

Screeningové ultrazvukové vyšetření srdce plodu: Doporučení k provádění „základního“ a „rozšířeného základního“ vyšetření.

ÚVOD

Vrozené srdeční vady (VSV) jsou nejčastější příčinou novorozenecké mortality s odhadovanou incidencí 4-13 na 1000 živě rozených dětí. Z hlášení Světové zdravotnické organizace vyplývá, že v rozmezí let 1950 – 1994 bylo 42% kojeneckých úmrtí způsobeno srdeční vadou⁴. Strukturální srdeční anomálie patří mezi nejčastěji přehlédnutelné abnormality při prenatalní ultrasonografii^{5,6}. Je důležité si uvědomit, že prenatalní záchyt VSV může zlepšit osud plodů se srdeční vadou určitého typu⁷⁻¹¹.

Prenatální záchyt srdečních vad značně kolísá v závislosti na typu VSV¹². Toto kolísání může být způsobeno zkušeností vyšetřujícího, obezitou těhotné, frekvencí použité ultrazvukové (UZ) sondy, jizvami na břiše, gestačním stářím při vyšetření, množstvím plodové vody a polohou plodu^{13,14}. Neustálé další vzdělávání zdravotníků, založené na principu zpětné informace, vysoká záchytnost VSV odesílajícími lékaři a přímá vazba a dostupnost vyšetření specialistou na fetální kardiologii jsou jedny z důležitých faktorů, které mohou zlepšit efektivitu screeningu^{3,15}. Například po zavedení dvouletého výcvikového programu v jednom zdravotnickém zařízení v severní Anglii se záchytnost závažných srdečních vad zdvojnásobila¹⁶.

„Základní“ a „rozšířené základní“ ultrazvukové vyšetření srdce jsou navržena tak, aby maximalizovala záchytnost VSV při UZ vyšetření v II. trimestru. Tato doporučení mohou být použita pro screeningové vyšetřování těhotných s nízkým rizikem VSV u plodu, tedy jako součást běžné prenatalní péče¹⁸⁻²⁰. Takovéto screeningové vyšetření pomůže najít plody s rizikem genetických syndromů, poskytne užitečné podklady pro poradu s těhotnou, pro porodnický management a je základem pro multidisciplinární přístup. Samotné podezření na srdeční vadu vyžaduje podrobné vyšetření pomocí „fetální echokardiografie.“

VŠEOBECNÁ DOPORUČENÍ

Gestační stáří

Echokardiografické vyšetření srdce plodu je optimální provádět mezi 18. a 22. týdnem gravidity.

Některé srdeční anomálie mohou být odhaleny již koncem prvního a začátkem druhého trimestru a to zvláště za pomoci zvýšené nuchální translucence²¹⁻²⁶. Diskrétnější srdeční vady nemusí být tak časně ještě detekovatelné nebo přítomné a proto

systém zdravotního pojištění v některých zemích bohužel nenabízí úhradu těchto časnějších vyšetření. Oproti tomu následný screening v 20.- 22. týdnu těhotenství ke stanovení definitivní diagnózy obvykle již další vyšetření nevyžaduje. Přesto mnoho pacientek dává přednost vyloučení těžkých srdečních anomálií již v časnější fázi těhotenství²⁷. Po 22. týdnu těhotenství se na srdci plodu dá zobrazit již mnoho anatomických detailů, zvláště tehdy, když plod není přivrácen zády k sondě.

I přes zřejmý přínos zobrazení čtyřdutinové formace srdeční se musíme vyvarovat potenciálních nástrah včasné detekce VSV²⁸⁻³⁰. Záchytnost VSV může být zlepšena, bude-li se vyšetření srdce plodu provádět důkladně, s pochopením toho, že čtyřdutinová projekce je více než jen jednoduché spočítání srdečních oddílů, s pochopením, že některé vady jsou detekovatelné až v pozdějším stádiu těhotenství a s vědomím, že určité anomálie (např. transpozice velkých cév nebo koarktace aorty) nemohou být zřejmě jen z této vyšetřovací roviny.

Technická hlediska

Ultrazvukové sondy

Vysokofrekvenční sondy zlepšují záchyt diskrétních defektů na úkor snížení hloubky průniku ultrazvukového vlnění. Vždy bychom měli používat co nejvyšší pracovní frekvenci používané sondy a uvědomovat si vztah mezi penetrací a rozlišením. Harmonické zobrazení zlepšuje obraz, zvláště u těhotných se silnější stěnou břišní a během třetího trimestru těhotenství³¹.

Zobrazovací parametry

Stupnice šedi (B-mode) je stále základem kvalitního vyšetření fetálního srdce. Ultrazvukový systém nastavujeme tak, aby zajišťoval vysoký frame-rate a zvýšený rozlišovací kontrast. Pro kardiologické vyšetření se též používá nízká obrazová perzistence, jen jedno fokusační ohnisko a relativně úzké obrazové pole.

Zoom a cine-loop

Obraz by měl být zvětšen tak, aby srdce vyplňovalo alespoň třetinu - až polovinu ultrazvukového obrazu. Pokud je ultrazvukový přístroj vybaven cine-smyčkou, tak jí

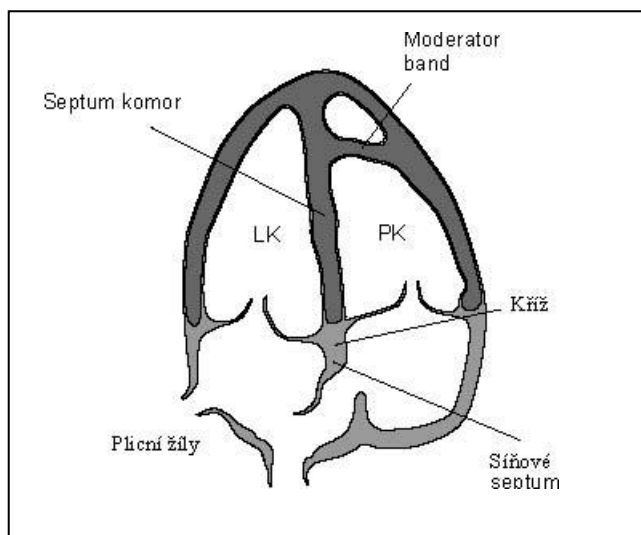
můžeme používat k vyloučení defektů mezikomorového septa a k vyšetření funkce chlopní v průběhu srdečního cyklu.

ZÁKLADNÍ VYŠETŘENÍ SRDCE

Základní screeningové vyšetření srdce je založeno na zobrazení čtyřdutinové formace srdeční^{32,33}. Tento čtyřdutinový pohled nesmí být redukován jen na pouhé spočítání srdečních oddílů, protože zahrnuje i pečlivé vyšetření specifických znaků a kritérií (Obrázek 1). Hlavní prvky základního vyšetření srdce shrnuje Tabulka 1. Normální plocha srdce není obvykle větší, než jedna třetina plochy hrudníku. Při některých pohledech se může kolem fetálního srdce zobrazovat malý hypoechogenní lem, který by neměl být zaměňován za perikardiální výpotek. Takovýto izolovaný nálezn obvykle představuje jen variantu normy^{34,35}. Další součástí základního vyšetření srdce je i potvrzení normální srdeční frekvence a pravidelného srdečního rytmu. Normální srdeční frekvence se pohybuje od 120 do 160 úderů za minutu.

Mírnou přechodnou bradykardií pozorujeme u plodů v druhém trimestru. Trvalá bradykardie, zvláště srdeční frekvence pod 110/minutu, vyžaduje další vyšetření v čase k vyloučení bloku srdečního rytmu. Opakované decelerace srdeční frekvence během třetího trimestru mohou být způsobeny distressem plodu. Ojedinelé vynechání srdečního stahu není spojeno se zvýšeným rizikem strukturální srdeční vady. Vynechání srdečního stahu však může způsobit významnou poruchu srdeční frekvence nebo souviset s poruchou srdečního rytmu a je tak indikací k fetální echokardiografii³⁶. Mírnou tachykardií (>160 úderů za minutu) během pohybů plodu hodnotíme jako fyziologický nálezn. Naproti tomu perzistující tachykardie musí být vyšetřena a to pro riziko fetálního distressu nebo toho, že se jedná o závažnější tachydysrytmii.

Srdce je normálně odchýleno o $45^\circ \pm 20^\circ$ (2 standardní odchylky (SD)) na levou stranu plodu (Obrázek 2)³⁷. Pečlivá pozornost musí být věnována směru srdeční osy a kardiálnímu



Obrázek 1 Pohled na čtyřdutinovou formaci srdce plodu

Klíčovou součástí normálního pohledu na čtyřdutinovou formaci srdeční je intaktní interventrikulární septum a síňové septum primum. Není disproporce mezi levou (LK) a pravou (PK) komorou srdeční. Rozdělující snopec (moderator band) pomáhá identifikovat morfoloicky pravou srdeční komoru. Všimněte si, jak při „offsetingu“ septální ario-ventrikulární chlopně nasedají na základní kříž čtyřdutinové formace srdeční. Použito s dovolením: Lee W. American Institute of Ultrasound in Medicine. Performance of the basic fetal cardiac ultrasound examination. *J Ultrasound Med* 1998; 17: 601–607.

Tabulka 1 Základní screeningové vyšetření srdce

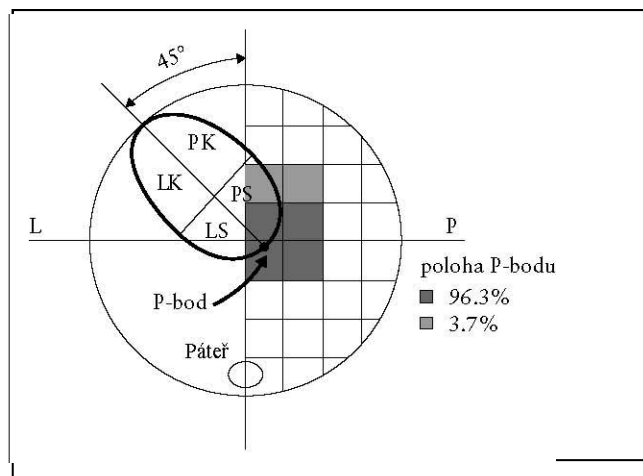
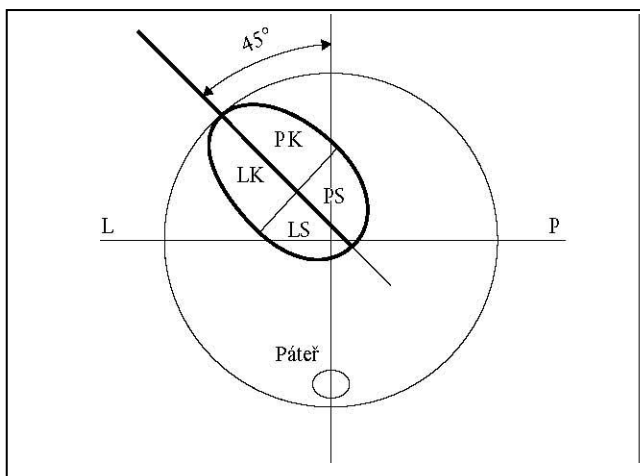
Upraveno s dovolením: Lee W. American Institute of Ultrasound in Medicine. Performance of the basic fetal cardiac ultrasound examination. *J Ultrasound Med* 1998; 17: 601–607.

Celkově	Normální srdeční situs, osa a poloha Srdce zaujímá třetinu plochy příčného řezu hrudníkem Většina srdce je v levé polovině hrudníku Je přítomna čtyřdutinová srdeční formace Není přítomný hydroperikard ani hypertrofie
Síňě	Předsíňě jsou přibližně stejně velké Flap foramen ovale je v levé síni Je přítomno síňové septum primum
Komory	Komory jsou přibližně stejně velké Není přítomna hypertrofie myokardu komor Rozdělující snopec (moderator band) je přítomen v hrotu pravé komory Intaktní mezikomorové septum (od hrotu ke kříži srdečního skeletu)
Atrio-ventrikulární chlopně	Obě A-V chlopně se otevírají a volně pohybují Tricuspidální chlopně inseruje na mezikomorovém septu blíže srdečnímu hrotu, než chlopně mitrální

situ, protože mohou být snadno vyšetřeny, dokonce i tehdy, když není uspokojivě zobrazena čtyřdutinová srdeční formace³⁸. Na abnormální situs máme podezření, když srdce plodu a/nebo žaludek, nejsou správně zobrazeny na levé straně. Abnormální směr srdeční osy zvyšuje riziko přítomnosti srdeční malformace, zvláště té, která postihuje výtokový trakt. Tento nálezn může být spojen s chromozomální abnormalitou. Některá srdce jsou abnormálně posunuta z jejich obvyklé polohy v levé přední části středu hrudníku. Abnormální srdeční poloha může být způsobena diafragmatickou hernií nebo utlačující expanzní lézí, jako je například cystická adenomatoidní malformace. Abnormality polohy srdce mohou být též sekundární k hypoplázii nebo agenezi plic.

Obě atria jsou normálně stejně velká a flap foramen ovale se





Obrázek 2 Poloha a osa fetálního srdce

Srdeční osa může být měřena v pohledu na čtyřdutinnou formaci srdeční. Přímka proložená mezikomorovou osou a prodloužená k zadní hranici srdce vytvoří bod P, jehož poloha definuje polohu fetálního srdce. LS, levá síň; LK, levá komora; PS, pravá síň; PK, pravá komora; Páteř; P-bod, poloha P-bodu. Upraveno s dovolením od: Comstock CH. Normal fetal heart axis and position. *Obstet Gynecol* 1987; **70**: 255–259.

otevřít do levé předsně. Často vidíme plicní cévy, jak vstupují do levé síně. Jejich průkaz není považován za povinnou součást základního srdečního screeningu. Musíme však zobrazit dolní okraj síňového septa, nazývaný „septum primum“. Rozdělující snopec (moderator band) pomáhá identifikovat morfologicky pravou komoru. Obě komory musí vypadat stejně velké a nesmí mít ztlustělé stěny. V rámci přirozené variability se fyziologicky může vyskytovat mírný nepoměr mezi velikostí srdečních komor. Naopak příčinou závažného nepoměru je syndrom hypoplastického levého srdce a koarktace aorty^{39,40}.

Abychom vyloučili defekt mezikomorové přepážky, vyšetřujeme pečlivě mezikomorové septum od hrotu až ke kříži srdečního skeletu. Defekt stěny srdeční přepážky může být nesnadné zjistit, jestliže je úhel insonace ultrazvukové sondy právě souběžný se stěnou komory. Za těchto podmínek může být vysloveno falešné podezření na defekt komorového septa, což jest způsobeno akustickým výpadkovým artefaktem. Malé defekty komorového septa (1-2mm) se velmi těžko potvrzují a to tehdy, jestliže daný ultrazvukový systém není schopen poskytnout dostatečné laterální rozlišení, zvláště když je nepříznivá poloha a malá velikost plodu.

Obě atrio-ventrikulární chlopně (vpravo trikuspidální a vlevo mitrální) musí být zobrazeny samostatně a musí být zřejmé, že se odděleně a volně otevírají. Septální cíp trikuspidální chlopně inzeruje v porovnání s mitrální chlopní na mezikomorové septum blíže k srdečnímu hrotu (t.j. normální „offsetting“). Abnormální uspořádání atrio-ventrikulárních chlopní vidíme u defektu atrio-ventrikulárního septa.

ROZŠÍŘENÉ ZÁKLADNÍ VYŠETŘENÍ SRDCE

Je-li to technicky možné, nedílnou součástí „rozšířeného základního screeningového vyšetření“ fetálního srdce by mělo být i zobrazení výtokových traktů srdečních komor. Vyšetření výtokového traktu zvyšuje záchytnost závažných

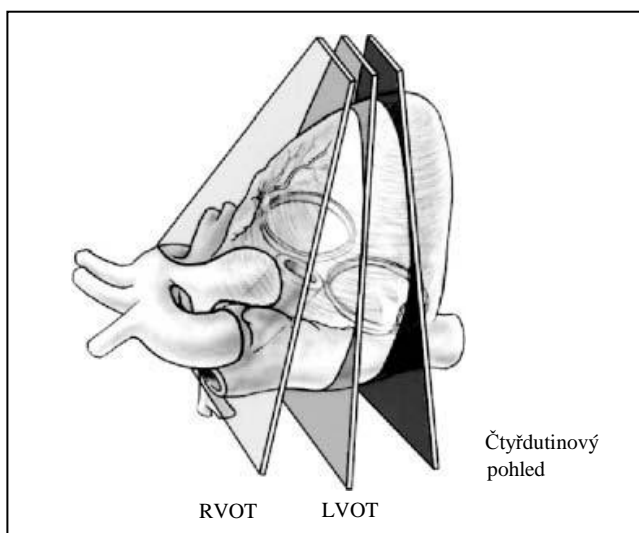
srdečních malformací proti záchytnosti, kterou umožňuje jen samotné vyšetření čtyřdutinné formace. Další pohledy, spolu se „základním vyšetřením srdce“, pomohou najít kono-trunkální anomálie, jako je: Fallotova tetralogie, transpozice velkých arterií, dvojitá pravá komora a truncus arteriosus. Minimálním požadavkem na „rozšířené základní screeningové vyšetření“ srdce je to, aby normální velké cévy byly přibližně stejné velikosti, aby se ve svém průběhu navzájem křížily v pravém úhlu a aby vycházely z jím odpovídajících srdečních komor. Pokud, při dobré zobrazitelnosti srdce, nemůžeme tyto nálezy prokázat, je to důvodem k provedení podrobného vyšetření srdce - k fetální echokardiografii.

Ultrazvuková technika

Výtokové trakty srdečních komor obvykle zobrazíme vychýlením ultrazvukové sondy směrem k hlavě plodu z pohledu původně na čtyřdutinnou formaci srdeční, kdy je mezikomorové septum tengenciální k vlně šíření ultrazvukového signálu (Obrázek 3). Další možnost, jak vyšetřit výtokový trakt, je popsána pro takovou polohu plodu, kdy je interventrikulární septum kolmé k ultrazvukovému svazku⁴³. Tento přístup vychází ze čtyřdutinné projekce srdeční, kdy sondou rotujeme tak dlouho, až dojde k zobrazení výtokového traktu levé komory. Jakmile je dosažen tento pohled, sondu vykláníme kraniálně, dokud se nezobrazí i výtokový trakt pravé komory a truncus pulmonalis, který je kolmý na aortu. Yoo *et al.* též popsal „pohled na 3 cévy“ („three-vessel view“), zahrnující pohled na plicnici, ascendentní aortu a horní dutou žílu, jako i jejich relativní velikosti a vzájemné vztahy (Obrázek 4)^{44,45}. Někteří tento pohled využívají také k vyšetření vztahu aorty a trachey plodu^{46,47}.

Výtokový trakt levé komory

Při pohledu na výtokový trakt levé komory (LVOT) potvrzujeme přítomnost velké cévy vycházející z levé komory (Obrázek 5).



Obrázek 3 Technika ultrazukového vyšetření fetálního srdce

Čtyřdutinový pohled je získán přes hrudník plodu z vyšetřovací roviny vedené hrotem srdečním. Odpovídající pohledy na výtokový trakt levé (LVOT) a pravé (RVOT) komory jsou nalezeny vychýlením sondy směrem k hlavě plodu. Použito s dovolením od: Lee W. American Institute of Ultrasound in Medicine. Performance of the basic fetal cardiac ultrasound examination. *J Ultrasound Med* 1998; **17**: 601–607.



Obrázek 4 „Pohled tří cév“ na srdce plodu

Tento pohled ukazuje vztah plicnice (PA), aorty (Ao) a horní duté žíly (SVC) v horním mediastinu. Všimněte si uložení, jako i relativní velikosti těchto tří cév. Plicnice má nejširší průměr a je ze všech tří cév nejvíce vpředu, zatímco horní dutá žíla je nejmenší a nejvíce vzadu (ant, anterior; Lt, vlevo; post, posterior; Rt, vpravo). Obrázek se svolením Dr. J. S. Carvalho.

Musí být prokazatelná kontinuita mezi přední stěnou aorty a komorovým septem. Cípy aortální chlopně nesmí být ztlustělé a musí se volně pohybovat. Jestliže na výtokový trakt levé komory (LVOT) skutečně nasedá aorta, pak můžeme zobrazit její oblouk a tři hlavové tepny, které z něj odstupují směrem do krku plodu. Průkaz arteriálních odstupů z aortálního oblouku se ale nepovažuje za rutinní součást „rozšířeného základního vyšetření srdce“. Pohled na výtokový trakt levé komory (LVOT) pomůže identifikovat defekty mezikomorového septa a kono-trunkální abnormality, které nejsou vidět, pokud provedeme jen základní vyšetření srdce.

Výtokový trakt pravé komory

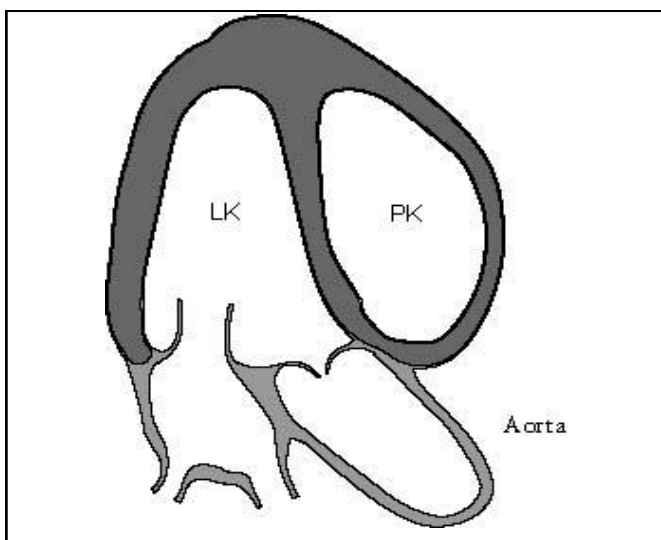
Při pohledu na výtokový trakt pravé komory (RVOT) prokazujeme odstup velké cévy z morfologicky pravé komory, charakterizované přítomností rozdělujícího snopce (Obrázek 6). Plicnice normálně vychází z pravé komory a probíhá doleva směrem k nejvíce dorsálně uložené části vzestupné aorty. Plicnice je, během fetálního období života plodu, obvykle mírně širší, než kořen aorty a kříží vzestupnou aortu právě nad jejím začátkem přibližně v úhlu 70 stupňů.

Cípy pulmonální chlopně nesmí být ztlustělé a musí se volně pohybovat. Na výtokový trakt pravé komory (RVOT) nasedá plicnice, což poznáme tak, že se její distální část větví. Toto větvení ale nemusí být pro polohu plodu vždy viditelné. Směrem doleva se distální část plicnice normálně větví jako ductus arteriosus, který pokračuje do sestupné aorty. Vpravo se pak větví na pravou plicnici.

Velká ultrazuková studie, zahrnující 18 000 plodů, studovala běžnou praxi zahrnutím „základního vyšetření srdce“ do 30 minut trvání běžného screeningového vyšetření plodu⁴⁸. Pokud to bylo technicky možné, bylo provedeno i „rozšířené základní vyšetření“ výtokového traktu. V případech, kdy byla adekvátně zobrazena čtyřdutinová formace srdeční, se většinou (v 93%) podařilo zobrazit i výtokové trakty obou komor. Výtokový trakt levé komory se nepodařilo zobrazit v 4.2% a výtokový trakt pravé komory se nepodařilo zobrazit v 1.6% případů.

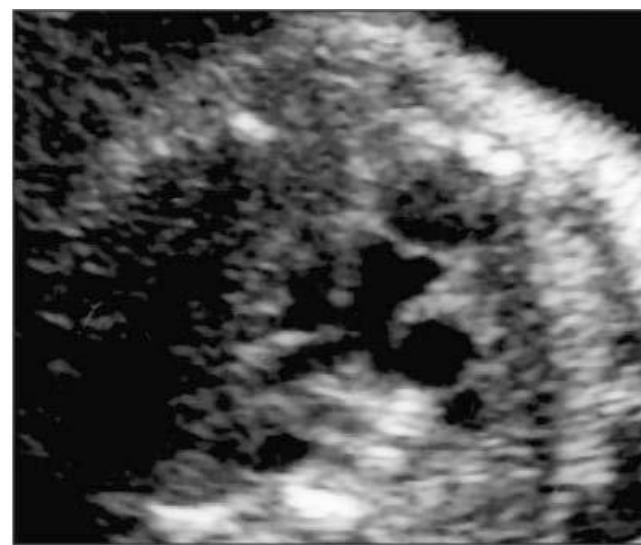
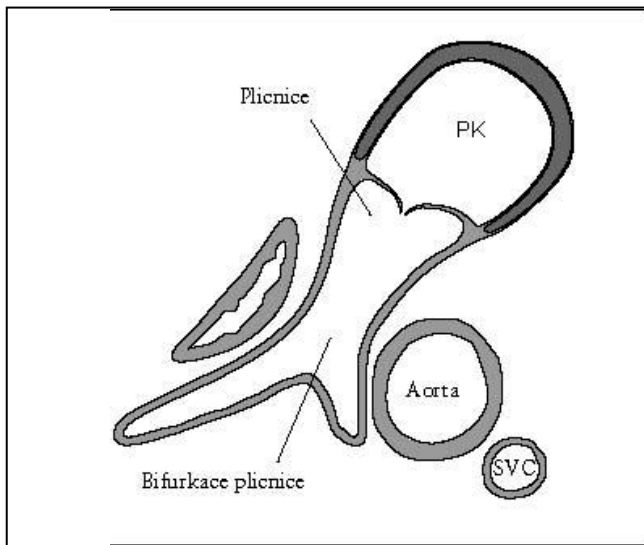
FETÁLNÍ ECHOKARDIOGRAFIE

Echokardiografické vyšetření plodu je indikováno v případě, kdy zjištěné rizikové faktory zvýší pravděpodobnost vrozené srdeční vady nad riziko očekávané u nerizikové populace. Bohužel, větší část prenatálně detekovaných vrozených vývojových vad srdce se zjistí u těhotných bez rizikových faktorů či extrakardiálních anomálií⁴⁹.



Obrázek 5 Výtokový trakt levé komory (LVOT)

Tento pohled ukazuje velkou arterii, která vychází z levé komory. Cípy aortální chlopně nesmí být ztluštělé a musí být volně pohyblivé. LK, levá komora; PK, pravá komora. Použito s dovolením od: Lee W. American Institute of Ultrasound in Medicine. Performance of the basic fetal cardiac ultrasound examination. *J Ultrasound Med* 1998; **17**: 601–607.



Obrázek 6 Výtokový trakt pravé komory (RVOT)

Tento pohled ukazuje výstup velké cévy z morfologicky pravé komory (PK). Bifurkace plicnice není v tomto řezu vždy jasně zobrazitelná. Uvědomme si, že výtokový trakt pravé komory (RVOT) vychází z komory v úhlu přibližně 70° k výtokovému traktu aorty. Nejvíce vzadu je někdy vidět pravá horní dutá žíla (SVC). Upraveno s dovolením od: Lee W. American Institute of Ultrasound in Medicine. Performance of the basic fetal cardiac ultrasound examination. *J Ultrasound Med* 1998; **17**: 601–607.

Konkrétní detaily tohoto specializovaného vyšetření nejsou obsahem tohoto článku. Obvodní gynekologové a střední zdravotnický personál však musí vědět důvody toho, proč jsou pacientky odesílány na toto podrobné vyšetření (Tabulka 2)⁵⁰. Například: zvýšená nuchální translucence, větší než 3.5 mm v 11.-14. týdnu těhotenství, je důvodem k detailnímu kardiologickému vyšetření a to dokonce tehdy, když se v pozdější fázi těhotenství vrátí k normě.

Echokardiografické vyšetření plodu musí být provedeno specialistou, který umí provádět prenatální diagnostiku vrozených srdečních vad. Pouze pro informaci, kterou poskytujeme nad rámec zde uvedeného „základního

screeningového vyšetření srdce plodu“, takové vyšetření zahrnuje detailní analýzu srdeční funkce a struktury, která dále upřesňuje viscero-atriální situs, napojení systémových a plicních žil, mechanismus foramen ovale, ario-ventrikulární spojení, ventrikulo-arteriální spojení, vztah velkých cév a zahrnuje sagitální pohledy na aortu a duktální oblouk.

K vyšetření srdce fetální echokardiografie používá i další nadstavbové ultrazvukové techniky. Například Dopplerovskou ultrasonografií můžeme změřit rychlosti toků krve či určit abnormální průtokové charakteristiky toku krve přes chlopně a uvnitř srdečních oddílů.

Tabulka 2 Nejčastější indikace k echokardiografickému vyšetření plodu

Maternální indikace	
Rodinná anamnéza:	- Příbuzní prvého stupně s VSV vzhledem k probandce
Preexistující metabolická choroba:	- Diabetes - Fenylketonurie
Mateřské infekce:	- Parvovirus B19 - Zarděnky - Cocksackiosa
Expozice kardiálními teratogenům:	- Retinoidy - Phenytoin - Carbamazepin - Uhlíčitán lithný (Li ₂ CO ₃) - Kyselina valproová
Mateřské protilátky:	- anti-Ro (SSA) - anti-LA (SSB)
Indikace ze strany plodu	
Podezření na srdeční anomálii	
Abnormální karyotyp	
Závažná extrakardiální anomálie	
Abnormální nuchální translucence	> 3.5 mm před 14.t. těhotenství
Abnormální srdeční frekvence nebo rytmus:	- Přetrvávající bradykardie - Přetrvávající tachykardie - Přetrvávající nepravidelnost srdečního rytmu

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, Han-ley 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: 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. First-trimester 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, Thilaganathan B, Shinebourne EA. Clinical impact of first and early second trimester fetal echocardiography on high risk pregnancies. *Heart* 2004; **90**: 921–926.
26. Hugon 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. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1995; **5**: 372–380.

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 four-chamber 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 H-K, 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, Nicolaidis 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, Sniijders RS, Nicolaidis 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, Nicolaidis 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

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

Czech translation by Dr. Hodik and Dr. Haslik (reviewed by Prof. P. Calda)