

В. Н. КОВАЛЕНКО

ОСОБЕННОСТИ БИОМЕХАНИКИ СОКРАЩЕНИЯ СЕРДЕЧНОЙ СТЕНКИ ПРИ НЕКОТОРЫХ НАРУШЕНИЯХ ГЕМОДИНАМИКИ

Биомеханика сокращения сердечной стенки изучалась рядом исследователей [3, 7, 8, 10]. Особенно расширились представления о биомеханике сокращения сердечной стенки после внедрения в кардиологическую практику методик ультразвукового исследования [1, 2, 4—6, 9]. Однако имеющиеся литературные данные касаются в основном только локальных или общих для отдельных желудочков характеристик сокращения сердечной стенки. Исследований, предусматривающих цельное одновременное изучение особенностей биомеханики различных участков стенки правого и левого желудочков, мы не встретили.

Целью настоящей работы явилось изучение особенностей сокращения отдельных участков сердечной стенки на всем ее протяжении при различных нарушениях гемодинамики.

Исследование проведено на 30 собаках в остром опыте. Животным удалялся участок передней грудной стенки, сердечная сумка рассекалась и на поверхности правого и левого желудочков трафаретным способом наносилась сетка. Над сердцем устанавливалась рамка, на сторонах которой были нанесены оси декартовой системы координат, и производилась киносъемка работающего сердца. Были выполнены следующие варианты опытов: стеноз устья аорты и устья легочной артерии, стеноз полых и легочных вен. Регистрировалась также исходная биомеханика сокращения сердечной стенки, когда условия притока и оттока крови не нарушались. Полученные киноленты покадрово расшифровывались с помощью графического анализа и планиметрии.

Были использованы следующие параметры, характеризующие биомеханику сокращения сердечной стенки: длина, ширина, площадь желудочков в передне-задней проекции. Анализировался контур желудочков относительно системы координат, и измерялись площади ячеек сетки, нанесенной на поверхность стенок желудочков. Указанные параметры регистрировались в диастолу, фазу напряжения и изгнания.

Согласно нашим исследованиям в условиях исходной биомеханики в фазу напряжения левый желудочек более выраженно сокращается по длине, а в правом желудочке преимущественно сокращается путь притока. Фаза изгнания характеризуется равномерным сокращением левого желудочка по длине и ширине и более активным сокращением пути оттока правого желудочка (табл. 1).

Для стеноза аорты характерно уменьшение диастолических размеров полостей желудочков, что обусловлено, по-видимому, повышением тонуса миокарда. В фазу изгнания отмечается преобладание циркулярного сокращения левого желудочка вследствие активного сокраще-

Таблица 1

Динамика изменения размеров желудочков по фазам сердечной деятельности при некоторых нарушениях гемодинамики (в см и см²)

Фаза сердечной деятельности	Длина левого желудочка	Ширина левого желудочка	Длина правого желудочка	Площадь левого желудочка	Площадь правого желудочка
	$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$
Исходная биомеханика					
Диастола	$6,9 \pm 0,06$	$6,1 \pm 0,08$	$6,6 \pm 0,1$	$13,0 \pm 1,3$	$21,5 \pm 1,1$
Фаза напряжения	$6,6 \pm 0,1$	$5,7 \pm 0,06$	$6,3 \pm 0,1$	$13,2 \pm 1,3$	$17,8 \pm 1,4$
Фаза изгнания	$6,3 \pm 0,1$	$5,5 \pm 0,09$	$6,0 \pm 0,09$	$12,2 \pm 0,4$	$16,1 \pm 1,1$
Стеноз устья аорты					
Диастола	$6,7 \pm 0,2$	$5,9 \pm 0,12$	$6,6 \pm 0,09$	$12,1 \pm 0,3$	$18,8 \pm 1,3$
Фаза напряжения	$6,4 \pm 0,19$	$5,7 \pm 0,14$	$6,4 \pm 0,12$	$11,6 \pm 0,9$	$18,6 \pm 0,5$
Фаза изгнания	$6,1 \pm 0,2$	$5,2 \pm 0,15$	$6,0 \pm 0,1$	$10,5 \pm 0,3$	$17,4 \pm 1,1$
Стеноз устья легочной артерии					
Диастола	$6,9 \pm 0,1$	$6,0 \pm 0,06$	$6,8 \pm 0,14$	$12,5 \pm 0,7$	$22,1 \pm 0,5$
Фаза напряжения	$6,7 \pm 0,15$	$5,7 \pm 0,1$	$6,4 \pm 0,12$	$12,6 \pm 0,7$	$19,5 \pm 0,8$
Фаза изгнания	$6,5 \pm 0,1$	$5,4 \pm 0,08$	$6,2 \pm 0,13$	$11,7 \pm 0,3$	$17,8 \pm 1,1$
Стеноз полых вен					
Диастола	$6,6 \pm 0,1$	$5,8 \pm 0,2$	$6,5 \pm 0,23$	$12,1 \pm 0,4$	$19,8 \pm 1,4$
Фаза напряжения	$6,5 \pm 0,16$	$5,5 \pm 0,2$	$6,1 \pm 0,25$	$11,5 \pm 0,5$	$16,8 \pm 1,2$
Фаза изгнания	$6,2 \pm 0,08$	$5,3 \pm 0,12$	$5,8 \pm 0,26$	$11,0 \pm 0,3$	$14,8 \pm 1,0$
Стеноз легочных вен					
Диастола	$6,7 \pm 0,2$	$5,7 \pm 0,24$	$6,3 \pm 0,2$	$12,8 \pm 1,3$	$20,5 \pm 0,3$
Фаза напряжения	$6,6 \pm 0,2$	$5,5 \pm 0,18$	$5,8 \pm 0,25$	$12,0 \pm 1,0$	$18,2 \pm 1,3$
Фаза изгнания	$6,1 \pm 0,3$	$5,3 \pm 0,15$	$5,7 \pm 0,3$	$10,7 \pm 1,0$	$17,0 \pm 1,4$

ния его боковых стенок. Биомеханика стенки правого желудочка существенно не отличается от исходной.

При стенозе легочной артерии правый желудочек расширяется в диастолу, что мы объясняем неадекватностью создаваемого нами стеноза и контрактильных возможностей миокарда правого желудочка. Выраженное сокращение пути оттока правого желудочка при стенозе легочной артерии показывает, что этот участок желудочка наиболее заинтересован в компенсации затрудненного выброса. При выбросе крови из полости левого желудочка максимальной амплитудой сокращения обладает его передняя стенка.

Нарушение притока к правому и левому желудочкам (стеноз полых и легочных вен) относительно мало изменяет их диастолические размеры. Однако в фазу напряжения отмечается существенное уменьшение размеров желудочка, что обусловлено преобладанием изотонического типа сокращения желудочков в связи с недостаточным их кровенаполнением. К особенностям сокращения правого желудочка при нарушении притока крови следует отнести выраженное сокращение пути притока в фазу напряжения и последующее наиболее активное в сравнении с другими типами нарушения гемодинамики сокращение всех участков стенки в фазу выброса. Характерным для сокращения левого желудочка в фазу выброса является преимущественное сокращение его по длине.

Особенности выброса крови из полостей желудочков, наблюдаемые в наших опытах, дают основание считать, что с физических позиций выброс крови может быть двух типов. I тип—компрессионный, когда кровь выталкивается вследствие создания большого давления в полости желудочка при активном его циркулярном сокращении (стеноз устья аорты). II тип выброса—выталкивающий. Кровь при этом из полости левого желудочка изгоняется путем преимущественного сокращения полости по длине. Этот тип изгнания может наблюдаться при снижении сопротивления выбросу. Понятно, что изолированного компрессионного или выталкивающего типа выброса нет, а различаются они по преимуществу циркулярного или продольного сокращения левого желудочка в фазу выброса.

Результаты исследования активности сокращения различных участков правого и левого желудочков сердца при нарушении условий притока и оттока показали, что миокард желудочков представляет собой функционально неоднородную систему, отдельные участки которой различно реагируют в зависимости от изменения условий внутрисердечной гемодинамики. Это в свою очередь определяет характер изменения общей формы желудочков при сокращении и их тип сокращения.

Представленные нами данные о некоторых закономерностях функциональной неоднородности миокарда не являются абсолютными. В условиях неповрежденного миокарда возможны и другие, отличные от приведенных данных результаты. Иные варианты функциональной гетерогенности миокарда обусловлены по нашему мнению особенностями возбуждения и последующего сокращения миокарда. Наличие патологических процессов в миокарде (ишемия, инфаркты, кардиосклерозы, нарушения проводимости и др.) может резко изменить функциональную гетерогенность миокарда. Поэтому опыты, проведенные на животных с обеспечением определенных стандартных условий исследования, далеко не полностью могут раскрыть то многообразие особенностей сокращения сердечной стенки, которое может иметь место в патологически измененном миокарде. Изучение особенностей сокращения сердечной стенки в клинической практике, например, при помощи ультразвуковых методов исследования позволит выявить истинное со-

стояние вопроса о функциональной неоднородности миокарда. Разработка этих вопросов в клинике позволит по новому давать оценку сократительной функции миокарда и сердечному выбросу.

Днепропетровский медицинский институт

Поступило 23/1 1978 г.

Վ. Ն. ԿՈՎԱԼԵՆԿՈ

ՀԵՄՈԴԻՆԱՄԻԿԱՅԻ ՈՐՈՇ ԽԱՆԳԱՐՈՒՄՆԵՐԻ ԺԱՄԱՆԱԿ
ՍՐՏԻ ՊԱՏԻ ԿՐԿՄԱՆ ԲԻՈՄԵԿԱՆԻԿԱՅԻ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Շնորհի վրա կատարված փորձերում ցույց է տրված, որ սրտամկանը հանդիսանում է ֆունկցիոնալ ալլատեսակ համակարգ, որի առանձին մասերը տարբեր կերպով են հակազդում ներհոսքի և արտահոսքի պայմանների փոփոխմանը:

V. N. KOVALENKO

PECULIARITIES OF BIOMECHANICS OF CARDIAC WALL CON-
TRACTION IN SOME DISORDERS OF HEMODYNAMICS

S u m m a r y

In experiments on dogs it is shown, that myocardium is functionally heterogenous system, separate sections of which react differently on the change of conditions of flow and outflow.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Атьков О. Ю. Кардиология, 1976, 8, 83—87.
2. Бобков В. В. Канд. дисс., М., 1975.
3. Живоверов В. М., Беляков К. Ф., Книжев В. В. Кардиология, 1977, 6, 132—134.
4. Крол В. А., Юренев А. П., Беленков Ю. Н., Атьков О. Ю., Фомина Г. А. Кардиология, 1977, 1, 85—89.
5. Мухарлямов Н. М., Беленков Ю. Н. Терапевтический архив, 1974, 3, 3—14.
6. Мухарлямов Н. М., Беленков Ю. Н., Насрулаева М. Н. Клиническая медицина, 1976, 6, 86—91.
7. Carlson E. Federation Precedings, 1969, 28, 1324.
8. Donald J. G. Amer. J. Cardiolgy, 1970, 26, 221.
9. Feigenbaum H. Chest, 1969, 55, 59.
10. Lunch P. R. and Federation Precedings, 1969, 28, 6, 1330—1333 Bove A. A.