

Pregledni prispevek/Review article

## TRI- IN ŠTIRIDIMENZIONALNA ULTRAZVOČNA PREISKAVA STIC PLODOVEGA SRCA

THREE AND FOUR-DIMENSIONAL »STIC« EXAMINATION OF THE FETAL HEART

Igor Japelj<sup>1</sup>, Uršula Reš-Moravec<sup>2</sup>, Ksenija Ogrizek-Pelkič<sup>1</sup>, Stanko Pšeničnik<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Oddelek za perinatologijo, Klinika za ginekologijo in perinatologijo, Univerzitetni klinični center Maribor, Ljubljanska 5, 2000 Maribor

<sup>2</sup> Zdravstveni zavod Dravlje, Ulica bratov Babnik 10, 1000 Ljubljana

<sup>3</sup> Oddelek za biomedicinsko tehniko, Univerzitetni klinični center Maribor, Ljubljanska 5, 2000 Maribor

---

### Izvleček

**Izhodišča** *Opisujemo tri- in štiridimenzionalno ultrazvočno preiskavo plodovega srca s pomočjo t. i. tehnike STIC, ki dopušča, da posnamemo tridimenzionalno prostornino utripajočega srca.*

**Zaključki** *Preiskava STIC omogoča, da v posneti prostornini poiščemo in prikažemo v tridimenzionalni tehniki značilne prereze srca v skoraj resničnem času.*

**Ključne besede** *plod; srce; ultrazvok; tri- in štiridimenzionalna preiskava*

---

### Abstract

**Background** *We are describing the three and four-dimensional ultrasound examination of the fetal heart with the STIC technique, which allows to scan the three-dimensional volume of a beating heart.*

**Conclusions** *The STIC examination enables us to find and present in the scanned volume all the typical scans of the fetal heart in the three-dimensional technique almost in real time.*

**Key words** *fetus; heart; ultrasound; three and four-dimensional examination*

### Uvod

Srčne napake so najpogostejše prirojene napake. Poročajo, da so v 20 % vzrok za perinatalno umrljivost ter v 50 % za smrt otrok s prirojenimi anomalijami.<sup>1</sup> Čeprav Axt-Flidner in sod.<sup>2</sup> menijo, da je pri ultrazvočni (UZ) preiskavi mogoče zanesljivo oceniti anatomske podrobnosti in delovanje plodovega srca ter vse vidike krvnega obtoka, pa srčne napake od vseh prirojenih napak, še vedno predvsem pri rutinskih UZ presejalnih pregledih najpogosteje spregledajo.<sup>3</sup> Tegnander in sod.<sup>4</sup> ugotavljajo tudi, da se v zadnjih letih zanesljivost UZ ocene prirojenih srčnih napak niso tako izboljšale kot pa ocene nepravilnosti pri dru-

gih plodovih organih. Srce je namreč še vedno tisti plodov organ, ki ga pri UZ preiskavi najtežje ocenimo.<sup>5</sup> Vzrok za to lahko najdemo predvsem v dejstvu, da v 90 % nosi plod s srčno napako nosečnica,<sup>6</sup> pri kateri ne najdemo nobenih kazalcev tveganja za to prirojeno napako. Zato se opravi le običajna rutinska UZ preiskava na prvi strokovni ravni. Tu večinoma preiskuje slabše šolani in manj izkušen preiskovalec, ki pogosto tudi nima primerne UZ naprave. Dejstvo, na katero sta že leta 1992 opozorili Sharlandova in Allanova,<sup>7</sup> da se namreč zanesljivost UZ ocene plodovega srca bistveno poveča predvsem z ustreznim šolanjem tistih, ki preiskujejo, potrjujejo tudi novejša raziskava.<sup>5,8</sup> Tudi pri dobro šolanem in izkušenem pre-

---

### Avtor za dopisovanje / Corresponding author:

Prim. Igor Japelj, dr. med., Oddelek za perinatologijo, UKC Maribor, Ljubljanska 5, 2000 Maribor

---

iskovalcu pa ima določen vpliv na njegovo zanesljivost pri ugotavljanju prirojenih srčnih napak tudi kakovost UZ naprave, ki jo uporablja.

V zadnjem času se pri oceni plodovega srca vse pogosteje uporabljajo UZ naprave, ki omogočajo tri- (3D) in štiridimenzionalno (4D) UZ preiskavo.

Pred kratkim smo v tem časopisu predstavili statično 3D UZ preiskavo SPIN,<sup>9</sup> ki so jo kot prvi opisali De Vore in sod.<sup>10</sup>

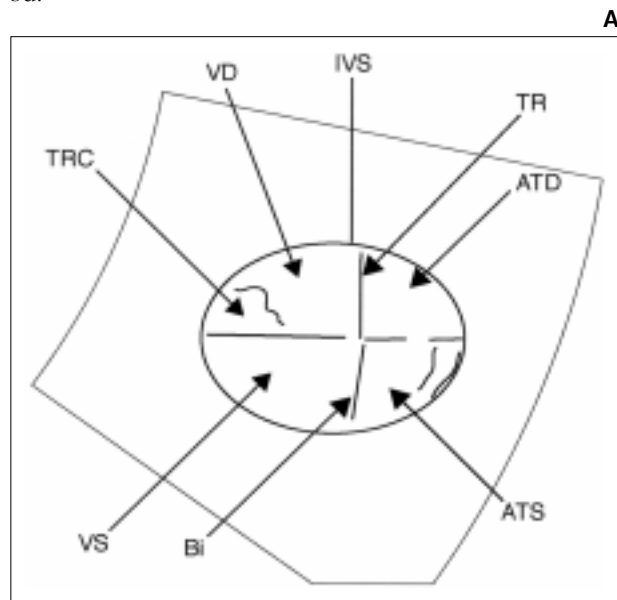
Tokrat poročamo o 4D živi t. i. STIC (SPATIO-TEMPORAL IMAGE CORRELATION) – tj. o prostorninsko časovni korelaciji ehogramov,<sup>11-13</sup> ki jo omogoča posebna programska oprema, vgrajena v nekatere tehnično novejšje UZ naprave. O takem načinu UZ preiskave plodovega srca objavljajo vse več poročil.<sup>14-22</sup>

## Način preiskave

V Ljubljani preiskujemo z UZ napravo Kretz-GE Voluson 730 Expert, v Mariboru smo pa opravili nekaj UZ preiskav STIC plodovega srca z napravo Voluson 730 PRO, ki nam jo je za dva tedna ljubeznivo posodila tvrdka GE Kretz iz Avstrije.

Obe UZ napravi sta za tridimenzionalno (3D) in štiridimenzionalno (4D) UZ preiskavo opremljeni s tipalom, ki avtomatično premika UZ snop. Pri nas ocenjujemo plodovo srce tudi pri preiskavi STIC tako, kot so to priporočali Yagel in sod.<sup>1</sup>

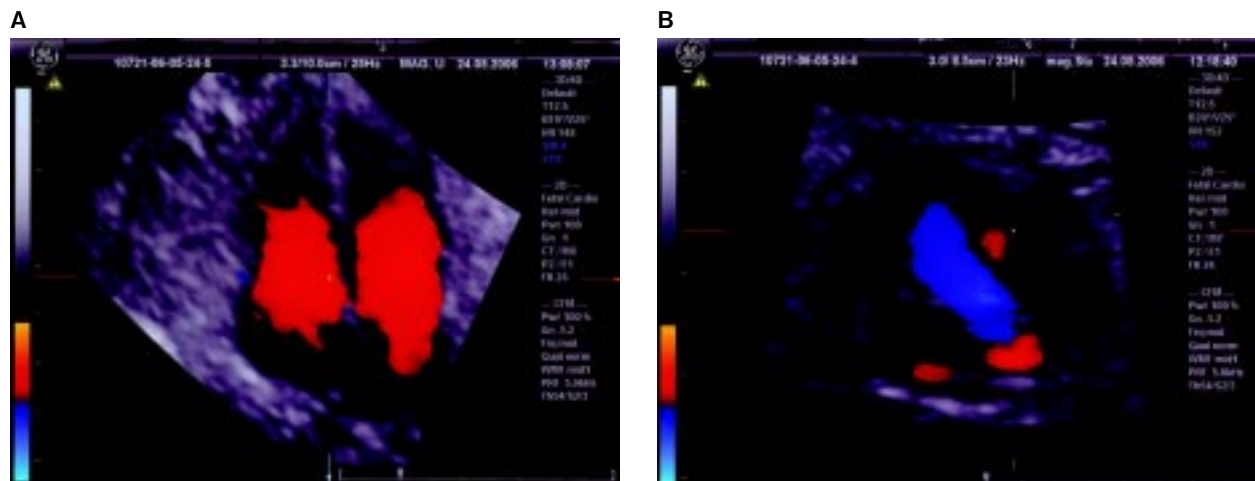
UZ naprave, ki omogočajo t. i. preiskavo STIC, imajo vgrajeno programsko opremo, ki dopušča, da posnamemo prostornino utripajočega plodovega srca, kar omogoča 3D preiskavo v skoraj resničnem času. Celotna prostornina srca se ne posname v enem samem srčnem ciklusu, ampak v določenem obdobju. Čas, v katerem želimo posneti prostornino STIC, lahko izberemo med 7,5 in 30 sekundami – čim daljši je čas, tem več se zabeleži podatkov, večja pa je tudi verjetnost, da se plod premakne in posneta prostornina ni uporabna. Večinoma se preiskuje v obdobju med 7,5 in 15 sekundami. V tem času se premakne UZ snop, če je usmerjen prečno in pravokotno na vzdolžno os srca tako, da v vsaki od prečnih ravnin, ki ležijo zapored v različnih višinah srca, posname in zabeleži en popolni srčni ciklus (sistolo in diastolo). Pri prečnih rezih skozi plodovo srce običajno začnemo snemanje prostornine STIC v višini projekcije na »štiri votline«. Iz teh posameznih posnetih prečnih ravnin, ki jih sestavlja različno število 2D UZ prerezov (čim daljši je čas preiskave, tem več je takih 2D prerezov; pri 10 sekundah trajajoči preiskavi je v celotni posneti prostornini srca okoli 1500 2D ehogramov), sestavi računalnik s pomočjo posebne digitalne analize virtualno prostornino celotnega srca. Pri tem poišče in razporedi na ustrezno mesto v vseh posnetih ravninah vedno isto fazo v srčnem ciklusu.<sup>11, 12, 21-23</sup>



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

Sl. in shema 1A in Sl. 1B. 21 tednov star plod. Projekcija »štirih votlin«. Vrh srca je obrnjen proti 9. uri. a) – obe preddvorno-prekatni zaklopki sta zaprti; b) – zaklopki sta odprti.

Figure and scheme 1A and Figure 1B. A 21 week old fetus. The »four chamber view«. The apex of the heart is at nine o'clock. a) – both atrioventricular valves are closed; b) – the valves are open.



Sl. 2A in 2B. 22 tednov star plod. Barvna doplerska preiskava. Projekcija »štirih votlin«. Vrh srca je obrnjen proti 12. uri. a) – diastola – kri, ki teče v smeri proti tipalu, je obarvana rdeče; b) – projekcija »petih votlin« – sistola – kri v aorti teče proč od tipala, obarvana je modro.

Figures 2A and 2B. A 22 weeks old fetus. Color Doppler examination. a) – »four chamber view«. The apex of the heart is at twelve o'clock. Diastole – the blood flowing toward the transducer is colored red; b) – »five chamber view«. Systole – the blood in the aorta flowing away from the transducer is colored blue.

V primerno posneti prostornini srca STIC lahko sedaj listamo (scrolling, navigating) in poiščemo za oceno anatomskih podrobnosti srca potrebne prereze, ki jih želimo videti – npr. projekcijo »štirih in petih srčnih votlin«, pogled na tri žile ter tri žile in trahejo.<sup>1</sup> V vsakem od teh prerezov lahko prikažemo vsako fazo v srčnem ciklusu ali kot živ dinamičen (cineloopski) zapis srca, ki utripa (to lahko poljubno ponavljamo v smeri od sistole proti diastoli ali obratno), ali zapored tudi večkrat v kateri koli smeri kot posamezne statične ehogrami.

Tako lahko na primer ocenjujemo gibanje zaklopk (Sl. 1A, B).

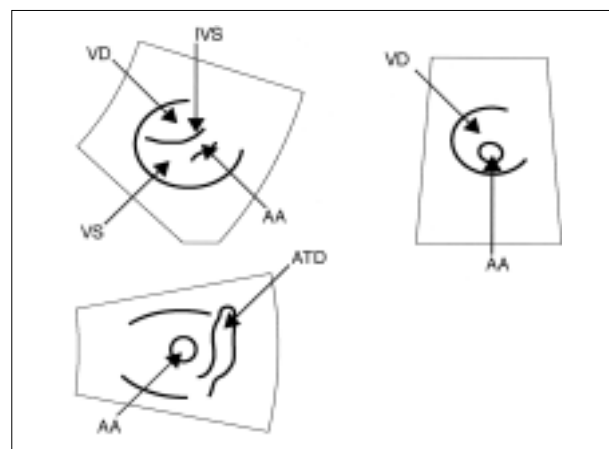
Tudi pri prelistavanju skozi prostornino STIC in pri oceni prečnih UZ prerezov srca lahko obrnemo ehogram srca ne glede na to, kako je bil posnet, enako kot pri preiskavi SPIN, kakor so to priporočali De Vo-

re in sod.,<sup>10</sup> tako, da je vrh srca obrnjen proti 9. uri (Sl. 1A, B, 5, 6A, B).

UZ naprave, opremljene s programsko opremo za 3D in 4D UZ preiskavo STIC, omogočajo, da se hkrati s prostornino posname in z njo kombinira tudi barvna ali amplitudna (= power) doplerska preiskava,<sup>15, 16</sup> (Sl. 2A, B).

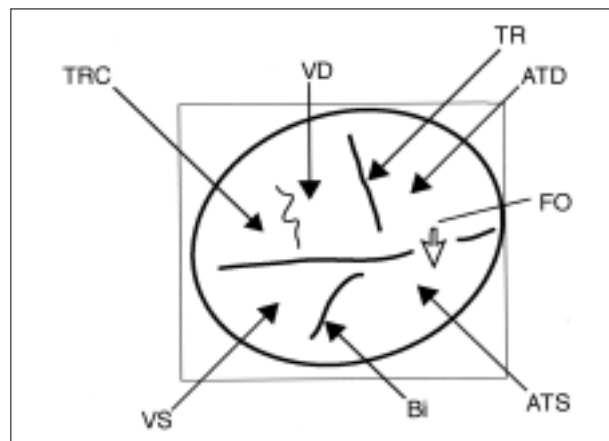
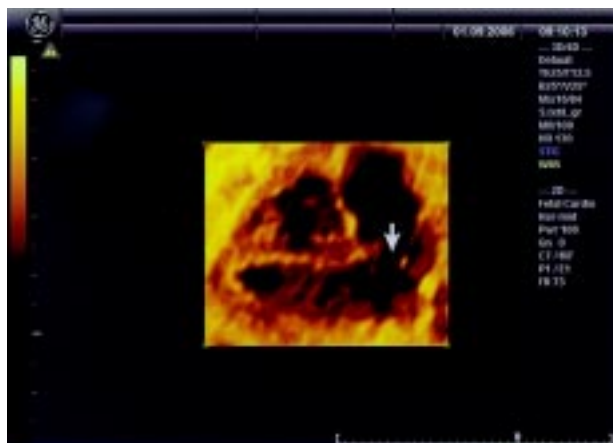
V 3D prostornini, posneti s tehniko STIC, lahko pri kasnejši obdelavi uporabimo vse tiste načine preiskave, ki jih poznamo pri 3D UZ preiskavah v porodništvu;<sup>22, 24-29</sup> tako na primer:

- večravninski (multiplanarni) prikaz, ko isto srčno strukturo (npr. projekcija »petih votlin«) lahko pregledamo hkrati v treh, eno na drugi pravokotno ležečih ravninah. Tu vsaka sprememba prereza v enem ehogramu sinhrono in ustrezno spremeni tudi oba druga ehograma (Sl. 3);



Sl. in shema 3. Isti plod kot na Sl. 1. Večravninski prikaz. Aorta je v vseh treh ravninah označena z označevalno točko. Levo zgoraj se vidi projekcija »petih votlin«.

Figure and scheme 3. The same fetus as in Figure 1. Multiplanar display. In all three planes the aorta is marked with a marker dot. Top left there is the »five chamber view«.



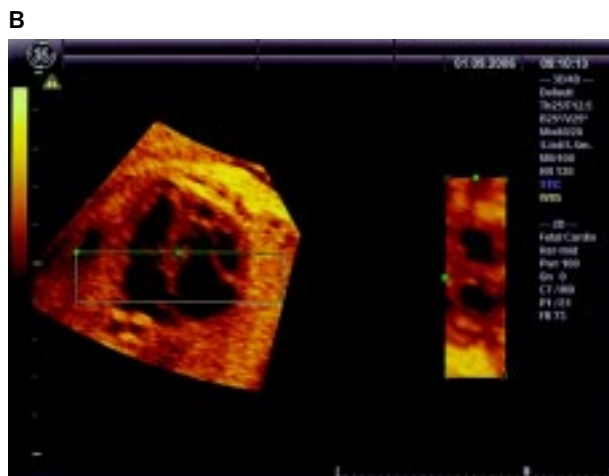
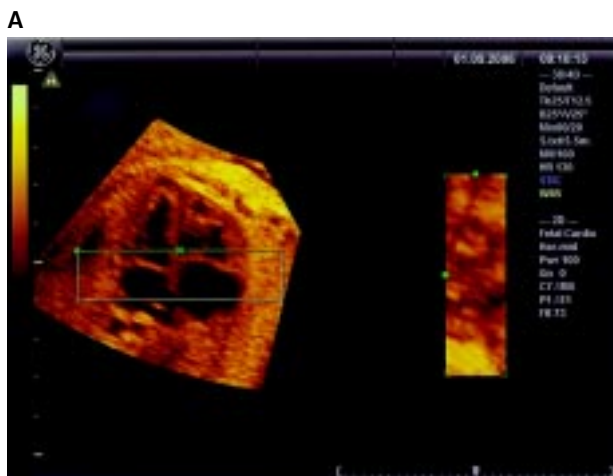
Sl. in shema 4. Isti plod kot na Sl. 1. Oblikovanje projekcije »štirih votlin«. Ovalno okence je označeno s puščico.  
Figure and scheme 4. The same fetus as in Figure 1. Rendering of the »four chamber view«. The foramen ovale is marked with an arrow.

– nekatere strukture srca lahko oblikujemo (rendering) – to je postopek, ki ga poznamo in uporabljamo pri statični 3D UZ preiskavi predvsem za prikaz določenih delov ploda, npr. obraza, hrbtenice, udov. Pri srcu lahko tako oblikujemo npr. prerez prikaza projekcije na »štiri votline« ali pa zaklopki med preddvoroma in prekatoma (Sl. 4, 5A, B).

V zadnjem času se pa lahko STIC preiskava poveže še z dvema novima načinoma preiskave: – Tomografski UZ prikaz – TUI (tomographic ultrasound imaging), ki ga lahko primerjamo s hkratnim prikazom več slik pri računalniški tomografiji ali magnetni resonanci. Pri tej tehnologiji se v delu posnete prostornine, ki ga izberemo, hkrati prikaže zapored več vzporednih presekov.<sup>30,31</sup> Razdaljo med posameznimi preseki lahko nastavimo med 1–10 mm. Ker je

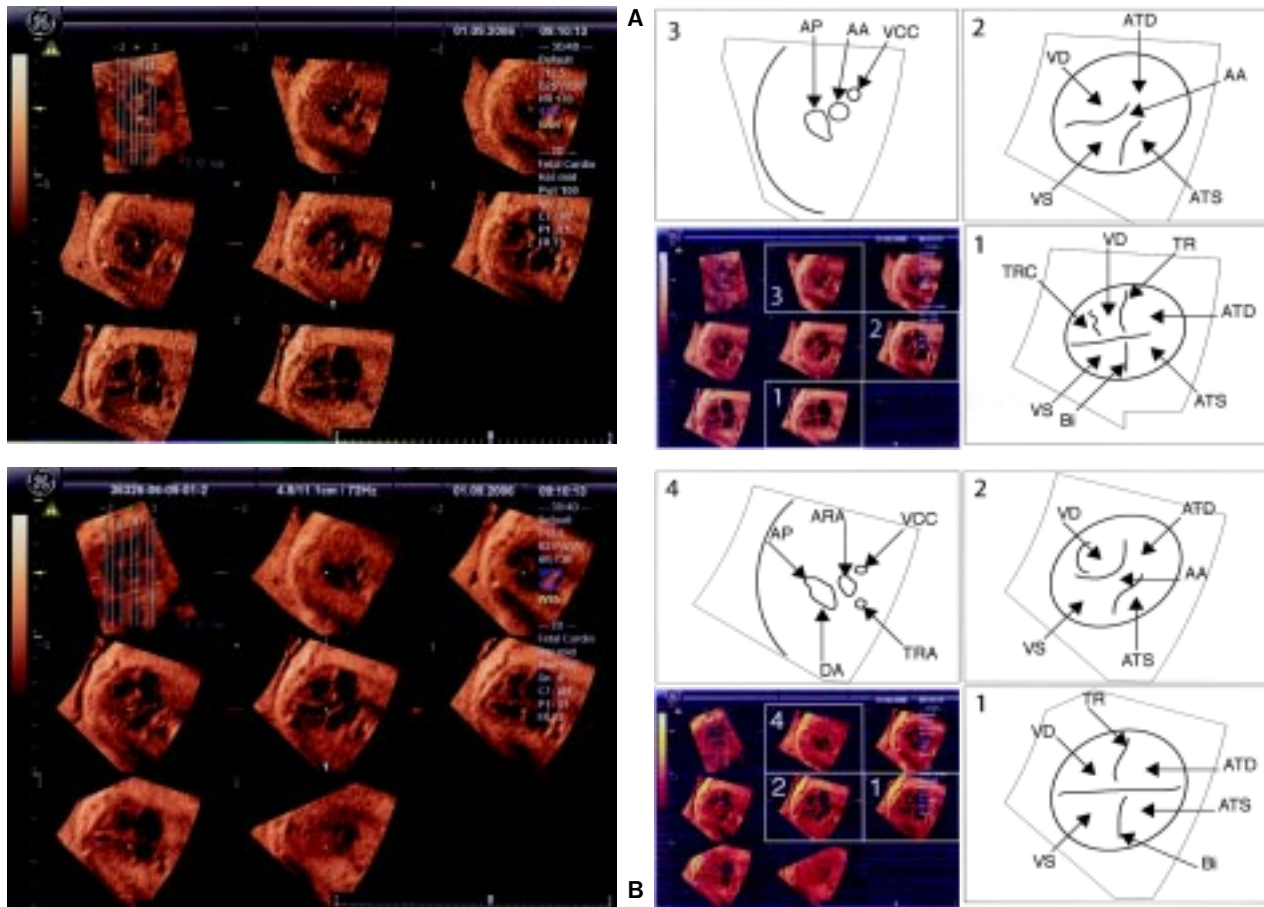
velikost srca odvisna od plodove starosti – čim starejši je, tem večje je srce –, priporočajo Palladini in sod.,<sup>32</sup> da naj bo pri preiskavah med 19. in 23. tednom razdalja 2,7 mm, pri preiskavah med 30. in 33. tednom nosečnosti pa 4 mm. Od osnovne referenčne ravnine, ki je označena z zvezdico in leži v sredini, je polovica prikazanih presekov usmerjena proti vrhu ali bazi srca, ostala polovica pa v obratno smer. V levem zgornjem ehogramu je označen položaj posameznih presekov (Sl. 6A, B).

Ko izberemo referenčno ravnino in ustrezno nastavimo razdalje med posameznimi prerezi, lahko pogosto že v enem TUI skupku ehogramov vidimo in ocenimo vse štiri pri rutinski preiskavi pomembne prereze srca (projekcija »štirih in petih votlin«, pogled na tri žile ter na tri žile in trahejo). Če tako niso zajeti vsi



Sl. 5A in 5B. Isti plod kot na Sl. 1. Projekcija »štirih votlin«. Vrh srca je obrnjen proti 12. uri. Oblikovanje v predelu preddvorno-preklatnih zaklopk. Levo je označeno območje oblikovanja; zelena črta kaže, iz katere smeri oblikujemo – tu iz smeri obeh prekatov; desno oblikovani del srca. 4A – zaklopki sta zaprti, 4B – zaklopki sta odprti.

Figures 5A and 5B. The same fetus as in Figure 1. »Four chamber view«. The apex of the heart is at 12 o'clock. Rendering of the region of both atrioventricular valves. On the left side the rendering box is marked; the green line shows from which direction we are rendering – here from both ventricles. On the right side the rendered part of the heart. 4A – both valves are closed, 4B – the valves are open.



Sl. in shemi 6A in 6B. Isti plod kot na Sl. 1. Vrh srca je obrnjen proti 9. uri. Tomografski ultrazvočni prikaz (TUI). Razdalja med prerezi je 3 mm; v sliki B smo povečali razdaljo na 4 mm. Vidijo se diagnostično pomembni prerezi plodovega srca – (1) projekcija »štirih votlin«, (2) projekcija »petih votlin«, (3) pogled na tri žile in (4) pogled na tri žile in trahejo.

Figures and schemes 6A and 6B. The same fetus as in Figure 1. Tomographic ultrasound imaging (TUI). The distance between the scans is 3 mm; in the Figure B we increased the distance to 4 mm. The diagnostic important scans are visible – (1) the »four chamber view«, (2) the »five chamber view«, (3) the »three-vessel view« and (4) the »three-vessel and trachea view«.

zaželeni prerezi, jih lahko vidimo v dodatnem prikazu, ko premaknemo referenčno ravnino in/ali spremenimo razdaljo med prerezi (Sl. 6A, B).

– Avtomatični večravninski prikaz – AMI (automated multiplanar imaging)<sup>33</sup> – govori se tudi o računalniško podprti diagnozi prostornine – VCAD (volume computer aided diagnosis).<sup>34</sup> Posneta prostornina določenega plodovega organa (npr. možgani, srce) je sestavljena iz številnih 2D UZ prerezov; med temi so tudi diagnostično pomembni. Abuhamad<sup>33</sup> je opozoril na dejstvo, da je medsebojna anatomska korelacija med posameznimi prerezi vedno enaka, kar pomeni, da so razdalje pri srcu v odvisnosti od starosti ploda, npr. med projekcijo »štirih votlin« in drugimi prerezi (projekcija »petih votlin«, pogled na tri žile ali tri žile in trahejo) tudi vedno enake.

Preiskava AMI ali VCAD poteka po opisu Abuhamada<sup>33, 34</sup> tako, da potem, ko se npr. posname 3D prostornina srca iz standardizirane ravnine, npr. projekcije »štirih votlin«, UZ naprava sama avtomatično

poišče in prikaže še vse ostale relevantne prereze srca.

Programsko opremo za preiskavi AMI oziroma VCAD ima že vgrajeno novejša UZ naprava Voluson E 8 tvrdke GE Kretz.

## Razpravljanje

Pri rutinskih UZ preiskavah konec prvega trimesečja, predvsem pa pri preiskavah, opravljenih okoli 20. tedna nosečnosti, je ob meritvah ploda, iskanju večplodne nosečnosti, določanju ležišča posteljice in količine plodovnice zelo pomembna tudi zanesljiva ocena anatomskega podrobnosti pri plodu. Tudi bodoči starši pričakujejo in zahtevajo od UZ preiskave čim bolj zanesljiv odgovor na to, ali je s plodom vse v redu in da nima nobenih prirojenih nepravilnosti.

Raziskave Gudexa in sod.<sup>35</sup> so pokazale, da pride 60 % nosečnic na UZ preiskavo z željo, da se izključijo prirojene nepravilnosti, 55 %, da se ugotovi, da je z nosečnostjo vse v redu, v 44 %, da se pomirijo.

Na srečo lahko večinoma ugotovimo, da je s plodom vse v redu, ker se računa, da ima le 2 % novorojenčkov prirojene strukturalne nepravilnosti.<sup>36</sup>

Če pa se odkrije prirojena anomalija, je pomembno pravilno svetovanje, kako naprej. Ko se ugotovi prirojena srčna napaka, menijo Ogge in sod.,<sup>37</sup> lahko danes glede na težo in vrsto srčne napake svetujemo:

- a) prekinitev nosečnosti;
- b) zdravljenje še v maternici (balonska valvoplastika pri aortni ali pulmonalni stenozi, drenaža perikardialnega izliva, operativno narejen prehod v pretinu med preddvoroma) in
- c) načrtovanje časa, načina in kraja poroda, da se pri novorojenčku lahko čim prej po porodu ob njegovi najboljši možni hemodinamični situaciji opravi potreben operativni poseg.

Allanova<sup>8</sup> navaja, da takojšnja kardiološka oskrba pri novorojenčku zmanjšuje njihovo umrljivost po podatkih iz literature. Meni pa tudi, da se bo v prihodnosti, zahvaljujoč pravilni prenatalni diagnozi pri prirojnih srčnih napakah, verjetno zmanjšala tudi dolgotrajna obolevnost teh otrok, redkeje naj bi bile predvsem nevrološke okvare. Zato je pomembno, da se čim več prirojnih srčnih napak odkrije že pri plodu. Deloma k temu lahko pripomore tudi natančna ehokardiografija pri plodu s širšo zatilno svetlino. UZ diagnoza prirojnih srčnih napak pa ostaja še vedno najbolj problematičen del pri odkrivanju prirojnih napak pri plodu in se v primerjavi z drugimi tudi redkeje ugotovi.<sup>4</sup> Pri živorojenih se najde srčna napaka v 0,4–0,8 %, če pa upoštevamo, da je prevalenca pri mrtvorojenih do 10-krat višja, pa je verjetna pogostost teh napak v nosečnosti približno med 5 in 8 %. V 72 % gre samo za srčne napake, v 12 % jih spremljajo kromosomske nepravilnosti, v 8 % so del določenih sindromov, v 7 % pa se najdejo tudi še druge prirojene nepravilnosti pri plodu.<sup>38</sup>

Allanova<sup>36</sup> meni, da se samo s projekcijo na »štiri votline« lahko pravilno ugotovi 60 % večjih srčnih anomalij; zanesljivost se pa poveča na 90 %, če se dodatno pri UZ preiskavi ocenita še iztočni veji obeh velikih arterij, a ta zanesljivost se ne doseže pri vsakodnevnih rutinskih presejalnih UZ preiskavah. Tako poročajo Tegnander in sod.,<sup>4</sup> da so v njihovi populaciji v 39 % pravilno ugotovili večje srčne anomalije – če so ocenjevali le projekcijo na »štiri votline«, ter v 57 %, če so pregledali še potek obeh velikih arterij.

Garne in sod.<sup>39</sup> so pregledali podatke 20 registrov prirojnih napak pri plodu iz 15 evropskih držav – zanesljivost pravilne predporodne diagnoze prirojnih srčnih napak se je gibala med 3 % in 31 %; v povprečju je znašala 25 %.

Vzrokov za to, da je zanesljivost pri ugotavljanju prirojnih srčnih napak pri rutinskih presejalnih UZ pregledih pogosto slabša, kot bi lahko bila, je lahko več:

A. Zelo pomembno je, kako šolan in izkušen je preiskovalec.

Tako poročajo Hunter in sod.,<sup>40</sup> da se je zanesljivost pri ugotavljanju prirojnih srčnih napak podvojila od 17,6 na 36 %, potem ko so v 16 porodniških enotah v severnem delu Anglije opravili tečaje, v katerih so se udeleženci naučili sprva pravil-

no oceniti projekcijo na »štiri votline«, nato pa še iztočni veji obeh velikih arterij.

Tudi iz Italije poročajo,<sup>37</sup> da se je po ustreznem šolanju v 15 UZ enotah zanesljivost pri ugotavljanju prirojnih srčnih napak bistveno izboljšala.

Wong in sod.<sup>41</sup> so v primerih, ko je bila projekcija na »štiri votline« nepravilna, ugotovili, da je bila diagnoza pri rutinskih presejalnih preiskavah pravilna v 47 %, v terciarnih centrih pa v 78 %.

- B. Na to, ali je diagnoza pravilna ali ne, pa vpliva tudi to, kateri del srca ocenjujemo. Če ocenjujemo le projekcijo na »štiri votline«, ki še vedno pri presejalnih pregledih velja za najpomembnejši UZ prerez srca,<sup>42</sup> pri neustreznem ali pomanjkljivem prerezu zanesljiva ocena ni mogoča.

Tudi Chaoui<sup>42</sup> med štirimi vzroki za neuspeh pri oceni plodovega srca pri projekciji »štirih votlin« navaja neustreznost prereza. Kot druge vzroke našteva še:

- projekcija »štirih votlin« je pravilno posneta, vendar se kljub temu napaka ne odkrije;
- srčna napaka se razvije in pokaže šele kasneje v nosečnosti;
- pri določenih prirojnih napakah (tetralogija Fallot, transpozicija velikih žil, dvojni izhod iz desnega prekata, skupni arterijski trunkus in prekinitev aortnega loka) projekcija »štirih votlin« ni spremenjena in je normalna. Zato v zadnjih letih izide vse več priporočil, naj tudi pri rutinskih presejalnih preiskavah oceni potek obeh velikih arterij, da se lahko ugotovijo tudi prej omenjene nepravilnosti.<sup>3, 43, 44</sup>

- C. Tudi če prikažemo ustrezen in uporaben prerez srca (projekcija »štirih votlin«, iztočni del aorte ali pljučne arterije, pogled na tri žile in na tri žile in trahejo), je zanesljivost diagnoze v veliki meri odvisna od tega, kako ocenjujemo v teh prerezih srca posamezne srčne strukture. Potreben je sistematski in v ustreznem zaporedju opravljen pregled, kot ga opisujejo Carvalho in sod.<sup>45</sup>

- Č. Raba neustrezne UZ naprave.

Slansky<sup>46</sup> ne vidi glavnega vzroka za to, da prenatalna diagnoza prirojnih srčnih napak ostaja še vedno sporna in pomanjkljiva, v kompleksni tridimenzionalni geometriji srca – saj so tudi plodovi možgani taki, – ampak v tem, da se srce premika. Meni, da ocena srca, medtem ko bije, ko se vidi gibanje zaklopk ter miokarda, olajša in izboljša prikaz struktur v srcu. Zato priporoča, naj se navodilo za presejalne preglede plodovega srca dopolni še s priporočilom, da se pri vsaki preiskavi napravi cineloopski zapis prerezov utripajočega srca. In prav UZ naprave, ki imajo vgrajeno programsko opremo za preiskave STIC, omogočajo, da enostavno pregledamo vse zaželenne prereze pri utripajočem srcu. To lahko storimo takoj, ko posnamemo prostornino srca 3D STIC še v prisotnosti nosečnice ali pa kadar koli kasneje, in to tudi večkrat. Posneto prostornino STIC lahko pošljemo v oceno strokovnjaku v ustreznem center. V tej možnosti vidijo nekateri velik pomen in bodočnost preiskave STIC. Vinals in sod.<sup>47</sup> menijo, da se lahko tudi preiskovalec, neizkušen v fetalni ehokardiografiji, na-

uči, da primerno posname prostornino srca 3D STIC ter jo nato preko interneta pošlje v nadaljnjo oceno. Tako bi se tudi tam, kjer preiskujejo manj izkušeni, povečala zanesljivost UZ ocene plodovega srca.

Pogoj za to pa je, da bodo na trgu ustrezne UZ naprave, ki bodo cenovno dostopne tudi širšemu krogu uporabnikov. Ker omogočajo UZ preiskavo STIC predvsem novosti v računalniški tehnologiji, ki se, kot večina novosti na tem področju, sčasoma skoraj vedno bistveno pocenijo, lahko pričakujemo, da bo tako tudi pri teh UZ napravah. Tegnander in Eik-Nes<sup>5</sup> pa tudi Allanova<sup>8</sup> menijo, da dokler preiskovalec ne obvlada popolnoma bazičnih prerezov skozi plodovo srce, tudi sofisticirana UZ tehnologija ne more izboljšati zanesljivosti pri ocenjevanju plodovega srca.

Drugi pa menijo,<sup>20</sup> da je prednost 3D in 4D UZ preiskave prav v tem, da izboljša uspešnost pri odkrivanju prirojenih srčnih napak tudi pri manj izkušenem preiskovalcu. Benacerraf in sod.<sup>48</sup> ugotavljajo, da je pri oceni anatomskih podrobnosti ploda med 17. in 21. tednom nosečnosti 3D UZ preiskava hitrejša, bolj avtomatizirana in manj odvisna od preiskovalca kot 2D UZ preiskava. Tudi naše izkušnje, predvsem v Mariboru, kjer smo lahko preiskovali s tehniko STIC le kratek čas, potrjujejo, da se prostornina STIC plodovega srca lahko posname hitro in enostavno in da se je mogoče hitro naučiti v posneti prostornini poiskati vse zaželenne prereze. V posebno pomoč pri tem je lahko tomografska (TUI) analiza. Ali in v kakšni meri bo pri vsakodnevnih presejalnih UZ pregledih avtomatizirana (AMI) preiskava olajšala in izboljšala natančnost in zanesljivost pri oceni plodovega srca, se bo pokazalo v bližnji prihodnosti.

## Zaključki

V nekaterih novejših prispevkih o tem, kje ima pri UZ oceni anatomskih podrobnosti pri plodu 3D UZ preiskava določene prednosti, navajajo tudi UZ pregled plodovega srca.<sup>49-51</sup>

Kakšen vpliv bo imela v prihodnosti preiskava STIC pri rutinskih presejalnih pregledih na zanesljivost pri ugotavljanju prirojenih srčnih napak, se še ne da napovedati, saj doslej ni bilo še nobene večje raziskave.<sup>22</sup> Po naših izkušnjah se plodovo srce lahko na vsak način lažje in zanesljiveje oceni pri prelistavanju skozi prostornino STIC, ko lahko isto strukturo srca pregledamo tudi večkrat, kot pa če tako kot pri običajni 2D preiskavi ocenjujemo podrobnosti plodovega srca neposredno na zaslonu UZ naprave.

## Zahvala

Zahvaljujemo se medicinski sestri gospe Zdenki Šimat za pomoč pri UZ preiskavah ter gospema Duški Namestnik in Dragici Polajner pri pisanju članka.

## Literatura

1. Yagel S, Cohen SM, Achiron R. Examination of the fetal heart by five short-axis views; a proposed screening method for comprehensive cardiac evaluation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; 17: 367-9.
2. Axt-Fliehdner R, Gembruch V, Diedrich K. Fetale Echokardiographie. *Gynäkologie* 2006; 38: 5.
3. 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.
4. Tegnander E, Williams W, Johansen OJ, Blaas H-GK, Eik-Nes SH. Prenatal detection of heart defects in a non-selected population of 30,149 fetuses - detection rates and outcome. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27: 252-65.
5. Tegnander E, Eik-Nes SH. The examiner's ultrasound experience has a significant impact on the detection rate of congenital heart defects at the second-trimester fetal examination. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 28: 8-14.
6. Bega G, Kuhlman K, Lev-Toaff A, Kurtz A, Wapner R. Application of three-dimensional ultrasonography in the evaluation of the fetal heart. *J Ultrasound Med* 2001; 20: 307-13.
7. Sharland GK, Allan LD. Screening for congenital heart disease prenatally. Results of a 1/2-year study in the South East Thames Region. *Br J Obstet Gynecol* 1992; 99: 220-5.
8. Allan L. Screening the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 28: 5-7.
9. Japelj I, Ogrizek-Pelkič K, Lužnik M, Pšeničnik S. Tridimenzionalna ultrazvočna preiskava SPIN plodovega srca. *Zdrav Vestn* 2006; 75: 363-70.
10. De Vore GR, Polanco B, Slansky MS, Platt LD. The »spin« technique: a new method for examination of the fetal outflow tracts using three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; 24: 72-82.
11. 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.
12. Goncalves LF, Lee W, Chaiworapongsa T, Espinoza J, Schoen ML, Falkensammer P, et al. Four-dimensional ultrasonography of the fetal heart with spatio-temporal image correlation. *Am J Obstet Gynecol* 2003; 189: 1792-802.
13. Vinals F, Pabete P, Giuliano A. Spatio-temporal image correlation STIC: a new tool for the prenatal screening of congenital heart defects. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 22: 388-94.
14. Espinoza J, Goncalves LF, Lee W, Chaiworapongsa T, Treadwell MC, Stites S, et al. The use of the minimum projection mode in 4-dimensional examination of the fetal heart with spatio-temporal image correlation. *J Ultrasound Med* 2004; 23: 1337-48.
15. Chaoui R, Hoffmann J, Heling KS. Three-dimensional (3D) and 4D color Doppler fetal echocardiography using spatio-temporal image correlation (STIC). *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; 23: 535-45.
16. Goncalves LF, Romero R, Espinoza J, Lee W, Treadwell M, Chintala K, et al. Four-dimensional ultrasonography of the fetal heart using color Doppler spatio-temporal image correlation. *J Ultrasound Med* 2004; 23: 473-81.
17. Goncalves LF, Espinoza J, Romero R, Lee W, Treadwell MC, Huang R, et al. Four-dimensional fetal echocardiography with spatio-temporal image correlation (STIC): a systematic study of standard cardiac views assessed by different observers. *The Journal of Maternal - Fetal and Neonatal Medicine* 2005; 17: 323-31.
18. Yagel S, Valsky V, Messing B. Detailed assessment of fetal ventricular septal defect with 4D color Doppler ultrasound using spatio-temporal image correlation technology. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 25: 97-8.
19. Goncalves LF, Espinoza J, Lee W, Nien JK, Hong JS, Santolaya-Forgas J, et al. A new approach to fetal echocardiography. *J Ultrasound Med* 2005; 24: 415-24.
20. Chaoui R, Rake A, Heling KS. Drei- und vierdimensionale fetale Echokardiographie. *Gynäkologie* 2006; 39: 15-24.
21. Goncalves LF, Lee W, Espinoza J, Romero R. Examination of the fetal heart by four-dimensional (4D) ultrasound with spatio-temporal image correlation (STIC). *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27: 336-48.

22. Yagel S, Cohen SM, Shapiro I, Valsky DV. 3D and 4D ultrasound in fetal cardiac scanning: a new look at the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007; 29: 81-95.
23. Falkensammer P. Spatio-temporal image correlation of volume ultrasound. GE Zipf, Austria: Healthcare; 2005.
24. Merz E. *Ultrasound in obstetrics and gynecology*. Philadelphia, New York, Baltimore: Lippincott Williams-Wilkins; 1998.
25. Kurjak A, Kupešič S. *Clinical application of 3D sonography*. New York, London: The Parthenon Publishing Group; 2000.
26. Japelj I, Ogrizek-Pelkič K, Pšeničnik S. Tridimenzionalna ultrazvočna preiskava v porodništvu. *Zdrav Vestn* 2001; 70: 561-7.
27. Bega G, Lev-Toaff A, Kuhlman K, Kurtz A, Goldberg B, Wagner R. Three-dimensional ultrasonographic imaging in obstetrics. Present and future applications. *J Ultrasound Med* 2001; 20: 391-408.
28. Merz E. 3D-Sonographie in der pränatalen Diagnostik. In: Merz E. *Sonographische Diagnostik in Gynäkologie und Geburtshilfe*. Band 2: Geburtshilfe. Stuttgart, New York: Thieme; 2002. p. 518-30.
29. Yagel S, Benachi A, Bonnet D, Dumez Y, Hochner-Celnikier D, Cohen SM, et al. Rendering in fetal cardiac scanning: the intracardiac septa and the coronal atrioventricular valve planes. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 28: 266-74.
30. De Vore G, 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.
31. 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.
32. 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: 5-61.
33. Abuhamad A. Automated multiplanar imaging. A novel approach to ultrasonography. *J Ultrasound Med* 2004; 23: 1151-9.
34. Abuhamad A. Volume computer aided diagnosis (VCAD) in obstetrical sonography. The time has come for its clinical application. Waukesha USA: GE Healthcare; 2006.
35. Gudex C, Nielsen BL, Madsen M. Why women want prenatal ultrasound in normal pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27: 145-50.
36. Allan L. Antenatal diagnosis of heart disease. *Heart* 2000; 83: 367-70.
37. Ogge G, Gaglioti P, Macconti S, Faggiano F, Todros T, the Gruppo Piemontese for prenatal screening of congenital heart disease. Prenatal screening for congenital heart disease with four-chamber and outflow-tract views: a multicenter study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 28: 779-84.
38. Arzt W, Tulzer G, Aigner M. Klinische Evaluierung der Realtime - 3D-Sonographie beim normalen fetalen Herzen. *Ultraschall Med* 2002; 23: 388-91.
39. Garne E, Stoll C, Clementi M, the Euroscan group. Evaluation of prenatal diagnosis of congenital heart diseases by ultrasound: experience from 20 European registers. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; 17: 386-91.
40. Hunter S, Heads A, Wyllie J, Robson S. Prenatal diagnosis of congenital heart disease in the northern region of England: benefits of a training programme for obstetric ultrasonographers. *Heart* 2000; 84: 294-8.
41. Wong SF, Chan FY, Cincotta RB, Lee-Tanock A, Ward C. Factors influencing the prenatal detection of structural congenital heart diseases. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 21: 19-25.
42. Chaoui R. The four-chamber view: four reasons why it seems to fail in screening for cardiac abnormalities and suggestions to improve detection rate. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 22: 3-10.
43. Allan L, Hornberger LK, Sharland G. *Textbook of fetal cardiology*. London: Greenwich Medical Media; 2000.
44. Campbell S, Allan L, Benacerraf B, Copel JA, Carvalho JS, Chaoui R, et al. Isolated major congenital heart disease. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; 20: 370-9.
45. Carvalho JS, Ho SY, Shinebourne EA. Sequential segmental analysis in complex fetal cardiac abnormalities: a logical approach to diagnosis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 26: 105-11.
46. Slansky MS. Prenatal screening for congenital heart disease. A moving proposal. *J Ultrasound Med* 2007; 26: 1-3.
47. Vinals F, Mandujano 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; 25: 25-31.
48. Benacerraf BR, Shipp TD, Bromley B. Three-dimensional US of the fetus: volume imaging. *Radiology* 2006; 238: 988-97.
49. Goncalves LF, Lee W, Espinoza J, Romero R. Three- and 4-dimensional ultrasound in obstetric practice. Does it help? *J Ultrasound Med* 2005; 24: 1599-624.
50. Mujezinović F. Osnove tridimenzionalnega ultrazvoka v ginekologiji in porodništvu. *Med Razgl* 2006; 45: 271-85.
51. Kurjak A, Mišković B, Andonotopo W, Stanojević M, Azumendi G, Vrčič H. How useful is 3D and 4D ultrasound in perinatal medicine? *J Perinat Med* 2007; 35: 10-27.

---

Prispelo 2007-05-23, sprejeto 2007-08-20