

Магистральные сосуды и дуга аорты в норме и при патологии

Введение

Магистральные сосуды и их соединения наилучшим образом визуализируются в серии срезов в поперечном сечении, которые специалист получает при непрерывном скольжении датчиком в краниальном направлении после получения среза в четырехкамерной позиции (см. главу 1). Аорта берет свое начало над уровнем среза в четырехкамерной позиции, занимая так называемое расклинивающее положение (именуемое так из-за близкого расположения к фиброзным кольцам атриовентрикулярных клапанов).

Часто для лучшей визуализации выводного тракта левого желудочка необходимо немного развернуть датчик для визуализации устья аорты (см. главы 1, 4). При продолжении сканирования в краниальном направлении от устья аорты до среза через три сосуда появляется изображение выводного тракта правого желудочка. Выше данного среза определяется дуга аорты. На этом же уровне при незначительном изменении угла наклона датчика удается визуализировать и артериальный проток, что позволяет сравнить его диаметр с диаметром аорты (см. главы 1, 4).

Сканирование по длинной оси сосудов сердца, а также плода в сагиттальной плоскости используют при подозрении на аномалии магистральных сосудов, для уточнения диагноза и детального изучения существующей мальформации (см. главу 4). Сочетание динамического сканирования в поперечной и продольной плоскостях выше уровня дуги аорты помогает в оценке вида и порядка отхождения брахиоцефальных сосудов.

В этой главе будут рассмотрены следующие врожденные пороки сердца:

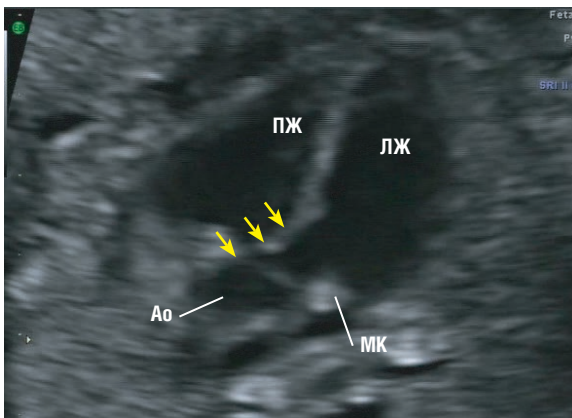
1. Атрезия, стеноз аорты и дисплазия створок аортального клапана.
2. Аортолевожелудочковый туннель.
3. Атрезия, стеноз легочной артерии и дисплазия створок клапана легочной артерии.
4. Смещение артериального клапана:
 - смещенный аортальный клапан;
 - тетрада Фалло со стенозом или атрезией легочной артерии;
 - клапан общего артериального ствола (трункальный клапан);
 - общий артериальный ствол;
 - смещенный клапан легочной артерии;
 - смещенный клапан легочной артерии при двойном отхождении сосудов от правого желудочка или транспозиции магистральных сосудов.
5. Транспозиция магистральных сосудов:
 - с конкордантными предсердно-желудочковыми соединениями;
 - с дискордантными предсердно-желудочковыми соединениями (врожденная корригированная транспозиция).
6. Двойное отхождение сосудов от правого желудочка.
7. Аномалии развития дуги аорты:
 - правосторонняя дуга аорты;
 - двойная дуга аорты;
 - aberrантная подключичная артерия;
 - коарктация аорты;
 - перерыв дуги аорты;
 - дефект аортолегочной перегородки.

8. Аномалии развития артериального протока:
 - малый диаметр;
 - констрикция;
 - отсутствие;
 - аномальное расположение;
 - извитость;
 - аневризма.
9. Аномалии развития верхней полой вены:
 - гипоплазия или отсутствие (реже) при персистировании левой верхней полой вены;
 - расширение при сочетании с внутречерепными артериовенозными мальформациями или супракардиальной формой тотального аномального дренажа легочных вен.
10. Кальцификация стенок магистральных сосудов.

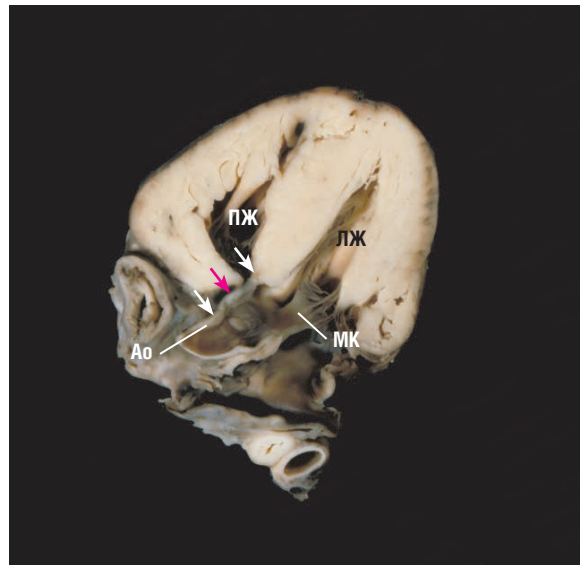
Изображение магистральных сосудов в норме

При изучении изображений выводного тракта левого желудочка видно, что передняя стенка аорты продолжается в межжелудочковую перегородку, а задняя — в переднюю створку митрального клапана (**рис. 3.1**).

Срез через три сосуда краниальнее среза на уровне выводного тракта левого желудочка позволяет визуализировать выводной тракт правого желудочка и артериальный проток вместе с аортой и верхней полой веной, расположенных справа от легочного ствола, по их коротким осям (**рис. 3.2А–Е**). Восходящий отдел аорты, отходя от сердца, поднимается краниально, отклоняясь вправо (к правому плечу), а затем разворачивается кзади и влево, формируя дугу.



А



Б

Рис. 3.1 (А) Отхождение аорты (Ao) от левого желудочка (ЛЖ) в поперечном сечении выше (краниальнее) среза в четырехкамерной позиции. Межжелудочковая перегородка продолжается в переднюю стенку аорты (*стрелки*). Обратите внимание, что перегородка располагается между желудочками прямолинейно и перпендикулярно фиброзным кольцам, но линия перехода межжелудочковой перегородки в стенку аорты несколько искривлена из-за отклонения хода начального отдела аорты кпереди. Задняя стенка аорты продолжается в переднюю створку митрального клапана (МК) (плод в положении **НВ**). **(Б)** Анатомический препарат сердца ориентирован аналогично срезу через три сосуда. Аорта целиком отходит от левого желудочка, межжелудочковая перегородка продолжается в переднюю стенку аорты (*белые стрелки*), а задняя стенка аорты продолжается в переднюю створку митрального клапана. Обратите внимание, что на данном срезе перегородка между полостью правого желудочка (ПЖ) и выводным трактом левого желудочка истончается в области соединения со стенкой аорты (*красная стрелка*). Это атриовентрикулярная предсердно-желудочковая перегородка (часть мембранозной перегородки), которая визуализируется в норме.

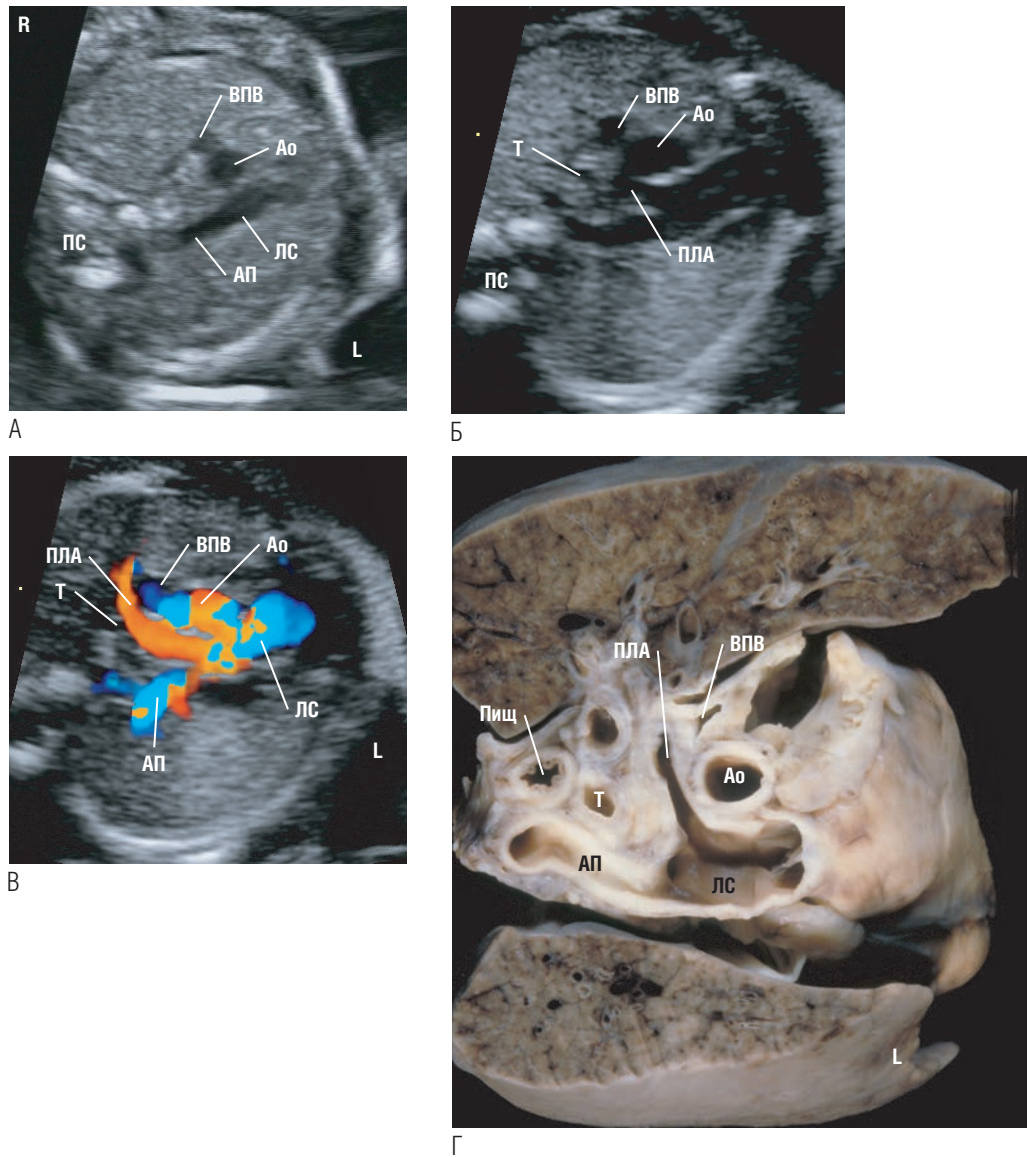


Рис. 3.2 (А) Классический срез через три сосуда: легочный ствол (ЛС) и артериальный проток (АП) определяются слева от аорты (Ao), которая располагается слева от верхней полой вены (ВПВ). Наибольшим сосудом (по диаметру) и расположенным кпереди от остальных является легочный ствол. Наименьшим сосудом (по диаметру) и расположенным кзади от других двух сосудов является верхняя полая вена. Обратите внимание, что из-за особенностей расположения магистральных сосудов легочный ствол представлен по его длинной оси, а восходящий отдел аорты и верхняя полая вена — по их коротким осям. **(Б, В)** Срез через три сосуда ниже, чем на (А). Визуализируется место отхождения правой легочной артерии (ПЛА), которая затем идет под восходящим отделом аорты и верхней полой веной. При ЦДК кровотока ход правой легочной артерии прослеживается более четко. **(Г)** Анатомический препарат рассечен и ориентирован соответственно срезам на (Б, В). Расположение трахеи (Т) и пищевода (Пищ) относительно других внутригрудных анатомических образований показано более отчетливо. ▶

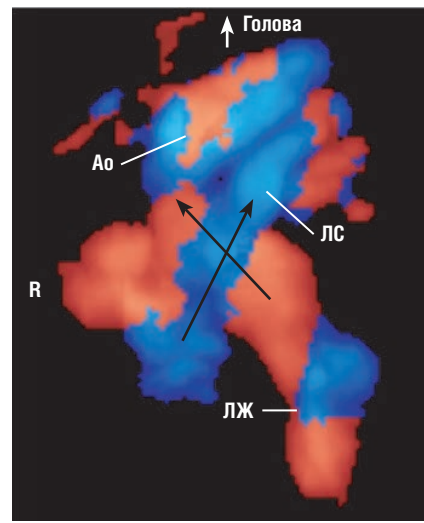
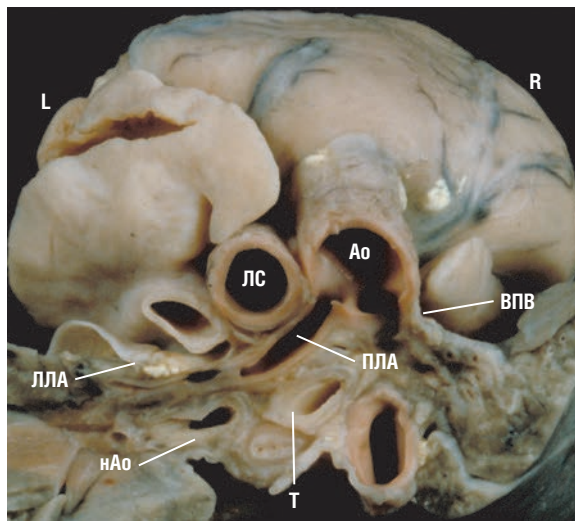
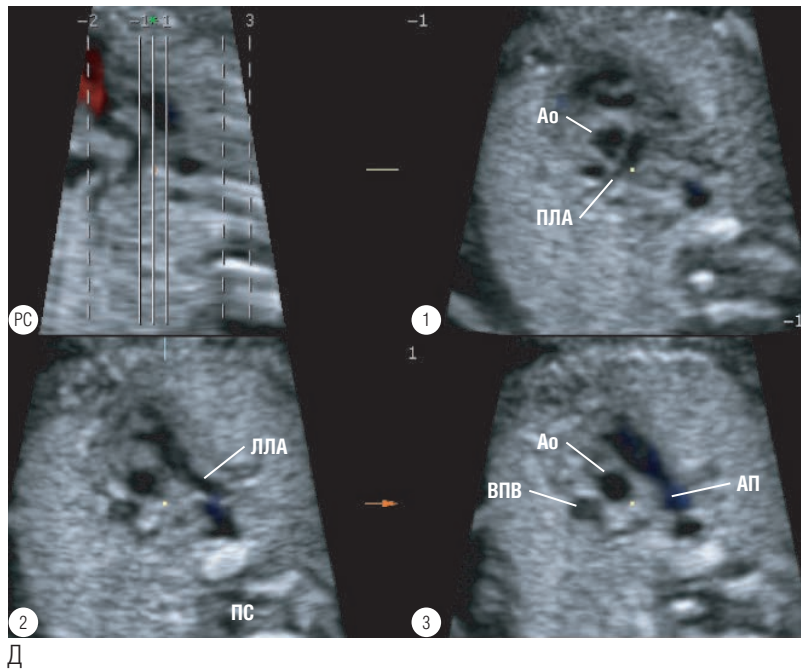
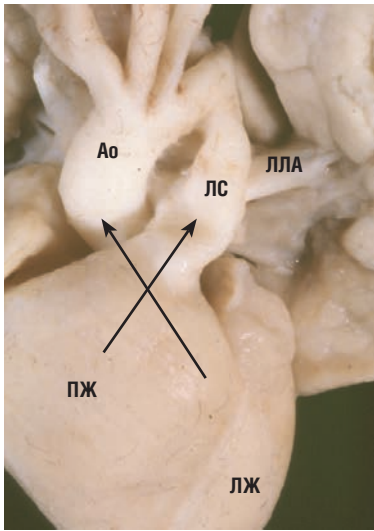


Рис. 3.2 продолжение (Д) Серия из трех параллельных томографических ультразвуковых срезов из заданного «сердечного объема». На наиболее каудальном срезе ① показан ход правой легочной артерии позади аорты и верхней полой вены. На более краниальном срезе ② видно место отхождения левой легочной артерии (ЛЛА). Над этим срезом выполнен срез через три сосуда ③ с четко определяемым артериальным протоком. Эта серия срезов показательна тем, что, изменяя угол наклона датчика книзу и вправо, можно визуализировать правую легочную артерию и артериальный проток, а изменяя угол наклона датчика книзу и влево, — левую легочную артерию и артериальный проток. Таким образом, увидеть эти три сосуда на одном срезе обычно не удается. **(Е)** Анатомический препарат сердца плода на сроке гестации 23 недели (вид сверху). Сосуды рассечены ниже артериального протока. Показаны места отхождения правой легочной артерии и левой легочной артерии от легочного ствола. Трахея располагается между правой легочной артерией и нисходящим отделом аорты (нАо). **(Ж)** Трехмерная поверхностная реконструкция магистральных сосудов в режиме прозрачного тела (glass body), т.е. совмещения объемных данных, полученных в серой шкале и в трехмерном режиме при энергетической доплерэхокардиографии. Виден перекрест магистральных сосудов (стрелки). Аорта отходит от левого желудочка (ЛЖ) и направляется кверху и вправо, легочный ствол отходит кпереди от аорты, косо перекрещиваясь с ее начальным отделом. Затем аорта поворачивает влево, формируя дугу. Магистральные сосуды, располагаясь в начальных отделах под прямым углом друг к другу, идут практически параллельно до места соединения кпереди от позвоночного столба (ПС). ▶



3

Рис. 3.2 окончание (3) Анатомический препарат сердца ориентирован соответственно изображению на (Ж). Черными стрелками указано направление хода магистральных сосудов в их начальном отделе. ПЖ — правый желудочек; РС — референсный срез.

В отличие от аортального клапана клапан легочной артерии отделен от трикуспидального клапана *инфундибулумом* (мышечным кольцом подлегочного артериального конуса).

Подлегочный артериальный конус расположен прямолинейно чуть левее срединной линии тела и отклонен кзади по направлению к позвоночному столбу. Вследствие этого легочный ствол перекрещивается с начальным отделом аорты, формируя *перекрест магистральных сосудов* (см. рис. 3.2Ж, 3).

Структура, расположенная на срезе через три сосуда выше остальных, является дугой аорты (рис. 3.3А).

Артериальный проток располагается внизу и слева от дуги аорты (см. рис. 3.3Б, В, Г).

Перечисленные сосуды следует оценить по диаметру, расположению, структуре и функции аналогично исследованию структур, визуализируемых в четырехкамерной позиции.

Диаметр

Важно иметь представление о нормальных (как абсолютных, так и относительных) диаметрах магистральных сосудов. Обычно оценку диаметра магистрального сосуда проводят на глаз, однако ее необходимо подтвердить измерением диаметра магистральных сосудов на уровне клапанов в фазу диастолы. На сроке гестации 12 недель диаметры аорты и легочного ствола примерно равны, однако уже к 16-й неделе диаметр легочного ствола становится больше диаметра аорты, и это соотношение сохраняется до рождения ребенка. Например, на 20-й неделе гестации средний диаметр аорты составляет 3 мм, а легочного ствола — 3,5 мм. Диаметры дуги аорты и артериального протока равны. В идеале эти сосуды можно визуализировать на одном срезе и сравнить. Способ измерения диаметров магистральных сосудов, дуги аорты и артериального протока, а также показатели нормы в зависимости от срока гестации приведены в главе 5.

Расположение

При скольжении датчиком в краниальном направлении в четырехкамерной позиции первым магистральным сосудом, который видит исследователь, является аорта (рис. 3.4), затем для визуализации становится доступен клапан легочной артерии, расположенный выше аортального клапана. Аорта целиком отходит от левого желудочка, а легочный ствол — от правого желудочка. Легочный ствол перекрещивается с начальным отделом аорты таким образом, что клапан легочной артерии располагается слева от аортального клапана. Артериальный проток находится левее дуги аорты, при этом дуга аорты расположена выше протоковой дуги (см. рис. 3.1–3.4, 3.7, 3.8).

Структуры

Створки аортального клапана и клапана легочной артерии одинаково тонкие и подвижные. Магистральные сосуды различаются видом ветвления. Первыми ветвями, отходящими от аорты, являются коронарные артерии, которые у плода обычно настолько малы, что неразличимы при ультразвуковом исследовании. В связи с этим у плода первыми визуализирующимися

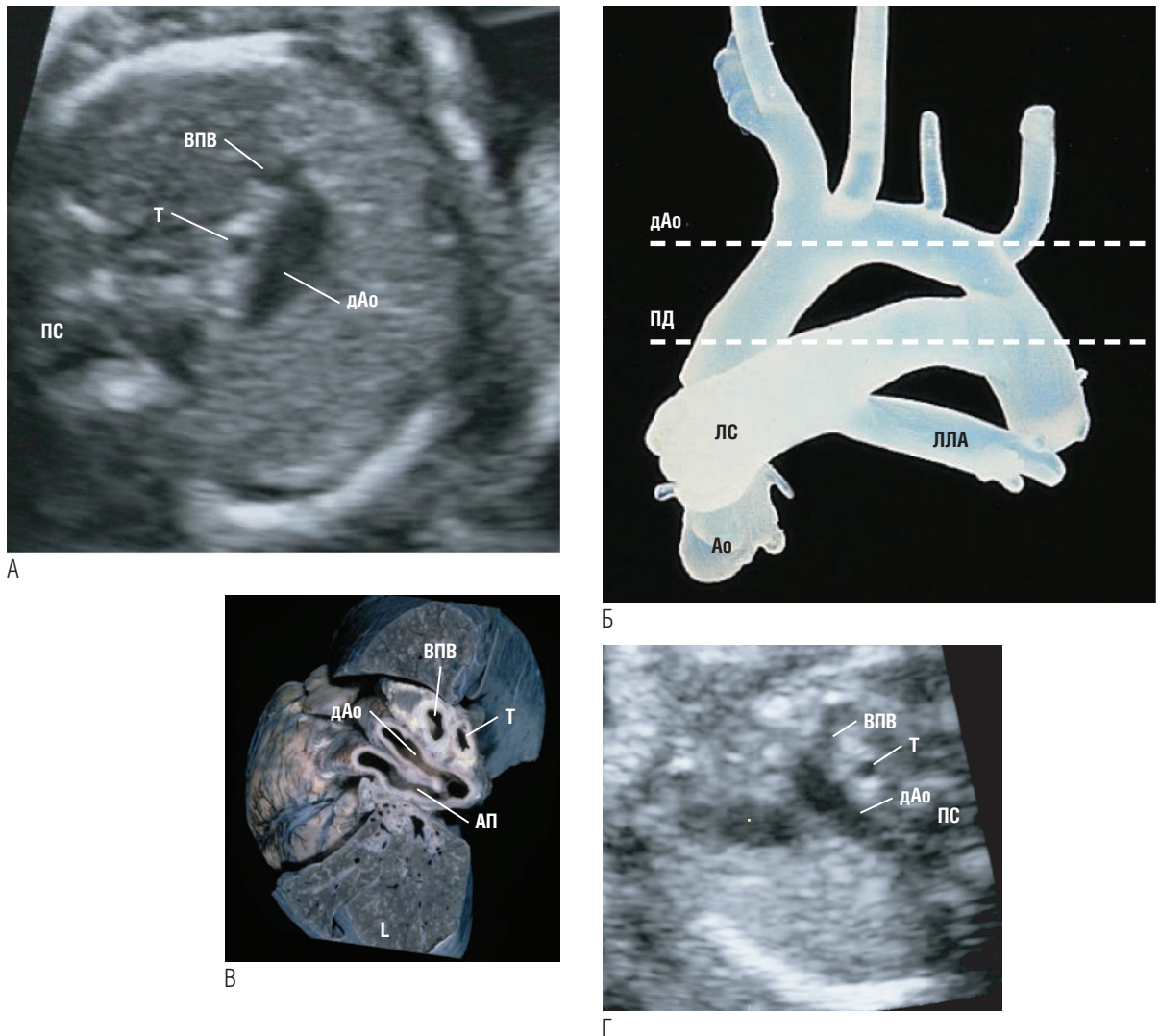


Рис. 3.3 (А) Изображение аорты (Ао) в поперечном сечении можно получить независимо от положения и ориентации плода. Для этого плоскость сканирования смещают краниальнее среза через три сосуда. В данной проекции визуализируется в поперечном сечении дуга аорты (дАо), пересекающая срединную линию тела справа налево кпереди от трахеи (Т). Дуга аорты — самая верхняя (расположенная наиболее краниально) сосудистая структура. **(Б)** Слепок магистральных сосудов на сроке гестации 19 недель иллюстрирует пространственное расположение дуги аорты и протоковой дуги (ПД) (т.е. дуги артериального протока), расположенных на разных уровнях (пунктирные линии). В норме дуга аорты у плода всегда располагается краниальнее. При сканировании в поперечном сечении по направлению к голове плода артериальный проток (АП) визуализируется раньше дуги аорты. Если датчик немного наклонить, то можно получить изображение артериального протока и дуги аорты на одном срезе, причем эти сосудистые структуры будут как бы лежать друг над другом. Обратите внимание, что в данном случае от дуги аорты отходит четвертая ветвь небольшого диаметра (между левой общей сонной артерией и левой подключичной артерией). Такое отхождение ветвей от дуги аорты является вариантом нормы. **(В)** Анатомический препарат сердца ориентирован аналогично срезу на (Г). Дуга аорты пересекает срединную линию тела кпереди от трахеи. **(Г)** Для визуализации соединения сосудов плоскость сканирования следует изменить: расположить немного фронтальнее плоскости анатомического препарата. ВПВ — верхняя полая вена; ЛЛА — левая легочная артерия; ЛС — легочный ствол; ПС — позвоночный столб.

ветвями аорты являются брахиоцефальные сосуды, которые берут свое начало на некотором расстоянии от аортального клапана (**см. рис. 3.6**) и после отхождения от дуги аорты направляются вверх (поэтому на срезе в поперечном сечении видны на некотором расстоянии от аортального клапана). Напротив, легочный ствол рано делится на ветви, которые после от-

хождения от легочного ствола направляются к соответствующим легким, поэтому отчетливо различимы на срезах в поперечном сечении (**см. рис. 3.6**). Артериальный проток является прямым продолжением легочного ствола (**см. рис. 3.2, 3.4, 3.7**). Правая легочная артерия и артериальный проток обычно без труда определяются на срезах в поперечном сечении. Левая

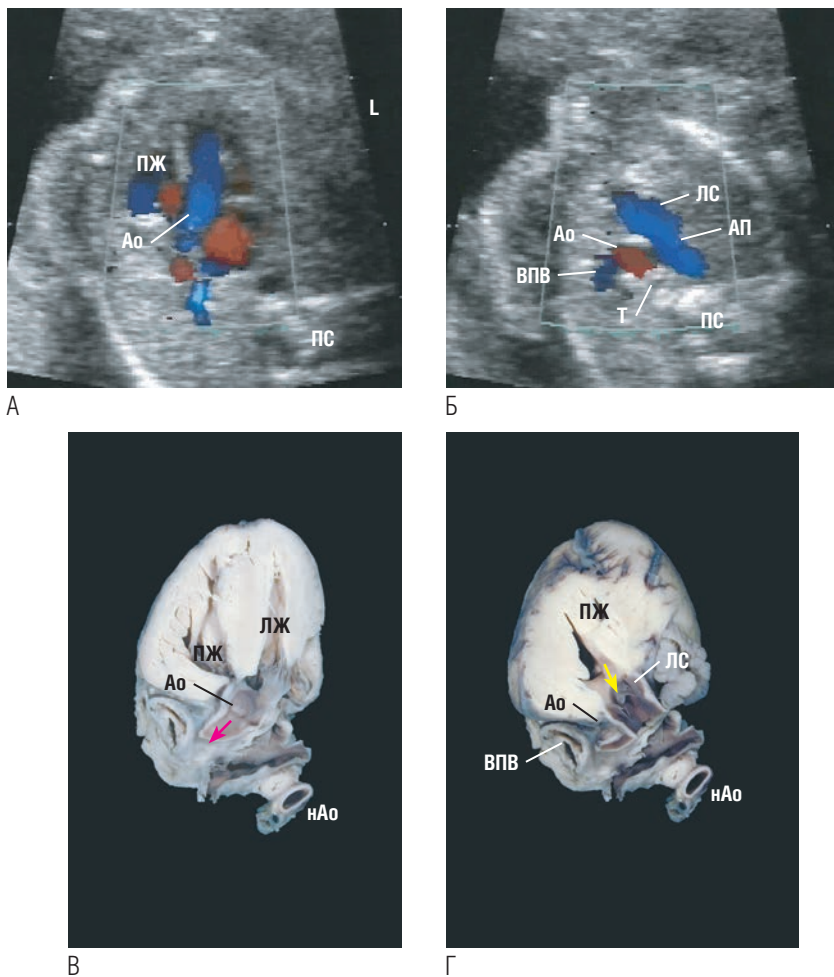


Рис. 3.4 Представлены два среза одного и того же плода в положении **НВ**. **(А)** Аорта (Ао) является первым магистральным сосудом, который определяется краниальнее среза в четырехкамерной позиции. При ЦДК кровотока видно, что восходящий отдел аорты берет свое начало от левого желудочка (ЛЖ). **(Б)** При ЦДК кровотока видно, что легочной ствол (ЛС) перекрещивается с начальным отделом аорты. **(В, Г)** Анатомические препараты сердца плода во втором триместре беременности, ориентированные аналогично срезам на (А, Б). На (В) аорта берет свое начало от левого желудочка и направляется вправо (стрелка). На (Г) легочный ствол берет свое начало от правого желудочка (ПЖ) и направляется в сторону нисходящего отдела аорты (нАо) (стрелка). Выводные тракты желудочков располагаются под прямым углом друг к другу. АП — артериальный проток; ВПВ — верхняя полая вена; ПС — позвоночный столб; Т — трахея.

легочная артерия располагается краниальнее, но также может быть визуализирована, особенно при ЦДК кровотока. Легочный ствол, артериальный проток и поперечная часть дуги аорты соединяются с нисходящим отделом аорты кпереди от позвоночного столба. Легкое вращение датчиком позволяет одновременно получить изображение дуги аорты и артериального протока (см. главу 4), которые формируют в задних отделах грудной клетки структуру, похожую на букву V, причем длинное плечо буквы V образовано артериальным протоком и легочным стволом, а короткое — дугой аорты (см. рис. 3.8). Дуга аорты пересекает срединную линию тела кпереди от трахеи и левый главный бронх, формируя левостороннюю дугу аорты (см. рис. 3.3А, 3.5).

Функция

Аортальный клапан и клапан легочной артерии раскрываются полностью. Складывается впе-

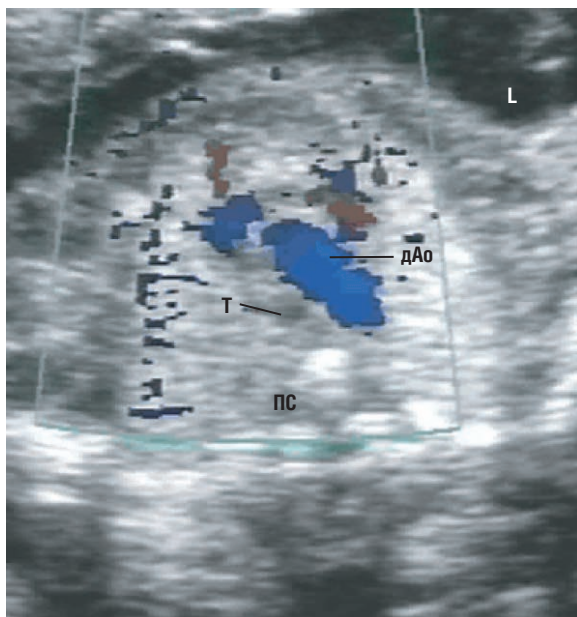
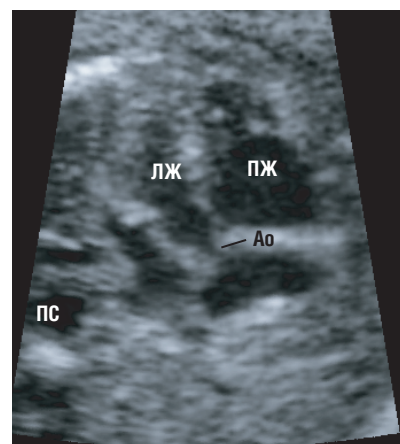


Рис. 3.5 Антеградный кровоток регистрируется на всем протяжении дуги аорты (дАо), которая проходит спереди трахеи (Т) справа налево. Обратите внимание, что диаметр сосуда одинаковый во всех отделах. ПС — позвоночный столб.

чатление, что в фазу систолы створки клапанов как бы исчезают, настолько близко створки примыкают к стенкам артерий (рис. 3.9). При ЦДК кровотока четко визуализируются потоки крови через оба клапана (см. рис. 3.4). Скорость трансклапанного кровотока повышается с



А



Б

Рис. 3.6 (А) При смещении плоскости сканирования краниальнее среза в четырехкамерной позиции первым сосудом, попадающим в поле зрения исследователя, должна быть аорта (Ао), которая в норме располагается в середине основания сердца, рядом и чуть выше атриовентрикулярных клапанов. Однако необходимо удостовериться, что этот сосуд — аорта (у аорты отхождение ветвей начинается на некотором расстоянии от аортального клапана, а у легочного ствола — сразу после его отхождения от правого желудочка). **(Б)** Чтобы убедиться в отсутствии раннего ответвления, необходимо изменить угол наклона датчика для оценки сосуда по длинной оси (плод в положении НВ). ЛЖ — левый желудочек; ПЖ — правый желудочек; ПС — позвоночный столб.

увеличением срока гестации (от приблизительно 30 см/сек в 12 недель гестации до 1 м/сек к моменту рождения). У плода скорость кровотока в аорте несколько выше, чем в легочном стволе, однако значения могут изменяться, поскольку при движении плода скорости кровотока в сосудах увеличиваются. В норме регургитация через аортальный клапан и клапан легочной артерии не регистрируется ни при ЦДК кровотока, ни при импульсно-волновой доп-

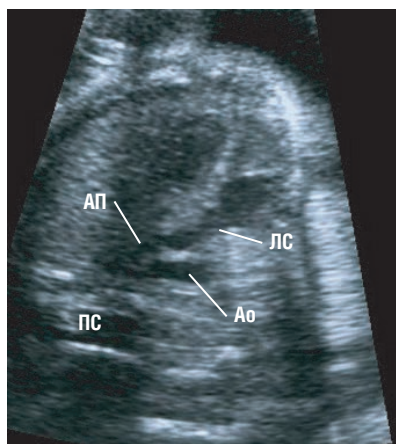
плерэхокардиографии. При ЦДК кровотока поток крови в артериальном протоке и дуге аорты имеет одинаковое направление — к позвоночному столбу (см. рис. 3.8).

Отклонения магистральных сосудов от нормы

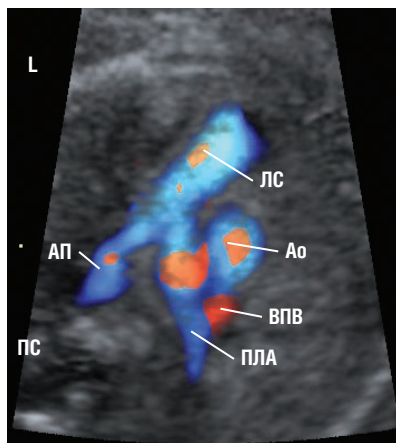
Изменения диаметра

Диаметр аорты меньше нормы

Обычно это хорошо видно при сравнении диаметров аорты и легочного ствола. В большинстве случаев это означает, что кровоток в аорте снижен. Такая ситуация может наблюдаться при атрезии или стенозе аорты, коарктации аорты и перерыве дуги аорты. Атрезией аорты называют полную обструкцию на уровне клапана, в то время как стенозом аорты называют сужение аорты на уровне клапана или близлежащих к нему отделов. В случае атрезии аорты антеградный кровоток из левого желудочка отсутствует и диаметр аорты всегда меньше нор-



А



Б

Рис. 3.7 (А, Б) Легочный ствол (ЛС) перекрещивается с восходящим отделом аорты. Срез сделан выше плоскости среза на рис. 3.6. В зависимости от плоскости сканирования продолжением легочного ствола может быть артериальный проток (АП) (А), артериальный проток и правая легочная артерия (ПЛА) (Б) или артериальный проток и левая легочная артерия (см. рис. 3.2Е). Ао — аорта; ВПВ — верхняя полая вена; ПС — позвоночный столб.

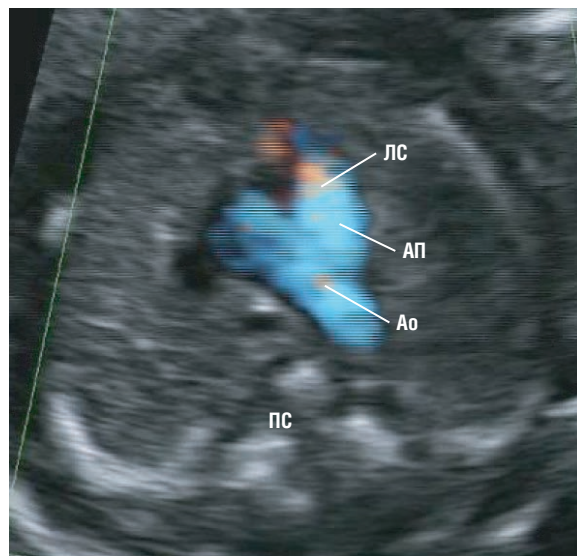


Рис. 3.8 Кровоток в артериальном протоке (АП) и дуге аорты должен иметь одно направление. В норме при ЦДК кровотока сосуды будут иметь один цвет (красный или синий) в зависимости от положения плода относительно ультразвукового датчика (см. рис. 5.11). Ао — аорта; ЛС — легочный ствол; ПС — позвоночный столб.

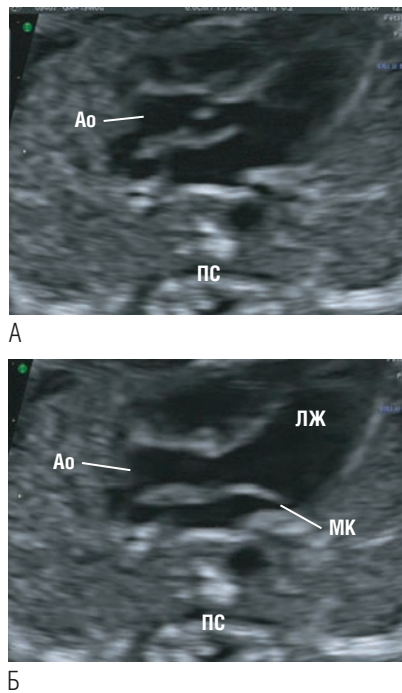


Рис. 3.9 (А) Изображение левых отделов сердца в фазу диастолы. Митральный клапан (МК) открыт, а створки аортального клапана закрыты. Линия смыкания створок расположена посередине аорты (Ao). **(Б)** Сердце в фазу систолы желудочков. Створки митрального клапана закрыты, а створки аортального клапана «исчезли» после того, как приблизились к стенкам аорты. лЖ — левый желудочек; ПС — позвоночный столб.

мы, часто наблюдается выраженная гипоплазия (**рис. 3.10**). При стенозе аорты ее размеры также меньше нормы, но створки аортального клапана утолщены и не «исчезают» в фазу систолы (**рис. 3.11А**), в противоположность ситуации с нормальными створками, которые при открытии клапана приближаются к стенкам аорты и не видны. При ЦДК кровотока выявляются турбулентность потока и aliasing-эффект (**см. рис. 3.11Б**), а максимальная скорость кровотока превышает норму.

Сужение дуги аорты в ее дистальном отделе (что обычно наблюдается) традиционно называют *коарктацией аорты*, а полную обструкцию, как правило, с потерей непрерывности артериальной стенки или просвета, называют *перерывом дуги аорты*. При коарктации аорты у плода аортальный клапан обычно имеет нормальное

строение, хотя нередко он бывает двухстворчатым, что обнаруживают после рождения ребенка. Характерно уменьшение отношения диаметра аорты к диаметру легочного ствола (**рис. 3.12**). Различия диаметров магистральных сосудов легко определяются при последовательном сканировании. Однако полуколичественную оценку необходимо подтверждать измерением диаметра каждого магистрального сосуда на уровне его отхождения от сердца и сравнением полученных параметров с нормой для данного гестационного возраста. Методы измерения и таблицы нормальных значений приведены в **главе 5**. В случае перерыва дуги аорты отмечается значительное уменьшение ее диаметра, что хорошо видно на эхокардиограмме (**рис. 3.13**). *Субаортальный стеноз* (мышечный или мембранозный) в выводном тракте левого желудочка ниже уровня аортального клапана, приводящий к обструкции кровотока при изгнании крови в аорту, у плода встречается очень редко. В подобных случаях диаметр аорты уменьшен.

Диаметр легочного ствола меньше нормы

Диаметр легочного ствола может быть меньше нормы — равен диаметру аорты или меньше его. Подобные отклонения от нормы позволяют заподозрить снижение объемного кровотока в системе легочной артерии, что возможно при *атрезии легочной артерии* или *стенозе клапана легочной артерии*. Снижение кровотока также может происходить из-за аномалий предшествующих легочному стволу сегментов сердца, например при *обструкции трикуспидального клапана*. Диаметр легочного ствола при атрезии легочной артерии может варьировать в широких пределах (**рис. 3.14**), однако при ЦДК кровотока или импульсно-волновой доплер-эхокардиографии антеградный кровоток через клапан легочной артерии отсутствует. При стенозе клапана легочной артерии отмечается утолщение его створок с ограничением их подвижности и регистрируется увеличение скорости трансклапанного кровотока, а при ЦДК кровотока — aliasing-эффект (**рис. 3.15А**), свидетельствующий о турбулентности потока. Стеноз клапана легочной артерии и атрезия легочной артерии часто являются морфологической составляющей более сложных врожденных пороков сердца, например двойного отхож-

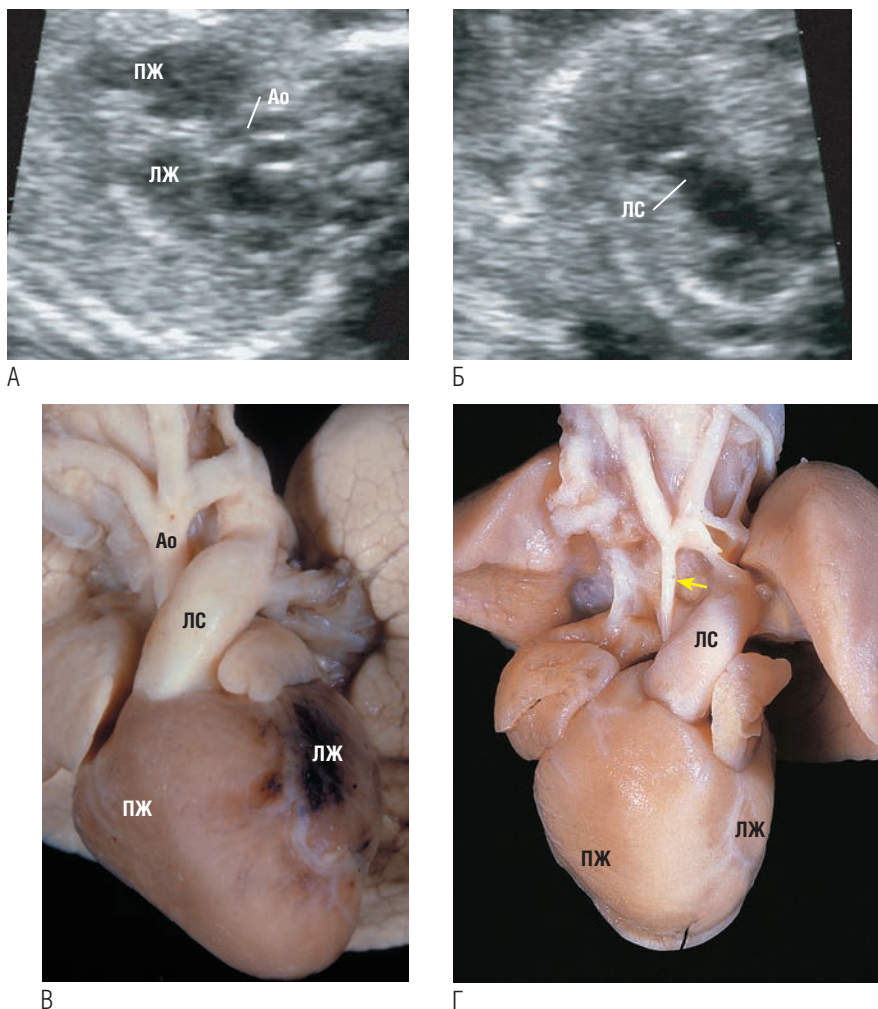
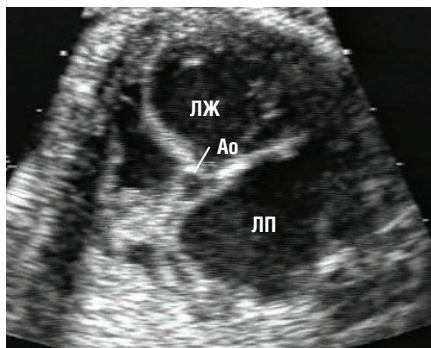


Рис. 3.10 (А) Восходящий отдел аорты имеет настолько малый диаметр, что сосуд трудно визуализировать. Это атрезия аорты. (Б) Эхокардиограмма того же плода. Обратите внимание, как отчетливо визуализируется легочный ствол (ЛС), диаметр которого значительно превышает диаметр аорты (Ао). Опытный специалист способен увидеть малейшее отклонение диаметра от нормы. (В, Г) Анатомические препараты сердца разных плодов с различной аномалией аорты: на (В) – гипоплазия аорты при синдроме гипоплазии левых отделов сердца, на (Г) – атрезия аорты (стрелка). По сравнению с аортой легочный ствол расширен. ЛЖ – левый желудочек; ПЖ – правый желудочек.

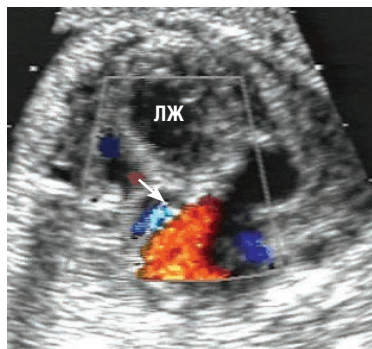
дения сосудов от правого желудочка. *Инфундибулярный стеноз легочной артерии* (или стеноз подлегочного артериального конуса), т.е. сужение ниже уровня фиброзного кольца клапана легочной артерии (**рис. 3.16**), является характерным признаком тетрады Фалло у новорожденного, однако внутриутробно при ультразвуковом исследовании выявляется не всегда.

Диаметр дуги аорты меньше нормы

При атрезии устья аорты наблюдается выраженная гипоплазия дуги аорты, поэтому ее при сканировании в двухмерном режиме часто не удается визуализировать. Дугу аорты можно обнаружить по ретроградному кровотоку из артериального протока (**рис. 3.17**). При *коарктации аорты* диаметр дуги аорты меньше

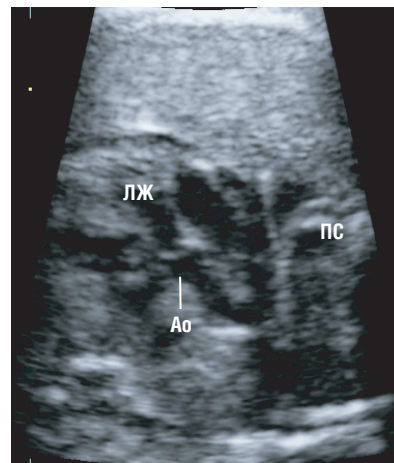


А

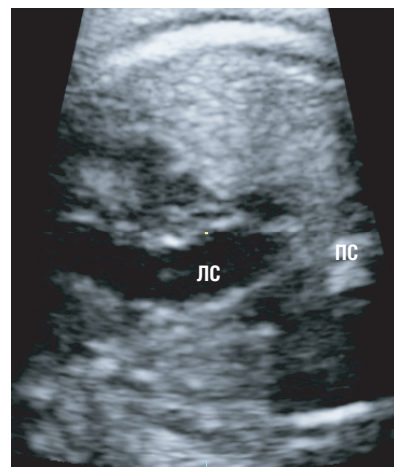


Б

Рис. 3.11 Корень аорты (Ao) меньше нормы. **(А)** Створки аортального клапана утолщены и не «исчезают» в фазу систолы, как это происходит в норме. **(Б)** Выявляются признаки обструкции на уровне клапана: aliasing-эффект (стрелка) при ЦДК кровотока и увеличение скорости кровотока, измеренной в восходящем отделе аорты с помощью импульсно-волновой доплерэхокардиографии. ЛЖ — левый желудочек; ЛП — левое предсердие.



А



Б

Рис. 3.12 (А, Б) Сравнение диаметров магистральных сосудов при их последовательном сканировании в поперечном сечении. Для выявления нарушений следует измерить диаметры сосудов и сравнить полученные параметры с возрастной нормой. На данных рисунках уменьшение отношения диаметра аорты (Ao) к диаметру легочного ствола (ЛС) позволяет с высокой долей вероятности заподозрить аномалию дуги аорты (плод в положении НВ). ▶

нормы, а также меньше диаметра артериального протока (**рис. 3.18**), хотя кровоток в дуге аорты при коарктации аорты обычно имеет нормальное направление. Сравнить диаметры дуги аорты и артериального протока легко на срезах в поперечном сечении. У плодов без патологии и плодов, у которых после рождения была вы-

явлена коарктация аорты, диаметры дуги аорты значительно отличаются. В связи с этим диагноз «коарктация аорты» у плода в большинстве случаев является предварительным и нуждается в подтверждении или исключении после рождения. В случае *перерыва дуги аорты типа В* (см. далее) поперечная часть дуги аорты

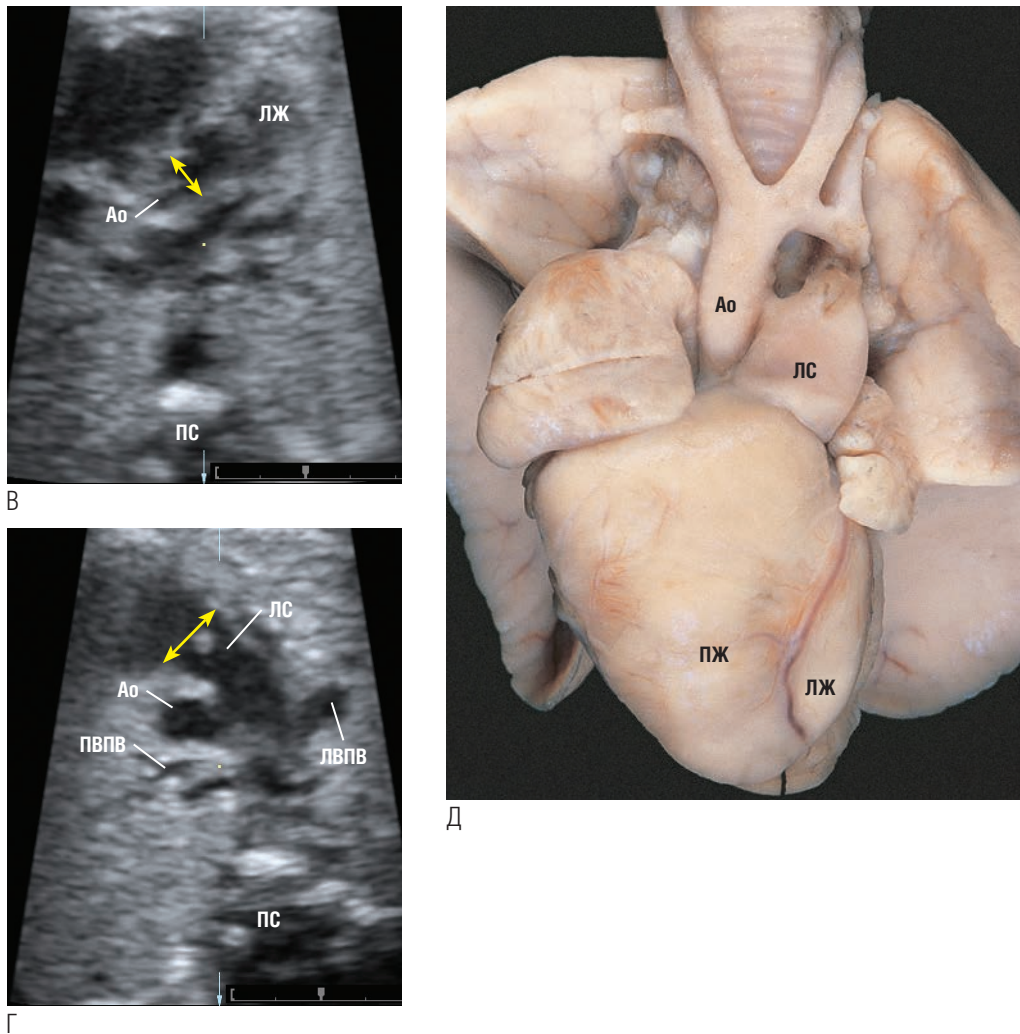
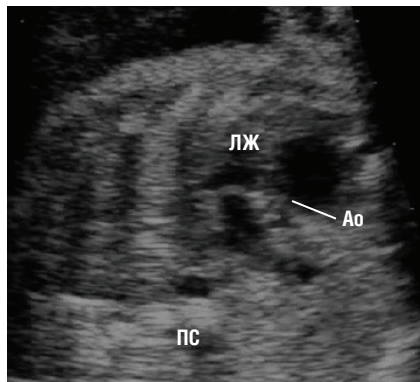


Рис. 3.12 окончание (В, Г) При последовательном сканировании магистральных сосудов в поперечном сечении обнаружена коарктация аорты в сочетании с персистирующей левой верхней полой веной (ЛВПВ). Такое сочетание не является необычным, однако может затруднять диагностику основной патологии. При измерении диаметров магистральных сосудов становится очевидным уменьшение отношения диаметра аорты (*двухсторонняя стрелка*) (В) к диаметру легочного ствола (*двухсторонняя стрелка*) (Г). Обратите внимание, что просвет левой верхней полой вены относительно широк, в то время как просвет правой верхней полой вены (ПВПВ) значительно сужен. (**Д**) На анатомическом препарате сердца хорошо видно уменьшение диаметра аорты относительно диаметра легочного ствола (сравните с нормальными диаметрами сосудов на (3) рис. 3.2), что позволяет заподозрить коарктацию аорты. Обратите внимание на дополнительный признак, характерный для коарктации аорты – нарушение соотношения линейных размеров желудочков: левый желудочек (ЛЖ) меньше правого желудочка (ПЖ). ПС – позвоночный столб.

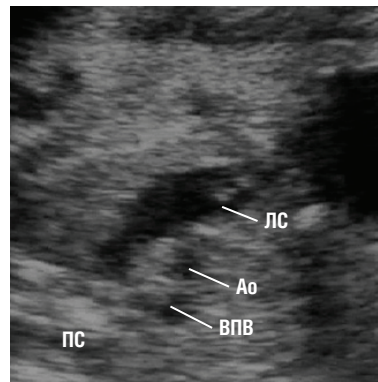
при ультразвуковом исследовании не определяется (**рис. 3.19А, Б; см. рис. 3.13В**). Во всех случаях перерыва дуги аорты выявляется дефект межжелудочковой перегородки, часто большой (**см. рис. 3.19В**). Перерыв дуги аорты также может наблюдаться при сложных врожденных пороках сердца (**см. рис. 3.19Г**).

Диаметр артериального протока меньше нормы

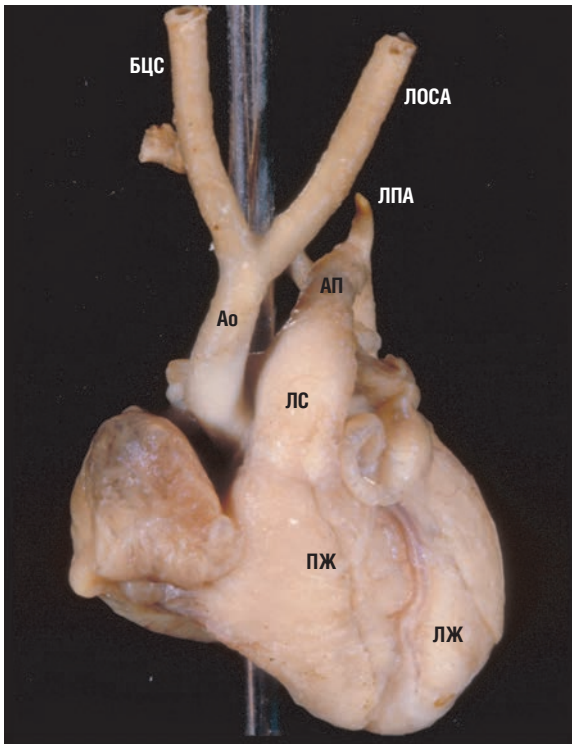
Уменьшение диаметра артериального протока по сравнению с нормой и обратное направление кровотока в нем наблюдаются при *атрезии легочной артерии* (**рис. 3.20**). При стенозе легочной артерии на различных уровнях диаметр артериального протока также может быть умень-



А



Б



В

Рис. 3.13 (А) В данном наблюдении с большим трудом обнаружили у плода аорту (Ао). **(Б)** Срез через три сосуда. Диаметр аорты значительно меньше диаметра легочного ствола (ЛС). Однако в этом случае при ЦДК кровотока у плода с перерывом дуги аорты в ее просвете определялся антеградный кровоток. Обратите внимание, что диаметр аорты значительно меньше диаметров правой и левой легочных артерий и верхней полой вены (ВПВ) (сравните с рис. 3.2). **(В)** На анатомическом препарате сердца видно, что диаметр восходящего отдела аорты меньше диаметра легочного ствола. Это пример полного перерыва дуги аорты между левой общей сонной артерией (ЛОСА) и левой подключичной артерией (ЛПА), в результате брахиоцефальный ствол (БЦС) и левая общая сонная артерия располагаются в виде буквы V кпереди от трахеи. Левая подключичная артерия берет свое начало от нисходящего отдела аорты, который снабжается кровью через артериальный проток (АП). ЛЖ — левый желудочек; ПЖ — правый желудочек; ПС — позвоночный столб.

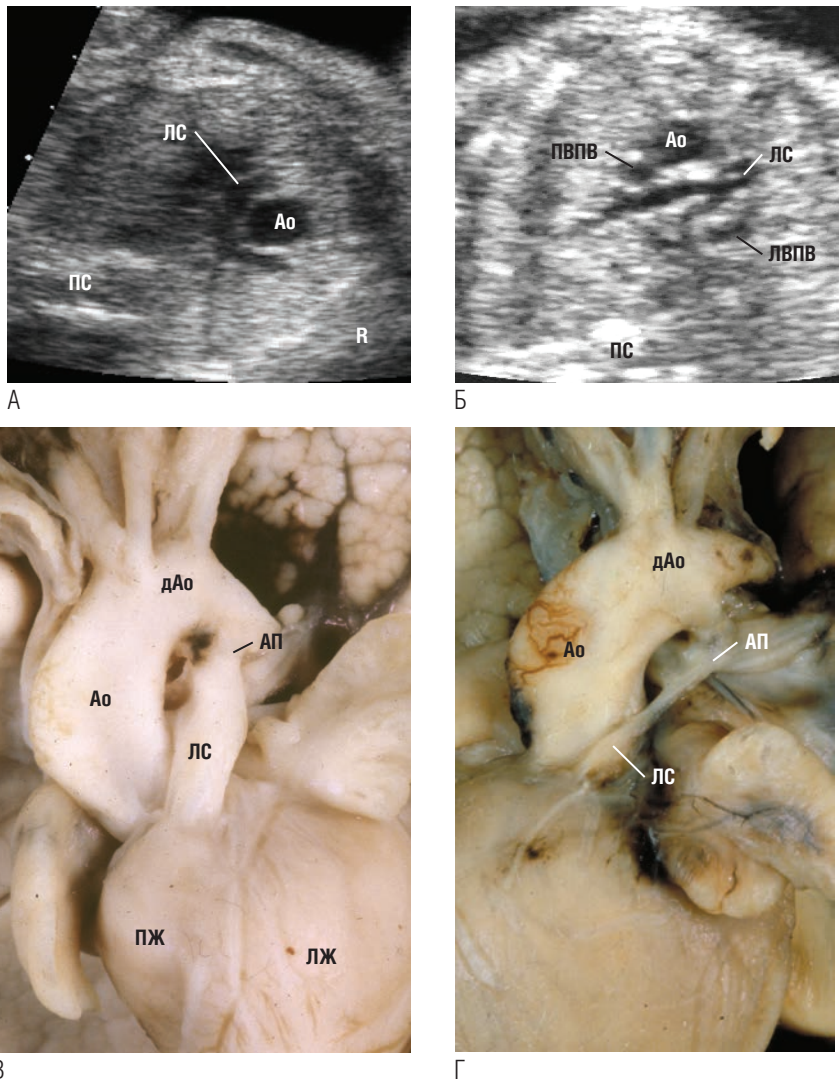
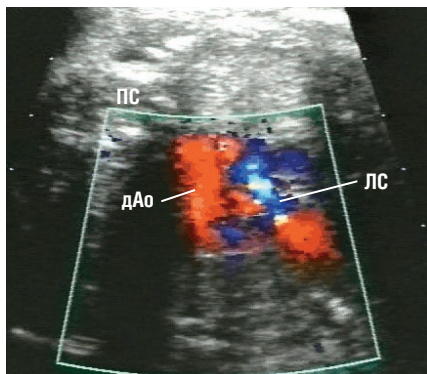
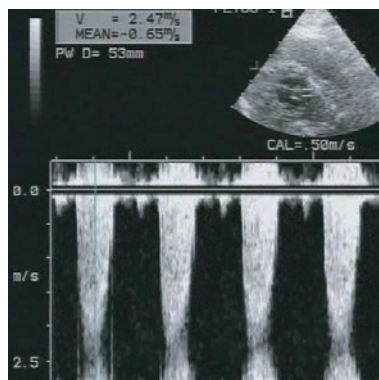


Рис. 3.14 (А, Б) На обоих изображениях диаметры аорты (Ао) и легочного ствола (ЛС) меньше нормы. Видна различной степени патология легочного ствола: от незначительного уменьшения его диаметра (А) до точечного просвета в нем (Б). В обоих наблюдениях с помощью импульсно-волновой доплерэхокардиографии и ЦДК кровотока не удалось выявить антеградный кровоток через клапан легочной артерии, что свидетельствует об атрезии легочной артерии. На (Б) (срез через три сосуда) выявляется четвертый сосуд — персистирующая левая верхняя полая вена (ЛВПВ). **(В, Г)** Два анатомических препарата сердца с атрезией легочной артерии и интактной межжелудочковой перегородкой. При данном врожденном пороке сердца диаметр легочного ствола может быть различным. Обратите внимание на (В), где правый желудочек (ПЖ) меньше левого желудочка (ЛЖ), что характерно для этого врожденного порока. Диаметр легочного ствола меньше нормы, но вполне допустимый. Тем не менее диаметр артериального протока (АП) адекватный и его соединение с аортой происходит в типичном месте. На (Г) легочный ствол похож на ниточку, кровь поступает в легочные артерии через значительно гипоплазированный артериальный проток, соединяющийся с нижней поверхностью дуги аорты (дАо). ПВПВ — правая верхняя полая вена; ПС — позвоночный столб.



А



Б

Рис. 3.15 (А) Aliasing-эффект при ЦДК кровотока через утолщенные створки стенозирванного клапана легочной артерии. **(Б)** Допплерэхокардиограмма трансклапанного потока с максимальной систолической скоростью около 2,5 м/сек. дАо — дуга аорты; ЛС — легочный ствол; ПС — позвоночный столб.

шен, а направление потока крови в нем будет зависеть от тяжести обструкции.

Диаметр аорты больше нормы

Диаметр аорты может быть увеличен при *тетраде Фалло* и редком врожденном пороке сердца — *аортолевожелудочковом туннеле*. В случае тетрады Фалло диаметр аорты увеличен, т.к. через нее протекает больший объем крови, чем по измененному легочному стволу (**рис. 3.21**). При аортолевожелудочковом туннеле (**рис. 3.22**) наблюдается патологическое сообщение между аортой (выше уровня синусов) и

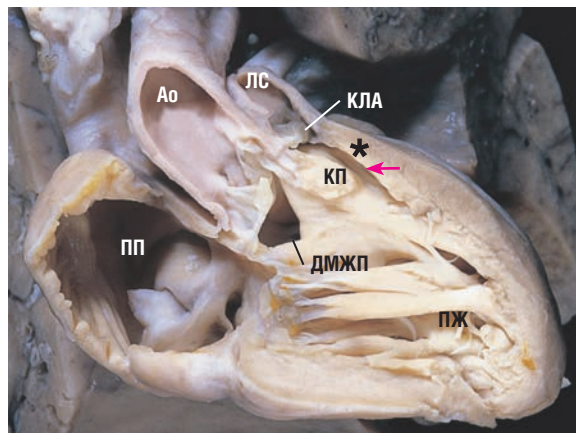
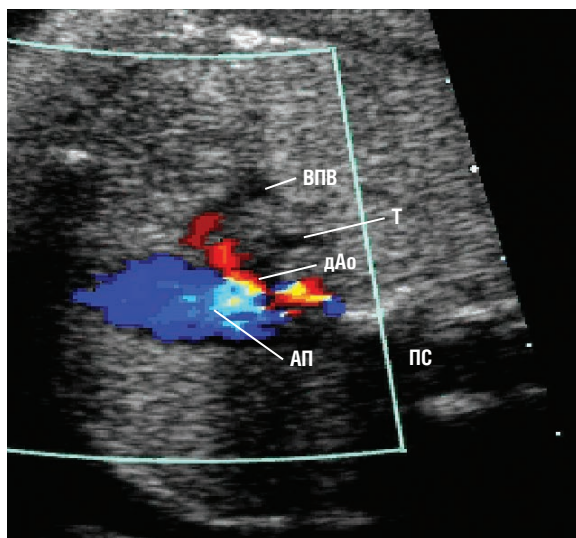
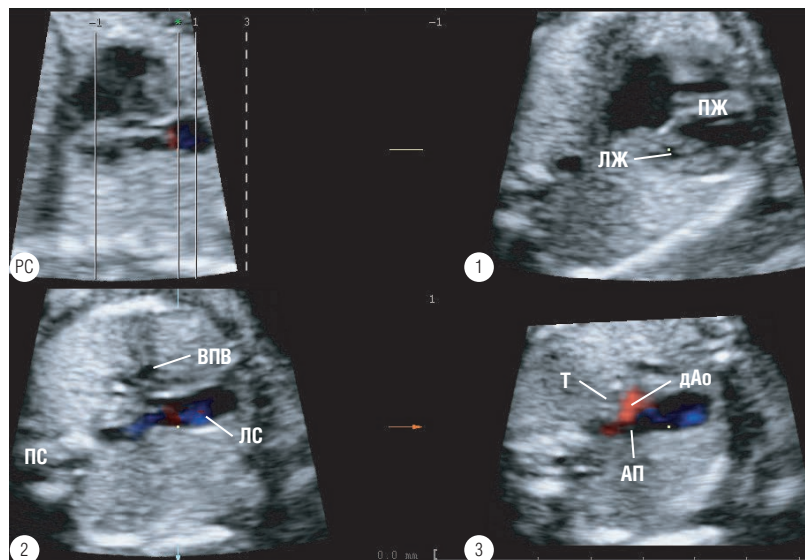


Рис. 3.16 Анатомический препарат сердца с тетрадой Фалло. Видны межжелудочковая перегородка со стороны правого желудочка (ПЖ) и аорта (Ао), расположенная над дефектом межжелудочковой перегородки (ДМЖП). Определяется выраженный инфундибулярный стеноз легочной артерии (*стрелка*), обусловленный смещением конусной перегородки (КП) кпереди. В результате кровь с трудом проходит между ней и свободной стенкой правого желудочка (*). Помимо этого отмечаются дисплазия створок клапана легочной артерии (КЛА), стеноз клапана легочной артерии и выраженная гипоплазия легочной артерии, что характерно для данного порока сердца. ЛС — легочный ствол; ПП — правое предсердие.

выводным трактом левого желудочка. В результате возникает выраженная аортальная регургитация, которую легко определить при ЦДК кровотока и которая приводит к дилатации полости левого желудочка (**см. рис. 3.22**). В тех случаях, когда от сердца отходит единственный магистральный сосуд (как это бывает при общем артериальном стволе), он имеет больший диаметр, чем нормальные для данного гестационного возраста диаметры аорты и легочного ствола, потому что по единственному магистральному сосуду протекает весь объем крови, изгоняемой сердцем.



А



Б

Рис. 3.17 (А) У данного плода дуга аорты (дАо) настолько гипоплазирована, что при сканировании в двухмерном режиме едва различима в типичном месте. Однако ЦДК кровотока позволило отличить сосуд по наличию ретроградного кровотока. **(Б)** Серия из трех параллельных томографических ультразвуковых срезов плода с синдромом гипоплазии левых отделов сердца. На срезе в четырехкамерной позиции ① левый желудочек (ЛЖ) можно охарактеризовать как щелевидный, а восходящий отдел аорты настолько гипоплазирован, что его не удастся выделить даже после смещения плоскости сканирования в краниальном направлении для получения среза через три сосуда. На срезе через три сосуда ② визуализируются легочный ствол (ЛС) и верхняя полая вена (ВПВ) нормальных диаметров, но сосуда, который обычно находится между ними (аорта), обнаружить не удастся. При дальнейшем смещении датчика в краниальном направлении выше уровня артериального протока (АП) ③ при ЦДК кровотока удалось зарегистрировать ретроградный кровоток в дуге аорты, которая имела крошечный диаметр. ПЖ — правый желудочек; ПС — позвоночный столб; РС — референсный срез; Т — трахея.