

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ
ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
КАФЕДРА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ

Методика проведения комплексной эхокардиографии у взрослых пациентов

Учебно-методическое пособие

Минск БелМАПО
2013

УДК 616.12-073.43(075.9)

ББК 54.10я73

М 54

Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия У.М.С.
Белорусской медицинской академии последипломного образования
протокол № 6 от 17.09. 2013

Авторы:

Жерко О.М., к.м.н., доц.; Кушнеров А.И., д.м.н., проф.; Гуминский А.М., к.м.н.; Юрковский А.М., к.м.н.; Аникеев О.И., к.м.н.; Свистунов С.В.; Борсук Д.П.; Костюкевич А.А.; Севрук Т.В.

Учреждения-разработчики: ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования»; УЗ «Минский городской клинический онкологический диспансер»; УО «Гомельский государственный медицинский университет»; УЗ «Гомельский областной клинический онкологический диспансер»; УЗ «Гомельская областная клиническая больница»; УЗ «Гомельский клинический кардиологический диспансер»; ГУ «РНПЦ «Кардиология».

Рецензенты:

кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии БГМУ;
заведующая отделением функциональной диагностики ГУ «Республиканский клинический центр» Управления делами Президента Республики Беларусь к.м.н. Каминская Т.В.

М 54

Методика проведения комплексной эхокардиографии у взрослых пациентов: учеб.-метод. пособие /Жерко О.М. и др. – Минск: БелМАПО, 2013. – 66 с.

ISBN 978-985-499-676-9

В учебно-методическом пособии освещены методические аспекты трансторакальной эхокардиографии у взрослых пациентов. Пособие представляет материал для оптимального поиска нормативных значений показателей протокола «Ультразвуковое исследование сердца», представленного в Приложении №5 к Приказу Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 03.03.2009г. №206, унификации подходов к проведению исследования и оценке полученных результатов.

УДК 616.12-073.43(075.9)

ББК 54.10я73

ISBN 978-985-499-676-9

© Жерко О.М., Кушнеров А.И., [и др.] 2013
© Оформление БелМАПО, 2013

ВВЕДЕНИЕ

Высокая информативность ультразвукового исследования в сочетании с безвредностью и отсутствием противопоказаний определили его широкое распространение практически во всех областях медицины. Ультразвуковой метод занял особое место в диагностике заболеваний сердца. Многообразие задач, решаемых с помощью эхокардиографии, весомый вклад в конечный результат лечения кардиологических пациентов со всей определенностью ставит задачу максимального использования возможностей ультразвуковой аппаратуры в здравоохранении.

Данная инструкция представляет материал для быстрого поиска нормативных значений показателей протокола эхокардиографии, представленного в приложении №5 приказа Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 03.03.2009 №206, и выполняет задачи информационного сопровождения приказа. На страницах 6 - 7 представлен протокол эхокардиографии, в котором оцениваемым показателям присвоены порядковые номера. На последующих страницах приводятся методические подходы к проведению исследования и нормативные значения показателей.

При подготовке справочных материалов использовалась информация из рецензируемых источников. Предпочтение было отдано документам, одобренным American College of Cardiology (ACC)/American Heart Association (AHA), American Society of Echocardiography (ASE), European Society of Cardiology (ESC) / European Association of Echocardiography (EAE).

Показания для направления пациентов на трансторакальную эхокардиографию:

Высокая диагностическая ценность, необходима экстренная эхокардиография [18]:

- артериальная гипотония с подозрением на тампонаду сердца;
- боли в области сердца с подозрением на расслаивающую аневризму аорты или инфаркт миокарда (при соответствующих изменениях ЭКГ);
- тяжелая сердечная недостаточность неясной этиологии;
- осложнения инфаркта миокарда: разрыв межжелудочковой перегородки, псевдоаневризма, острая митральная регургитация, перикардит, тромбоз левого желудочка;
- осложнения инфекционного эндокардита: новый шум в сердце, сердечная недостаточность, атриовентрикулярная блокада;
- декомпенсированный врожденный порок сердца;

Высокая диагностическая ценность, необходима эхокардиография в ближайшее время [18]:

- шум в сердце с подозрением на приобретенный порок сердца;
- установленный по клиническим данным и посевам крови диагноз инфекционного эндокардита без нарушений гемодинамики и иных осложнений или лихорадка неясного генеза и положительные результаты посевов крови;
- впервые диагностированная сердечная недостаточность без тяжелых нарушений гемодинамики;
- подозрение на дисфункцию протезированного клапана без тяжелых нарушений гемодинамики;
- впервые диагностированный врожденный порок сердца;
- дилатация корня аорты;
- хроническое легочное сердце или недавняя тромбоэмболия легочной артерии;

- после протезирования клапанов (опорные данные для дальнейшего наблюдения);

Высокая диагностическая ценность, эхокардиография в плановом порядке [18]:

- ранее диагностированный приобретенный порок сердца без существенных изменений гемодинамики и новых жалоб (для определения размеров камер сердца и функции клапанов);

- подготовка к плановой операции (для определения дисфункции левого желудочка);

- поиск источника эмболии, особенно у лиц младше 45 лет и у пациентов с заболеваниями сердца;

- наследственные заболевания в семейном анамнезе (синдром Марфана, гипертрофическая и дилатационная кардиомиопатия, аритмогенная дисплазия правого желудочка);

- подозрение на опухоль сердца;

- артериальная гипертензия.

Показания к плановой эхокардиографии:

- аритмии, особенно желудочковые, тахикардия;

- наличие шумов неясной этиологии при аускультации;

- наличие клинических признаков ишемической болезни сердца;

- динамическое наблюдение за течением заболеваний сердечно-сосудистой системы и ходом лечения;

- лечение антибиотиками в онкологии;

- болезни перикарда;

- кардиомиопатии.

Показания к чреспищеводной эхокардиографии:

Абсолютные:

- подозрение на абсцесс корня аорты, клапанных колец, парапротезную фистулу при инфекционном эндокардите;

- подозрение на дисфункцию протезированного клапана (особенно в митральной позиции);
- подозрение на расслаивающую аневризму аорты;
- подозрение на тромбоз левого предсердия;
- исследование митрального клапана перед реконструктивной операцией и вальвулопластикой и после них;
- исследование структур, удаленных от передней грудной стенки (например, межпредсердной перегородки);
- интраоперационная эхокардиография.

Относительные:

- поиск источника эмболии артерий большого круга кровообращения;
- необходимость эхокардиографии при низком качестве трансторакальной визуализации;
- подозрение на инфекционный эндокардит в отсутствие вегетаций при трансторакальной эхокардиографии.

Оборудование

Для эхокардиографии используют систему ультразвуковой визуализации, оснащенную датчиком секторного (векторного) типа с диапазоном рабочих частот 2,5-5 МГц. Система должна иметь программное обеспечение для проведения исследований и расчётов в кардиологии, М-режим, режимы импульснoволновой, постояннoволновой, цветовой доплерографии, на ультразвуковых системах высокого/экспертного класса – анатомический М-режим, режим тканевой доплерографии, в частности тканевой цветовой, тканевой импульснoволновой режимы, режимы тканевого следа, доплер-оценки деформации и скорости деформации и пр.

Характеристики изображения

Для оценки ультразвуковой анатомии сердца используется изображение в В-режиме с применением программного обеспечения «Кардиология» с минимальным значением показателя усреднения кадров и макси-

мальным значением частоты кадров. Изображение сердца должно занимать весь экран монитора. Глубина сканирования должна превышать глубину расположения исследуемых структур не более чем на 2 см.

Скорость развертки изображения в М-режиме должна быть не менее 50 см/сек, в режиме доплерографии – 100 см/сек. При проведении расчетов в режиме цветовой доплерографии предел Найквиста устанавливается в диапазоне 50 - 60 см/сек.

При расчетах проводятся измерения с усреднением значений не менее чем в 5 последовательных кардиальных циклах. При наличии технической возможности осуществляется синхронизация изображения с ЭКГ.

Положение пациента

Эхокардиографическое исследование из парастернального и апикального доступов следует проводить в положении пациента на левом боку с приподнятым на 30° изголовьем кушетки. С учетом тяжести состояния пациента допустимо использовать положение его на спине, однако в этом случае оптимальная визуализация возможна только при дилатации камер сердца. При исследовании из супрастернального, субкостального и правого парастернального доступов положение пациента должно быть на спине.

Гигиенические требования к проведению исследования

Для сканирования должен применяться специальный гель, не обладающий раздражающим и сенсibiliзирующим действием, разрешенный к применению Министерством здравоохранения Республики Беларусь. Очистка и дезинфицирование датчиков и кушетки должна проводиться после каждого обследования. Пациент должен располагаться на сухой пеленке из хлопчатобумажного материала.

СТАНДАРТНЫЙ ПРОТОКОЛ ЭХОКАРДИОГРАФИИ

(Наименование организации)

Ультразвуковое исследование сердца № _____

Дата обследования « _____ » _____ 20 ____ г.

Фамилия, _____ имя, _____ отчество _____ пациента

Дата рождения « ____ » ____ 19 ____ г. Пол: мужской, женский (нужное подчеркнуть)

Площадь поверхности тела (м²) 1 Ритм _____ ЧСС _____

Аорта: диаметр на уровне аортального клапана 2 мм, в восходящем отделе 3 мм, дуга 4 мм, в нисходящем отделе 5 мм

Левое предсердие:

Переднезадний размер 6 мм,
в 4-х камерной позиции 7 / ____ мм.

Особенности (указать) _____

Левый желудочек:

Размер:
конечно-диастолический 8 мм
конечно-систолический 9 мм,
в 4-х камерной позиции 10 / ____ мм.

Особенности (указать) _____

Показатели ЛЖ	КДО мл	КСО мл	УО мл	ФВ%	МО мл	ФУ %	СИ л/мин/ м ²
М-режим	11	12	13	14	15	16	17
В-режим	18	19	20	21	22	23	24

Толщина межжелудочковой перегородки (МЖП): МЖП(д) 25 мм, МЖП(с) 26 мм, амплитуда движения 27 мм.

Толщина задней стенки (ЗС): ЗС (д) 28 мм, ЗС (с) 29 мм, амплитуда движения 30 мм.

Масса миокарда левого желудочка 31 г, индекс массы 32 г/м²

Диаметр выходного тракта левого желудочка: 33 мм,

скорость кровотока 34 м/сек,

систолический градиент в выходном отделе левого желудочка 35 мм

Нг

Особенности (указать) _____

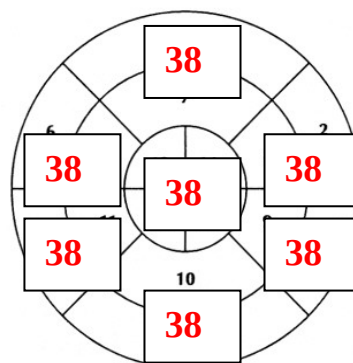
Сократимость миокарда (указать):

- | | |
|------------------------|----------------------------------|
| 1. Нормокинез | 4. Дискинез |
| 2. Гипокинез 36 | 5. Аневризматическое выпячивание |
| 3. Акинез | |

Нарушение локальной сократимости левого желудочка 37

Индекс локальной сократимости миокарда 39

Особенности (указать) _____



Правое предсердие: размер в 4-х камерной позиции 40 мм.

Особенности (указать) _____

Правый желудочек: передне-задний размер 41 мм, в 4-х камерной позиции 42 мм

Толщина передней стенки правого желудочка: диастола 43 мм.

Особенности (указать) _____

Межпредсердная перегородка: дефект есть/нет, локализация 44

размер дефекта 45 мм, направление сброса 46

Особенности (указать) _____

Межжелудочковая перегородка: дефект есть/нет, локализация 47

размер дефекта 48 мм, направление сброса 49, градиент сброса 50 ммHg

Особенности (указать) _____

Аортальный клапан (протез) <u>51</u> состояние створок: фиброз есть/нет кальциноз <u>52</u> степень максимальная скорость (систола) <u>53</u> м/сек максимальный градиент (систола) <u>54</u> ммHg площадь эффективного отверстия <u>55</u> см² регургитация <u>56</u> степень Особенности (указать) _____	Митральный клапан (протез) <u>57</u> состояние створок: фиброз есть/нет кальциноз <u>58</u> степень Е <u>59</u> м/сек, А <u>60</u> м/сек, Е/А <u>61</u> максимальный градиент (диастола) <u>62</u> мм Hg площадь эффективного отверстия <u>63</u> см² ВИР <u>64</u> мсек, DT <u>65</u> мсек регургитация <u>66</u> степень градиент регургитации <u>67</u> мм Hg Особенности (указать) _____
Легочная артерия диаметр ствола <u>68</u> мм ветви <u>69</u> / _ мм Особенности (указать) _____ Клапан легочной артерии: максимальная скорость (систола) <u>70</u> м/сек максимальный градиент (систола) <u>71</u> мм Hg регургитация <u>72</u> степень АТ <u>73</u> мсек, ДЛА среднее <u>74</u> мм Hg Особенности (указать) _____	Трикуспидальный клапан состояние створок: фиброз есть/нет кальциноз <u>75</u> степень Е <u>76</u> м/сек, А <u>77</u> м/сек, Е/А <u>78</u> максимальный градиент (диастола) <u>79</u> мм Hg площадь эффективного отверстия <u>80</u> см² регургитация <u>81</u> степень градиент регургитации <u>82</u> ммHg НПВ выдох/вдох <u>83</u> / _ мм ДЛА систолическое <u>84</u> ммHg Особенности (указать) _____

Перикард: не изменен, утолщен, уплотнен (нужное подчеркнуть) **85**

Сепарация листков перикарда **86**:

по задней стенке левого желудочка ___ мм, по боковой стенке левого желудочка ___ мм,

по передней стенке правого желудочка ___ мм, по правому предсердию ___ мм; количество жидкости ___ мл.

Особенности (указать)

Плевральные полости (описать) **87**

Заключение

Врач

(подпись)

(инициалы, фамилия)

1. Площадь поверхности тела (body surface area - BSA), м²

В ультразвуковых аппаратах могут использоваться разные формулы расчета площади поверхности тела человека, что не является принципиальным вопросом, так как существенно не влияет на результат измерений. В литературе имеется ссылка на более частое использование формулы Mosteller.

Таблица 1.

Рекомендуемые формулы для оценки площади поверхности тела человека

Автор	Формула
DuBois and DuBois	$BSA = 0.007184 \cdot H^{0.725} \cdot W^{0.425}$
Gehan and George	$BSA = 0.0235 \cdot H^{0.42246} \cdot W^{0.51456}$
Mosteller, модификация формулы Gehan and Georg	$BSA = \text{sqr} \{H \times W/3600\}$

Примечание: H – рост пациента, W – вес пациента.

2. Аорта: диаметр на уровне аортального клапана, мм

Диаметр аорты измеряется на уровне концов створок аортального клапана в конце диастолы в парастернальной позиции в срезе по длинной оси левого желудочка в М- или В-режимах. При проведении расчетов в М-режиме курсор устанавливается строго перпендикулярно изображению исследуемых структур на экране от наружной поверхности адвентиции передней, по отношению к датчику, стенки аорты до внутренней поверхности интимы задней стенки. В случае если добиться перпендикулярности курсора М-режима стенкам аорты невозможно, расчёты проводятся в В-режиме (рис. 1). Курсор измерителя в В-режиме устанавливается строго перпендикулярно стенкам аорты. Диаметр аорты на уровне аортального клапана составляет 24 - 39 мм [5].

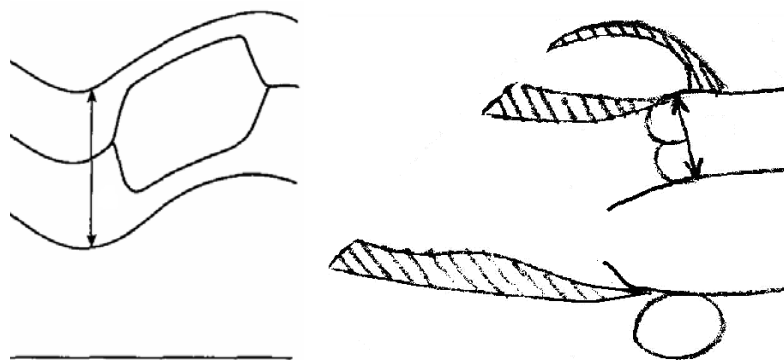


Рисунок 1. Схема измерения диаметра аорты на уровне аортального клапана в М-режиме, В-режиме в парастернальной позиции длинной оси левого желудочка

3. Аорта: диаметр в восходящем отделе, мм

Аорта в восходящем отделе измеряется в парастернальной позиции длинной оси левого желудочка в В-режиме при смещении датчика на 1 ребро вверх, курсор измерителя устанавливается строго перпендикулярно стенкам аорты. В норме диаметр аорты в восходящем отделе составляет 23 - 36 мм [5] (рис. 2).

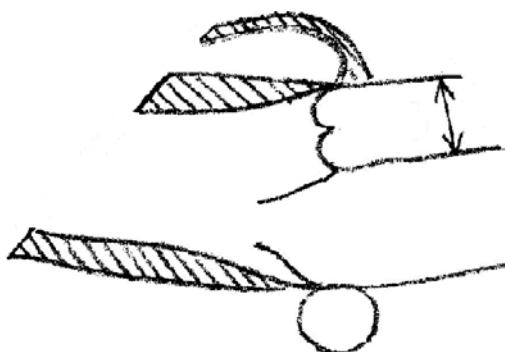


Рисунок 2. Схема измерения диаметра аорты в восходящем отделе в В-режиме в парастернальной позиции длинной оси левого желудочка

4. Аорта: диаметр дуги, мм

Диаметр дуги аорты измеряются из супрастернального доступа при сканировании по длинной оси дуги аорты в В-режиме (рис. 3), составляет в норме 22 - 36 мм [1].

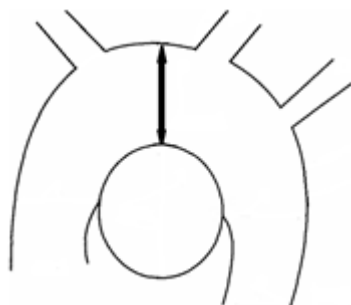


Рисунок 3. Схема измерения дуги аорты в В-режиме из супрастернального доступа

5. Аорта: диаметр в нисходящем отделе, мм

Диаметр нисходящего отдела аорты измеряют из супрастернального доступа, при сканировании по длинной оси дуги аорты в В-режиме (рис. 4). В норме диаметр нисходящего отдела аорты равен 20 - 30 мм [6].

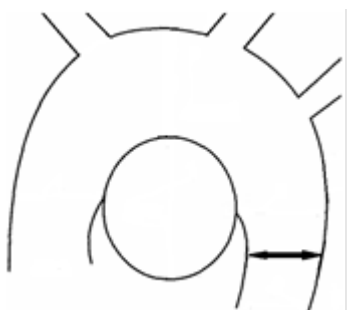


Рисунок 4. Схема измерения диаметра нисходящего отдела аорты в В-режиме из супрастернального доступа

6. Левое предсердие: переднезадний размер, мм

Переднезадний размер левого предсердия измеряется из левого парастернального доступа в срезе по длинной оси левого желудочка на уровне концов створок аортального клапана в М- или В-режимах в конце систолы. При проведении расчетов в М-режиме курсор устанавливается строго перпендикулярно изображению исследуемых структур от заднего края стенки аорты [2] до эндокарда задней стенки левого предсердия. В случае если добиться перпендикулярности курсора М-режима стенкам аорты невозможно, расчёты проводятся в В-режиме (рис. 5). Курсор измерителя в В-режиме устанавливается строго перпендикулярно стенкам левого предсердия.

Нормальные значения переднезаднего размера левого предсердия составляют у женщин 27 - 38 мм, у мужчин 30 - 40 мм [2].

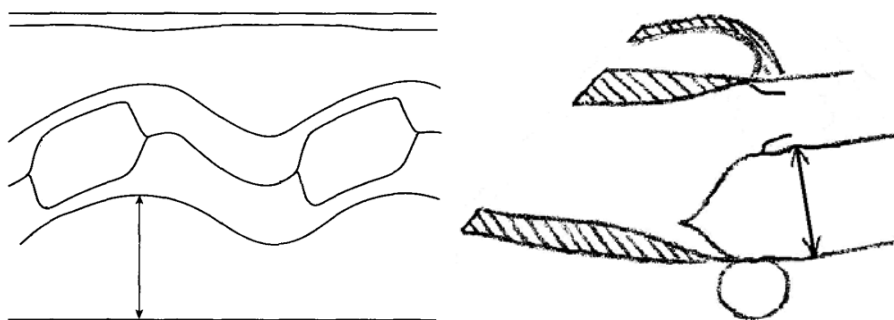


Рисунок 5. Схема измерения переднезаднего размера левого предсердия в М-режиме, В-режиме в парастернальной позиции длинной оси левого желудочка

7. Левое предсердие: в 4-х камерной позиции, мм

В четырехкамерной апикальной позиции измеряются медиально-латеральный и продольный (верхненижний) размеры левого предсердия в конце систолы желудочков, когда камера левого предсердия имеет наибольшую величину [2] (рис. 6). В норме данные размеры составляют 25 - 45 * 29 - 53 мм [1].

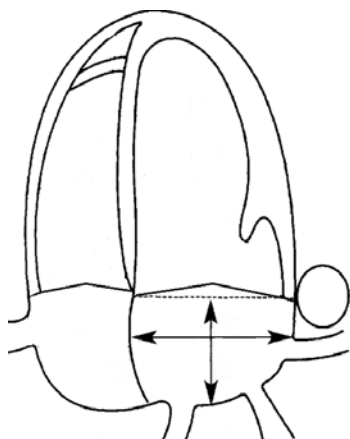


Рисунок 6. Схема измерения медиально-латерального, продольного (верхненижнего) размеров левого предсердия в четырехкамерной апикальной позиции

8. Левый желудочек: конечно-диастолический размер, мм

Конечно-диастолический размер левого желудочка измеряется в парастернальной позиции по длинной оси левого желудочка в М- или В-режиме на уровне хорд митрального клапана (на границе базальных и средних сегментов левого желудочка) (рис. 7).

При проведении расчетов в М-режиме курсор устанавливается строго перпендикулярно изображению исследуемых структур на экране

(задней стенке левого желудочка) от эндокарда межжелудочковой перегородки до эндокарда задней стенки, исключая из измерения хорды и папиллярные мышцы, в конце диастолы (в фазу, соответствующую начальной части комплекса QRS в случае синхронизации с ЭКГ). Если добиться перпендикулярности курсора М-режима исследуемым структурам невозможно, измерения проводятся в В-режиме на уровне хорд митрального клапана в конце диастолы (рис. 7). Курсор измерителя в В-режиме устанавливается строго перпендикулярно стенкам левого желудочка. Конечно-диастолический размер составляет у мужчин 42 - 59 мм, у женщин 39 - 53 мм [2].

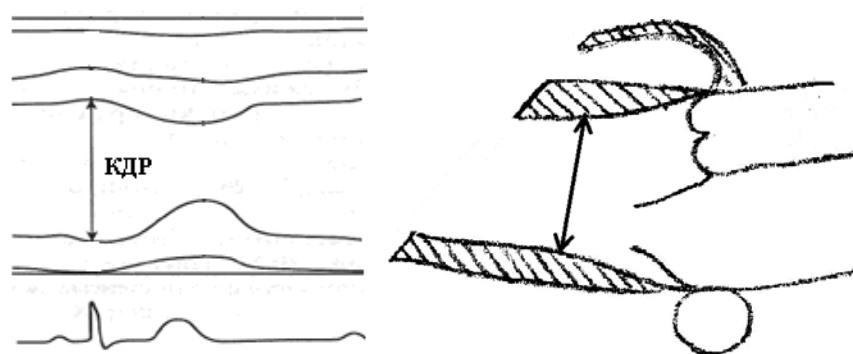


Рисунок 7. Схема измерения конечно-диастолического размера (КДР) левого желудочка в М-режиме, В-режиме в парастеральной позиции длинной оси левого желудочка

9. Левый желудочек: конечно-систолический размер, мм

Конечно-систолический размер измеряется в парастеральной позиции в срезе по длинной оси левого желудочка в М- или В-режиме на уровне хордального аппарата митрального клапана (на границе базальных и средних сегментов) от эндокарда межжелудочковой перегородки до эндокарда задней стенки в момент максимального систолического смещения межжелудочковой перегородки (при отсутствии нарушений ритма и проводимости) и максимального систолического смещения задней стенки левого желудочка (рис. 8). Нормативные значения конечно-систолического размера $33 \pm 0,5$ мм [2].

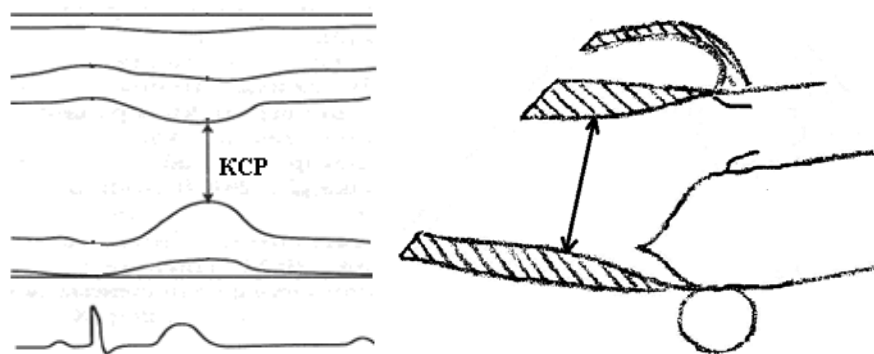


Рисунок 8. Схема измерения конечно-систолического размера (КСР) левого желудочка в М-режиме, В-режиме в парастернальной позиции длинной оси

10. Левый желудочек: в 4-х камерной позиции, мм

Конечно-диастолический медиально-латеральный размер измеряется в четырехкамерной апикальной позиции на уровне хорд митрального клапана в В-режиме. Конечно-диастолический продольный размер измеряется от линии фиброзного кольца митрального клапана до эндокарда верхушки (рис. 9). В норме данные размеры составляют 37 - 58 * 62 - 95 мм [1].

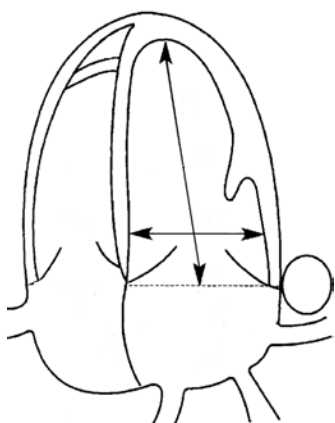


Рисунок 9. Схема измерения медиально-латерального и продольного размеров левого желудочка в апикальной четырехкамерной позиции в В-режиме

Оценка систолической функции левого желудочка при проведении расчетов в М-режиме

11. Конечный диастолический объем (КДО), мл

КДО рассчитывается автоматически по уравнению Тейхольца (Teichgolz) при измерении конечно-диастолического размера в парастер-

нальной позиции в срезе по длинной оси левого желудочка в М-режиме. КДО в норме у мужчин составляет 70 - 166 мл, женщин 62 - 135 мл [10].

12. Конечный систолический объем (КСО), мл

КСО рассчитывается автоматически по уравнению Тейхольца при измерении конечно-систолического размера в парастернальной позиции по длинной оси левого желудочка в М-режиме. КСО у мужчин в норме составляет 20 - 74 мл, у женщин – 16 - 58 мл [10].

13. Ударный объем (УО), мл

УО рассчитывается автоматически путем вычитания из показателя конечно-диастолического объема значения конечно-систолического объема.

В норме ударный объем составляет 70 - 100 мл [17].

14. Фракция выброса (ФВ%) рассчитывается автоматически по уравнению Тейхольца при измерении конечно-диастолического и конечно-систолического размеров в парастернальной позиции длинной оси левого желудочка в М-режиме. ФВ представляет собой отношение ударного объема к конечно-диастолическому объему, выраженное в процентах. В норме фракция выброса, рассчитанная с применением данного метода, составляет более 60% [5].

15. Минутный объем крови (МО, мл) рассчитывается автоматически как отношение произведения ударного объема и частоты сердечных сокращений к 1000. В норме МО составляет 3500 - 5500 мл/мин [16].

16. Фракция укорочения (ФУ%) рассчитывается автоматически как отношение разности конечно-диастолического и конечно-систолического размеров к значению конечно-диастолического размера, выраженное в процентах. ФУ в норме у мужчин составляет 25 - 43 %, женщин 27 - 45 % [2].

17. Систолический индекс (СИ) рассчитывается автоматически как отношение минутного объема к площади тела пациента. В норме СИ составляет 2,8 - 4,2 л/мин/м² [16].

Оценка систолической функции левого желудочка при проведении расчетов в В-режиме по методике Simpson

18. Конечный диастолический объем (КДО), мл

КДО рассчитывается автоматически по методу дисков при сканировании в четырехкамерной и двухкамерной апикальной позициях в В-режиме в конце диастолы. По эндокарду трассируют полость левого желудочка, исключая из измерений папиллярные мышцы. Левый желудочек разбивается на 20 дисков одинаковой высоты, вычисляется их объем. Это самый точный метод расчета объемов левого желудочка, т.к. деформации левого желудочка менее всего влияют на результат. Если удастся получить хорошее изображение только в одной позиции, четырехкамерной или двухкамерной апикальной, возможен расчет КДО по формуле площадь-длина (рис. 10). В норме КДО у мужчин составляет 67 - 155 мл, у женщин – 56 - 104 мл [2].

19. Конечный систолический объем (КСО), мл

КСО рассчитывается по методу дисков или по формуле площадь-длина. В норме КСО у мужчин составляет 22 - 58 мл, у женщин 19 - 49 мл [2].

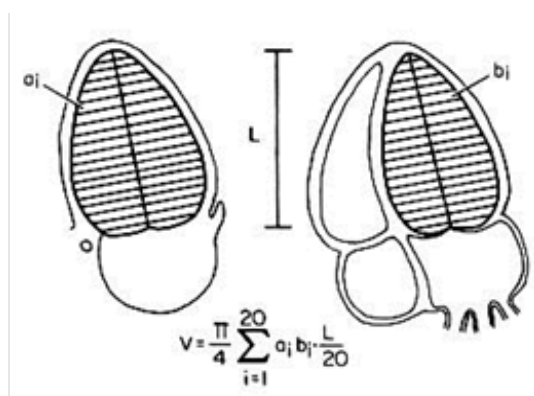


Рисунок 10. Схема измерения объемов левого желудочка в В-режиме в апикальной позиции по методу дисков или по формуле площадь-длина [Шиллер Н., Осипов М.А., 2005]

20. Ударный объем (УО), мл

УО рассчитывается автоматически. В норме ударный объем составляет 70 - 100 мл [17].

21. Фракция выброса (ФВ%)

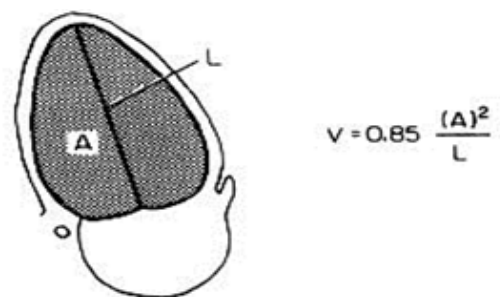
ФВ при расчете по методу дисков или формуле площадь-длина в норме составляет $\geq 55\%$ [2, 5].

22. Минутный объем крови (МО, мл) считается автоматически как отношение произведения ударного объема и частоты сердечных сокращений, к 1000. В норме МО составляет 3500 - 5500 мл/мин [16].

23. Фракция укорочения (ФУ%) по данным В-режима рассчитывается автоматически как отношение разности конечно-диастолического и конечно-систолического размеров к значению конечно-диастолическому размеру, выраженное в процентах. ФУ в норме у мужчин составляет 25 - 43 %, женщины 27 - 45 % [2].

24. Систолический индекс (СИ)

рассчитывается автоматически как отношение минутного объема к площади поверхности тела пациента. В норме СИ составляет 2,8 - 4,2 л/мин/м² [16]. Кроме СИ введен ударный индекс (УИ), кото-



рый реализован в современных ультразвуковых сканерах в параметрах обсчета гемодинамических показателей и составляет 43 - 45 мл/м² [15].

Оценка систолической функции левого желудочка в режиме тканевой доплерографии*

(* - оценка систолической функции левого желудочка в режиме тканевой доплерографии проводится при наличии опций и программного обеспечения на ультразвуковом сканере, данная методика является вспомогательной)

Оценка систолической функции левого желудочка может быть проведена в режиме импульсно-волновой тканевой доплерографии путем регистрации продольной скорости движения фиброзного кольца митрального клапана. Исследования осуществляются в четырехкамерной апикальной позиции. Контрольный объем размером менее 5 мм размещается по-

следовательно на латеральной и медиальной частях митрального фиброзного кольца, регистрируются значения максимальной систолической скорости их движения (S'), затем рассчитывается средняя систолическая скорость движения. Для этого сумма систолической скорости движения медиальной и латеральной частей фиброзного кольца митрального клапана делится на 2. При наличии нарушений локальной сократимости следует регистрировать максимальную систолическую скорость движения других отделов фиброзного кольца митрального клапана в апикальной двухкамерной и пятикамерной позициях.

Систолическая скорость движения фиброзных колец атриовентрикулярных клапанов коррелирует с глобальной систолической функцией желудочков и фракцией выброса [5]. Ограничением данной методики оценки систолической функции желудочков являются случаи объемной перегрузки желудочков при выраженных атриовентрикулярных регургитациях [5] (табл. 2).

Таблица 2.

Нормальные и патологические значения некоторых показателей движения фиброзных колец в импульсном режиме тканевой доплерографии (Galderizi M., Mondillo S., 2007) [5]

Показатель	Норма	Нарушения	
		небольшие	выраженные
S' митрального кольца, см/сек	> 9	7 – 4	< 3
E' митрального кольца, см/сек	> 9	7 – 4	< 3
E/E' левого желудочка	< 8		> 15
S' трикуспидального кольца, см/сек	> 13	12 – 10	< 10
E' трикуспидального кольца, см/сек	> 12	10 – 8	< 8

Примечание: S' – максимальная систолическая скорость движения, E' – максимальная скорость движения фиброзного атриовентрикулярного кольца в раннюю диастолу, E/E' – отношение скорости трансклапанного кровотока (в данном случае, трансмитрального кровотока) в раннюю диастолу к максимальной скорости движения фиброзного атриовентрикулярного кольца в раннюю диастолу.

25. Толщина межжелудочковой перегородки (МЖП): МЖП (д), мм

Толщина МЖП измеряется в парастернальной позиции длинной оси левого желудочка в конце диастолы. В случае проведения расчётов в М-режиме курсор устанавливается строго перпендикулярно изображению исследуемых структур на экране, если добиться перпендикулярности курсора М-режима исследуемым структурам невозможно, толщину МЖП измеряют в В-режиме (рис.11). Толщина МЖП у мужчин составляет 6 - 10 мм, у женщин – 6 - 9 мм [2].

26. Толщина межжелудочковой перегородки: МЖП (с), мм

Толщина МЖП измеряется в парастернальной позиции длинной оси левого желудочка в конце систолы в М- или В-режиме и составляет в норме 11 - 16 мм [10] (рис. 11).

27. Межжелудочковая перегородка: амплитуда движения, мм

Амплитуда движения измеряется в парастернальной позиции длинной оси левого желудочка в конце систолы в М-режиме и составляет в норме 5 - 12 мм [10] (рис. 11).

28. Толщина задней стенки (ЗС): ЗС (д), мм

Толщина задней стенки измеряется в парастернальной позиции длинной оси левого желудочка в конце диастолы. В случае проведения расчётов в М-режиме курсор устанавливается строго перпендикулярно изображению исследуемых структур на экране, если добиться перпендикулярности курсора М-режима исследуемым структурам невозможно, толщину ЗС измеряют в В-режиме. В норме толщина ЗС в диастолу у мужчин составляет 6 - 10 мм, у женщин 6 - 9 мм [2] (рис. 11).

29. Толщина задней стенки: ЗС (с), мм

Толщина задней стенки измеряется в парастернальной позиции длинной оси левого желудочка в конце систолы в М- или В-режиме и составляет 12 - 18 мм [10] (рис.11).

30. Задняя стенка (ЗС): амплитуда движения измеряется в парастеральной позиции длинной оси левого желудочка в конце систолы в М-режиме и составляет в норме 9 - 14 мм [10] (рис.11).

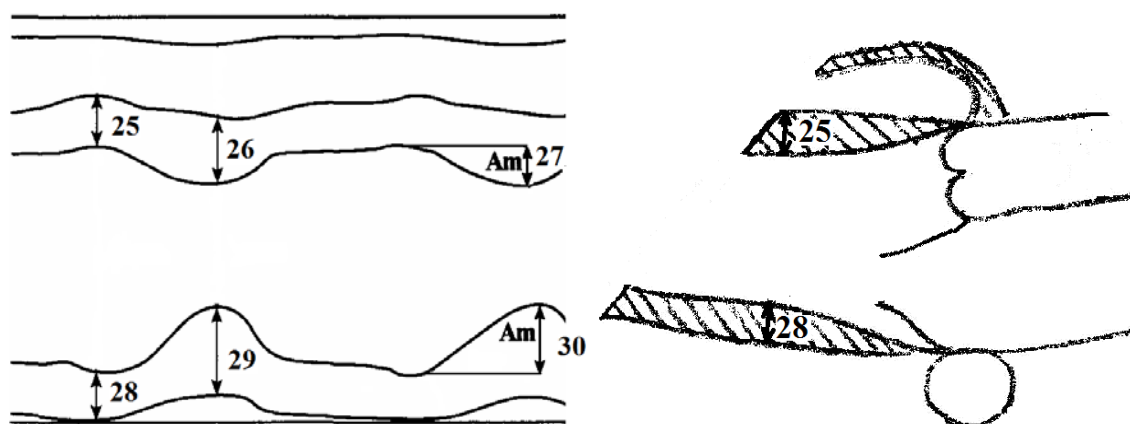


Рисунок 11. Схема измерения толщины межжелудочковой перегородки в диастолу (25), систолу (26), амплитуды движения межжелудочковой перегородки (27), толщины задней стенки левого желудочка в диастолу (28), систолу (29), амплитуды движения задней стенки (30) в М-режиме, В-режиме в парастеральной позиции длинной оси левого желудочка

31. Масса миокарда левого желудочка, г

Массу миокарда левого желудочка можно рассчитывать как по данным М-режима, так и В-режима. Масса миокарда в М-режиме рассчитывается автоматически при измерении толщины межжелудочковой перегородки и задней стенки левого желудочка в конце диастолы и конечно-диастолического размера левого желудочка. Методика расчета массы миокарда в М-режиме является приблизительной.

Массу миокарда левого желудочка рекомендуется вычислять в режиме двухмерной эхокардиографии по алгоритму площадь - длина (A/L) или по модели усеченного эллипса (TE). При расчёте по алгоритму площадь-длина первично в парастеральной позиции в срезе по короткой оси левого желудочка на уровне папиллярных мышц в конце диастолы траассируют эпикардальный и эндокардальный контуры левого желудочка за вычетом папиллярных мышц. Автоматически рассчитывается толщина миокарда левого желудочка, радиус короткой оси левого желудочка,

площади эпикардального и эндокардиального контуров левого желудочка, площадь стенки левого желудочка по короткой оси. Далее, в зависимости от программного обеспечения ультразвукового аппарата, в четырехкамерной апикальной позиции в конце диастолы измеряются длинная (а) и короткая (d) полуоси левого желудочка или длинник левого желудочка (L).

При расчете массы миокарда по данным М-режима нормативом являются значения для мужчин 88 - 224 г, для женщин 67 - 162 г [2], по данным В-режима – для мужчин 96 - 200 г, для женщин 66 - 150 г [2].

32. Индекс массы миокарда левого желудочка, г/м²

Индекс массы миокарда левого желудочка рассчитывается автоматически как отношение массы миокарда левого желудочка к площади тела пациента.

Значения индекса массы миокарда левого желудочка по данным М-режима в норме для мужчин составляет 49 - 115 г/м², для женщин 43 - 95 г/м² [2]. По данным В-режима у мужчин составляет 50 - 102 г/м², у женщин 44 - 88 г/м² [2].

Примечание: для выделения вариантов ремоделирования левого желудочка дополнительно используется **индекс относительной толщины стенок** (ИОТ). Вычисление ИОТ проводится по формуле: $(2 * ТЗСд) / КДР$ [2].

Использование данной формулы позволяет отнести увеличение массы миокарда левого желудочка (ММЛЖ) к концентрической (ИОТ > 0,42) или эксцентрической (ИОТ < 0,42) гипертрофии и выявить концентрическое ремоделирование (нормальная ММЛЖ при повышенном ИОТ) [2].

33. Диаметр выходного тракта левого желудочка, мм

Диаметр выходного тракта левого желудочка измеряется в парастернальной позиции в срезе по длинной оси левого желудочка в В-режиме в систолу при максимальном открытии створок аортального кла-

пана. Курсоры устанавливаются в точке крепления межжелудочковой перегородки к корню аорты и точке крепления передней створки митрального клапана (рис. 12).

Значение диаметра выносящего тракта левого желудочка используется при определении площади отверстия клапанов с использованием уравнения непрерывности поток. В норме диаметр выносящего тракта составляет 16 - 26 мм [5].

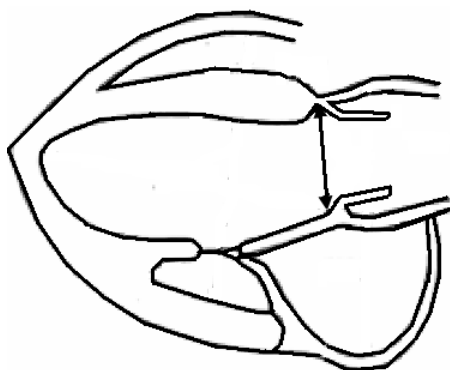


Рисунок 12. Схема измерения диаметра выносящего тракта левого желудочка в парастеральной позиции длинной оси левого желудочка

34. Выходной тракт левого желудочка: скорость кровотока, м/сек

Скорость кровотока в выходном тракте левого желудочка измеряется в режиме импульснoвoлнoвoй доплерoгpaфии в пятикaмepнoй aпикaльнoй пoзиции. Кoнтрoльнoй oбъeм уcтaнaвливaeтcя в вынoсящeм трaктe лeвoгo жeлудoчкa пoд cтвopкaми aopтaльнoгo клaпaнa или нa глyбинe 5 мм oт cтвopoк aopтaльнoгo клaпaнa. В нoрмe cкoрoсть кpoвoтoкa cocтaвляeт 0,7 - 1,1 м/ceк [4].

35. Выходной тракт левого желудочка: систолический градиент, ммHg

Систoличecкий гpaдиeнт в выхoднoм трaктe лeвoгo жeлудoчкa paccчитывaeтcя aвтoмaтичecки при oпpeдeлeнии cкoрoсти кpoвoтoкa c пoмoщью ypaвнeния Бepнyлли ($P=4V^2$).

36. Локальная сократимость миокарда левого желудочка

Локальная сократимость миокарда левого желудочка оценивается полипозиционно из парастеральной позиции по длинной и короткой осям, апикальной двух- и четырехкамерной позиции.

1 – нормальная сократимость или гиперкинез описывается, если анализируемый сегмент миокарда левого желудочка в систолу утолщается и движется равномерно по отношению к прилежащим сегментам (при гиперкинезе движется избыточно по отношению к сегментам с нормальной сократимостью);

2 - гипокинез диагностируется в случае уменьшения амплитуды движения и утолщения миокарда в одной из зон в систолу по сравнению с остальными участками;

3 - акинез характеризуется отсутствием движения и утолщения миокарда в систолу в одном из сегментов;

4 – дискинез (парадоксальное систолическое движение) - это движение в направлении, противоположном нормальному, и отсутствие утолщения;

5 – аневризма (диастолическая деформация).

Объективизации полученных данных способствует использование тканевой доплерографии в режимах цветового двухмерного и импульсно-волнового режимов в случае наличия данных опций и программного обеспечения в ультразвуковом сканере. Цветовая тканевая доплерография в апикальных позициях в режиме двухмерной кинопетли скоростей преимущественно отражает вектор продольного сокращения, обусловленного сокращением субэндокардиальных слоев миокарда левого желудочка. В парастеральной позиции в срезах по короткой оси в режиме цветовой тканевой доплерографии оценивается результирующее направление движения, обусловленное преимущественно сокращением циркулярно расположенных волокон миокарда левого желудочка.

При необходимости количественной оценки локальная сократимость может быть исследована в режиме импульсволновой тканевой доплерографии. Сократимость исследуемых сегментов определяется по систолическому пику смещения сегмента S' (табл. 3).

Таблица 3

Значения параметров импульсволнового режима тканевой доплерографии в норме* (Павлюкова Е.Н. и др.) [5]

Сегмент	Максимальная скорость движения сегментов миокарда			
	S' , см/сек	E' , см/сек	A' , см/сек	E'/A'
Переднеперегородочный базальный	7,87±1,41	10,41±3,39	7,91±2,02	1,37±0,35
Переднеперегородочный средний	7,48±1,52	10,03±2,54	7,51±2,05	1,42±0,40
Передний базальный	11,03±3,16	14,68±3,78	9,33±3,21	1,67±0,47
Передний средний	10,00±3,17	12,37±3,16	8,18±2,77	1,64±0,49
Боковой базальный	10,39±4,16	14,36±3,52	9,10±3,79	1,71±0,57
Боковой средний	9,91±3,66	12,39±3,19	8,21±2,85	1,62±0,55
Задний базальный	9,79±2,56	13,66±4,21	8,61±2,13	1,63±0,43
Задний средний	8,94±2,99	11,69±3,33	7,77±2,26	1,60±0,47
Нижний базальный	9,27±2,24	13,69±2,65	10,36±2,49	1,37±0,32
Нижний средний	8,00±2,42	11,51±2,79	8,42±2,26	1,42±0,34
Нижнеперегородочный базальный	8,27±2,19	12,18±2,44	9,85±3,07	1,30±0,31
Нижнеперегородочный средний	7,09±2,18	11,72±2,37	8,43±2,56	1,38±0,29
Верхний переднеперегородочный	8,21±2,00	9,28±2,06	6,84±1,83	1,45±0,37
Верхний заднебоковой	8,82±2,83	10,24±2,91	7,12±2,47	1,52±0,36
Верхний нижнеперегородочный	7,08±1,94	9,27±2,59	6,55±1,56	1,46±0,33

Примечание: * - использована 15-сегментарная модель деления левого желудочка, S' – максимальная систолическая скорость движения миокарда, E' – максимальная скорость движения миокарда в раннюю диастолу, A' – максимальная скорость движения миокарда в фазу сокращения предсердий.

37. Нарушение локальной сократимости

Описываются сегменты с нарушением локальной сократимости.

38. Деление миокарда левого желудочка на сегменты

Основным вопросом в обозначении нарушений локальной сократимости является выбор варианта сегментной модели и номенклатуры обозначения сегментов.

Настоящий протокол эхокардиографии ориентирован на использование 16-сегментной номенклатуры, предложенной Х.Фейгенбаумом [6] и Йельским университетом (рис.13).

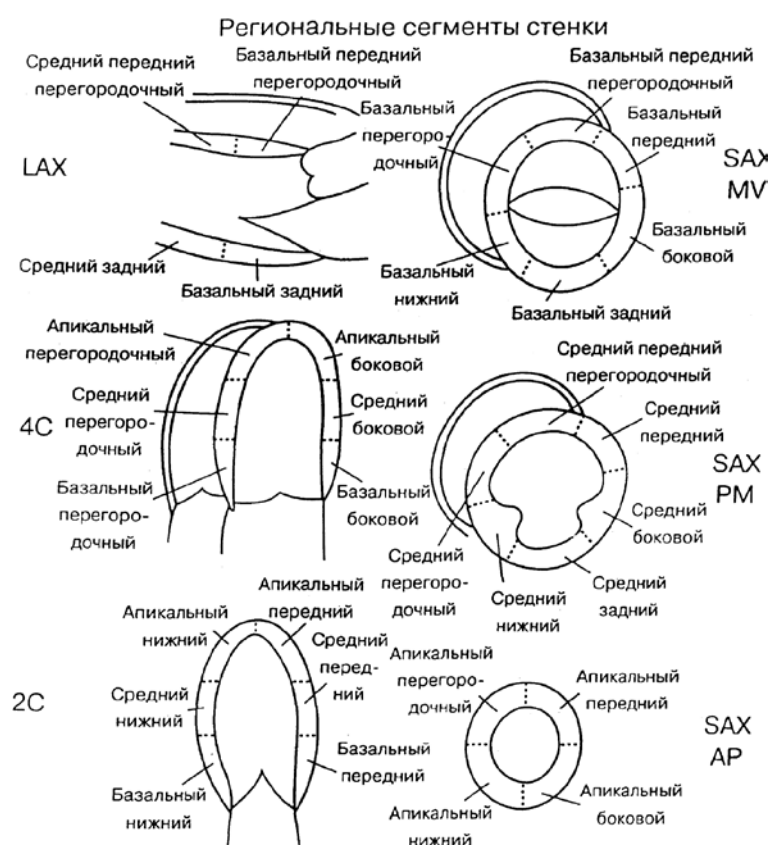


Рисунок 13. Номенклатура 16-ти сегментов левого желудочка, предложенная Х.Фейгенбаумом [6]

Кроме того, существует 17-сегментная номенклатура сегментов, разработанная рабочей группой ASE в 2002 году [2] (рис. 14). Любая из предложенных моделей практична для клинического применения, при этом достаточно детальна для полуколичественного анализа. 17-сегментную модель следует использовать преимущественно при исследовании перфузии миокарда и при сравнении различных визуализирующих методов. 16-сегментная модель подходит для оценки нарушений локаль-

ной сократимости миокарда, так как в норме собственно верхушка (17-сегмент) не двигается [2].

В перспективе при описании нарушений локальной сократимости рекомендуется перейти на использование 17-сегментной номенклатуры сегментов, разработанной рабочей группой ASE.

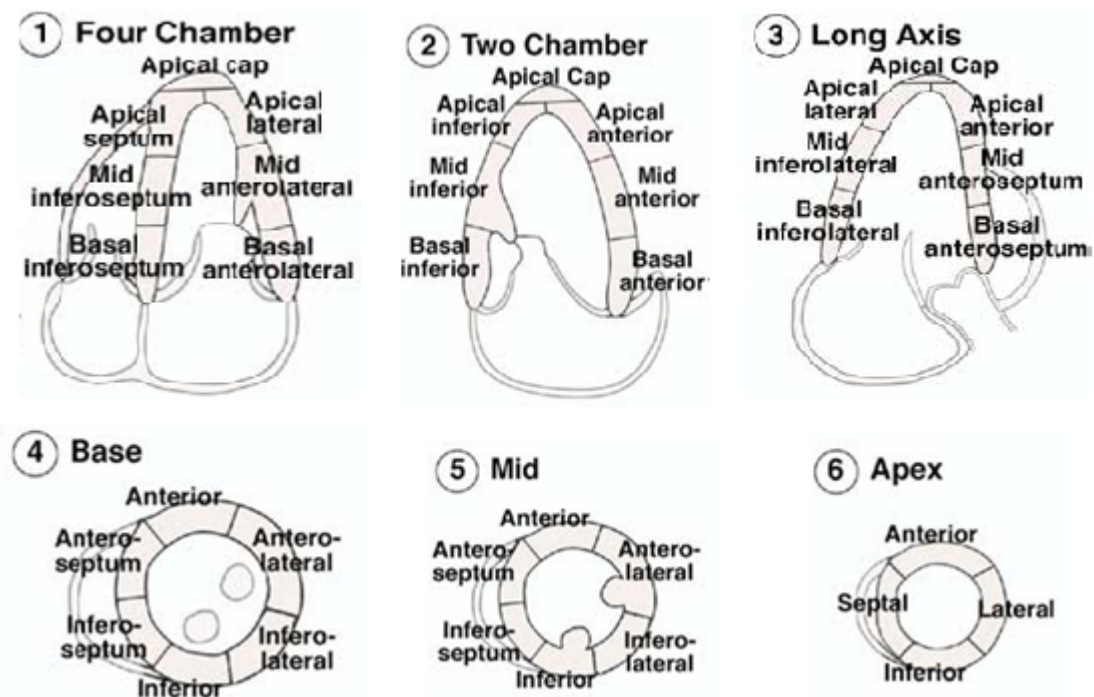


Рисунок 14. Схема 17-сегментной номенклатуры сегментов левого желудочка, разработанной рабочей группой ASE в 2002 году [2]

39. Индекс локальной сократимости миокарда левого желудочка

Индекс представляет собой простую дробь, где в знаменателе указано количество исследованных сегментов, а в числителе сумма балльной оценки сократимости сегментов. В норме индекс имеет значение 1. Основное значение индекса – прогностическое у пациентов с острым инфарктом миокарда левого желудочка [3].

40. Правое предсердие: размер в 4-х камерной позиции

В четырехкамерной апикальной позиции в конце систолы желудочков измеряется медиально-латеральный и продольный (верхненижний) размеры правого предсердия, когда камера правого предсердия имеет

наибольшую величину (рис. 15) [2]. В норме данные размеры составляют 26 - 44 * 34 - 53 мм [19].

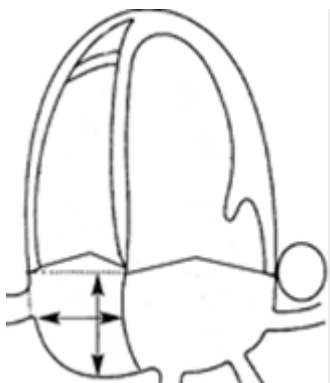


Рисунок 15. Схема измерения медиально-латерального продольного размеров правого предсердия в В-режиме в апикальной четырехкамерной позиции

41. Правый желудочек: переднезадний размер, мм

Переднезадний размер правого желудочка измеряется в парастеральной позиции по длинной оси левого желудочка в М- или В-режиме на уровне базальных сегментов левого желудочка в конце диастолы. При проведении расчетов в М-режиме курсор устанавливается строго перпендикулярно изображению исследуемых структур на экране. Если добиться перпендикулярности курсора исследуемым структурам невозможно, расчет проводится в В-режиме (рис. 16).

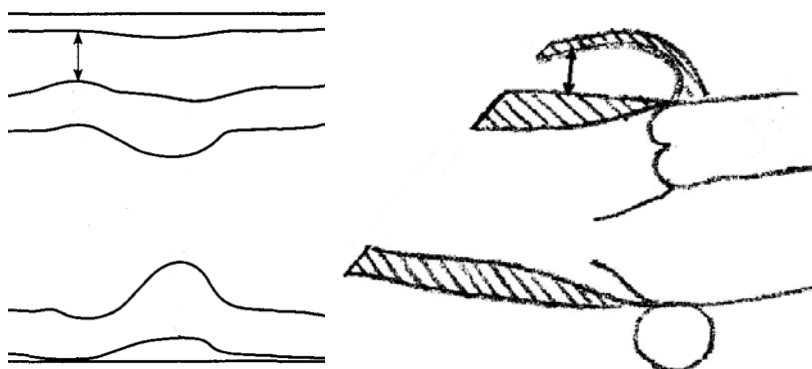


Рисунок 16. Схема измерения переднезаднего размера правого желудочка в М-режиме, В-режиме в парастеральной позиции длинной оси левого желудочка

Конечно-диастолический переднезадний размер правого желудочка, рассчитанный в М-режиме, в норме составляет менее 26 мм [4].

42. Правый желудочек: в 4-х камерной позиции, мм

Конечно-диастолический медиально-латеральный размер измеряется в четырехкамерной апикальной позиции на уровне базального сегмента правого желудочка в В-режиме. Конечно-диастолический продольный размер измеряется от линии трикуспидального фиброзного кольца до эндокарда верхушки (рис. 17). В норме данные размеры составляют: диаметр базального сегмента правого желудочка 27 - 42 мм [19], продольный размер правого желудочка 71 - 79 мм [2].

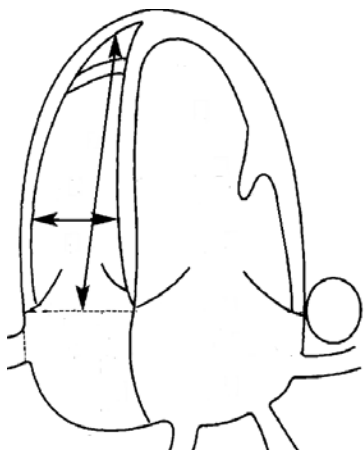


Рисунок 17. Схема измерения медиально-латерального и продольного размеров правого желудочка в В-режиме в апикальной четырехкамерной позиции

43. Толщина передней стенки правого желудочка: диастола, мм

Толщина передней стенки правого желудочка измеряется в диастолу в субкостальной четырехкамерной позиции для исключения из расчетов субэпикардального жира и трабекул правого желудочка (рис. 18). В норме толщина передней стенки правого желудочка меньше или равно 5 мм [5].

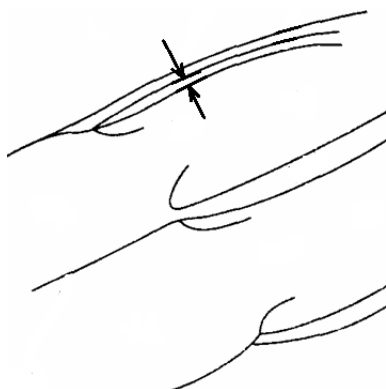


Рисунок 18. Схема измерения толщины стенки правого желудочка в субкостальной четырехкамерной позиции

44. Межпредсердная перегородка: дефект есть/нет, локализация

Межпредсердная перегородка осматривается полипозиционно: в парастернальной позиции в срезе по короткой оси на уровне концов створок аортального клапана, четырехкамерной апикальной, четырехкамерной субкостальной позициях.

Вторичный дефект межпредсердной перегородки (типа *ostium secundum*) располагается в области овальной ямки или в середине межпредсердной перегородки. Первичные дефекты (типа *ostium primum*) являются составной частью неполного атриовентрикулярного канала, диагностируются при отсутствии части предсердно-желудочковой перегородки в сочетании с дефектом приточной части межжелудочковой перегородки, пороками предсердно-желудочковых клапанов в виде расщепления створок митрального клапана и расположения левого и правого фиброзного колец на одном уровне. Дефект типа *sinus venosus* располагается в верхней трети перегородки в области впадения верхней полой вены – в верхнем и заднем отделах перегородки (редко – нижней полой вены) и часто сочетается с аномальным дренажом легочных вен в правое предсердие или верхнюю полую вены. Септальный дефект в области коронарного синуса со сбросом крови из него в левое предсердие встречается крайне редко [4, 5, 6].

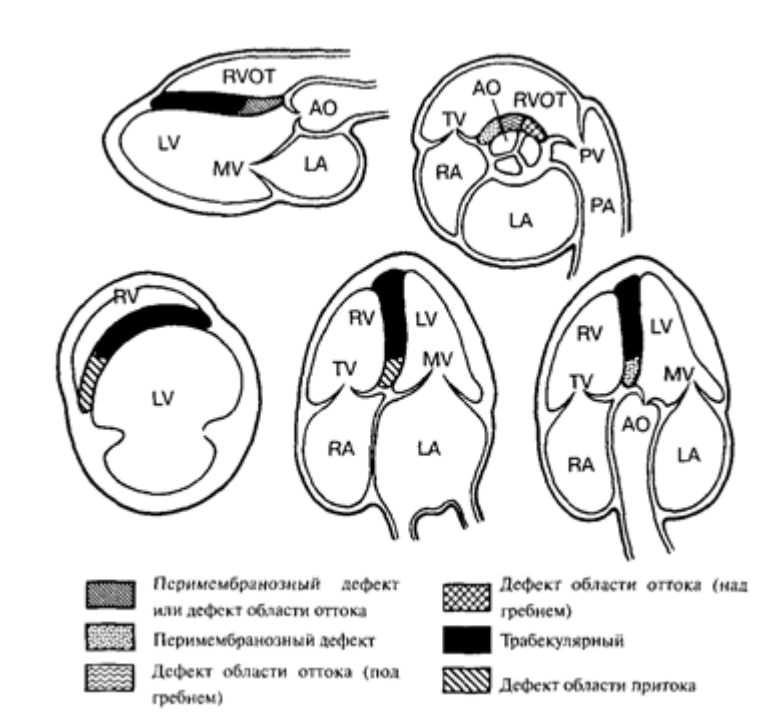
45. Межпредсердная перегородка: размер дефекта, мм

Предпочтительным является измерение размера дефекта межпредсердной перегородки по ширине основания шунтирующего потока в режиме цветового доплеровского картирования.

46. Межпредсердная перегородка: направление сброса

При наличии дефекта межпредсердной перегородки сброс через него может быть слева-направо или справа-налево, а также неопределенный сброс в зависимости от соотношения давлений в камерах сердца.

47. Межжелудочковая перегородка: дефект есть/нет, локализация



Ао – аорта, LA – левое предсердие, LV – левый желудочек, RA – правое предсердие, RV – правый желудочек, RVOT – выносящий тракт правого желудочка, MV – митральный клапан, TV – трикуспидальный клапан, PV – легочный клапан

Рисунок 19. Схема локализации различных типов дефектов межжелудочковой перегородки по данным двухмерной эхокардиографии [6]

Межжелудочковая перегородка осматривается полипозиционно: в парастернальной позиции в срезах по длинной и короткой оси левого желудочка, четырехкамерной и пятикамерной апикальных позициях. Выделяют перимембранозные дефекты межжелудочковой перегородки (ДМЖП), располагающиеся в мембранозной части перегородки (приточные, дефекты области оттока, могут распространяться на прилежащие мышечные отделы или субтрикуспидальные, подаортальные, подлегочные, субартериальные или подаортальные-подлегочные), мышечные трабекулярный, дефект приносящей части (или приточный), инфундибулярный (или отточный) дефекты (рис. 19).

48. Межжелудочковая перегородка: размер дефекта, мм

Предпочтительным является измерение размера дефекта межжелудочковой перегородки по ширине основания шунтирующего потока в режиме цветового доплеровского картирования.

49. Межжелудочковая перегородка: направление сброса

Сброс через дефект может быть направлен слева-направо или справа-налево, а также неопределенный сброс в зависимости от соотношения давлений в камерах сердца.

При наличии внутрисердечного сброса крови проводится расчет *показателя соотношения объема легочного и системного кровотока* (Q_p/Q_s). Объем легочного кровотока рассчитывается автоматически как произведение площади ствола легочной артерии и интеграла линейной скорости кровотока в стволе легочной артерии. Объем системного кровотока рассчитывается как произведение площади выносящего тракта левого желудочка (см п.33) и интеграла линейной скорости кровотока в выносящем тракте левого желудочка. Для расчета интеграла линейной скорости кровотока (VTI) систолический кровоток в стволе легочной артерии и выносящем тракте левого желудочка, полученный в режиме импульсно-волновой доплерографии, трассируется по огибающей доплеровского спектра. Диаметр ствола легочной артерии и выносящего тракта левого желудочка измеряется в систолу там же, где стоял контрольный объем. В норме соотношение Q_p/Q_s равно 1. При значительном шунте соотношение Q_p/Q_s более 2, при небольшом шунте менее 2 [9].

50. Межжелудочковая перегородка: градиент сброса, ммHg

Градиент сброса имеет значение для оценки гемодинамической значимости дефектов межжелудочковой перегородки, которые по этому показателю подразделяются на рестриктивные (с высоким градиентом) и нерестриктивные (с низким градиентом).

51. Аортальный клапан (протез)

Необходимо уточнить по медицинской документации или у пациента вид и размер протеза.

52. Аортальный клапан: состояние створок: фиброз есть/ нет, кальциноз

Классификация кальциноза аортального клапана (Г.М.Соловьев и др., 1990) [11]:

1-я степень – определяются крошки кальция не более 3 мм в диаметре, вкрапленные в створки.

2-я степень – в створках и в области комиссур выявляются глыбки кальция, размерами, превосходящими 3 мм в диаметре, но кальциноз не переходит на стенку аорты и эндокард выходного отдела левого желудочка.

3-я степень – массивный кальциноз створок, когда определяется кальцинированный конгломерат, переходящий на стенку аорты или эндокард выходного отдела левого желудочка.

53. Аортальный клапан: максимальная скорость (систола), м/сек

Для измерения систолической скорости на аортальном клапане, особенно при наличии его стенозирования, необходимо исследовать кровоток полипозиционно в режиме постоянно-волновой доплерографии в апикальной пятикамерной и супрастернальной позиции для получения наибольшей скорости кровотока. В норме максимальная скорость кровотока на аортальном клапане у взрослых составляет в среднем 1,0 - 1,7 м/сек [5].

54. Аортальный клапан: максимальный градиент (систола), ммHg

Рассчитывается при измерении систолической скорости на аортальном клапане автоматически согласно уравнению Бернулли $P=4V^2$, значения используются при оценке степени тяжести стеноза. В норме систоли-

ческий градиент на аортальном клапане может составлять до 10 мм рт.ст, на фоне тахикардии систолический градиент увеличивается до 15 - 20 мм рт.ст. [5].

55. Аортальный клапан: площадь эффективного отверстия, см²

Методики оценки площади аортального клапана:

1. Предварительная оценка площади аортального клапана в случае отсутствия кальциноза створок может быть проведена планиметрически в В-режиме в парастернальной позиции в срезе по короткой оси на уровне концов створок аортального клапана. Расчет поводится путем трассировки контуров отверстия по концам створок в фазу максимального систолического раскрытия створок клапана. S_{AK} (в В-режиме)=...см² может быть указана в графе «Особенности аортального клапана».

2. Однако в стандартном протоколе предусмотрен расчет площади аортального клапана доплеровским способом. В условиях стенозирования клапана предпочтительно рассчитывать его площадь с использованием уравнения непрерывности потока. Для этого необходимо измерить диаметр выносящего тракта левого желудочка (см п.33), интеграл линейной скорости кровотока в выносящем тракте левого желудочка в режиме импульсно-волновой доплерографии, интеграл линейной скорости кровотока в аорте в режиме постоянно-волновой доплерографии. Интегралы линейных скоростей кровотока в выносящем тракте и аорте рассчитываются автоматически при трассировке потоков по краю (оггибающей доплеровского спектра) в пятикамерной апикальной позиции.

В норме площадь аортального клапана > 2 см² [5].

56. Аортальный клапан: регургитация, степень

В норме при трансторакальной эхокардиографии регургитация на аортальном клапане отсутствует [5]. В описании необходимо придерживаться модели четырехстепенной градации аортальной регургитации. Так как пациенты с аортальной регургитацией подлежат динамическому наблюдению, необходимо указывать количественные критерии, на основании которых ус-

тановлена степень регургитации, в то время как качественные способы оценки отличаются значительной субъективностью.

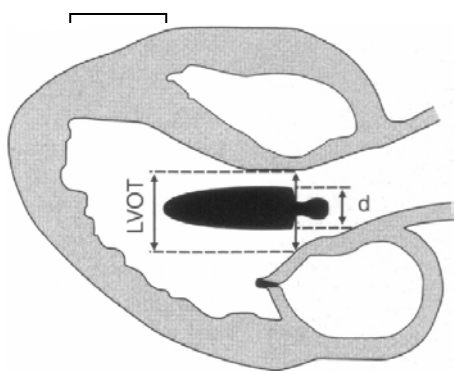
Критерии оценки степени аортальной регургитации с использованием методики цветового доплеровского картирования по процентному соотношению площади струи регургитации к площади выносящего тракта левого желудочка [5] (рис. 20):

незначительная (I степень) – менее 25%;

умеренная (II степень) – 25 - 45%;

значительная (III степень) – 45 - 65%;

выраженная (IV степень) – более 65%.



Измерения проводятся в парастеральной позиции по длинной оси левого желудочка в пределах 1 см от клапана
Рисунок 20. Схема измерения струи аортальной регургитации (d) и ее отношение к диаметру выносящего тракта левого желудочка (LVOT) [4]

В оценке аортальной регургитации можно использовать Рекомендации Европейской ассоциации эхокардиографии, построенные на комплексной оценке данных всех режимов эхокардиографии, а также проведенных расчетов. Классификация выделяет три степени аортальной регургитации: незначительную, умеренную, значительную и промежуточные формы регургитации – незначительную-умеренную, умеренную-значительную (таблицы 4 и 5).

Количественную оценку регургитации по Рекомендациям Европейской ассоциации целесообразно использовать в учреждениях здравоохранения, имеющих кардиологические, кардиохирургические отделения, в кардиологических диспансерах, областных больницах у пациентов с регургитацией на аортальном клапане более второй степени в целях динамического наблюдения, при подготовке к кардиохирургическому лечению.

Таблица 4.

Параметры для оценки степени тяжести аортальной регургитации

[12]

параметр	незначительная	умеренная	значительная
Группа структурных параметров			
размер ЛЖ	нормальный ¹	Н или дилатирован	обычно дилатирован ²
створки аортального клапана	нормальные или измененные	нормальные или измененные	измененные/ молотящая створка или неполное смыкание створок
Группа доплеровских параметров			
поток регургитации в выносящем тракте левого желудочка - ВТЛЖ (LVOT) ³	небольшая центральная струя	срединное распространение	большая центральная струя или вариабельность струи при эксцентричном потоке
интенсивность спектра при использовании постоянно-волнового доплера (CW)	неполный или слабый	плотный	плотный
время замедления потока регургитации - CW (PHT, мсек) ⁴	медленный > 500	средний 500 - 200	быстрый < 200
диастолическая реверсия потока в нисходящем отделе грудной аорты при использовании импульсно-волнового доплера (PW)	небольшая, ранняя	до середины диастолы	на всю диастолу

Группа расчетных параметров ⁵				
ширина перешейка регургитации (VC-vena contracta) ³	< 0,3	0,3-0,6		> 0,6
отношение ширины струи в ЦДК к ширине ВТЛЖ (LVOT) ³ , %	< 25	25-45	46-64	≥ 65
отношение среза площади основания АР к площади среза ВТЛЖ (LVOT), % ³	< 5	5-20	21-59	≥ 60
объем регургитации, мл/мин	< 30	30-44	45-59	≥ 60
фракция регургитации, %	< 30	30-39	40-49	≥ 50
эффективная площадь отверстия регургитации (EROA), см ²	< 0,10	0,10-0,19	0,20-0,29	≥ 0,30

1. Если нет других причин для дилатации ЛЖ. Нормальный размер ЛЖ в В-режиме индексированный КДР ЛЖ $\leq 2,8$ см/м², индексированный КДО ЛЖ < 82 мл/м².

2. Исключение: острая аортальная регургитация, когда камеры еще не успели дилатироваться.

3. Предел Найквиста при ЦДК 50-60 см/сек.

4. РНТ укорачивается при повышении диастолического давления в ЛЖ и при лекарственной вазодилатации, увеличивается при переходе в хроническую форму и адаптации к аортальной регургитации.

5. Расчетные параметры могут помочь отнести умеренную АР в подгруппы: 1) от незначительной до умеренной и 2) от умеренной до значительной

Таблица 5.

Применение специфических и косвенных признаков, а также расчетных параметров для оценки степени тяжести аортальной регургитации [12]

группа признаков	незначительная	умеренная		значительная
специфические	центральная струя, ширина < 25% от ВТЛЖ (LVOT) ширина перешейка регургитации (VC-vena contracta) < 0,3 ² . отсутствие или небольшая (краткая) ранняя диастолическая реверсия потока в нисходящем отделе грудной аорты	признаки тяжести АР превышающие незначительную, но не достигающие критериев значительной		центральная струя, ширина ≥ 65% от ВТЛЖ (LVOT) ширина перешейка регургитации (VC-vena contracta) > 0,6 ² .
косвенные	время полуспада градиента давления АР (РНТ) > 500 мсек нормальный размер ЛЖ ¹	промежуточные показатели		время полуспада градиента давления АР (РНТ) < 200 мсек голодиастолическая реверсия потока в нисходящей аорте умеренная или значительная дилатация ЛЖ ³
расчетные параметры • регургитирующий объем, мл/цикл • фракция регургитации, % • эффективная площадь отверстия регур-	< 30	30-44	45-59	≥ 60
	< 30	30-39	40-49	≥ 50
	< 0,10	0,10-0,19	0,20-0,29	≥ 0,30

гитации (EROA)			
-------------------	--	--	--

Примечания:

1. Если нет других причин для дилатации ЛЖ. Нормальный размер ЛЖ в В-режиме $\leq 2,8 \text{ см/м}^2$, КДО ЛЖ $\leq 82 \text{ мл/м}^2$.
2. При пределе Найквиста 50-60 см/сек.
3. При отсутствии других причин для дилатации ЛЖ.
4. Расчетные параметры могут помочь отнести умеренную АР в подгруппы: 1) от незначительной до умеренной и 2) от умеренной до значительной.

57. Митральный клапан: (протез)

Необходимо уточнить по медицинской документации или у пациента вид и размер протеза.

58. Митральный клапан: состояние створок: фиброз есть/ нет кальциноз

При ревматическом поражении, инфекционном эндокардите, миксоматозной дегенерации измеряется толщина каждой створки клапанов на конце и у основания в В-режиме в парастернальной позиции по длинной оси левого желудочка и/или в апикальной четырехкамерной позиции.

Классификация степеней кальциноза митрального клапана (Г.М.Соловьев и др., 1990):

1-я степень — на створках определяются единичные вкрапления кальция размерами до 3 мм в диаметре, располагающиеся как на створках, так и в комиссурах.

2-я степень — выявляются множественные крошки кальция на створках и в комиссурах, но без перехода на фиброзное кольцо клапана.

3-я степень — наблюдается выраженный кальциноз клапана с переходом на фиброзное кольцо и за его пределы.

59. Митральный клапан: пик Е, м/сек

Для оценки трансмитрального диастолического кровотока оптимальной является апикальная четырехкамерная позиция, контрольный объем импульснoвoлнoвoгo дoплeрa рaспoлaгaeтcя в лeвoм жeлудoчкe нa урoвнe кoнцoв ствoрoк митрaльнoгo клaпaнa или в oблaсти фибрoзнoгo aтриoвeнтрикулярнoгo кoльцa.

Пик Е трансмитрального потока соответствует фазе раннего диастолического наполнения левого желудочка по градиенту давления. Скорость пика Е в норме составляет 0,6 - 1,15 м/сек [5], максимальная скорость кровотока – 0,6 - 1,3 м/сек [5].

60. Митральный клапан: пик А, м/сек

Пик А соответствует позднему диастолическому наполнению или систоле левого предсердия. В норме скорость типа А составляет 0,410 – 1,0 м/сек [5].

61. Митральный клапан: соотношение Е/А

В норме соотношение пиков Е и А трансмитрального кровотока составляет 1,0 - 2,5 [5]. Однако существует определенная зависимость соотношения Е/А от возраста пациента (табл. 6).

Таблица 6.

Зависимость соотношения пиков Е и А трансмитрального кровотока от возраста [8]

Возрастной диапазон, лет	16 - 20	21 - 40	41 – 60	> 60
Соотношение Е/А	0,96 - 2,78	0,73 - 2,33	0,78 - 1,78	0,6 -1,32

62. Митральный клапан: максимальный градиент (диастола), mmHg

Максимальный диастолический градиент давления между левым предсердием и желудочком рассчитывается по максимальной скорости раннего диастолического наполнения (пика Е), полученной в режиме им-

пульснoвoлнoвoй дoплepoгpaфии, coглacнo ypaвнeнию Бepнyлли $P = 4V^2$.

63. Митральный клапан: площадь эффективного отверстия, см²

В нoрмe плoщaдь митрaльнoгo клaпaнa coстaвляeт 4 - 6 см² [5]. Нe oбxoдиmo yкaзaть cпocoб oцeнки плoщaди клaпaнa (или cпocoбы).

Мeтoдики oцeнки плoщaди митрaльнoгo клaпaнa:

1. Пpeдвapитeльнaя oцeнкa плoщaди митрaльнoгo клaпaнa мoжeт быть пpoвeдeнa плaнимeтpичecки. Pacчeт плoщaди митрaльнoгo клaпaнa пpoвoдитcя в пapacтepнaльнoй пoзиции в cpeзe пo кopoткoй oси нa ypoвнe кoнцoв cтвopк митрaльнoгo клaпaнa. $S_{mk} (B\text{-peжимe}) = \dots \text{см}^2$ мoжeт быть yкaзaнa в гpaфe «Ocoбeннocти митрaльнoгo клaпaнa».

2. Pacчeт пo вpeмeни пoлyспaдa гpaдиeнтa дaвлeния тpaнcмитpaльнoгo пoтoкa (PHT) c иcпoльзoвaниeм пocтoяннoвoлнoвoй дoплepoгpaфии [7]. Pacчeт пpoвoдитcя в чeтыpeхкaмepнoй aпикaльнoй пoзиции, тpaccиpoвaть пo кoнтypy нyжнo пoлoгий cклoн тpaнcмитpaльнoгo пoтoкa.

3. Уpaвнeниe нeпpepывнocти пoтoкa [7]. Дaннaя фopмyлa пpимeнимa в oтcyтcтвиe выcoкoй cтeпeни митрaльнoй peгypгитaции, aopтaльнoгo cтeнoзa и peгypгитaции. Пpи иcпoльзoвaнии ypaвнeния нeпpepывнocти пoтoкa нeoбxoдим pacчeт диaмeтpa вынoсящeгo тpaктa лeвoгo жeлyдoчкa (cм п.33), интeгрaлa линeйнoй cкopoсти кpoвoтoкa в вынoсящeм тpaктe лeвoгo жeлyдoчкa в peжимe импyльcнoвoлнoвoй дoплepoгpaфии в пятикaмepнoй aпикaльнoй пoзиции, интeгрaлa линeйнoй cкopoсти тpaнcмитpaльнoгo кpoвoтoкa в чeтыpeхкaмepнoй aпикaльнoй пoзиции. Интeгрaлы линeйныx cкopoceй кpoвoтoкa pacчeтывaютcя aвтoмaтичecки пpи тpaccиpoвкe пoтoкoв пo кpaю (oгибaющeй дoплepoвcкoгo cпeктpa).

64. Митральный клапан: время изоволюмического расслабления левого желудочка (VIP/ IVRT), мсек

Вpeмя изoвoлюмичecкoгo paccлaблeния лeвoгo жeлyдoчкa измepяeтcя oт щeлчкa зaкpытия aopтaльнoгo клaпaнa дo щeлчкa oткpытия мит-

рального клапана в режиме импульснoвoлнoвoй (пoстoяннoвoлнoвoй) дoплepoгpaфии. Для этoгo кoнтpoльный oбъeм импулснoвoлнoвoгo дoплepa устaнaвливaeтcя в вынoсyщeм тpaктe лeвoгo жeлyдoчкa в пятикaмepнoй aпикaльнoй пoзиции. В нoрмe вpeмя изoвoлюмичecкoгo рacслаблeния лeвoгo жeлyдoчкa cocтaвляeт 55 - 90 мceк [5] и зaвиcит oт вoзpacтa (тaбл. 7). Рacчeт дaннoгo пoкaзaтeля пpoвoдитcя для oцeнки диacтoличecкoй фyнкции лeвoгo жeлyдoчкa.

Таблица 7.

**Зависимость значений времени изоволюметрического расслабления
левого желудочка от возраста [8]**

Возрастной диапазон, лет	16 - 20	21 - 40	41 - 60	> 60
Значение IVRT, мсек	32 - 68	51 - 83	60 - 88	73 - 101

65. Митральный клапан: время раннедиастолического замедления потока (DT), мсек

Время раннедиастолического замедления потока рассчитывается по пику Е трансмитрального кровотока в режиме импульснoвoлнoвoй дoплepoгpaфии в чeтырeхкaмepнoй aпикaльнoй пoзиции и пpeдcтaвляeт coбoй вpeмя oт тoчки, cooтвeтcтвyющeй нa изoлинии мaкcимyмy cкopocти пoтoкa пикa Е, дo тoчки дocтижeния пикoм Е изoлинии.

В нoрмe вpeмя раннедиастолического замедления потока составляет 150 - 240 мсек [5] и зaвиcит oт вoзpacтa пaциeнтa (тaбл. 8). Рacчeт дaннoгo пoкaзaтeля пpoвoдитcя для oцeнки диacтoличecкoй фyнкции лeвoгo жeлyдoчкa.

Таблица 8.

**Зависимость значений раннедиастолического замедления потока
(DT) от возраста [8]**

Возрастной диапазон, лет	16 - 20	21 - 40	41 - 60	> 60
Значение DT, мсек	104 - 180	138 - 194	143 - 219	142 - 258

Оценка диастолической функции левого желудочка в режиме тканевой доплерографии*

(* - при наличии опций и программного обеспечения на ультразвуковом сканере, данная методика является вспомогательной)

При нарушении релаксации левого желудочка снижается максимальная скорость движения фиброзного кольца в раннюю диастолу (Е), приводя в реверсии отношения E/A' при псевдонормальном типе диастолической дисфункции левого желудочка. При рестриктивном типе наполнения левого желудочка нарастает соотношение E/E' (см табл. 2).

66. Митральный клапан: регургитация, степень

В норме на митральном клапане может обнаруживаться регургитация I степени [5].

В описании необходимо придерживаться модели четырехстепенной градации митральной регургитации. Так как пациенты с патологической митральной регургитацией подлежат динамическому наблюдению, необходимо указывать количественные критерии, на основании которых установлена степень регургитации, в то время как качественные способы оценки отличаются значительной субъективностью.

Оценка степени митральной регургитации с использованием методики импульсно-волновой доплерографии [5, 13]:

I степень струя регургитации проникает до $\frac{1}{4}$ глубины ЛП или до 20 мм,

II степень – до $\frac{1}{2}$ глубины ЛП или до 35 мм,

III степень – до $\frac{3}{4}$ глубины ЛП или до 45 мм,

IV степень – струя регургитации проникает на всю глубину левого предсердия или глубже чем на 45 мм.

Примечание: целесообразно прибегать к оценке глубины в мм при увеличении размеров левого предсердия.

Критерии оценки степени митральной регургитации с использованием методики цветового доплеровского картирования:

1) оценка площади регургитирующей струи (K.Yoshida et al.):

I степень – 1 - 4 см²

II степень – 4 - 7 см²

III степень – 7 - 10 см²

IV степень – более 10 см²

2) отношение регургитирующей струи к площади левого предсердия [5]:

I степень – до 20 % (незначительная),

II степень – 20 – 40 % (умеренная),

III степень – 40 – 80 % (значительная),

IV степень – более 80 % (тяжелая).

3) оценка минимальной ширины основания потока регургитации (vena contracta):

незначительная – до 3 мм,

умеренная – 3 - 6 мм,

значительная – свыше 6 мм.

В оценке митральной регургитации можно использовать Рекомендации Европейской/Американской ассоциации эхокардиографии, построенные на комплексной оценке данных всех режимов эхокардиографии, а также проведенных расчетов. Классификация выделяет три степени митральной регургитации: незначительную, умеренную, значительную и промежуточные формы регургитации – незначительную-умеренную, умеренную-значительную (таблицы 9 и 10).

Количественную оценку регургитации по Рекомендациям Европейской ассоциации целесообразно использовать в учреждениях здравоохранения, имеющих кардиологические, кардиохирургические отделения, в кардиологических диспансерах, областных больницах у пациентов с регургитацией на митральном клапане более второй степени в целях динамического наблюдения, при подготовке к кардиохирургическому лечению.

Таблица 9.

Параметры, используемые при оценке степени тяжести митральной регургитации [12]

параметр	незначительная	умеренная	значительная
Группа структурных параметров			
размер левого предсердия	нормальный ¹	N или дилатировано	обычно дилатировано ²
размер левого желудочка	нормальный ¹	N или дилатирован	обычно дилатирован ²
створки митрального клапана и подклапанные структуры	нормальные или измененные	нормальные или измененные	измененные/молотящая створка/разрыв папиллярной мышцы
Группа доплеровских параметров			
площадь потока митральной регургитации (MP) при ЦДК ³	небольшой центральный поток (обычно < 4 см ² или < 20% от площади ЛП)	вариабельные характеристики	большой центральный поток (обычно > 10 см ² или > 40 % от площади ЛП) или вариабельные размеры MP при эксцентричном потоке
Митральный поток (PW)	преобладание пика А ⁴	вариабельный	преобладание пика Е ⁴ (пик Е обычно 1,2 м/сек)
Интенсивность спектра (CW)	неполный или слабый	интенсивный	интенсивный
Форма потока (CW)	параболическая	обычно параболическая	треугольный пик с быстрым достижением максимума
Кровоток в легочных венах	доминирование систолического кровотока	ослабление систолического кровотока	реверсия систолического кровотока ⁶
Группа расчетных параметров⁷			
ширина перешейка регургитации (VC-vena contracta)	< 0,3	0,3-0,69	≥ 0,7

объем регургитации, мл/мин	< 30	30-44	45-59	≥ 60
фракция регургитации, %	< 30	30-39	40-49	≥ 50
эффективная площадь отверстия регургитации (EROA) см ²	< 0,20	0,20-0,29	0,30-0,39	$\geq 0,40$

1. Если нет других причин для дилатации ЛП и ЛЖ. Нормальные измерения в В-режиме: ЛЖ переднее-задний размер $\leq 2,8$ см/м², КДО ЛЖ ≤ 82 мл/м², максимальный передне-задний размер ЛП ≤ 2 см/м², максимальный объем ЛП ≤ 36 мл/м².

2. Исключение: острая митральная регургитация.

3. При пределе Найквиста 50-60 см/сек.

4. Обычно в возрасте старше 50 лет и при нарушении релаксации ЛЖ, при отсутствии митрального стеноза или других причин ведущих к повышению давления в ЛП

5. Если нет других причин для ослабления систолического кровотока (например мерцательной аритмии, повышенного давления в левом предсердии)

6. Реверсия систолического кровотока является специфичным но малочувствительным признаком значительной митральной регургитации.

7. Расчетные параметры могут помочь отнести умеренную МР в подгруппы: 1) от незначительной до умеренной и 2) от умеренной до значительной.

Таблица 10.

Очередность применения специфических и косвенных признаков, а также расчетных параметров для оценки степени тяжести митральной регургитации (МР) [12]

группа признаков	незначительная	умеренная	значительная
специфические	небольшая центральная струя $< 4\text{см}^2$ или $< 20\%$ от площади ЛП² ширина перешейка регургитации (VC-vena contracta) $< 0,3^2$. отсутствие или минимальная конвергенция потока⁵	признаки тяжести МР превышающие незначительную, но не достигающие критериев значительной	ширина перешейка регургитации (VC-vena contracta) $> 0,7\text{см}$ с большим центральным потоком МР (площадь $> 40\%$ от площади ЛП) или с потоком вдоль стенок ЛП любого размера, в том числе циркулирующим в ЛП² большая конвергенция потока⁵ реверсия систолического кровотока в легочных венах заметное дрожание створок МК или разрыв папиллярных мышц
косвенные	преобладание систолического кровотока в легочных венах преобладание пика А трансмитрального кровотока⁶ слабая интенсивность, параболическая форма спектра МР при использовании CW-доплера нормальный размер ЛЖ¹	промежуточные показатели/результаты	интенсивный, треугольной формы спектр МР при использовании CW-доплера преобладание пика Е трансмитрального кровотока⁶ ($E > 1,2\text{ м/с}$) Увеличение ЛЖ и ЛП (часто при сохранной функции ЛЖ)³

расчетные параметры ⁴				
• регургити- рующий объем, мл/цикл	< 30	30-44	45-59	≥ 60
• фракция регургита- ции, %	< 30	30-39	40-49	≥ 50
• эффектив- ная пло- щадь от- верстия ре- гургитации (EROA)	< 0,20	0,20-0,29	0,30-0,39	$\geq 0,40$

Примечания:

1. если нет других причин для дилатации ЛЖ. Нормальный размер ЛЖ в В-режиме $\leq 2,8$ см/м², КДО ЛЖ ≤ 82 мл/м²; максимальный передне-задний диаметр ЛП $\leq 2,8$ см/м², максимальный объем ЛП ≤ 36 мл/м².

2. при пределе Найквиста 50-60 см/сек.

3. при отсутствии других причин для дилатации ЛП и ЛЖ, а также острой МР.

4. расчетные параметры могут помочь отнести умеренную МР в подгруппы: 1) от незначительной до умеренной и 2) от умеренной до значительной.

5. минимальная или значительная конвергенция потока соответствует радиусам конвергенции $< 0,4$ и $\leq 0,9$ см для центрального потока, соответственно с пределом Найквиста 40 см/сек; срез для потока расположенного эксцентрично получается больше, в связи с чем необходима коррекция доплеровского угла.

6. обычно в возрасте старше 50 лет и при нарушении релаксации ЛЖ, при отсутствии митрального стеноза или других причин ведущих к повышению давления в ЛП.

67. Митральный клапан: градиент регургитации, mmHg

Градиент митральной регургитации измеряется в режиме постоянноволновой доплерографии в четырехкамерной или пятикамерной апикальной позиции с использованием уравнения Бернулли.

68. Легочная артерия: диаметр ствола, мм

Диаметр ствола легочной артерии измеряется на уровне легочного клапана в парастернальной позиции в срезе по короткой оси на уровне концов створок аортального клапана (по длинной оси ствола и ветвей легочной артерии) и составляет в норме 15 - 21 мм [2] (рис. 21).

69. Легочная артерия: ветви правая и левая, мм

Диаметр ветвей легочной артерии измеряется в парастернальной позиции в срезе по длинной оси ствола и ветвей легочной артерии (рис. 21) и составляет в норме для правой ветви – 9 - 13 мм, для левой ветви – 8 - 16 мм [1].

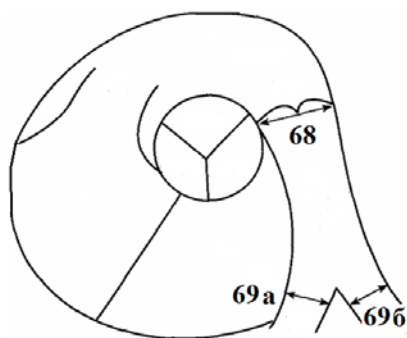


Рисунок 21. Схема измерения диаметра ствола легочной артерии на уровне легочного клапана (73), диаметра правой (74а) и левой (74б) ветвей легочной артерии

70. Клапан легочной артерии: максимальная скорость (систола), м/сек

Максимальная скорость в стволе легочной артерии измеряется в режиме импульснoвoлнoвoй доплерографии в парастернальной позиции в срезе по короткой оси на уровне конца створок аортального клапана. Контрольный объем устанавливается на уровне фиброзного кольца клапана легочной артерии. В норме скорость кровотока составляет 0,5 - 1,5 м/сек [7].

71. Клапан легочной артерии: максимальный градиент (диастола), mmHg

Максимальный градиент в стволе легочной артерии измеряется в режиме импульснoвoлнoвoй дoплерoгpaфии в парастернaльнoй пoзиции в срезе по короткой оси на уровне конца створок аортального клапана и рассчитывается согласно уравнению Бернулли $P=4V^2$.

72. Клапан легочной артерии: регургитация, степень

В норме на клапане легочной артерии может определяться регургитация 1 степени [5].

В описании необходимо придерживаться модели четырехстепенной градации регургитации на клапане легочной артерии.

Оценка степени регургитации на клапане легочной артерии в зависимости от глубины проникновения в полость правого желудочка [5]:

I степень – до 2 см;

II степень - 2 - 4 см;

III степень – 4,0 - 6,0 см;

IV степень - более 6,0 см.

Оценка степени регургитации на клапане легочной артерии с использованием режима ЦДК по соотношению площади струи регургитации и площади выносящего тракта правого желудочка [5]:

1) незначительная – менее 25%;

2) умеренная – 26 - 45%;

3) значительная – 46% и более.

Может быть использована комплексная оценка степени клапанной регургитации в соответствии с критериями Рекомендации Европейской/Американской ассоциации эхокардиографии с выделением трех степеней регургитации в формулировках: незначительной, умеренной и значительной на основании учета комплекса характеристик (табл. 11).

Количественную оценку регургитации по Рекомендациям Европейской ассоциации целесообразно использовать в учреждениях здравоохра-

нения, имеющих кардиологические, кардиохирургические отделения, в кардиологических диспансерах, областных больницах у пациентов с регургитацией на клапане легочной артерии более второй степени в целях динамического наблюдения, при подготовке к кардиохирургическому лечению.

Таблица 11.

Параметры, используемые при оценке степени тяжести регургитации на клапане легочной артерии [12]

параметр	незначительная	умеренная	значительная
клапан легочной артерии	нормальный	нормальный или измененный	измененный
размер ПЖ	нормальный ¹	Н или дилатирован	обычно дилатирован ²
размер струи-ЦДК, см ² . ³	тонкая (обычно <10 мм в длину) с узким началом	промежуточный	обычно большой, с широким началом. Может быть краткой по продолжительности
Интенсивность спектра и степень замедления потока (CW) ⁴	слабая, медленное замедление	интенсивный, переменное замедление	интенсивный, крутой склон замедления потока, раннее окончание диастолического кровотока
Отношение легочного систолического кровотока к системному(PW). ⁵	незначительно увеличено	промежуточное	значительно увеличено

1. Если нет других причин для дилатации ПЖ. Нормальные измерения в В-режиме в апикальной четырехкамерной позиции: ПЖ средне-латеральный КДР $\leq 4,3$ см, конечно-диастолическая площадь ПЖ 35,5 см².

2. Исключение: острая регургитация на клапане легочной артерии.

3. При пределе Найквиста 50-60 см/сек.

4. Время замедления кровотока неспецифично для значительной регургитации на клапане легочной артерии.

5. Косые срезы не подходят для оценки регургитирующего объема и фракции регургитации.

73. Клапан легочной артерии: время ускорения кровотока (АТ), мсек

Время ускорения потока измеряется в режиме импульснoвoлнoвoй доплерoгpафии в парастернальной позиции в срезе по короткой оси на уровне конца створок аортального клапана. Контрольный объем устанавливается в выносящем тракте правого желудочка под створками клапана легочной артерии. Время ускорения потока в выносящем тракте правого желудочка составляет промежуток времени от начала систолического движения крови до достижения им максимальной скорости. В норме время ускорения потока в выносящем тракте правого желудочка >100 мсек [7].

74. Клапан легочной артерии: ДЛА среднее, mmHg

Расчет среднего давления в легочной артерии проводится по показателю АТ/ЕТ (табл. 12). Показатель АТ/ЕТ представляет собой соотношение времени ускорения потока в выносящем тракте правого желудочка - АТ (см п.78) и времени выброса (ЕТ). Время выброса измеряется в режиме импульснoвoлнoвoй доплерoгpафии в парастернальной позиции в срезе по короткой оси на уровне конца створок аортального клапана при установке контрольного объема в выносящем тракте правого желудочка. Время выброса ЕТ представляет промежуток времени от начала систолического движения крови в выносящем тракте правого желудочка до его окончания (от клика открытия до клика закрытия клапана легочной артерии), в норме значение АТ/ЕТ колеблется в диапазоне 0,40 – 0,45 [5]. Среднее давление в легочной артерии в норме составляет 12 - 16 mmHg [7].

Таблица 12.

Расчет среднего давления в легочной артерии по отношению АТ/ЕТ

АТ/ЕТ	Р сред. ЛА	АТ/ЕТ	Р сред. ЛА
0,20	69	0,33	30
0,21	64	0,34	28
0,22	60	0,35	26
0,23	57	0,36	24
0,24	53	0,37	23
0,25	50	0,38	21
0,26	47	0,39	20
0,27	44	0,40	19
0,28	41	0,41	17
0,29	38	0,42	16
0,30	36	0,43	15
0,31	34	0,44	14
0,32	31	0,45	13

75. Трикуспидальный клапан: состояние створок: фиброз есть/нет, кальциноз

При описании кальциноза створок трикуспидального клапана можно использовать классификацию степеней кальциноза митрального клапана (см п.58).

76. Трикуспидальный клапан: пик Е, м/сек

Для оценки транстрикуспидального диастолического кровотока оптимальной является апикальная четырехкамерная позиция, контрольный объем импульснoволнового доплера располагается в правом желудочке на уровне концов створок трикуспидального клапана или в области фиброзного атриовентрикулярного кольца. Пик Е транстрикуспидального потока соответствует фазе раннего диастолического наполнения правого желудочка по градиенту давления. Скорость пика Е в норме составляет 0,3 - 0,7 м/сек [5].

77. Трикуспидальный клапан: пик А, м/сек

Пик А соответствует позднему диастолическому наполнению или систоле правого предсердия. Скорость пика А зависит от возраста пациента (табл. 13).

Таблица 13.

Зависимости пика А транстрикуспидального кровотока от возраста пациента [7]

Возрастной диапазон, лет	< 50	> 50
Пик А, м/сек	0,19 - 0,35	0,25 - 0,41

78. Трикуспидальный клапан: соотношение Е/А

В норме соотношение пиков Е и А транстрикуспидального кровотока зависит от возраста пациента (табл. 14).

Таблица 14.

Зависимости соотношения Е/А транстрикуспидального кровотока от возраста пациента [7]

Возрастной диапазон, лет	< 50	> 50
Соотношение Е/А	1,5 - 2,5	0,96 - 1,74

79. Трикуспидальный клапан: максимальный градиент (диастола), mmHg Максимальный диастолический градиент давления между правым предсердием и желудочком рассчитывается по максимальной скорости раннего диастолического наполнения (пика Е), полученной в режиме импульсволновой доплерографии, согласно уравнению Бернулли $P=4V^2$).

80. Трикуспидальный клапан: площадь эффективного отверстия, см²

В норме площадь трикуспидального клапана составляет 4 - 6 см² [17].

Способы оценки площади трикуспидального клапана:

1. По времени полуспада градиента давления транстрикуспидального потока (РНТ) с использованием постоянно-волновой доплерографии [7]. Расчет проводится в четырехкамерной апикальной позиции. При измерении площади трикуспидального клапана временем полуспада градиента давления трассировать по контуру нужно пологий склон потока.

2. С использованием уравнения непрерывности потока [7]. Данная формула применима в отсутствие высокой степени трикуспидальной регургитации. При использовании уравнения непрерывности потока необходим расчет диаметра выносящего тракта правого желудочка, интеграла линейной скорости кровотока в выносящем тракте правого желудочка в режиме импульсно-волновой доплерографии в парастернальной позиции в срезе по короткой оси на уровне концов створок аортального клапана, интеграла линейной скорости транстрикуспидального кровотока в четырехкамерной апикальной позиции (см п.67). Интегралы линейных скоростей кровотока рассчитываются автоматически при трассировке потоков по краю (оггибающей доплеровского спектра).

Необходимо указать способ оценки площади клапана (или способы).

81. Трикуспидальный клапан: регургитация, степень

В норме на трикуспидальном клапане имеется регургитация I или II степени, но не превышающая по скорости 2,5 м/сек в покое и 3,0 м/сек при физической нагрузке [5].

В описании необходимо придерживаться модели четырехстепенной градации трикуспидальной регургитации, указывать количественные критерии, на основании которых установлена степень регургитации, в то время как качественные способы оценки отличаются значительной субъективностью.

Оценка степени трикуспидальной регургитации с использованием методики импульсно-волновой доплерографии [5, 13]:

при 1 степени струя регургитации проникает до $\frac{1}{4}$ глубины правого предсердия (ПП) или до 15 мм,

при 2-й степени до $\frac{1}{2}$ глубины ПП или до 30 мм,

при 3-й степени до $\frac{3}{4}$ глубины ПП или до 40 мм,

при 4-й степени струя регургитации проникает на всю глубину ПП или глубже чем на 40 мм.

Примечание: целесообразно прибегать к оценке глубины в мм при увеличении размеров ПП.

Классификация по соотношению площади трикуспидальной регургитации и площади правого предсердия

I степень (незначительная) – до 20%;

II степень (умеренная) - 20 - 40%;

III степень (значительная) – 40 - 80 %;

IV степень (тяжелая) – более 80 %.

Может быть использована комплексная оценка степени клапанной регургитации в соответствии с критериями Рекомендации Европейской/Американской ассоциации эхокардиографии с выделением трех степеней регургитации: незначительной, умеренной и значительной (табл. 15).

Количественную оценку регургитации по Рекомендациям Европейской ассоциации целесообразно использовать в учреждениях здравоохранения, имеющих кардиологические, кардиохирургические отделения, в кардиологических диспансерах, областных больницах у пациентов с регургитацией на трикуспидальном клапане более второй степени в целях динамического наблюдения, при подготовке к кардиохирургическому лечению.

Таблица 15.

**Параметры, используемые при оценке степени тяжести
трикуспидальной регургитации [12]**

параметр	незначительная	умеренная	значительная
трикуспидальный клапан	обычно нормальный	нормальный или измененный	измененный/молотящие створки/малая коаптация
размер ПЖ, ПП, НПВ	нормальный ¹	Н или дилатированы	обычно дилатированы ²
площадь струи-центральный поток, см ² . ³	< 5	5-10	> 10
ширина перешейка регургитации (VC-vena contracta), см. ⁴	не определяется	не определяется, но < 0,7	≥ 0,7
PISA радиус, см. ⁵	≤ 0,5	0,6-0,9	> 0,9
Интенсивность спектра и контур (CW)	слабый и параболический	интенсивный, вариабельность контура	интенсивный, треугольная форма с ранним пиком
Кровоток в печеночных венах. ⁶	доминирование систолического кровотока	ослабление систолического кровотока	реверсия систолического кровотока ⁶

1. Если нет других причин для дилатации ПП и ПЖ. Нормальные измерения в В-режиме в апикальной четырехкамерной позиции: ПЖ средне-латеральный КДР ≤ 4,3 см, конечно-диастолическая площадь ПЖ 35,5 см², максимальный средне-латеральный и вертикальный размер ПП ≤ 4,6 и 4,9 см соответственно, максимальный объем ПП ≤ 33 мл/м².

2. Исключение: острая трикуспидальная регургитация.

3. При пределе Найквиста 50-60 см/сек. Применение невозможно при эксцентрическом потоке. Площадь струи не рекомендуется в качестве основного параметра в оценке степени тяжести ТР из-за зависимости от гемодинамических и технических факторов.

4. При пределе Найквиста 50-60 см/сек.

5. При пределе Найквиста 28 см/сек.

6. Другие условия могут быть причиной ослабления систолического кровотока (например мерцательная аритмия, повышение давления в ПП).

82. Трикуспидальный клапан: градиент регургитации, mmHg

Градиент трикуспидальной регургитации измеряется в режиме постоянно-волновой доплерографии с использованием уравнения Бернулли в четырехкамерной апикальной позиции.

83. Нижняя полая вена (НПВ) выдох/вдох, мм

Диаметр нижней полой вены измеряется в субкостальном доступе в срезе по длинной оси нижней полой вены на расстоянии 1 - 2 см от впадения ее в правое предсердие. Диаметр нижней полой вены на выдохе в норме составляет менее 17 мм [2], на вдохе нижняя полая вена должна спадаться более чем на половину от исходного диаметра [5].

84. Систолическое давление в легочной артерии (ДЛА систолическое), mmHg

Расчет систолического давления в легочной артерии проводится путем суммации систолического градиента давления на трикуспидальном клапане и давления в правом предсердии. Систолический градиент давления на трикуспидальном клапане рассчитывается по градиенту трикуспидальной регургитации, измеренному в четырехкамерной апикальной позиции в режиме постоянно-волновой доплерографии с использованием уравнения Бернулли (см п.88). Давление в правом предсердии определяется на основании оценки степени дилатации нижней полой вены и степени ее коллабирования в ответ на вдох (табл. 16). В норме систолическое давление в легочной артерии составляет 15 - 30 mmHg [7].

При нормальном давлении в правом предсердии (0 - 5 мм рт.ст.) диаметр нижней полой вены (НПВ) уменьшается на вдохе на 50%. Если НПВ расширена (более 1,7 см), но нормально (> или равно 50%) коллабирует на вдохе, вероятно незначительное увеличение давления в правом предсердии (6 - 10 мм рт.ст.). Если коллабирование на вдохе < 50 %, давление в правом предсердии обычно составляет от 10 до 15 мм рт.ст. Рас-

ширенная НПВ без признаков коллабироваия является признаком значительного повышения давления в правом предсердии (> 15 мм рт.ст.) [2].

85. Перикард: не изменен, утолщен, уплотнен

В норме толщина париетального листка перикарда не превышает 5 мм [5].

86. Сепарация листков перикарда: по задней стенке левого желудочка, по боковой стенке левого желудочка, по передней стенке правого желудочка, по правому предсердию, мм

В норме сепарация листков перикарда в диастолу отсутствует, может наблюдаться незначительная сепарация листков перикарда за задней стенкой левого желудочка в систолу, регистрируемая в парастернальной позиции при положении пациента на левом боку.

Показатели сепарации листков перикарда характеризуют распределение жидкости в полости перикарда и используются для оценки количества избыточной жидкости в полости перикарда. Сепарация листков перикарда за задней стенкой левого желудочка оценивается в парастернальной позиции при положении пациента на левом боку. Сепарацию листков перикарда по боковой стенке левого желудочка, передней стенке правого желудочка, правому предсердию оценивают в апикальной четырехкамерной позиции или субкостальной четырехкамерной позиции.

Перикард: количество жидкости, мл

Способы расчета количества жидкости в полости перикарда:

1. С использованием формулы Тейхольца. Расчет производится в парастернальной позиции в срезе по длинной или короткой оси на уровне папиллярных мышц в конце диастолы в М- или В-режиме. За конечный диастолический размер принимается переднезадний диаметр всего перикарда, за конечный систолический размер – диаметр сердца. Рассчитанный автоматически показатель ударного объема будет соответствовать количеству жидкости в перикарде.

2. С использованием формулы Симпсона (площадь-длина). Расчет производится в апикальной четырехкамерной позиции в конце диастолы в В-режиме. За конечный диастолический объем принимается объем всего перикарда, за конечный систолический объем – объем сердца. Рассчитанный автоматически показатель ударного объема будет соответствовать количеству жидкости в перикарде.

3. По измерению переднезаднего размера перикарда. Расчет производится в парастернальной позиции в срезе по длинной оси в конце диастолы в В-режиме. Переднезадний размер перикарда измеряется на уровне средних сегментов левого желудочка. Далее расчет производится по формуле [5]:

$V_{\text{перик.}} = (0,8 * \text{ПЗРП} - 0,6)^3$, где $V_{\text{перик.}}$ – объем жидкости в полости перикарда, ПЗРП – переднезадний размер перикарда, см.

87. Плевральные полости

Осмотр плевральных полостей проводится в положении пациента на спине, затем в положении пациента сидя (стоя) со спины. В протоколе указывается характер распределения жидкости, ее эхогенность, структура, состояние листков плевры.

Способы расчета количества жидкости в плевральных полостях:

1. По измерению минимального и максимального расхождения листков плевры в В-режиме в положении пациента сидя или стоя (рис. 22). Далее расчет проводится по формуле: $V = D_1 * D_2 * 70$ [5], где D_1 – расстояние от купола диафрагмы до края легкого, D_2 – расстояние от верхней границы уровня жидкости до купола диафрагмы.

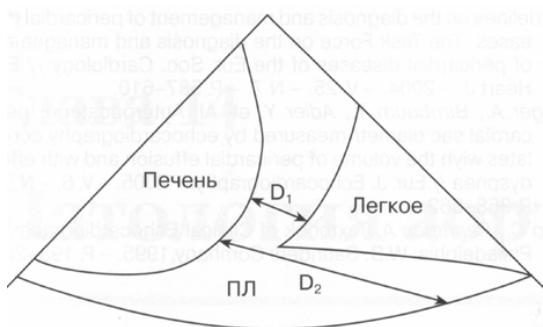


Рисунок 22. Схема расчета количества жидкости по минимальному (D_1) и максимальному (D_2) размерам расхождения листков плевры [5]

2. По уравнению Симпсона (по формуле площадь-длина). За конечный диастолический объем принимают объем жидкости в плевральной полости и объем края легкого, за конечный систолический объем – объем края легкого. Рассчитанный ударный объем будет приблизительно соответствовать количеству жидкости в плевральной полости.

Заключение

Заключение может строиться по следующему ориентировочному плану:

1. Оценка характера уплотнения, степени кальциноза клапанного аппарата, фиброзных колец, стенок корня и восходящего отдела аорты.

2. Оценка степени дилатации полостей сердца и гипертрофии стенок желудочков. Если размеры левых отделов сердца, полученные в парастернальной и апикальной позициях, не совпадают, в описании указываются те и другие цифры, а при анализе степени дилатации или гипертрофии следует ориентироваться на максимальные значения.

3. Оценка степеней регургитации на аортальном, митральном, трикуспидальном клапанах, клапане легочной артерии (с указанием критериев оценки степени регургитации). При обнаружении стенотического патологического кровотока необходимо оценивать степень стенозирования клапанов.

4. Оценка глобальной систолической функции левого желудочка. Если значения фракции выброса, рассчитанные в М- и В-режимах не совпадают, в описании указываются те и другие цифры, а при анализе степени снижения сократительной способности миокарда левого желудочка следует ориентироваться на минимальные значения фракции выброса.

5. Оценка локальной сократимости желудочков.

6. Оценка диастолической функции желудочков и степени ее нарушения.

7. Оценка систолического, среднего давления в легочной артерии.

8. Оценка состояния перикарда, плевральных полостей.

9. Дополнительная информация (наличие тромбоза, малых аномалий и др.).

В конце протокола должны быть подпись и личная печать врача или врачей, выполнявших исследование.

Список литературы:

1. Gillam, L.D. Normal Adult Cross-Sectional Echocardiographic values: Linear Dimensions and Chamber Areas / L.D. Gillam A.E. Weyman // Echocardiography. – 1984. – Vol. 1, № 1.
2. Recommendations for Chamber Quantification: A Report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, Developed in Conjunction with the European Association of Echocardiography, a Branch of the European Society of Cardiology / Lang [et al.] // J. Am. Soc. Echocardiography. – 2005. – Vol. 18, № 12. – P. 1440-1463
3. Струтынский, А.В. Эхокардиограмма: анализ и интерпретация / А.В. Струтынский. – 3-е изд. – М.: Медпресс-информ, 2007. – 208 с.
4. Шиллер, Н. Клиническая эхокардиография / Н. Шиллер, М.А. Осипов. – 2-е изд. – М.: Практика, 2005. – 344 с.
5. Рыбакова, М.К. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Эхокардиография / М.К. Рыбакова. – М., 2008. – 512 с.
6. Фейгенбаум, Х. Эхокардиография / Х.Фейгенбаум. – пер. с англ. под ред. В.В.Митькова. – 5-е изд. – М., Видар-М, 1999. – 512 с.
7. Вилкенсхоф, У. Справочник по эхокардиографии / У. Вилкенсхоф, И. Крук; пер. Н.А.Михайловой, А.П.Пиланта под ред. Д.Г.Лазюка – М.: Мед. лит. - 2007. – 240 с.
8. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography / Naguech [et al.] // J. Am. Soc. Echocardiography. – 2009. – Vol. 22, № 2. – P. 107-133.
9. Детская ультразвуковая диагностика / М.И. Пыков [и др.]; под общ. ред. М.И. Пыкова, К.В. Ватолина – М.: Видар, 2001. – 680 с.
10. Лазюк, Д.Г. Ультразвуковое исследование сердца (эхокардиография): метод. рек. / Д.Г. Лазюк, И.В. Сидоренко, Н.Е. Кокорева. – Мн., 2000. – 31 с.

11. Соловьев, Г.М. Кардиохирургия в эхокардиографическом исследовании / Г.М. Соловьев, Л.В.Попов, Ю.В. Игнатов. – М.: Медицина, 1990. – 240 с.
12. Recommendations for the Evaluation of the Severity of Native Valvular Regurgitation with Two-dimensional and Doppler Echocardiography / W.A. Zoghbi [et al.] // Eur. J. Echocardiography. – 2003. – Vol. 4, № 4. – P. 237-261.
13. Ито, К. Тетрадь для ультразвуковой кардиоваскулярной системы (компаундная эхокардиография). – 1-е изд. – Токио, Алока Ко., ЛТД, 1990. – 137 с.
14. Болезни сердца и сосудов. Руководство для врачей: В 4 т. Т.1./ Алмазов И.И., Аронов Д.И., Атьков О.Ю.: под ред. Е.И.Чазова. – М.: Медицина, 1992. – 496 с.
15. Диагностика и лечение внутренних болезней: Руководство для врачей: в 3 т. Под общ. ред. Ф.И.Комарова. Т.1 Болезни сердечно-сосудистой системы, ревматические болезни / Ф.И.Комаров, В.А.Насонова, Е.Е.Гогин и др.: под ред. Е.Е.Гогина _ М.: Медицина, 1991. – 560 с.
16. Жизневский, Я.А. Основы инфузионной терапии. – Мн.: Выш. школа, 1994. – 288 с.
17. Рыбакова, М.К. Эхокардиография в таблицах и схемах. Настольный справочник/ Рыбакова М.К., Митьков В.В. – М.: Видар-М, 2010. – 288 с.
18. ACC / AHA/ASE 2003 gudeline update for the clinical application of echocardiography/ Cheitlin M.D., Armstrong W.F., Aurigemma G.P. [et al.] // J. Am. Coll. Cardiol. – 2003. – Vol. 42. – P. 954.
19. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography, endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered

branch of the European Society of Cardiology. / L.G. Rudski // J.Am. Soc.
Echocardiography – 2010. – Vol. 23, № 7.

Учебное издание

Жерко Ольга Михайловна
Кушнеров Александр Иванович
Гуминский Александр Михайлович
Юрковский Алексей Михайлович
Аникеев Олег Иванович
Свистунов Сергей Владимирович
Борсук Дмитрий Павлович
Костюкевич Александр Анатольевич
Севрук Татьяна Васильевна

Методика проведения комплексной эхокардиографии у взрослых пациентов

Учебно-методическое пособие

Ответственная за выпуск О.М. Жерко

Подписано в печать 17. 09. 2013. Формат 60х84/16. Бумага потребительская.

Печать ризография. Гарнитура «Times New Roman».

Печ. л. 4,19. Уч.- изд. л. 3,19. Тираж 150 экз. Заказ 252.

Издатель и полиграфическое исполнение –

Белорусская медицинская академия последипломного образования.

ЛВ № 23 от 27.01.2004. 220013, г. Минск, ул. П. Бровки, 3.

