке очень редко было равно нулю, позднее диастолическое давление было особенно высокое.

Систолическое давление в правом желудочке и легочной артерии в среднем на 1,1 мм рт. ст. было выше в правом желудочке. Такой же минимальный градиент (1,9 мм рт. ст.) отмечается между левым желудочком и аортой.

Легочно-капиллярное давление находилось на верхней границе нормы по сравнению с литературными данными. Мы допускали, что легочно-капиллярное давление могло быть на несколько мм рт. ст. выше, чем в левом предсердии, хотя при хорошем заклинивании катетера форма кривой и уровень давления в левом предсердии и легочных капиллярах были идентичны.

Минутный объем сердца по данным различных авторов колеблется от 5,4 до 8 л/мин [6, 8]. По Гайтону (1969) минутный объем для взрослого человека составляет 5,2 л/мин, сердечный индекс 3,52 л/мин/м<sup>2</sup>. В молодом и в пожилом возрасте минутный объем несколько снижен. По нашим данным он составил 4,7 л/мин  $\pm$  0,283, что мы объясняем молодым возрастом обследуемых (30 человек были в возрасте до 15 лет). Сердечный индекс у них совпадал с литературными данными—3,9  $\pm$  0,18.

Ударный объем, равный 52  $\pm$  2,8 мл, по нашим данным, представляется несколько сниженным по сравнению с ударным объемом взрослого человека—78 мл при ритме 68 в мин [3]. В этом случае также имеет значение, главным образом, и частота сердечных сокращений, которая в среднем оказалась выше, чем у взрослого (88  $\pm$  1,78 в мин).

Общее легочное (ОЛС), легочно-артериальное сопротивление находятся в обратной зависимости от минутного объема сердца.

Таблица 1

## Нормальные показатели гемодинамики

Давление в мм рт. ст.	M ± m	σ
Правое предсердие:		
Волна «а»	7,8±0,53	2,95
Волна «у»	6,4±0,53	2,95
Коллапс «х»	3,6±0,40	2,21
Коллапс «у»	4,5±0,40	2,21
Правый желудочек:		
Систолическое	26,4±0,63	3,62
Ранняя диастола	1,8±0,25	1,45
Поздняя диастола	6,7±0,63	3,62
Легочная артерия:		
Систолическое	25,3±0,61	3,4
Диастолическое	11,0±0,39	2,18
Легочно-капиллярное давление:		
Систолическое	13,6±0,52	2,75
Диастолическое	8,0±0,52	2,75
Левый желудочек:		
Систолическое	127,9±4,2	13,3
Ранняя диастола	6,2±0,9	2,9
Поздняя диастола	9,2±0,8	3,2
Аорта:		
Систолическое	126,0±4,2	13,3
Диастолическое	83,6±3,08	9,73
Минутный объем в л/мин	4,7±0,283	1,66
Ударный объем в мл	52 ±2,8	16,4
Сердечный индекс в л/мин/м <sup>2</sup>	3,9±0,18	1,07
Общелегочн. сопротивление в дин. сек. см <sup>-5</sup>	224 ±13,5	79,4
Легочно-артериальное сопрот.	124 ±10,5	58,3
Периферическое сопротивление	1490 ±84	495
Работа правого желудочка в кг/мин	0,77±0,04	0,26
Работа левого желудочка в кг/мин	5,4±0,32	1,98

Общее периферическое сопротивление (ОПС) у здоровых людей колеблется в больших пределах и находится в обратной зависимости от минутного объема сердца и в прямой — от артериального давления. Некоторые авторы [6] считают, что ОПС является регулятором давления. У наших больных ОПС составляло 1490 дин. сек. см<sup>-5</sup>, что было в пределах нормы, ОЛС находилось на уровне верхней границы нормы.

Фаза асинхронного сокращения правого желудочка по данным различных авторов достигает 0,052" [5, 8, 10], по нашим данным 0,064±0,0019". Изометрическое сокращение у различных авторов имеет еще

большие колебания: от 0,016 до 0,050" у Gebhard (1962), по нашим данным—0,023. Большинство исследователей [5, 7, 12] считают верхней границей нормы 0,03", а удлинение ее одним из признаков сердечной недостаточности. У лиц контрольной группы фаза изометрического сокращения не превышала 0,03" (табл. 2).

Таблица 2

Фазы	В. Л. Карпман (1965)	В. В. Зарецкий (1970)	В. П. Подзолков (1966)	Наши данные (1970)
Период напряжения	0,104±0,002	0,09 ±0,003	0,091±0,003	0,087±0,016
Асинхронное	0,073±0,002	0,062±0,003	0,065±0,003	0,064±0,001
Изометрическое	0,031±0,001	0,034±0,003	0,026±0,001	0,023±0,008
Период изгнания	0,236±0,005	0,247±0,005	0,237±0,005	0,260±0,003
Максимальное	0,103±0,004	0,086±0,005	0,075±0,004	0,080±0,003
Протодиастола	0,037	0,049±0,002	0,034±0,001	0,024±0,001
Изометрическое расслабление	0,047±0,003	0,052±0,002	0,047±0,002	0,045±0,002
Наполнение	0,246±0,021	0,222±0,003	0,223±0,021	0,265±0,011
Систола предсердия	0,072±0,003	0,069±0,003	0,056±0,004	0,099±0,038
Диастола	0,343±0,025			0,351±0,008
Весь цикл	0,683±0,027		0,632±0,026	0,681±0,0014

Период изгнания колебался у обследуемых нами от 0,22 до 0,31" в среднем составлял  $0,260 \pm 0,0038$ , что не отличалось от данных других исследователей. Фазы диастолы—протодиастола, изометрическое расслабление, быстрое и медленное наполнение, систола предсердия, по данным различных авторов, имели довольно большие отличия. На наш взгляд, это связано с различной методикой подсчета фазы. Наиболее точные данные могли быть получены теми исследователями, которые фазы сердечного цикла определяли по кривым давления в правом предсердии. Работа правого и левого желудочков находилась в пределах нормальных колебаний.

Фазы сокращения левого желудочка у здоровых людей методом катетеризации полостей сердца изучались мало. Большинство исследователей для определения сократительной способности левого желудочка использовали поликардиографический метод, который является бескровным, а потому более доступным. Но этот метод не прямой и менее точный. По сравнению с результатами, полученными при зондировании сердца различными авторами, имеются большие отличия в фазе асинхронного сокращения, которая колеблется от 0,03 до 0,07" [1, 10]. По нашим данным эта фаза составила  $0,046 \pm 0,003$ ", что совпадает с данными (0,047"), полученными при пункции полостей сердца во время торакотомии [10]. Еще большие различия в величине фазы изометрического сокращения, которая колеблется от 0,020 до 0,050", а по нашим данным  $0,048 \pm 0,003$ .

Период изгнания мало отличается от данных других исследователей.

Таким образом, проведенные исследования выявили в одних случаях существенные, в других—менее существенные отличия от подоб-

Таблица 3

Фазы сердечного цикла и комплексные показатели правого и левого желудочка

Показатели	Правый желудочек	Левый желудочек
Асинхронное сокращение в сек	0,064±0,0019	0,046±0,003
Изометрическое	0,023±0,008	0,048±0,003
Напряжение	0,087±0,0169	0,094±0,0045
Изгнание общее	0,260±0,0038	0,234±0,007
Максимальное	0,08 ±0,0038	0,109±0,006
Редуцированное	0,178±0,0038	0,125±0,006
Протодиастола	0,024±0,0013	
Изометрическое рассл.	0,045±0,0029	
Наполнение желудочков	0,265±0,011	
Систола предсердия	0,099±0,038	
Весь цикл	0,681±0,0014	0,568±0,046
Механическая систола	0,283±0,0046	0,277±0,0091
Общая систола	0,354±0,0054	0,329±0,011
Диастола	0,351±0,0082	0,248±0,034
Механический коэф. в ед.	2,9 ±0,074	2,39 ±0,142
Индекс напряжения миокарда %	24 ±0,61	29,4 ±1,61
Внутрицистический показатель в %	90 ±0,32	82,5 ±1,23
Ср. скорость повыш. давл. в мм рт. ст./сек.	210 ±17,7	1654 ±109
Ср. скорость опорожнения в мл/сек.	200 ±11,2	266 ±23,2

ных показателей, полученных другими авторами. Определение пределов нормальных колебаний позволило успешно проводить их интерпретацию в различных патологических состояниях.

## МОНИКИ

им. М. В. Владимирского

Поступило 29/XII 1970 г.

Վ. Գ. ՍՏՐԱՆԻՆ, Վ. Ի. ՖՐԱՆՑԵՎ, Վ. Ա. ՊՐԵԼԱՏՈՎ

ՀԵՄՈԴԻՆԱՄԻԿԱՅԻ ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԸ ԵՎ ԱՋ ՈՒ ՉԱՆ ՓՈՐՈՔՆԵՐԻ ՓՈՒԼԱՅԻՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ ՆՈՐՄԱՅՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Արտի աչ և ձախ կեսերի կաթիժերիդացիայի հիման վրա հեղինակներն ուսումնասիրել են 42 պրակտիկ առողջ մարդկանց մոտ հեմոդինամիկ ցուցանիշները և արտի ցիկլի փուլային կառուցվածքը:

V. G. STRANIN, V. I. FRANTSEV, V. A. PRELATOV

SYMPTOMS OF HEMODYNAMICS, PHASE STRUCTURE OF THE RIGHT AND LEFT VENTRICLES IN NORMAL CONDITIONS

## Summary

Relying upon data of catheterizing the right and left ventricles of the heart, the authors have studied the symptoms of hemodynamics and phase structures of the cardiac cycle in 42 practically healthy people.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Арутюнян Н. В., Фельдман С. Б. Журн. эксперим. и клинич. медицины, 1965, V, 2, 48—53.
2. Бураковский В. И., Константинов Б. А., Алексеев Г. И., Фиркович Е. П., Чернова М. П., Краснощечкова Л. И. Кардиология, 1967, 11, 79—85.
3. Гайтон А. Физиология кровообращения. Минутный объем сердца и его регуляция. М., 1969.
4. Зарецкий В. В., Китаева И. Т., Бердыклычева О. Кардиология, 1970, 2, 85—89.
5. Карпман В. Л. Фазовый анализ сердечной деятельности. М., 1965.
6. Петросян Ю. С. Гемодинамика при приобретенных пороках сердца. Дисс. докт. М., 1965.
7. Подзолков В. П. Длительность фаз сокращения правого желудочка у больных дефектами межпредсердной и межжелудочковой перегородок. Дисс. канд. М., 1966.
8. Савельев В. С. Гемодинамика при врожденных пороках сердца. Дисс. докт. М., 1959.
9. Углов Ф. Г., Баллюзек Ф. В., Весельников Л. В., Картавова В. А., Мурсалова Ф. А., Смирнов А. Д. Принципы классификации легочной гипертензии. Материалы I Всесоюзного симпозиума по проблеме легочной гипертензии, 1968, 3—5.
10. Braunwald E., Fishman A. P., Cournand A. *Circul. Res.*, 1956, 4, 1, 100—107.
11. Gebhardt W., Plein M., Steim H. *Reindell H. Arch. Kreislaufforsch.*, 1962, 39, 94—142.
12. Holldack K. *Dtsch. arch. Klin. med.*, 1951, 198, 1, 71—90.