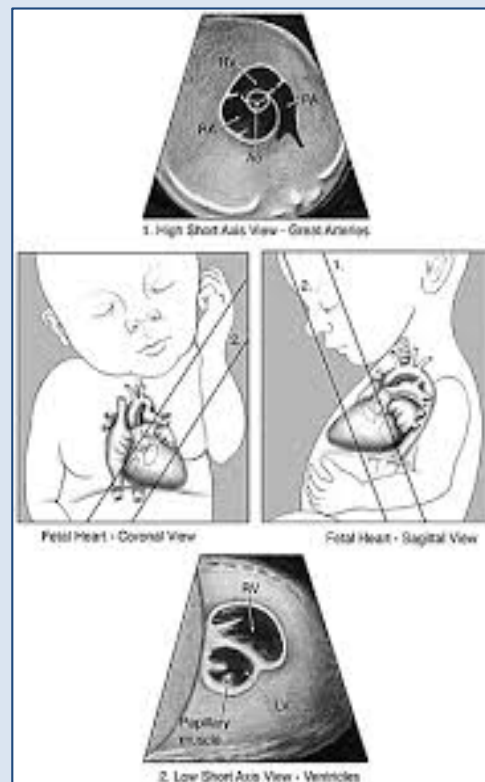


# ПРАКТИЧНІ НАСТАНОВИ АМЕРИКАНСЬКОГО ІНСТИТУТУ УЛЬТРАЗВУКУ В МЕДИЦИНІ (AIUM) ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЕХОКАРДІОГРАФІЇ ПЛОДА

Переклад Павлової Анни Олександрівни –  
фетального кардіолога Науково-  
практичного медичного центру дитячої  
кардіології та кардіохірургії



# ПРАКТИЧНІ НАСТАНОВИ АМЕРИКАНСЬКОГО ІНСТИТУТУ УЛЬТРАЗВУКУ В МЕДИЦИНІ (AIUM) ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЕХОКАРДІОГРАФІЇ ПЛОДА

Переклад здійснено Анною Олександрівною Павловою

ДУ «Науково-практичний медичний центр дитячої кардіології та кардіохірургії МОЗ України» (Київ)

**Анотація.** Ехокардіографія плода – складне дослідження, яке проводиться експертами при підозрі на вроджену ваду серця. Суть обстеження полягає в ретельному дослідженні всіх структур серця для виключення або підтвердження патології. Практичні настанови американського інституту ультразвуку в медицині (The American Institute of Ultrasound in Medicine – AIUM) для виконання ехокардіографії плода після чергового перегляду були опубліковані у січневому номері 2020 року видання Journal of Ultrasound in Medicine. Читачам пропонується переклад даного керівництва. У тексті перекладу англійською мовою в дужках вказані нормативні документи США, з якими читачі можуть ознайомитись знайшовши їх у мережі. Дане керівництво є результатом роботи цілої низки ведучих спеціалістів світу у галузях ультразвукового дослідження, акушерства та гінекології, дитячої та фетальної кардіології.

Посилання на дане керівництво слід вказувати таким чином: AIUM Practice Parameter for the Performance of Fetal Echocardiography. American Institute of Ultrasound in Medicine. J Ultrasound Med. 2020 Jan;39(1):E5-E16.

Цифровий ідентифікатор у мережі – doi: 10.1002/jum.15188.

## ВСТУП

Американський інститут ультразвуку в медицині (The American Institute of Ultrasound in Medicine – AIUM) – це мультидисциплінарна асоціація, що спеціалізується на впровадженні безпечного та ефективного

використання ультразвуку в медицині шляхом професійної та загальнодоступної освіти, розвитку досліджень та практичних клінічних настанов, а також шляхом акредитації алгоритмів проведення ультразвукових обстежень.

«Практичні настанови АІУМ для виконання ехокардіографії плода» були розроблені та переглянуті АІУМ у співпраці з іншими організаціями, члени яких використовують ультразвук для обстеження серця плода (див. "Подяки"). Рекомендації щодо вимог до персоналу, показів до проведення дослідження, документації, забезпечення якості обстеження та параметрів безпеки можуть відрізнятися серед організацій, і кожна з них може визначати їх окремо.

Ці практичні настанови призначені для надання рекомендацій медичній ультразвуковій спільноті щодо виконання і запису високоякісних ультразвукових обстежень. Настанови відображають те, що АІУМ вважає необхідними критеріями для цього типу ультразвукового дослідження, але не призначені для встановлення юридичного стандарту. Очікується, що проведення ехокардіографічних обстежень плода буде відповідати цим настановам з врахуванням відхилень, що залежатимуть від клінічної ситуації.

Вроджені вади серця (ВВС) є провідною причиною дитячої захворюваності та смертності від вроджених вад розвитку, з частотою захворюваності (на ВВС середньої важкості та важкі) 6 на 1000 живонароджених [1,2]. Наявність точного пренатального діагнозу має значні переваги для лікувальної тактики у немовлят, особливо, коли, потрібна інфузія простагландинів для збереження функції артеріальної протоки у випадках дуктус-залежних ВВС [3–6]. Ехокардіографія плода – це детальна ультразвукова оцінка, яка використовується для виявлення та опису аномалій серця під час вагітності. Ця спеціалізована діагностична процедура характеризується розширенням настанов проведення скринінгу серця плода, що були описані раніше (а саме, 4-камерна проекція та проекції вихідних трактів правого та лівого шлуночків) [7]. Обстеження згідно даних настанов

слід проводити лише за медичними показами, а для отримання необхідної діагностичної інформації необхідно використовувати найбільш щадні параметри впливу ультразвуку. Хоча виявити кожну аномалію неможливо, дотримання цих настанов дозволить збільшити ймовірність правильної діагностики більшості клінічно значущих ВВС.

Це спеціалізоване діагностичний обстеження – розширення стандартної ультразвукового дослідження плоду, описаного в практичних настановах AIUM (AIUM-ACR-ACOG-SMFM-SRU Practice Parameter for the Performance of Standard Diagnostic Obstetric Ultrasound Examinations and the American College of Obstetricians and Gynecologists Practice Bulletin No. 175: Ultrasound in Pregnancy).

**КВАЛІФІКАЦІЯ ТА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ПЕРСОНАЛУ.** Лікарі, які інтерпретують або проводять цей тип ультразвукового обстеження, повинні відповідати зазначеним правилам підготовки відповідно до політики акредитації AIUM (AIUM Training Guidelines). Сонографи, які проводять ультразвукове обстеження, повинні бути належним чином зареєстровані у спеціальній галузі відповідно до політики акредитації AIUM. Лікарі, які особисто не проводять обстеження, повинні забезпечити нагляд, як визначено нормативними документами (The Centers for Medicare and Medicaid Services Code of Federal Regulations 42 CFR §410.32).

**НАПРАВЛЕННЯ НА ДОСЛІДЖЕННЯ.** Письмове або електронне направлення на проведення ехокардіографії плода має надаватись лікарем. Надана клінічна інформація повинна обґрунтовувати необхідність виконання відповідного ультразвукового дослідження та повинна відповідати законодавчим та локальним вимогам медичного закладу.

### **ПОКАЗИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ЕХОКАРДІОГРАФІЇ ПЛОДА**

Клінічні покази до ехокардіографії плода часто ґрунтуються на різних факторах ризику ВВС зі сторони матері та плода [1]. Однак, більшість випадків ВВС не пов'язані з відомими факторами ризику плода та/або матері, та їх швидше підозрюють під час анатомічного ультразвукового

дослідження. Плоди, у яких підозрюється аномалія серця під час базового або детального анатомічного ультразвукового дослідження, мають всі покази для направлення на ехокардіографію плода. Під час вагітності з низьким ризиком ВВС, зазвичай, проводиться ультразвукове скринінгове дослідження серця плода в рамках стандартного акушерського ультразвукового обстеження другого триместру. Коли ризик ВВС плода вищий, ніж у загальній популяції, вагітна може бути направлена на ехокардіографію плода [7,8].

Хоча, точна оцінка ризику виходить за межі цих настанов, нижче наведено перелік станів зі сторони плода та матері, пов'язаних із підвищеним ризиком ВВС [1]:

### ***ФАКТОРИ ЗІ СТОРОНИ ПЛОДА***

#### **Ехокардіографія плода (абсолютні покази):**

- Підозра на структурну аномалію серця
- Підозра на порушення роботи серця
- Водянка плода
- Тахікардія плода постійного характеру (ЧСС >180 ударів за хвилину)
- Брадикардія плода постійного характеру (ЧСС <120 ударів за хвилину) або підозра на атріо-вентрикулярну блокаду
- Нерегулярний серцевий ритм (постійного характеру або часті епізоди)
- Екстракардіальні вроджені вади розвитку
- Комірцевий простір 3,5 мм і більше (або на рівні чи вище 99-го перцентиля для гестаційного віку) [9,10]
- Хромосомна аномалія плода (виявлена шляхом інвазивного генетичного тестування або неінвазивного тестування шляхом аналізу позаклітинної ДНК плода з крові матері)
- Монохоріальна двійня

#### **Ехокардіографія плода (відносні покази):**

- Системна венозна аномалія (наприклад, функціонуюча права вена пуповини, функціонуюча ліва верхня порожниста вена або агенезія венозної протоки) [11,12]

- Комірцевий простір від 3,0 мм до 3,4 мм

### ***ФАКТОРИ ЗІ СТОРОНИ МАТЕРІ (ЗАХВОРЮВАННЯ МАТЕРІ, СІМЕЙНІ ХВОРОБИ, ВПЛИВ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ)***

#### **Ехокардіографія плода (абсолютні покази):**

- Прегестаційний діабет незалежно від рівня гемоглобіну A1c [13]
- Гестаційний діабет, діагностований у першому або на початку другого триместрів
- Запліднення “in vitro”, включно з заплідненням методом інтроцитоплазматичної ін'єкції сперми [14,15]
- Фенілкетонурія (невідомий статус або периконцепційний рівень фенілаланіну >10 мг/дл) [16]
- Аутоімунне захворювання із синдромом анти-Шегрена – зі спорідненими антиген А антитілами з ураженням плода при попередній вагітності
- Вроджена вада серця у родича плода першого ступеня споріднення (батьки, брат, сестра або ВВС діагностована під час попередньої вагітності)
- Родич першого або другого ступеня споріднення з спадковими захворюваннями та/або з анамнезом симптомів серцево-судинних захворювань в дитинстві
- Вплив ретиноїдів
- Краснуха в першому триместрі

#### **Ехокардіографія плода (відносні покази):**

- Тератогенний вплив (наприклад, пароксетин, карбамазепін або літій)
- Прийом вагітною антигіпертензивних препаратів – інгібіторів ангіотензинперетворюючого ферменту [17]

- Аутоімунне захворювання із синдромом анти-Шегрена – зі спорідненими антиген А антитілами без ураження плода при попередній вагітності
- Вроджена вада серця у родича плода другого ступеня споріднення

### ***ІНШІ ОБСТАВИНИ***

Кількість даних обмежена щодо необхідності проведення ехокардіографії плода при нижче перелічених станах (з огляду на мінімальний ризик для плода та потенційні складнощі проведення ехокардіографії). При перелічених станах необхідним є детальне обстеження серця під час анатомічного ультразвукового дослідження (згідно рекомендацій – Detailed Fetal Anatomic Ultrasound Examination (Current Procedural Terminology code 76811): ICD-10 Indications) і лише при виявленні аномалії повинна бути проведена ехокардіографія плода [8]:

- Ожиріння (індекс маси тіла  $\geq 30$  кг/м<sup>2</sup>) [18,19]
- Прийом вагітною антидепресантів групи селективних інгібіторів зворотного захоплення серотоніну, крім пароксетину
- Некардіальний «м'який маркер» анеуплоїдії при відсутності інформації про каріотип [20]
- Патологічні показники аналізів матері (наприклад, рівень  $\alpha$ -фетопротеїну) [21]
- Ізольована єдина артерія пуповини

Результати ранніх досліджень вказували на підвищений ризик наявності захворювань серця у плода при деяких станах (перераховані нижче), проте, ці дані не були доведені у масштабніших наступних дослідженнях. Ехокардіографія плода в цих випадках показана лише в тому випадку, якщо результати детального ультразвукового дослідження плода (згідно рекомендацій – Detailed Fetal Anatomic Ultrasound Examination (Current Procedural Terminology code 76811): ICD-10 Indications)) патологічні [8]:



- Гестаційний діабет, діагностований після другого триместру
- Прийом вагітною варфарину
- Вживання вагітною алкоголю [22,23]
- Наявність гіперехогенного внутрішньосерцевого фокусу при ультразвуковому дослідженні
- Лихоманка у вагітної або вірусна інфекція (лише при сероконверсії) [24]
- Ізольована ВВС у родича плода далі другого ступеня споріднення

## **УМОВИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ**

У наступному розділі описані обов'язкові та додаткові умови, необхідні для проведення ехокардіографії плода.

### ***ТЕХНІЧНІ УМОВИ***

Ехокардіографія плода зазвичай проводиться між 18 і 22 тижнями вагітності, хоча деякі структури серця можуть бути краще візуалізовані до або після цього періоду. Різні форми ВВС також можуть бути розпізнані на ранніх термінах вагітності, в тому числі під час дослідження комірцевого простору [25]. Оптимальною є візуалізація, коли верхівка серця ( $\pm 45^{\circ}$ ) спрямована до трансдюсера. Однак, міжпередсердну та міжшлуночкову перегородки та товщину стінок краще оцінювати, коли ультразвуковий промінь проходить перпендикулярно до цих структур. Технічні обмеження (наприклад, товщина підшкірно-жирової клітковини у матері, положення плода та кінець третього триместру вагітності) можуть перешкоджати детальній оцінці анатомії серця через погану проникаючу здатність ультразвукового променя та акустичні перешкоди. Оптимальне розташування трансдюсера з адекватним тиском на животі матері та зміна положення вагітної – це методи, які можуть покращити позиціонування плоду та якість зображення. Ультразвукову систему слід підлаштовувати з акцентом на підтримку високої частоти кадрів (наприклад, використання вузького сектора зображення, невеликої глибини, акустичного фокусування



та невеликої ділянки кольорового доплерівського картування в зонах дослідження) з досягненням достатнього рівня візуалізації при дотриманні принципу ALARA (вплив настільки низький, наскільки це можливо в межах достатнього рівня візуалізації). Зображення на екрані має бути збільшеним до такого ступеню, щоб серце займало приблизно третину сектору візуалізації. У деяких випадках вкрай важкої візуалізації серця може знадобитися повторне обстеження вагітної у більш пізньому терміні гестації.

### ***НАСТАНОВИ ЩОДО ЗОБРАЖЕНЬ СЕРЦЯ: БАЗОВИЙ ПІДХІД***

Ехокардіографія плода – це детальне дослідження структури та функції серця. Це дослідження включає послідовний сегментарний аналіз у чотирьох ділянках (сегментах), які включають розташування серця та внутрішніх органів (situs), оцінку передсердь, шлуночків, великих артерій та їх сполучень [26–28]. Цей аналіз включає первинну орієнтацію щодо правої та лівої половин плода з подальшою оцінкою наступних сегментів та їх взаємозв'язків:

- Розташування (situs) внутрішніх органів /серця:
  - Розташування шлунку, ворітної вени, низхідної аорти і нижньої порожнистої вени у зрізі черевної порожнини в горизонтальній (аксиальній) площині
  - Положення верхівки серця і серцева вісь у зрізі грудної порожнини в горизонтальній (аксиальній) площині
- Передсердя:
  - Розташування (situs) передсердь
  - Сполучення системних та легеневих вен
  - Анатомія системних вен, включно з нормальними/аномальними варіантами (наприклад, венозною протокою)
  - Анатомія легеневих вен, з візуалізацією нормального сполучення принаймі однієї правої та однієї лівої вен

- Анатомія передсердь (включно з перегородкою, овальним вікном та первинною перегородкою)
- Шлуночки:
  - Розташування шлуночків
  - Передсердно-шлуночкове (атріо-вентрикулярне) сполучення (включно зі зміщенням мітрального та тристулкового клапанів)
  - Анатомія правого та лівого шлуночків (включно з міжшлуночковою перегородкою)
  - Відносні та абсолютні розміри
  - Систолічна функція
  - Перикард
- Великі артерії (аорта, стовбур та гілки легеневої артерії, артеріальна протока):
  - Сполучення зі шлуночками
  - Розмір судин, їх прохідність та кровотік (швидкість та напрямок)
  - Відносні та абсолютні розміри перешийка аорти і артеріальної протоки
  - Біфуркація легеневої артерії
  - Розташування дуги аорти та артеріальної протоки відносно трахеї

Наступні сполучення також слід оцінювати як частину сегментарного аналізу:

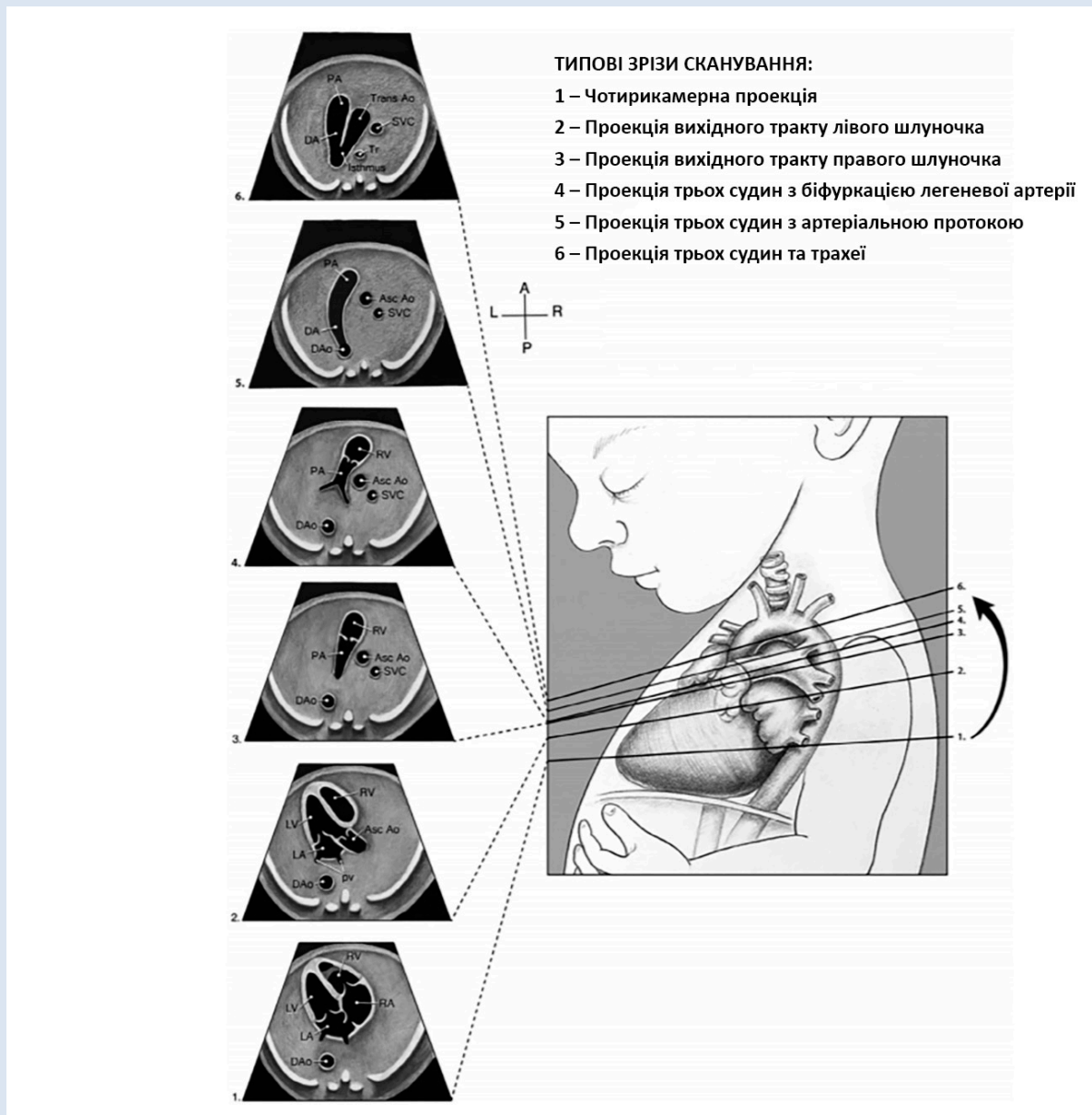
- Атріо-вентрикулярне сполучення: анатомія, розмір та функція (стеноз чи недостатність) атріо-вентрикулярних клапанів (наприклад, мітрального, тристулкового або спільного атріо-вентрикулярного клапану)
- Вентрикуло-артеріальне сполучення: анатомія, розмір та функція (стеноз чи недостатність) півмісяцевих клапанів (наприклад,

клапана аорти, легеневої артерії або клапана загального артеріального стовбура), включно з оцінкою ділянок під клапанами (субаортальної та під клапаном легеневої артерії)

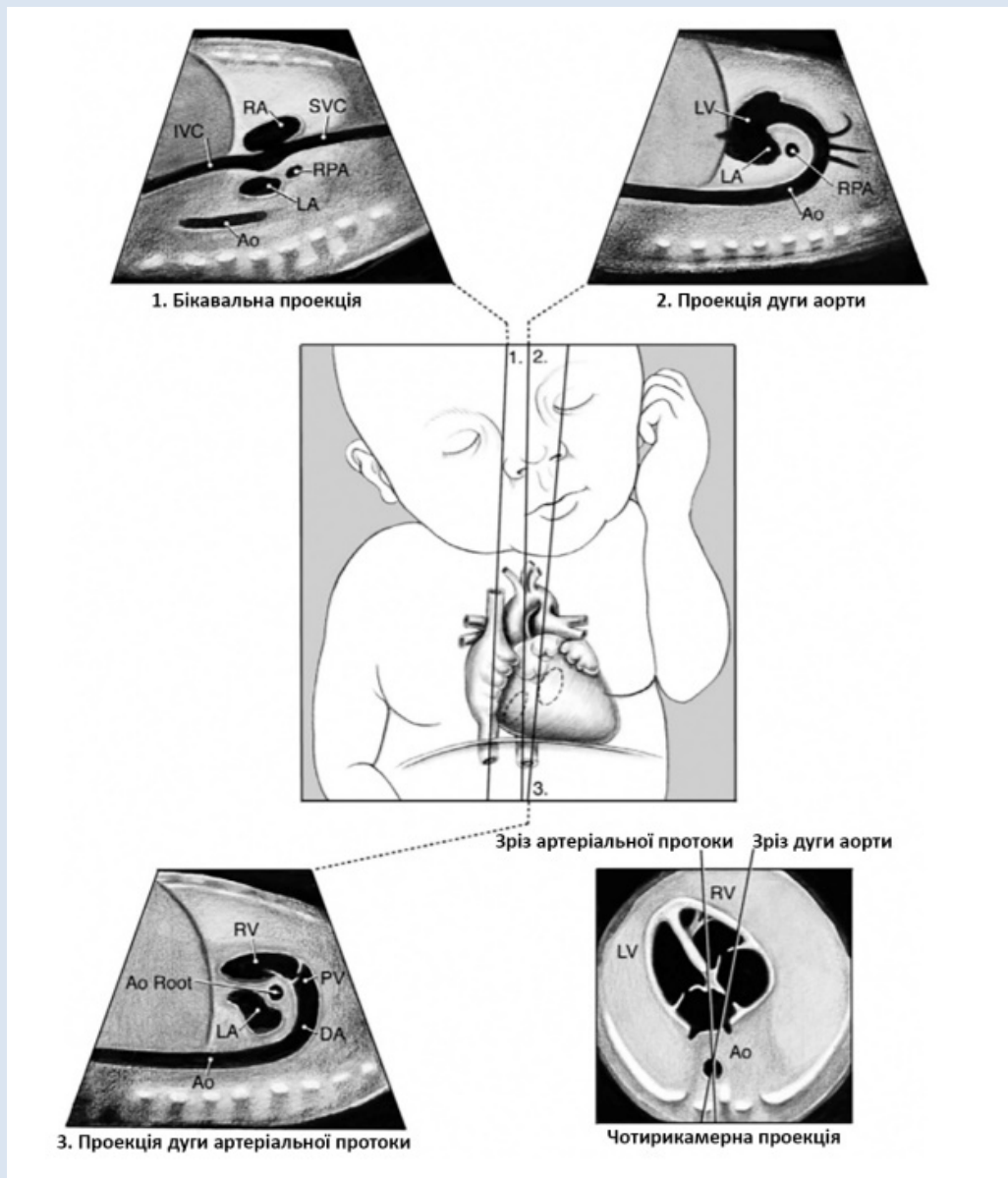
### ***В-РЕЖИМ (2-D) (ОБОВ'ЯЗКОВО)***

Ключові площини сканування можуть надати корисну діагностичну інформацію про серце плода (рис. 1–3) [29–32]. Оцінка повинна включати нижче перераховані анатомічні області, включно з високим зрізом черевної порожнини (для визначення розташування внутрішніх органів), камерами серця, клапанами, судинами та перикардом:

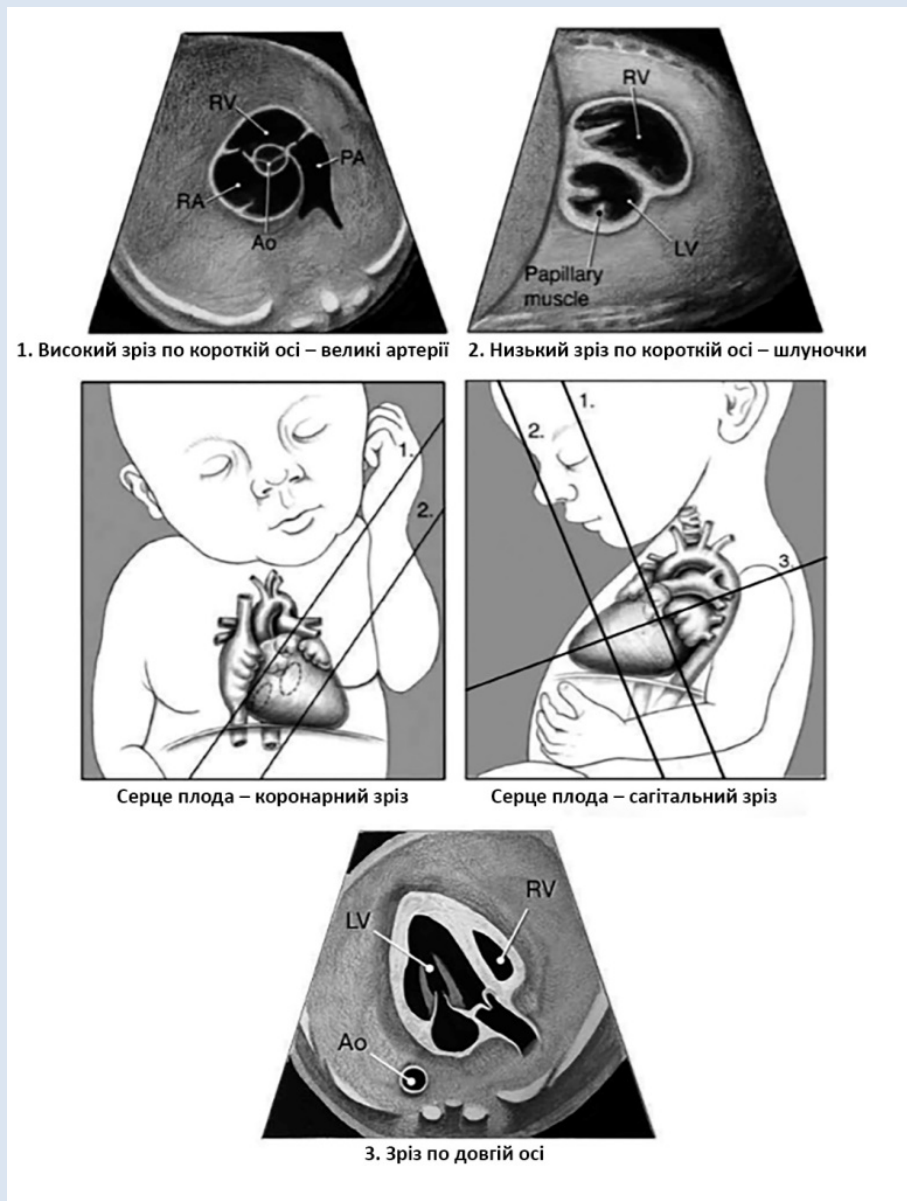
- Чотирикамерна проекція, включно з легневими венами
- Вихідний тракт лівого шлуночка
- Вихідний тракт правого шлуночка
- Біфуркація гілок легеневої артерії
- Проекція трьох судин (включно з проекцією біфуркації легеневої артерії та вищою (більш краніальною) проекцією артеріальної протоки)
- Зріз по короткій осі (низький – для шлуночків та високий – для вихідних трактів)
- Зріз по довгій осі (якщо це клінічно важливо)
- Дуга аорти
- Дуга артеріальної протоки
- Бікавальна проекція (верхня та нижня порожнисті вени)



**Рис. 1.** Типові зрізи сканування при ехокардіографії плода включають оцінку чотирикамерної проекції (1), вихідних трактів лівого та правого шлуночків (2 та 3 відповідно), двох варіантів проекції трьох судин (один демонструє біфуркацію легеневої артерії (4), інший, більш краніальний (вищий), – дугу артеріальної протоки (5)), проекцію трьох судин та трахеї (6). Через анатомічні особливості та положення плода не всі проекції можна отримати з однієї площини (аксиальної) сканування без невеликих коригуючих рухів ультразвукового променя. Asc Ao – висхідна аорта, DAo – низхідна аорта, Isthmus – перешийок аорти, LA– ліве передсердя, LV – лівий шлуночок, RA – праве передсердя, RV – правий шлуночок, PA – легенева артерія, Tr – трахея, Trans Ao – дуга аорти.



**Рис. 2.** Сагітальні зрізи верхньої та нижньої порожнистих вен (1), дуги аорти (2) та дуги артеріальної протоки (3). Кут сканування між дугами аорти та артеріальної протоки протягом вагітності коливається в межах  $10^0 - 19^0$  [53], як це проілюстровано на схематичному зображенні чотирикамерної проекції (праворуч внизу). Ao – низхідна аорта, Ao Root – корінь аорти, DA – артеріальна протока, IVC – нижня порожниста вена, LA – ліве передсердя, LV – лівий шлуночок, RA – праве передсердя, RPA – права гілка легеневої артерії, RV – правий шлуночок, PA – легенева артерія, PV – клапан легеневої артерії, SVC – верхня порожниста вена.



**Рис. 3.** Високий зріз по короткій осі (1), низький зріз по короткій осі (2), зріз по довгій осі (3) серця плода. Ao – аорта, LV – лівий шлуночок, RA – праве передсердя, RV – правий шлуночок, PA – легенева артерія, Papillary muscle – папілярні м'язи.

### ***РЕЖИМ КОЛЬОРОВОГО ДОППЛЕРА (ОБОВ'ЯЗКОВО)***

Дослідження у режимі кольорового доплера необхідно використовувати для оцінки порушення кровотоку у наступних структурах [33–35]:

- Системні вени (включно з верхньою, нижньою порожнистими венами та венозною протокою)
- Легеневі вени (принаймі дві: одна права та одна ліва вени)
- Міжпередсердна перегородка та овальне вікно
- Атріо-вентрикулярні клапани
- Міжшлуночкова перегородка
- Півмісяцеві клапани
- Дуга артеріальної протоки
- Дуга аорти

### ***РЕЖИМ ІМПУЛЬСНО-ХВИЛЬОВОГО (ПУЛЬСОВОГО) ДОППЛЕРА (ОБОВ'ЯЗКОВО)***

Режим пульсового доплера застосовується для оцінки наступного:

- Правий та лівий атріо-вентрикулярні клапани
- Правий та лівий півмісяцеві клапани
- Легеневі вени (принаймі дві: одна права та одна ліва вени)
- Венозна протока
- Підозра на структурну аномалію або патологічний потік у режимі кольорового доплера

Імпульсно-хвильове доплерографічне ультразвукове дослідження також може бути клінічно значимим для оцінки артеріальної протоки, системних вен (наприклад, верхньої порожнистої вени, нижньої порожнистої вени та печінкових вен), дуги аорти в ділянці перешийка, гілок легеневої артерії, середньої мозкової артерії та артерій і вени пуповини.



## ***ОЦІНКА СЕРЦЕБИТТЯ ТА РИТМУ (ОБОВ'ЯЗКОВО)***

Реєстрація частоти серцевих скорочень та оцінка ритму повинні проводитись шляхом вимірювання довжини серцевого циклу у режимі пульсового доплера або в М-режимі. Нормальна частота серцебиття плоду і середньому – 120–180 ударів на хвилину. Якщо зафіксовані брадикардія, тахікардія або нерегулярний ритм, слід провести детальну оцінку скорочень передсердь та шлуночків.

## ***БІОМЕТРІЯ СЕРЦЯ (ОБОВ'ЯЗКОВО)***

Діапазони норми для розмірів серця плода були опубліковані у вигляді процентилів і Z-scores (балів), які базуються на терміні гестації або біометрії плода [36–41]. Вимірювання наступних структур потрібно проводити у В-режимі (2D):

- Клапани аорти та легеневої артерії на рівні кільця в систолу (абсолютні розміри і співвідношення між ліво-розташованим та праворозташованим клапанами)
- Тристулковий та мітральний клапани на рівні кільця в діастолу ) (абсолютні розміри і співвідношення між ліво-розташованим та праворозташованим клапанами)

Додаткові вимірювання структур серця можуть бути проведені при підозрі на структурну та функціональну патологію серця:

- Довжина лівого та правого шлуночків
- Вимірювання діаметрів дуги аорти та перешийка у проекції сагітального зрізу дуги або у проекції трьох судин та трахеї з порівнянням розмірів перешийка дуги аорти та артеріальної протоки
- Вимірювання стовбура легеневої артерії та артеріальної протоки
- Кінцево діастолічні діаметри шлуночків (відразу під стулками атріо-вентрикулярних клапанів) по короткій або по довгій осі.

- Вимірювання в діастолу товщини вільних стінок шлуночків та міжшлуночкової перегородки (відразу під стулками атріо-вентрикулярних клапанів)
- Кардіо-торакальний індекс
- Додаткові вимірювання, якщо це клінічно важливо, включають:
  - Розміри шлуночків в систолу (по короткій або по довгій осі)
  - Поперечні розміри передсердь
  - Діаметри гілок легеневої артерії

### ***ОЦІНКА ФУНКЦІЇ СЕРЦЯ (ЯКЩО ЦЕ КЛІНІЧНО ВАЖЛИВО)***

Необхідним є проведення якісної оцінки функції правого та лівого шлуночків. Наявність кардіомегалії, регургітації на атріо-вентрикулярних клапанах та водянки плода є ключовими ознаками порушення кровообігу. Вони можуть свідчити про порушення саме функції серця плода і слід зазначити, якщо вони є. У випадку підозри на порушення функції серця плода може бути проведена кількісна оцінка функції серця за допомогою вимірювань фракції скорочення [42,43], деформації шлуночків [44,45] та індексу продуктивності міокарда [46].

### ***ДОДАТКОВІ ШЛЯХИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ (ЯКЩО ЦЕ КЛІНІЧНО ВАЖЛИВО)***

Інші допоміжні способи візуалізації, такі як 3-D та 4-D режими можуть використовуватись для оцінки анатомічних дефектів та кількісної оцінки гемодинамічних показників (таких як серцевий викид) [47]. Для додаткової доплерометрії застосовуються режими тканинного та безперервно-хвильового доплера [48–50]. Незважаючи на опубліковані дані про додаткові способи оцінки серцевої діяльності плоду, такі як систолічна екскурсія кільця тристулкового клапана [51] та індекс сферичності [52], їх роль у клінічній практиці на сьогодні слід вважати, як досліджувану.

## **ФІКСАЦІЯ ЗОБРАЖЕНЬ СЕРЦЯ**

Окрім отриманих та записаних зображень у В-режимі, режимах кольорового та імпульсного доплера необхідним є рутинний запис деяких відеопетель:

- Аксиальне сканування (sweep) від шлунка до верхнього середостіння включно з чотирикамерною проекцією, проекцією вихідних трактів та проекцією трьох судин і трахеї
- Чотирикамерна проекція: у В-режимі та у режимі кольорового доплера
- Проекція вихідного тракту лівого шлуночка: у В-режимі та у режимі кольорового доплера
- Проекція вихідного тракту правого шлуночка: у В-режимі та у режимі кольорового доплера
- Проекція трьох судин та трахеї: у В-режимі та у режимі кольорового доплера
- Сагітальні проекції дуг аорти та артеріальної протоки: у В-режимі та у режимі кольорового доплера

Якщо є підозра на структурні чи функціональні аномалії серця, слід здійснювати запис додаткових відеопетель.

## **ДОКУМЕНТАЦІЯ**

Ведення точної та повної документації має важливе значення для якісної допомоги пацієнтам. Письмові заключення та ультразвукові зображення/відеопетлі, що містять діагностичну інформацію, повинні бути записані та заархівовані з зазначенням рекомендацій щодо подальших досліджень згідно Практичних настанов AIUM щодо ведення документації ультразвукових досліджень (Practice Parameter for Documentation of an Ultrasound). Дослідження можна вважати повним лише в тому випадку, коли воно складається із заключення, ехокардіографічних зображень та відеопетель.

## **ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ**

Ультразвукове дослідження серця плоду повинно проводитись за допомогою ультразвукової системи з можливістю роботи у М-режимі, у режимі імпульсно-хвильового та кольорового доплера. Для обстеження можна використовувати секторні, конвексні та вагінальні трансдюсери. Використання режимів 3-D, 4-D та безперервно-хвильового доплера необов'язкове, якщо це клінічно неважливо. Трансдюсер повинен бути налаштований на роботу з найвищою можливою частотою та з акустичною потужністю, що відповідає принципу ALARA.

Існує компроміс між глибиною проникнення променів та роздільною здатністю і відповідно якістю зображень. Сучасна апаратура, яка застосовується для трансабдомінальних обстежень плода, дозволяє використовувати частоту в межах від 1 до 9 МГц (залежно від конституційних особливостей вагітної). Проте, акустичні тіні та конституція матері можуть обмежувати здатність високочастотних датчиків надавати детальні зображення серця плоду. Вагінальне дослідження проводиться датчиками з частотою 5 МГц та вище.

## **ЯКІСТЬ ТА БЕЗПЕКА**

Політика проведення обстежень та заходи, що пов'язані з забезпеченням та вдосконаленням якості, безпеки, інфекційного контролю та моніторингом роботи обладнання, повинні проводитись відповідно стандартів та настанов AIUM (AIUM Standards and Guidelines for the Accreditation of Ultrasound Practices).

## ***ПРИНЦИП ALARA***

Потенційні переваги та ризики слід враховувати під час кожного обстеження. Принципу ALARA слід дотримуватися щодо акустичних засобів та часу дослідження. Більш детальну інформацію про принцип ALARA можна знайти в публікації AIUM (Medical Ultrasound Safety).

## ***БЕЗПЕКА ПЛОДА***

Діагностичні ультразвукові обстеження плода під час вагітності вважаються безпечними (Conclusions Regarding Epidemiology for Obstetric Ultrasound)). Діагностичне ультразвукове дослідження варто проводити лише за наявності вагомих медичних показань (Prudent Use in Pregnancy). Згідно принципу ALARA, для отримання необхідної діагностичної інформації слід використовувати мінімально можливий вплив ультразвуку.

Вихідний стандарт моніторингу повинен включати відображення на екрані термічного індексу (TI) та механічного індексу (MI) при скануванні у реальному часі. Час фокусування ультразвукового променя на одному місці має бути мінімальним.

Термічний індекс для м'яких тканин (TIs) слід застосовувати до 10-го тижня гестації, а TI для кісток (TIb) варто застосовувати у терміні 10 тижнів та пізніше, коли вже є осифікація кісток (Recommended Maximum Scanning Times for Displayed Thermal Index (TI) Values).

Для відповіді на деякі клінічні питання можуть використовуватися режими ультразвукового доплера. Застосування режиму пульсового доплера має вищий енергетичний вплив, тому його варто використовувати раціонально для оцінки аномалій.

Рекламування, продаж або оренда ультразвукового обладнання для виготовлення відеозаписів плода як «подарунку на згадку» розглядається Управлінням харчових продуктів та лікарських засобів США (US Food and Drug Administration (FDA)), як несанкціоноване використання медичного обладнання. Використання діагностичної ультразвукової системи для зберігання зображень плоду задля розваги без призначення лікаря може розглядатись, як порушення державних законів.

## ***ІНФЕКЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ***

Підготовка, очищення та дезінфекція трансдюсерів повинні здійснюватись згідно рекомендацій виробника та правил AIUM щодо очищення та підготовки ультразвукових трансдюсерів, їх безпечного застосування та

використання гелю для ультразвукового дослідження (AIUM Guidelines for Cleaning and Preparing External- and Internal-Use Ultrasound Transducers Between Patients, Safe Handling, and Use of Ultrasound Coupling Gel).

### ***МОНІТОРИНГ РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ***

Протоколи моніторингу роботи обладнання повинні бути розроблені та впроваджені відповідно до стандартів та інструкцій AIUM (AIUM Standards and Guidelines for the Accreditation of Ultrasound Practices).

### **ПОДЯКА**

Ці настанови були розроблені AIUM у співпраці з Американським коледжем акушер-гінекологів (American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG)), Американським коледжем радіології (American College of Radiology (ACR)), Американською асоціацією ехокардіографії (American Society of Echocardiography (ASE)), Асоціацією серця плода (Fetal Heart Society (FHS)), Міжнародною асоціацією ультразвуку в акушерстві та гінекології (International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (ISUOG)), Асоціацією материнсько-плодової медицини (Society for Maternal-Fetal Medicine (SMFM)) та Асоціацією радіологів в ультразвуці (Society of Radiologists in Ultrasound (SRU)). Ми вдячні багатьом волонтерам, які присвятили свій час, знання та енергію для створення цього документа. Особливо вдячні Kathi Keaton Minton, MA, RDMS, RDCS за її адміністративну допомогу в розробці цього документа та Victoria Webster, MA, RT(MR), CNMT, RDMS за оригінальні ілюстрації.

### ***КОМІТЕТ СПІВПРАЦІ***

**AIUM:** Wesley Lee, MD, chair; Tracy Anton, BS, RDMS, RDCS; Joshua A. Copel, MD; Gregory R. DeVore, MD

**ACOG:** Anjali Kaimal, MD, MAS; Isabelle A. Wilkins, MD

**ACR:** Carol B. Benson, MD; Mary C. Frates, MD

**ASE:** Mary T. Donofrio, MD; Anita J. Moon-Grady, MD

**FHS:** Mary T. Donofrio, MD; Anita J. Moon-Grady, MD

**ISUOG:** Laurent J. Salomon, MD, PhD

**SMFM:** Alfred Abuhamad, MD

**SRU:** Theodore J. Dubinski, MD; Paula J. Woodward, MD

***КОМІТЕТ КЛІНІЧНИХ СТАНДАРТІВ АІУМ:***

Bryann Bromley, MD, chair; James M. Shwayder, MD, JD, vice chair; Nirvi Dahiya, MD; Rob Goodman, MD, MBBChir, MBA; Rachel Liu, MD; Jean Lea Spitz, MPH, CAE, RDMS; John Pellerito, MD, immediate past chair.

***ЕКСПЕРТНО-КОНСУЛЬТАТИВНА ГРУПА АІУМ:***

Harris L. Cohen, MD; Lisa Hornberger, MD; Elena Sinkovskaya, MD; Julia Solomon, MD; Lami Yeo, MD

**ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Donofrio MT, Moon-Grady AJ, Hornberger LK, et al. Diagnosis and treatment of fetal cardiac disease: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2014; 129: 2183–2242.

2. Hoffman JJ, Kaplan S. The incidence of congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol* 2002; 39:1890–1900.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. Vigneswaran TV, Zidere V, Miller OI, Simpson JM, Sharland GK. Usefulness of the prenatal echocardiogram in fetuses with isolated transposition of the great arteries to predict the need for balloon atrial septostomy. *Am J Cardiol* 2017; 119:1463–1467.

7. International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology; Carvalho JS, Allan LD, Chaoui R, et al. ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic



screening examination of the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2013; 41:348–359.

8. Wax J, Minkoff H, Johnson A, et al. Consensus report on the detailed fetal anatomic ultrasound examination: indications, components, and qualifications. *J Ultrasound Med* 2014; 33:189–195.

9. Clur SA, Ottenkamp J, Bilardo CM. The nuchal translucency and the fetal heart: a literature review. *Prenat Diagn* 2009; 29:739–748.

10. Jelliffe-Pawlowski LL, Norton ME, Shaw GM, et al. Risk of critical congenital heart defects by nuchal translucency norms. *Am J Obstet Gynecol* 2015; 212:518.e1–518.e10.

11. Gustapane S, Leombroni M, Khalil A, et al. Systematic review and meta-analysis of persistent left superior vena cava on prenatal ultrasound: associated anomalies, diagnostic accuracy and postnatal outcome. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2016; 48:701–708.

12. Lide B, Lindsley W, Foster MJ, Hale R, Haeri S. Intrahepatic persistent right umbilical vein and associated outcomes: a systematic review of the literature. *J Ultrasound Med* 2016; 35:1–5.

13. Ludvigsson JF, Neovius M, Soderling J, et al. Periconception glycaemic control in women with type 1 diabetes and risk of major birth defects: population based cohort study in Sweden. *BMJ* 2018; 362:k2638.

14. Giorgione V, Parazzini F, Fesslova V, et al. Congenital heart defects in IVF/ICSI pregnancy: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2018; 51:33–42.

15. Shamshirsaz AA, Bateni ZH, Sangi-Haghpeykar H, et al. Cyanotic congenital heart disease following fertility treatments in the United States from 2011 to 2014. *Heart* 2018; 104:945–948.

16. Platt LD, Koch R, Hanley WB, et al. The international study of pregnancy outcome in women with maternal phenylketonuria: report of a 12-year study. *Am J Obstet Gynecol* 2000; 182:326–333.

17. Bateman BT, Heide-Jorgensen U, Einarsdottir K, et al. Beta-blocker use in pregnancy and the risk for congenital malformations: an international cohort study. *Ann Intern Med* 2018; 169:665–673.
18. Gilboa SM, Correa A, Botto LD, et al. Association between prepregnancy body mass index and congenital heart defects. *Am J Obstet Gynecol* 2010; 202:51.e1–51.e10.
19. Madsen NL, Schwartz SM, Lewin MB, Mueller BA. Prepregnancy body mass index and congenital heart defects among offspring: a population-based study. *Congenit Heart Dis* 2013; 8:131–141.
20. Breathnach FM, Fleming A, Malone FD. The second trimester genetic sonogram. *Am J Med Genet C Semin Med Genet* 2007; 145C:62–72.
21. Jelliffe-Pawlowski L, Baer R, Moon-Grady AJ, Currier RJ. Second trimester serum predictors of congenital heart defects in pregnancies without chromosomal or neural tube defects. *Prenat Diagn* 2011; 31:466–472.
22. Sun J, Chen X, Chen H, Ma Z, Zhou J. Maternal alcohol consumption before and during pregnancy and the risks of congenital heart defects in offspring: a systematic review and meta-analysis. *Congenit Heart Dis* 2015; 10:E216–E224.
23. Zhu Y, Romitti PA, Caspers Conway KM, et al. Maternal periconceptional alcohol consumption and congenital heart defects. *Birth Defects Res A Clin Mol Teratol* 2015; 103:617–629.
24. Dreier JW, Andersen AM, Berg-Beckhoff G. Systematic review and meta-analyses: fever in pregnancy and health impacts in the offspring. *Pediatrics* 2014; 133:e674–e688.
25. Rasiyah SV, Publicover M, Ewer AK, Khan KS, Kilby MD, Zamora J. A systematic review of the accuracy of first-trimester ultrasound examination for detecting major congenital heart disease. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 28:110–116.
26. Allan LD. A practical approach to fetal heart scanning. *Semin Perinatol* 2000; 24:324–330.

27. Anderson RH, Becker AE, Freedom RM, et al. Sequential segmental analysis of congenital heart disease. *Pediatr Cardiol* 1984; 5:281–287.
28. Yoo SJ, Lee YH, Cho KS, Kim DY. Sequential segmental approach to fetal congenital heart disease. *Cardiol Young* 1999; 9:430–444.
29. Comstock CH. Normal fetal heart axis and position. *Obstet Gynecol* 1987; 70:255–259.
30. 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 ventriculo-arterial connections. *Cardiol Young* 2007; 17:528–534.
31. Viñals 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.
32. 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.
33. 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.
34. 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.
35. 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. *Am J Obstet Gynecol* 1987; 156:1054–1064.
36. DeVore GR, Klas B, Satou G, Sklansky M. Evaluation of the right and left ventricles: an integrated approach measuring the area, length, and width of the chambers in normal fetuses. *Prenat Diagn* 2017; 37:1203–1212.
37. 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.

38. Pasquini L, Mellander M, Seale A, et al. Z-scores of the fetal aortic isthmus and duct: an aid to assessing arch hypoplasia. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007; 29:628–633.
39. 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.
40. Sharland GK, Allan LD. Normal fetal cardiac measurements derived by cross-sectional echocardiography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1992; 2:175–181.
41. Tan J, Silverman NH, Hoffman JI, 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.
42. DeVore GR, Klas B, Satou G, Sklansky M. Quantitative evaluation of the fetal right and left ventricular fractional area change using speckle-tracking technology. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2019; 53: 219–228.
43. DeVore GR, Siassi B, Platt LD. Fetal echocardiography, IV. Mmode 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.
44. Di Salvo 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.
45. Maskatia SA, Pignatelli RH, Ayres NA, Altman CA, SangiHaghpeykar H, Lee W. Fetal and neonatal diastolic myocardial strain rate: normal reference ranges and reproducibility in a prospective, longitudinal cohort of pregnancies. *J Am Soc Echocardiogr* 2016; 29:663–669.
46. Hernandez-Andrade E, López-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.

47. Molina FS, Faro C, Sotiriadis A, Dagklis T, Nicolaides KH. Heart stroke volume and cardiac output by four-dimensional ultrasound in normal fetuses. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 32:181–187.
48. 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.
49. 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.
50. Paladini D, Lamberti A, Teodoro A, Arienzo M, Tartaglione A, Martinelli P. Tissue Doppler imaging of the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; 16:530–535.
51. DeVore GR, Klas B, Satou G, Sklansky M. Speckle tracking of the basal lateral and septal wall annular plane systolic excursion of the right and left ventricles of the fetal heart. *J Ultrasound Med* 2019; 38:1309–1318.
52. DeVore GR, Klas B, Satou G, Sklansky M. 24-segment sphericity index: a new technique to evaluate fetal cardiac diastolic shape. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2018; 51:650–658.
53. Espinoza J, Gotsch F, Kusanovic JP, et al. Changes in fetal cardiac geometry with gestation: implications for 3- and 4-dimensional fetal echocardiography. *J Ultrasound Med* 2007; 26:437–443.