

А. А. ШЕЛАГУРОВ, А. С. МЕЛЕНТЬЕВ

О КОСВЕННЫХ ПРИЗНАКАХ ЛЕГОЧНОЙ ГИПЕРТОНИИ ПО ДАННЫМ МЕХАНОКАРДИОГРАММ

Одним из актуальных вопросов инструментальной диагностики является оценка гемодинамики малого круга кровообращения. Лучшим методом, определяющим кровообращение по малому кругу, является катетеризация правых отделов сердца и легочной артерии, которая, однако, нередко бывает противопоказана. В связи с этим весьма ценны бескровные методы исследования гемодинамики малого круга кровообращения.

С целью выявления косвенных признаков легочной гипертонии нами было проведено комплексное механокардиографическое исследование, включающее регистрацию ЭКГ, ФКГ, сфигмограммы сонной артерии, верхушечной кардиограммы—АСУ, флебограммы, записанной в виде кривой давления [6], баллистокардиограммы. Из 320 обследованных 180 имели шорок сердца, причем 60 больных с митральным стенозом были разделены на 3 группы в зависимости от стадии недостаточности кровообращения (I, IIА, IIБ—III). У остальных больных имелась недостаточность кровообращения I стадии по Стражеско-Василенко, 75 больных страдали хроническими неспецифическими заболеваниями легких.

В 15 случаях результаты комплексного механокардиографического исследования были сопоставлены с данными зондирования правых отделов сердца и легочной артерии. Контрольную группу составили 65 здоровых лиц.

В связи с тем, что кровообращение по малому кругу во многом зависит от гемодинамических условий в левом предсердии, оценка их весьма необходима.

При рассмотрении интервала Q—1 тон некоторые авторы объясняют его удлинение повышением давления в левом предсердии [5, 12, 16, 17, 18], другие—гипертонией малого круга кровообращения [1, 8], однако нам не удалось выявить такой зависимости. Так, у больных с открытым артериальным протоком и выраженными клиническими признаками легочной гипертонии, подтвержденной в ряде случаев зондированием, интервал Q—1 тон составлял $0,065 \pm 0,0040$ сек. Практически такова же была продолжительность этого интервала ($0,064 \pm 0,0050$ сек) у больных с аортальным стенозом без указаний на легочную гипертензию. Тем не менее, анализ составных частей интервала Q—1 тон может быть диагностически ценным. Использование верхушечной кардиограммы—

АСУ позволило нам в пределах интервала Q—1 тон отдельно рассматривать электродинамический латентный период (ЭДЛП), представляющий собой фазу асинхронного сокращения и время запаздывания I тона к окончанию ЭДЛП [13].

Как было доказано результатами зондирования левого предсердия [10], запаздывание I тона ФКГ к окончанию ЭДЛП зависит от повышения давления в левом предсердии, причем повышение на 3—6 мм рт. ст. обуславливало удлинение этого интервала на 0,01 сек. В наших исследованиях запаздывание I тона ФКГ к окончанию ЭДЛП достигало статистически достоверных ($P < 0,01$) величин (0,015—0,020 сек) у больных с митральным стенозом, косвенно указывая на повышение давления в левом предсердии. Однако использование этого теста в диагностике повышения внутрисердечного давления ограничивается, на наш взгляд, лишь митральным стенозом. При других пороках продолжительность интервала Q—1 тон несущественно превышала ЭДЛП.

Важную информацию о величине давления в левом предсердии и в венозном секторе малого круга кровообращения дает анализ фазы изометрического расслабления левого желудочка. При измерении давления в легочных капиллярах, легочных венах и в левом предсердии при незначительных колебаниях артериального давления [15, 19, 20] обнаружено, что чем выше давление в левом предсердии и в венозном секторе малого круга кровообращения, тем короче фаза изометрического расслабления. Эти исследования позволили нам по продолжительности фазы изометрического расслабления, рассчитанной на АСУ, косвенно судить о величине давления в левом предсердии. При митральных пороках фаза изометрического расслабления левого желудочка оказалась статистически достоверно ($P < 0,001$) укороченной (табл. 1), что также служит косвенным признаком повышения давления в левом предсердии и в венозном секторе малого круга кровообращения.

Гемодинамическая перепрузка левого предсердия хорошо известна и понятна при митральных пороках сердца. При комплексном механокардиографическом исследовании больных с митральным стенозом гиперфункция левого предсердия проявлялась статистически достоверным ($P < 0,05$) удлинением механической систолы левого предсердия. Статистически достоверно удлиненной ($P < 0,01$) оказалась и фаза асинхронного сокращения левого предсердия ($0,081 \pm 0,0054$ сек), а в связи с этим и его электромеханическая систола (0,15 сек).

Использование АСУ значительно расширяет возможности инструментальной диагностики, поскольку позволяет определять фазу изометрического расслабления при различных заболеваниях сердца.

Так, укорочение фазы изометрического расслабления левого желудочка у больных с аортальными пороками косвенно свидетельствовало о некотором повышении давления в левом предсердии. Причем, обследованные больные с аортальным стенозом и недостаточностью полулунных клапанов аорты имели начальные признаки нарушения кровообращения, митрализации аортального порока не было. Наиболее укорочен-

Таблица 1

Продолжительность фазы изометрического расслабления
левого желудочка у больных пороками сердца

Группы обследованных	M	$\pm\sigma$	$\pm m$
Контрольная группа (здоровые лица)	0,111	0,022	0,0049
Больные с недостаточностью митрального клапана	0,090	0,014	0,0029
Больные со стенозом левого атрио-вентрикулярного отверстия			
I группа (Н—I ст.)	0,082	0,018	0,0060
II группа (Н—IIa ст.)	0,088	0,018	0,0056
III группа (Н—IIб—III)	0,092	0,026	0,0150
Больные с аортальным стенозом	0,084	0,020	0,0100
Больные с митрально-аортальным стенозом	0,072	0,018	0,0090
Больные с аортальной недостаточностью	0,080	0,057	0,0570
Больные с открытым артериальным протоком	0,072	0,014	0,0057

ченной фазы изометрического расслабления левого желудочка оказалась у больных с митрально-аортальным стенозом и открытым артериальным протоком ((табл. 1).

Флебографическое исследование больных с пороками сердца также позволило выявить признаки, отражающие состояние легочной гемодинамики. Особенно показательным в этом отношении изменение фазы изометрического расслабления правого желудочка [11]. Наше мнение по вопросу диагностической значимости этого показателя основывалось, главным образом, на сопоставлении флебографических данных с величинами давления в легочной артерии, полученными при зондировании правых отделов сердца (табл. 2). Результаты проведенного нами сопоставления выявили, что при повышении давления в легочной артерии продолжительность этой фазы возрастает, а при снижении—укорачивается. Продолжительность этой фазы не зависит от частоты пульса, а также от функционального состояния миокарда [3].

При митральных пороках фаза изометрического расслабления правого желудочка была удлинена. Наименее выраженное, статистически недостоверное ($t=1,56$; $P>0,1$) удлинение этой фазы у больных с недостаточностью митрального клапана и митральным стенозом с недостаточностью кровообращения I стадии, по-видимому, должно быть объяснено несущественным повышением давления в малом круге кровообращения на ранних стадиях заболевания. У больных митральным стенозом со IIa стадией недостаточности кровообращения клинические признаки легочной гипертензии (застойные хрипы в легких, акцент и рас-

Таблица 2

Соотношение величин давления в легочной артерии с продолжительностью фазы изометрического расслабления
правого желудочка (в сек.)

Больные		Т-н	К-а	К-в	Н-я	У-в	К-а	К-в	Ж-в	Щ-ц	А-в	Р-л	Б-а	В-а	С-в	К-ва
Давление в легочной артерии, мм рт. ст.	Систола	9	25	27	30	35	36	39	40	42	42	40	63	78	115	120
	Диастола	2	2	10	15	10	12	15	20	10	12	22	34	35	62	51
Изометрическое расслабление		0,05	0,07	0,06	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,10	0,12	0,12

щепление II тона над легочной артерией и т. д.) сопровождалось статистически достоверным ($t=5,41$; $P<0,001$) удлинением фазы изометрического расслабления правого желудочка. Относительное укорочение этой фазы у больных митральным стенозом со IIБ—III стадией недостаточности кровообращения мы связываем со своеобразной разгрузкой малого круга кровообращения вследствие снижения сократительности миокарда, приводящей к уменьшению ударного объема правого желудочка.

При митрально-аортальном стенозе клинические проявления легочной гипертензии также сопровождалось удлинением фазы изометрического расслабления.

При аортальной недостаточности правожелудочковое расслабление (фаза изометрического расслабления и протодиастолы) составило 0,105 сек., а при аортальной недостаточности со стенозом левого атрио-вентрикулярного отверстия—0,125 сек. Особенно удлинена эта фаза оказалась у больных с открытым артериальным протоком (табл. 3).

Таблица 3
Продолжительность фазы изометрического расслабления
правого желудочка у больных пороками сердца

Группы обследованных	M	$\pm s$	$\pm m$
Контрольная группа (здоровые лица)	0,069	0,010	0,0015
Больные с недостаточностью митрального клапана	0,077	0,010	0,0018
Больные со стенозом левого атрио-вентрикулярного отверстия			
I группа (Н—I ст.)	0,076	0,014	0,0044
II группа (Н—IIa ст.)	0,093	0,018	0,0048
III группа (Н—III ст.)	0,083	0,014	0,0080
Больные с аортальным стенозом	0,070	0,010	0,0070
Больные с митрально-аортальным стенозом	0,090	0,026	0,0184
Больные с аортальной недостаточностью	0,105*	0,010	0,0100
Больные с аортальной недостаточностью и митральным стенозом	0,096	0,010	0,0070
Больные с открытым артериальным протоком	0,098	5,022	0,0127

* Продолжительность фазы изометрического расслабления и протодиастолы суммарно.

Анализируя систолические фазы правого желудочка по флебограмме давления, мы пришли к выводу, что динамика систолических фаз правого желудочка отражает изменение сократительной способности миокарда в ответ на легочную гипертензию. В начальных стадиях повы-

шенное давление в легочной артерии приводит к увеличению сократительной способности миокарда: увеличивается продолжительность фаз асинхронного сокращения, изометрического сокращения и изгнания крови правым желудочком (табл. 4). Укорочение же фазы изгнания, сочетающееся с еще более выраженным удлинением фазы изометрического сокращения у больных III группы с митральным стенозом (недостаточность кровообращения IIБ—III стадии), по-видимому, обусловлено истощением тех защитных механизмов, которые поддерживали функциональное состояние миокарда правого желудочка на должном уровне. Некоторые авторы [8, 14] отрицают значимость методов фонокардиографии и баллистокардиографии в вопросе косвенной диагностики легочной гипертонии. Тем не менее, учитывая, что в образовании баллистокардиографической кривой большую роль играет правый желудочек [2, 4, 9], мы дополнительно использовали этот метод для выявления перегрузки правого желудочка у больных с хроническими неспецифическими легочными заболеваниями.

Таблица 4

Продолжительность систолических фаз правого желудочка у больных пороками сердца

Группы обследованных	Асинхронное сокращение	Изометрическ. сокращение	Изгнание крови
	$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$
Контрольная группа (здоровые лица)	$0,076 \pm 0,0027$	$0,024 \pm 0,0010$	$0,276 \pm 0,0030$
Больные с недостаточностью митрального клапана	$0,074 \pm 0,0033$	$0,031 \pm 0,0010$	$0,293 \pm 0,0040$
Больные с митральным стенозом			
I группа	$0,084 \pm 0,0036$	$0,033 \pm 0,0019$	$0,296 \pm 0,0036$
II группа	$0,098 \pm 0,0028$	$0,045 \pm 0,0028$	$0,238 \pm 0,0061$
III группа	$0,090 \pm 0,0040$	$0,049 \pm 0,0031$	$0,176 \pm 0,0073$
Больные с аортальным стенозом	$0,093 \pm 0,0104$	$0,030 \pm 0,0057$	$0,280 \pm 0,0161$
Больные с митрально-аортальным стенозом	$0,076 \pm 0,0080$	$0,046 \pm 0,0044$	$0,296 \pm 0,0098$
Больные с аортальной недостаточн.	$0,085 \pm 0,0230$	$0,040 \pm 0,0140$	$0,295 \pm 0,0100$
Больные с аортальной недостаточностью, митральным стенозом	$0,080 \pm 0,0115$	$0,038 \pm 0,0031$	$0,303 \pm 0,0173$
Больные с открытым артер. проток.	$0,073 \pm 0,0063$	$0,029 \pm 0,0037$	$0,286 \pm 0,0233$

По характеру изменений в легких, сердце и состоянию кровообращения больные были разделены на 3 группы:

- 1) без выраженных проявлений легочно-сердечной недостаточности (абсцесс легкого, хронические бронхиты, бронхоэктазы)—13 человек;
- 2) с умеренно выраженными проявлениями легочно-сердечной не-

достаточности с начальными нарушениями кровообращения (эмфизема легких, пневмосклероз, бронхиальная астма)—34 человека;

3) с явлениями выраженной сердечно-легочной недостаточности—28 человек.

По сравнению с контрольной группой здоровых лиц большинство рассмотренных БКГ имело высокую амплитуду всех волн. Баллистический индекс (БИ) был снижен, колеблясь от 0,55 до 0,25.

На 10 БКГ I группы больных волна Н имела возросшую амплитуду, восходящее колено волны L было деформировано на выдохе.

На БКГ II группы больных увеличение волны Н было зарегистрировано в 20 случаях. В 9 случаях была увеличена волна L. На 22 БКГ была расщеплена волна L, а на 3—волна Н. Волна К углубленная, с зазубренностью нисходящего колена в 9 случаях. 12 БКГ имели расщепленную волну N.

На БКГ III группы больных амплитуда волны L была увеличена в 24 случаях, причём в 11 была увеличена и волна Н. 10 БКГ имели зазубрину на восходящем колене волны L на вдохе, а во время выдоха—ее расщепление. Волна Н была расщеплена в 14 случаях. В 10 случаях волна К углублена, с зазубренностью на вдохе. Число расщепленной волны N возросло до 13.

Наложение зубца R ЭКГ на БКГ позволило выявить во всех группах больных удлинение интервала RH от 0,09 до 0,14 сек (в контрольной группе 0,04—0,07 сек). Отмеченное нами удлинение механической систолы и отчетливое запаздывание ее к зубцу R ЭКГ, рассматриваемое Марлен, Кашера как главный признак перегрузки правого желудочка, становятся тем более выраженными, чем больше нарастают явления легочно-сердечной недостаточности. Изменялся и баллистокардиографический показатель у обследованных больных. Так, в I группе больных БКГ-показатель (отношение KN и НК) колебался от 1,0 до 1,12; во II—от 0,89 до 1,1; в III его величина не превышала единицы (0,8—1,0).

Полученные данные аналогичны данным других авторов [7], подтвердивших путем зондирования правых отделов сердца и экспериментальным созданием окклюзии легочной артерии зависимость изменений БКГ от величины давления в легочной артерии.

В связи с этим, вышеотмеченная высокая амплитуда волн, особенно Н и L, с их деформацией, замедление возникновения механической систолы (увеличение интервала RH) и некоторое ее удлинение по отношению к электрической у больных с хроническими неспецифическими заболеваниями легких были расценены нами как косвенные баллистокардиографические признаки легочной гипертензии.

Сопоставление данных ЭКГ и БКГ показало, что у обследованных нами больных баллистокардиографические признаки перегрузки правых отделов сердца вследствие легочной гипертензии появлялись раньше, когда на ЭКГ еще не было признаков правожелудочковой гипертрофии.

В ы в о д ы

1. Комплексное механокардиографическое исследование помогает выявить гипертонию малого круга кровообращения. Косвенными признаками повышения давления в левом предсердии и венозном секторе малого круга кровообращения служат укорочение фазы изометрического расслабления левого желудочка ($P < 0, III$ сек), запаздывание I тона ФКГ к окончанию электродинамического латентного периода (ЭДЛП).

2. Наиболее важным механокардиографическим признаком повышения давления в артериальном секторе малого круга кровообращения является удлинение фазы изометрического расслабления правого желудочка более 0,07 сек. И чем выше величина давления в легочной артерии, тем продолжительнее эта фаза.

3. Легочная гипертония приводит к гиперфункции миокарда правого желудочка с последующим развитием его функциональной недостаточности, что находит свое отражение в двухэтапной перестройке структуры систолы правого желудочка.

4. Косвенными баллистокардиографическими признаками легочной гипертонии являются высокая амплитуда волн H и L с их деформацией, замедление возникновения механической систолы и ее удлинение по отношению к электрической.

2-й Московский медицинский институт
им. Н. И. Пирогова

Поступило 22.VIII 1970 г.

Ա. Ա. ՇԵԼԱԳՈՒՐՈՎ, Ա. Ա. ՄԵԼԵՆՏԵՎ

**ՔՈՒՔԱՅԻՆ ՀԻՊԵՐՏՈՆԻԱՅԻ ԱՆՈՒՂՂԱԿԻ ՆՇԱՆՆԵՐԸ ԸՍՏ
ՄԵՆԱՆՈԿԱՐԴԻՈԳՐԱՄՄԱՅԻ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ**

Ա. մ փ ո փ ո լ մ

320 անձանց մոտ անց է կացված կոմպլեքսային մեխանոկարդիոգրաֆիկ հետազոտություն՝ թոքային հիպերտոնիայի անուղղակի նշանները հայտնաբերելու նպատակով, 15 դեպքում արդ ավյալները համեմատվում են արտի աշ կրծքի և թոքային արտերիայի կատետերիզացիայի ավյալների հետ:

SHELAGUROV A. A., MELENTYEV A. S.

ON THE INDIRECT SIGNS OF PULMONARY HYPERTENSION
ACCORDING TO MECANOCARDIOGRAPHIC DATA

S u m m a r y

A complex mecanocardiographic investigation has been carried out in 320 patients for the purpose of revealing indirect signs of pulmonary hypertension. In 15 cases the results have been compared with the data of catheterization of the right parts of the heart and of the pulmonary artery.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Акимов Ю. И., Орлов Л. Л. Кардиология, 1966, 2, 71.
2. Док В., Мандельбаум, Мандельбаум Р. Баллистокардиография, 1956.
3. Карпман В. Л. Динамика сердечной деятельности у человека Дисс., М., 1964.
4. Малова М. Н. В кн.: «Графические методы исследования сердечно-сосудистой системы». М., 1962.
5. Маслюк В. И. Тер. арх., 1959, 11, 23.
6. Мелентьев А. С. Кардиология, 1969, 3, 118.
7. Натрадзе Д. А. с соавт. Кардиология, 1968.
8. Орлов Л. Л. Кардиология, 1966, 3, 85.
9. Парин В. В. Клин. мед., 1956, 6, 12.
10. Петросян Ю. С. с соавт. Кардиология, 1968, 7, 110.
11. Савельев В. С., Карпман В. Л. Тер. арх., 1959, 31, 3.
12. Фельдман С. Б. с соавт., Кардиология, 1965, 2, 28.
13. Шелагуров А. А., Мелентьев А. С. с соавт. Кровообращение, 1969, 6, 33.
14. Юрнев П. Н. с соавт., Кардиология, 1967, 3, 57.
15. Braunwald, Moscovitz J. Appl. Physiol, 1955, 8, 3, 309—314.
16. Cerbetti A., Weissel W. Helvet. physiol. Acta, 1950, 8, 14.
17. Holldack K. Dtsch. Arch klin. Med. 1951, 198, 71.
18. Kelly J. Amer. J Med., 1955, 19, 862—868.
19. Shalmerich P. „Pulmonalklappenin suffizienz“, Arztl Wschr., 1954, 350.
20. Wolter H., Bayer O., Guermann J. Z. Kreislauforsch, 1955, 44, 177.