

В.Ю. Лебединский¹, Ю.А. Высоцкий², Г.Н. Бородин²

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВНУТРИМИОКАРДИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СТРУКТУР СЕРДЦА НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА

¹ ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет»
(Иркутск)² ГБОУ ВПО Алтайский государственный медицинский университет (Барнаул)

Внутримиокардиальное давление в сердце определяется соотношением, качественными и количественными характеристиками образующих его структурных элементов. Корреляционный анализ показал, что на формирование напряженно-деформированных состояний структур сердца в дополнение к кардиомиоцитам оказывают влияние волокна соединительной ткани.

Ключевые слова: сердце, онтогенез, биомеханика, внутримиокардиальное давление

DEFINITION OF PRESSURE INTRAMYOCARDIAL AS A METHOD FOR EVALUATING MORPHOFUNCTIONAL STATE STRUCTURE OF THE HEART AT DIFFERENT STAGES OF ONTOGENESIS

V.Y. Lebedinsky¹, Yu.A. Visotskiy², G.N. Borodina²¹ National Research Irkutsk State Technical University, Irkutsk² Altai State Medical University, Barnaul

Intramyocardial pressure structures of the heart is determined by qualitative and quantitative characteristics of its constituent structural elements. Correlation analysis revealed that the formation of stress-strain states in addition to cardiomyocytes affect fibers of connective tissue.

Key words: heart, ontogenesis, biomechanics, intramyocardial pressure

В настоящее время исследователи и клиницисты-кардиологи используют показатели внутримиокардиального давления (ВМД) с диагностической целью — для оценки функционального состояния сердечной мышцы и выяснения ее резервных возможностей [7]. Особенно широкое распространение данный метод нашел в работах по изучению физиологии левого желудочка сердца [4, 5].

Говоря о природе и характере ВМД необходимо отметить, что оно является частным случаем феномена «тканевое давление», изучению которого посвящены многочисленные исследования [6, 7]. Определение ВМД в комплексе с другими методами позволяет объективизировать оценку морфофункционального состояния структур сердца.

Цель исследования: изучить изменения показателей ВМД на поздних этапах пренатального и всех этапах постнатального онтогенеза с целью оценки биомеханических свойств сердечной стенки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для изучения биомеханических свойств стенки сердца был использован материал от 414 трупов людей обоего пола разных периодов онтогенеза, причина смерти которых не была связана с патологией органов сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Набор материала производили в соответствии с закрепленной в законодательстве «презумпцией согласия» на изъятие органов (ст. 8 ФЗ РФ «О трансплантации органов и (или) тканей человека» от 20.06.2000) и ФЗ РФ «О погребении и

похоронном деле» в ред. от 26.06.2007 г. При работе с трупным материалом придерживались принципов конфиденциальности и медицинской этики.

Комплексное исследование проводилось методами, включающими гистологические (окраска гематоксилин-эозином, по Ван-Гизону), морфометрические, физиологические (измерение ВМД), статистические [1, 2]. Определение ВМД проводилось стандартно во всех отделах, камерах, слоях сердца (в 71 точке) с помощью «игольной техники» методом постепенного повышения давления водного столба в манометре до выравнивания его с давлением в органе [7]. При измерении ВМД непосредственно под эпи- и эндокардом в орган погружался только срез иглы. Исследование величин ВМД производилось в первые 1–2 часа после вскрытия, а материал хранился при комнатной температуре и смачивался физиологическим раствором. Измерение давления в наружных слоях органа проводилось до рассечения и вскрытия камер сердца, а во внутренних — после него.

Весь полученный материал был обработан современными методами математической статистики. Различия между выборками оценивались с помощью непараметрического U-критерия Манна — Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Стенка сердца представляет собой совокупность разных структур (кардиомиоциты, соединительнотканые элементы и сосуды), соотношение,

степень выраженности и плотность расположения которых неодинаковы в разных отделах, оболочках органа и их слоях, что определяется особенностями ее функционирования.

Учитывая особенности работы сердца как органа, правильное представление не только о функции, но и о характере, закономерностях изменений его структур должно формироваться через понимание природы и изменчивости биомеханических параметров органа. Последнее совпадает с мнением В.Н. Фатенкова и других исследователей [3, 11], которые отмечают, что изменения биомеханических свойств отражают особенности морфологической перестройки структур сердца не только в условиях нормы, но и при развитии в нем патологических процессов.

Следовательно, эффективная оценка морфо-функциональных свойств структур сердца возможна через понимание и выяснение взаимосвязи между особенностями строения и изменениями напряженно-деформированных состояний (НДС) его структур, которые оцениваются путем измерения ВМД.

Результаты наших исследований и данные литературы [9] позволяют сформулировать концептуальную схему формирования НДС структур миокарда, а, следовательно, и ВМД (рис. 1).

На материале сердец людей первого периода зрелого возраста, когда закончено формирование всех структур, выяснено, что фоновое ВМД структур сердца определяется соотношением, качественными и количественными характеристиками образующих его структурных элементов.

Подтверждением этого является то, что, по сравнению с наружным, во внутреннем слое миокарда желудочков выявлен больший относительный объем кардиомиоцитов. Это обеспечивает возникновение большей напряженности структур органа в них, т.е. большие величины ВМД. Аналогичная зависимость определена в предсердиях и ушках сердца. Кроме того ВМД выше в левых отделах органа по сравнению с правыми, в желудочках по сравнению с предсердиями и в последних по сравнению с ушками. Во всех этих участках сердца выявлен больший относительный объем кардиомиоцитов (табл. 1).

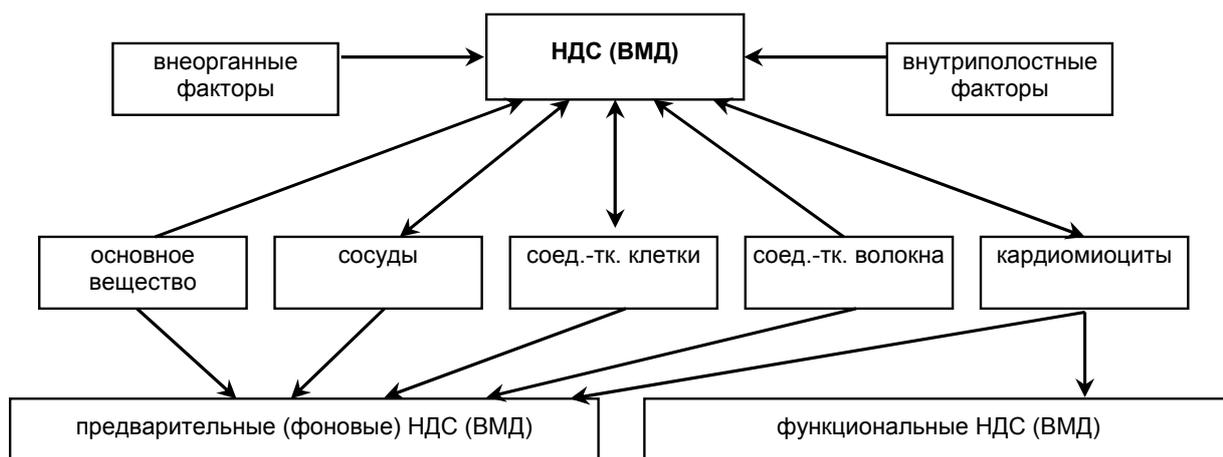


Рис. 1. Концептуальная схема формирования НДС (ВМД) структур сердца.

Таблица 1

Относительное содержание структурных элементов в миокарде (медиана)

Камеры сердца	Миокард*	Объем, занимаемый		
		сосудами	кардиомиоцитами	соединительной тканью
правый желудочек	1	2,5 (1,2;5,6)	73,2 (61,8;81,5)	24,3 (18,5;35,5)
	2	2,2 (1,0;5,5)	66,5 (58,3;71,2)	31,3 (20,2;40,3)
	3	0,8 (0,2;1,8)	87,8 (75,5;92,3)	11,4 (5,5; 20,0)
левый желудочек	1	1,7 (1,0;2,0)	73,7 (60,0;82,7)	24,6 (15,5;35,6)
	2	1,0 (0,5;2,0)	79,5 (68,5;85,0)	19,5 (9,5;27,4)
	3	1,0 (0,5;1,5)	83,5 (75,5;95,5)	15,5 (7,0;20,5)
правое предсердие	1	3,8 (2,5;5,0)	60,2 (50,5;72,7)	36,0 (25,0;40,0)
	3	3,8 (2,0;6,5)	76,5 (70,5;85,5)	19,7 (9,4;26,3)
левое предсердие	1	3,9 (2,5;6,0)	58,3 (45,5;68,5)	37,8 (25,4;50,4)
	3	0,1 (0;1,0)	80,4 (75,2;85,2)	19,5 (12,5;23,5)

Примечание: * – 1 – ближе к эпикарду; 2 – в среднем отделе миокарда; 3 – ближе к эндокарду.

Подтверждением нашей концепции являются результаты, полученные Б.А. Константиновым и др. [5], которые отмечают, что величина ВМД определяется в первую очередь состоянием и активностью кардиомиоцитов в динамике сердечного цикла, что позволило ввести в концеп-

туальную схему функциональные НДС (рис. 1). Кроме того в схему введено влияние на НДС внутриполостных и внеорганных факторов, так как изменения величин ВМД находятся во взаимосвязи с характеристиками центрального и коронарного кровотока.

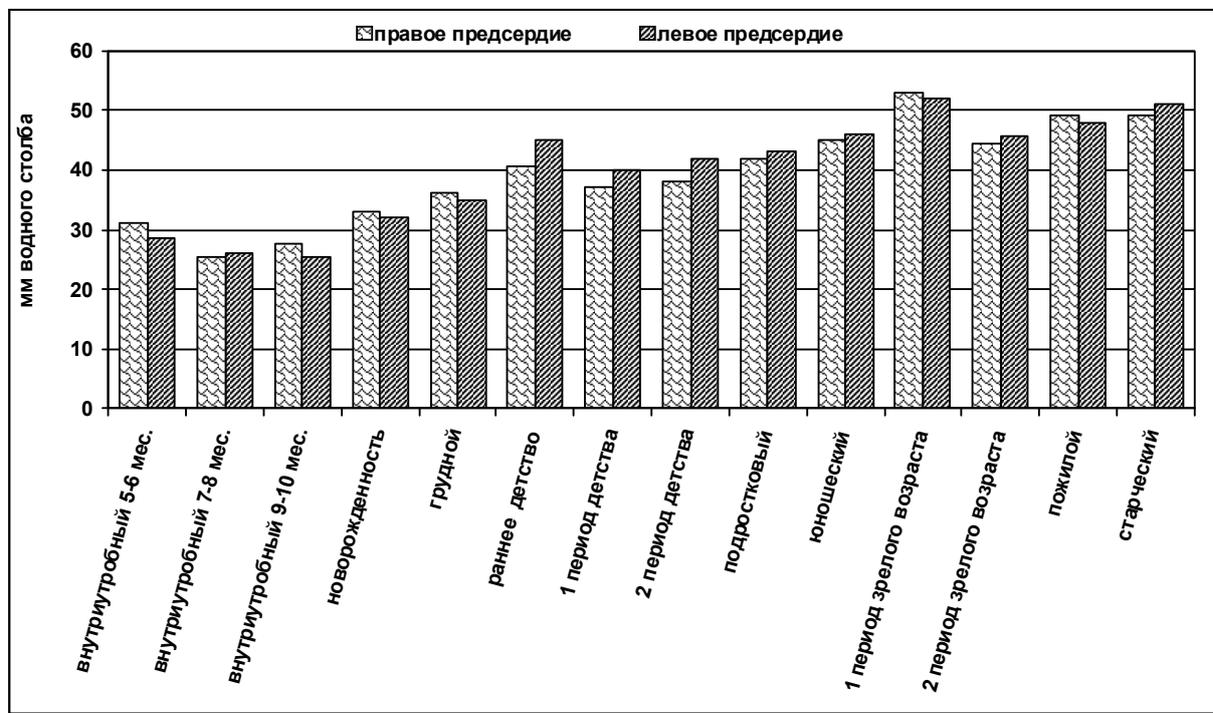


Рис. 2. Динамика возрастных изменений показателей ВМД в предсердиях (в мм водного столба).

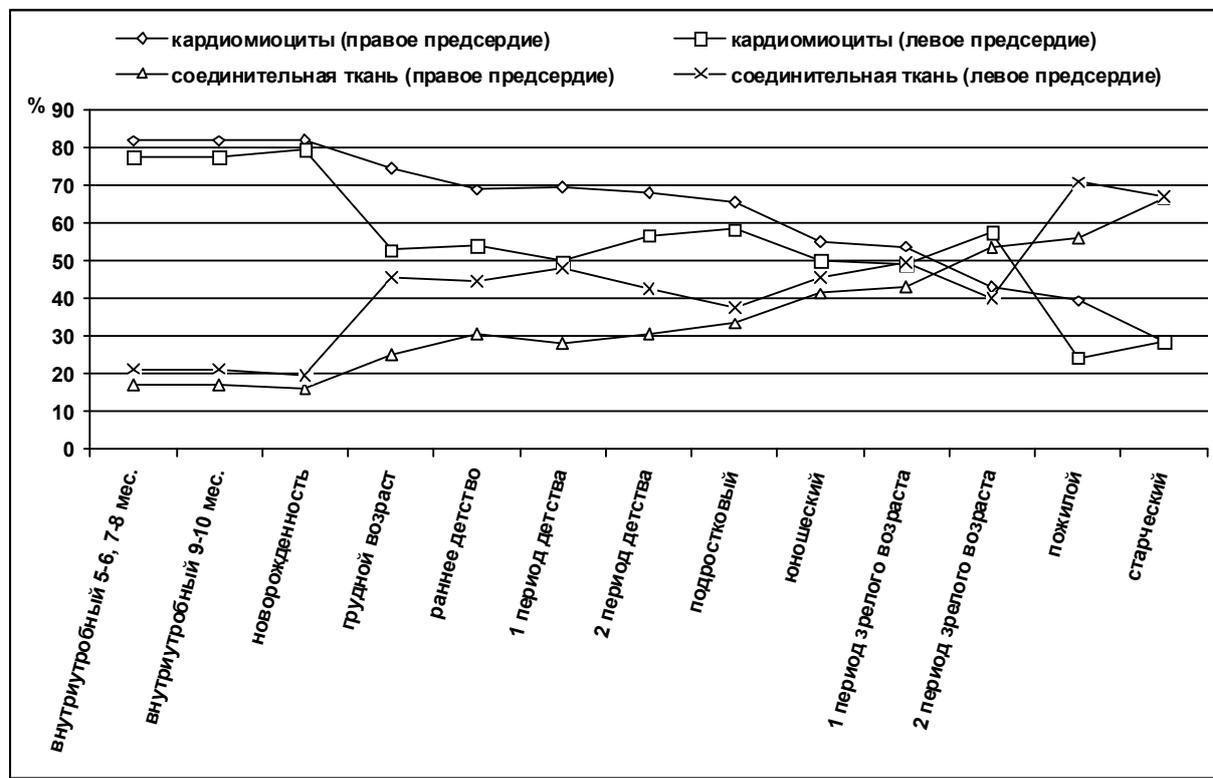


Рис. 3. Динамика возрастных изменений относительного объема кардиомиоцитов и соединительной ткани на толщину всей стенки предсердий (%).

Кроме того, при проведении корреляционного анализа взаимосвязи НДС тканевых структур в различных слоях миокарда с характеристиками в них относительных объемов образующих их элементов было выяснено, что на формирование НДС структур миокарда помимо кардиомиоцитов ($r = 0,97 \pm 0,03$) из элементов соединительной ткани наибольшее влияние оказывает изменение относительного объема соединительнотканых волокон. На это указывает выявленная сильная положительная взаимосвязь ($r = 0,99 \pm 0,01$) между ними и значениями величин ВМД.

Анализируя полученные результаты, видно, что во всех камерах сердца до первого периода зрелого возраста нарастают показатели ВМД (рис. 2). В эти же возрастные периоды отмечается большой относительный объем кардиомиоцитов (рис. 3). Ко второму периоду зрелого возраста НДС структур миокарда во всех отделах сердца достоверно ($p < 0,05$) снижаются, что объясняется уменьшением относительного объема кардиомиоцитов, что определяет уменьшение активности и интенсивности работы органа, а, соответственно, и снижением тонуса кардиомиоцитов, учитывая их вклад в напряжение стенки сердца в процессе сердечного цикла. Увеличение НДС тканевых структур ($p < 0,05$) к пожилому и старческому возрастам (рис. 2) сопровождается нарастанием относительного объема соединительной ткани в стенке сердца (рис. 3), утолщением и огрубеванием ее волокон, а, следовательно, и к увеличению ее жесткости.

Сведения об авторах

Лебединский Владислав Юрьевич – доктор медицинских наук, научный руководитель центров здоровьесберегающих технологий и медико-биологических исследований, ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет» (664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83; тел.: 89148738869; e-mail: lebedinskiy@istu.edu)

Высоцкий Юрий Александрович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии человека (тел.: (3852) 246484, Алтайский государственный медицинский университет, 656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 40)

Бородина Галина Николаевна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры анатомии человека ГБОУ ВПО Алтайский государственный медицинский университет (656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 40; тел.: (3852) 24-64-84; e-mail: galina.nik.borodina@gmail.com)

Таким образом, измерение ВМД в стенке сердца в комплексе с другими методами исследования позволяет провести эффективную оценку морфофункционального состояния структур стенки органа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. – М.: Медицина, 1990. – 383 с.
2. Гланц С. Медико-биологическая статистика. – М.: Изд-во «Практика», 1999. – 459 с.
3. Изаков В.Я. Введение в биомеханику пассивного миокарда. – М.: Наука, 2000. – 208 с.
4. Кантор Б.Я., Яблчанский Н.И., Шляховер В.Е. Нелинейная кардиобиомеханика левого желудочка. – Киев: Наукова думка, 1991. – 209 с.
5. Константинов Б.А. Оценка производительности и анализ поцикловой работы сердца в клинической практике. – Л.: Наука, 1986. – 139 с.
6. Куликов Н.Н. Особенности внутрикостного давления и морфологической структуры головки и шейки бедра в норме // Актуальные проблемы морфологии. – Красноярск, 2006. – Вып. 5. – С. 100.
7. Лебединский В.Ю. Внутримиеокардиальное давление (природа, способы измерения и регистрации): метод. рекомендации. – Иркутск: изд-во УМНПО, «Реаниматор», 1991. – 76 с.
8. Фатенков В.Н. Биомеханика сердца в эксперименте и клинике. – М.: Медицина, 1990. – 160 с.
9. Silberberg A. The significance of hydrostatic pressure in the fluid phase of a structured of tissue space // Tissue-fluid pressure and composition. – Baltimore; London, 1981. – P. 71 – 75.