

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Zdravotně sociální fakulta**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2011**

**Martin Vlček**



**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZDRAVOTNĚ SOCIÁLNÍ FAKULTA**

**PRENATÁLNÍ DIAGNOSTIKA ZOBRAZOVACÍMI METODAMI**

**Bakalářská práce**

**Vedoucí práce:**  
**prof. MUDr. Stanislav Tůma, CSc.**

**Autor**  
**Martin Vlček**

**2011**

„Lidstvo jde stále vpřed, ale člověk zůstává pořád stejný.“  
(Johann Wolfgang Goethe)

## **Abstract**

### **Prenatal diagnosis by imaging methods**

The bachelor degree thesis focuses on imaging methods in prenatal diagnostics. The theoretical part informs the readers about the current situation in this field, including invasive and noninvasive examination methods. The theoretical part is concluded with a chapter on prenatal detection of heart disease by means of screening examination of pregnant women.

The objective of the thesis was to highlight the activities of a radiological assistant, to describe his/her activities during the use of various modalities and possibilities in diagnostics of congenital heart diseases, both prenatally and perinatally. One hypothesis was formulated, concerning the activity of a radiological assistant in diagnostics of congenital heart diseases during the prenatal period. The quantitative research was designed based on the number of examined fetuses and newborns in the teaching hospital (Fakultní nemocnice) in Motol and in the Center of Medical Genetics (Centrum lékařské genetiky s.r.o.) in České Budějovice in the course of 1 year. In 59 fetuses examined with magnetic resonance the following 3 congenital heart diseases were detected most frequently: 7 cases of agenesis of corpus callosum, 6 cases of ventriculomegalia and 7 cases of congenital cystic adenomatoid lung malformation. None of the examined mothers was diagnosed with placenta defects or pathological changes on the fetus heart. The formulated hypothesis has been confirmed. At present, congenital heart diseases are not routinely prenatally examined by means of magnetic resonance due to the too robust technology and insufficient quality of the imaging. The prominent role is still being played by ultrasonic examinations performed by gynecologists and obstetricians.

The thesis and the research results may be used by cardiologists, gynecologists, obstetricians, as well as radiologists.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma Prenatální diagnostika zobrazovacími metodami jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátu.

V Českých Budějovicích.....

.....  
Martin Vlček

## **Poděkování**

Rád bych chtěl touto cestou poděkovat především prof. MUDr. Stanislavu Tůmovi, CSc., za odborné vedení práce, za jeho důležité rady, názory, připomínky a čas, který mi po celou dobu věnoval. Dále děkuji MUDr. Viktoru Tomkovi, MUDr. Martinu Kynčlovi a MUDr. Zuzaně Bejlkové z Fakultní nemocnice v Motole za pomoc při získávání údajů a informací pro bakalářskou práci.

## Obsah

Úvod.....	8
<b>1. Současný stav dané problematiky.....</b>	<b>9</b>
1.1 Prenatální diagnostika.....	9
<b>1.2 Invazivní metody prenatální diagnostiky.....</b>	<b>11</b>
1.2.1 Vizualizační fetoskopie.....	11
1.2.2 Amniocentéza.....	12
1.2.3 Biopsie choria (CVS - Chorionic Villus Sampling).....	12
1.2.4 Placentocentéza.....	13
1.2.5 Punkce pupečníku.....	13
<b>1.3 Neinvazivní metody prenatální diagnostiky.....</b>	<b>14</b>
1.3.1 Rentgenové vyšetření.....	14
1.3.2 Ultrazvukové vyšetření.....	14
1.3.3 Význam ultrazvukového 3D-vyšetření pro diagnostiku vrozených vad plodu.....	23
1.3.4 Prenatální dopplerometrie.....	25
1.3.5 Vyšetření plodu pomocí magnetické rezonance.....	27
<b>1.4. Screeningové ultrazvukové vyšetření srdce plodu.....</b>	<b>31</b>
1.4.1 Fetální echokardiografie.....	31
1.4.2 Všeobecná doporučení.....	33
1.4.3 Technická hlediska.....	34
1.4.4 Základní vyšetření srdce.....	34
1.4.5 Rozšířené základní vyšetření srdce.....	36
1.4.6 Výtokový trakt pravé komory.....	37
1.4.7 Výtokový trakt levé komory.....	37
1.4.8 Vyšetření velkých tepen: Modifikovaná čtyřdutinová projekce, dlouhá a krátká osa, projekce tří cév.....	38
<b>1.5. Virtuální pitva potraceného plodu.....</b>	<b>40</b>



<b>2. Cíl práce a hypotéza.....</b>	<b>41</b>
2.1 Cíl práce.....	41
2.2 Hypotéza.....	41
<b>3. Zkoumaný soubor a metodika.....</b>	<b>42</b>
<b>4. Výsledky.....</b>	<b>43</b>
4.1 Klinika zobrazovacích metod 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole.....	45
4.2 Dětské kardiocentrum Fakultní nemocnice v Motole.....	46
4.3 Centrum lékařské genetiky s.r.o., České Budějovice.....	50
<b>5. Diskuse.....</b>	<b>54</b>
<b>6. Závěr.....</b>	<b>56</b>
<b>7. Seznam použité literatury.....</b>	<b>58</b>
<b>8. Klíčová slova.....</b>	<b>61</b>
<b>9. Přílohy.....</b>	<b>62</b>

## Úvod

Narození zdravého dítěte je snem snad každého rodiče. V 21. století, vlivem devastace životního prostředí, vývojem techniky a průmyslu, si s sebou neseme určitou daň v podobě teratogenů, které mohou často ovlivňovat vývoj plodu. Jedinci narození s těžkými vrozenými vadami představují závažný zdravotnický, etický, ale i ekonomický problém. Vrozené vývojové vady patří k příčinám perinatální, novorozenecké a kojenecké úmrtnosti. V České republice se ročně rodí zhruba 550 dětí s vrozenou srdeční vadou, jak uvedl primář Dětského kardiocentra FN v Motole Jan Škovránek.<sup>(22)</sup> I závažné případy mohou mít naději na přežití, je však zapotřebí této problematice předcházet screeningem rizikových matek.

Prenatální diagnostika zahrnuje soubor vyšetření během těhotenství, která pomáhají odhalit přítomnost vrozených vývojových vad plodu. Hlavními úkoly prenatální péče jsou: dát co nejvyšší pravděpodobnost porodu zdravého dítěte, detekovat zejména takové vady, které nejsou slučitelné se životem, a v případě jejich odhalení, co nejdříve navrhnout možnosti řešení problému. Cílem prenatální diagnostiky je podat těhotné ženě co možná nejpřesnější informace o předpokládaném stavu jejího plodu. V případě potvrzení nálezu vrozené vady o osudu těhotenství rozhoduje sama těhotná žena v souladu s platnými zákony v ČR.

Radiologičtí asistenti v prenatální diagnostice hrají důležitou roli především při vyšetření plodů magnetickou rezonancí. Ultrazvuková diagnostika je dnes v rukou gynekologů a porodníků. Má to mnoho důvodů - radiologové v České republice začali ultrazvuk používat asi 20 let po gynekologických a také proto, že úzce souvisí s oborem.

Problematiku prenatální diagnostiky vrozených srdečních vad jsem si vybral i z osobního hlediska, neboť i já jsem se narodil se dvěma vrozenými srdečními vadami. První – defekt komorového septa, zaznamenal zprvu jako drobný šelest dětský lékař při běžné prohlídce ve třech měsících. Druhá vada – zdvojený aortální oblouk - byla zjištěna až po osmi letech, při přípravě na první operaci. Tímto bych rád zdůraznil, že v 90. letech minulého století nebyl screening vrozených srdečních vad na takové úrovni jako dnes.

# 1. Současný stav dané problematiky

## 1.1 Prenatální diagnostika

Prenatální diagnostika je mladá, velmi rychle se rozvíjející disciplína. Její rozvoj za posledních 30 let umožnily jak nové medicínské objevy v oblasti reprodukční biologie, tak aplikace nejvyspělejších technologií, zejména elektroniky, diagnostických přístrojů a laboratorních metod. Několikanásobně se rozšířily vědomosti o vyvíjejícím se plodu, které umožňují prenatalně diagnostikovat závažné vrozené vady. Snaha o prenatální stanovení vrozených vad není motivována eugenickou aktivitou genetiků a perinatologů, ale především zájmem většiny těhotných žen. Prenatální diagnostika a fetální terapie tvoří společně moderní obor zvaný fetální medicína.<sup>(3)</sup>

Obsah pojmu „prenatální diagnostika“ se postupem let zásadně změnil. Zatímco před několika málo lety byla prenatální diagnostika synonymem pro cytogenetické vyšetření, v současnosti je díky lepším technickým možnostem velmi širokým pojmem. Podle Světové zdravotnické organizace (WHO) lze prenatální diagnostiku definovat jako „všechny prenatální aktivity, které mají za cíl diagnostiku vrozených vad, za které jsou považovány veškeré anomálie na morfologické, strukturální, funkční nebo molekulární úrovni přítomné za porodu (i když se mohou manifestovat později), vnitřní nebo vnější, familiární nebo sporadicky se vyskytující, zděděné nebo jiné, vyskytující se jednotlivě nebo mnohočetně.“<sup>(2, 3, 30)</sup>

Smyslem prenatální diagnostiky je:

1. Konzultace rodičovského páru o možném riziku výskytu dědičné vady a poskytnutí co nejúplnější informace o riziku pro jejich dítě.
2. Zbavování neopodstatněných obav a snižování napětí, které souvisí s reprodukcí.
3. Poskytnutí možnosti aktivního plánování těhotenství a zabránění narození postiženého dítěte manželským párům s rizikem narození dítěte s vrozenou vadou.

4. Umožnit optimální a časnou postnatální léčbu plodu na základě stanovení včasné diagnózy.

V současnosti je k dispozici široká škála prenatalních vyšetření, která pokrývají období celého těhotenství. Z hlediska plodu se dělí na invazivní (ultrazvukem asistované metody) a neinvazivní (ultrazvukové vyšetření a ostatní zobrazovací metody).<sup>(3)</sup>

Celosvětově je silná motivace ke hledání postupů, které by nebyly invazivní a nepodaly žádanou informaci o plodu již v nejranějších stádiích těhotenství či ihned po vzniku vady. Dosud nezbytné invazivní metody musí splňovat podmínku vysoké bezpečnosti pro matku i plod.<sup>(3)</sup>

Dominantní postavení v prenatalní péči zaujímá ultrazvuková diagnostika, nově i magnetická rezonance.

## 1.2 Invazivní vyšetřovací metody prenatální diagnostiky

### 1.2.1 Vizualizační fetoskopie

Provádí se většinou v 16. nebo 17. týdnu těhotenství transabdominálním zavedením endoskopu do amniální dutiny v celkové anestézii a má za úkol zjišťovat zevní malformace plodu ať již samostatné nebo charakterizující syndromy mnohočetných vrozených vývojových vad. Pozitivních nálezů při této metodě je kolem 15 %. Svého vrcholu dosáhla fetoskopie v polovině 80. let, poté téměř všechny její indikace převzal neinvazivní ultrazvuk a dnes je využívána jen v ojedinělých případech, když ultrazvuk neuspěje při stanovení konečné diagnózy, zejména u malformací v orofaciální oblasti.<sup>(33)</sup>

Vizualizační fetoskopie je technicky velice náročná metoda, a proto se nemůže vyhnout riziku těhotenských ztrát. Neměly by však přesáhnout 5 %, použijí-li se standardní fetoskopy o průměru 2,2 nebo 2,7 mm. V první polovině 90. let minulého století se pokouší tato vizualizační metoda zaujmout dřívější pozice mezi invazivními metodami prenatální diagnostiky. Zprvu jen změnou techniky provedení a jejím časováním do I. trimestru (embryoskopie). Endoskop byl bez anestézie zaváděn transcervikálně. Pozorování embrya před amnion však nebylo kvalitní a navíc riziko těhotenských ztrát po tomto výkonu bylo značně vysoké. Proto metoda nedoznala širšího uplatnění.<sup>(33)</sup>

Zásluhu na opravdové renesanci vizualizační fetoskopie nutno přičíst především výrazné miniaturizaci endoskopu. Embryoskop (minifetoskop) má průměr 0,8 mm, je semiflexibilní a jeho výborná optika zajišťuje zejména při transabdominálním intraamniálním zavedení velice dobrou vizualizaci embrya a dalších součástí plodového vejce. Obličej, kalvu se šípovým švem, oko, ucho, horní a dolní končetiny, hrudník, zevní genitál a pupočník embrya lze zobrazit v 7. koncepčním týdnu, v 8. týdnu pak i fyziologickou herniaci. Již od konce 4. koncepčního týdne umožňuje embryofetoskopie studium raného vývoje embrya in vivo, prenatální diagnostiku jeho zevních vývojových vad, potvrzení malformací při suspektním ultrazvukovém nálezu, odběr embryonální

krve a tkání, v budoucnu snad i terapii genovou a kmenovými buňkami v embryonálním období.

Riziko embryofetoskopie v I. trimestru těhotenství je srovnatelné s rizikem rané amniocentézy. <sup>(10)</sup>

Ve II. a III. trimestru těhotenství lze pod kontrolou embryofetoskopu provádět některé výkony fetální chirurgie. <sup>(8, 27)</sup>

### **1.2.2 Amniocentéza**

První amniocentéza (AMC) byla provedena v Československu v roce 1971, v Českých Budějovicích v roce 1983 zprvu bez přímé ultrazvukové kontroly, od roku 1989 pod přímou ultrazvukovou kontrolou. <sup>(9)</sup>

AMC je invazivní vyšetřovací metoda odběru 15-20 ml plodové vody, prováděná transabdominálním přístupem pod ultrazvukovou kontrolou, jehlou o síle 0,9 mm a délce 12 cm. První mililitr se pro kultivaci nepoužije, pro nebezpečí kontaminace mateřskými buňkami. Vyšetření se provádí za sterilních podmínek, bez analgezie a sedace matky. Automaticky se provádí u žen starších 35 let v 16. – 20. týdnu gravidity, neboť od tohoto věku stoupá riziko genetických vad. Plodová voda se odebírá i u žen mladších, a to v případě genetické zátěže v rodině, po pozitivních krevních testech a u viditelných vad při ultrazvukovém vyšetření. Touto metodou lze bezpečně zjistit pohlaví dítěte. K rizikům AMC patří amnionitida, zvýšení kapilární permeability, riziko potratu a poranění plodu. Vyšetření nevyžaduje žádnou zvláštní přípravu. <sup>(10, 27, 30)</sup>

### **1.2.3 Biopsie choria (CVS - Chorionic Villus Sampling)**

Biopsii choria lze provádět transabdominálně (stejnou jehlou jako amniocentéza) nebo transcervikálně (používá se speciální katétr dobře zobrazitelný, viditelný, ultrazvukem). Transabdominální technika je jediná používaná u nás. Choriové klky získané biopsií lze buď zpracovat přímo, bez kultivace, nebo se kultivují obdobně jako amniocyty. Výhodou biopsie choria oproti amniocentéze je, že výsledky jsou k dispozici dříve. Asi v 1 % případů se vyskytne tzv. omezený placentární mozaicismus (mozaika se týká jen placenty, nikoliv plodu). Pak je třeba výsledek potvrdit

amniocentézou. Riziko biopsie choria je ve zkušených rukou stejné jako u amniocentézy. V ČR se v současnosti provádí jen několik desítek biopsií choria ročně, a proto lékařů schopných provést tento výkon je velmi málo. <sup>(27, 30)</sup>

#### **1.2.4 Placentocentéza**

Ve II. a III. trimestru těhotenství je alternativní rychlou metodou cytogenetické a DNA diagnostiky placentocentéza. Technické provedení je snadné při placentě lokalizované na přední stěně nebo v hranách, kdy je dobrá vizualizace placenty a dosažitelnost transabdominálním přístupem. <sup>(27)</sup>

#### **1.2.5 Punkce pupečníku**

Transabdominálním ultrazvukem kontrolovaná punkce pupečníku je v současné době nejpoužívanější a nejbezpečnější metoda přístupu k fetální cirkulaci. Riziko této metody je srovnatelné s rizikem amniocentézy (méně než 1 % fetálních ztrát). Ve zkušených rukou se jedná o velmi bezpečný výkon. <sup>(27)</sup>

Indikace k punkci pupečníku:

- neimunní hydrops plodu
- hematologické choroby
- stanovení karyotypu
- hemoglobinopatie
- erytrocytární aloimunizace

## 1.3 Neinvazivní vyšetřovací metody prenatální diagnostiky

### 1.3.1 Rentgenové vyšetření

Rentgenová skiografie patřila od konce 19. století k prvním přímým zobrazovacím metodám. Sloužila ke zjišťování polohy a vitality plodu, jejich počtu, velikosti, kefalopelvického nepoměru, ale i k průkazu vrozených vývojových vad. Přestože se od jejího použití ustupuje, je stále nepostradatelná v typizaci skeletálních dysplázií postnatálně pro potvrzení a upřesnění ultrazvukového nálezu. <sup>(14)</sup>

Rentgenová skiaskopie byla do nástupu éry fetoskopie a ultrazvuku prvou volbou, jak pozorovat plod v reálném čase a sloužila i k cílení invazivních metod prenatální diagnostiky a terapie. <sup>(14)</sup>

Limitací RTG metod je škodlivé působení ionizujícího záření na plod a velké rozměry zařízení. Proto byl rentgen nahrazen progresivnější a mrštnější technikou – ultrazvukem. <sup>(14)</sup>

### 1.3.2 Ultrazvukové vyšetření

První objev ultrazvuku (UZ) a jeho následné využití začíná v 19. století, kdy lord Rayleigh publikoval svoji práci „The Theory of Sound“ (1877). Zde popsal zvuk jako fyzikální fenomén a z jeho prací vycházejí všechny další výzkumy z oblasti ultrazvuku. Prvním reálným průlomem ve výzkumu ultrazvukových vln byl objev piezoelektrického efektu. Stalo se tak v roce 1877 a stáli u něho bratři Pierre a Jacques Curriové. Zjistili, že při mechanické kompresi quartz krystalu vzniká elektrický proud. Ještě důležitější bylo zjištění, že tento princip funguje i obráceně, tj. že při průchodu proudu se quartz krystal mechanicky komprimuje. Quartz krystal a piezoelektrický efekt se tak staly základem ultrazvukové technologie. <sup>(4)</sup>

Od roku 1960, kdy byl poprvé ultrazvuk zaveden do klinické praxe jako diagnostický nástroj, uplynulo více než 50 let. Od doby jeho prvního použití prodělalo ultrazvukové zobrazení fascinující vývoj. Došlo ke zdokonalení rozlišovacích schopností a současně s rozvojem výpočetních schopností mikroprocesorů došlo i k vývoji nových technik zobrazení a prezentace ultrazvukových dat. Ultrazvuk se během



tohoto vývoje stal v současné medicíně jedním z nejpoužívanějších diagnostických nástrojů. <sup>(32)</sup>

Ultrazvuková prenatální diagnostika je základním pilířem prenatální péče. Její provádění musí být v rukou vzdělaných a zkušených sonografistů, používající kvalitní ultrazvukové přístroje. Jen taková vyšetření mají očekávaný přínos pro těhotnou a její plod. <sup>(6)</sup>

### ***Ultrazvuková zobrazovací technika, typy ultrazvukových sond***

Velkým přínosem pro kvalitu i kvantitu informací získaných dvourozměrným obrazem B se stal převratný rozvoj přístrojové techniky. Metoda odstupňované šedi (gray scale) umožnila těmito odstíny odlišit tkáň s různými akustickými vlastnostmi, metoda dynamického zobrazení (real time) registruje pohybující se struktury a dynamické děje. Vývoj sond, jejich fokusace a pokroky ve zpracování obrazu dále zdokonalily metodu. V současné době je uváděno do praxe výpočetní technikou rekonstruované trojrozměrné zobrazení 3D. <sup>(10)</sup>

Sondy ultrazvukových přístrojů mají rozdílné pracovní frekvence a jsou v rozsahu 2 -10 MHz. Vyšší pracovní frekvence sondy má užší paprsek a poskytuje tak větší možnost rozlišení (což znamená, že umožňuje rozlišit dva body, které jsou při znázornění blízko vedle sebe), avšak snižuje se tím prostupnost. Proto by se měly používat sondy s vyšší pracovní frekvencí na znázornění blízké struktury a sondy s nižší pracovní frekvencí pro struktury hlubší. Pro ultrazvukovou diagnostiku v porodnictví se využívají abdominální sondy s pracovní frekvencí 3 - 5 MHz a vaginální sondy s pracovní frekvencí 5 - 7,5 MHz, vyšší frekvence umožňují lepší rozlišené struktury blízkých k sondě. <sup>(29)</sup>

## ***Dokumentace***

Dříve než těhotná žena podstoupí ultrazvukové vyšetření, musí dokumentace obsahovat následující údaje: anamnestická a identifikační data pacientky, stáří gravidity dle UZ, popis morfologie, diagnostický závěr, doporučení dalších vyšetření včetně kontrol, identifikaci lékaře, obrazovou dokumentaci případných patologií. <sup>(6)</sup>

V některých zemích světa je screeningové ultrazvukové vyšetření prováděno dle potřeby. V současné době lze považovat za účelné provádět ultrazvuková vyšetření u normálních těhotenství v těchto situacích: <sup>(6, 19)</sup>

1. ke stanovení gravidity po vynechání menstruace
2. mezi 11. – 14. týdnem v rámci I. screeningu
3. mezi 18. – 22. týdnem v rámci II. screeningu
4. mezi 30. – 32. týdnem k vyloučení hypotrofizace plodu a dalších patologií
5. cca 1 – 2 týdny před porodem

## ***Výhody a nevýhody ultrazvukového vyšetření v těhotenství***

Využívání ultrazvukové diagnostiky v průběhu těhotenství má řadu přínosů jako je uplatnění v průběhu celého těhotenství, porodu a šestinedělí. Má mnohostranné využití a zobrazovací možnosti kompaktní (skeletální) tkáně i měkkých tkání (orgány plodu, placentu, plodové vejce a embrya) v I. trimestru těhotenství. Dále umožňuje komplexní biometrii plodu a plodového vejce, registraci dynamických jevů (srdeční akci plodu, pohyby plodu, průtok krve pupečnickovými cévami a ostatními cévami plodu). Je přínosem nových poznatků, jako studium změn uložení plodu, sledování časného vývoje plodového vejce, průkaz redukce počtu embryí u vícečetných těhotenství, sledování růstu a vývoje plodu. UZ se stal předpokladem pro bezpečné provádění prenatálně diagnostických invazivních a intrauterinních postupů. Ultrazvukové vyšetření patří také mezi nezbytné metody pro další medicínské obory (genetika, neonatologie). Usnadňuje možnost objektivního srovnání nálezů zjištěných u nenarozených plodů s nálezy novorozenců po porodu. <sup>(10)</sup>

Ultrazvuková diagnostika v průběhu těhotenství má i své limity. Obézní pacientky se sníženým množstvím plodové vody (oligohydramnion, anhydramnion), nepříznivá pozice plodu, vícečetné těhotenství, překrytí vyšetřovaných struktur střevním plynem nebo osifikovanou kostí, nutnost vyšetření mozku v šikmých (nestandardních) rovinách ve III. trimestru, kvalita vyšetření závislá na schopnostech vyšetřujícího, to jsou hlavní limity kvalitního prenatálního ultrazvukového vyšetření.<sup>(10)</sup>

Na závěr této kapitoly by bylo vhodné zdůraznit, že i přes velké množství pokusů in vitro, experimentů na zvířatech a rozsáhlých epidemiologických studií nebyl prokázán škodlivý vliv ultrazvukového vlnění ve frekvencích a intenzitách užívaných běžně při těchto vyšetření.<sup>(10, 15)</sup>

### ***Vyšetření v I. trimestru (11. až 14. týden gravidity od poslední menstruace)***

Ultrasonografické vyšetření těhotenství během I. trimestru v České republice nemá dosud charakter screeningového vyšetření.<sup>(33)</sup>

UZ vyšetřením v I. trimestru se získají o těhotenství následující informace:

- potvrzení intrauterinní gravidity s přesnou datací gestačního stáří plodu
- diagnostika mnohočetného těhotenství a určení chorionicity
- průkaz vitality plodu
- diagnostika abnormálního vývoje choria – molární degenerace
- určení postupu při plánovaném odběru choriových klků
- určení zdroje krvácení při hrozícím abortu (subchoriální hematom)
- vyloučení hrubých morfologických odchylek plodu
- detekce sonografických minor markerů, které mohou mít vztah k případným vrozeným vývojovým vadám plodu.

I. trimestr je jediným obdobím v průběhu celého těhotenství, kdy lze pomocí sonografického vyšetření zjistit přesnou dataci těhotenství.

Na začátku těhotenství se měří plodové vejce jako celek ve dvou nebo ve třech rovinách na sebe kolmých od vnitřní strany choria. Od 7. týdne lze hodnotit délku

embrya – CRL (crown-rump-length). Měří se nejvzdálenější okraje embrya. Někteří autoři považují za správnější využít k hodnocení EES (estimated embryo size) po 8. týdnu než skončí vývoj hlavičky.

Od 9. týdne těhotenství je možné měřit biparietální a frontookcipitální průměr, plochu nebo obvod hlavičky.

Od 10. týdne lze zaznamenat srdeční akci. <sup>(5, 8, 33)</sup>

### ***Vyšetření ve II. trimestru (18. – 20. týden)***

Jedním z cílů sonografického vyšetření v tomto období je přímá detekce strukturálních defektů plodu nebo průkaz nepřímých ultrazvukových markerů vrozených vývojových vad plodu. Sonografickým vyšetřením můžeme diagnostikovat konkrétní vývojovou vadu, jako jsou například vrozené srdeční vady včetně transpozicních komplexů, ale i defekt komorového septa, spina bifida anebo anencefalie. Tato strukturální odchylka může být izolovaná nebo součástí některého z četných syndromů. Vždy je nutné pátrat po dalších přidružených odchylkách. Jindy se objeví ultrazvukové markery, které mohou doprovázet řadu patologických stavů plodu včetně chromozomálních anomálií, ale jejich nálezný samotný nemusí znamenat patologii (například hlava tvaru citronu). I v těchto případech je nutné podrobné vyšetření plodu a vyloučení jiných nepřímých markerů či patologických nálezů. Mezi nepřímé ultrazvukové markery patří například: odchylky struktury placenty, hydrops plodu, nepřítomnost jedné z pupečnickových arterií nebo patologická pohybová aktivita plodu. U většiny plodů s chromozomální odchylkou lze při cíleném ultrazvukovém vyšetření detekovat zevní a vnitřní abnormality. <sup>(33)</sup>

Je důležité si uvědomit, a to platí hlavně pro některé nepřímé ultrazvukové markery, že se mohou objevovat pouze přechodně v určité fázi těhotenství nebo mohou zmizet a poté se znovu objeví. Mohou být vázány na rozvoj funkce orgánové skupiny. Například anencefalii, jako závažnou poruchu uzávěru neurální trubice, můžeme diagnostikovat již v I. trimestru a nález je zobrazitelný v průběhu celého těhotenství.

Při screeningovém UZ vyšetření mezi 18. – 20. týdnem se hodnotí:

- morfologie plodu
- fetální biometrie
- uložení a struktura placenty
- množství plodové vody

Během UZ vyšetření je nutné důkladně prohlédnout všechny orgány plodu. U hlavičky je nutné si všimnout tvaru, struktur mozku (postranních komor, cisterna magna, plexus chorioideus, mozečku) a obličejové části. Postranní komory by neměly být širší než 10 mm. Nález cysty chorioideálního plexu se vyskytuje u některých chromosomálních aberací, nejčastěji u Edwardsova syndromu. Pro trisomii 18 jsou charakteristické navíc ještě UZ markery – srdeční vady, překrývání prstů rukou anebo ventrikulomegalie. K vyloučení poruch uzávěru neurální trubice se musí prohlédnout celá páteř z podélné projekce.<sup>(33)</sup>

Na krku se do 20. týdne těhotenství hodnotí a měří regio nuchae. Ztlustění nad 6 mm je jedním z UZ markerů Downova syndromu. V souvislosti s nálezem hygroma colli cysticum je nutné myslet na Turnerův syndrom nebo triploidii plodu.<sup>(33)</sup>

Součástí screeningu je rovněž hodnocení srdce. Za normální nález je považována čtyřdutinová symetrická projekce s normálním odstupem a křížením velkých cév. Současně dochází k hodnocení srdeční frekvence. Pokud se v hrudní dutině kromě srdce a plic zobrazují další struktury, musí se diagnosticky vyloučit diafragmatická hernie, plicní sekvestrace nebo plicní cystická adenomatoidní degenerace.<sup>(33)</sup>

Normální UZ obraz gastrointestinálního ústrojí spočívá v nálezů homogenní náplně trávicí trubice a jater, která zaujímají převážnou část břišní dutiny. Pro obstrukci v aborálních částech trávicího ústrojí svědčí nález polyhydramnion anebo v jiných případech syté stíny mekonie. Při vyšetřování břišních orgánů plodu je nutné ověřit celistvost přední stěny (z podélné projekce a z příčných průřezů).<sup>(33)</sup>

Při vyšetřování močových cest se hodnotí velikost a struktura ledvin a náplň močového měchýře. Oboustranná dilatace ledvinných pánviček může být jedním z UZ markerů Downova syndromu. Po vyloučení chromosomálních aberací se obstrukční

uropatie musí opakovaně vyšetřovat a podle vývoje rozhodnout o dalším postupu. Při hodnocení končetin plodu je zapotřebí prohlédnout všechny dlouhé kosti, ruce a postavení chodidel. Pedes equinovares (vrozené vady nohou) mohou být rovněž jedním z UZ markerů chromozomálních aberací. Detailní hodnocení článků prstů se provádí pouze v indikovaných případech.<sup>(33)</sup>

Množství plodové vody lze posuzovat na základě subjektivního hodnocení nebo podle poměru, který v děložní dutině zaujímá abdominální část plodu a amniová tekutina. Nález hloubky amniové tekutiny větší než dvojnásobek příčného poměru fetálního břicha můžeme považovat již za polyhydramnion. Nejobektivnějším kritériem pro hodnocení množství plodové vody je AFI (Amniotic Fluid Index). Vypočítá se jako vážený průměr z naměřených největších hloubek v jednotlivých kvadrantech děložní dutiny (všechny čtyři naměřené hodnoty v cm se sečtou). Měření se má provádět v rovinách kolmých k podložce, na které vyšetřovaná žena leží, a v místě, kde není patrný pupečník ani malé části plodu. Normální hodnoty AFI jsou 5 – 20 cm. Prokázaný oligohydramnion i polyhydramnion je důvodem k dalšímu UZ a genetickému vyšetření s následnou karyotypizací plodu.<sup>(33)</sup>

### ***Vyšetření ve III. trimestru (30. – 32. týden)***

Hlavním cílem druhého ultrazvukového screeningového vyšetření ve III. trimestru je kontrola funkce fetoplacentární jednotky. V tomto období je nutné počítat s možností poměrně široké fyziologické variability, kdy se jednotlivé biometrické parametry od sebe mohou lišit. V těchto případech je třeba zhodnotit vedle fetálních a fetomaternálních průtokových parametrů i ostatní části plodového vejce (placenta, plodová voda), biofyzikální profil plodu, a posuzovat jednotlivé parametry v kontextu s ostatními.<sup>(33)</sup>

Při screeningovém UZ vyšetření mezi 30. – 32. týdnem se hodnotí:

- fetální biometrie a morfologie
- poloha plodu
- uložení a struktura placenty
- množství plodové vody
- děložní hrdlo

Fetální biometrie ve III. trimestru zjistí, zda plod roste přirozeným způsobem nebo zda jde o intrauterinní růstovou retardaci (IUGR) či makrosomii plodu. IUGR se u plodu projevuje zpomaleným růstem hlavy i trupu (symetrická IUGR) nebo normálním růstem hlavičky a zpomaleným růstem hrudníku i břicha (asymetrická IUGR). Při intrauterinní retardaci plodu se navíc používají dopplerovská měření k hodnocení průtoku v arteria umbilicalis a arteria cerebri media. Zjistilo se, že snížený průtok v pupečnickové artérii předchází IUGR až o 4. týdny. <sup>(33)</sup>

Při morfologickém hodnocení jednotlivých částí plodu by se při správném provádění UZ screeningu neměly prokázat žádné závažnější patologické nálezy. Může se však stát, že některé vrozené vývojové vady plodu se neodhalí nebo se začnou později rozvíjet. Zjistí-li se později u plodu takové vrozené vývojové vady, které se vyskytují často v souvislosti s chromozomálními aberacemi, je vhodné provést ještě karyotypizaci a podle výsledků zvolit další postup vedení těhotenství a porodu. Při normálním karyotypu je nutné některé vady plodu opakovaně kontrolovat. Při progresi nálezu, pokud plod nelze léčit již intrauterinně, je lepší těhotenství ukončit porodem dříve, než dojde k poškození orgánů. <sup>(33)</sup>

Ověření polohy plodu pomocí UZ je důležité v souvislosti s porodem. Po 37. týdnu je 95 % plodů v poloze podélné hlavičkou. Při nejasném palpačním nálezu je nutné ověřit polohu plodu UZ vyšetřením. Patologické polohy (příčná, šikmá) jsou důvodem k častějším prenatalním kontrolám nebo k hospitalizaci. U mnohočetného těhotenství má určení polohy plodů zcela zásadní význam vzhledem k vedení porodu. <sup>(33)</sup>

Ve III. trimestru by mělo UZ vyšetření jednoznačně vyloučit patologické uložení placenty. Při patologickém nálezu je nutné ženy hospitalizovat. Hodnocení stupně zralosti placenty nemá velký význam.<sup>(33)</sup>

Hodnocení množství plodové vody se provádí stejným způsobem jako ve II. trimestru. Ke konci těhotenství plodové vody někdy ubývá, což znamená zvýšené riziko pro plod.<sup>(33)</sup>



### 1.3.3 Význam ultrazvukového 3D vyšetření pro diagnostiku vrozených vad plodu

Počátkem 70. let minulého století bylo dosaženo vizualizace plodu v děloze pomocí ultrazvuku. Ultrasonografická diagnostika se následně začala rychle rozvíjet. Již počátkem 80. let bylo možné sledovat plod in utero pomocí tzv. real time B-modu a koncem 80. let se uskutečnily první pokusy s trojrozměrným (3D) ultrasonografickým zobrazením. Nevýhodou této první etapy byla velmi nízká rychlost zpracování údajů ze 3 ortogonálních rovin a v neposlední řadě slabá kvalita základního dvourozměrného (2D) obrazu. Rychlost datové analýzy se však postupem času rapidně zvyšovala. S tím souvisí i vyšší komfort obsluhy ultrazvukových přístrojů a následná virtuální manipulace s dosaženým zobrazením – postprocessing. Koncem 90. let minulého století pak dosáhla rychlost zpracování až 25 obrázků za vteřinu, což umožnilo zobrazení pohybů plodu v reálném čase. Tato metoda bývá nazývána čtyřrozměrný ultrazvuk nebo také live 3D. Vše naznačuje, že dnes může 3D ultrasonografie významně rozšířit možnosti prenatální diagnostiky některých závažných vrozených vývojových vad plodu. (24, 26, 33)

Při úrovni dnešní 3D-ultrasonografie má lékař spolehlivou možnost:

- detailněji popsat dysmorfologický korelát jistých významných defektů, např. orofaciálních rozštěpů
- pomocí multiplanární analýzy dosáhnout manipulací zobrazených rovin téměř ideálního úhlu pro měření suspektního USG-minor-markerů, např. iliakálního úhlu
- rychle vyloučit podezřelé USG-markery
- archivovat data ve vhodném formátu pro konziliární analýzu pomocí internetu (např. prostřednictvím PACSu nebo teleradiologie).<sup>(26)</sup>

#### ***Limity 3D-USG***

3D a 4D ultrazvukové zobrazení plodu v děloze vyžaduje jisté nezbytné okolnosti. Pokud nejsou splněny, je vyšetření nemožné. Musíme dosáhnout především následujících parametrů:

- nad zobrazovanou partií plodu musí být dostatečné množství plodové vody
- při 3D-USG musí být plod na okamžik v klidu
- při rendering módu (režimu vykreslování) je ideální, pokud není zobrazovaná partie překryta drobnými částmi
- zobrazená partie musí být zčásti přikloněná k rotující ultrazvukové sondě
- podobně jako při dvourozměrném ultrazvuku musí být obecné akustické podmínky minimálně průměrné. <sup>(26)</sup>

### ***Shrnutí***

Podle publikovaných studií o významu 3D-USG pro prenatální detekci vrozených defektů plodu lze očekávat diagnostický přínos asi u 50 - 62 % případů. U 36 - 45 % vyšetřených je 3D-USG ekvivalentem podrobného ultrazvukového 2D vyšetření. <sup>(26)</sup>

Výše uvedené informace k využití 3D-USG pro praxi prenatálně diagnostických center představují pouze malou část potenciálu, kterými tato metoda disponuje. Mnohá pracoviště mají dobrou zkušenost s popisem končetinových defektů, srdeční vad nebo anomálií genitálů. <sup>(26)</sup>

### 1.3.4 Prenatální dopplerometrie

Ultrazvukové vyšetření poskytuje zejména informace o anatomickém uspořádání jednotlivých tkání, orgánů a o jejich vzájemných topografických vztazích. <sup>(4, 23)</sup>

Dopplerovská vyšetření informují nejen o topograficko-anatomických vztazích, do určité míry jde i o vyšetření funkční. Tato míra je u jednotlivých typů dopplerovských módů různá. <sup>(4, 23)</sup>

Pulzní a barevná dopplerometrie se stává stále více rutinní v rámci specializovaného prenatálního vyšetření. Jde o typicky funkční metodiky umožňující neinvazivním způsobem posoudit hemodynamiku v uroplacentární a fetální cirkulaci. <sup>(4, 23)</sup>

#### *Pulzní dopplerovská ultrasonografie*

Pulzní dopplerovské zobrazení informuje o pohybu – nejčastěji toku krve, o směru tohoto pohybu, o rychlosti a o charakteru pohybu. Pomocí tohoto zobrazení ultrazvukový přístroj vykreslí rychlostní průtokovou křivku ve vyšetřované oblasti. Používá-li se simultánní zobrazení živého B obrazu, mluvíme o duplexním zobrazení. Dobré nastavení obrazu je základem pro získání interpretovatelné křivky. <sup>(4, 23)</sup>

Většinou se nastavují následující parametry:

- maximální detekovatelná rychlost pohybu
- filtr
- poloha nulového toku (base line)
- výkon
- zesílení na příjmu (B gain i active mode gain)

Velmi důležitá je otázka úhlu vyšetřovaného pohybu. Zásadně je třeba se vyhnout úhlové korekci vzhledem k narůstající chybě měření. Úhel měření by neměl být větší než cca 30°. Pro získání kvalitní, spolehlivě interpretovatelné křivky se doporučuje B-obraz po optimalizaci zastavit. <sup>(4)</sup>

### ***Barevná dopplerovská ultrasonografie***

Barevné dopplerovské mapování, dnes také označované jako konvenční barevný doppler, informuje o poměrně rychlých pohybech s velkou amplitudou, což odpovídá zejména arteriálním či centrálním venózním tokům. Podobnou informaci, ovšem o pomalejších, tedy venózních až kapilárních tocích, dává Power Angio Mode. Výstupem těchto zobrazení je barevná mapa, vložena do klasického B (2D) obrazu, případně do 3D/4D obrazu, tak zvané barevné duplexní zobrazení. Získáme ucelenou informaci o anatomické a anatomicko-topografické stavbě cévního řečiště, v případě barevného dopplera také o směru a do jisté míry i o rychlosti toků v jednotlivých vyšetřovaných cévách.<sup>(4, 23)</sup>

Při použití této metody se musí vědět po čem a kde pátrat. Kvalita zobrazení je velmi závislá na nastavení jednotlivých parametrů. Doporučuje se pracovat s jediným ohniskem (zvyšuje to obrazovou frekvenci) a fokus umístit do vyšetřované vrstvy. Lze pracovat s optimálně zúženým obrazovým polem a použít pak také dostatečně malé vzorkovací pole barevného mapování. Toto vše optimalizuje výkon ultrazvukového přístroje. Správně zvolená hodnota rychlostních rozmezí (Nyquist limit) je základním parametrem. Je vhodné předběžně znát, alespoň orientačně, jaké rychlosti toků ve vyšetřované cévě se mohou očekávat. Pokud to daný přístroj dovoluje, je s výhodou používat simultánní zobrazení samotného B-obrazu a B-obrazu s vloženou barevnou dopplerovskou mapou.<sup>(4, 23)</sup>

Obvykle je využíváno barevné dopplerovské mapování pro zobrazení průběhu cév, a to jak arteriálního tak i venózního řečiště. U plodu jde například o arterie umbilikální, arteria cerebri media, Arantiův venózní duktus, duté či umbilikální vény. Z mateřských cév jde o zobrazení uterinní artérie. Hojně je využíváno barevné mapování jako kontrast pro zobrazení jednotlivých cév, pokud potřebujeme proměřit rychlost toku. Jsou-li správně nastavené parametry obrazu, zejména Nyquist limit, můžeme pomocí barevného dopplerovského mapování také pátrat po patologických tocích či zúženích v jednotlivých cévách.<sup>(4, 23)</sup>

### 1.3.5 Vyšetření plodu magnetickou rezonancí

Magnetická rezonance (MR) byla poprvé použita v prenatalní diagnostice v roce 1983. Kvalita tehdejších snímků byla velmi nízká, ale pro matku a její plod bezpečná. Nyní po více jak 20 letech se ukázalo, že první studie byla správná. I když zůstává ultrazvuk základní metodou screeningu vrozených vad plodu, stala se magnetická rezonance jeho cenným doplňkem a využití této techniky v prenatalní diagnostice trvale stoupá. <sup>(12)</sup>

Během posledních deseti let se fetální magnetická rezonance se stala užitečným doplňkem ultrasonografie. Přestože ultrazvuk zůstává pro svou dostupnost a relativně nízkou cenu základní zobrazovací metodou prenatalní diagnostiky, fetální magnetická rezonance nabízí vyšší kontrastní rozlišení, více možností zobrazení, a to ji činí prospěšnou pro vysoce rizikovou skupinu těhotenství nebo pro případy s významně limitovanými sonoakustickými podmínkami. <sup>(4, 12)</sup>

#### ***Princip metody***

Zobrazení magnetickou rezonancí je založeno na principu zjišťování změn magnetických momentů jader vodíku, tedy protonů, které jsou uloženy v silném statickém magnetickém poli a vystavovány radiofrekvenčním pulzům. Pulzy dodávají protonům energii a synchronizují jejich rotační, tzv. precesní pohyb. Aby se tak stalo, musí být jejich frekvence shodná s frekvencí precese; protony pak rezonují – odtud název metody. Po vypnutí pulzu se soubor excitovaných protonů vrací k původnímu uspořádání. Tento děj se nazývá relaxace. V jejím průběhu systém protonů vysílá zpět měřitelný elektromagnetický signál. <sup>(4, 12)</sup>

Vzhledem k tomu, že se protony v biologických tkáních nacházejí v různém množství a v různé vazbě v chemických sloučeninách, trvá jejich návrat do původního stavu a desynchronizace různě dlouho. Tkáň pak lze charakterizovat podle časových konstant průběhu relaxačního děje: T1 relaxačního času (rychlost návratu k původní magnetizaci, podélný relaxační čas) a T2 relaxačního času (rychlost desynchronizace precesního pohybu, příčný relaxační čas). Nastavením sledu radiofrekvenčních pulzů do

různých vyšetřovacích sekvencí lze zhotovovat vrstevné obrazy, které nás informují o rozdílech v relaxačních časech. <sup>(4, 12)</sup>

Obecně využíváme T1 nebo T2 vážených sekvencí, někdy i sekvencí vážených podle protonové hustoty. <sup>(4, 12)</sup>

### ***Kontraindikace***

Co se týče bezpečnosti MR vyšetření v těhotenství, nebyl dosud jednoznačně prokázán případný škodlivý vliv elektromagnetických polí o indukci 1,5 Tesla na vyvíjející se plod ani negativní dopad na postnatální vývoj v prvních letech života. MR vyšetření plodu nebo těhotných žen by přesto měla být vyhrazena pouze pro případy, kdy nelze ultrasonograficky dosáhnout adekvátní diagnostické informace, nebo tehdy, kdy by jinak bylo nutné používat vyšetřovací metody pracující s ionizujícím zářením. Provádět MR vyšetření u těhotných v prvním trimestru (po dobu embryogeneze) se s ohledem na minimalizaci případných teratogenních rizik nedoporučuje. Po celou dobu těhotenství je nevhodná aplikace paramagnetických kontrastních látek (gadolinium), protože přestupují placentární bariérou a po vyloučení ledvinami plodu se hromadí v amniotické tekutině. <sup>(4, 12)</sup>

### ***Indikace k vyšetření plodu magnetickou rezonancí***

Magnetická rezonance byla původně indikovaná v případě selhání ultrazvukového vyšetření při špatných sonoakustických podmínkách. S postupem času se začalo ukazovat, že MR je schopna poskytnout i další informace a to zvláště u patologií centrální nervové soustavy, brániční hernie, tumorů v oblasti břicha a pánve plodu. <sup>(12)</sup>

Rozvoj techniky, který vede ke zvýšení kvality a efektivity magnetické rezonance, má za následek každoroční nárůst celé škály indikací a vyšetření. Doplňující informace získané touto technikou často významně usnadňují rozhodování rodičů o ukončení nebo pokračování těhotenství a optimalizují prenatální i postnatální management vrozených vad. <sup>(12)</sup>

### ***Způsob vyšetření***

MR plodu se neprovádí dříve než v 17. týdnu gravidity na přístrojích 1,5 T. Farmakologická příprava není potřeba. Vyšetřuje se při mělkém a klidném dýchání matky, případně při krátkodobé apnoe. Celková délka vyšetření nepřesahuje 15 minut. Používají se především T2 vážené, ultrarychlé sekvence typu single - shot fast spin echo nebo sekvence gradientního echa (TrueFISP, balanced FFE, FIESTA). Největšího rozšíření dosáhly tzv. half – Fourier akviziční techniky, které zkrátí vyšetřovací čas.

(4, 12)

Výhodou T2 vážených sekvencí je lepší tkáňový kontrast a velmi dobrý kontrastní rozdíl mezi tekutinou a solidní tkání (např. plodovou vodou a povrchem těla plodu). Ve fetální MR diagnostice mají své využití i T1 vážené sekvence s využitím zmíněné techniky single – shot (např. TurboFLASH). Velmi dobrého T1 kontrastního rozlišení dosahují na T1 vážených sekvencích především fetální játra, štítná žláza a subakutní krvácení. (4, 12)

Výše uvedené metody ultrarychlého MR zobrazení umožňují zkrátit akviziční čas pro jednu vrstvu na hodnoty okolo 1 sekundy. To snižuje nutnost fetální a maternální sedace a zkracuje celkovou dobu vyšetření. Artefakty způsobené pohybem plodu tak přestávají být problémem. Pokud se v některém z obrazů vyskytne pohybový artefakt, je možné příslušnou sekvenci jednoduše zopakovat. Používáním povrchových array cívek pro zvýšení poměru signál/šum je dnes u fetálních MR vyšetření samozřejmostí. (4, 12)

### ***Výhody magnetické rezonance:***

- kvalita zobrazení není závislá na poloze plodu, množství plodové vody a BMI (Body Mass Index)
- výborný kontrast umožňující jasné rozlišení anatomických struktur
- kvalita získaných dat nezávisí tolik na zkušenostech vyšetřujícího jako je tomu při ultrasonografii

### ***Nevýhody magnetické rezonance:***

- limitace kvality obrazu při pohybu plodu
- omezená možnost vyšetření v reálném čase
- kvalita a interpretace dat závisí na zkušenostech vyšetřujícího
- cena vyšetření
- omezená dostupnost vyšetření

### ***Shrnutí***

Magnetická rezonance má dnes bezesporu důležité postavení v prenatální diagnostice vrozených vad.<sup>(12)</sup>

Velký význam má magnetická rezonance především u patologií CNS, brániční hernie, atrézií a stenóz gastrointestinálního traktu. S rozvojem zobrazovacích metod a zkvalitnění MR zobrazení se ukazuje, že u řady dalších vrozených vad je zpřesnění touto technikou velmi výhodné.<sup>(12)</sup>

Předpokládá se, že v následujících letech ještě víc stoupne význam MR zobrazení. Nové pokročilejší sekvence umožní i posouzení funkce, zralosti a metabolismů orgánů vyvíjejícího se plodu. Tyto informace stávající prenatální diagnostice chybí a jsou podstatné pro odhad prognózy týkající se rizika postnatální mortality.<sup>(12)</sup>



## 1.4 Screeningové ultrazvukové vyšetření srdce plodu

Vrozené srdeční vady (VSV) jsou nejčastější vrozené vady. Z hlediska výskytu se jedná o postižení 8-10 novorozenců na 1000 živě narozených dětí. Strukturální srdeční anomálie patří mezi nejčastěji přehlédnuté abnormality při prenatalní ultrasonografii. Je důležité si uvědomit, že prenatalní záchyt VSV může zlepšit osud plodů se srdeční vadou určitého typu. <sup>(18, 21)</sup>

Prenatální záchyt srdečních vad značně kolísá v závislosti na typu VSV. Toto kolísání může být způsobeno zkušeností vyšetřujícího, obezitou těhotné, frekvencí použité ultrazvukové sondy, jizvami na břiše, gestačním stářím při vyšetření, množstvím plodové vody, polohou plodu a dalšími vlivy. Neustálé další vzdělávání pracovníků, založené na principu zpětné informace, vysoká záchytnost VSV odesílajícími lékaři a přímá vazba a dostupnost vyšetření specialistou na fetální kardiologii jsou jedny z nejdůležitějších faktorů, které mohou zlepšit efektivitu screeningu. Například po zavedení dvouletého výcvikového programu v severní Anglii se detekce závažných srdečních vad zdvojnásobila. <sup>(21)</sup>

Základní a rozšířená ultrazvukové vyšetření srdce jsou navržena tak, aby maximalizovala záchytnost VSV při ultrazvukovém vyšetření v II. trimestru. Tato doporučení mohou být použita pro screeningové vyšetřování těhotných žen s nízkým rizikem VSV u plodu, tedy jako součást běžné prenatalní péče. 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. <sup>(21)</sup>

### 1.4.1 Fetální echokardiografie

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

anomálií. Obvodní gynekologové a střední zdravotní personál musí vědět, proč jsou pacientky na toto podrobné vyšetření odesílány. Například: zvýšená nuchální translucence, větší než 3,5 mm v 11. – 14. týdnu těhotenství, je důvodem k detailnímu kardiologickému vyšetření a to dokonce i tehdy, když se v pozdější fázi těhotenství vrátí k normě. <sup>(4, 21)</sup>

Echokardiografické vyšetření plodu musí být provedeno specialistou v kardiocentru, který umí provádět prenatalní diagnostiku vrozených srdečních vad. Takové vyšetření zahrnuje detailní analýzu srdeční funkce a struktury, které dále upřesňuje visceró-atrálílní sinus, napojení systémových a plicních žil, stav foramen ovale, atrio-ventrikulární spojení, ventrikulo-arteriální spojení, vztah velkých cév, a které zahrnuje sagitální pohledy na aortu a duktální oblouk. <sup>(21)</sup>

K vyšetření srdce fetální echokardiografií se používají i další nadstavbové ultrazvukové techniky. Například dopplerovskou ultrasonografií lze změřit rychlosti toků krve či určit abnormální průtokové charakteristiky toku krve přes chlopně a uvnitř srdečních oddílů. <sup>(21)</sup>

### ***Nejčastější indikace k echokardiografickému vyšetření plodu***

V současnosti je prenatalní echokardiografické vyšetření prováděno v některých vyspělých zemích plošně (kromě ČR i ve Švédsku, Finsku, Izraeli, Francii). V zemích, kde není plošně prováděná prenatalní ultrazvuková diagnostika součástí preventivní medicíny, provádí obvykle dětský (prenatalní) kardiolog vyšetření pouze některých těhotných, zejména se zvýšeným rizikem VSV nebo poruchou srdečního rytmu u plodu. <sup>(4, 7, 21)</sup>

- **Rizikové faktory matky:** věk matky > 35 let, infekce matky (coxsackie, CMV, herpes simplex, rubeola, toxoplasmóza, parvovirus), vrozená srdeční (a jiná) vada, metabolické onemocnění matky (diabetes mellitus, fenylketonurie), alkohol, drogy, ionizující záření, farmaka (cytostatika, kortikosteroidy, antiepileptika) a zvýšené titry mateřských protilátek

- **Rizikové faktory rodiny:** vrozená srdeční (a jiná) vada u předchozího dítěte, otce nebo jiných členů rodiny, spontánní potrat, genetické postižení v rodině – syndrom Noonanové, Downův, Marfanův, Williamsův a další.
- **Rizikové faktory plodu:** nesrdeční vrozená vývojová vada plodu, chromozomální aberace, zvýšená nuchální translucence, pozitivní biochemický screening, ageneze jedné umbilikální artérie, absence nosní kosti.

#### 1.4.2 Všeobecná doporučení

##### *Gestační stáří*

Echokardiografické vyšetření srdce plodu je optimální provádět mezi 18. – 22. týdnem gravidity. <sup>(21)</sup>

Některé srdeční anomálie mohou být odhaleny již koncem prvního a začátkem druhého trimestru a to za pomoci zvýšené nuchální translucence. 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 těhotenství. Po 22. týdnu těhotenství se na srdci plodu dá zobrazit mnoho anatomických detailů, zvláště tehdy, když plod není otočený zády k sondě. <sup>(21)</sup>

I přes zřejmý přínos zobrazení v čtyřdutinové projekci srdeční je nutné se vyvarovat potenciálních nástrah včetně včasné detekce VSV. 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 zřejmé jen u této vyšetřovací roviny. <sup>(21)</sup>

### 1.4.3 Technická hlediska

#### *Sondy*

Vysokofrekvenční sondy zlepšují záchyt diskrétních defektů na úkor snížení hloubky průniku ultrazvukového vlnění. Vždy by se měla používat co nejvyšší pracovní frekvence používané sondy a ověřovat vztah mezi penetrací a rozlišením. Harmonické zobrazení zlepšuje obraz, zvláště u těhotných se silnější stěnou břišní a během třetího trimestru těhotenství. <sup>(21)</sup>

#### *Zobrazovací parametry*

Stupnice šedi (B-mode) je stále základem kvalitního vyšetření fetálního srdce. Ultrazvukový systém je zapotřebí nastavit tak, aby zajišťoval vysoký frame-rate a zvýšený rozlišovací kontrast. Pro kardiologické vyšetření se též používá nízká obrazová perzistence, jedno fokusační ohnisko a relativně úzké obrazové pole. <sup>(21)</sup>

#### *Zoom a cine-loop (interní paměťová smyčka)*

Obraz by měl být zvětšen tak, aby srdce vyplňovalo alespoň třetinu až polovinu ultrazvukového obrazu. Pokud je ultrazvukový přístroj vybaven cine-smyčkou, tak ji můžeme používat k vyloučení defektů mezikomorového septa a k vyšetření funkce chlopní v průběhu srdečního cyklu. <sup>(21)</sup>

### 1.4.4 Základní vyšetření srdce

Základní screeningové vyšetření srdce je založené na zobrazení čtyřdutinové formace srdeční. Tento čtyřdutinový pohled nesmí být redukován jen na pouhé sčítání srdečních oddílů, protože zahrnuje i pečlivé vyšetření specifických znaků a kritérií (viz. Příloha 5). Hlavní prvky základního vyšetření srdce shrnuje Tabulka (viz. Příloha 4). Normální plocha srdce není obvykle větší než jedna třetina plochy hrudníku. Při některých pohledech lze kolem fetálního srdce pozorovat malý hypoechogenní lem, který by neměl být zaměňován za perikardiální výpotek. Takovýto izolovaný nález obvykle představuje jen variantu normy. 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. <sup>(21)</sup>

Mírnou přechodnou bradykardii lze pozorovat u plodu 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 srdečního rytmu a je tak indikací k fetální echokardiografii. Mírnou tachykardií (> 160 úderů za minutu) během pohybů plodu hodnotíme jako fyziologický nález. Naproti tomu perzistující tachykardie musí být vyšetřena a to pro riziko fetální distressu nebo toho, že se jedná o závažnější tachydysrytmii. <sup>(21)</sup>

Srdce je normálně odchýleno o  $45^\circ \pm 20^\circ$  (2 standardní odchylky) na levou stranu plodu (viz. Příloha 6). Pečlivá pozornost musí být věnována směru srdeční osy a kardiálnímu situ, protože mohou být snadno vyšetřeny, dokonce i tehdy, když není uspokojivě zobrazena čtyřdutinová srdeční formace. Na abnormální situs vzniká podezření tehdy, když srdce plodu nebo žaludek nejsou správně zobrazeny na levé straně plodu. Abnormální směr srdeční osy zvyšuje riziko přítomnosti srdeční malformace, zvláště té, která postihuje výtokový trakt. Tento nález může být spojen s chromozomální abnormalitou. Některá srdce jsou abnormálně posunuta z jejich obvyklé polohy v levé přední části hrudníku. Abnormální srdeční poloha může být způsobena diafragmatickou hernií nebo utlačující expanzní lézí, jako například cystickou adenomatoidní malformací. Abnormality polohy srdce mohou být též sekundární při hypoplázii nebo agenezi plic. <sup>(21)</sup>

Obě atria jsou normálně stejně velká a překrytí foramen ovale se otevírá do levé předsíně. Často jsou vidět plicní vény, jak vstupují do levé síně. Jejich průkaz není považován za povinnou součást základního srdečního screeningu. Je třeba 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 zesílené stěny. V rámci přirozené variability se fyziologicky

může vyskytovat mírný nepoměr mezi velikostí srdečních komor. Naopak u závažného nepoměru je nutné odhalit příčinu, například atrézii trikuspidální chlopně nebo syndrom hypoplastického levého srdce a koarktace aorty.<sup>(21)</sup>

K vyloučení defektu mezikomorové přepážky je třeba vyšetřit pečlivě mezikomorové septum. Zjištění defektu stěny srdeční přepážky nebývá snadné, jestliže je úhel insonace ultrazvukové sondy právě souběžný se stěnou komory. Za těchto podmínek může být vysloveno falešné podezření na defekt komorového septa, což je způsobeno akustickým výpadkovým artefaktem. Malé defekty komorového septa (1 – 2 mm) 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.<sup>(21)</sup>

Obě atrioventrikulární chlopně (vpravo trikuspidální a vlevo mitrální) musí být zobrazeny samostatně a musí být zřejmé, že se odděleně otvírají. Septální cíp trikuspidální chlopně inseruje v porovnání s mitrální chlopní na mezikomorové septum blíže k srdečnímu hrotu (tj. normální offsetting). Abnormální uspořádání atrioventrikulárních chlopní vidíme u defektu atrioventrikulárního septa.<sup>(21)</sup>

#### **1.4.5 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 samotná čtyřdutinná projekce. Další pohledy, spolu se základním vyšetřením srdce, pomohou najít konotrunkální anomálie, jako je: Fallotova tetralogie, transpozice velkých arterií, dvojitý výtoková pravá komora a truncus arteriosus.<sup>(21)</sup>

Hodnotícími znaky rozšířeného základního screeningového vyšetření srdce jsou normální velké cévy, přibližně stejné velikosti, křížící se ve svém průběhu a vycházející z odpovídajících srdečních komor. Pokud, při dobré zobrazitelnosti srdce, nelze tyto nálezy prokázat, je to důvodem k provedení podrobného vyšetření srdce – k fetální echokardiografii.<sup>(21)</sup>

Výtokové trakty srdečních komor lékaři obvykle zobrazí vychýlením ultrazvukové sondy směrem k hlavě plodu z pohledu původně na čtyřdutinovou formaci srdeční, kdy je mezikomorové septum tangenciální k vlně šíření ultrazvukového signálu (Příloha 7). Další možnost, jak vyšetřit výtokový trakt, je popsána pro takovou polohu plodu, při níž je interventrikulární septum kolmé k ultrazvukovému svazku. Tento přístup vychází ze čtyřdutinové projekce srdeční, kdy se sondou rotuje tak dlouho, až dojde k zobrazení výtokového traktu levé komory. Jakmile je dosažen tento pohled, sonda se vyklání kraniálně, dokud se nezobrazí i výtokový trakt pravé komory a truncus pulmonalis, který je kolmý na aortu. <sup>(21)</sup>

Yoo *et al.* popsali: „pohled na tři cévy“, zahrnující pohled na plicnici, ascendentní aortu a horní dutou žílu, jakož i jejich relativní velikost a vzájemné vztahy (Příloha 8). Někteří tento pohled využívají také k vyšetření vztahu aorty a trachey plodu. <sup>(21)</sup>

#### **1.4.6 Výtokový trakt pravé komory**

Zobrazením výtokového traktu pravé komory (RVOT) (Příloha 9) se prokazuje odstup velké cévy z morfologicky pravé komory, charakterizované přítomností rozdělujícího snopce. Plicnice normálně vychází z pravé komory a probíhá doleva směrem k nejvíce dorzálně 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 v úhlu 70°. <sup>(21)</sup>

Cípy pulmonální chlopně nesmí být zdeformované a musí se volně pohybovat. Na výtokový trakt pravé komory nasedá plicnice, což se pozná 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. <sup>(21)</sup>

#### **1.4.7 Výtokový trakt levé komory**

Pohledem na výtokový trakt levé komory (LVOT) (Příloha 10) se potvrzuje přítomnost velké cévy vycházející z levé komory. Musí být prokazatelná kontinuita

mezi přední stěnou aorty a komorovým septem. Cípy aortální chlopně nesmí být ztluštělé, musí se volně pohybovat. Jestliže na výtokový trakt levé komory skutečně nasedá aorta, lze 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 součást rozšířeného základního zobrazení srdce. Pohled na výtokový trakt levé komory pomůže identifikovat defekty mezikomorového septa a konotrunkální abnormality, které nejsou vidět, pokud provedeme jen základní vyšetření srdce. <sup>(21)</sup>

#### **1.4.8 Vyšetření velkých tepen: Modifikovaná čtyřdutinová projekce, dlouhá a krátká osa, projekce tří cév**

- Při zvedání základní transverzální roviny řezu kraniálně se objevuje z levé komory odstupující aorta, která směřuje doprava nad pravou síň. Při dalším zvedání transverzální roviny směrem k hlavičce se objevuje plicnice, která aortu kříží. <sup>(3)</sup>
- K absolutní jistotě o správném odstupu velkých tepen ale 1 projekce na tepny nestačí. Musí se proto zobrazit odstup tepen ještě v jiné projekci. Nejlepší projekcí je dlouhá srdeční osa, kdy je vidět rozvinutá levá komora a z ní nahoru odstupující, za hrudní stěnou kraniálně probíhající aortu (zde je nutno vyloučit nasedání aorty nad defekt komorového septa). Při malé rotaci sondy lze pohled na pravou komoru uloženou vpředu blíže k hrudníku a z ní odstupující plicnici, směřující ihned dozadu k páteři. Obě tepny se při sklápění sondy jednoznačně kříží. <sup>(3)</sup>
- Plicnice a aorta jsou zhruba stejného průměru (plicnice může být lehce širší), krevní tok je v nich laminární a prográdní. Obě semilunární chlopně při systole „mizí“ tj. jejich cípy se otevřou až ke stěně tepny. <sup>(3)</sup>
- Aortální oblouk je vytvořen – začíná z tepny uprostřed srdce, je konvexní a odstupují z něho tepny do hlavy a horních končetin. Duktální oblouk (plicnice – tepenná dučej) začíná vpředu a je pozvolný, před vústěním do descendentní aorty jsou patrné 2 cévy nad sebou (větve plicnice a dučej). Někdy může být zobrazení aortálního oblouku složité. <sup>(3)</sup>



Pomůže, když sonografista přeruší soustředění na oblouk aorty a snaží se zobrazit páteř důsledně v sagitální projekci. V tu chvíli se při malém pohybu sondy ze strany na stranu plodu aortální oblouk sám zobrazí. <sup>(3)</sup>

- Při vyšetření v krátké ose srdeční dojde k ověření, že aorta je uprostřed srdce a pravá komora s plicnicí se kolem ní od hrudníku k páteři obtáčí. Prokážeme tím normální odstup velkých tepen a fyziologický tok plicnicí. Zobrazením směrem k srdečnímu hrotu lze potvrdit nálezy oddělených a stejně velikých komor. <sup>(3)</sup>

Princip vyšetření spočívá v odpovědi na základní otázky:

- Je srdce uloženo v levé části hrudníku s hrotem směřujícím doleva?
- Má srdce správně vytvořené, oddělené a funkční 4 srdeční oddíly?
- Jsou atrioventrikulární chlopně od sebe oddělené a nejedná se o chlopně společnou?
- Odstupuje aorta z levé komory, má prográdní tok a není pod aortou velký komorový defekt?
- Odstupuje plicnice z pravé komory, kříží aortu a je v ní prográdní tok?
- Je vytvořen aortální oblouk s prográdním tokem?
- Je frekvence srdce v rozmezí 100 -180 tepů za minutu?

Jsou-li tyto otázky zodpovězeny, získáme velikou jistotu v tom, že nedošlo k přehlednutí žádné závažné srdeční vady. Malé komorové defekty a lehké stenózy plicnice nebo i aorty nejsou jednoduše odhalitelné a pro další prognózu dítěte nemusí mít zásadní význam. Vzácné diagnózy typu anomálního návratu plicních žil nebo cévního prstence jsou obtížně odhalitelné a málo časté. <sup>(3)</sup>

Screeningové vyšetření neslouží ke stanovení přesné diagnózy srdeční vady. Důležité je, aby sonografista poznal, zda je srdce buď normální, nebo že „není něco v pořádku“. Při správně provedeném vyšetření je velká šance na to, aby záchytnost srdečních vad v České republice měla i nadále stoupající tendenci. <sup>(3)</sup>

## 1.5 Virtuální pitva potraceného plodu

Virtuální pitva je metoda vyšetření mrtvého lidského těla, která je prováděná pomocí moderních zobrazovacích metod – magnetickou rezonancí (submilimetrovým izotropním zobrazením T1 váženými sekvencemi gradientního echa a T2 váženou sekvencí rychlého spinového echa nebo T\*2 sekvencí gradientního echa) a výpočetní tomografií (za použití submilimetrového izotropního zobrazení duální energií záření), aniž by byla narušena integrita mrtvého těla. Virtuální zobrazení mrtvého těla se objevuje v literatuře od osmdesátých let 20. století, nicméně teprve na začátku 21. století se docílilo zobrazení celého těla v dostačujícím rozlišení pro posouzení stavů jednotlivých orgánů. Využití virtuální pitvy se používá zejména ve forenzní patologii pro stanovení příčiny násilné smrti, kdy se využívá především výpočetní tomografie.

(11, 31)

Pitva potraceného plodu patří mezi standardní postupy objasnění přítomnosti, původu a závažnosti vrozených vývojových vad nebo patologických stavů, které vedou buď k indikaci indukovaného potratu, nebo jsou příčinou spontánního potratu. Vzhledem k tomu, že velikost plodu je často velmi malá (určená gestačním stářím) a rozměry jednotlivých orgánů v řádech milimetrů, je při pitvě potraceného plodu velmi důležité zvolit správný postup pitvy jednotlivých orgánů tak, aby byly jejich struktury, co nejméně poškozeny. Možnosti vyšetření jednotlivých orgánů jsou dány také různým stupněm autolýzy tkání. Virtuální pitva jako předstupeň vlastní anatomické pitvy je zaměřena především na lokalizaci jednotlivých orgánů, posouzení jejich velikosti a základní struktury. Podle publikovaných výsledků o provedení virtuální pitvy potraceného plodu pomocí výpočetní tomografie s duální energií záření lze zhodnotit přínos této metody k posouzení jednotlivých patologických nálezů.<sup>(11, 31)</sup>

Kombinací zobrazení multidetektorovou výpočetní tomografií a magnetickou rezonancí je možno s dostatečnou spolehlivostí zobrazit závažné malformace pohybového aparátu, centrálního nervového systému a defekty břišní stěny. Virtuální pitva umožňuje optimalizovat postup patologicko-anatomické pitvy tak, aby byla provedena s co nejmenším poškozením tkání.<sup>(11, 31)</sup>

## **2. CÍL PRÁCE**

### ***2.1 Cíl práce***

Cílem práce je vyzvednout práci radiologického asistenta popsáním jeho činností při použití různých modalit a možností v diagnostice vrozených srdečních vad prenatálně i perinatálně.

### ***2.2 Hypotéza***

H1: Aktivita radiologického asistenta je v diagnostice vrozených srdečních vad v prenatálním období dítěte omezena, přesto se vlivem rozvoje nových diagnostických modalit, zvláště vyšetření pomocí jevu magnetické rezonance, stále rozvíjí. Nejvyšší aktivity dosahuje po narození dítěte.

### 3. ZKOUMANÝ SOUBOR A METODIKA

V této bakalářské práci byla použita kvantitativní metoda výzkumu. Data ke studii byla poskytnuta s laskavostí vedení Kliniky zobrazovacích metod 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Motol, Dětského kardiocentra Fakultní nemocnice Motol a Centra lékařské genetiky s.r.o. - specializované pracoviště prenatální diagnostiky České Budějovice.

Prenatální ultrasonografické vyšetření bylo v roce 2010 provedeno v Dětském kardiocentru Fakultní nemocnice v Motole u 551 plodů. Pro podezření na vrozenou srdeční vadu plodu bylo k vyšetření indikováno 144 těhotných žen. Podle dostupných údajů bylo zjištěno, že ve Fakultní nemocnici v Motole (na Dětském kardiocentru) používají 7 echokardiografických přístrojů, firemní označení přístrojů je interní záležitostí. Vyšetření probíhala v průměru mezi 20. a 21. týdnem těhotenství. Každý plod byl zachycen a obrazově zdokumentován. Srdce ve čtyřdutinové projekci, v dlouhé a krátké srdeční ose.

V průběhu roku 2010 bylo magnetickou rezonancí na Klinice zobrazovacích metod 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Motol vyšetřeno 59 plodů. Těhotné ženy byly vyšetřeny na přístroji Gyroscan Intera 1,5 T (Philips). Byly použity sekvence sB-TFE, SSh-T2/TSE, T2-FLAIR, SSh-FFE-BONE, sDW-SSh, T1-TFE a T1-FFE ve 3 základních rovinách (sagitální, koronární, transverzální). Sekvence byly zaměřeny na plod, placenta byla zachycena jen okrajově.

V Centru lékařské genetiky s.r.o. - specializovaném pracovišti prenatální diagnostiky České Budějovice – je prenatální echokardiografické vyšetření prováděno rutinně u těhotných žen ve 20. týdnu těhotenství. V roce 2010 provedli přes 6500 prenatálních echokardiografických vyšetření, z tohoto počtu pocházelo 85 % vyšetřených z jižních Čech a zbývajících 15 % z ostatních krajů ČR. K vyšetření byly použity ultrazvukové přístroje ACUSON S2000 (Siemens) a dvakrát ANTARES (Siemens).

## 4. VÝSLEDKY

### *Magnetická rezonance - Klinika zobrazovacích metod 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Motol*

Na Klinice zobrazovacích metod 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Motol byly v roce 2010 magnetickou rezonancí vyšetřeny plody u 59 těhotných žen narozených v letech 1965 – 1993. Gestační věk plodů se pohyboval mezi 20. až 38. týdnem gravidity. Byly zachyceny 3 nejčastěji se objevující vrozené vady: v 7 případech (12 %) byla objevena ageneze corpus callosum (parciální či kompletní), ventrikulomegalie (jednostranná či oboustranná) v 6 případech (10 %) v 7 případech (12 %) kongenitální cystická adenomatoidní malformace plic. U žádné z vyšetřených matek nebylo zjištěno postižení placenty ani patologické změny srdce plodu (viz. graf č. 1).

### *Fetální echokardiografie - Dětské kardiocentrum Fakultní nemocnice v Motole*

V Dětském kardiocentru Fakultní nemocnice v Motole bylo v průběhu roku 2010 prenatalně ultrasonograficky vyšetřeno 551 plodů. U 61 žen ze 144 indikovaných pro podezření na vrozenou srdeční vadu plodu, byly vybrané srdeční malformace plodu prokázány (viz. graf č. 2). Nejčastěji diagnostikovanou vrozenou srdeční vadou byl defekt komorového septa (36, tj. 43 %).

K vyšetření byly nejčastěji odesílány matky z území hlavního města Prahy (13, tj. 21 %), dále matky z kraje Středočeského (11 tj. 18 %) a Jihočeského (10, tj. 16 %). Nejmenší počet vyšetření byl proveden u matek z Ústeckého (1, tj. 2 %), Zlínského (1, tj. 2 %) a Karlovarského kraje (1, tj. 2 %) (viz. graf č. 5). Nejčastěji byly postiženy plody matek ve věku 32 let (7, tj. 11 %) (viz. graf č. 4). 28 matek (tj. 46 %) se rozhodlo dítěte porodit a 14 (tj. 23 %) jich podstoupilo interrupci (viz. graf č. 3).

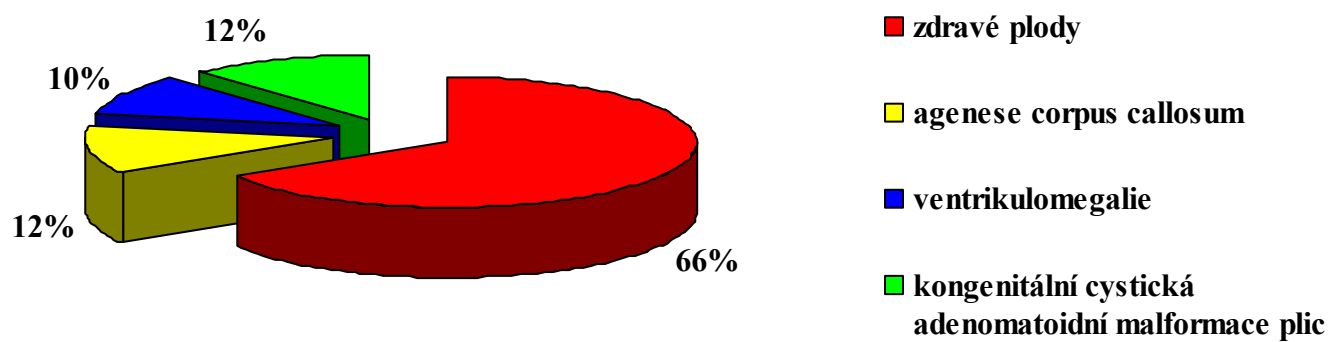
***Fetální echokardiografie - Centrum lékařské genetiky s.r.o. - specializované pracoviště prenatalní diagnostiky České Budějovice***

Centrum lékařské genetiky s.r.o. - specializované pracoviště prenatalní diagnostiky České Budějovice – zachytilo v roce 2010 ultrasonograficky celkem 31 vrozených srdečních vad mezi více než 6500 vyšetřeními těhotných žen. Nejčastěji zachytili defekty komorového septa (6x, tj. 21 %), komorové defekty (6x, tj. 21 %) a AV kanály (5x, tj. 17 %) (viz. graf č. 6) Vyšetření proběhla nejčastěji ve 20. týdnu gravidity. 23 matek (tj. 75 %) se rozhodlo pro interrupci, u 6 matek (tj. 19 %) gravidita pokračuje a pouze ve 2 případech (tj. 6 %) matky porodily (viz. graf č.7).

V Nemocnici České Budějovice, a.s., nebylo v průběhu roku 2010 na radiologickém oddělení provedeno žádné vyšetření plodu magnetickou rezonancí. Rovněž na Gynekologicko-porodnickém oddělení této nemocnice nebylo prováděno screeningové prenatalní vyšetření plodů. Z tohoto důvodu Gynekologicko-porodnické oddělení nevede žádný registr prenatalní diagnostiky. Těhotné ženy jsou odesílány přímo do Centra lékařské genetiky s.r.o. v Českých Budějovicích.

**Klinika zobrazovacích metod 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a  
Fakultní nemocnice Motol**

**Graf č. 1: Prenatální diagnostika magnetickou rezonancí za rok 2010**



## Dětské kardiocentrum Fakultní nemocnice v Motole

*Tabulka vyšetřených pacientek za rok 2010, u kterých byly prenatalně zachyceny  
vybrané vrozené srdeční vady plodu*

Č.	Věk	Region	Gravidita	Srdeční patologie		
1.	32 let	Praha	22. týden	IAA		
2.	38 let	Jihomoravský kraj	33. týden	DORV	COA	VSD
3.	27 let	Moravskoslezský kraj	31. týden	VSD		
4.	38 let	Praha	20. týden	IAA		
5.	35 let	Kraj Vysočina	37. týden	COA		
6.	29 let	Liberecký kraj	28. týden	VSD		
7.	27 let	Kraj Vysočina	33. týden	LSVC/CS		
8.	38 let	Kraj Vysočina	22. týden	LSVC/CS		
9.	28 let	Středočeský kraj	31. týden	DORV	VSD	
10.	31 let	Jihomoravský kraj	31. týden	VSD		
11.	33 let	Praha	19. týden	LSVC/CS	DXC	
12.	20 let	Jihočeský kraj	23. týden	COA	VSD	
13.	32 let	Jihočeský kraj	22. týden	COA	VSD	
14.	30 let	Středočeský kraj	24. týden	VSD		
15.	35 let	Praha	18. týden	VSD		
16.	49 let	Ústecký kraj	20. týden	VSD		
17.	28 let	Jihočeský kraj	21. týden	DORV		
18.	30 let	Královéhradecký kraj	17. týden	COA		
19.	28 let	Praha	30. týden	VSD		
20.	23 let	Kraj Vysočina	21. týden	LSVC/CS		
21.	34 let	Slovensko	39. týden	DORV		
22.	34 let	Praha	24. týden	VSD		
23.	29 let	Jihočeský kraj	24. týden	VSD		
24.	32 let	Jihomoravský kraj	34. týden	VSD		
25.	29 let	Praha	21. týden	DORV	LSVC/CS	
26.	29 let	Plzeňský kraj	20. týden	DORV	VSD	
27.	31 let	Královéhradecký kraj	32. týden	VSD		
28.	34 let	Středočeský kraj	21. týden	VSD	COA	
29.	32 let	Praha	21. týden	DORV	LSVC/CS	
30.	29 let	Kraj Vysočina	23. týden	VSD		
31.	36 let	Jihočeský kraj	18. týden	VSD		
32.	28 let	Kraj Vysočina	22. týden	DXC		
33.	24 let	Středočeský kraj	24. týden	VSD		

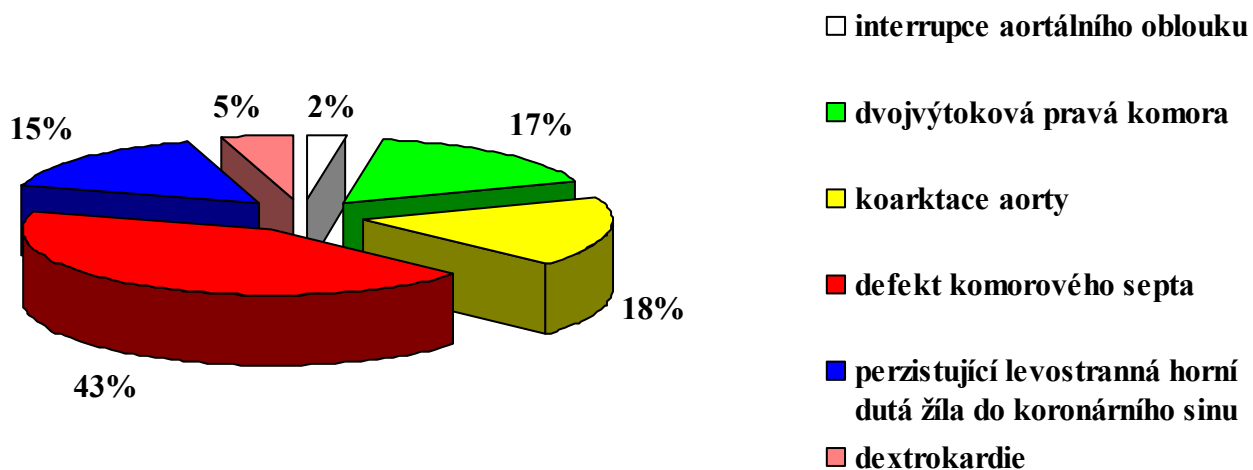


34.	31 let	Středočeský kraj	12. týden	VSD		
35.	29 let	Liberecký kraj	23. týden	DORV		
36.	40 let	Královéhradecký kraj	20. týden	VSD	COA	
37.	42 let	Olomoucký kraj	33. týden	VSD		
38.	39 let	Praha	15. týden	LSVC/CS		
39.	Neznámý věk	Olomoucký kraj	14. týden	VSD		
40.	20 let	Jihočeský kraj	24. týden	VSD	LSVC/CS	
41.	32 let	Praha	21. týden	VSD	DXC	LSVC/CS
42.	33 let	Moravskoslezský kraj	22. týden	VSD		
43.	39 let	Karlovarský kraj	24. týden	VSD		
44.	30 let	Moravskoslezský kraj	24. týden	DORV	VSD	
45.	32 let	Praha	14. týden	DORV	VSD	
46.	31 let	Středočeský kraj	20. týden	VSD		
47.	31 let	Středočeský kraj	31. týden	VSD		
48.	37 let	Praha	19. týden	COA		
49.	33 let	Jihočeský kraj	15. týden	DORV	DXC	
50.	37 let	Jihočeský kraj	20. týden	DORV	COA	
51.	34 let	Středočeský kraj	20. týden	VSD		
52.	37 let	Jihočeský kraj	30. týden	LSVC/CS		
53.	32 let	Jihočeský kraj	20. týden	DORV		
54.	33 let	Jihomoravský kraj	31. týden	LSVC/CS		
55.	35 let	Moravskoslezský kraj	34. týden	COA	VSD	LSVC/CS
56.	35 let	Zlínský kraj	23. týden	COA	LSVC/CS	
57.	36 let	Středočeský kraj	21. týden	DORV	COA	VSD
58.	37 let	Plzeňský kraj	36. týden	VSD		
59.	35 let	Praha	20. týden	COA		
60.	37 let	Středočeský kraj	21. týden	COA		
61.	33 let	Středočeský kraj	21. týden	COA		

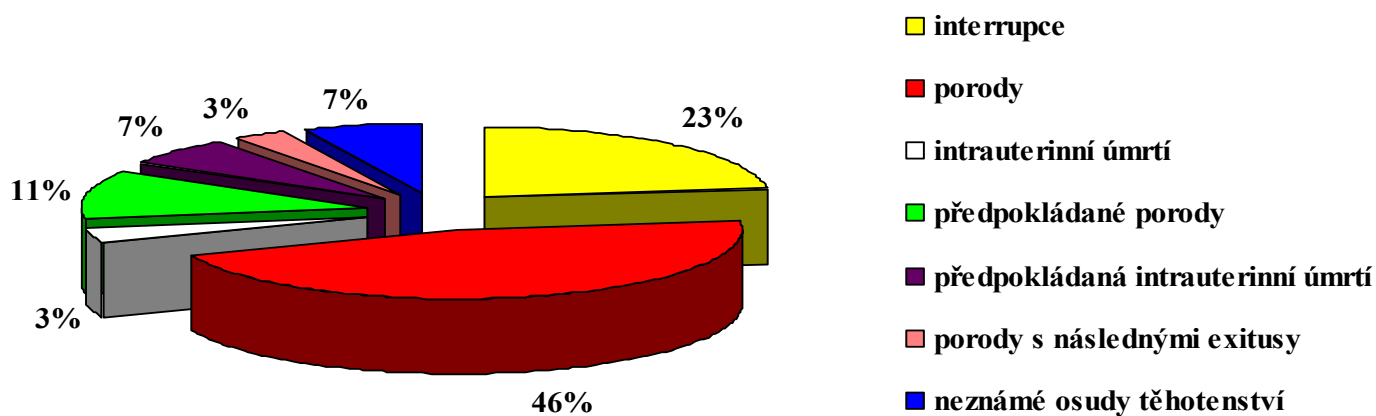
*\*Vysvětlivky k výše uvedené tabulce*

*(IAA – interrupce aortálního oblouku, DORV – dvojitá pravá komora, COA – koarktace aorty, VSD – defekt komorového septa LSVC/CS - perzistující levostranná horní dutá žíla do koronárního sinu, DXC – dextrokardie)*

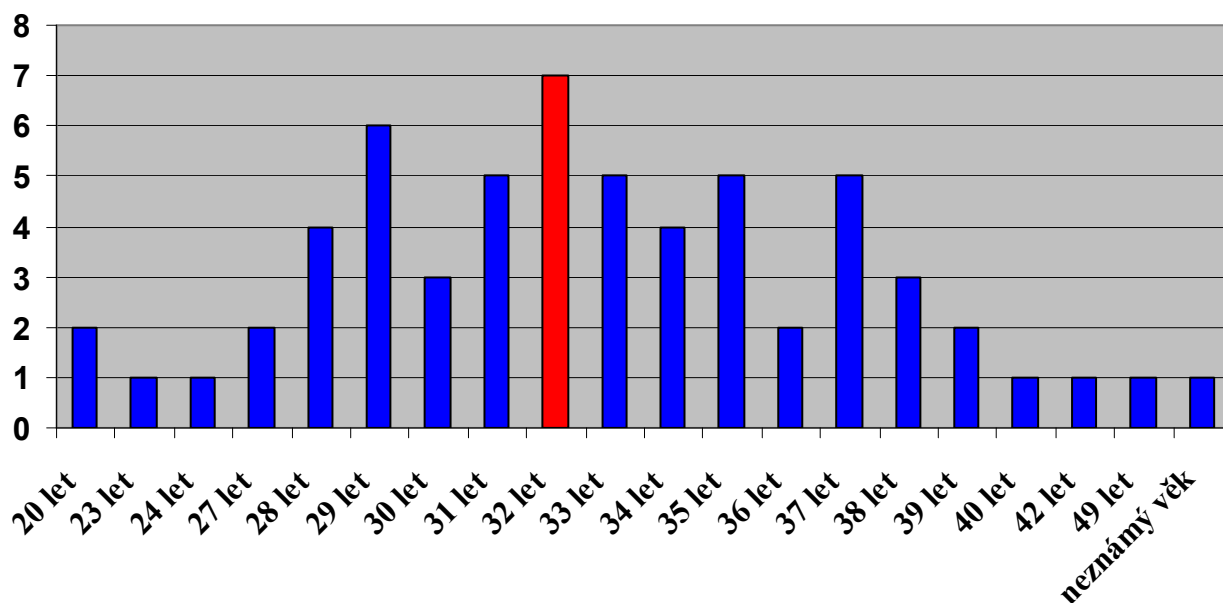
**Graf č. 2: Vybrané vrozené srdeční vady zachycené fetální echokardiografií**



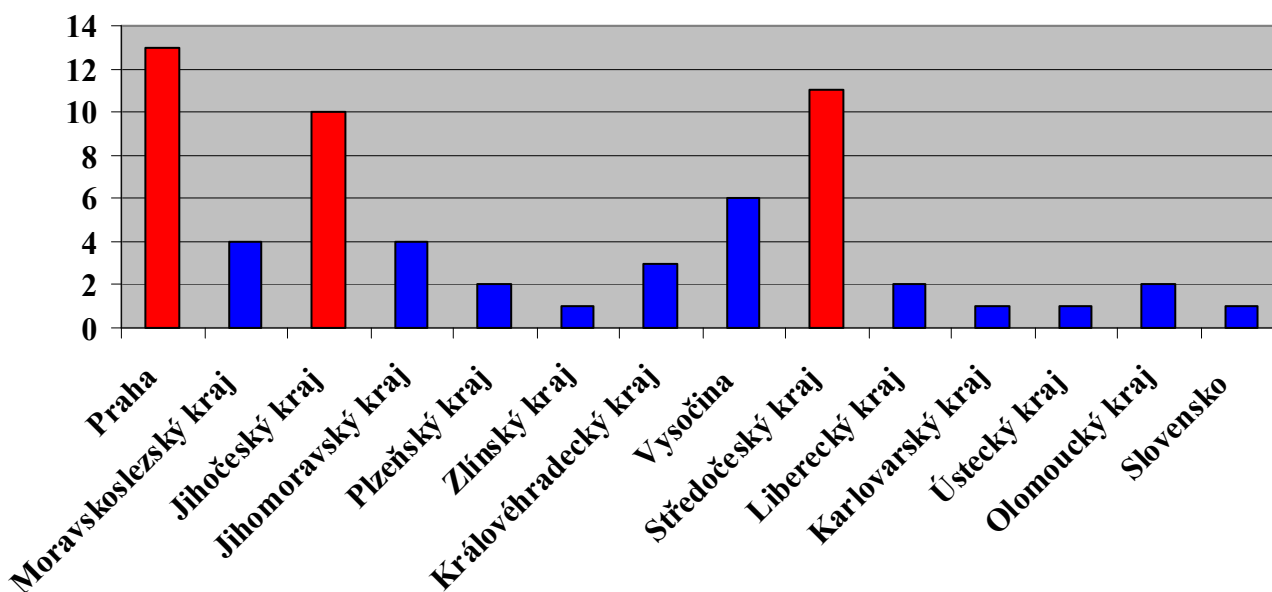
**Graf č. 3: Osudy těhotenství u vyšetřených matek s postižením plodů vybranými vrozenými srdečními vadami**



**Graf č. 4: Věk pacientek, u kterých byla fetální echokardiografií zachycena vrožená srdeční vada plodu**



**Graf č. 5: Přehled krajů, ze kterých byly těhotné ženy odesílány k prenatalnímu vyšetření**



**Centrum lékařské genetiky s.r.o. - specializované pracoviště prenatalní  
diagnostiky České Budějovice**

*Soubor vyšetřených pacientek za rok 2010, u kterých byly prenatalně zachyceny  
vrozené srdeční vady plodu*

<b>VSV</b>	<b>Gravidita</b>	<b>Osudy těhotenství</b>
1. HLHS, atrezie aorty	19. týden	interrupce
2. HLHS, AS	15. týden	interrupce
3. HLHS, DXC, VSD, atrezie plicnice, aorta vystupuje z pravé komory	13. týden	interrupce
4. AV kanál	12. týden	interrupce
5. AV kanál	13. týden	interrupce
6. AV kanál	20. týden	interrupce
7. AV kanál	13. týden	interrupce
8. AV kanál	11. týden	interrupce
9. VSD	17. týden	interrupce
10. Dvojitá pravá komora s transpozicí velkých tepen, koarktace aorty	20. týden	interrupce
11. Dvojitá pravá komora transpozice velkých tepen, VSD	20. týden	gravidita pokračuje, porod ve FN Motol
12. Transpozice velkých cév, těžká stenóza plicnice, komorový defekt	20. týden	interrupce
13. Korigovaná transpozice velkých cév, VSD, malá pravá komora	17. týden	interrupce

<b>14.</b> Fallotova tetralogie s významnou stenózou plicnice	20. týden	interrupce
<b>15.</b> Aortální stenóza, dysplazie aortální chlopně, hypoplazie aortálního oblouku, komorový defekt	20. týden	interrupce
<b>16.</b> Středně těžká aortální stenóza s následnou poststenotickou dilatací	21. týden	gravidita ukončena předčasným porodem, překlad do FN Motol
<b>17.</b> Atrézie plicnice, asymetrie čtyřdutinové projekce	15. týden	interrupce
<b>18.</b> Společný arteriální truncus	13. týden	interrupce
<b>19.</b> Truncus communis	16. týden	interrupce
<b>20.</b> Perzistující levostranná horní dutá žíla	21. týden	gravidita pokračuje
<b>21.</b> Perzistující levostranná horní dutá žíla, reverzní ductus venosus	20. týden	interrupce
<b>22.</b> Komorový defekt s nasedající aortou	20. týden	interrupce
<b>23.</b> Komorový defekt s nasedající aortou	15. týden	interrupce
<b>24.</b> Komorový defekt, anomálie levé srdeční komory po myokarditidě	20. týden	gravidita pokračuje
<b>25.</b> Komorový defekt o velikosti 4 mm	20. týden	potvrzeno pediatrem po narození dítěte
<b>26.</b> Komorový defekt	19. týden	interrupce
<b>27.</b> Komorový defekt	15. týden	interrupce
<b>28.</b> Širší kmen plicnice, atypický průběh dučeje	20. týden	gravidita pokračuje

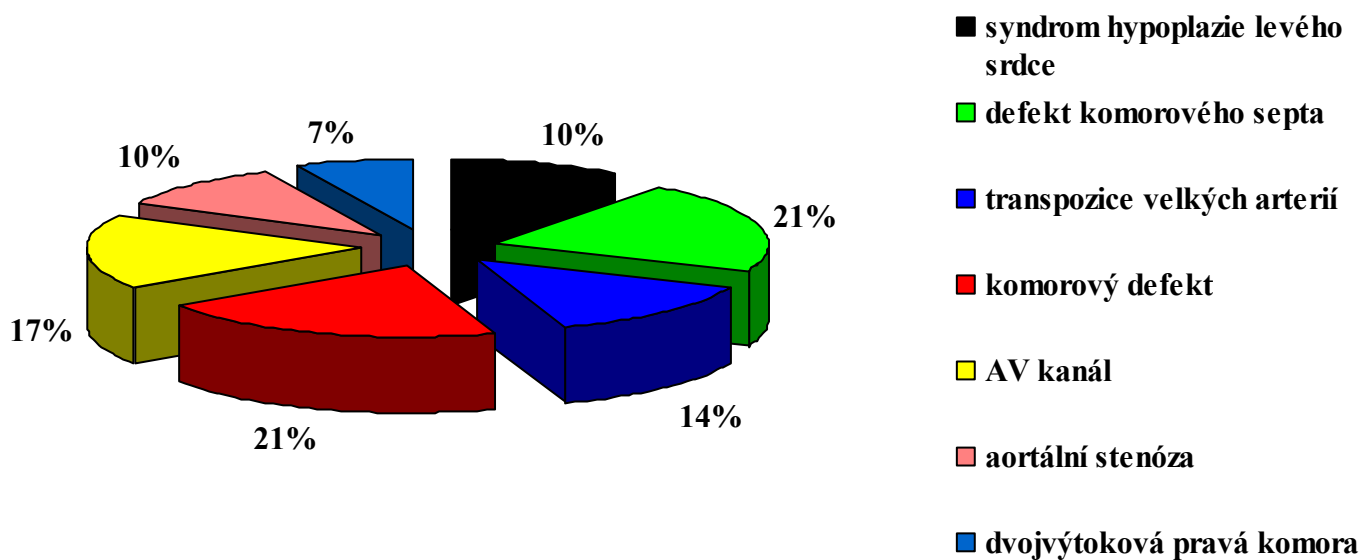
29. Disproporce v šíři velkých tepen bez vývoje do koarktace	20. týden	gravidita pokračuje
30. VSD o velikosti 2,5 mm	19. týden	interrupce
31. VSD, užší aortální oblouk	20. týden	gravidita pokračuje

---

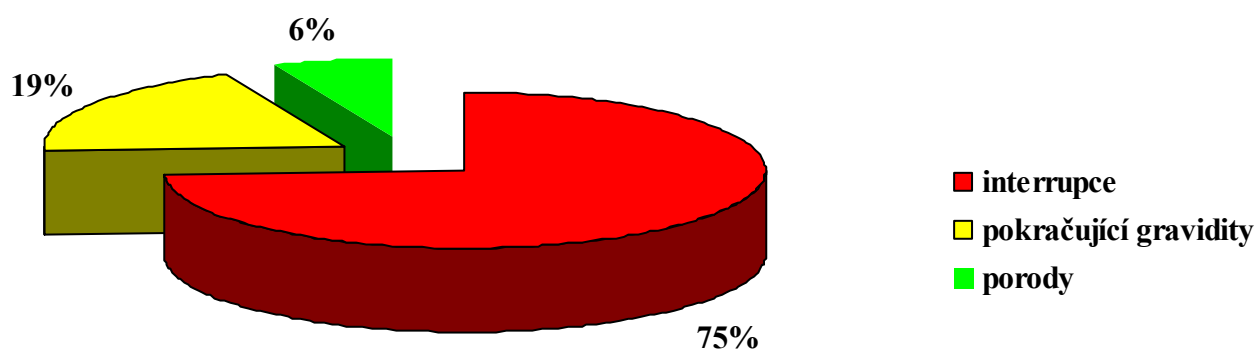
*\*Vysvětlivky k výše uvedené tabulce*

*(HLHS – syndrom hypoplazie levého srdce, DXC – dextrokardie, AS – aortální stenóza, VSD – defekt komorového septa)*

**Graf č. 6: Vybrané vrozené srdeční vady zachycené fetální echokardiografií**



**Graf č. 7: Osudy těhotenství u vyšetřených matek s postižením plodů vrozenými srdečními vadami**



## 5. DISKUSE

Studie vychází z počtu vyšetřených plodů a novorozenců diagnostickými zobrazovacími metodami ve dvou centrech - ve FN v Motole a v Centru lékařské genetiky s.r.o., specializovaném pracovišti prenatalní diagnostiky České Budějovice - v průběhu jednoho roku. Porovnává počty výkonů prováděných radiologickými asistenty, gynekology a kardiology při vysoce specifikovaných diagnostických postupech na dvou rozdílných pracovištích - na vrcholovém pracovišti zajišťujícím superkonsiliární službu podstatné části České republiky a na krajském pracovišti, soustřeďujícím těhotné ženy z gynekologických ordinací konkrétního území.

V Dětském kardiocentru v Motole bylo v roce 2010 fetální echokardiografií vyšetřeno 551 plodů. Na podezření s VSV bylo k vyšetření indikováno 144 těhotných žen. Defekt komorového septa byl zachycen v 36 případech. V Centru lékařské genetiky s.r.o v Českých Budějovicích bylo v témže roce vyšetřeno více než 6500 těhotných žen, defekt komorového septa byl objeven pouze u 6 případů. V porovnání s celou Českou republikou, včetně výše uvedených center, bylo za posledních deset let, podle Národního registru vrozených vad – ÚZIS zachyceno v průměru 60 defektů komorového septa ročně. V českobudějovické nemocnici prenatalní diagnostiku zobrazovacími metodami neprovádějí, neboť ve městě je špičkové centrum lékařské genetiky, a tak jsou pacientky, s podezřením na vrozené vady plodu, odesílány primárními gynekology přímo tam.

Zaměříme-li se na osudy těhotenství, lze jako příklad uvést, že ve Fakultní nemocnici v Motole zjistili 36 defektů komorového septa plodu. Z toho počtu se 24 matek rozhodlo dítě porodit, 8 matek podstoupilo interrupci, 1x došlo k intrauterinnímu úmrtí a osud 3 plodů s defektem komorového septa je neznámý. V genetickém centru v Českých Budějovicích zachytili 6 defektů komorového septa plodu. Z tohoto počtu 1 žena porodila, 1 těhotenství stále pokračuje a 4 matky se rozhodly pro interrupci. Interrupce v České republice je legální až do 12 týdne těhotenství, s lékařským doporučením až do 24 týdne těhotenství.



Zdravotnictví je charakteristické vysokým podílem práce zdravotnického personálu. Obecným trendem je nahrazování drahé práce lékaře zdravotnickým personálem, což by výrazně mohlo zvyšovat význam práce radiologického asistenta. V současné době je v České republice situace bohužel taková, že radiologičtí asistenti prenatální diagnostiku pomocí ultrazvuku sami neprovádějí, což já osobně považuji za velký nedostatek v kompetenci radiologických asistentů. Domnívám se, že jejich současná kvalifikace v oblasti zobrazovacích metod je na vysoké úrovni. Podle MUDr. Martin Kynčla z Kliniky zobrazovacích metod 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, jsou radiologičtí asistenti nepostradatelní, především v prenatální diagnostice magnetickou rezonancí.

## 6. Závěr

Prenatální diagnostika je zajímavé, ale někdy i citlivé téma, především pro těhotné ženy, které často mají obavy ze špatných výsledků vyšetření. Těhotná žena by měla využít všechna dostupná vyšetření prenatální diagnostiky, která pomáhají odhalit přítomnost vrozených vad plodu. Vyšetření poskytují co nejpřesnější informace rodině, nezbytné pro rozhodnutí o dalším osudu jejich potomka. Je důležité dodat, že dosud neexistuje žádná metoda, která by 100 % vyloučila všechny vrozené vývojové vady.

Česká republika patří k zemím s nejvyšší prenatální detekcí VSV v Evropě. Prenatální detekce všech VSV se zvýšila o 36 % od roku 1986, kdy bylo v celé republice zavedeno celoplošně screeningové ultrazvukové vyšetření plodu ve 2. trimestru těhotenství. Prenatální detekce kritických VSV se v České republice v posledních 10 letech pohybuje od 70 % do 83 %. Podobně vysoká prenatální detekce závažných VSV je v oblasti Paříže (80 %) a v Londýně (60 %). Přímá léčebná intervence u plodu s VSV je prenatálně prováděná pouze v několika centrech na světě a zůstává stále otázkou k diskusi. Jednak připadá v úvahu pouze u velmi malého spektra prenatálně diagnostikovaných VSV a jednak rizikový zákrok ohrožuje kromě plodu i matku. <sup>(18)</sup>

Na rozdíl od prenatální diagnostiky, kdy je podíl radiologického asistenta velice významný, zvláště v oblasti diagnostiky MR, významně stoupá jeho podíl v diagnostice abnormálních stavů v novorozeneckém období. Tam je jeho účast nepřehlédnutelná v celé šíři diagnostických zobrazovacích metod – skiografie, MR i invazivní diagnostické metody včetně srdeční katetrizace a angiografií u novorozenců s VSV jsou rutinními výkony již po celá desetiletí. Rovněž intervenční výkony – například u aortální stenózy – patří k život zachraňujícím urgentním výkonům novorozeneckého období.

Cílem bakalářské práce bylo shrnout současný stav, možnosti prenatální diagnostiky zobrazovacími metodami a zjistit, zda se radiologičtí asistenti mohou prenatálně i perinatálně podílet na diagnostice VSV. Cíl práce byl naplněn v konkrétním pohledu na osud ohrožených plodů českobudějovického regionu v kontextu s péčí

v rámci možností v České republice. Stanovená hypotéza se potvrdila. Vycházela z předpokladu, že aktivita radiologického asistenta je v diagnostice vrozených srdečních vad v prenatálním období dítěte omezena, přesto se vlivem rozvoje diagnostických modalit stále rozvíjí. Největší aktivity však dosahuje až po narození dítěte.

Výhledově bych navrhoval trvale zvyšovat podvědomí veřejnosti o charakteristice oboru a náplni práce radiologického asistenta (nešťastný je i název „asistent“). Je nutné posilovat prestiž tohoto povolání, jako plnohodnotné vysokoškolské zdravotnické profese. Bylo by dobré, kdyby se této problematice někdy do budoucna Ministerstvo zdravotnictví ČR více věnovalo.

Z této práce a výzkumného šetření mohou čerpat jednak kardiologové, gynekologové, porodníci, ale i radiologičtí pracovníci.

## 7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- 1) CALDA, P. *Etické problémy prenatalní diagnostiky a terapie na počátku 3. tisíciletí*. Interní medicína pro praxi, 2003, č. 3, s. 6-10. ISSN 1803-5256.
- 2) CALDA, P. *Prenatální diagnostika v roce nula*. Lékařské listy (příloha Zdravotnických novin), [on-line]. [cit. 2000-2-25]. Dostupné z: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:36sG6zdhDKkJ:www.zdn.cz/news/checksub%3Fid%3D124435+Prenat%C3%A1ln%C3%AD+diagnostika+v+roce+nula&cd=1&hl=cs&ct=clnk&gl=cz&source=www.google.cz>.
- 3) CALDA, P.; BŘEŠŤÁK, M.; FISCHEROVÁ, D. a kol. *Ultrazvuková diagnostika v těhotenství a gynekologii*. Aprofema, 2010, s. 500. ISBN 978-80-903706-2-3.
- 4) CALDA, P. A KOLEKTIV. *Ultrazvuková diagnostika v těhotenství – Pro praxi*. Aprofema, 2007. s. 268. ISBN 978-80-903706-1-6.
- 5) CALDA, P. *Ultrazvukový screening v I. trimestru* [on-line]. [cit. 2005-8-26]. Dostupné z: <http://www.zdn.cz/denni-zpravy/profesni-aktuality/ultrazvukovy-screening-v-i-trimestru-168198/>.
- 6) CALDA, P. *Ultrazvukové vyšetření v graviditě*. Medicína pro praxi, 2005, č. 3, s. 117–119. ISSN 1803-5310.
- 7) COPEL, J.A.; BENDIT, R.M. *Fetální echokardiografie v systému prenatalní péče: kdy a jak*. Gynekologie po promoci, 2003, roč. 3, č. 6, s. 7-14. ISSN 1213-2578.
- 8) ČECH, E. et al. *Porodnictví 2., přepracované vydání*, Grada Publishing, 2006, s. 546. ISBN 80-247-1313-9.
- 9) ČUTKA, K.; ČUTKA, D.; ŠUSTROVÁ, M. *Amniocentéza – bezpečná metoda prenatalní diagnostiky*. Praktická gynekologie, 2007, č. 1, s. 23-25. ISSN 1801-8750.
- 10) DVOŘÁKOVÁ, J. Diplomová práce: *Intenzita UZ vyšetření v průběhu gravidity v posledních 3 letech*. Univerzita Pardubice, Fakulta zdravotních studií, 2010, s. 80.
- 11) FERDA, J.; HADRAVSKÁ, Š. *Virtuální pitva potraceného plodu*. Česká radiologie, 2009, roč. 63, č. 3, s. 251-258. ISSN 1210-7883.

- 12) FRISOVÁ, V. *Klinické využití a význam magnetické rezonance v prenatalní diagnostice*. Gynekolog, 2010, roč. 19, č. 3 [on-line].  
Dostupné z: <http://www.gyne.cz/clanky/2010/310cl3.htm>.
- 13) HÁJEK, Z.; KULOVANÝ, E.; MACEK, M. *Základy prenatalní diagnostiky*. GRADA publishing, 2000, s. 423. ISBN 80-7169-391-X.
- 14) HODÍK, K.; ELIÁŠ, P.; ŽIŽKA, J. *Neinvazivní zobrazovací metody v těhotenství (RTG, UZ, CT, MRI. Moderní gynekologie a porodnictví, 2000, vol. 9, č. 3, supplementum. ISSN 1211-1058. [on-line]. Dostupné z: <http://sfm.gynpor.cz/hodik.htm>*.
- 15) HORÁK, D. Disertační práce: *Prenatální diagnostika vrozených vývojových vad centrálního nervového systému plodu magnetickou rezonancí*. Masarykova univerzita Brno, 2006, s. 47.
- 16) HUNTER, S. et al. *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. ISSN: 1355-603.
- 17) JEDELSKÁ, M. *Vrozené srdeční vady v pediatrii*. Sestra, 2010, č. 5, str. 32-33. ISSN 1210-0404.
- 18) JIČÍNSKÁ, H. *Prenatální kardiologie v České republice*. Česko-slovenská pediatrie, 2010, roč. 65, č. 11, s. 623-625. ISSN 1803-6597.
- 19) KOŠVANCOVÁ, R. *Ultrazvukové vyšetření v prenatalní péči*. [on-line] [cit. 2010-4-28]. Dostupné z: [http://www.nemocnicekolin.cz/data/usr\\_001\\_pdf/1-2010.pdf](http://www.nemocnicekolin.cz/data/usr_001_pdf/1-2010.pdf).
- 20) KUČEROVÁ, I. *Prenatální diagnostika v I. trimestru těhotenství*. Postgraduální medicína, 2005, č. 2, s. 155-160. ISSN 1212-4184.
- 21) LEE, W. et al. *Cardiac screening examination of the fetus: guidelines for performing the 'basic' and 'extended basic' cardiac scan*. Ultrasound in Obstetrics & Gynecology, 2006, volume 27, issue 1, pages 107-113, online ISSN: 1469-0705.
- 22) Lékař: V ČR se rodí asi 550 dětí s vrozenou srdeční vadou ročně [on-line]. [cit. 2010-2-2]. Dostupné z: <http://www.monitoruji.cz/bulvar/160867/lekar-v-cr-se-rodí-asi-550-deti-s-vrozenou-srdecni-vadou-rocne>.

- 23) LUBUŠKÝ, M.; MACHAČ, Š. *Prenatální dopplerometrie*. Lékařské listy (příloha Zdravotnických novin), 2003, 41, s. 11-13. ISSN 0044-1996.
- 24) NERUDA, M. *Využití 3D UZ diagnostiky v gynekologii a porodnictví*. Moderní babičství, 2005, roč. 3, č. 6, s. 24–28. ISSN 1214-5572.
- 25) PAUL, J-F.; ROHNEAN, A.; SIGAL-CINQUALBRE, A. *Multidetector CT for congenital heart patients: what a paediatric radiologist should know*. Pediatric Radiology, 2010, Volume 40, Number 6, 869-875. ISSN 0301-0449.
- 26) POLÁK, P.; SKŘIVÁNEK, A.; HUSPENINOVÁ, S. *Význam ultrazvukového 3D-vyšetření pro diagnostiku vrozených vad plodu*. [on-line]. [cit. 2007-5-5]. Dostupné z: [http://www.praktickagynekologie.cz/pdf/pg\\_07\\_05\\_05.pdf](http://www.praktickagynekologie.cz/pdf/pg_07_05_05.pdf).
- 27) ROZTOČIL, A. a kolektiv: *Moderní porodnictví*. Grada Publishing, a. s., 2008, s. 408. ISBN 978-80-247- 1941-2.
- 28) SIEGMANN, K. C.; HEUSCHMID, M.; CLAUSENN, C. D. *Radiologická vyšetření během těhotenství*. Gynekologie po promoci, 2009, roč. 9, č. 4, s. 31-36. ISSN 1213-2578.
- 29) SMITH, NORMAN C.; SMITH, A. PAT M.. *Ultrazvuk v porodnictví – Praktická příručka*, Grada Publishing, a. s., 2006, s. 192. ISBN 80-247-1107-9.
- 30) ŠVOLBOVÁ, M. *Prenatální diagnostika*. Sestra, 2010, č. 3, s. 78-79. ISSN 1210-0404.
- 31) VANĚČKOVÁ, M. et al. *Virtuální pitva pomocí magnetické rezonance - kazuistika*. Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie, 2009, č. 1. s. 73-76. ISSN 1802-4041.
- 32) VLAŠÍN, P. *Nové možnosti využití ultrazvuku v prenatální péči*. Lékařské listy (příloha Zdravotnických novin), 2008, č. 9. s. 20-21. ISSN 0044-1996.
- 33) ZWINGER, A. et al. *Porodnictví*. Galén, 2004, s. 532. ISBN 80-7262-257-9.

## **8. Klíčová slova**

magnetická rezonance  
prenatální diagnostika  
radiologický asistent  
screening  
ultrazvuk  
vrozené srdeční vady  
vrozené vývojové vady

## 9. Přílohy

- Příloha 1** - Seznam použitých zkratk
- Příloha 2** - Amniocentéza pod ultrazvukovou kontrolou
- Příloha 3** - Znázornění biopsie choria pod ultrazvukovou kontrolou
- Příloha 4** - Tab. 1 - Základní screeningové vyšetření srdce
- Příloha 5** - Pohled na čtyřdutinovou formaci srdce plodu
- Příloha 6** - Poloha a osa fetálního srdce
- Příloha 7** - Technika ultrazvukového vyšetření fetálního srdce
- Příloha 8** - „Pohled tří cév“ na srdce plodu
- Příloha 9** - Výtokový trakt pravé komory (RVOT)
- Příloha 10** - Výtokový trakt levé komory (LVOT)
- Příloha 11** - Kongenitální cystická adenomatoidní malformace
- Příloha 12** - Ageneze corpus callosum
- Příloha 13** - Ventrikulomegalie



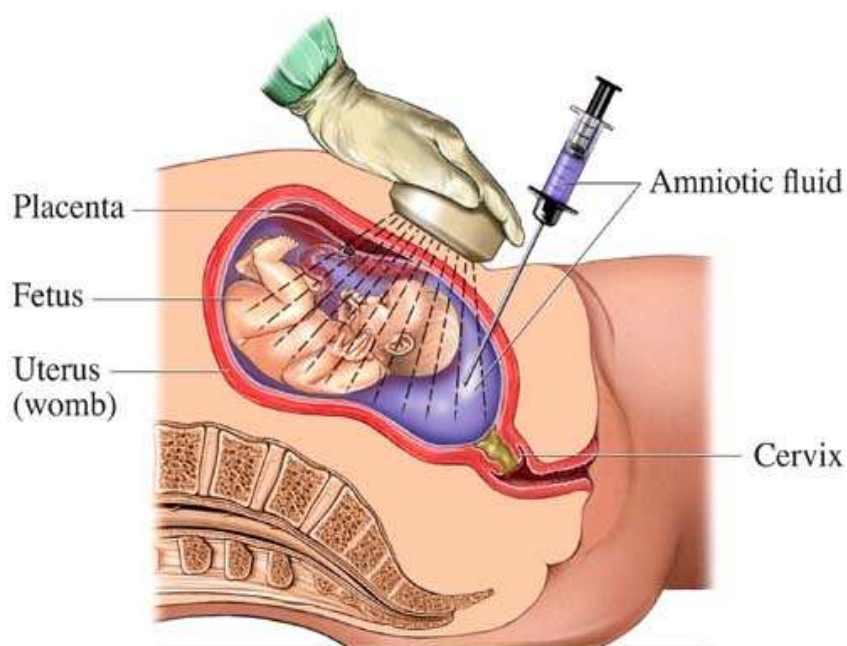
## **Příloha 1**

## **Seznam použitých zkratk**

AFI	amniotic fluid index (index množství plodové vody)
AMC	amniocentéza
Ao	aorta
CRL	crown-rump-length (délka plodu od temene ke kostrči)
CVS	chorionic villus sampling (biopsie choria)
EES	estimated embryo size
IUGR	intrauterinní růstová retardace
LK	levá komora
LS	levá síň
LVOT	výtokový trakt levé komory
MR	magnetická rezonance
NTD	defekt neurální trubice
PA	plicnice
PK	pravá komora
PS	pravá síň
RVOT	výtokový trakt pravé komory
SVC	horní dutá žíla
USG	ultrasonografie
UZ	ultrazvuk
VVV	vrozená vývojová vada
VSV	vrozená srdeční vada
WHO	Světová zdravotnická organizace

## Příloha 2

### Amniocentéza pod ultrazvukovou kontrolou



Zdroj: *Jak probíhá amniocentéza?* [on-line] [cit. 2009-11-28]

Dostupné z <http://www.forumzdravi.cz/clanek-329-amniocenteza-a-biopsie-choria>

## Příloha 3

### Biopsie choria pod ultrazvukovou kontrolou



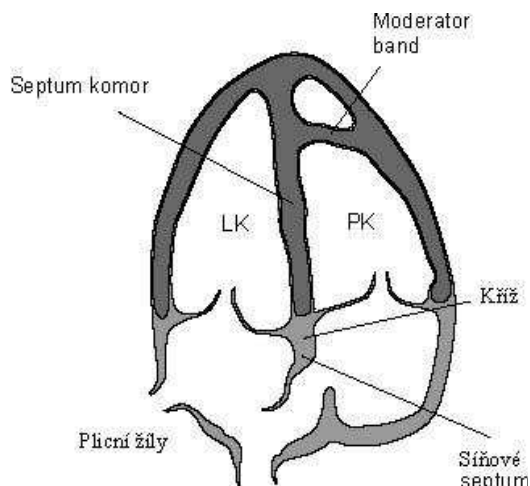
Zdroj: ROZTOČIL A. a kolektiv: *Moderní porodnictví*

#### Příloha 4

#### Tabulka: Základní screeningové vyšetření srdce

Celkově	Normální srdeční situs, osa a poloha Srdce zaujímá třetinu plochy příčného řezu hrudníkem Větší část srdce je v levé polovině hrudníku Je přítomna čtyřdutinová srdeční formace Není přítomný hydroperikard ani hypertrofie
Síně	Předsíně 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 V dutině pravé komory je přítomen rozdělující snopec (moderator band) Intaktní mezikomorové septum
Atrioventrikulární chlopně	Obě A-V chlopně se otevírají a volně pohybují Trikuspidální chlopeň inseruje na mezikomorovém septu blíže srdečnímu hrotu, než chlopeň mitrální

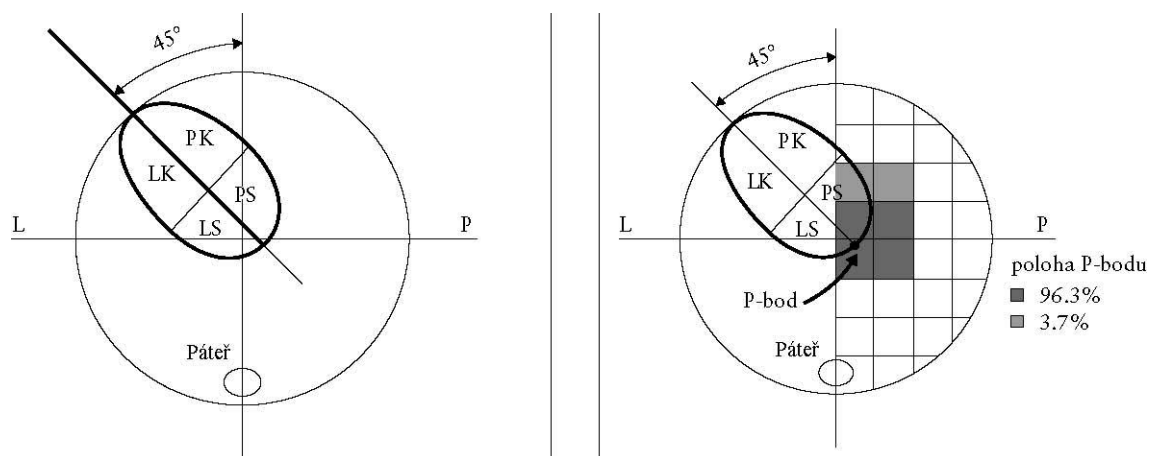
Zdroj: LEE, W. et al. *Cardiac screening examination of the fetus: guidelines for performing the 'basic' and 'extended basic' cardiac scan*. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 2006, volume 27, issue 1, pages 107-113, online ISSN: 1469-0705.



Zdroj: LEE, W. et al. *Cardiac screening examination of the fetus: guidelines for performing the 'basic' and 'extended basic' cardiac scan*. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 2006, volume 27, issue 1, pages 107-113, online ISSN: 1469-0705.

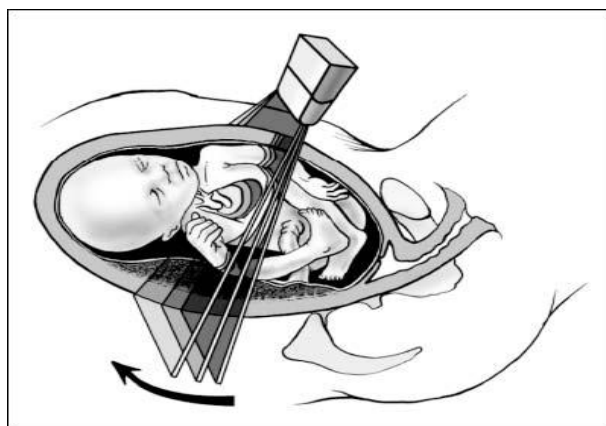
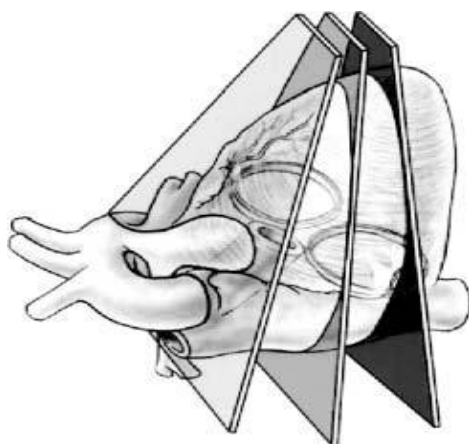
## Příloha 6

## Poloha a osa fetálního srdce



Srdeční osa může být měřena v pohledu na čtyřdutinovou 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.

Zdroj: LEE, W. et al. *Cardiac screening examination of the fetus: guidelines for performing the 'basic' and 'extended basic' cardiac scan*. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 2006, volume 27, issue 1, pages 107-113, online ISSN: 1469-0705.



Čtyřdutinový pohled je získán přes hrudník plodu z vyšetřovací roviny vedené srdečním hrotem. Odpovídající pohledy na výtokový trakt levé (LVOT) a pravé (RVOT) komory jsou nalezeny vychýlením sondy směrem k hlavě plodu.

Zdroj: LEE, W et al. *Cardiac screening examination of the fetus: guidelines for performing the 'basic' and 'extended basic' cardiac scan*. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 2006, volume 27, issue 1, pages 107-113, online ISSN: 1469-0705.

## Příloha 8

### „Pohled tří cév“ na srdce plodu

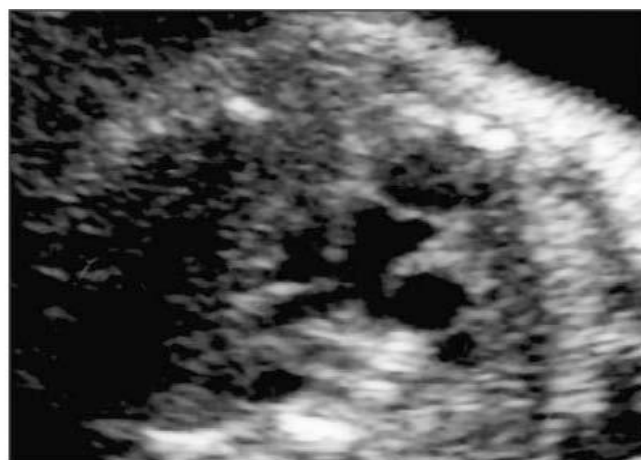
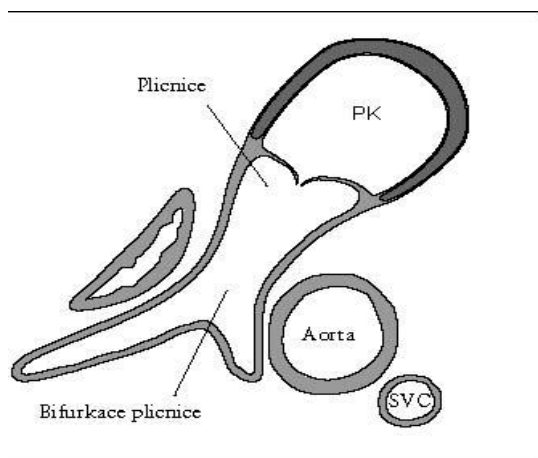


Tento pohled znázorňuje vztah plicnice (PA), aorty (Ao) a horní duté žíly (SVC) v horním mediastinu.

Zdroj: LEE, W. et al. *Cardiac screening examination of the fetus: guidelines for performing the 'basic' and 'extended basic' cardiac scan*. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 2006, volume 27, issue 1, pages 107-113, online ISSN: 1469-0705.

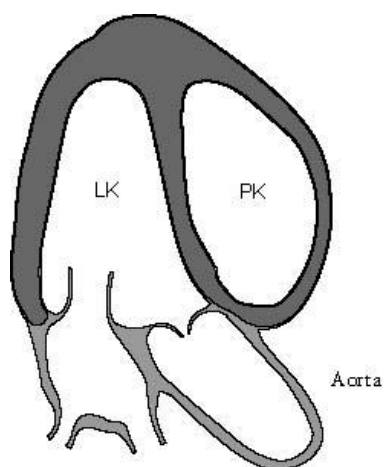
## Příloha 9

### Výtokový trakt pravé komory (RVOT)



## Příloha 10

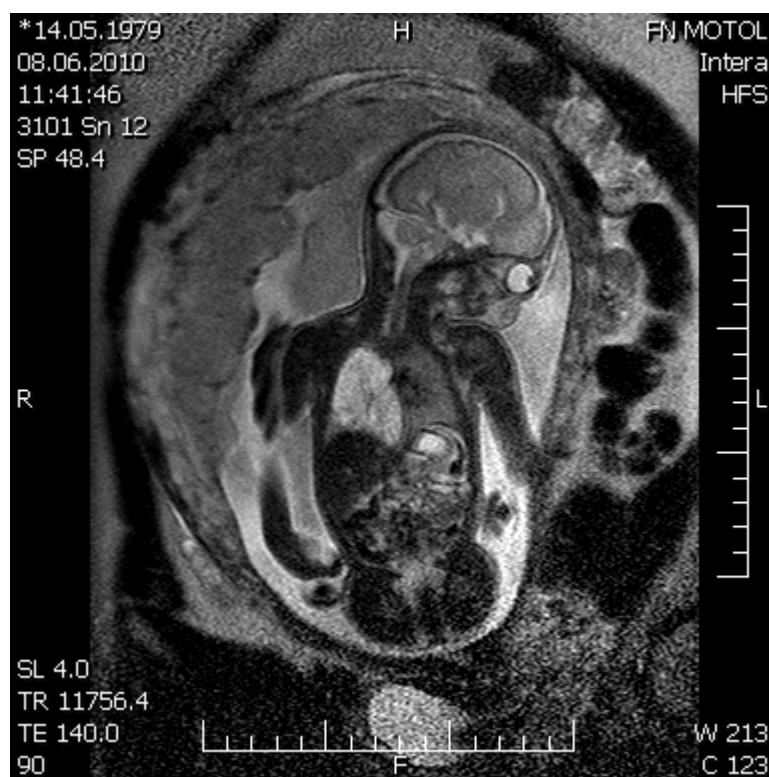
### Výtokový trakt levé komory (LVOT)



Zdroj: LEE, W. et al. *Cardiac screening examination of the fetus: guidelines for performing the 'basic' and 'extended basic' cardiac scan*. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 2006, volume 27, issue 1, pages 107-113, online ISSN: 1469-0705.



**Příloha 11** Kongenitální cystická adenomatoidní malformace – MR vyšetření v T2



**Příloha 12** Ageneze corpus callosum – MR vyšetření v T2



### Příloha 13 Ventrikulomegalie



Zdroj: *Klinika zobrazovacích metod 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole*

