

# Эхокардиографическая оценка правого желудочка в клинической практике

**С.В. Поташев**

Национальная медицинская академия последипломного образования им. П.Л. Шупика, г. Киев

Сегодня в рутинной клинической практике, за исключением достаточно редких случаев тяжелого приобретенного поражения правых отделов и выраженной врожденной патологии, правый желудочек (ПЖ) оказывается часто «забыт» эхокардиографистами и клиническими кардиологами. Тем не менее это не просто камера сердца с низким давлением, как это часто звучит в периоде (P.A. Davlourous et al., 2006). Следует помнить, что ПЖ по сравнению с левым желудочком (ЛЖ) имеет ряд четких морфофункциональных особенностей:

- отдельное эмбриологическое развитие;
- более тонкие стенки (3-5 мм) и большая податливость по сравнению с ЛЖ;
- неправильные треугольные очертания по сравнению с правильными эллипсоидными очертаниями ЛЖ при двухмерной эхокардиографии (ЭхоКГ);
- более визуальны «грубые» стенки с крупноволокнистыми множественными трабекулами и поперечным модераторным пучком в апикальном отделе ПЖ;
- трикуспидальный клапан (ТК) и клапан легочной артерии (КЛА) не имеют общего фиброзного кольца в отличие от митрального (МК) и аортального клапанов (АК) в ЛЖ;
- имеет три основных анатомических области: приносящий тракт (синус), верхушку и выносящий тракт (конус);
- сокращается перистальтической волной от синуса к конусу;
- выполняет до 25% от работы ЛЖ в смысле энергетических затрат;
- менее подвержен ишемии по сравнению с ЛЖ;
- переносит нагрузку объемом лучше, чем нагрузку давлением;
- имеет более низкую нормальную фракцию выброса (ФВ), поэтому его КДО больше, чем у ЛЖ;

• межжелудочковая перегородка (МЖП) – «лев» или «мотор функции ПЖ», и имеет четко выраженные правожелудочковую и левожелудочковую стороны (слои).

С точки зрения существующих известных врожденных и приобретенных нозологий, в том числе ятрогенных, можно сказать, что ПЖ «плохой от рождения», поскольку не способен длительно компенсировать перегрузку, и любая его перегрузка немедленно ведет к его дилатации и в патологических ситуациях он редко бывает маленьким, что демонстрируют ниже приведенные примеры из нашего клинического опыта (рис. 1-10).

Таким образом, к перегрузке ПЖ объемом или давлением, за исключением ВПС с шунтированием справа налево, в большинстве случаев приводит хроническая ЛГ различной этиологии и/или тяжелая ТН.

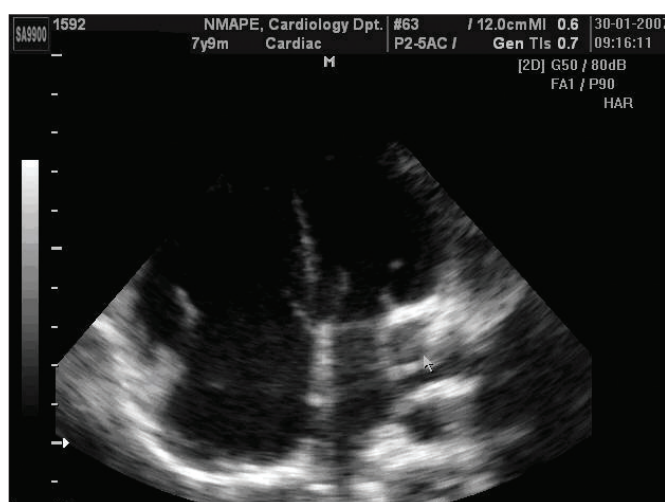


Рис. 1. Врожденный порок сердца (ВПС): дефект венозного синуса с аномальным впадением легочных вен у девочки 7,5 года с выраженной дилатацией правых отделов вследствие тяжелой хронической объемной перегрузки (лево-правый шунт с Qp/Qs=3:1), апикальная четырехкамерная позиция (А4С)

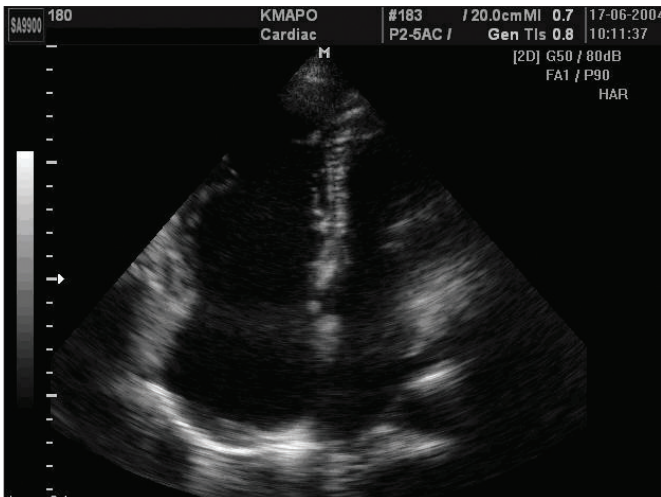


Рис. 2. Аномалия Эбштейна с «атриализованным» ПЖ у женщины 34 лет (А4С)

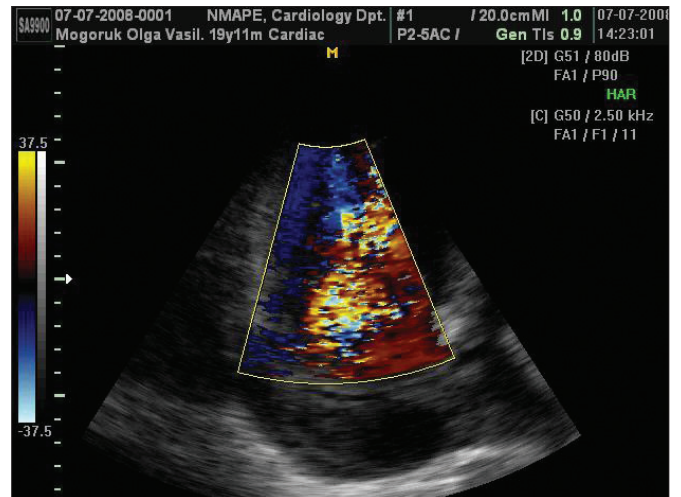


Рис. 5. Тотальная трикуспидальная недостаточность (ТН) вследствие рестрикции закрытия септальной створки электродом искусственного водителя ритма (ИВР) (А4С)

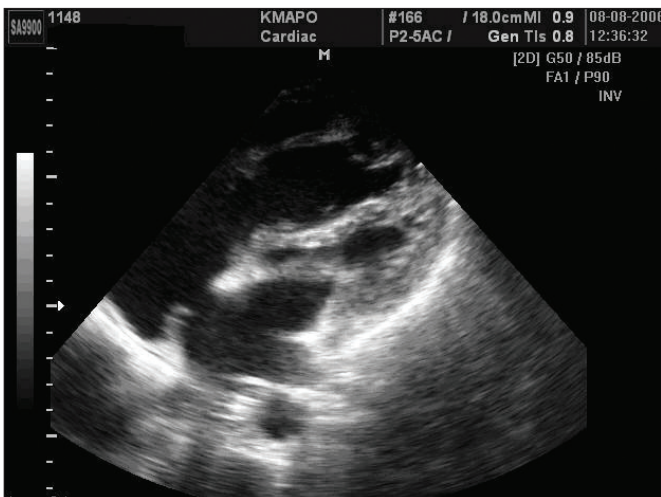


Рис. 3. ВПС: выраженная комбинированная перегрузка правых отделов при вторичном дефекте межпредсердной перегородки (ДМПП) (субкостальная позиция по длинной оси ЛЖ)

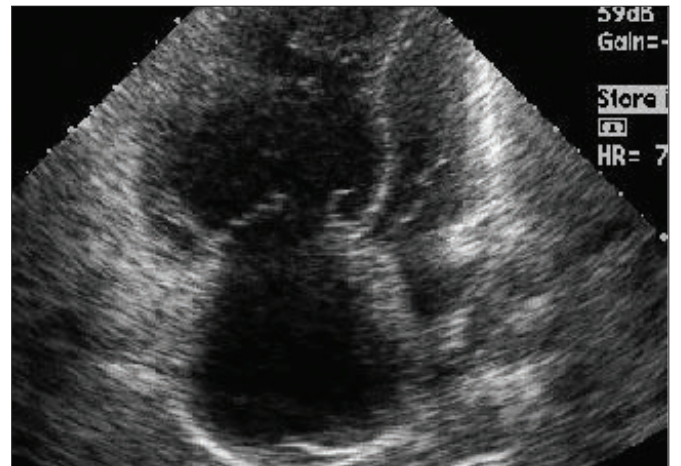


Рис. 6. Гигантские правые отделы при первичной легочной гипертензии (ЛГ) (А4С)

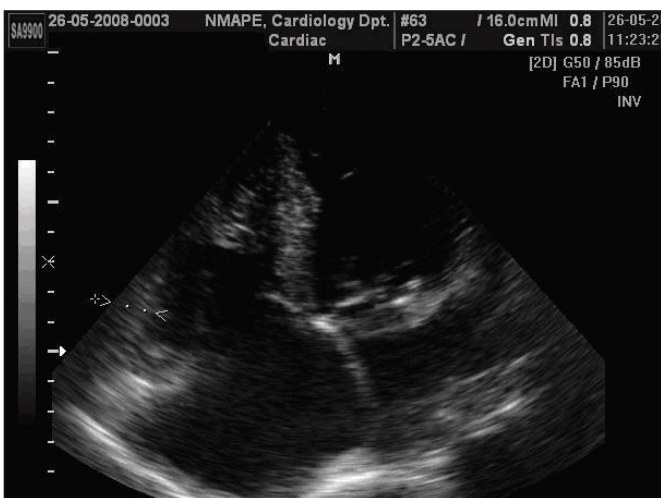


Рис. 4. ВПС/клапанные пороки: тяжелая комбинированная перегрузка правых отделов вследствие тяжелой недостаточности КЛА в отдаленном периоде после коррекции тетрады Фалло (А4С)

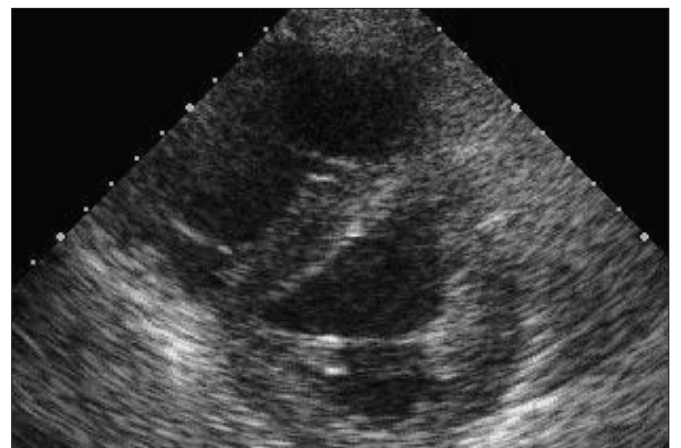
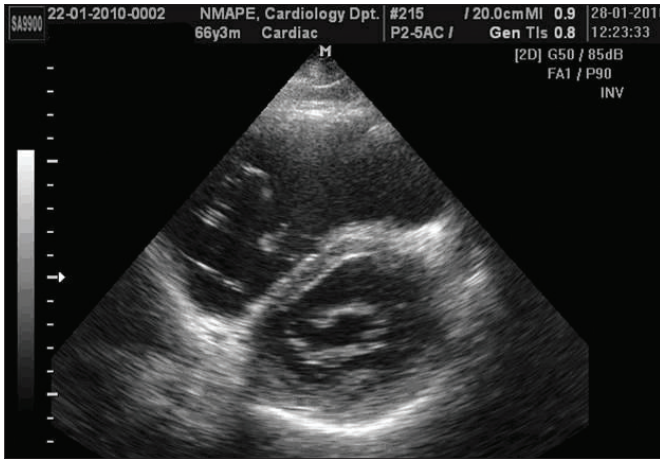
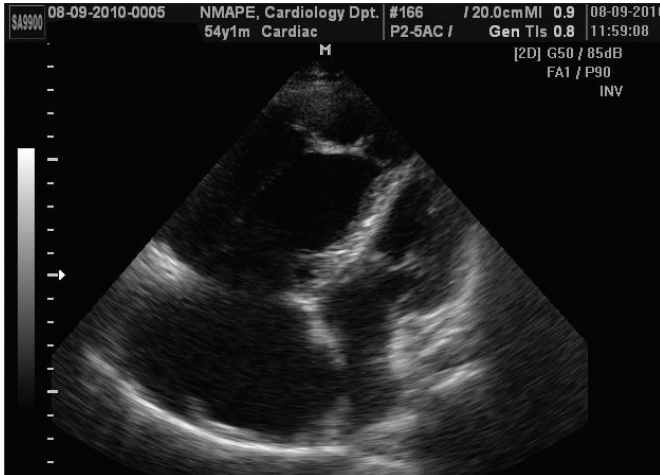


Рис. 7. Дилатированный ПЖ с систолической дисфункцией, компрессией дельтовидного ЛЖ у пациента 42 лет с декомпенсированным легочным сердцем на фоне хронического обструктивного бронхита (ХОБ) вследствие муковисцидоза (парастернальная позиция по короткой оси ЛЖ)

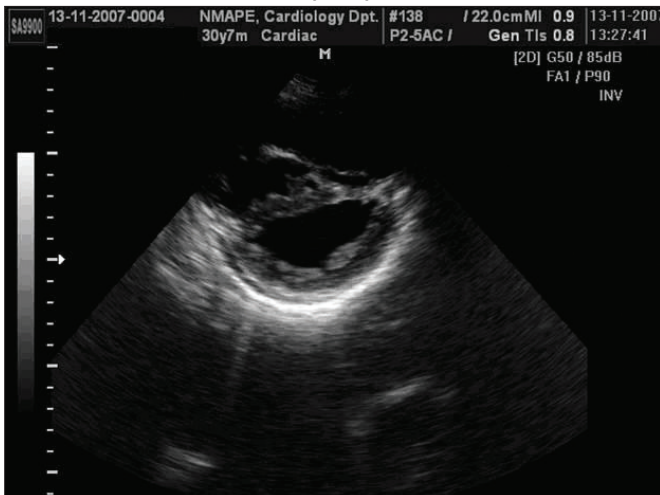




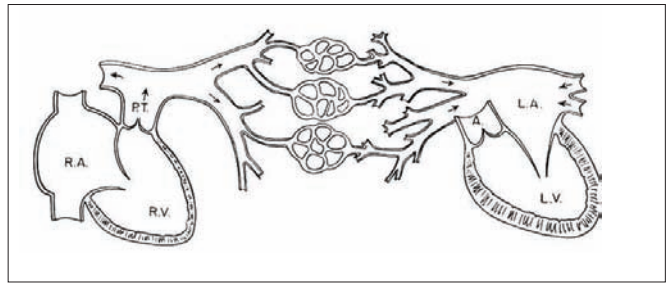
**Рис. 8. ЭхоКГ: крайне тяжелая дилатация ПЖ с уплощением МЖП и дельтовидным ЛЖ у мужчины 66 лет с рецидивирующей тромбоэмболией ветвей легочной артерии (ТЭЛА), парастернальная позиция по короткой оси ЛЖ**



**Рис. 9. Гигантский ПЖ, формирующий верхушку сердца, и ПП со значительной компрессией левых отделов при тяжелой ПЖ-недостаточности у пациента 54 лет с декомпенсированным ХОЗЛ (А4С)**



**Рис. 10. Гидроперикард – одна из наиболее частых находок при хронической ЛГ и выраженной ПЖ недостаточности**

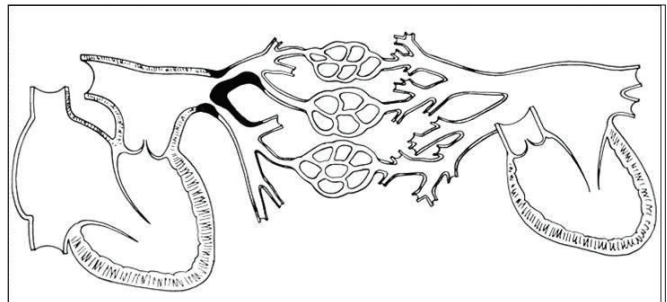


**Рис. 11. Схема малого круга кровообращения (по R. Safford, 2010)**

Существует несколько принятых классификаций ЛГ, однако, в кардиологической практике представляется наиболее целесообразным разделять ЛГ по локализации возникновения источника повышенного сопротивления на разных участках малого круга кровообращения (рис. 11), так как это более точно позволяет локализовать проблему и лучше помогает в принятии клинического решения относительно отдельно взятого пациента.

В данном аспекте ЛГ можно разделить на три вида.

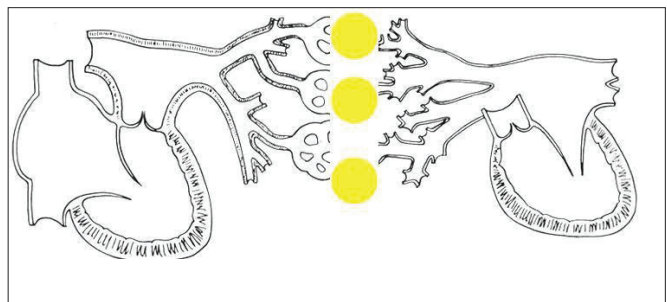
Предкапиллярная (этиология: ТЭЛА, гипоксемия, шунтирование слева направо, идиопатическая первичная ЛГ) (рис. 12).



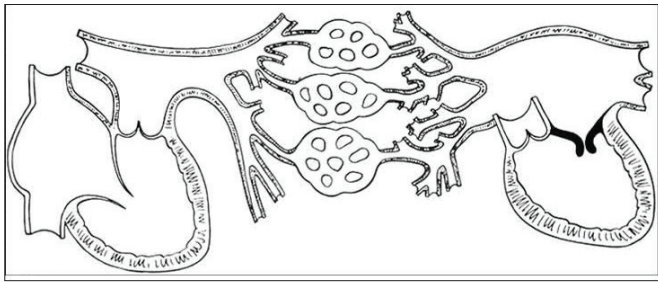
**Рис. 12. Схема локализации возникновения предкапиллярной ЛГ (по R. Safford, 2010)**

Капиллярная (этиология: патология легочных вен – стеноз, медиастинальный фиброз, неопластического происхождения, болезнь легочной венозной окклюзии) (рис. 13).

Посткапиллярная (этиология левых отделов: левое предсердие (ЛП) – опухоль (чаще миксома),



**Рис. 13. Схема локализации возникновения капиллярной ЛГ (по R. Safford, 2010)**



**Рис. 14. Схема локализации возникновения посткапиллярной ЛГ (вторичная ЛГ вследствие патологии левых отделов) (по R. Safford, 2010)**

тромб, врожденная трабекулярная сеть; МК – митральный стеноз (МС)/недостаточность (МН); ЛЖ – миокардиальная рестрикция/перикардиальная констрикция; аорта (Ао)/АК – аортальный стеноз (АС), коарктация) (рис. 14).

Вышеприведенные клинические примеры наглядно показывают, что оценка геометрии и функции ЛЖ представляет актуальность в современной клинической практике. Дело в том, что более пристальное внимание к морфофункциональному состоянию ПЖ может дать ценные диагностические ключи для объяснения симптомов и объективных находок, а адекватная оценка структурно-функциональных особенностей ПЖ имеет большое прогностическое значение в плане стратификации риска при ряде состояний, таких как левожелудочковая недостаточность, врожденные пороки сердца, легочная гипертензия, ТЭЛА, аритмогенная дисплазия ПЖ, хронические обструктивные заболевания легких (ХОЗЛ) и других, а также может позволить более эффективно осуществлять динамическое наблюдение за течением заболевания и более адекватно оценивать эффективность лечения.

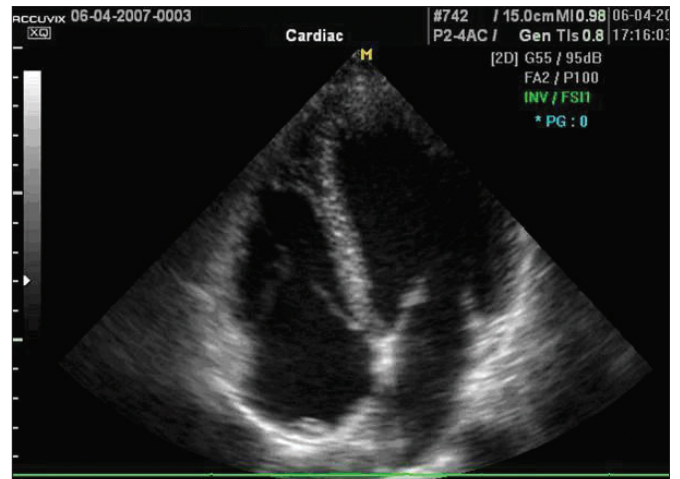
### Современные методы оценки размеров и систолической функции ПЖ

#### Визуальная качественная оценка ПЖ

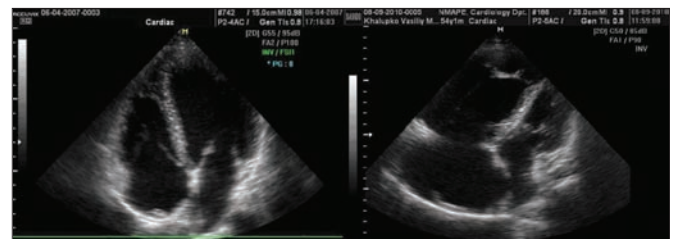
Нормальные размеры ПЖ составляют ~2/3 от размеров ЛЖ, а верхушка сердца в норме всегда формируется ЛЖ (рис. 15). Иными словами, если ПЖ сопоставим по размерам с ЛЖ, это уже означает его дилатацию. В случае выраженной дилатации ПЖ он начинает преобладать над ЛЖ и участвует в формировании верхушки сердца (рис. 2, 3, 6, 9, 16).

#### Количественные методы оценки размеров ПЖ и давления в малом круге кровообращения

**1. Размеры ПЖ** в А4С в В-режиме или в субкостальной позиции в В- или М-режиме. При этом рекомендуется измерять базальный поперечный размер ПЖ на уровне ТК, срединный поперечный размер на уровне хорд ТК и продольный размер ПЖ от



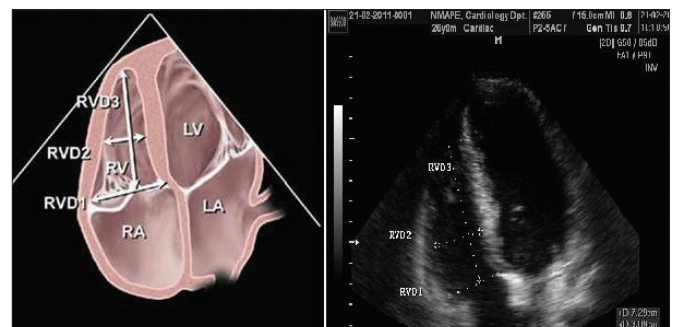
**Рис. 15. Стандартная апикальная 4-камерная позиция (А4С), верхушка сердца формируется ЛЖ**



**Рис. 16. Нормальное соотношение ПЖ и ЛЖ (слева) и тяжелое увеличение правых отделов с ПЖ, принимающих участие в формировании верхушки сердца (справа)**

**Таблица 1. Стратификация степеней увеличения размеров ПЖ**

	Норма	Легкая дилатация	Умеренная дилатация	Тяжелая дилатация
Базальный поперечный диаметр (RVD1), см	2,0-2,8	2,9-3,3	3,4-3,8	≥3,9
Срединный поперечный диаметр (RVD2), см	2,7-3,3	3,4-3,7	3,8-4,1	≥4,2
Продольный диаметр (RVD3), см	7,1-7,9	8,0-8,5	8,6-9,1	≥9,2



**Рис. 17. Пример измерения размеров ПЖ в А4С позиции в соответствии с рекомендациями ASE**



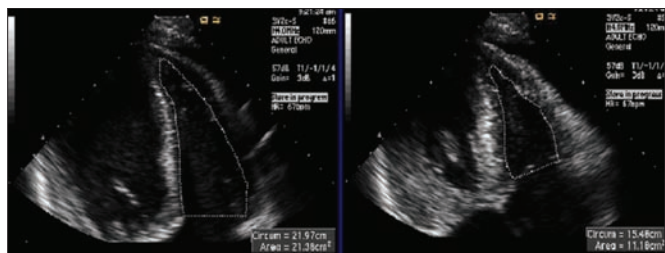


Рис. 18. Измерение КДП (слева) и КСП (справа) в А4С позиции для измерения ФИП ПЖ. В данном случае  $\text{ФИП ПЖ} = (21,38 - 11,18) / 21,38 \times 100\% = 47,7\%$  (вариант нормы) (по R. Safford, 2010)

его верхушки до точки смыкания створок ТК (рис. 17). Нормативы размеров и стратификация степеней дилатации ПЖ в соответствии с рекомендациями Американского общества эхокардиографии (ASE) (R.M. Lang et al., 2005) приведены в таблице 1.

**2. Фракционное изменение площади (ФИП)** – вычисляется в А4С позиции по формуле  $(\text{КДП} - \text{КСП}) / \text{КДП} \times 100\%$ , где КДП – конечно-диастолическая площадь ПЖ, КСП – конечно-систолическая площадь ПЖ (рис. 18). ФИП хорошо коррелирует с функцией ПЖ, по данным

радионуклидной вентрикулографии (РНВГ) или магнитно-резонансной томографии (МРТ), и является хорошим прогностическим предиктором. Ограничением методики является невозможность измерения ФИП при неадекватной визуализации. Стратификация величин площадей и ФИП ПЖ в соответствии с рекомендациями ASE представлена в таблице 2.

**3. Толщина свободной стенки ПЖ** – измеряется согласно существующим рекомендациям в субкостальной позиции по длинной оси ЛЖ на уровне хорд ТК на пике R ЭКГ (рис. 19). В норме должна составлять менее 5 мм. Утолщение стенки (гипертрофия) ПЖ 5 мм и более свидетельствует о хронической его перегрузке давлением (ЛГ любой этиологии). Данный показатель хорошо коррелирует с максимальным систолическим давлением в ПЖ и подтверждается при аутопсии (рис. 20).

**4. Систолическая экскурсия плоскости трикуспидального кольца (TAPSE) в М-режиме** – достаточно простой метод, позволяющий рассчитать амплитуду систолического движения латерального трикуспидального кольца (рис. 21).

Таблица 2. Стратификация величин площадей и ФИП ПЖ

	Норма	Легкая дилатация	Умеренная дилатация	Тяжелая дилатация
КДП ПЖ, см <sup>2</sup>	11-28	29-32	33-37	≥38
КСП ПЖ, см <sup>2</sup>	7,5-16	17-19	20-22	≥23
ФИП ПЖ, %	32-60	25-31	18-24	≥17

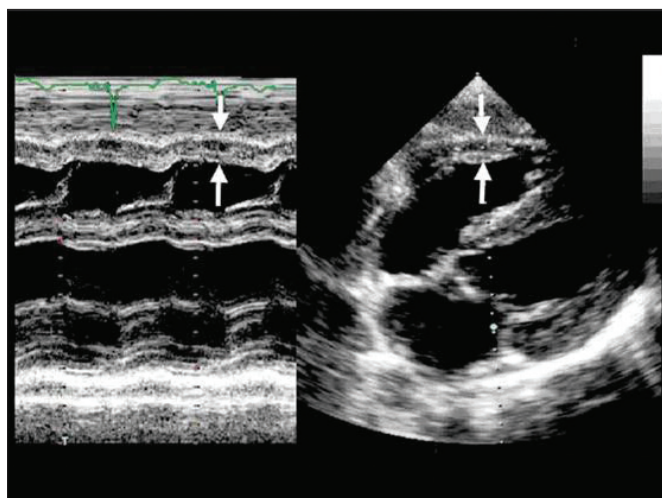


Рис. 19. Субкостальная позиция по длинной оси ЛЖ: примеры измерения толщины свободной стенки ПЖ в М- и В-режиме в соответствии с рекомендациями ASE

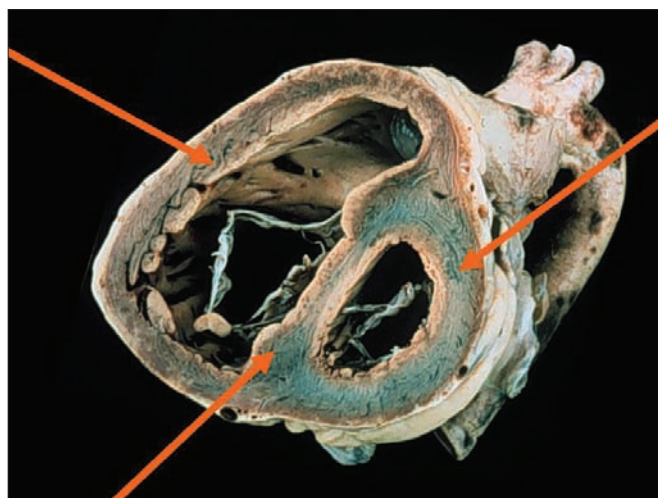


Рис. 20. Тяжелая гипертрофия ПЖ с толщиной стенки ПЖ, эквивалентной толщине стенок ЛЖ, по данным аутопсии пациента, умершего вследствие тяжелой легочной гипертензии (по R. Safford, 2010)

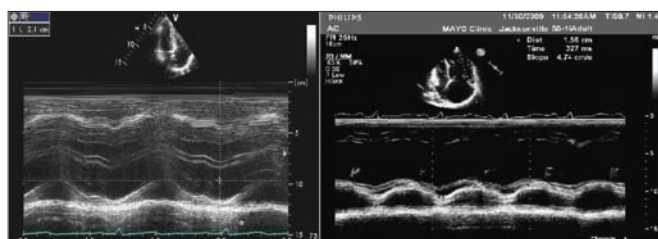


Рис. 21. Систолическая экскурсия плоскости трикуспидального кольца в М-режиме (TAPSE)=2,1 см в норме (слева) и TAPSE=1,55 см у женщины 44 лет с тяжелой ЛГ (по R. Safford, 2010)

Таблица 3. Соотношение амплитуды TAPSE и ФВ ПЖ

TAPSE, см	ФВ ПЖ, %
2,0	50
1,5	40
1,0	30
0,5	20

Таблица 4. TAPSE при легочной гипертензии

TAPSE, см	Выживаемость 1 год, %	Выживаемость 2 года, %
≥1,8	94	88
<1,8	60	50



Рис. 22. Изменение контура ЛЖ по короткой оси от идеально круглой в норме до овальной и дельтовидной по мере прогрессирования дилатации ПЖ, выражающееся в повышении ИЭ ЛЖ

Показано, что TAPSE хорошо коррелирует с ФВ ПЖ (табл. 3), а TAPSE≥1,8 см указывает на более высокие СИ, фракционное изменение площади и лучшую выживаемость по сравнению с TAPSE<1,8 см (Forgia et al., 2006.) (табл. 4).

**5. Индекс эксцентricности (ИЭ) ЛЖ** – соотношение двух ортогональных коротких осей ЛЖ на уровне папиллярных мышц по короткой оси ЛЖ. ИЭ отражает степень уплощения МЖП в результате нарушения контуров ЛЖ и в норме составляет ~1,0 как в диастолу, так и систолу (рис. 22). Однако ценность данного показателя представляется сомнительной, так как он говорит нам то, что и так уже знаем и видим невооруженным глазом, а именно деформацию ЛЖ с изменением его формы от идеально круглой до дельтовидной и овальной.

**6. Оценка степени тяжести ЛГ – расчет систолического (СД<sub>ЛА</sub>) и среднего давления в ЛА (СрД<sub>ЛА</sub>) при наличии трикуспидальной регургитации по уравнению Бернулли исходя из того, что при отсутствии легочного стеноза СД<sub>ПЖ</sub> и СрД<sub>ПЖ</sub> приравниваются СД<sub>ПЖ</sub> и СрД<sub>ПЖ</sub>, которые равны сумме пикового (ΔP<sub>max</sub>) или среднего (ΔP<sub>ср</sub>) градиента давления регургитации на ТК соответственно и давления в ПП, то есть центрального венозного давления (ЦВД) (рис. 23). Градиенты давления определяются по уравнению Бернулли (ΔP = 4V<sup>2</sup>), а ЦВД определяется по диаметру и степени коллабироваия нижней полой вены (НПВ) на вдохе (табл. 5).**

Таблица 5. Полуколичественная оценка ЦВД по диаметру и степени коллабироваия НПВ на вдохе в соответствии с рекомендациями ASE

Диаметр НПВ, см	Степень коллабироваия на вдохе, %	ЦВД, мм рт. ст.
≤1,7	75-100	0-5 (нормальное)
>1,7	50-75	5-10 (незначительно повышено)
>1,7	25-50	10-15 (умеренно повышено)
>1,7	0-25	15-20 (выражено повышено)

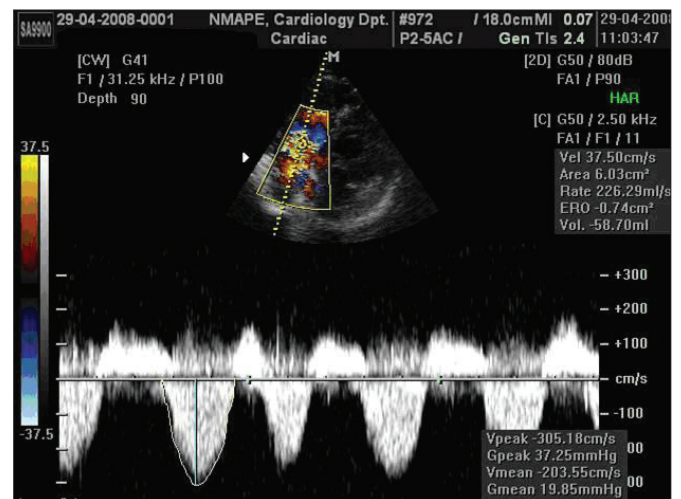


Рис. 23. Примеры измерения СД<sub>ЛА</sub> и СрД<sub>ЛА</sub> у пациента с тяжелой ЛГ (СД<sub>ЛА</sub>=4 (3,05)<sup>2</sup>+20=57 мм рт. ст.; СрД<sub>ЛА</sub>=19,85+20=40 мм рт. ст.) (P<sub>peak</sub> – пиковый градиент давления на ТК, G<sub>mean</sub> – средний градиент давления на ТК)

Нормальными показателями объема полости и систолической функции ПЖ являются конечно диастолический индекс (КДИ) ПЖ 75±13 мл/м<sup>2</sup> и ФВ ПЖ 61±7%. Тяжелая дилатация ПЖ определяется как увеличение КДИ ПЖ>6 стандартных отклонений выше среднего значения, то есть >150 мл/м<sup>2</sup>. Легкое снижение глобальной сократимости ПЖ соответствует ФВ ПЖ 40-50%, умеренное снижение сократимости соответствует ФВ ПЖ 30-40, тяжелое снижение соответствует ФВ <30% (R.M. Lang et al. 2005).

Следует, однако, помнить, что эти нормативные данные соответствуют результатам МРТ сердца, которое на сегодняшний день является в США золотым стандартом количественных расчетов полостей сердца, в особенности его правых отделов, в то время как современная двухмерная ЭхоКГ требованиям золотого стандарта не отвечает (R. Safford, 2010).

Несмотря на распространенность и очевидные преимущества, ЭхоКГ не является оптимальным методом оценки объемов и сократимости ПЖ по ряду причин. На сегодняшний день было проведено



несколько клинических исследований по оценке достоверности определения ряда показателей и степени ремоделирования ПЖ. Так, Lang et al. (2005) и Lai et al. (2008) опубликовали данные исследования, проведенного в детской больнице г. Бостона с участием 87 пациентов в среднем возрасте 17,5 года, из которых 31 пациент был здоровым, 33 – после хирургической коррекции тетрады Фалло, 23 – с некорригированным ДМПП или аномальным дренажем легочных вен. По данным этих авторов, размеры, полученные с помощью ЭхоКГ в В-режиме, были достоверно меньше, чем таковые по данным МРТ с очень слабой корреляцией между собой. При этом наибольшая разница результатов между методами обнаруживалась особенно часто при дилатации ПЖ вследствие перегрузки объемом.

В другом исследовании, опубликованном Ruchalski et al. (2007), участвовали 22 пациента в среднем возрасте 16,6 года (19 – после коррекции тетрады Фалло; 3 – после коррекции атрезии КЛА/стеноза КЛА; 2 – после коррекции полной транспозиции магистральных сосудов; 1 – после коррекции ДМПП), а для оценки достоверности данных ЭхоКГ были привлечены четыре опытных детских эхокардиографиста Медицинского центра университета штата Юта. Диагностическую ценность метода ЭхоКГ относительно оценки размеров и систолической функции ПЖ «на глаз» и относительно соответствия результатам данным МРТ оценивали с помощью коэффициента Fleiss-Кэрра (0,01-0,20 – плохое; 0,21-0,40 – слабое; 0,41-0,60 – удовлетворительное; 0,61-0,80 – хорошее; 0,81-0,92 – очень хорошее; и 0,93-1,00 – отличное соответствие). Было показано, что при выявлении тяжелой дилатации ПЖ соответствие ЭхоКГ МРТ было слабым (Кэрра=0,25), при выявлении умеренной и тяжелой систолической дисфункции – удовлетворительным (Кэрра=0,43) при плохом соотношении коэффициентов между собой (Кэрра=0,07-0,12).

В отличие от ФВ ЛЖ, имеющего правильную форму, мы не можем так же легко полагаться на расчетную ФВ ПЖ, потому что мы не знаем, насколько достоверно можем это сделать. Это очень нелегко вследствие неправильной анатомии ПЖ и особенностей характера сокращения миокардиальных волокон разных слоев ПЖ, описанного Torrent-Guasp как спиральное сердце (Torrent-Guasp F. et al., 2005). В целом ограничения ЭхоКГ относительно адекватности количественной оценки ПЖ можно свести к следующим положениям:

- неоптимальная визуализация ПЖ вследствие его загрудинной локализации;
- ЭхоКГ не позволяет визуализировать ПЖ целиком вследствие его серповидной (полулунной)

формы и расположения приносящего и выносящего трактов в разных плоскостях в отличие от ЛЖ;

- нет адекватной целостной эхокардиографической геометрической модели;
- во время ЭхоКГ сложно очертить эндокардиальную поверхность ПЖ вследствие неадекватной визуализации и выраженной трабекулярности;
- региональная гетерогенность сократимости и релаксации ПЖ;
- ПЖ значительно подвержен влиянию пред- и постнагрузки, а также давления в левых отделах сердца.

В связи с этими ограничениями в последнее время был предложен ряд новых методик, независимых от двухмерной визуализации ПЖ и ее недостатков, позволяющих преодолеть эти ограничения, на которых мы хотели бы остановиться отдельно.

**1. Индекс функции миокарда ПЖ (ИФМ, индекс Тея)** – соотношение общего времени изоволюмической активности к времени, затраченному на систолическое изгнание – рассчитывается по формуле  $ИФМ = (IVRT + IVCT) / ET$ , где IVRT – время изоволюмической релаксации ПЖ, IVCT – время изоволюмического сокращения ПЖ, а ET – время изгнания ПЖ (рис. 24).

В норме ИФМ ПЖ  $= 0,28 \pm 0,04$ , а увеличение его значений указывает на ухудшение глобальной миокардиальной функции ПЖ. ИФМ хорошо коррелирует с функциональным классом СН и выживаемостью пациентов (выживаемость в течение года резко снижается при ИФМ  $> 0,88$ ), а также сравнительно независим от геометрии, преднагрузки и постнагрузки ПЖ, наличия ТН и ЧСС (Tei et al., 1996). Потенциальные проблемы использования индекса Тея включают малые различия в малых группах пациентов, время, емкость его расчета и потенциальную недооценку тяжести состояния в случаях тяжелого снижения функции ПЖ (например, в ходе экспериментального ОИМ ПЖ). Тем не менее, в клинической практике следует использовать его чаще.

**2. Тканевая импульсная доплерография** – методика позволяющая провести количественную оценку систолической и диастолической функции ПЖ

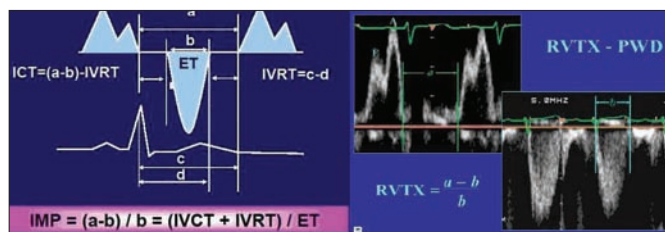
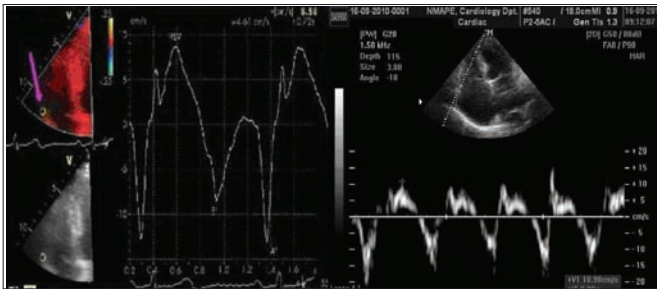


Рис. 24. Схема и пример расчета ИФМ ПЖ (по R. Safford, 2010)

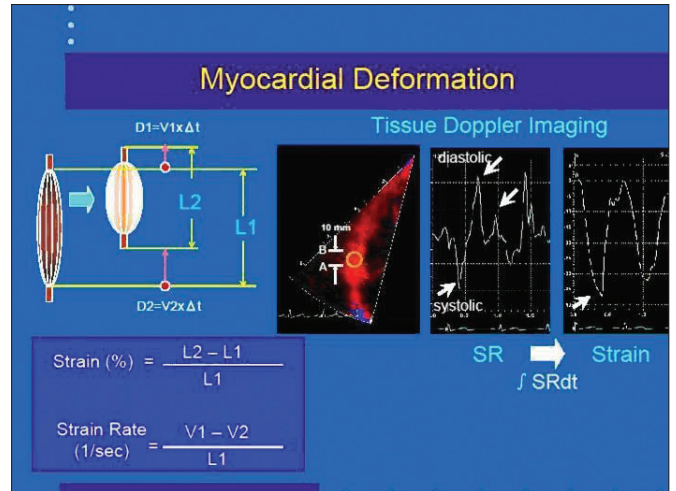


**Рис. 25.** Пример записи скорости латерального трикуспидального кольца в виде графика скорости и направления движения слева и в виде традиционной импульсно-волновой доплерограммы справа (пик выше нулевой линии – систолическое движение S; пики ниже нулевой линии – ранне-диастолическое движение E и движение трикуспидального кольца в систолу предсердий A) у пациента с перегрузкой правых отделов при ДМПП (пиковая систолическая скорость трикуспидального кольца составляет 10,9 см/с)

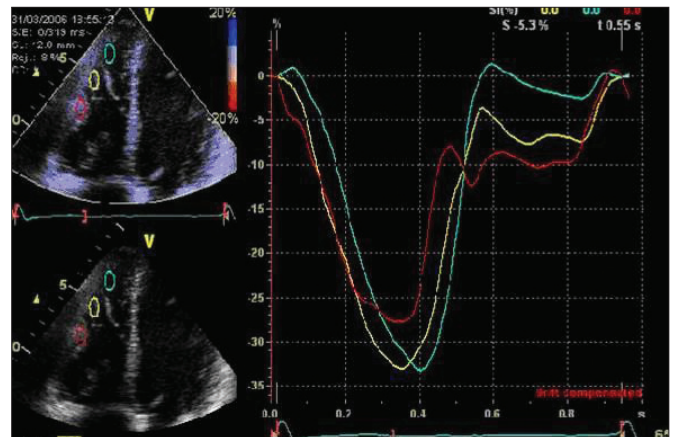
с помощью оценки скорости движения миокарда в графическом отображении (рис. 25). При этом пиковая систолическая скорость (PSV) движения трикуспидального кольца <11,5 см/с указывает на дисфункцию ПЖ с чувствительностью 90% и специфичностью 85%. Данный показатель по сравнению с вышеприведенными меньше зависит от ЧСС, условий нагрузки, степени ТН. Скорости движения латерального трикуспидального кольца снижены у пациентов с ниже-базальным ОИМ и вовлечением ПЖ, а также ассоциированы с тяжестью дисфункции ПЖ у пациентов с СН.

**3. Визуализация деформации и скорости деформации миокарда (Strain/Strain-Rate).** Основные концепции этой методики тканевой доплерографии следующие. Деформация (Strain) выявляет количество (амплитуду) локальной мгновенной деформации, в то время как скорость деформации (Strain rate) отражает скорость укорочения волокон, обеспечивая независимые от преднагрузки маркеры сократительной силы, значительно лучше отражая состояние миокардиальной функции ПЖ по сравнению с TAPSE (Giusca et al., 2009). Традиционно, укорочение отражается негативными значениями как для strain, так и для strain rate (рис. 26, 27).

**4. Трехмерная ЭхоКГ в режиме реального времени (RT3DE).** Новая многообещающая методика, позволяющая реконструировать очертания структур и полостей сердца в режиме реального времени с помощью специального трехмерного датчика и программного пакета обработки множественных двухмерных срезов, в будущем обещающая заменить МРТ и мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) с контрастированием при условии



**Рис. 26.** Пример принципа расчета деформации и скорости деформации миокарда с помощью тканевой доплерографии (Myocardial deformation – деформация миокарда; Tissue Doppler Imaging – тканевая доплерография; SR – strain rate, скорость деформации миокарда)



**Рис. 27.** Пример графической записи (визуализации) скорости деформации миокарда ПЖ

развития методики относительно улучшения разрешающей способности. В последнем исследовании, посвященном исследованию чувствительности и специфичности RT3DE по сравнению с МСКТ и МРТ, опубликованном Sugeng et al. (JACC CV Imaging, 2010) (рис. 28), были сделаны выводы о том, что в целом МСКТ несколько преувеличивает объемы ПЖ, а RT3DE занижает их по сравнению с МРТ при большей вариабельности результатов (меньшей воспроизводимости). Программное обеспечение МСКТ может принять трабекулярность или папиллярные мышцы за границу эндокарда, в то время как пространственное разрешение RT3DE существенно ниже В-режима. Кроме того, некоторые пакеты RT3DE требуют захвата 4-7 циклов, поэтому при аритмиях, в частности ФП, часто возникают артефакты «завязания». Достоинства и недостатки



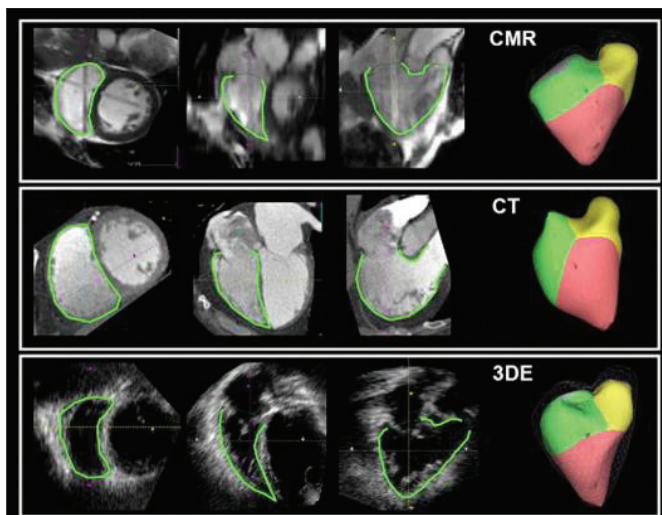


Рис. 28. Соотношение методик визуализации: CMR – МРТ, СТ – МСКТ сердца с контрастированием, 3DE – трехмерная ЭхоКГ в режиме реального времени (по R. Safford, 2010)

исследованных в данной работе методов суммированы в таблице 6.

Чтобы RT3DE могло стать тем методом, который позволит адекватно оценивать структуру ПЖ, мы должны иметь в распоряжении мгновенный захват из одного, а не нескольких кардиальных циклов, лучшее разрешение, новый, более сложный и совершенный программный анализ, разработанный специально для ПЖ.

### Выводы

1. Нельзя полагаться только на одно изображение для выводов о ненормальной геометрии ПЖ. Апикальный срез под углом может создать иллюзию больших размеров нормального ПЖ, в то время как

Таблица 6. Сравнительная характеристика достоинств и недостатков МРТ, МСКТ и RT3DE при визуализации кардиальных структур

	МРТ	МСКТ	RT3DE
Лучевая нагрузка	-	+	-
В/в контраст	-	+	-
Портативность	-	-	+
Стоимость	Высокая	Средняя	Средняя
Разрешение	++	+++	+
Оценка объема	Лучшая	12%< МРТ	7%< МРТ
Оценка ФВ	Лучшая	2%< МРТ	2%< МРТ
Воспроизводимость	+++Phan*/+Pts*	+++ Pts*	++ Pts*
Удобство для пациента	+ (вероятность клаустрофобии)	++	+++
ИВР/ИКВ-ДФ*	Нельзя	++	+++

\*ИВР – искусственный водитель ритма;  
 ИКВ-ДФ – имплантируемый кардиовертер-дефибриллятор;  
 Phan – фантом / Pts – живые пациенты.

парастернальные срезы в основном позволяют рассмотреть только ВТПЖ.

2. При оценке ПЖ всегда следует помнить о нормальных пропорциях желудочков. Если ЛЖ достоверно увеличен в размерах, а ПЖ выглядит пропорциональным ему, то это значит, что его размеры также увеличены.

3. В ходе проведения ЭхоКГ и их клинической оценке всегда следует помнить о вариабельности наблюдений разных специалистов и вариабельности наблюдений одного и того же специалиста в динамике, т.е. всегда следует сравнивать текущие данные с предыдущими для минимизации вариабельности и адекватного принятия клинического решения. ■