

**Disclaimer:** “AIUM Practice Guideline for the Performance of Fetal Echocardiography” reproduced with permission from the American Institute of Ultrasound in Medicine (AIUM). These guidelines have been translated from the originals published by AIUM, by recognized experts in the field and have been independently verified by reviewers with a relevant first language. Although all reasonable endeavors have been made to ensure that no fundamental meaning has been changed the process of translation may naturally result in small variations in words or terminology. The AIUM cannot be held accountable, liable, or responsible for any errors contained in this material due to the translation from the English language to the Russian language. The AIUM makes no claim that translated guidelines can be considered an exact copy of the original. The guidelines are only officially approved by the AIUM in their English published form.

**Примечание:** “Практическое руководство AIUM по проведению эхокардиографии плода” печатается с официального разрешения Американский института ультразвука в медицине (AIUM). Данное руководство является переводом оригинальной версии, опубликованной AIUM. Перевод был выполнен экспертами в этой области и отредактирован независимыми рецензентами, владеющими соответствующим языком. Несмотря на то что сделано все возможное, чтобы не допустить искажения основного смысла, процесс перевода мог привести к небольшим вариациям смысловых оттенков при использовании некоторых слов или терминов. AIUM не несет ответственности за какие-либо несоответствия и ошибки, содержащиеся в данном документе вследствие перевода с английского на русский язык. AIUM подчеркивает, что переведенное руководство не может рассматриваться как абсолютно точная копия оригинала. Текст руководства прошел процедуру официального одобрения AIUM только в его оригинальной печатной версии на английском языке.

Практическое руководство AIUM по проведению

# эхокардиографии плода

*Руководство разработано при сотрудничестве  
с Американским колледжем акушерства и гинекологии (ACOG),  
Обществом медицины матери и плода (SMFM)  
и Американским обществом эхокардиографии (ASE)  
и одобрено Американским колледжем радиологов (ACR)*



The association for medical ultrasound  
**aium**<sup>®</sup>  
AMERICAN INSTITUTE OF ULTRASOUND IN MEDICINE

© 2013 by the American Institute of Ultrasound in Medicine

Американский институт ультразвука в медицине (AIUM) – это многофункциональная организация, основной целью которой является продвижение безопасного и эффективного использования ультразвука в медицине посредством профессионального и общественного образования, научных исследований, разработки стандартов обследования и сертификации врачей. Для воплощения этих целей AIUM совместно с Американским колледжем акушерства и гинекологии (ACOG), Обществом медицины матери и плода (SMFM) и Американским обществом эхокардиографии (ASE) публикует «Практическое руководство AIUM по проведению эхокардиографии плода». Это руководство было также одобрено Американским колледжем радиологов (ACR).

AIUM представляет полный спектр клинических и научно-исследовательских направлений в медицинском диагностическом ультразвуке и вот уже более 50 лет при помощи сотен волонтеров как межотраслевая организация обеспечивает безопасное и эффективное использование ультразвука в клинической медицине. Это руководство, как и ему подобные, будет продолжать воплощение в жизнь этой идеи.

Предназначение практических руководств AIUM состоит в ознакомлении профессионалов в области ультразвука с основными требованиями для проведения высококачественных ультразвуковых исследований. Эти руководства отражают минимальные критерии для полноценного исследования в каждой из областей, но без намерения установить юридические стандарты. Предполагается, что медицинские учреждения, аккредитованные AIUM, главным образом будут следовать этим руководствам, не исключая необходимости отклоняться от них в некоторых случаях в зависимости от нужд пациентов и наличия доступного оборудования. Кроме того, может приветствоваться необходимость выходить за рамки руководства с целью оказания дополнительных услуг и получения дополнительной информации.

Клинические аспекты, содержащиеся в специальных разделах этого руководства (Введение, Показания, Порядок проведения исследования и Технические характеристики оборудования), были разработаны AIUM, ACR, ACOG, SMFM и ASE.



14750 Sweitzer Ln, Suite 100  
Laurel, MD 20707-5906 USA  
800-638-5352 • 301-498-4100  
www.aium.org

2013—AIUM PRACTICE GUIDELINE—Fetal Echocardiography

Cite this guideline as follows:  
American Institute of Ultrasound in Medicine. AIUM practice guideline for the performance of fetal echocardiography. J Ultrasound Med 2013; 32: 1067–1082. doi:10.7863/ultra.32.6.1067

## I. Введение

Врожденные пороки сердца являются ведущей причиной младенческой заболеваемости и смертности от врожденных дефектов развития с приблизительной частотой встречаемости 6 на 1000 новорожденных для умеренных и тяжелых форм.<sup>1,2</sup> Точная пренатальная диагностика обеспечивает потенциальную клиническую пользу в отношении исхода для новорожденного, особенно в тех случаях, когда вероятнее всего потребуются инфузия простагландинов для поддержания проходимости артериального протока.<sup>3-5</sup> В широком смысле под эхокардиографией плода понимают детальное ультразвуковое исследование, используемое для выявления и описания пороков сердца плода до его рождения. Эта специализированная диагностическая процедура является продолжением “основного” и “расширенного основного” скринингового протокола оценки сердца плода, который был прежде описан для четырехкамерного среза и выводных отделов.<sup>6,7</sup> Она должна выполняться только при наличии медицинских показаний, при этом для получения необходимой диагностической информации следует использовать параметры регулировки прибора, которые обеспечат условия минимального воздействия ультразвука на плод. Поскольку невозможно диагностировать каждую возможную аномалию развития, следование данному руководству позволит максимизировать вероятность выявления большинства случаев клинически значимых врожденных пороков сердца.

## II. Квалификация и обязанности персонала

При выполнении и интерпретации результатов эхокардиографии плода требуется наличие уникального набора знаний и навыков. AIUM<sup>8,9</sup> совместно с ASE, а также при содействии Американской ассоциации сердца (American Heart Association), Американского колледжа кардиологии (American College of Cardiology) и Американской академии педиатрии (American Academy of Pediatrics) разработали руководство с требованиями по подготовке и поддержанию уровня квалификации.<sup>10,11</sup> Как подчеркивается в этом документе, эхокардиографию плода могут выполнять специально подготовленные акушеры, специалисты медицины матери и плода, детские кардиологи, а также радиологи со специализацией в области пренатальной диагностики, обладающие соответствующими знаниями и навыками. (*Примечание редактора перевода.* На основании действующих в США нормативных актов; не распространяется на Россию.)

## III. Показания

Показания к эхокардиографии плода зачастую основаны на широком спектре факторов риска врожденных пороков сердца (ВПС) как со стороны родителей, так и плода.<sup>12,13</sup> Однако большинство случаев не сочетается с известными факторами риска. Основные показания к детальному исследованию сердца плода включают, но не ограничиваются следующими:

### A. Показания со стороны матери:

- аутоиммунные антитела, anti-Ro (SSA)/anti-La (SSB);
- семейные наследственные заболевания (например, делеция 22q11.2);
- экстракорпоральное оплодотворение;
- метаболические расстройства (сахарный диабет и фенилкетонурия);
- тератогенное воздействие (например, воздействие ретиноидов и препаратов лития).

**В. Показания со стороны плода:**

- порок сердца заподозрен в ходе скринингового исследования сердца плода;
- врожденные пороки сердца у родственников первой линии плода;
- расстройства сердечного ритма;
- хромосомные аномалии плода;
- экстракардиальные пороки развития плода;
- водянка плода;
- расширение толщины воротникового пространства, выявленное в первом триместре беременности;
- монохориальная плацентация.

**IV. Письменное направление (запрос)  
на выполнение исследования**

Письменное или электронное направление на ультразвуковое исследование должно предоставлять достаточную информацию, которая позволит обеспечить полноценное выполнение исследования и интерпретацию результатов.

Направление на обследование должно исходить от врача или другого специально лицензированного медицинского работника или согласно особым инструкциям. *(Примечание редактора перевода. На основании действующих в США нормативных актов; не распространяется на Россию.)* Сопроводительная клиническая информация должна быть предоставлена врачом или другим медицинским работником, знакомым с особенностями клинической ситуации данного пациента, а также должна соответствовать требованиям юридического законодательства и местным нормативам, которые регулируют оказание медицинских услуг.

**V. Порядок проведения исследования**

Следующий раздел описывает необходимые и дополнительные параметры для проведения эхокардиографии плода.

**А. Основные положения**

Эхокардиография плода обычно проводится в 18–22 нед гестации. Некоторые формы врожденных пороков сердца могут быть выявлены даже на более ранних этапах беременности.<sup>14</sup> Оптимальные срезы сердца обычно могут быть получены, когда верхушка сердца обращена в сторону передней брюшной стенки матери. Технические ограничения (такие как избыточная масса тела матери, положение плода в переднем виде (спинкой кпереди) и поздний срок беременности) могут значительно затруднить детальную оценку сердца вследствие наличия акустической тени от костных структур, особенно в третьем триместре беременности. Не исключено, что возникнет необходимость повторить исследование в другой раз в случае плохой визуализации сердца. Исследователь может оптимизировать изображение путем соответствующей настройки технических параметров оборудования, таких как акустический фокус, частота, усиление сигнала,

увеличение изображения, временное разрешение, гармоническая визуализация, а также настраивая доплерографические параметры (такие как скоростная шкала, частотный фильтр и частота кадров). Поскольку сердце представляет собой динамически изменяющуюся структуру, его всесторонняя оценка может быть выполнена только в режиме изображения в реальном времени с записью аналоговых или цифровых видеоклипов, которые являются необходимой частью каждого эхокардиографического исследования сердца плода.

#### В. Параметры визуализации сердца: основной подход

Эхокардиография плода – это детальное исследование структуры и функции сердца. Этот метод основан на последовательном сегментарном анализе 3 основных областей, которые включают в себя предсердия, желудочки и главные сосуды, а также их соединения.<sup>15–17</sup> Сегментарный анализ включает прежде всего оценку латеральности плода (ориентация лево/право) с дальнейшим исследованием следующих сегментов и их взаимоотношений.

#### Висцеральный/абдоминальный situs:

- положение желудка;
- положение оси сердца.

#### Предсердия:

- расположение;
- соединение системных и легочных вен;
- венозная анатомия;
- анатомия предсердий (включая межпредсердную перегородку).

#### Желудочки:

- положение;
- соединение с предсердиями;
- анатомия желудочков (включая межжелудочковую перегородку);
- абсолютный и относительный размер;
- функция миокарда;
- полость перикарда.

#### Главные сосуды (аорта, ствол и ветви легочной артерии) и артериальный проток:

- положение относительно трахеи;
- соединение с желудочками;
- размер сосудов, проходимость и кровоток (скорость и направление).

#### Кроме сегментарного анализа должны быть оценены следующие соединения:

- атриовентрикулярное соединение (анатомия размер и функция атриовентрикулярных (митрального и трикуспидального) клапанов);
- вентрикулоартериальное соединение (анатомия, размер и функция полулунных (аортального и легочного) клапанов, включая оценку субаортальной и субпульмональной областей).

### С. Визуализация в режиме серой шкалы (необходимо)

Ключевые срезы сканирования могут обеспечить полезную диагностическую информацию относительно сердца плода (рис. 1–3).<sup>18–23</sup> Оценка должна включать следующие критерии, отмечающие аномалии сердца и перикарда:

- проекция 4-х камер сердца;
- проекция выводного отдела левого желудочка;
- проекция выводного отдела правого желудочка;
- проекция трех сосудов и трахеи;
- проекции по короткой оси (нижняя – для желудочков, верхняя – для выводных трактов);
- проекция по длинной оси;
- проекция дуги аорты;
- проекция дуги артериального протока;
- проекция путей притока верхней и нижней полых вен в правое предсердие.

### Д. Визуализация в режиме цветовой доплерографии (необходимо)

Цветовая доплерография должна использоваться для оценки следующих структур с целью выявления потенциальных нарушений кровотока:<sup>24–26</sup>

- системные вены (включая верхнюю и нижнюю полые вены) и венозный проток;
- легочные вены;
- овальное окно;
- атриовентрикулярные клапаны;
- межпредсердная и межжелудочковая перегородки;
- полулунные клапаны;
- артериальный проток;
- дуга аорты;
- пупочная артерия и вена (дополнительно).

Кроме того, в качестве вспомогательного метода может использоваться импульсно-волновая доплерография для оценки нижеперечисленного:

- атриовентрикулярные клапаны;
- полулунные клапаны;
- венозный проток;
- пупочная вена и артерия (дополнительно);
- наличие нарушения сердечного ритма;
- любая структурная аномалия, которая обнаружена при выполнении цветовой доплерографии.

### Е. Оценка частоты сердечных сокращений и характера сердечного ритма

Документировать частоту сердечных сокращений и характер сердечного ритма следует путем измерения продолжительности сердечного цикла, используя доплерографию или М-режим. Нормальная частота сердечных сокращений плода в середине беременности составляет 120–180 ударов в минуту. Если регистрируется брадикардия, тахикардия или нерегулярный сердечный ритм, для определения механизма аритмии необходимо проводить одновременную оценку

предсердных и желудочковых сокращений. При этом используют доплерографию с одновременной регистрацией кровотока в области приток-отток в левом желудочке или в области верхней полая вена – восходящая аорта. Кроме того, для аналогичной одновременной регистрации можно использовать М-режим, располагая курсор через предсердие и желудочек. Также был описан альтернативный подход с использованием тканевой доплерографии.<sup>27</sup>

**F. Биометрия сердца (дополнительно, но следует выполнять при подозрении на пороки сердца или в случаях нарушения его функции)**

Нормальные значения измерений сердечных структур плода были опубликованы как процентили и как Z-показатели (Z-scores) в зависимости от гестационного срока и биометрических данных плода.<sup>28-35</sup> Индивидуальные измерения могут быть выполнены на двумерном изображении или в некоторых случаях на изображении в М-режиме и включают следующие параметры:

- размеры фиброзных колец аортального и легочного клапанов в систолу и фиброзных колец трикуспидального и митрального клапанов в диастолу (оценка абсолютных размеров проводится со сравнением лево- и правосторонних показателей: размеры клапанов левых отделов сердца бывают равны или несколько меньше соответствующих клапанов правых отделов сердца);
- длину приточной части левого и правого желудочков (должна быть одинаковой);
- диаметр дуги и перешейка аорты;
- диаметр ствола легочной артерии и артериального протока;
- конечно-диастолический размер желудочков в базальной трети сразу под створками атриовентрикулярных клапанов;
- толщину свободных стенок желудочков и межжелудочковой перегородки в базальной трети сразу под створками атриовентрикулярных клапанов;
- кардиоторакальный индекс;
- дополнительные измерения при необходимости (систолические размеры желудочков; поперечные размеры предсердий; диаметр ветвей легочной артерии).

**G. Оценка функции миокарда (дополнительно, но следует выполнять при подозрении на пороки сердца или в случаях нарушения его функции)**

Функция правых и левых отделов сердца должна быть качественно оценена во всех исследованиях. При наличии нарушений должны быть отмечены признаки кардиомегалии, недостаточности атриовентрикулярных клапанов и водянки плода. Если заподозрено нарушение функции миокарда желудочков, должна быть рассмотрена возможность проведения количественной оценки функции сердца, которая может включать в себя такие показатели, как фракция укорочения,<sup>36</sup> деформация желудочков (strain)<sup>37, 38</sup> и индекс глобальной функции миокарда (Tei-index).<sup>39-42</sup>

#### Н. Дополняющие методы визуализации (дополнительно)

Другие дополнительные методы визуализации, такие как трех- и четырехмерная эхография, могут применяться для оценки анатомических дефектов и расчета параметров гемодинамики плода, таких как сердечный выброс.<sup>43–46</sup> Дополняющие методы доплерографии, которые также могут использоваться, включают тканевой и непрерывноволновой режимы.<sup>47–50</sup>

### VI. Заключение и документация

Отвечающая требованиям документация является неотъемлемой частью высококачественного медицинского обслуживания. Следует осуществлять постоянную регистрацию и хранение эхокардиографических исследований плода и их заключений/результатов. Аналоговые или цифровые видеоклипы в сочетании со статическими изображениями являются неотъемлемой частью документации в эхокардиографии плода. Цифровые видеоклипы должны как минимум включать в себя проекцию 4-х камер сердца, проекции выводных отделов левого и правого желудочков, проекцию среза через 3 сосуда и трахею, а также срезы через дугу аорты и дугу артериального протока, полученные как в режиме серой шкалы в реальном времени, так и при использовании цветовой доплерографии. Регистрация выявленных отклонений от нормальных размеров должна сопровождаться измерениями. Каждый снимок должен содержать информацию о пациентке, информацию о медицинском учреждении, дату исследования и указание стороны (лево или право) изображенного анатомического образования. Официальная интерпретация (окончательное заключение) диагностических находок должна быть включена в историю болезни пациентки. Хранение результатов эхографических исследований должно осуществляться в соответствии как с клинической необходимостью, так и с требованиями законодательства и правилами данного медицинского учреждения. Форма заключения должна соответствовать принятым практическим рекомендациям для ведения документации и процесса передачи информации о диагностических находках, выявленных в ходе ультразвукового исследования.<sup>51–53</sup>

### VII. Технические характеристики оборудования

Ультразвуковое исследование сердца плода должно проводиться с использованием аппаратуры, позволяющей получать изображения в режиме реального времени. Для этих целей используются секторные, конвексные и трансвагинальные датчики. Датчик или ультразвуковой сканер должны быть настроены на работу с максимально высокой частотой (в зависимости от клинической ситуации), принимая во внимание необходимость компромисса между разрешением и глубиной проникновения ультразвукового луча. На современном оборудовании обследование плода, проводимое через переднюю брюшную стенку матери, обычно выполняется с использованием датчика с частотой 5,0 МГц или выше, в то время как трансвагинальные исследования должны проводиться с использованием датчика частотой 7,0 МГц или выше. Акустические тени и особенности телосложения матери могут ограничивать возможности высокочастотных датчиков в оценке тонких анатомических деталей строения сердца плода.

## VIII. Контроль и улучшение качества исследования, безопасность, эпидемический контроль и информированность пациентов

Порядок и требования относительно контроля качества исследования, информированности пациентов, контроля инфекционных заболеваний и безопасности должны разрабатываться и внедряться в клиническую практику согласно принятым в AIUM *стандартам и руководствам по аккредитации медицинских учреждений, выполняющих ультразвуковые исследования*. Необходимо принимать во внимание потенциальную пользу и риски для каждого ультразвукового исследования. Принцип ALARA (as low as reasonably achievable – так минимально, насколько это целесообразно) должен соблюдаться при настройке регулировок, влияющих на акустическую мощность, с учетом времени излучения ультразвука датчиком. Более подробную информацию о принципе ALARA можно найти в публикации AIUM “*Medical Ultrasound Safety, Second Edition*”. Мониторинг рабочего состояния оборудования должен проводиться в соответствии с принятыми в AIUM *стандартами и руководствами по аккредитации медицинских учреждений, выполняющих ультразвуковые исследования*.

### Благодарности

Это руководство было разработано Специальной комиссией по эхокардиографии плода при содействии Комитета клинических стандартов AIUM (председатель Leslie Scoutt, MD) и при сотрудничестве с Американским колледжем акушерства и гинекологии (ACOG), Обществом медицины матери и плода (SMFM) и Американским обществом эхокардиографии (ASE) согласно процедуре, описанной в инструкциях Комитета клинических стандартов AIUM. Американский колледж радиологов (ACR) одобрил этот документ. Мы выражаем особую признательность Kathi Keaton Minton, MA, RDMS, RDCS за административную помощь во время разработки этого документа, а также Victoria Webster MA, RT(MR), CNMT, RDMS за ее помощь в разработке иллюстраций.

### Fetal Echocardiography Task Force

Специальная комиссия по эхокардиографии плода

#### Task Force Chair

Председатель комиссии

Wesley Lee, MD

#### AIUM

Julia Droese, BA, RT, RDMS, RVT, RDCS

Joseph Wax, MD

**ACOG**

James D. Goldberg, MD

Isabelle A. Wilkins, MD

**ACR**

Carol Benson, MD

Mary C. Frates, MD

**ASE**

Mary T. Donofrio, MD

Benjamin W. Eidem, MD

**SMFM**

Joshua Copel, MD

Mary Norton, MD

Lynn Simpson, MD

8

**Комитет клинических стандартов AIUM**

Leslie Scoutt, MD, Chair

Joseph Wax, MD, Vice Chair

Harris L. Cohen, MD

Lin Diacon, MD, RDMS, RPVI

J. Christian Fox, MD, RDMS

Pat Fulgham, MD

Charlotte Henningsen, MS, RT, RDMS, RVT

Adam Hiett, MD, RDMS

Lars Jensen, MD

Anthony Odibo, MD

Steven Perlmutter, MD

Olga Rasmussen, RDMS

Deborah Rubens, MD

Khaled Sakhel, MD

Shia Salem, MD

Jay Smith, MD

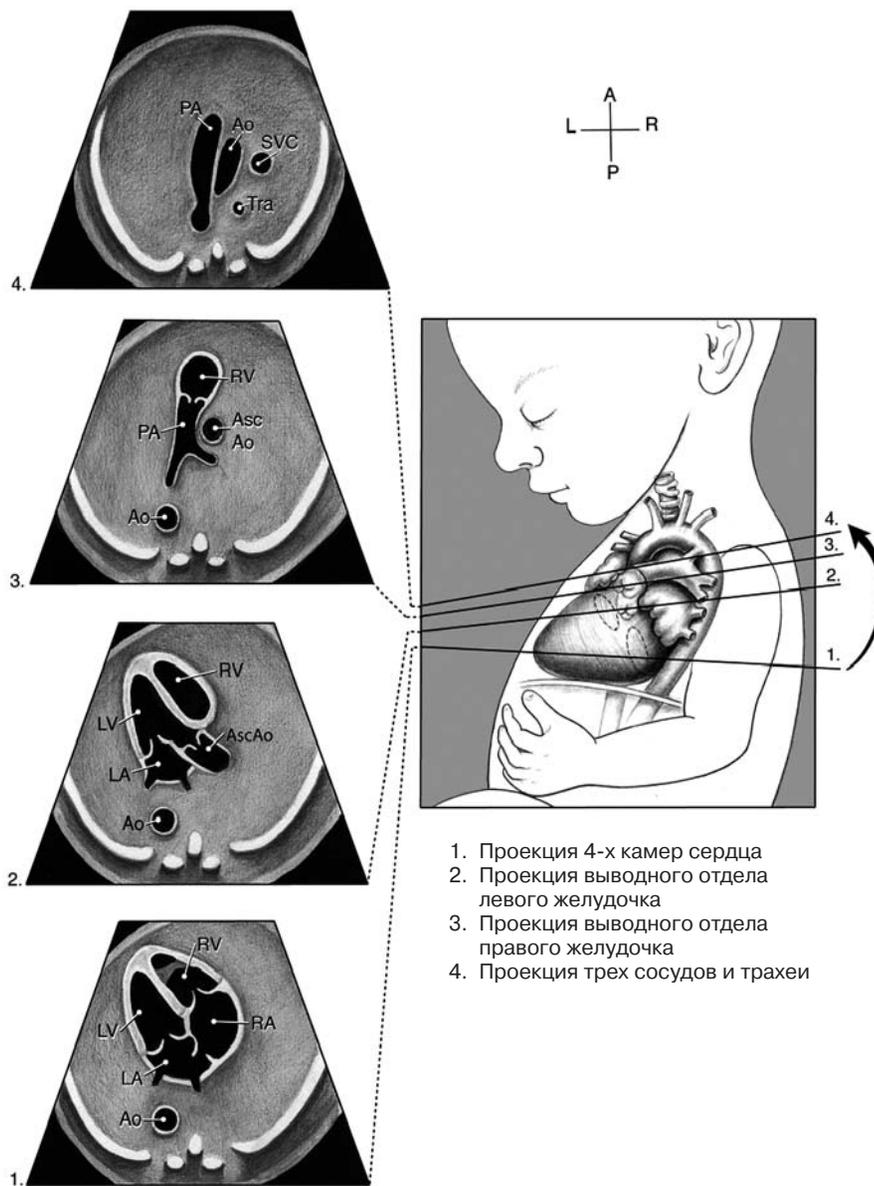
Lami Yeo, MD

**Перевод на русский язык**

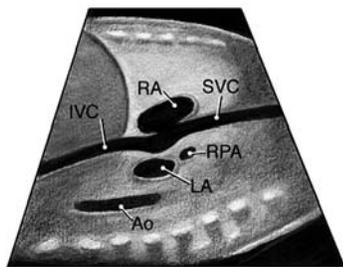
Палагнюк И.Г.

Синьковская Е.С.

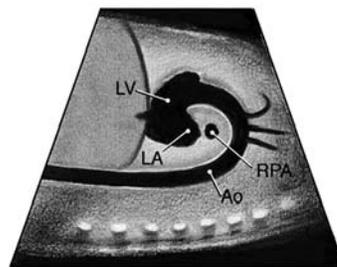
Original copyright 2010; revised 2013



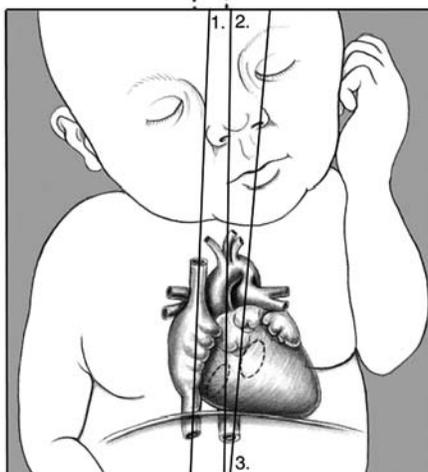
**Рис. 1.** Стандартизированные поперечные срезы при выполнении эхокардиографии плода включают оценку проекции 4-х камер сердца (1), правого и левого выводных трактов (2 и 3) и проекции трех сосудов и трахеи (4). Ao – нисходящая аорта, AscAo – восходящая аорта, LA – левое предсердие, LV – левый желудочек, PA – ствол легочной артерии, RA – правое предсердие, RV – правый желудочек, SVC – верхняя полая вена, Tra – трахея. А – передний, Р – задний, L – лево, R – право.



1. Проекция путей притока верхней и нижней полых вен в правое предсердие

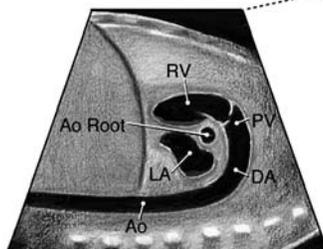


2. Проекция дуги аорты

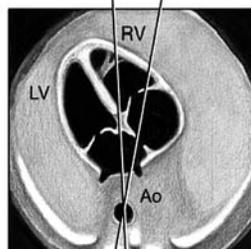


Срез через дугу артериального протока

Срез через дугу аорты

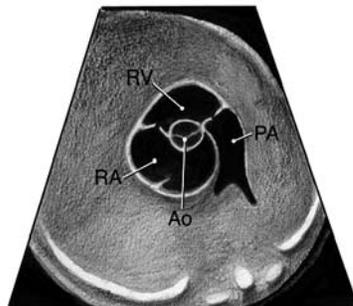


3. Проекция дуги артериального протока

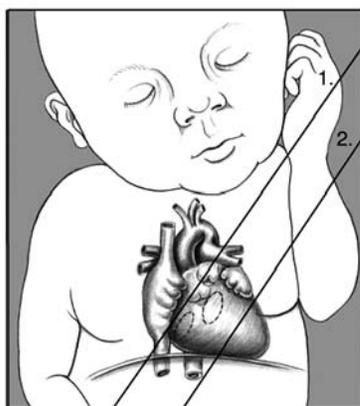


Проекция 4-х камер сердца

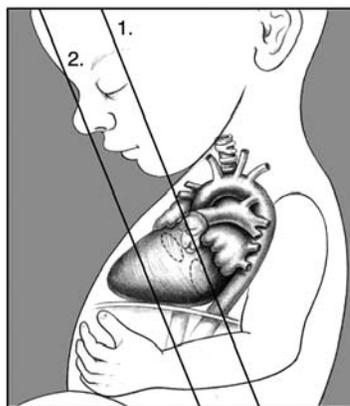
**Рис. 2.** Сагиттальные проекции верхней и нижней полых вен (1), дуги аорты (2) и дуги артериального протока (3). Угол сканирования между дугой артериального протока и грудной аортой во внутриутробном периоде составляет от 10 до 19°, как показано на рисунке проекции 4-х камер сердца (Espinoza J, et al. *J Ultrasound Med* 2007; 26:437-443). Ao и Desc Ao – нисходящая аорта, Ao Root – корень аорты, DA – артериальный проток, IVC – нижняя полая вена, LA – левое предсердие, LV – левый желудочек, PV – клапан легочной артерии, RA – правое предсердие, RPA – правая легочная артерия, RV – правый желудочек, SVC – верхняя полая вена.



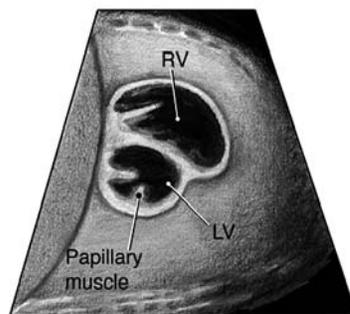
1. Верхняя проекция сердца по короткой оси – главные артерии



Сердце плода – коронарное изображение



Сердце плода – сагитальное изображение



2. Нижняя проекция сердца по короткой оси

**Рис. 3.** Нижняя и верхняя проекции сердца по короткой оси. Ao – аортальный клапан, LV – левый желудочек, PA – легочная артерия, RA – правое предсердие, RV – правый желудочек.

## Список литературы

1. Hoffman JIE, Kaplan S. The incidence of congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol* 2002; 39: 1890–1900.
2. Donofrio MT, Massaro AN. Impact of congenital heart disease on brain development and neurodevelopmental outcome [published online ahead of print August 24, 2010]. *Int J Pediatr*. doi:10.1155/2010/359390.
3. Bonnet D, Coltri A, Butera G, et al. Detection of transposition of the great arteries in fetuses reduces neonatal morbidity and mortality. *Circulation* 1999; 99: 916–918.
4. Tworetzky W, McElhinney DB, Reddy VM, Brook MM, Hanley FL, Silverman NH. Improved surgical outcome after fetal diagnosis of hypoplastic left heart syndrome. *Circulation* 2001; 103: 1269–1273.
5. Berning RA, Silverman NH, Villegas M, Sahn DJ, Martin GR, Rice MJ. Reversed shunting across the ductus arteriosus or atrial septum in utero heralds severe congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol* 1996; 27: 481–486.
6. Lee W. Performance of the basic fetal cardiac ultrasound examination [published erratum appears in *J Ultrasound Med* 1998; 17:796]. *J Ultrasound Med* 1998; 17: 601–607.
7. International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. Cardiac screening examination of the fetus: guidelines for performing the “basic” and “extended basic” cardiac scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27: 107–113.
8. American Institute of Ultrasound in Medicine. Training guidelines for physicians who evaluate and interpret diagnostic fetal echocardiography examinations [official statement]. American Institute of Ultrasound in Medicine website. <http://www.aium.org/resources/viewStatement.aspx?id=47>. Approved April 10, 2013.
9. American Institute of Ultrasound in Medicine. Standards and guidelines for the accreditation of ultrasound practices [official statement]. American Institute of Ultrasound in Medicine website. <http://www.aium.org/resources/viewStatement.aspx?id=26>. Approved November 5, 2011.
10. Rychik J, Ayres NA, Cuneo B, et al. American Society of Echocardiography guidelines and standards for performance of the fetal echocardiogram. *J Am Soc Echocardiogr* 2004; 17: 803–810.
11. Sanders SP, Colan SD, Cordes TM, et al. ACCF/AHA/AAP recommendations for training in pediatric cardiology. Task force 2: pediatric training guidelines for noninvasive cardiac imaging. *J Am Coll Cardiol* 2005; 46: 1384–1388.
12. Small M, Copel JA. Indications for fetal echocardiography. *Pediatr Cardiol* 2004; 25: 210–222.
13. Olson CK, Kepper-Noreuil KM, Romitti PA, et al. In vitro fertilization is associated with an increase in major birth defects. *Fertil Steril* 2005; 84: 1308–1315.
14. Lee W, Allan L, Carvalho JS, et al. ISUOG consensus statement: what constitutes a fetal echocardiogram? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 32: 239–242.
15. Anderson RH, Becker AE, Freedom RM, et al. Sequential segmental analysis of congenital heart disease. *Pediatr Cardiol* 1984; 5: 281–287.
16. Yoo SJ, Lee YH, Cho KS, Kim DY. Sequential segmental approach to fetal congenital heart disease. *Cardiol Young* 1999; 9: 430–444.
17. Carvalho JS, Ho SY, Shinebourne EA. Sequential segmental analysis in complex fetal cardiac abnormalities: a logical approach to diagnosis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 26: 105–111.
18. Comstock CH. Cardiac axis and position. *Obstet Gynecol* 1987; 70: 255–259.

19. Allan LD. A practical approach to fetal heart scanning. *Semin Perinatol* 2000; 24: 324–330.
20. Vinals F, Heredia F, Giuliano A. The role of the three vessels and trachea view (3VT) in the diagnosis of congenital heart defects. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 22: 358–367.
21. Yagel S, Arbel R, Anteby EY, Raveh D, Achiron R. The three vessels and trachea view (3VT) in fetal cardiac scanning. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; 20: 340–345.
22. Del Bianco A, Russo S, Lacerenza N, et al. Four-chamber view plus three-vessel and trachea view for a complete evaluation of the fetal heart during the second trimester [published erratum appears in *J Perinat Med* 2006; 34:509]. *J Perinat Med* 2006; 34: 309–312.
23. Pascal CJ, Huggon I, Sharland GK, Simpson JM. An echocardiographic study of diagnostic accuracy, prediction of surgical approach, and outcome for fetuses diagnosed with discordant ventriculoarterial connections. *Cardiol Young* 2007; 17: 528–534.
24. Chiba Y, Kanzaki T, Kobayashi H, Murakami M, Yutani C. Evaluation of fetal structural heart disease using color flow mapping. *Ultrasound Med Biol* 1990; 16: 221–229.
25. DeVore GR, Horenstein J, Siassi B, Platt LD. Fetal echocardiography, VII. Doppler color flow mapping: a new technique for the diagnosis of congenital heart disease. *Obstet Gynecol* 1987; 156: 1054–1064.
26. Chintala K, Tian Z, Du W, Donaghue D, Rychik J. Fetal pulmonary venous Doppler patterns in hypoplastic left heart syndrome: relationship to atrial septal restriction. *Heart* 2008; 94: 1446–1449.
27. Api O, Carvalho JS. Fetal dysrhythmias. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol* 2008; 22: 31–48.
28. Allen LD, Joseph MC, Boyd EG, Campbell S, Tynan M. M-mode echocardiography in the developing human fetus. *Br Heart J* 1982; 47: 573–583.
29. Devore GR, Siassi B, Platt LD. Fetal echocardiography, IV. M-mode assessment of ventricular size and contractility during the second and third trimesters of pregnancy in the normal fetus. *Am J Obstet Gynecol* 1984; 150: 981–988.
30. Cartier MS, Davidoff A, Warneke LA, et al. The normal diameter of the fetal aorta and pulmonary artery: echocardiographic evaluation in utero. *AJR Am J Roentgenol* 1987; 149: 1003–1007.
31. Sharland GK, Allan LD. Normal fetal cardiac measurements derived by cross-sectional echocardiography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1992; 2: 175–181.
32. Tan J, Silverman NH, Hoffman JIE, Villegas M, Schmidt KG. Cardiac dimensions determined by cross-sectional echocardiography in the normal human fetus from 18 weeks to term. *Am J Cardiol* 1992; 70: 1459–1467.
33. Pasquini L, Mellander M, Seale A, et al. Z-scores of the fetal aortic isthmus and duct: an aid to assessing arch hypoplasia [published erratum appears in *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007; 30:366]. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007; 29: 628–633.
34. Schneider C, McCrindle BW, Carvalho JS, Hornberger LK, McCarthy KP, Daubeney PE. Development of z-scores for fetal cardiac dimensions from echocardiography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 26: 599–605.
35. Lee W, Riggs T, Amula V, et al. Fetal echocardiography: z-score reference ranges for a large patient population. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2010; 35: 28–34.
36. DeVore GR. Assessing fetal cardiac ventricular function. *Semin Fetal Neonatal Med* 2005; 10: 515–541.
37. Larsen LU, Petersen OB, Norrild K, Sorensen K, Ulbjerg N, Sloth E. Strain rate derived for color Doppler myocardial imaging for assessment of fetal cardiac function. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27: 210–213.

38. DiSalvo G, Russo MG, Paladini D, et al. Quantification of regional left and right ventricular longitudinal function in 75 normal fetuses using ultrasound-based strain rate and strain imaging. *Ultrasound Med Biol* 2005; 31: 1159–1162.
39. Tsutsumi T, Ishii M, Eto G, Hota M, Kato H. Serial evaluation for myocardial performance in fetuses and neonates using a new Doppler index. *Pediatr Int* 1999; 41: 722–727.
40. Hernandez-Andrade E, Lopez-Tenorio J, Figueroa-Diesel H, et al. A modified myocardial performance (Tei) index based on the use of valve clicks improves reproducibility of fetal left cardiac function assessment. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 26: 227–232.
41. Goncalves LF, Lee W, Chaiworapongsa T, et al. Four-dimensional ultrasonography of the fetal heart with spatiotemporal image correlation. *Am J Obstet Gynecol* 2003; 189: 1792–1802.
42. Falkensammer CB, Paul J, Huhta JC. Fetal congestive heart failure: correlation of Tei index and cardiovascular score. *J Perinat Med* 2001; 29:390–398.
43. DeVore GR, Falkensammer P, Sklansky MS, Platt LD. Spatio-temporal image correlation (STIC): new technology for evaluation of the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 22: 380–387.
44. Molina FS, Faro C, Sotiriadis A, Daklis T, Nicolaides KH. Heart stroke volume and cardiac output by four-dimensional ultrasound in normal fetuses. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 32: 181–187.
45. Valsky DV, Hamani Y, Verstandig A, Yagel S. Fetal cardiac ventricle volumetry in the second half of gestation assessed by 4D ultrasound using STIC combined with inversion mode. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007; 29: 352–355.
46. Espinoza J, Goncalves LF, Lee W, Mazor M, Romero R. A novel method to improve prenatal diagnosis of abnormal systemic venous connections using three- and four-dimensional ultrasonography and “inversion mode.” *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 25: 428–434.
47. Koga T, Athayde N, Trudinger B, Nakano H. A new and simple Doppler method for measurement of fetal cardiac isovolumetric contraction time. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; 18: 264–267.
48. Smrcek JM, Germer U, Gembruch U. Functional pulmonary valve regurgitation in the fetus. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1998; 12: 254–259.
49. Crispi F, Sepulveda-Swatson E, Cruz-Lemini M, et al. Feasibility and reproducibility of a standard protocol for 2D speckle tracking and tissue Doppler-based strain and strain rate analysis of the fetal heart. *Fetal Diagn Ther* 2012; 32: 96–108.
50. Paladini D, Lamberti A, Teodoro A, Arzeno M, Tartaglione A, Martinelli P. Tissue Doppler imaging of the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; 16: 530–535.
51. American College of Radiology. *ACR Practice Guideline for Communication of Diagnostic Imaging Findings*. Reston, VA: American College of Radiology; 2005.
52. American College of Radiology. *ACR Practice Guideline for Performing and Interpreting Diagnostic Ultrasound Examinations*. Reston, VA: American College of Radiology; 2006.
53. American Institute of Ultrasound in Medicine. *AIUM practice guideline for documentation of an ultrasound examination*. *J Ultrasound Med* 2009; 28:110–113.