

Ю. С. Малов¹, А. Г. Обрезан², М. М. Косарев²

ДИАГНОСТИКА ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СЕРДЦА: ВСЕ ЛИ МЫ ПРИМЕНЯЕМ В ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ?

¹ Российская военномедицинская академия

² ГОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный университет, Медицинский факультет

Хроническая сердечная недостаточность (ХСН) является признанным конечным этапом прогрессирования сердечно-сосудистой патологии. Не переходя к рассуждению о том, что представляет собой ХСН (самостоятельную нозологию или осложнение любого хронического сердечного заболевания или, что более верно отражает сущность гемодинамических нарушений — недостаточность кровообращения (НК) или сердечная недостаточность (СН)), мы хотим обратиться к обсуждению диагностических аспектов этой проблемы. Возможно, изучение диагностической составляющей поможет понять сущность феноменов ХСН как самостоятельного явления или этапа развития кардиологической нозологии и НК как организменного феномена или сердечной несостоятельности как органного пускового фактора.

Для диагностики хронической сердечной недостаточности (ХСН) ультразвуковые методы исследования нашли самое широкое применение. Признанными индикаторами ХСН являются: увеличение конечного систолического и конечного диастолического размеров (КСР и КДР), конечного систолического и диастолического объемов (КСО и КДО) левого желудочка и левого предсердия, снижение фракции выброса и скорости циркулярного укорочения волокон миокарда [1, 2]. К сожалению, эти показатели в начальных стадиях ХСН отклоняются не столь значительно, а поэтому не могут быть в полной мере использованы для диагностики ранних этапов развития сердечной несостоятельности.

Использование нагрузочных проб улучшает диагностику ранних проявлений ХСН. Так, увеличение размеров полостей и объемов левого желудочка при субмаксимальных физических нагрузках указывает на наличие у больного скрытой сердечной недостаточности. Однако далеко не всем больным можно давать такие физические нагрузки.

В практической деятельности врачи в основном ориентируются на показатели фракции выброса. Считается, что о ХСН можно говорить только тогда, когда фракция выброса составляет менее 45% по Симпсону и менее 40% по Тейхольцу. Некоторые авторы отмечают, что этот показатель не всегда отражает степень выраженности ХСН [3, 4]. Это обстоятельство указывает на необходимость системного подхода в рассуждениях о ХСН. Поэтому продолжаются поиски новых подходов и методов диагностики сердечной недостаточности.

Довольно часто состояние сердечно-сосудистой системы определяют не абсолютные показатели, отражающие структуру и функции органа, а отношения между ними. К их числу, кстати, относится и фракция выброса. Интерес к проблеме взаимоотношений внутри- и внесердечной гемодинамики в последнее время увеличился в связи с тем, что

стала понятна роль аффинной симметрии в структуре и функционировании организма в целом и отдельных его систем, в том числе и сердечно-сосудистой системы человека. Суть данной симметрии состоит в том, что целое относится к большей его части так же, как большая часть относится к меньшей. Данное отношение составляет 1,618. Если целое выразить единицей, то большая его часть составит 0,618, меньшая — 0,382. Эти же цифры отражают отношение меньшей части к большей и первой к целому. Их называют цифрами Золотого сечения (ЗС), или золотыми цифрами.

В настоящее время доказано, что в основе функционирования сердца здорового человека лежит закон ЗС. Работами ряда авторов [5, 6, 7] показано, что продолжительность систолы, диастолы желудочков и кардиоцикла представлены золотыми цифрами. По данным В. Д. Цветкова [8], такое соответствие можно наблюдать у человека только при частоте сердечных сокращений 63 в 1 мин., т. е. в режиме деятельности сердца, который соответствует покою организма. Он же установил, что в пропорции ЗС находятся объемы изгнанной, оставшейся в желудочке крови и конечного диастолического объема. При заболеваниях сердца временные, механические и объемные пропорции нарушаются. Они проявляются увеличением продолжительности систолы, уменьшением длительности диастолы у больных ГБ и ИБС [5, 6]. Особенно отчетливо это проявляется при развитии ХСН [9, 10]. Эти данные были подтверждены и другими исследователями [11]. Однако системный подход к изучению сердечно-сосудистой патологии пока не нашел широкого применения.

Целью данного исследования явилось изучение как абсолютных показателей, характеризующих морфологию и функцию сердца, таких отношений по данным эхо-кардиографии. Определялись следующие показатели и их отношения: размеры левого предсердия, левого желудочка в систолу и диастолу, КСО, КДО, отношения КСР/ КДР, КСО/ КДО, КСО к ударному объему (УО), УО/КДО.

Пациенты и методы. Нами обследованы 170 человек с помощью клинических и инструментальных методов исследования (ЭКГ, УЗИ, мониторинг ЭКГ и А/Д). Контрольную группу составили 37 здоровых лиц в возрасте от 19 до 35 лет. Мужчин было 19, женщин 18. Группа исследования представлена 133 больными ИБС и ГБ, у которых имелась ХСН различной степени выраженности. Средний возраст больных составил $58,6 \pm 4,2$ лет. Количество мужчин — 57, женщин — 76. Выбор лиц молодого возраста в качестве контроля сделан неслучайно. По нашим данным, у людей в возрасте от 20 до 30 лет наблюдается оптимальное функционирование систем организма, отсутствует возрастная патология и отмечается наименьшая заболеваемость. Показатели, выявленные у данной категории лиц, больше всего приближаются к идеальной норме.

Все больные были разбиты на 4 группы. Первая группа была представлена больными ГБ и ИБС в количестве 44 человек, у которых отсутствовали одышка, утомляемость при обычной физической нагрузке, ограниченность физической активности. Во 2 группу вошли 48 больных с одышкой при физической нагрузке, снижением работоспособности, но хорошим самочувствием в покое. 3 группа состояла из 25 больных, у которых появлялись одышка при незначительной физической нагрузке, отеки на нижних конечностях, исчезающие после лечения. В 4-ю группу были включены 16 больных с одышкой в покое, отеками, у ряда больных с наличием жидкости в полостях.

Результаты. Результаты исследований представлены в таблице 1. У здоровых людей размеры левого предсердия равнялись $3,4 \pm 0,05$, левого желудочка в систолу и диастолу соответственно $3,2 \pm 0,1$ и $5,06 \pm 0,1$. Отношение КСР/ КДР у них составило $0,632 \pm 0,003$, КСО/ КДО — 0,373, КСО/ УО — 0,589 и УО/ КДО — 0,632. Процент отклонения от пропорции ЗС составлял не более $\pm 5\%$. Таким образом, у здоровых людей отноше-

Таблица 1. Эхокардиографические показатели у больных ХСН

Показатели	Здоровые (n = 37)	Больные ХСН 1фк (n = 44)	Больные ХСН 2фк (n = 48)	Больные ХСН 3фк (n = 25)	Больные ХСН 4 фк (n = 16)
КСРлж, см	3,2±0,1	2,83±0,14*	3,34±0,3	4,83±0,46*	5,6±0,07*
КДРлж, см	5,06±0,1	4,56±0,23	5,08±0,43	6,06±0,26*	6,47±0,08*
КСОлж, см	41±1,5	30,5±0,7*	45,6±0,87	113,8±4,6*	155±4,7*
КДОлж	113±2,8	99,2±1,63*	122,9±1,76	184±4,7*	212,6±3,3*
УО	72±3,9	68,7±1,3	79,1±1,6	73,8±2,8	60±3,4*
Масса лж,г	170,5±3,2	185,8±2,1	201±4,8*	269±6,69*	240±4,2*
ИММ лж,г/м ²	95,4±1,8	96,3±2,1	106,1±3,06*	146±3,13*	128±3,2*
КДР лп	3,4±0,05	3,84±0,4	4,04±0,36*	4,7±0,076*	4,8±0,11*
КСР/КДР	0,632±0,002	0,619±0,003	0,656±0,002*	0,86±0,003*	0,798±0,008*
КСО/КДО	0,373±0,003	0,322±0,004*	0,371±0,004	0,594±0,008*	0,725±0,009*
КСО/УО	0,589±0,01	0,481±0,014*	0,602±0,02	1,63±0,42*	2,82±0,2*
УО/КДО	0,632±0,003	0,677±0,004*	0,627±0,03	0,405±0,01*	0,271±0,014*

* P ≤ 0,05

ние размеров и объемов левого желудочка близки к пропорциям ЗС. КСО примерно составляет 0,382 от КДО и 0,618 от УО. Такое же соотношение между УО и КДО. Исходя из полученных данных, можно констатировать, что у здоровых людей в период систолы левый желудочек сердца выбрасывает в аорту 58–64% крови, находившейся в нем в конце диастолы, а 36–42% остается в полости желудочка.

У больных ГБ и ИБС без каких-либо признаков ХСН имело место изменение как размеров, так и объемов левого желудочка. Оно проявлялось уменьшением КСР, КДР, КСО, КДО и УО. Однако соотношение КСР/КДР практически соответствует пропорции ЗС. В то же время изменились соотношения между КСО и КДО, КСО и УО и УО и КДО, т. е. фракции выброса. Величина отношения КСО/ КДО и КСО/ УО достоверно снижалась, а УО к КДО повышалась. У больных увеличился диастолический размер левого предсердия. Наметилась тенденция к увеличению массы миокарда и индекса массы миокарда левого желудочка.

У больных 2 группы отмечено увеличение КСР левого желудочка и конечного диастолического размера левого предсердия, КСО, УО и в меньшей мере КДО левого желудочка по сравнению с такими же показателями больных 1 группы, но они незначительно отличались от контроля. Соотношения КСО/КДО, КСО/УО и УО/КДО оставались на уровне этих показателей контрольной группы. Зато достоверно возросли отношение КСР/КДР, масса миокарда и индекс массы миокарда левого желудочка. Увеличение отношения КСР/КДР связано, в первую очередь, с расширением полости левого желудочка в систолу.

Значительные изменения эхокардиографических показателей наблюдались у больных 3 группы. Появление одышки при небольшой физической нагрузке, пастозности и отеков нижних конечностях, влажных незвучных мелкопузырчатых хрипов в легких сопровождалось достоверным увеличением размеров полостей левого желудочка и левого предсердия. Произошло увеличение как КСР, так КДР левого желудочка. В связи с этим нарушилось отношение этих величин. Пропорция КСР/ КДР составила 0,794±0,02. Она оказалась достоверно больше, чем у здоровых и больных первых двух групп. У больных 3 группы возросли КСО и КДО, уменьшился УО по сравнению с таким же показателем больных 2 группы, но не отличался от здоровых. Отношения КСО/КДО, КСО/УО достоверно увеличились, а УО/КДО, наоборот, уменьшалось.

Произошло дальнейшее нарастание массы миокарда и индекса массы миокарда левого желудочка.

При развитии тяжелой формы ХСН, проявляющейся одышкой в покое, трудно поддающимися лечению отеками, асцитом, гидротораксом, гидроперикардом, изучаемые показатели изменялись в худшую сторону. Произошло дальнейшее увеличение размеров и объемов левого желудочка, но достоверно уменьшился УО. Соответственно, возросли величины отношений КСР/КДР, КСО/КДО, КСО/УО. У этих больных отмечалось значительное уменьшение УО/КДО. Данная величина составила меньше половины контрольной. Следует обратить внимание на увеличение КСО и уменьшение УО, что существенно увеличивает их отношение. Данный показатель уже отчетливо проявлялся у больных 3 группы и был в 1–2 раза больше, чем в контроле.

Таким образом, у больных ишемической болезнью сердца и гипертонической болезнью с явными и скрытыми признаками ХСН имело место нарушение морфологических структур сердца (увеличение размеров левого желудочка и левого предсердия) и функций (увеличение или уменьшение объемов левого желудочка), и гармонических отношений изучаемых показателей.

Обсуждение. Проведенные нами исследования подтверждают факт гармоничного строения и деятельности сердца у здорового человека. Отношения размеров полостей и объемов левого желудочка в систолу и диастолу у здоровых людей близки к пропорции ЗС. Отклонения от цифр ЗС не превышает $\pm 5\%$, что является вполне допустимым при изучении живых систем. У здоровых людей в период систолы в аорту выбрасывается 58–64% крови, поступившей к концу диастолы в левый желудочек, а 36–42% остается в нем. Соотношения этих величин находится в пропорции ЗС и определяют эффективность и экономичность работы сердца. Наши данные отличаются от полученных В. Д. Цветковым (8), в которых приводятся величины сердечного выброса, равные чуть больше трети КДО, но полностью совпадают с результатами многочисленных исследований, в которых определялась фракция выброса. Фракция выброса у здоровых лиц колеблется от 58–64%. Отклонение от этих величин в ту или иную сторону может указывать на изменение насосной функции сердца. Фракцию выброса 56% и ниже следует рассматривать как проявление скрытой сердечной недостаточности. Увеличение фракции выброса более 64% свидетельствует о возрастании силы сокращения, по-видимому, за счет гипертрофии левого желудочка.

В пропорции ЗС находятся и другие параметры сердца и его функции, в частности отношение систолического давления к диастолическому, продолжительности систолы желудочков к кардиоциклу, систолы к диастоле, полной систолы к кардиоциклу и др. [9].

Здесь нет ничего удивительного, ибо строение Вселенной, биосферы, всего растительного и животного мира основано на данном законе. Жизнедеятельность человека неразрывно связана с биосферой Земли, поэтому его строение и функционирование определяется одними и теми же законами. Единый принцип построения и функционирования организма и его систем, в основе которого лежит закон ЗС, обеспечивает жизнеспособность живых существ, в том числе и человека. Соотношение отдельных структур и их функций соответствует пропорции ЗС только при целостности органов и систем и определенной их функциональной активности. Так, по нашим данным, временные отношения систолы желудочков к кардиоциклу, систолы к диастоле, соответствующие ЗС, наблюдаются только при частоте сердечбиений 64 в 1 мин. у мужчин и 55 — у женщин.

Однако пока не удается выявить четкой зависимости между частотой сердечных

сокращений, размерами полостей и объемами левого желудочка. Даже у здоровых лиц физическая нагрузка вызывает различные изменения объемов левого желудочка. У одних наравне с увеличением числа сердечных сокращений происходит уменьшение КСО и возрастание УО без достоверного изменения КДО, у других увеличиваются УО, КДО и уменьшается КСО [1].

Заболевания сердечно-сосудистой системы приводят к нарушениям этих закономерностей. Данные нарушения зависят, с одной стороны, от выраженности поражения мышцы сердца, с другой — от возможностей компенсаторных реакций, которые позволяют организму какое-то время поддерживать свое функционирование на том уровне, который необходим для существования в данной среде. Основным механизмом компенсации является гипертрофия пораженного сердца. Развитие гипертрофии сердца можно охарактеризовать как процесс внутриволоконной гиперплазии специфических ультраструктур мышечных волокон [12]. Все это сопровождается изменениями как структуры, так и функций пораженного органа и соотношения взаимодействующих его частей. Результаты наших исследований тому подтверждение.

Известно, что при длительной повышенной физической нагрузке или поражении сердца организм в первую очередь реагирует гипертрофией левого желудочка сердца, изменением его структуры и функции [12, 13]. Это можно наблюдать уже у больных 1 группы без каких-либо признаков ХСН, у которых отмечается умеренное увеличение массы миокарда левого желудочка, размеров левого предсердия и уменьшение конечных размеров и объемов левого желудочка, а также УО. При этом соотношение между КСР и КДР у них осталось в пределах пропорции ЗС. Отношения же КСО/КДО, КСО/УО понизились, а УО/КДО достоверно повысилось.

Полученные данные позволяют предположить, что гипертрофия левого желудочка вызывает уменьшение размеров его полостей и объемов. При этом поддержание УО осуществляется путем возрастания силы сокращения левого желудочка, выбросом в систолу большего количества крови относительно имеющейся в левом желудочке (около 70%, против 62% у здоровых), о чем свидетельствует увеличение отношения УО/КДО. Уменьшение КСО, по данным ряда авторов, является признаком повышения сократимости миокарда. Рост силы сокращения левого желудочка может быть обусловлен или гипертрофией миокарда, которая является решающим фактором компенсации при заболеваниях системы кровообращения, или влиянием усиливающего нерва сердца, открытого И. П. Павловым. Увеличение КДР левого предсердия, по-видимому, вызвано ригидностью мышцы левого желудочка и является компенсаторной реакцией, повышающей наполнение желудочка в диастолу. Повышение ФВ, как результат увеличения силы сокращения левого желудочка, свидетельствует о нарушении гармоничной деятельности этого отдела сердца.

Рассматриваемый механизм Франка—Старлинга, как основной компонент компенсации сердечной деятельности при его поражении, проявляется только тогда, когда у больных появляются первые признаки ХСН: одышка при обычной физической нагрузке, сниженная работоспособность, сердцебиение. У больных 2 группы наблюдаются более выраженные изменения структуры и функции сердца, об этом свидетельствует достоверное увеличение массы миокарда и ИММ левого желудочка (рис. 1). Преимущественное увеличение КСР и по отношению КДР и изменение их отношения в сторону повышения указывает на развитие тоногенной, а возможно, и миогенной дилатации, что привело к повышению сердечного выброса. В то же время увеличение КСР и КСО левого желудочка говорит о поступлении в левый желудочек в диастолу крови больше, чем способен он во время систолы выбросить в аорту. Поэтому проис-

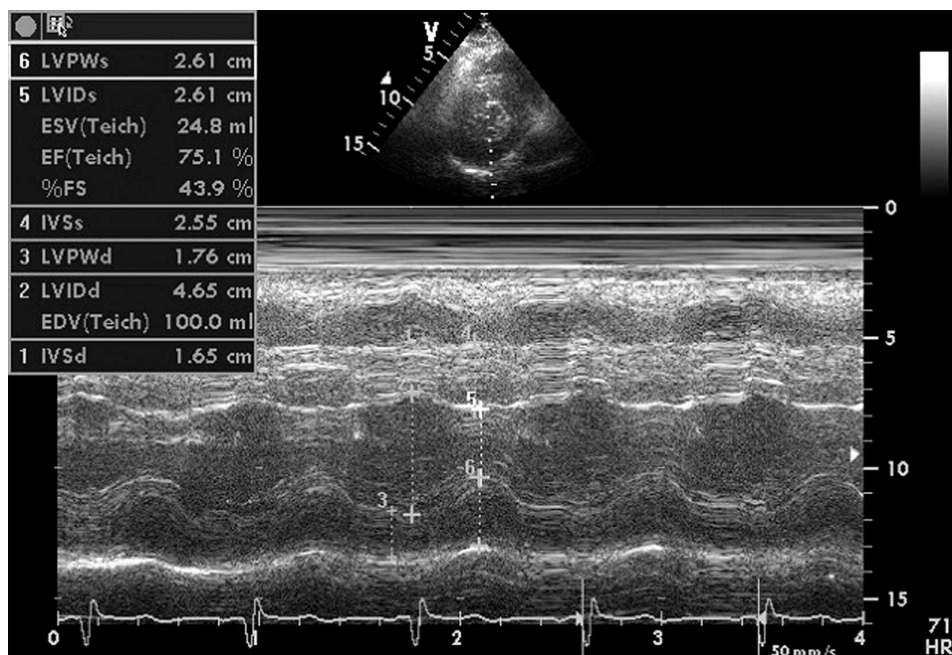


Рис. 1. Гипертрофия миокарда левого желудочка.

1 — IVSd — толщина миокарда межжелудочковой перегородки в диастолу, 2 — LVIDd — КДР, 3 — LVPWd — толщина миокарда задней стенки в диастолу, 4 — IVSs — толщина миокарда межжелудочковой перегородки в систолу, 5 — LVIDs — конечный систолический размер, 6 — LVPWs — толщина миокарда задней стенки левого желудочка в систолу.

ходит постепенное увеличение крови в левом желудочке в конце систолы. А это можно рассматривать как ранний признак снижения сократимости сердечной мышцы [4], а значит, и развития ХСН, хотя отношение УО/КДО остается близким к 0,618. Однако компенсаторные возможности сердца остаются вполне достаточными, чтобы поддерживать кровообращение на должном, хотя и неполноценном уровне. Это подтверждается сохранением пропорции ЗС между объемными величинами: КСО, УО, КДО. Преимущественное увеличение КСР и КСО левого желудочка, по отношению к КДР и КДО можно рассматривать как показатели снижения насосной функции левого желудочка и ХСН. Наши данные не противоречат имеющимся в литературе.

У больных 3 группы с четко выраженными признаками ХСН наравне с продолжающейся гипертрофией левого желудочка (нарастание массы миокарда и ИММ) имеет место значительное увеличение изучаемых размеров и объемов левого желудочка и КДР левого предсердия (рис. 2). Происходит дальнейшая дилатация полостей сердца. Это можно рассматривать как компенсаторную реакцию (рис. 3). При больших объемах левого желудочка затрачивается меньше энергии на выброс необходимого количества крови в сосуды. Продолжает снижаться инотропная функция сердца, на что указывает резкое увеличение КСО и тенденция к снижению сердечного выброса. В связи с этим в значительной степени изменяются отношения КСО/ КДО, КСО/ УО в сторону увеличения, а УО/КДО — в сторону уменьшения. Только у больных этой группы фракция выброса, считающаяся основным показателем ХСН, снизилась до цифр 45% и ниже. Более показательными по сравнению с ФВ являются изменения отношений

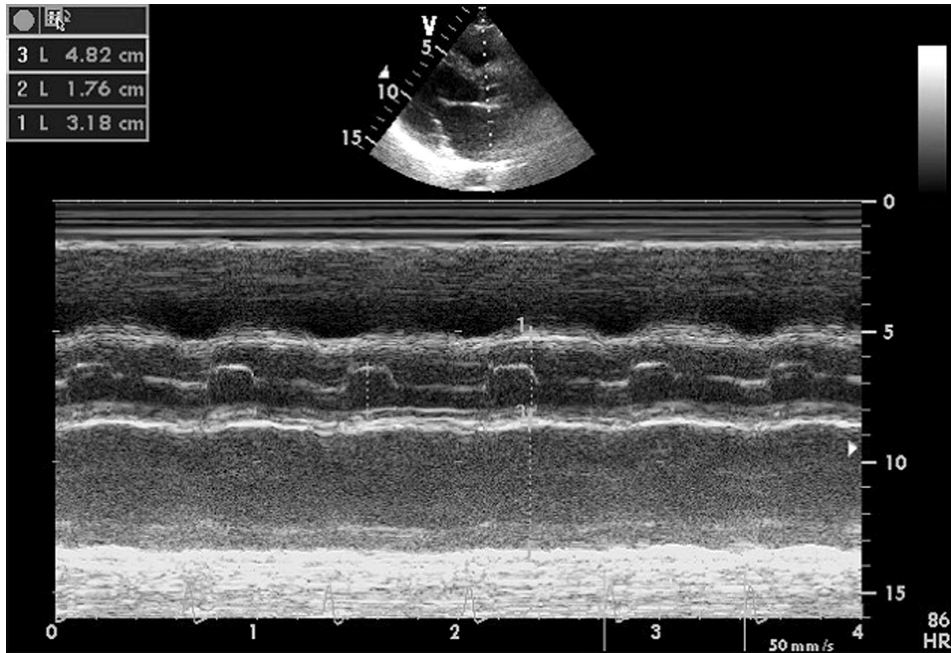


Рис. 2. Дилатация левого предсердия.

1 — размер аорты в систолу, 2 — раскрытие аортального клапана в систолу, 3 — конечный диастолический размер левого предсердия.

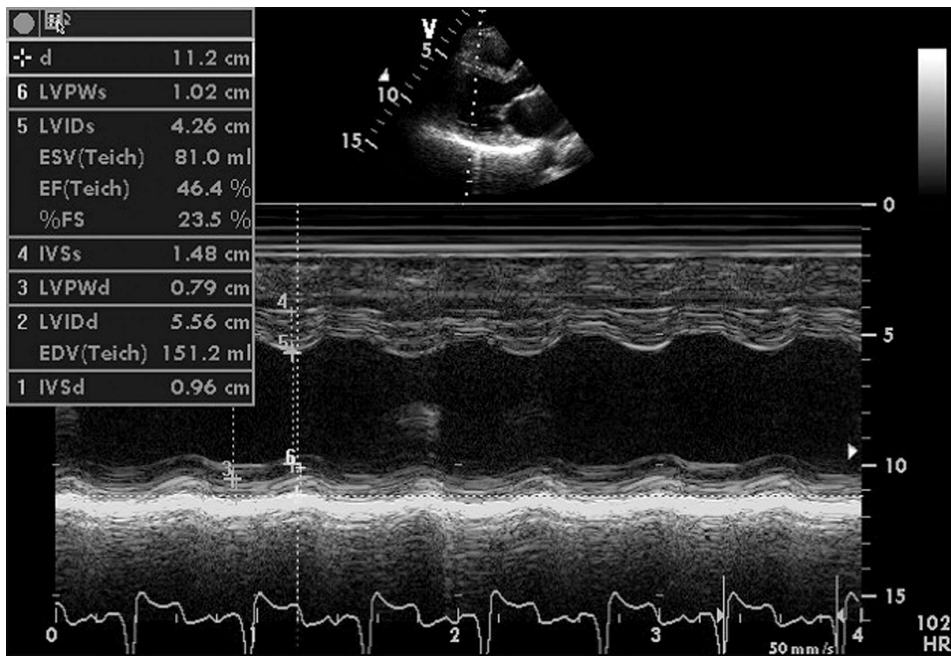


Рис. 3. Размеры и объемы камер левого желудочка у больных третьей группы.

1 — IVSd — толщина миокарда межжелудочковой перегородки в диастолу, 2 — LVIDd — КДР, 3 — LVPWd — толщина миокарда задней стенки в диастолу, 4 — IVSs — толщина миокарда межжелудочковой перегородки в систолу, 5 — LVIDs — конечный систолический размер, 6 — LVPWs — толщина миокарда задней стенки левого желудочка в систолу.

КСО/КДО и особенно КСО/ УО. Последний увеличивается в 1–2 раза по сравнению с показателями контрольной группы и более четко отражает тяжесть ХСН, чем фракция выброса.

Отсутствие нарастания массы миокарда у больных 4 группы может указывать на исчерпание компенсаторных возможностей, направленных на гипертрофию левого желудочка. Единственным механизмом для поддержания сердечного выброса остается увеличение объемов левого желудочка (рис. 4).

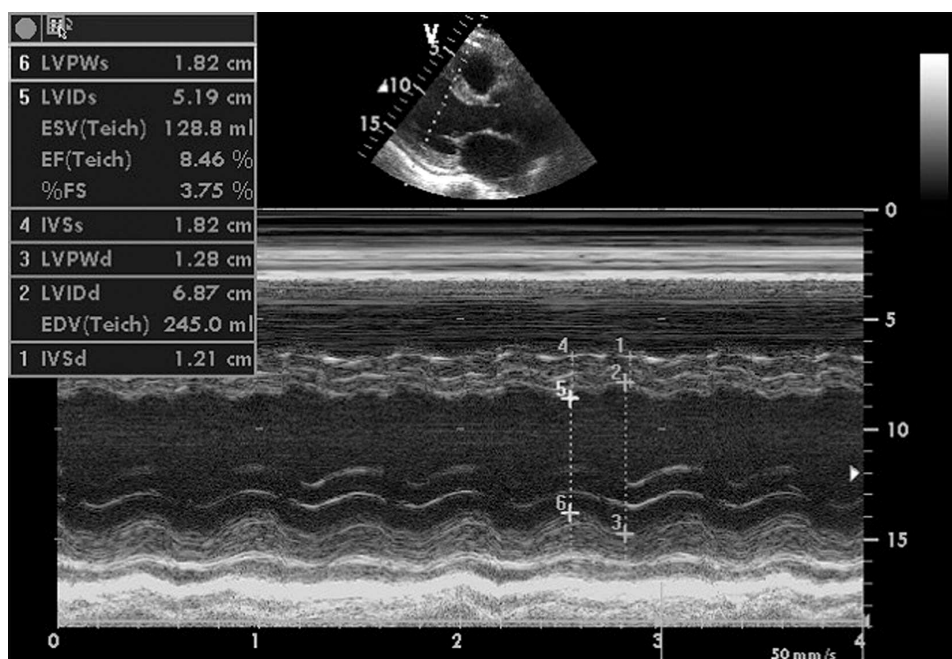


Рис. 4. Размеры и объемы камер левого желудочка у больных четвертой группы.

1 – IVSd – толщина миокарда межжелудочковой перегородки в диастолу, 2 – LVIDd – КДР, 3 – LVPWd – толщина миокарда задней стенки в диастолу, 4 – IVSs – толщина миокарда межжелудочковой перегородки в систолу, 5 – LVIDs – конечный систолический размер, 6 – LVPWs – толщина миокарда задней стенки левого желудочка в систолу.

Заключение. Из представленного материала следует, что изучаемые показатели и их отношения позволяют выявить степень выраженности ХСН. Для 1 функционального класса (ФК) характерно уменьшение КСР, величин отношений КСО/УО, КСО/КДО, достоверное повышение УО/КДО при сохранении золотой пропорции между КСР и КДР. У больных с ХСН 2 ФК наблюдается приближение объемных отношений к пропорции ЗС, но достоверно увеличиваются отношение КСР/ КДР и размер левого предсердия, а также в незначительной степени КСР и КСО. У больных с явными признаками ХСН 3 ФК установлено ремоделирование сердца, проявляющееся увеличением всех камер сердца и отчетливым нарушением отношений размеров и объемов левого желудочка. Если ФВ у них снижается до величин, принятых за нижнюю границу нормы, то отношения КСО/КДО и особенно УО/КДО увеличиваются в 1–2 раза и являются более объективным показателем сердечной недостаточности. ХСН 4ФК характеризуется еще более выраженными изменениями указанных показателей, в том числе и ФВ.

Таким образом, системный подход к изучению сердечной недостаточности, осно-

ванный на показателях эхокардиографии, позволяет диагностировать ХСН на самых ранних этапах ее развития и дать объективные критерии установления функциональных классов.

Литература

1. *Мухарлямов Н. М., Беленков Ю. Н.* Ультразвуковая диагностика в кардиологии. М.: Медицина, 1981.
2. *Комаров Ф. И., Ольбинская Л. И.* Начальная стадия сердечной недостаточности. М.: Медицина, 1978.
3. *Беленков Ю. Н.* Классификация хронической сердечной недостаточности // Сердечная недостаточность. 2001. Т. 2 (6). С. 249–250.
4. *Обрезан А. Г., Вологодина И. В.* Хроническая сердечная недостаточность. СПб.: «Вита Нова», 2002.
5. *Жирков А. М.* Некоторые клиничко-патогенетические особенности осложненного и неосложненного инфаркта миокарда: Автореф. дис. . . д-ра мед. наук. СПб., 1995.
6. *Дмитриева Н. В.* Доклинические изменения ЭКГ и их критическая оценка на основе симметричного подхода // Кардиология. 1991. Т. 1. С. 79–81.
7. *Суббота А. Г.* «Золотое сечение» («Sectio aurea») в медицине. СПб., 1994.
8. *Цветков В. Д.* Сердце, золотое сечение и симметрия. Пуццино: РАН, 1997.
9. *Черныш П. П.* Системно-симметричный подход в оценке индивидуальной нормы и эффективности лечения хронической сердечной недостаточности у больных ИБС: Автореф. дис. . . д-ра мед. наук. Ташкент, 2003.
10. *Малов Ю. С., Черныш П. П.* Диагностика ХСН на основе пропорции «золотого сечения». Юбилейная научная конференция, посвященная 175-летию со дня рождения С. П. Боткина. СПб., 2007. С. 101.
11. *Малов Ю. С., Обрезан А. Г.* Хроническая сердечная недостаточность — декомпенсация сердечно-сосудистой деятельности // Медицина XXI век. 2006. Т. 3. С. 53–59.
12. *Саркисов Д. С.* Очерки по структурным основам гомеостаза. М.: Медицина, 1987.
13. *Меерсон Ф. З.* Адаптация, дезадаптация и недостаточность сердца. М.: Медицина, 1978.

Статья поступила в редакцию 22 января 2010 г.