

ISUOG GUIDELINES

Cardiac screening examination of the fetus: guidelines for performing the ‘basic’ and ‘extended basic’ cardiac scan

Ultrasound Obstet Gynecol 2006; 27: 107–113

РУКОВОДСТВО. Кардиальный скрининг плода: руководство по выполнению “основного” и “расширенного основного” сканирования сердца

ВВЕДЕНИЕ.

Врожденные пороки сердца (ВПС) являются ведущей причиной младенческой смертности, их расчетная частота составляет приблизительно от 4 до 13 случаев на 1000 живорожденных [1-3]. С 1950 по 1994 год 42% младенческих смертей, о которых было сообщено во Всемирную Организацию Здравоохранения, было связано с сердечными дефектами [4]. Структурные сердечные аномалии были также среди наиболее часто пропускаемых при выполнении пренатального ультразвукового исследования [5,6]. Пренатальное выявление ВПС может улучшить исходы беременности у плодов со специфическими типами дефектов сердца [7-11]. Частота пренатального выявления ВПС широко варьирует [12]. Частично это объясняется опытом обследующего, ожирением у матери, частотой датчика, абдоминальными рубцами, гестационным сроком, объемом амниотической жидкости и позицией плода [13-14]. Постоянная тренировка сотрудников здравоохранения, основанная на критическом осмыслении опыта, и легкий доступ к специалистам по фетальной кардиологии являются теми важными факторами, которые могут улучшить эффективность программ скрининга [3,15]. Например, частота выявления крупных пороков развития сердца увеличилась вдвое при введении двухлетней тренировочной программы в медицинском учреждении Северной Англии [16]. “Основное” и “расширенное основное” ультразвуковое обследование сердца созданы, чтобы довести до максимума выявление сердечных аномалий при сканировании во втором триместре [17]. Настоящее руководство может быть использовано для оценки плодов с низким риском, которые обследуются в рамках рутинного пренатального ведения [18-20]. Этот подход помогает идентифицировать плодов с риском генетических синдромов и дает полезную информацию для консультирования пациенток, акушерской тактики и многопрофильной помощи. Заподозренные сердечные аномалии потребуют более тщательного обследования с использованием фетальной эхокардиографии.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Гестационный возраст. Оптимальное время для выполнения фетального кардиального исследования – между 18-ой и 22-ой неделями беременности. Некоторые аномалии могут быть идентифицированы в позднем первом и раннем втором триместрах беременности, особенно при выявлении увеличенной толщины воротникового пространства [21-26]. Некоторые страны, однако, не предлагают систему медицинской страховки для финансового возмещения раннего сканирования, когда небольшие сердечные дефекты отсутствуют или могут не выявляться. Менее вероятно, что последующее сканирование на 20-22 неделях гестации потребует дополнительного сканирования для завершения данного исследования, хотя многие пациенты предпочли бы знать об основных дефектах на более ранних сроках беременности [27]. Многие анатомические структуры могут все же удовлетворительно визуализироваться до 22-х недель, в особенности при благоприятном расположении плода если плод не находится спиной кверху. Несмотря на хорошо документированную полезность проекции четырех камер, следует знать о потенциальных диагностических ошибках, которые

могут препятствовать своевременному выявлению ВПС [28-30]. Частота выявления может быть оптимизирована при выполнении расширенного обследования сердца, понимании, что проекция четырех камер представляет нечто большее, чем простой подсчет камер сердца, что некоторые дефекты не могут быть выявлены до более поздних сроков беременности, а также того, что специфические типы аномалий (например, транспозиция магистральных сосудов или коарктация аорты) могут ясно не выявляться при использовании только одной этой проекции сканирования.

Технические факторы. Ультразвуковой датчик. Высокочастотные датчики могут увеличить вероятность выявления небольших дефектов за счет сниженной акустической пенетрации. Наивысшая возможная частота датчика должна использоваться при всех исследованиях, что подразумевает замену пенетрации на разрежающую способность. Гармоническое изображение может предоставить улучшенное изображение у пациентов с увеличенной толщиной материнской брюшной стенки в третьем триместре беременности [31].

Параметры изображения. Серая шкала по-прежнему является основой надежного фетального кардиального сканирования. Параметры системы должны подчеркивать высокую частоту кадров с повышенным контрастным разрешением. Низкая частота повторения кадров, единственная акустическая зона фокусировки и относительно узкое поле изображения должны также использоваться для этой цели.

Увеличение и кинопетля (zoom and cine-loop) изображения должны увеличиваться до тех пор, пока сердце не займет по крайней мере от одной трети до половины экрана монитора. При возможности, опция кинопетля может использоваться, при оценке дефектов межжелудочковой перегородки и створок клапанов в течение сердечного цикла.

ОСНОВНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ СЕРДЦА

Основное скрининговое обследование сердца основывается на четырехкамерном сечении сердца плода [32,33]. Эта проекция не должен ошибочно приниматься за простой подсчет камер, так как он подразумевает тщательную оценку специфических критериев (Рисунок 1). Главные элементы основного исследования сердца плода показаны в Таблице 1. Нормальное сердце обычно не больше, чем одна треть области грудной клетки. Некоторые виды могут выявить небольшой гипоехогенный ободок вокруг сердца плода, который может быть ошибочно принят за перикардиальный выпот. Изолированная находка такого рода обычно представляет собой вариант нормы [34,35].

Должны быть подтверждены частота и правильность сердечного ритма. Нормальная частота сердечного ритма варьирует от 120 до 160 ударов в минуту. Небольшая брадикардия периодически наблюдается у нормальных плодов во втором-третьем триместре. Фиксированная брадикардия, особенно сердечные ритмы, состоящие реже 110 ударов в минуту, требуют своевременной оценки на наличие возможной блокады сердца. Повторные замедления сердечного ритма в течение третьего триместра могут быть вызваны дистрессом плода. Случайные выпадения сердечных сокращений обычно не связаны с риском структурного заболевания сердца. Однако, подобная находка может иметь место при клинически выраженных расстройствах частоты и правильности ритма, и являться показанием для выполнения фетальной эхокардиографии [36]. Небольшая тахикардия (свыше 160 ударов в минуту) может встречаться как нормальный вариант при движениях плода. Постоянная тахикардия,

однако, должна быть далее оценена для выявления возможного дистресса плода или более серьезных тахидисритмий.

Таблица 1. Основное скрининговое исследование сердца. Адаптирована с согласия W.Lee, Американский Институт Ультразвука в Медицине. J Ultrasound Med 1998; 17:601-607.

Общий вид: нормальный сердечный situs, ось и позиция. Сердце занимает треть области грудной клетки. Большая часть сердца расположена в левой части грудной клетки. Присутствуют четыре камеры сердца. Отсутствие перикардального выпота или гипертрофии.

Предсердия: Предсердия практически равны по размерам. Заслонка открытого овального окна в левом предсердии. Имеется первичная межпредсердная перегородка. Желудочки: желудочки практически равных размеров. Отсутствие гипертрофии стенки сердца. Модераторный пучок на верхушке правого желудочка. Межжелудочковая перегородка интактна (от верхушки до базиса сердца).

Атриовентрикулярные клапаны: Оба атриовентрикулярных клапана открываются и двигаются свободно. Септальная створка трикуспидального клапана сильнее смещена к верхушке, в сравнении с митральным клапаном.

Сердце в норме отклонено на приблизительно $45 \pm 20^\circ$ (два стандартных отклонения по направлению к левой стороне плода (Рисунок 2) [37]. Тщательное внимание должно быть уделено оси сердца и его расположению, так как они могут быть легко оценены даже если четырехкамерная проекция хорошо не визуализируется [38]. Аномалии расположения должны быть заподозрены, когда сердце плода и/или желудок на обнаружены с левой стороны. Наличие патологической оси сердца повышает риск сердечных аномалий, особенно вовлекающие выводные отделы. Подобная находка может быть связана с хромосомной аномалией. Некоторые сердца патологически смещены со своей обычной позиции в передне-левой центральной части грудной клетки. Патологическое расположение сердца может быть вызвано диафрагмальной грыжей или занимающей пространство патологией, такой как кистозно-аденоматозная мальформация легких. Нарушения расположения могут быть также вторичными при гипоплазии или агенезии легкого. Оба предсердия обычно оказываются близкими по размерам и клапан овального окна должен открываться в левое предсердие. Легочные вены можно часто увидеть впадающими в левое предсердие. Однако, их идентификация не должна считаться обязательной частью основного кардиального скрининга. Должен присутствовать нижний край ткани межпредсердной перегородки, называемый первичной перегородкой. Модераторный пучок помогает идентифицировать морфологический правый желудочек. Оба желудочка также должны казаться близкими по размеру и не иметь признаков утолщения стенок. Хотя небольшая желудочковая диспропорция может встречаться как нормальный вариант, синдром гипоплазии левого желудочка и коарктация аорты являются важными причинами для подобного несоответствия [39,40].

Рисунок 1. Проекция четырех камер сердца плода. Ключевые компоненты нормального четырехкамерного среза включают интактную межжелудочковую перегородку и первичную межпредсердную перегородку. Отсутствует диспропорция между левым и правым желудочком. Модераторный пучок помогает идентифицировать морфологический правый желудочек. Обратите внимание, как “уступ” створок атриовентрикулярного клапана внедряется в место соединения стенок камер сердца. Воспроизведено с разрешения W.Lee, Американский Институт Ультразвука в

Медицине. Выполнение основного ультразвукового исследования сердца плода. J Ultrasound Med 1998; 17:601-607.

Рисунок 2. Ось и позиция сердца плода. Ось сердца может быть измерена из проекции четырех камер сердца плода. Линия через межжелудочковую ось продолжается до задней границы сердца, чтобы образовать точку Р, расположение которой может использоваться для идентификации положения сердца плода. LA – левое предсердие; LV – левый желудочек; RA – правое предсердие; RV – правый желудочек. Адаптировано с разрешения CH Comstock. Нормальная ось и положение сердца плода. Obstet Gynecol 1987; 70:255-259.

Межжелудочковая перегородка должна быть тщательно исследована от верхушки до места соединения стенок камер сердца на наличие дефектов. Септальные дефекты могут быть трудно распознаваемы, когда угол инсонации датчика непосредственно параллелен стенке желудочка. При подобных обстоятельствах дефект может быть ложно заподозрен из-за акустического артефакта “исчезновения”. Наличие маленьких дефектов (1-2 мм) бывает очень сложно подтвердить, если ультразвуковая система изображения не может предоставить достаточной степени латерального разрешения, в особенности при неблагоприятной позиции и размерах плода. Должно быть отчетливо видно раздельное и свободное открытие двух атриовентрикулярных клапанов (правостороннего – трикуспидального и левостороннего – митрального). Септальная створка трикуспидального клапана более смещена к верхушке, в сравнении с митральным клапаном (то есть нормальный уступ). Неправильное расположение атриовентрикулярных клапанов может быть ключевой ультразвуковой находкой при сердечных аномалиях, таких как атриовентрикулярный канал.

РАСШИРЕННОЕ ОСНОВНОЕ КАРДИАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Если это технически возможно, в качестве части “основного расширенного” сердечного скрининга следует пытаться получить обычные проекции выводных отделов. Оценка выводных трактов может увеличить частоту выявления наиболее распространенных пороков сердца и основных кардиальных дефектов, помимо тех, которые можно обнаружить при использовании только четырехкамерного вида [41,42]. Дополнительные проекции помимо применяемых при основном кардиальном обследовании с большей вероятностью выявят такие аномалии конотрункуса, как тетрада Фалло, транспозиция магистральных сосудов, отхождение аорты и легочной артерии от правого желудочка и общий артериальный ствол. Расширенное основное исследование минимально требует, чтобы магистральные сосуды были приблизительно равны по размерам, пересекали друг друга под правильными углами, так как они отходят от соответствующих желудочковых камер. Отсутствие подтверждения данных параметров при исследовании с хорошей визуализацией делает обоснованным дальнейшее обследование.

Сонографическая техника. Изображение выводных трактов обычно получают из четырехкамерной проекции при отклонении датчика к голове плода, когда межжелудочковая перегородка расположена тангенциально к ультразвуковому лучу (Рисунок 3). Другой метод для оценки выводных отделов также был описан для плода, когда межжелудочковая перегородка расположена перпендикулярно к ультразвуковому лучу [43]. Этот подход требует проекцию четырех камер сердца, затем датчик поворачивают до тех пор, пока не становится виден выводной отдел левого желудочка. Как только этот вид получен, датчик поворачивается краниально, пока выводной отдел легочной артерии не становится виден в проекции, которая перпендикулярна аорте.

Уоо и соавт. Также описали проекцию “трех сосудов” для оценки легочной артерии, восходящей аорты и верхней полой вены в плане их относительных размеров и взаимоотношения (Рисунок 4) [43]. Другие использовали эту проекцию, чтобы подчеркнуть расположение сосудов также и по отношению к трахее плода [46,47].

Рисунок 3. Техника сканирования сердца плода. Проекция четырех камер сердца получена из аксиальной сканирующей проекции поперек грудной клетки плода. Соответствующие проекции выводных отделов левого (LVOT) и правого желудочков (RVOT) получены при наклоне датчика под углом по направлению к голове плода. Воспроизведено с разрешения W.Lee, Американский Институт Ультразвука в Медицине. Выполнение основного ультразвукового исследования сердца плода. *J Ultrasound Med* 1998; 17:601-607.

Рисунок 4. Проекция трех сосудов сердца плода. Проекция демонстрирует взаимоотношение между легочной артерией (РА), аортой (Ао) и верхней полой веной (SVC) в верхнем средостении. Обратите внимание на расположение и относительные размеры трех сосудов. Легочная артерия имеет наибольший диаметр и является самым передним сосудом, тогда как верхняя полая вена является самым маленьким и самым задним сосудом. Lt - левый; Post - задний; Rt - правый. Изображение любезно предоставлено доктором JS Carvalho.

Выводной тракт левого желудочка. Проекция выводного отдела левого желудочка (LVOT) подтверждает наличие обоих магистральных сосудов, отходящих от левого желудочка (Рисунок 5). Должен быть документирован контакт между передней стенкой аорты и межжелудочковой перегородкой. Аортальный клапан свободно двигается и не должен быть утолщенным. Когда выводной отдел левого желудочка действительно представлен аортой, возможно бывает проследить сосуд вплоть до ее дуги, откуда три артерии переходят на шею. Однако, идентификация этих сосудов дуги аорты не должна считаться обычной частью расширенного основного исследования сердца. Проекция выводного отдела левого желудочка может помочь идентифицировать дефекты межжелудочковой перегородки и пороки конотрункуса, так как они не видны при основном обследовании сердца как таковом.

Проекция выводного тракта правого желудочка. Проекция выводного отдела правого желудочка (RVOT) документирует отхождение магистрального сосуда от морфологически правого желудочка с модераторным пучком (Рисунок 6). Truncus pulmonalis в норме отходит от правого желудочка и направляется в сторону расположенной слева и более кзади восходящей аорты. В течение фетальной жизни она обычно немного больше, чем корень аорты, и пересекает восходящую аорту под углом около 70 градусов непосредственно над местом ее отхождения.

Легочный клапан свободно движется и не должен быть утолщен. Выводной отдел правого желудочка может быть подтвержден как легочная артерия только в том случае, если дистальный конец оказывается бифуркацией, хотя это разделение не всегда может быть видно из-за позиции плода. Дистальная легочная артерия в норме разделяется в левую сторону на артериальный проток, который продолжается в нисходящую аорту, а правосторонние ветви – в правую легочную артерию.

Большое акушерское ультразвуковое обследование более 18000 плодов изучало стандартизованную практику, когда на основное кардиальное обследование отводится 30 минут [48]. Когда это было технически возможно, производили также

попытку расширенного основного исследования выводных трактов. Среди исследований, включающих адекватный вид четырех камер, в большинстве случаев (93%) осуществлена удовлетворительная оценка выводных отделов. Частота отсутствия визуализации составила: выводной отдел левого желудочка – 4.2%, выводной отдел правого желудочка – 4.2%, оба выводных отдела – 1.3%.

ФЕТАЛЬНАЯ ЭХОКАРДИОГРАММА

Фетальная эхокардиограмма должна выполняться, если выявленные факторы риска увеличивают вероятность врожденного порока сердца выше ожидаемой у группы населения низкого риска. К сожалению, высокий процент пренатально выявляемых случаев ВПС отмечается у больных, не имеющих факторов риска или экстракардиальных аномалий [49]. Специфические детали этой специализированной процедуры не входят в данную статью. Работники здравоохранения, однако, должны быть знакомы с некоторыми показаниями для направления больных на данное комплексное обследование (Таблица 2) [50]. Например, увеличение толщины воротникового пространства более 3.5 мм на 11-14 неделях гестации является показанием для детального обследования сердца, если даже результаты измерения соответствуют нормальным значениям для более позднего срока беременности [51-54].

Рисунок 5. Выводной тракт левого желудочка (LVOT). Эта проекция показывает магистральный сосуд, отходящий от левого желудочка. Створки аортального клапана должны свободно двигаться и не быть утолщенными. LV – левый желудочек; RV – правый желудочек. Воспроизведено с разрешения W.Lee, Американский Институт Ультразвука в Медицине. Выполнение основного ультразвукового исследования сердца плода. *J Ultrasound Med* 1998; 17:601-607.

Рисунок 6. Выводной тракт правого желудочка (RVOT). Эта проекция подчеркивает, что магистральный сосуд, который может быть виден отходящим от морфологически правого желудочка (RV). Бифуркация не всегда ясно видна при данной методике. Следует отметить, что выводной тракт правого желудочка отходит от желудочка под углом около 70 градусов по отношению к выводному тракту аорты. Иногда правая верхняя полая вена (SVC) будет видна как наиболее задний сосуд. Адаптировано с разрешения W.Lee, Американский Институт Ультразвука в Медицине. Выполнение основного ультразвукового исследования сердца плода. *J Ultrasound Med* 1998; 17:601-607.

Фетальная эхокардиография должна выполняться специалистом, который знаком с пренатальной диагностикой ВПС. В дополнении к информации, предоставленной при основном скрининговом обследовании, подробный анализ структуры и функции сердца может более детально характеризовать висцеро-предсердный situs, системные и легочные вены, открытое овальное окно, атрио-вентрикулярную связь, желудочково-артериальную связь, взаимоотношение магистральных сосудов и сагитальные проекции аортальной и дуктальной дуг. Современные сонографические технологии могут использоваться для изучения сердца. Например, Доплеровская ультрасонография может измерять скорость кровотока или идентифицировать патологические потоки через клапаны и внутри камер сердца. М-эхокардиография также предлагает важный метод для анализа сердечных аритмий, подозреваемой желудочковой дисфункции и патологического утолщения стенки.

Таблица 2. Общие показания для фетальной эхокардиографии.

Материнские показания.

Семейный анамнез. Родственник первой степени пробанда. Предшествующие метаболическое заболевание. Диабет. Фенилкетонурия. Материнские инфекции: парвовирус В19, краснуха, вирус коксаки. Кардиальное тератогенное воздействие: ретиноиды, фенитоин, карбамазепин, карбонат лития, валпроивая кислота.

Материнские антитела: анти-Ro (SSA), анти-La (SSB).

Фетальные показания. Подозреваемая кардиальная аномалия плода. Патологический фетальный кариотип. Выраженная экстракардиальная аномалия. Патологическая прозрачность выи не менее 3.5 мм до 14 недель гестации. Нарушения частоты или правильности ритма у плода. Постоянная брадикардия. Постоянная тахикардия. Постоянный нерегулярный сердечный ритм.

REFERENCES

1. Ferencz C, Rubin JD, McCarter RJ, Brenner JI, Neill CA, Perry LW, Hepner SI, Downing JW. Congenital heart disease: prevalence at livebirth. The Baltimore–Washington infant study. *Am J Epidemiol* 1985; 121: 31–36.
2. Meberg A, Otterstad JE, Froland G, Lindberg H, Sorland SJ. Outcome of congenital heart defects – a population-based study. *Acta Paediatr* 2000; 89: 1344–1351.
3. Cuneo BF, Curran LF, Davis N, Elrad H. Trends in prenatal diagnosis of critical cardiac defects in an integrated obstetric and pediatric cardiac imaging center. *J Perinatol* 2004; 24: 674–678.
4. Rosano A, Botto LD, Botting B, Mastroiacovo P. Infant mortality and congenital anomalies from 1950 to 1994: an international perspective. *J Epidemiol Community Health* 2000; 54: 660–666.
5. Crane JP, LeFevre ML, Winborn RC, Evans JK, Ewigman BG, Bain RP, Frigoletto FD, McNellis D. A randomized trial of prenatal ultrasonographic screening: impact on the detection, management, and outcome of anomalous fetuses. The RADIUS Study Group. *Am J Obstet Gynecol* 1994; 171: 392–399.
6. Abu-Harb M, Hey E, Wren C. Death in infancy from unrecognized congenital heart disease. *Arch Dis Child* 1994; 71: 3–7.
7. Bonnet D, Coltri A, Butera G, Fermont L, Le Bidois J, Kachaner J, Sidi D. Detection of transposition of the great arteries in fetuses reduces neonatal morbidity and mortality. *Circulation* 1999; 99: 916–918.
8. 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.
9. Andrews R, Tulloh R, Sharland G, Simpson J, Rollings S, Baker E, Qureshi S, Rosenthal E, Austin C, Anderson D. Outcome of staged reconstructive surgery for hypoplastic left heart syndrome following antenatal diagnosis. *Arch Dis Child* 2001; 85: 474–477. Erratum in *Arch Dis Child* 2002; 86: 313.
10. Franklin O, Burch M, Manning N, Sleeman K, Gould S, Archer N. Prenatal diagnosis of coarctation of the aorta improves survival and reduces morbidity. *Heart* 2002; 87: 67–69.
11. Tworetzky W, Wilkins-Haug L, Jennings RW, van der Velde ME, Marshall AC, Marx GR, Colan SD, Benson CB, Lock JE, Perry SB. Balloon dilation of severe aortic stenosis in the fetus: potential for prevention of hypoplastic left heart syndrome: candidate selection, technique, and results of successful intervention. *Circulation* 2004; 110: 2125–2131.
12. Simpson LL. Screening for congenital heart disease. *Obstet Gynecol Clin North Am* 2004; 31: 51–59.
13. DeVore G, Medearis AL, Bear MB, Horenstein J, Platt LD. Fetal echocardiography: factors that influence imaging of the fetal heart during the second trimester of pregnancy. *J Ultrasound Med* 1993; 12: 659–663.
14. Sharland GK, Allan LD. Screening for congenital heart disease prenatally. Results of a 2 1/2-year study in the South East Thames Region. *Br J Obstet Gynaecol* 1992; 99: 220–225.
15. Carvalho JS, Mavrides E, Shinebourne EA, Campbell S, Thilaganathan B. Improving the effectiveness of routine prenatal screening for major congenital heart defects. *Heart* 2002; 88: 387–391.
16. Hunter S, Heads A, Wyllie J, Robson S. Prenatal diagnosis of congenital heart disease in the northern region of England: benefits of a training programme for obstetric ultrasonographers. *Heart* 2000; 84: 294–298.
17. Lee W. American Institute of Ultrasound in Medicine. Performance of the basic fetal cardiac ultrasound examination. *J Ultrasound Med* 1998; 17: 601–607. Erratum in *J Ultrasound Med* 1998; 17: 796.

18. American Institute of Ultrasound in Medicine. Guidelines for the performance of the antepartum obstetrical ultrasound examination. *J Ultrasound Med* 2003; 22: 1116–1125.
19. American College of Radiology. ACR practice guideline for the performance of antepartum obstetrical ultrasound. In *Practice Guidelines & Technical Standards*. ACR: Reston, VA, 2004; 689–695.
20. American College of Obstetricians and Gynecologists. ACOG Practice Bulletin. Ultrasonography in pregnancy. *Obstet Gynecol* 2004; 104: 1449–1458.
21. Achiron R, Rotstein Z, Lipitz S, Mashiach S, Hegesh J. Firsttrimester diagnosis of fetal congenital heart disease by transvaginal ultrasonography. *Obstet Gynecol* 1994; 84: 69–72.
22. Yagel S, Weissman A, Rotstein Z, Manor M, Hegesh J, Anteby E, Lipitz S, Achiron R. Congenital heart defects: natural course and in utero development. *Circulation* 1997; 96: 550–555.
23. Rustico MA, Benettoni A, D’Ottavio G, Fischer-Tamaro L, Conoscenti GC, Meir Y, Natale R, Bussani R, Mandruzzato GP. Early screening for fetal cardiac anomalies by transvaginal echocardiography in an unselected population: the role of operator experience. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; 16: 614–619.
24. Carvalho JS. Fetal heart scanning in the first trimester. *Prenat Diagn* 2004; 24: 1060–1067.
25. Carvalho JS, Moscoso G, Tekay A, Campbell S, Thilganathan B, Shinebourne EA. Clinical impact of first and early second trimester fetal echocardiography on high risk pregnancies. *Heart* 2004; 90: 921–926.
26. Huggon IC, Ghi T, Cook AC, Zosmer N, Allan LD, Nicolaidis KH. Fetal cardiac abnormalities identified prior to 14 weeks’ gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; 20: 22–29.
27. Schwarzler P, Senat MV, Holden D, Bernard JP, Masroor T, Ville Y. Feasibility of the second-trimester fetal ultrasound examination in an unselected population at 18, 20 or 22 weeks of pregnancy: a randomized trial. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1999; 14: 92–97.
28. Tegnander E, Eik-Nes SH, Johansen OJ, Linker DT. Prenatal detection of heart defects at the routine fetal examination at 18 weeks in a non-selected population.
29. Chaoui R. The four-chamber view: four reasons why it seems to fail in screening for cardiac abnormalities and suggestions to improve detection rate. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 22: 3–10.
30. Tegnander E, Eik-Nes SH, Linker DT. Incorporating the fourchamber view of the fetal heart into the second-trimester routine fetal examination. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1994; 4: 24–28.
31. Paladini D, Vassallo M, Tartaglione A, Lapadula C, Martinelli P. The role of tissue harmonic imaging in fetal echocardiography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; 23: 159–164.
32. Allan LD, Crawford DC, Chita SK, Tynan MJ. Prenatal screening for congenital heart disease. *Br Med J* 1986; 292: 1717–1719.
33. Copel JA, Pilu G, Green J, Hobbins JC, Kleinman CS. Fetal echocardiographic screening for congenital heart disease: the importance of the four-chamber view. *Am J Obstet Gynecol* 1987; 157: 648–655.
34. Di Salvo DN, Brown DL, Doubilet PM, Benson CB, Frates MC. Clinical significance of isolated fetal pericardial effusion. *J Ultrasound Med* 1994; 13: 291–293.
35. Yoo SJ, Min JY, Lee YH. Normal pericardial fluid in the fetus: color and spectral Doppler analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; 18: 248–252.
36. Copel JA, Liang RI, Demasio K, Ozeren S, Kleinman CS. The clinical significance of the irregular fetal heart rhythm. *Am J Obstet Gynecol* 2000; 182: 813–817.
37. Comstock CH. Normal fetal heart axis and position. *Obstet Gynecol* 1987; 70: 255–259.
38. Smith RS, Comstock CH, Kirk JS, Lee W. Ultrasonographic left cardiac axis deviation: a marker for fetal anomalies. *Obstet Gynecol* 1995; 85: 187–191.

39. Sharland GK, Chan KY, Allan LD. Coarctation of the aorta: difficulties in prenatal diagnosis. *Br Heart J* 1994; 71: 70–75.
40. Kirk JS, Comstock CH, Lee W, Smith RS, Riggs TW, Weinhouse E. Fetal cardiac asymmetry: a marker for congenital heart disease. *Obstet Gynecol* 1999; 93: 189–192.
41. Bromley B, Estroff JA, Sanders SP, Parad R, Roberts D, Frigoletto FD Jr, Benacerraf BR. Fetal echocardiography: accuracy and limitations in a population at high and low risk for heart defects. *Am J Obstet Gynecol* 1992; 166: 1473–1481.
42. Yoo S-J, Lee Y-H, Kim ES, Ryu HM, Kim MY, Choi HK, Cho KS, Kim A. Three-vessel view of the fetal upper mediastinum: an easy means of detecting abnormalities of the ventricular outflow tracts and great arteries during obstetric screening. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; 9: 173–182.
43. Yoo S-J, Lee Y-H, Cho KS. Abnormal three-vessel view on sonography: a clue to the diagnosis of congenital heart disease in the fetus. *AJR Am J Roentgenol* 1999; 172: 825–830.
44. Kirk JS, Riggs TW, Comstock CH, Lee W, Yang SS, Weinhouse E. Prenatal screening for cardiac anomalies: the value of routine addition of the aortic root to the four-chamber view. *Obstet Gynecol* 1994; 84: 427–431.
45. DeVore G. The aortic and pulmonary outflow tract screening examination in the human fetus. *J Ultrasound Med* 1992; 11: 345–348.
46. 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.
47. 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.
48. Vetraino IM, Lee W, Bronsteen RA, Comstock CH. Sonographic evaluation of the ventricular cardiac outflow tracts. Letter to the Editor. *J Ultrasound Med* 2005; 24: 566.
49. Stumpflen I, Stumpflen A, Wimmer M, Bernaschek G. Effect of detailed fetal echocardiography as part of routine prenatal ultrasonographic screening on detection of congenital heart disease. *Lancet* 1996; 348: 854–857.
50. Small M, Copel JA. Indications for fetal echocardiography. *Pediatr Cardiol* 2004; 25: 210–222.
51. Hyett J, Moscoso G, Papapanagiotou G, Perdu M, Nicolaides KH. Abnormalities of the heart and great arteries in chromosomally normal fetuses with increased nuchal translucency thickness at 11–13 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; 7: 245–250.
52. Hyett JA, Perdu M, Sharland GK, Snijders RS, Nicolaides KH. Increased nuchal translucency at 10–14 weeks of gestation as a marker for major cardiac defects. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; 10: 242–246.
53. Mavrides E, Cobian-Sanchez F, Tekay A, Moscoso G, Campbell S, Thilaganathan B, Carvalho JS. Limitations of using first trimester nuchal translucency measurement in routine screening for major congenital heart defects. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; 17: 106–110.
54. Ghi T, Huggon IC, Zosmer N, Nicolaides KH. Incidence of major structural cardiac defects associated with increased nuchal translucency but normal karyotype. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; 18: 610–614.

ACKNOWLEDGMENTS These guidelines were developed under the auspices of the ISUOG Education Committee. Chair: Professor Sturla Eik-Nes, National Center for Fetal Medicine, Trondheim, Norway.

Appreciation is particularly extended to specialty consultants who contributed to this project:

Dr W. Lee, Task Force Chair

William Beaumont Hospital, Royal Oak, MI, USA

Dr J. S. Carvalho

Royal Brompton and St. George's Hospitals, London, UK

Professor R. Chaoui

Center for Prenatal Diagnosis and Human Genetics, Berlin, Germany

Dr J. Copel

Yale University School of Medicine, New Haven, CT, USA

Professor K. Hecher

University Medical Centre, Hamburg-Eppendorf, Germany

Professor D. Paladini

University Federico II, Naples, Italy

Russian translation by Dr. E. Sinkovskaya (reviewed by Prof. M. Tchirikov)

Copies of this document will be available at:

<http://www.isuog.org>

ISUOG Secretariat Unit 4, Blythe Mews

Blythe Road

London W14 0HW, UK

e-mail: info@isuog.org