

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Глава 1. Методика ультразвукового исследования сердца плода</i>	5
<i>Глава 2. Четырехкамерный срез сердца плода в норме и при патологии</i>	20
2.1. Четырехкамерный срез сердца плода в норме	20
2.2. Четырехкамерный срез сердца плода при патологии	25
<i>Глава 3. Срез через три сосуда плода в норме и при патологии</i>	58
3.1. Срез через три сосуда плода в норме	59
3.2. Срез через три сосуда плода при патологии ...	62
<i>Глава 4. Срез через дугу аорты плода в норме и при патологии</i>	73
4.1. Срез через дугу аорты плода в норме	73
4.2. Срез через дугу аорты плода при патологии ..	74
4.3. Срез через дугу аорты по длинной оси при патологии	77
4.4. Сосуды, визуализирующиеся выше дуги аорты ...	78
4.4.1. Сосуды, визуализирующиеся выше дуги аорты в норме	78
4.4.2. Сосуды, визуализирующиеся выше дуги аорты при патологии	79
<i>Глава 5. Срез левого желудочка по короткой и длинной оси в норме и при патологии</i>	81
5.1. Срез левого желудочка по короткой оси в норме	81
5.2. Срез левого желудочка по короткой оси при патологии	82
5.3. Срез левого желудочка по длинной оси в норме	89
5.4. Срез левого желудочка по длинной оси при патологии	89
<i>Глава 6. Дополнительные срезы в норме и при патологии</i>	91
6.1. Поперечное сечение верхней половины брюшной полости	91

6.1.1. Поперечное сечение верхней половины брюшной полости в норме	93
6.1.2. Поперечное сечение верхней половины брюшной полости при патологии	94
6.2. Продольное сечение сосудов брюшной полости	95
6.2.1. Продольное сечение сосудов брюшной полости в норме	96
6.2.1. Продольное сечение сосудов брюшной полости при патологии	96
6.3. Срез по длинной оси персистирующей левой полой вены	98
6.4. Срез трехстворчатого клапана — клапана легочной артерии	98
6.4.1. Срез трехстворчатого клапана — клапана легочной артерии в норме	98
6.4.2. Срез трехстворчатого клапана — клапана легочной артерии при патологии	99
Глава 7. Исследование сердца плода в первом триместре беременности	100
7.1. Введение	100
7.2. Показания	101
7.3. Методика исследования и диагностика патологии	102
7.4. Ошибки	109
7.5. Заключение	110
Заключение	111

Глава 1

МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СЕРДЦА ПЛОДА

Эффективная ультразвуковая диагностика зависит, во-первых, от получения поперечных срезов и, во-вторых, от правильной интерпретации полученных данных. Плоскость получения поперечных срезов может изменяться в зависимости от исследуемых структур, в порядке визуализации их структур в трех плоскостях.

До настоящего времени не разработано универсальной терминологии для описания осей датчика или различных движений датчика по отношению к брюшной полости. Как правило, используют 3 оси датчика: X, Y, Z. Каждое изображение от датчика в плоскости, которое можно определить по его форме или границам, относится к плоскости, которая включает оси X и Y.

Таким образом, существует всего 6 возможных движений датчиком (в каждой плоскости в двух возможных направлениях). При трех типах из этих движений плоскость сканирования сохраняется, но изменяется область обзора, в то время как остальные движения позволяют изменять плоскость сканирования.

Сканирование в одной плоскости

Сканирование в одной плоскости представляет собой движение датчиком по животу по линии первичной плоскости исследования или движение по оси X . При скольжении датчиком в поле обзора появляются все новые структуры (с края датчика, в сторону которой и происходит движение), а другие при этом исчезают. При скольжении структуры на получаемом изображении смещаются латерально относительно краев сектора и исчезают, но их вид остается постоянным.

Качание датчиком

Качание датчиком представляет собой такой тип движения, при котором сектор остается в той же плоскости и точка контакта с животом матери не изменяется, но при этом меняется угол между датчиком и передней брюшной стенкой. Это движение датчиком по осям X и Y .

На изображении новые структуры появляются с той стороны датчика, в которую происходит качание (передний край датчика), а другие исчезают со стороны (заднего края), как и при скольжении в той же плоскости. Различие между скольжением в той же плоскости и качанием можно оценить, когда оба типа движения сочетаются между собой.

При первичном сканировании в той же плоскости структуры визуализируются от центра к периферии, но при последующем качании датчиком в соответствующем направлении область интереса возвращается к центру изображения.

Разница между изображениями до и после применения данной комбинации движений датчика такова, что ход ультразвукового пучка к интересующей структуре изменяется, но при этом можно избежать образования теней от промежуточных структур. Также изменяется угол, под которым ультразвуковой пучок попадает в область интереса, что влияет на качество и вид изображения.

Изменение давления на датчик

Изменение давления на датчик позволяет смещать датчик по вертикали (ограниченный тип движения) в плоскости сканирования. Это движение датчика по оси Y. При повышении давления на датчик его можно приблизить к области интереса посредством смещения промежуточной жидкости и мягких тканей. Структуры при этом движутся вверх при их изображении. При этом также изменяется качество изображения. В установленных пределах качество изображения обычно улучшается при движении датчиком к интересующей структуре, но ему может противодействовать смещение амниотической жидкости из области интереса (между датчиком и интересующей структурой), небольшое количество которой обычно приводит к улучшению качества изображения.

Боковое сканирование (out-of-plane slide)

Боковое сканирование представляет собой такой тип движения датчиком по животу матери, при котором датчик скользит параллельно

первичной плоскости. Это движение датчика по Z-оси. Полученные изображения находятся в плоскостях, параллельных первичной плоскости исследования.

Ротация

Ротация датчика характеризует движение посредством фиксации в брюшной стенке центральной точки поверхности датчика, а сам датчик при этом поворачивается вокруг данной точки (вокруг Y-оси или оси кабеля датчика). При ротации датчика центральные структуры остаются в поле зрения, но визуализируются уже в других плоскостях. Структуры, расположенные по периферии изображения, исчезают при ротации датчика.

Изменение угла наклона датчика

Изменение угла датчика происходит посредством сохранения точки контакта между брюшной стенкой матери и датчиком, при этом изменяется только угол наклона датчика. Такой тип движений датчика позволяет изменять первичную плоскость сканирования. Это движение датчика по осям Y и Z.

Методика исследования

В практической деятельности, как правило, используют комбинацию движений датчиком. Сканирование осуществляется в любом направлении по кривой, а не по плоскости, таким образом, сам живот матери уже служит элементом,

способствующим качанию или изменению угла наклона датчика. Также описан такой тип движений, при котором отмечается комбинация сканирования в плоскости датчика и качания в другой плоскости. Это метод получения «чистых» изображений тех структур, которые находятся в плоскости сканирования, но частично закрыты другим структурами, например конечностями.

Хотя слова «вид, изображение» (view) и «плоскость» (plane) употребляются как синонимы, между ними существует большая разница. Любая плоскость может отображаться с различных направлений с целью получения различных изображений. Структуры в выбранной плоскости могут быть фиксированы, но их вид может значительно варьировать на различных изображениях. Это происходит из-за того, что ультразвук и изображения, получаемые при его использовании, имеют направленное качество. При этом аксиальное разрешение ультразвукового изображения всегда лучше латерального. Структуры, содержащие отражающие поверхности, перпендикулярные ультразвуковому пучку, в целом визуализируются более четко, по сравнению с теми, которые ориентированы параллельно пучку. Ультразвуковые тени от плотных структур, расположенных между датчиком и областью интереса, также могут влиять на качество изображений в данной плоскости. В большинстве случаев необходимо получить более одного изображения в каждой плоскости для визуализации анатомических особен-

ностей, которые могут определяться в данной плоскости.

Опытный специалист по эхокардиографии может получать более четкие изображения посредством незначительного изменения угла наклона датчика. Необходимо четко понимать, как различные движения датчиком могут влиять на плоскость сканирования и влияние данных отношений на позицию и размер плода. Если исследователь уже получил плоскость сканирования, но ему требуется сменить вид внутри данной плоскости для оптимальной визуализации интересующих структур, он может осуществить это посредством комбинации сканирования в плоскости датчика, качания и изменения давления. В тех случаях, когда интересующая плоскость еще не получена, может помочь комбинация бокового сканирования, изменения угла наклона датчика и ротации до получения интересующей плоскости. Если получена желаемая плоскость, дальнейшие манипуляции в виде качания и изменения давления позволяют получить оптимальное изображение в данной плоскости. Большинство из этих движений выполняются инстинктивно и приходят с опытом, но исследователь всегда должен понимать, как движения датчика могут влиять на качество изображения.

Комбинация движений, требующихся для движения от одной плоскости к другой, зависят не только от первичной и конечной плоскости, но и от аспекта, из которого первичная

плоскость визуализируется. Например, какие движения датчиком необходимо выполнить для перехода от стандартного четырехкамерного среза в плоскость визуализации выносящего тракта левого желудочка. В тех случаях, когда плод лежит на животе по отношению к датчику, данное изменение плоскости может быть получено посредством ротации датчика по часовой стрелке. В то же время при той же первичной плоскости при расположении плода правым боком к датчику для тех же изменений в данной плоскости применяется комбинация бокового сканирования по направлению к голове плода, с изменением угла наклона датчика по направлению к животу.

При маленьком плоде, расположенном на некотором расстоянии от датчика, его можно визуализировать при изменении угла наклона от фиксированной точки в области живота матери. С другой стороны, при больших размерах плода, боковое скольжение датчиком позволит получить те же серии срезов. Необходимо помнить, что даже незначительные движения датчиком могут в значительной степени влиять на качество изображений.

Ориентация право-лево

Для того чтобы ее установить, специалист УЗД должен знать взаимоотношения сектора на экране и датчика в его руке, а также датчика и живота и плода, расположенного под ним. На большинстве УЗ-аппаратов маркер стороны датчика отобра-

жается символом на соответствующей стороне сектора изображения на экране. Правильная ориентация датчика может быть также установлена посредством определения влияния движения датчика на изображение.

Для визуализации плода в поперечном сечении и для постановки датчика в той же плоскости врач скользит датчиком латерально (в плоскости) влево относительно себя, изображение должно двигаться в том же направлении, т. е. новые структуры должны появляться в левой области изображения, а другие должны исчезать в правой. Альтернативный метод, при касании края датчика или расположенной вблизи него кожи живота, должен определять искажение картинки на экране с соответствующей стороны. Это позволяет подтвердить правильную ориентацию датчика к изображению, получаемому на экране. Далее датчик ставится параллельно плоскости (боковое сканирование) и удаляется от оператора. По изменению визуализируемых структур врач должен определить, движется ли датчик вверх или вниз относительно плода. Если датчик движется в каудальном направлении относительно плода, как он движется от оператора, в этом случае срез плода будет схож со срезом, полученным ранее. С другой стороны, если датчик движется вверх относительно плода (в краниальном направлении), так же как он движется от оператора, срез плода будет схож со срезом, полученным ниже.

Описаны различные методы установления правильной ориентации. При исследовании

по длинной оси плода, его головка располагается в правой части изображения (независимо от той стороны, на которой она расположена в действительности). Датчик разворачивается на 90 градусов по часовой стрелке от данной позиции для получения четырехкамерного среза сердца. Это эффективные позиции, когда головка плода расположена позади экрана. У нормального плода, если он лежит лицом вверх, печень будет визуализироваться в левой стороне экрана, а сердце — в правой. И наоборот, в тех случаях, когда плод лежит лицом вниз.

У каждого врача УЗД могут быть свои методики, которыми он предпочитает пользоваться для установления правильной ориентации. Единственное, что не позволяет установить правильную позицию плода, — это расположение внутренних органов, таких как желудок и сердце, так как оно может варьировать. Более того, при аномалиях латерализации чаще всего поражается как сердце, так и желудок. Таким образом, визуализация желудка и верхушки сердца с одной стороны плода не дает никаких гарантий, что оба эти органа имеют нормальное левостороннее расположение.

После выполнения первого шага УЗИ брюшной полости матери выполняется идентификация позиции плода относительно малого таза матери, расположения тазового конца плода, головного или поперечного расположения, что позволяет правильно определить правую и левую сторону у плода, при этом датчик должен быть расположен в поперечной плоскости относительно туловища плода, примерно на уровне диафрагмы. Для

сохранения более или менее горизонтального среза ультразвуковой пучок должен смещаться от уровня желудка в краниальном направлении через сердечные структуры к апертуре грудной клетки. Это осуществляется в основном посредством изменения угла наклона датчика (в первой половине беременности) и бокового скольжения (на более поздних сроках беременности). При таком смещении датчика можно визуализировать все сердечные структуры, которые необходимо обследовать при ЭхоКГ плода.

При поперечном сканировании брюшной полости желудок определяется слева. Когда ультразвуковой пучок смещается к сердцу, определяется место впадения нижней полой вены в правое предсердие. Желудок должен оставаться на той же стороне, что и верхушка сердца.

Четырехкамерный срез определяется при полном поперечном срезе грудной клетки чуть выше диафрагмы. Это связано с тем, что довольно крупная печень плода, доходящая до левой стенки брюшной полости, смещает верхушку в краниальном направлении таким образом, что основание сердца почти прилегает к диафрагме. После рождения и у взрослых верхушка сердца смещается в каудальном направлении, следовательно, четырехкамерный срез не располагается уже в ортогональной поперечной плоскости. Важно знать точную методику получения четырехкамерного среза сердца, так как ультразвуковой пучок должен располагаться в точной ортогональной плоскости правой границы сердца.

Правильная плоскость — это полностью поперечный срез, что определяется по круглой форме грудной клетки и визуализации полностью одного ребра. В тех случаях, когда на срезе визуализируется несколько ребер, он является косым в латеральной плоскости или передне-задней. Правильный уровень для оценки четырехкамерного среза сердца показывает крест или центр сердца — это определенная точка в сердце, которая на ранних сроках беременности имеет небольшие размеры. Если этот уровень ниже, вместо крестообразной структуры визуализируется коронарный синус. Если уровень выше, вместо крестообразной структуры в центре сердца визуализируется место отхождения аорты.

Над уровнем четырехкамерного среза сердца расположена плоскость аортального тракта, при этом аорта «вклинена» между двумя атрио-вентрикулярными клапанами. От места своего отхождения аорта смещается по направлению к правому плечу. При сканировании в более краниальном направлении выносящий тракт правого желудочка и легочная артерия «пересекают» место отхождения аорты и продолжают в артериальный проток, который направляется кзади. Эти две крупные артерии располагаются под углом (правым) друг к другу в месте их отхождения. При дальнейшем движении в краниальном направлении определяется поперечный срез дуги аорты сразу под апертурой грудной клетки.

Крупные артерии можно отличить друг от друга по их морфологическим признакам, а не по расположению по отношению к сердцу. Неизменной морфологической характеристикой аорты является то, что первые ветви, которые определяются при ЭхоКГ, отходят вверх на некотором расстоянии от артериального клапана (если говорить точнее, то коронарные ветви отходят от аортального синуса чуть выше клапана, но они мелкие, поэтому их трудно визуализировать при ЭхоКГ плода). С другой стороны, легочная артерия отдает ветви на небольшом расстоянии от артериального клапана и разветвляется латерально на 3: левую и правую легочные артерии, а между ними располагается артериальный проток. В дополнение аорта формирует дугу на более высоком уровне, в то время как дуга протока лежит ниже уровня дуги аорты.

При поперечном сканировании и небольшой ротации датчиком или комбинации скольжения в плоскости датчика и изменения угла его наклона от четырехкамерного среза можно получить изображения выносящего тракта левого желудочка, плоскость которого проходит между правым плечом и гребнем левой подвздошной кости плода. В данной плоскости открывается место отхождения аорты, что позволяет определить раннее ветвление аорты. В отличие от него при небольшом смещении датчика можно увидеть, как легочная артерия, отходящая от правого желудочка, отдает ветви сразу после отхождения. Схожая методика с движением датчика от плоскости четырех-

камерного среза позволяет визуализировать выносящий тракт левого желудочка на уровне артериального протока, при этом проток и дуга определяются на одном срезе, что делает возможными выполнение сравнительного их анализа по размеру и расположению относительно друг друга.

Таким образом, для получения поперечных срезов сердца, которые являются основными, необходимо сканирование датчиком в горизонтальной плоскости вдоль тела плода, от брюшной полости до верхней апертуры грудной клетки, при этом небольшие отклонения от поперечной плоскости позволяют визуализировать выносящий тракт аорты более четко и поперечную дугу, а также проток одновременно. Комбинация данных движений датчиком, которые сохраняют также плоскость исследования, позволяют визуализировать структуры в каждой плоскости с разных точек и оптимизировать изображение для более точного определения специфических структур.

В качестве альтернативного подхода к сканированию сердца в настоящее время применяются УЗ-аппараты с возможностью трех- и четырехмерной визуализации. При этом можно оценить объем сердца. На таких аппаратах существуют автоматические формы мануального скольжения датчика, при этом исследование должно начинаться на уровне выносящего тракта аорты, с настройками аппарата, оптимизированными к размерам плода, т. е. при небольшом плоде угол должен быть меньше.

Полученные изображения (срезы) от желудочка до дуги аорты могут в дальнейшем визуализироваться в двухмерном и цветовом режимах. Уменьшение расстояния между срезами позволяет рассмотреть более близко каждый отдел сердца, а изменение этого расстояния позволяет выбрать идеальное изображение для каждого из 5 обязательных срезов.

Для получения нормальных структур и исключения аномалий сердца плода в большинстве случаев бывает достаточно получения поперечных срезов. Но в некоторых случаях дополнительную информацию могут дать срезы по длинной оси сердца. При этом датчик поворачивается на 90° от четырехкамерного среза и затем «скользит» в горизонтальной плоскости, вдоль плода. Благодаря применению данной методики могут быть получены срезы в сагиттальной плоскости с одной стороны тела плода до другой.

Стандартные срезы сердца плода слева направо включают: срез левого желудочка по короткой оси, срез протока по длинной оси, срез дуги аорты по длинной оси, срез по длинной оси верхней и нижней полых вен. Общий срез, применяемый для поиска сагиттальной плоскости — трикуспидально, — аортальный срез, при котором луч проходит спереди правой стороны межжелудочковой перегородки. Хотя данный срез не является информативным для выполнения анализа, его следует получать для того, чтобы врач понимал, какие движения необходимо осуществлять датчиком для получения более информативных изображений.

Продольные срезы по длинной оси имеют меньшую информативность по сравнению с по-

перечными срезами, так как угол для идеальной визуализации дуги аорты немного отличается от такового, который необходим для идеальной визуализации дуги протока. Тем не менее данные срезы могут помочь в определении взаимосвязи срезов по длинной оси друг с другом.

Если врач УЗД поймет механизм получения срезов сердца и будет ежедневно выполнять ЭхоКГ плода, оценка сердца впоследствии станет для него быстрой и легкой процедурой. При этом он сможет получить дополнительные срезы в тех случаях, когда качество основных недостаточное для установления точного диагноза.