

Pregledni prispevek/Review article

PREDNOSTI POSEBNE KOMBINACIJE ULTRAZVOČNE STIC IN TUI PREISKAVE PRI OCENI PLODOVEGA SRCA

ADVANTAGES OF A SPECIAL COMBINATION OF THE ULTRASOUND STIC AND TUI EXAMINATION IN THE EVALUATION OF THE FETAL HEART

Igor Japelj,¹ Marijan Lužnik,² Stanko Pšeničnik³

¹Oddelek za perinatologijo, Klinika za ginekologijo in perinatologijo, Univerzitetni klinični center Maribor, Ljubljanska 5, 2000 Maribor

²Ginekološko-porodniški oddelek Slovenj Gradec, Služba za ginekologijo in perinatologijo, Splošna bolnišnica Slovenj Gradec, Gosposvetska 3, 2380 Slovenj Gradec

³Oddelek za biomedicinsko tehniko, Univerzitetni klinični center Maribor, Ljubljanska 5, 2000 Maribor

Izvleček

Izhodišča *Obolevnost in umrljivost otrok s prirojeno srčno napako je manjša pri tistih, kjer se je napaka ugotovila že v nosečnosti. Število pred porodom ugotovljenih srčnih napak je pa še vedno manjše, kot bi lahko bilo.*

Metode *Opisujemo, kako s kombinirano ultrazvočno preiskavo STIC in TUI plodovega srca lahko izboljšamo zanesljivost ocene plodovega srca.*

Zaključki *Pri ustrezni zaporedni rabi ultrazvočne preiskave STIC in TUI lahko hkrati prikažemo štiri diagnostično pomembne prereze plodovega srca.*

Ključne besede *plod; srce; ultrazvok; preiskava STIC in TUI*

Abstract

Background *The morbidity and mortality of children with congenital heart anomalies is lower in those where the anomaly was detected already during the pregnancy. The number of prenatal detected heart anomalies is still lower as it could be.*

Methods *This article presents how could a combined use of STIC and TUI ultrasound examinations improve the reliability of the evaluation of the fetal heart.*

Conclusions *With an adequate and consecutive use of the STIC and TUI ultrasound examination we can simultaneously present four diagnostically important scans of the fetal heart.*

Key words: *fetus; heart; ultrasound; STIC and TUI examination*

Uvod

Ob tem, da pri predporodni ultrazvočni (UZ) oceni anatomskih podrobnosti pri plodu večinoma lahko ugotovimo, da je vse v redu, pa občasno najdemo nekatere prirojene nepravilnosti, tako tudi srčne napake. Dokazano je, da pravilna predporodna UZ diagnoza zmanjšuje pri nekaterih prirojelih srčnih napakah (npr. koarktacija aorte, hipoplastično levo srce, tran-

spozicija velikih žil) obolevnost in umrljivost novorojenčkov in dojenčkov.¹⁻⁵

Natančnost in zanesljivost ocene prirojelih srčnih napak pri plodu pa je odvisna od številnih dejavnikov:

- od oblike in kompleksnosti prirojene napake;
- od tega, katere prereze srca ocenjujemo, ali samo projekcijo štirih votlin ali tudi druge, npr. iztočna trakta obeh velikih arterij;

Avtor za dopisovanje / Corresponding author:

Igor Japelj, Oddelek za perinatologijo, Univerzitetni klinični center Maribor, Ljubljanska 5, 2000 Maribor

- od tega, kako izkušen in šolan je preiskovalec;
- od ločljivosti UZ naprave, s katero preiskujemo in od tega, katere načine UZ preiskave dopušča naprava – ali samo dvodimenzionalno (2D) ali tudi tri (3D) in štiridimenzionalno (4D) preiskavo;
- ali ima naprava, ki omogoča 3 in 4D preiskavo, vgrajeno opcijo za STIC (= spatio-temporal image correlation = prostorninsko časovno korelacijo ehogramov) in tudi za TUI (= tomographic ultrasound imaging = tomografski UZ prikaz).

Programska oprema za preiskavo STIC, ki jo imajo vgrajeno novejšo UZ naprave nekaterih proizvajalcev, omogoča, da posnamemo prostornino utripajočega plodovega srca. V primerno posneti prostornini lahko sedaj »listamo« in poiščemo ter prikažemo značilne prereze srca – kot statične prereze ali pa prikažemo vsako fazo v srčnem ciklusu kot živ dinamičen zapis. Vse te postopke lahko poljubno ponavljamo.

Posneto prostornino STIC pa lahko pošljemo v oceno drugemu strokovnjaku. Pogoj je le, da ima z UZ napravo, s katero je bila posneta prostornina STIC, kompatibilno UZ napravo ali kompatibilno delovno postajo. Prikaz TUI lahko primerjamo s hkratnim prikazom več slik pri računalniški tomografiji ali magnetno rezonančno tomografijo. Pri tej tehnologiji se v delu posnete prostornine, ki ga izberemo, hkrati prikaže zaporedoma do osem vzporednih UZ presekov; razdaljo med posameznimi preseki lahko nastavimo med 1–10 minut.

O značilnostih 3D in 4D UZ preiskave STIC in TUI smo v tem časopisu že poročali.⁶

Nekateri avtorji menijo, da 3D oziroma 4D UZ preiskava precej izboljša zanesljivost pri odkrivanju prirojenih srčnih napak pri manj izkušenem preiskovalcu.^{7,8} Zanesljivost pa naj bi se še povečala pri rabi posebnega algoritma prikaza določenih prerezov srca v posneti 3D prostornini STIC, kot so jo pred kratkim opisali Espinoza in sodelavci,^{9,10} ko se ob zaključku postopka namreč vidijo hkrati štiri ehogrami z diagnostično pomembnimi prerezi srca (projekcija na štiri votline, iztočna trakta obeh velikih arterij in pogled na tri žile).

Naše delo

Ker v Mariboru nimamo UZ naprave, ki bi omogočala 3D oz. 4D preiskavo STIC in TUI, smo opravili nekaj preiskav na UZ napravi VOLUSON 730 PRO BT 0,8 na porodniško-ginekološkem oddelku v Slovenj Gradcu; za objavo v tem prispevku pa smo uporabili in obdelali pa navodilih Espinoze in sod.^{9,10} tisto 3D oz. 4D prostornino STIC plodovega srca, ki smo jo prikazali v tem časopisu l. 2007.⁶

Za to smo se odločili predvsem iz dveh razlogov:

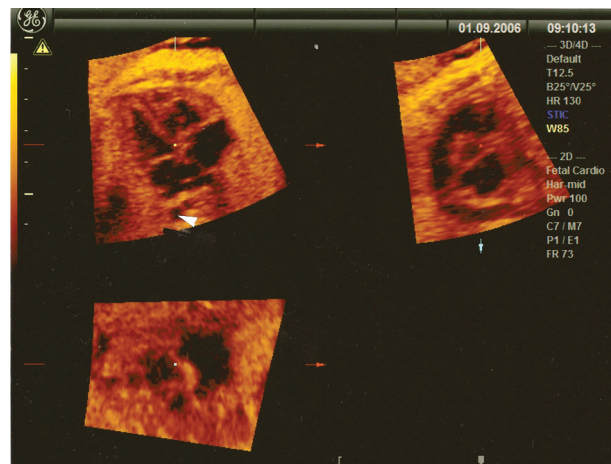
- da pokažemo, da se da algoritem preiskav, kot jih opisujejo Espinoza in sod.^{9,10} opraviti v vsaki primerno posneti 3D oz. 4D prostornini STIC in da
- ponovno opozorimo na možnost t. i. telemedicine, ko se na enem mestu posneta 3D oz. 4D prostornina STIC lahko ocenjuje kjer koli drugje. Prav v tem vidijo Vinals in sod.^{11,12} eno pomembnih prednosti preiskave STIC.

Način preiskave

Avtorji^{9,10} uporabljajo in opisujejo deset v določenem vrstnem redu potrebnih sprememb v STIC posneti prostornini plodovega srca, da lahko na koncu prikažejo hkrati štiri ehograme s prerezi srca, pomembnimi za diagnostiko (projekcija na štiri votline, iztočna trakta obeh velikih arterij in pogled na tri žile).

Do rabe načina preiskave TUI, ko se hkrati vidijo štiri ehogrami, so prikazani prerezi plodovega srca v večravninskem prikazu. To omogoča prikaz treh, enega na drugem pravokotno ležečih prerezov srca.

1. V prvem večravninskem prikazu se mora levo zgoraj poiskati projekcija štirih votlin tako, da se pri 6. uri vidi prečni prerez descendentne aorte. Označevalno točko (= reference dot) se namesti v projekcijo štirih votlin tam, kjer se stikajo obe zaklopki in pregrada med preddvoroma in prekatoma (Sl. 1).

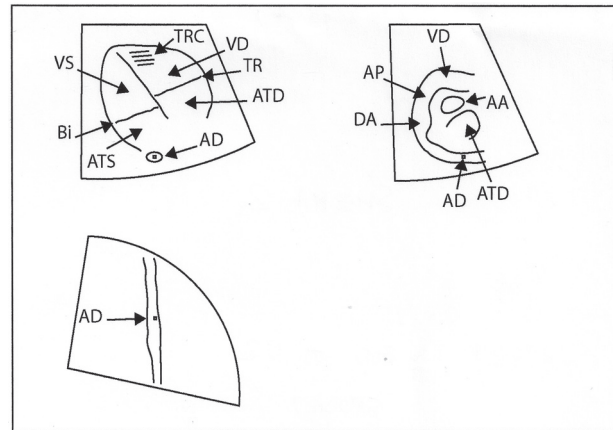
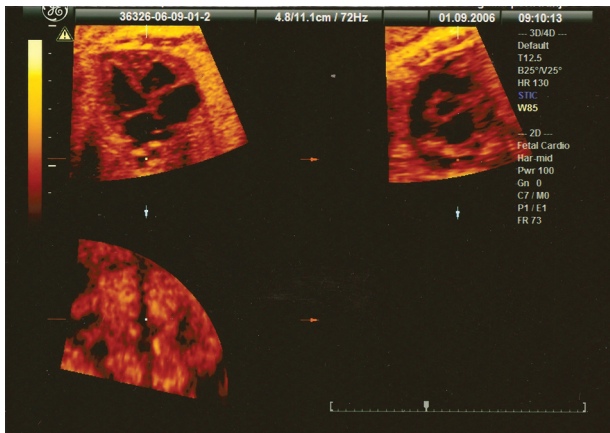


Sl. 1. V posneti prostornini srca smo poiskali večravninski prikaz tako, da se levo zgoraj vidi projekcija štirih votlin in za njo pri 6. uri prečni rez aorte (puščica).

Figure 1. In the scanned volume of the fetal heart we have chosen the multiplanar display with the four-chamber view in the upper left panel and behind at the 6 o'clock position the transverse scan of the descending aorta (arrow).

2. Kot drugi korak se premesti označevalna točka v sredino aorte. S tem se doseže, da se levo spodaj vidi descendentna aorta v koronarnem prerezu.
3. V tretje se levi spodnji ehogram obrne okoli osi Z tako, da potekajo odmevi aorte navpično; posledično se sedaj v zgornjem desnem ehogramu dobro vidi desni iztočni trakt (Sl. in Shema 2). Mi drugi in tretji postopek združimo tako, da odmeve descendentne aorte takoj obrnemo v navpično smer.

Tu bi omenili, da se pri takem zaporedju sprememb v posneti prostornini srca STIC, kot jih opisujejo Espinoza in sod.^{9,10} desni iztočni trakt prikaže v prerezu, ki ga imenujemo »kratka os srca«, ki se običajno uporablja pri UZ preiskavah srca otrok in odraslih. Ta je pa za razliko od t. i. desne dolge osi



AA – aorta ascendens, AD – aorta descendens, AP – arteria pulmonalis, ATD – atrium dextrum, ATS – atrium sinistrum, BI – valvula bicuspidalis, DA – ductus arteriosus, FO – foramen ovale, TR – valvula tricuspidalis, TRA – trachea, TRC – trabeculae cordis, VCC – vena cava superior, VD – ventriculus dexter, VS – ventriculus sinister

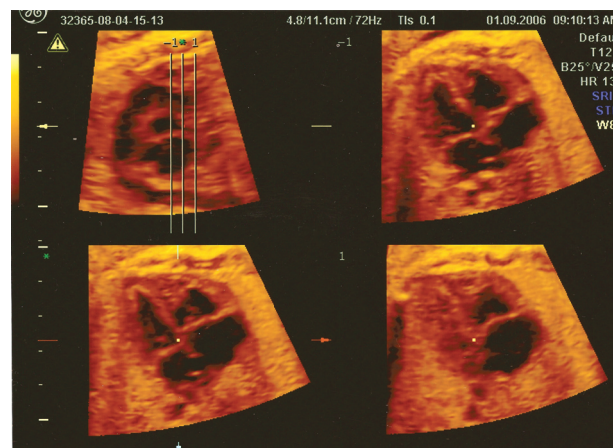
Sl. in Shema 2. *Levo zgoraj smo označevalno točko premaknili v aorto, posledično se levo spodaj vidi koronarni (= frontalni) prerez descendente aorte – to smo obrnili navpično. Desno zgoraj se prikaže desni iztočni trakt.*

Figure and Shema 2. *In the upper left panel we at first positioned the reference dot in the aorta which allowed the visualisation of the coronal view of the descending aorta in the left lower panel; afterwards we rotated the aorta into the vertical position. In the right upper panel the right outflow tract is visible.*

srca pri rutinskih UZ preiskavah plodovega srca na prvi strokovni ravni le izjemoma v rabi.

Chaoui in sod.¹³ so že l. 1991 v svojem prispevku, v katerem predlagajo enostavne UZ prereze plodovega srca, primerne tudi za preiskovalce, ki niso kardiologi, opisali ob drugih diagnostično pomembnih prerezih tudi značilnosti t. i. kratke osi srca. Pri plodu poteka ta prerez v smeri od leve rame proti desnemu kolk. Če leži v višini aorte, se vidi, kako se okoli prečnega prereza ascendente aorte razvrstijo in prikažejo zapored: desni preddvor, desni prekat in iz njega izhajajoča pljučna arterija, ki preko svojega desnega kraka prehaja v arteriozni duktus (Sl. in Shema 2).

4. Avtorji sedaj ponovno poiščejo isti večravninski prikaz, kot na začetku tega postopka.
5. Nato pomaknejo ehogram desnega iztočnega trakta tako, da se vidi levo zgoraj.
6. Sedaj se vključi TUI na tak način, da se v kratki osi srca poiščejo le trije vzporedni preseki. Zato se levo zgoraj vidijo le tri navpične črte ter posledično še trije ehogrami (desno zgoraj, levo in desno spodaj). Ti so v odvisnosti od položaja presekov – torej od lege navpičnih črt v levem zgornjem ehogramu – različni in značilni (Sl. 3).
7. Kot naslednje se izmed treh črt TUI premakne srednja (označena z zvezdico) v sredino aorte. V levem spodnjem ehogramu se sedaj vidi projekcija petih votlin (= leva dolga os) (Sl. in Shema 4).
8. Ko premaknemo levo črto (označeno z -1) v levo v arterialni duktus, se desno zgoraj prikaže značilen pogled na tri žile (Sl. in Shema 4).
9. Po premiku desne črte (označeno z 1) tako daleč v desno, da poteka v zunanji steni aorte, se pa prikaže desno spodaj še značilna projekcija štirih votlin. Tako lahko sedaj hkrati vidimo štiri za diagnostiko pomembne in koristne prereze plodovega srca (Sl. in Shema 4).



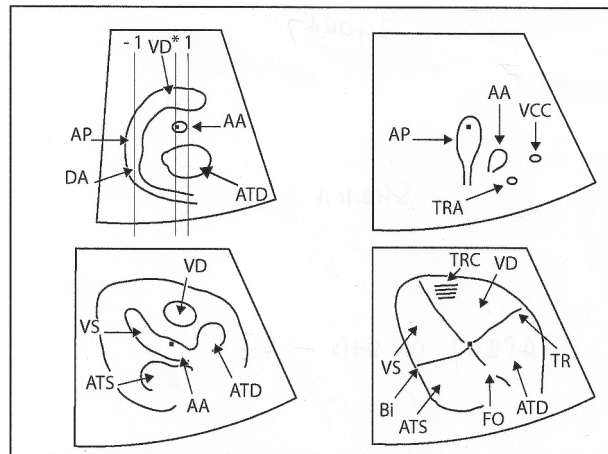
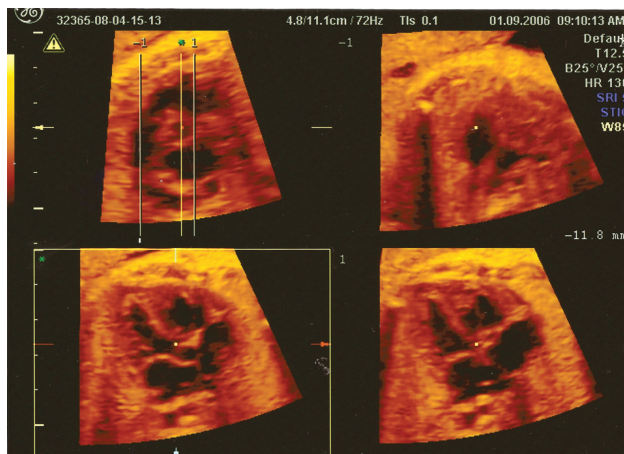
Sl. 3. *V ehogramu z desnim iztočnim traktom (= kratka os srca) smo vključili TUI s tremi preseki. Zato se prikažejo še trije ehogrami.*

Figure 3. *In the echogram with the right outflow tract (= short axis view of the heart) we activated TUI with three slices; therefore three more echogrammes are seen.*

10. Končno lahko za boljši prikaz levega iztočnega trakta (levo spodaj) in kratke osi srca (levo zgoraj) levi zgornji ehogram (= kratka os srca) zavrtimo okoli navpične osi Y za pribl. 8–20° v desno. Mi pri nekaj takih poizkusih s takim manevrom nismo dobili levo zgoraj in levo spodaj bistveno boljših ehogramov.

Razpravljanje

V primerjavi s klasično 2D UZ preiskavo, ko moramo za diagnozo pomembne prereze plodovega srca poiskati in sproti oceniti kar na zaslonu UZ naprave, nam 3D oz. 4D posneta prostornina srca STIC lahko zelo olajša pravilno oceno plodovega srca. Vendar pa mora-



AA – aorta ascendens, AD – aorta descendens, AP – arteria pulmonalis, ATD – atrium dextrum, ATS – atrium sinistrum, BI – valvula bicuspidalis, DA – ductus arteriosus, FO – foramen ovale, TR – valvula tricuspidalis, TRA – trachea, TRC – trabeculae cordis, VCC – vena cava superior, VD – ventriculus dexter, VS – ventriculus sinister

Sl. in Shema 4. Levo zgoraj smo srednji tomografski presek (= srednja črta označena z zvezdico) premaknili tako, da poteka skozi sredino aorte. Posledično se levo spodaj prikaže projekcija petih votlin in ko smo najprej premaknili: a) levo črto, označeno z -1 v arterijski duktus, se desno zgoraj vidi pogled na tri žile ter b) nato še desno črto (1) v desno do zunanje stene aorte – se desno spodaj vidi še projekcija štirih votlin.

Tako vidimo končno: levo zgoraj – kratko os srca, desno zgoraj pogled na tri žile, levo spodaj projekcijo petih votlin in desno spodaj projekcijo štirih votlin.

Figure and Shema 4. In the left upper panel we moved the middle line (marked with an asterisk) to the centre of the ascending aorta – this allows the visualisation of the five-chamber view in the left lower panel and after we moved the left line marked -1 in the ductal arch in the right upper panel the three-vessel view is seen and after moving the right line marked 1 in the outer wall of the ascending aorta the four-chamber view in the lower right panel is visualised.

So we can see at the same time: on the left upper side the short axis view of the fetal heart, on the right upper side the three-vessel view, on the left lower side the left outflow tract and on the lower right side the four-chamber view.

mo pri listanju skozi posneto prostornino ob številnih neznačilnih prerezih srca najti tiste za diagnostiko važne prereze, kar tudi zahteva določene izkušnje. Pri metodi Espinoze in sod.^{9,10} pa deset natančno določenih zaporednih postopkov hitro (avtorji rabijo za to manj kot minuto) in zanesljivo omogoča, da se na koncu prikažejo štiri za oceno anatomskih podrobnosti srca diagnostično pomembni in uporabni prerezi:

- projekcija štirih votlin;
- prikaz treh žil;
- iztočni trakt aorte in
- iztočni trakt pljučne arterije (Sl. in Shema 4).

Če upoštevamo priporočilo nemškega združenja za rabo UZ v medicini (DEGUM), ki deli UZ preiskave v nosečnosti, tako tudi ehokardiografijo, po zahtevanem obsegu UZ preiskave na tri strokovne ravni, ugotovitve, ki jih dobimo po metodi Espinoze iz sod.^{9,10}, izpolnjujejo pogoje, ki jih zahteva preiskava plodovega srca na drugi strokovni ravni, kjer se mora ob projekciji štirih votlin oceniti tudi levi in desni iztočni trakt (= premer, oblika in potek obeh velikih arterij).¹⁴ Če pa upoštevamo priporočilo ISUOG (= mednarodnega združenja za rabo UZ v porodništvu in ginekologiji) iz l. 2006 za presejalne UZ preglede plodovega srca, pa zanesljivo zadosti zahtevam t. i. razširjene bazične preiskave (= extended basic cardiac scan).¹⁵

Vrednost zaporedja preiskav, kot jih opisujejo avtorji,^{9,10} je v tem, da če ob rabi natančno določenega vrstnega reda sprememb v 4D z UZ STIC posneti prostornini na koncu ne vidimo vseh štirih značilnih prerezov plodo-

vega srca, je to lahko znak prirojene srčne napake. V takem primeru je potrebna dodatna ehokardiografija v specializiranem centru na tretji strokovni ravni. Avtorji^{9,10} navajajo, da pri 60 % prirojenih srčnih napak niso mogli prikazati vseh štirih pravilno oblikovanih prerezov plodovega srca.

Dejstvo, da so prirojene srčne napake še vedno najpogostejši vzrok za umrljivost dojenčkov do prvega leta starosti⁵ in da se lahko umrljivost in obolevnost pri določenih prirojenih srčnih napakah bistveno zmanjša,¹⁻⁵ če se te odkrijejo že pred porodom, narekuje, da izkoristimo vse, kar lahko izboljša zanesljivost prenatalne UZ ocene plodovega srca. To je posebno pomembno za UZ preiskave na prvi strokovni ravni; ker vemo, da pri večini nosečnic ni nobenih znakov tveganja za to, da bi plod lahko imel prirojeno srčno napako in se zato velika večina nosečnic pregleduje le na tej strokovni ravni. Tu bi moral preiskovalec zanesljivo ugotoviti, ali je vse v redu in da zato niso potrebne nobene dodatne preiskave na višji strokovni ravni. Večjo zanesljivost in natančnost prenatalne UZ ocene anatomskih podrobnosti pri plodu, tako tudi srca, pa omogočajo ob boljšem šolanju preiskovalcev v zadnjem času vse bolj tudi tehnološke izboljšave UZ naprav. Ob vedno boljši ločljivosti, ki jo omogočajo tehnično novejši UZ naprave, so to novi načini UZ preiskave, predvsem 3D in 4D UZ preiskave,^{16,17} ter v zadnjem času še dodatno posebna programska oprema za preiskave STIC in TUI.^{18,19} Roberts,²⁰ ki leta 2008 razpravlja o tem, kako bi se lahko povečalo število pred porodom odkritih

prirojenih srčnih napak, ki znaša, kolikor se ocenjuje le projekcija štirih votlin, še vedno le med 30 in 60 %, vidi rešitev v pogostejši rabi 3D in 4D UZ preiskave STIC plodovega srca. Roberts²⁰ poudarja, da preiskava srca STIC ni zahtevna in jo lahko zelo kakovostno opravi tudi preiskovalec, ki sicer ni zelo izkušen v 3D in 4D UZ preiskavi. Navaja ugotovitve Vinalsa in sod.,¹¹ da so v prostorninah STIC plodovega srca, ki so jih posneli ginekologi, ki so se naučili te preiskave s pomočjo elektronske pošte (e-maila), izkušeni ehokardiologi lahko v 85–96 % natančno prikazali in ocenili vse diagnostično pomembne prereze srca. Roberts²⁰ razmišlja, da bi v primeru, ko bi pri presejalnih UZ pregledih vedno posneli prostornino plodovega srca STIC, verjetno ne bilo izvedljivo, da bi vsako posneto prostornino poslali v oceno drugam, ampak bi jo moral oceniti preiskovalec sam; k izkušenemu preiskovalcu v drugi center bi tako poslal le zanesljivo nepravilne ali sumljive ugotovitve. Ob takem načinu presejalnih pregledov srca bi raba zaporednih sprememb v posneti prostornini plodovega srca STIC, kot jo predlagajo Espinoza in sod.^{9,10} zanesljivo povečala natančnost in s tem zanesljivost ocene plodovega srca. Ta način UZ preiskave namreč dopušča, da v posneti prostornini pri listanju (tudi večkratnem) v miru, ne da bi nas lahko motilo premikanje ploda, poiščemo in prikažemo kateri koli zaželeni UZ prerez.

Zaključki

Redkokatera diagnostična preiskava je v tako kratkem času tehnično tako napredovala in se izpopolnila in posledično povečala diagnostično zanesljivost kot UZ preiskava.

Med take tehnične novosti se uvrščajo v zadnjem času tudi 3D in 4D UZ preiskava^{16,17} z možnostjo rabe programske opreme STIC in TUI.²¹

Res so vse tehnične novosti sprva zelo drage, a sčasoma pa postajajo finančno dostopne tudi širšemu krogu uporabnikov. To smo doživeli npr. pri dopplerskih preiskavah pa tudi pri 3D in 4D UZ preiskavi – ta se pri nas v zadnjem času uporabljajo vse češče tudi v ambulantah zunaj kliničnih ustanov.²²

Tako bo verjetno v bližnji prihodnosti cenejša in zato v širši rabi tudi programska oprema za preiskave STIC in TUI, s katerimi se poveča diagnostična zanesljivost ne le pri preiskavah plodovega srca, ampak tudi pri UZ oceni drugih anatomskih podrobnosti pri plodu (možgani, plodovo zatilje, trebušna votlina in drugo).²³

Zahvala

Zahvaljujemo se gospe Dragici Polajner in Duški Namestnik za pomoč pri pisanju članka.

Literatura

- Bonnet D, Coltri A, Butera G, Fermont L, Le Bidois J, Kachaner J, Sidi D. Detection of transposition of the great arteries in fetus reduces neonatal morbidity and mortality. *Circulation* 1999; 99: 916–18.
- Tworetzky W, Mc Elhinney DB, Reddy VM, Brook MM, Hanley FL, Silverman NH. Improved surgical outcome after fetal diagnosis of hypoplastic left heart syndrome. *Circulation* 2001; 103: 1269–73.
- Franklin O, Burch M, Manning N, Sleeman K, Gould S, Archer N. Prenatal diagnosis of coarctation of the aorta improves survival and reduces morbidity. *Heart* 2002; 87: 67.
- Blyth M, Howe D, Gnanapragasam J, Wellesley D. The hidden mortality of transposition of the great arteries and survival advantage provided by prenatal diagnosis. *BJOG* 2008; 115: 1096–100.
- Chaoui R, Heling K, Mielke G, Hofbeck M, Gembruch U. Qualitätsanforderungen der DEGUM zur Durchführung der fetalen Echokardiografie. *Ultraschall in Med* 2008; 29: 197–200.
- Japelj I, Reš-Moravec U, Ogrizek-Pelkič K, Pšeničnik S. Tri- in štiridimenzionalna ultrazvočna preiskava STIC plodovega srca. *Zdrav Vest* 2007; 76: 633–40.
- Chaoui R, Rake A, Heling KS. Drei- und vierdimensionale fetale Echokardiographie. *Gynäkologe* 2006; 39: 15–24.
- Benacerraf BR, Shipp TD, Bromley B. Three-dimensional US of the fetus: volume imaging. *Radiology* 2006; 238: 988–97.
- Espinoza J, Kusanovic JP, Goncalves LF, Nien JK, Hassan S, Lee W, Romero R. A novel algorithm for comprehensive fetal echocardiography using 4-dimensional ultrasonography and tomographic imaging. *J Ultrasound Med* 2006; 25: 947–56.
- Espinoza J, Romero R, Kusanovic JP, Gotsch F, Lee W, Goncalves LF, Hassan S. Standardized views of the fetal heart using four-dimensional sonographic and tomographic imaging. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 31: 233–42.
- Vinals F, Mondujano L, Vargas G, Giuliano A. Prenatal diagnosis of congenital heart disease using four-dimensional spatio-temporal image correlation (STIC) telemedicine via an Internet link: a pilot study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 238: 988–97.
- Vinals F, Ascenzo R, Naveas R, Huggon I, Giuliano A. Fetal echocardiography at 11 + 0 to 13 + 6 weeks using four-dimensional spatio-temporal image correlation telemedicine via an Internet link: a pilot study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 31: 633–8.
- Chaoui R, Bollmann R, Hoffmann H, Heling KS. Sonoanatomie des fetalen Herzens. Vorschlag einfacher Schichtenbenen für den Nichtkardiologen. *Ultraschall Klin Prax* 1991; 6: 59–67.
- Merz E, Eichhorn KH, Hansmann M, Meinel K. Qualitätsanforderung an die weiterführende differenzial – diagnostische Ultraschalluntersuchung in der pränatalen Diagnostik (DEGUM – Stufe II) im Zeitraum 18 bis 22 Schwangerschaftswochen. *Ultraschall in Med* 2002; 23: 11–2.
- Eik-Nes SH, Lee W, Carvalho JS, Chaoui R, Copel J, Hecher K, Paladini D. Cardiac screening examination of the fetus: Guidelines for the »basic« and »extended basic« cardiac scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27: 107–13.
- Nelson TR, Pretorius DH, Slansky M, Hagen-Ansert S. Three-dimensional fetal echocardiography evaluation of fetal heart anatomy and function: acquisition, analysis and display. *J Ultrasound Med* 1996; 15: 1–9.
- Slansky MS, Nelson TR, Strachan M, Pretorius D. Real-time three-dimensional fetal echocardiography. Initial feasibility study. *J Ultrasound Med* 1999; 18: 745–52.
- De Vore GR, Falkensammer P, Slansky MS, Platt LD. Spatio-temporal image correlation (STIC): new technology for evaluation of the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 22: 380–7.
- De Vore GR, Polanco B. Tomographic Ultrasound imaging of the fetal heart. A new technique for identifying normal and abnormal cardiac anatomy. *J Ultrasound Med* 2005; 24: 1685–96.
- Roberts D. How best to improve antenatal detection of congenital heart defects. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 32: 846–8.
- Palladini D, Vassallo M, Sglavo G, Lapadula C, Martinelli P. The role of spatio-temporal image correlation (STIC) with tomographic ultrasound imaging (TUI) in the sequential analysis of congenital heart disease. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27: 50–61.
- Antonič Babnik J. Uporabna vrednost 3D/ 4D – ultrazvoka v praksi. *ISIS* 2007: 126–7.
- Palladini D. Tomographic ultrasound imaging (TUI) – technique assessment and clinical benefits in OB/ GYN ultrasound. *General Electric, Healthcare* 2006.