



ДОППЛЕРОВСКОЕ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ В НОРМЕ

СОДЕРЖАНИЕ • Анатомия • Парастернальная позиция • Апикальная позиция • Субкостальная позиция • Супрастернальная позиция • Положение датчика справа от грудины

В главе описана методика полного трансторакального эхокардиографического исследования, включающая М-модальное, двухмерное и доплеровское изображения для каждого акустического окна. Все исследователи должны соблюдать определённый протокол, чтобы не упустить важную информацию. После объяснения пациенту хода манипуляций необходимо собрать краткий анамнез, что делает исследование более целенаправленным.

АНАТОМИЯ

Акустические окна для распространения ультразвука расположены по левому краю грудины (парастернально), в области верхушки (ниже и сбоку от области максимальной пульсации), под мечевидным отростком (субкостально), в яремной ямке и вверху у правого края грудины. Из левой надключичной ямки можно рассмотреть верхнюю полую вену и соседние структуры. Особенности томографического строения и доплеровских сигналов, получаемых в каждой позиции датчика, описаны ниже. Для получения оптимального изображения необходимо хорошее знание используемой ультразвуковой системы и точное положение пациента.

Сердце и проксимальные отделы крупных сосудов скрыты костями грудной клетки и окружены лёгкими. В костях происходит поглощение ультразвука, а в лёгких — его рассеивание. Технически трудно получить качественное изображение у пожилых пациентов с кальцинозом грудино-рёберных сочленений, а также при обструктивной болезни лёгких и эмфиземе лёгких. У более стройных пациентов сердце бывает расположено за грудиной, где его трудно визуализировать.

Длинная ось сердца направлена от области верхушечного толчка (в пятом или шестом межреберье слева между срединно-ключичной и передней подмышечной линиями) к середине правой ключицы таким образом, что межпредсердная и межжелудочковая перегородки ориентированы приблизительно под углом 30–45° к сагиттальной плоскости. Правый желудочек (ПЖ) расположен впереди от левого желудочка (ЛЖ) и правого предсердия (ПП), а приносящий тракт ПЖ — в основном за грудиной.

ПАРАСТЕРНАЛЬНАЯ ПОЗИЦИЯ

Для получения парастерноального изображения пациента просят лечь на левый бок: сердце максимально смещается влево из-за грудины, его верхушка приближена к грудной клетке, размер ультразвукового окна увеличен. Голова пациента поднята под углом 30° для смещения диафрагмы вниз. Левая рука пациента должна быть отведена за голову, плечи развёрнуты для расширения межреберных промежутков. Перед исследованием накладывают электроды для электрокардиограммы и регулируют сигнал для получения вертикального комплекса QRS. Под голову пациента обязательно кладут подушку.

Положение по длинной оси

Датчик направляют по длинной оси сердца от правого плеча к левой подвздошной области, располагая в третьем или четвёртом межреберье у левого края грудины. Задержка дыхания на выдохе увеличивает размер парастерноального окна. Изображение сердца по длинной оси оптимально, если межжелудочковая перегородка (МЖП) на экране горизонтальна, а верхушка видна слева (рис. 2.1). Если МЖП на экране расположена под углом справа налево, следует сместить датчик на одно межреберье выше. Подвинув датчик ближе к груди и больше повернув пациента набок, можно показать МЖП в более горизонтальном положении.

В этой позиции можно рассмотреть обе створки митрального клапана (МК) и две створки аортального клапана (АК). Правая коронарная створка АК видна в передней части корня аорты, а позади него — некоронарная створка. Левый желудочек в этом изображении ограничен задней стенкой, спереди — межжелудочковой перегородкой. Выходной тракт ПЖ расположен перед выходным трактом ЛЖ.

Коронарный синус часто выглядит как небольшая округлая структура в задней атриовентрикулярной борозде. В корне аорты иногда видны синусы Вальсальвы. Нисходящая грудная аорта расположена позади левого предсердия (ЛП), выше атриовентрикулярного углубления (рис. 2.2).

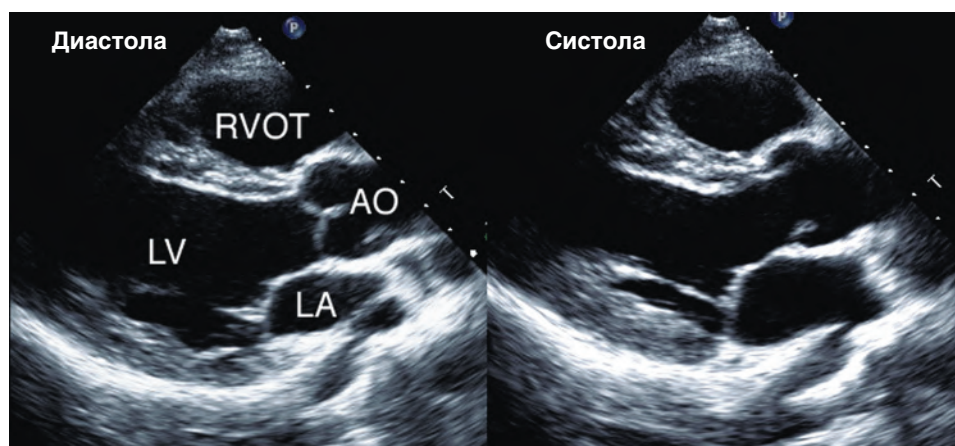


Рис. 2.1. Парастерноальное изображение сердца по длинной оси в норме. RVOT — выходной тракт правого желудочка; AO — аорта; LV — левый желудочек; LA — левое предсердие.

М-модальное исследование

М-модальное исследование — графическое изображение структур, расположенных по линии сканирования, на глубину проникновения луча в единицу времени. При исследовании курсор сначала проводят через аорту и ЛП (рис. 2.3). Передняя и задняя стенки аорты при наполнении ЛП в систолу смещаются вперёд. Створки АК расходятся в начале систолы, в период изгнания они расположены на расстоянии друг от друга и затем соединяются, фор-

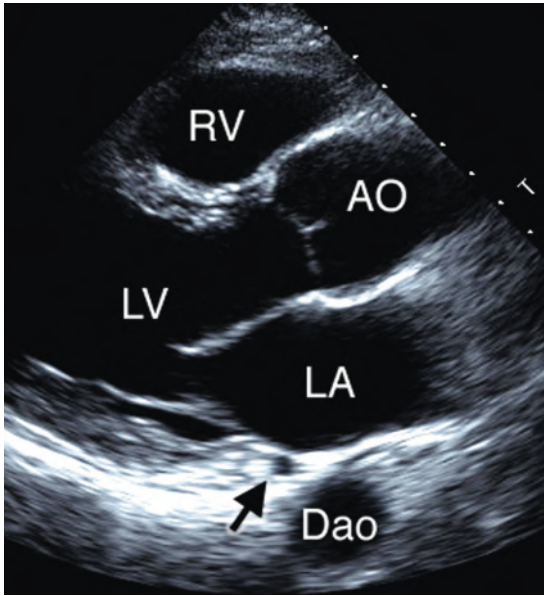


Рис. 2.2. Парастеральное изображение сердца по длинной оси в начале диастолы. Чёрной стрелкой обозначен коронарный синус (RV — правый желудочек; AO — аорта; LV — левый желудочек; LA — левое предсердие; Dao — нисходящая аорта).

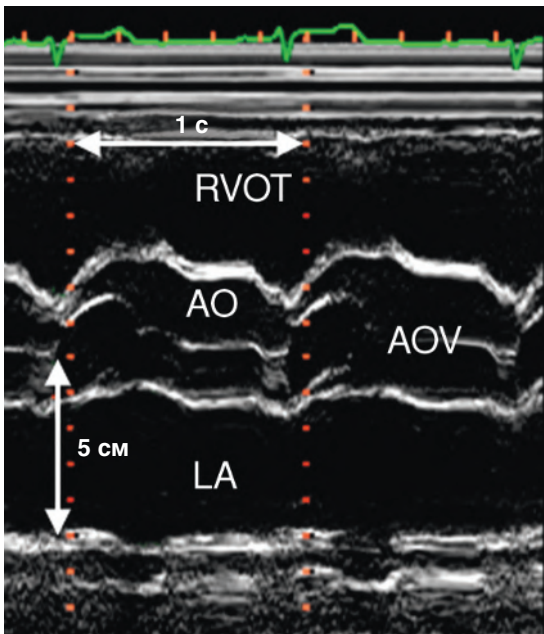


Рис. 2.3. М-модальная эхокардиограмма аорты и левого предсердия. Расхождение правой и некоронарной створок аортального клапана образует «коробочку» во время систолы. Линия закрытия аортального клапана видна как горизонтальная полоса в центре аорты. Вертикальное расстояние между маркерами глубины исследования (красные точки) — 1 см, их частота — 1 с (RVOT — выходной тракт правого желудочка; AO — аорта; AOV — аортальный клапан; LA — левое предсердие).

миру «коробочку». Закрытые створки АК видны как линия в середине аорты. Диаметр корня аорты измеряют при открытии АК, а максимальный размер ЛП — в конце систолы.

Затем при М-модальном исследовании курсор направляют через створки МК (рис. 2.4). В точке D происходит расхождение передней и задней створок. Они наиболее удалены друг от друга в точке E и частично сомкнуты в точке F. Створки МК вновь расходятся во время сокращения предсердий. Точка A — второй положительный пик сердечного цикла. В точке C МК закрыт.

М-модальный курсор направляют через ЛЖ ниже створок МК (ближе к верхушке) (рис. 2.5). Луч проходит через выходной тракт ПЖ, затем через МЖП, полость ЛЖ и заднюю стенку ЛЖ. Толщину задней стенки ПЖ обычно измерить невозможно, так как эпикард ПЖ расположен слишком близко к датчику. Эндокард задней стенки ЛЖ виден как линия с наиболее быстрым систолическим подъёмом и, как правило, предсистолическим падением, вызванным сокращением предсердий. Эпикард задней стенки можно идентифицировать в систолу, когда в норме наблюдают небольшое расхождение висцерального и париетального листков перикарда. Перикард хорошо отражает ультразвук, при уменьшении масштаба изображения он виден лучше всего. Измерения выполняют в конце диастолы. Её определяют по пику комплекса *QRS*, а конец систолы — по точке максимального движения кзади левой части МЖП.

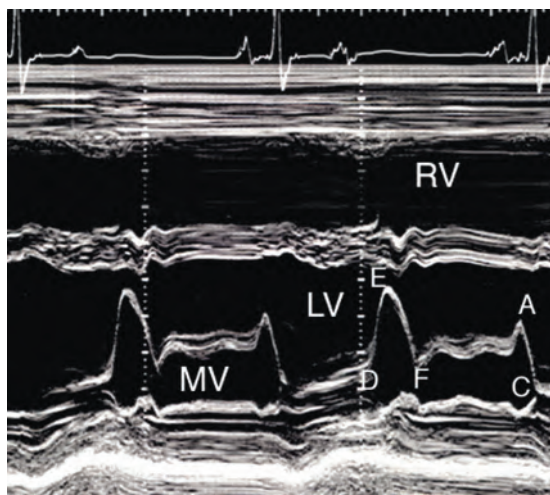


Рис. 2.4. М-модальная эхокардиограмма митрального клапана. Точки D, E, F, A и C обозначены во втором цикле (см. текст) (RV — правый желудочек; LV — левый желудочек; MV — митральный клапан).

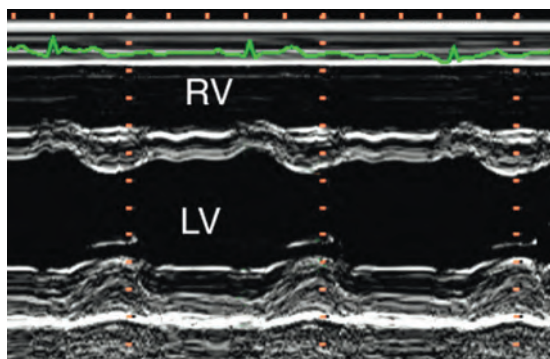


Рис. 2.5. М-модальная эхокардиограмма левого желудочка на уровне створок митрального клапана. RV — правый желудочек; LV — левый желудочек.

Общепринято размеры полости ЛЖ определять от наружной части эндокарда перегородки левого желудочка до наружной части эндокарда задней стенки ЛЖ (табл. 2.1).

Изображение правого предсердия и правого желудочка или приносящего тракта правого желудочка

Передняя створка трёхстворчатого клапана особенно велика и подвижна. Она делит ПЖ на приносящий и выходной тракты. В изображении приносящего тракта ПЖ видны две створки трёхстворчатого клапана (ТК), ПП и часть ПЖ (рис. 2.6). Обычно это единственная позиция для визуализации задней створки ТК. Часто заметно место впадения коронарного синуса в ПП. От плоскости по длинной оси датчик вращают на 10–15° против часовой стрелки и отклоняют вниз, при этом медиально виден приносящий тракт ПЖ. Часто для получения такого изображения датчик надо переместить на одно межреберье ниже. В этом случае приносящий тракт ПЖ почти параллелен ультразвуковому лучу, что особенно важно для оценки трикуспидальной регургитации, которая выглядит как

Таблица 2.1. Нормальные значения М-модальных показателей (среднее±SD, см)

Показатель	Нормальное значение
Внутренний конечный диастолический размер левого желудочка (LVlDd)	4,8±0,4
Внутренний конечный систолический размер левого желудочка (LVlDs)	3,0±0,4
Толщина межжелудочковой перегородки в конце диастолы (IVSTd)	0,9±0,2
Толщина межжелудочковой перегородки в конце систолы (IVSTs)	1,3±0,2
Толщина задней стенки в конце диастолы (PWTd)	0,8±0,1
Толщина задней стенки в конце систолы (PWTs)	1,3±0,2
Левое предсердие (LA)	3,3±0,5
Аорта (АО)	2,9±0,4

Колебания диаметра левого желудочка в норме составляют 28–41%.

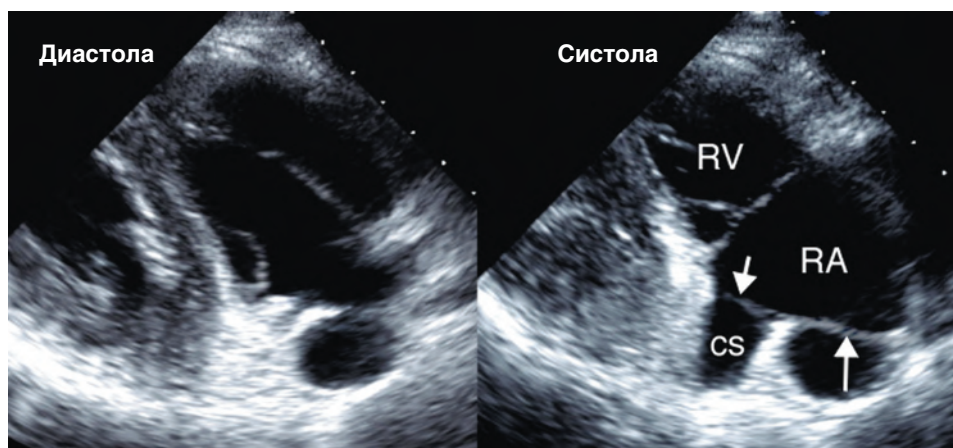


Рис. 2.6. Приносящий тракт правого желудочка или изображение ПП/ПЖ. Видны передняя и задняя створки трёхстворчатого клапана. Стрелка вверх указывает на сеть Киари, стрелка вниз обозначает тебезиев клапан, изредка заметный в устье коронарного синуса (RV — правый желудочек; RA — правое предсердие; CS — коронарный синус).

цветовой турбулентный поток в ПП во время систолы (рис. 2.7). Выраженность регургитации приблизительно пропорциональна протяжённости цветового сигнала заброса крови. Если при цветовой доплерографии наблюдают трикуспидальную регургитацию, то контрольную линию при непрерывно-волновой доплерографии проводят в направлении изменённого сигнала цветового потока (рис. 2.8). Максимальная скорость трикуспидальной регургитации по данным непрерывно-волновой доплерографии связана с максимальной разностью давлений между ПЖ и ПП в систолу по модифицированной формуле Бернулли.

$$\text{Разность давлений} = 4 \times (\text{максимальная скорость}^2).$$

Например, при скорости потока 2,5 м/с разность давлений между ПЖ и ПП в систолу составит 25 мм рт.ст.

В норме антероградный поток через ТК в диастолу двухфазный, имеет низкую скорость и часто зависит от фаз дыхания. Скорость раннего диастолического наполнения возрастает к точке E, замедляется в середине диастолы, а затем достигает второго пика (точки A), вызванного сокращением предсердий. У здоровых лиц волна наполнения E всегда выше.

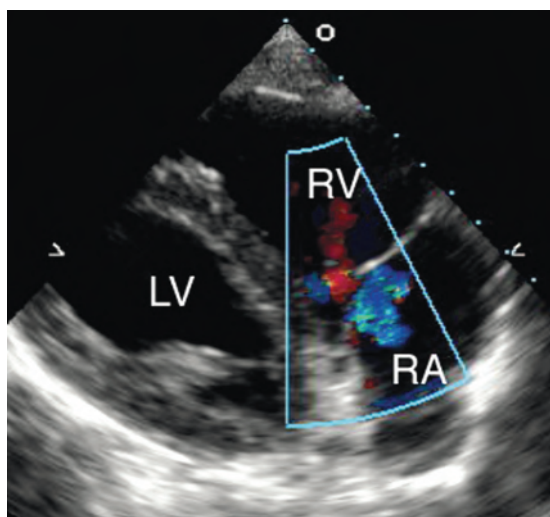


Рис. 2.7. Приносящий тракт правого желудочка или изображение ПП/ПЖ при цветовом доплеровском картировании в систолу. Небольшая трикуспидальная регургитация видна как синий поток в правом предсердии. Такую регургитацию часто наблюдают у здоровых лиц (RV — правый желудочек; LV — левый желудочек; RA — правое предсердие).

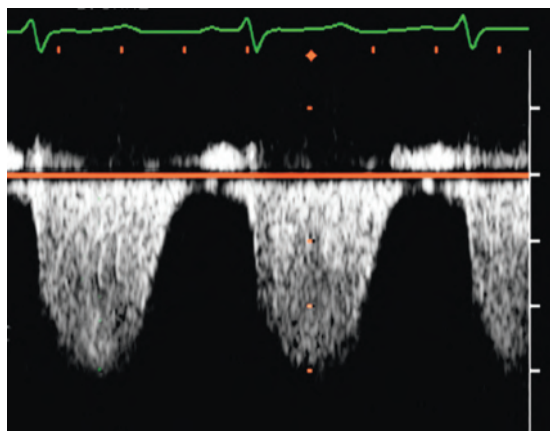


Рис. 2.8. Непрерывно-волновая доплерограмма при трикуспидальной регургитации с максимальной скоростью 3 м/с. Градиент давления между правым желудочком и правым предсердием — 36 мм рт.ст. Вертикальное расстояние между калибровочными маркерами — 1 м/с.