

## NASTAVENIE USG PRÍSTROJA NA VYŠETRENIE FETÁLNEHO SRDCA

Róbert Dankovčík

Vyšetrenie fetálneho srdca patrí k rutinnému vyšetreniu plodu medzi 18.-22. týždňom tehotnosti. Vzhľadom na to, že frekvencia srdca je okolo 140 úderov za minútu, vyšetrenie srdca kladie zvýšené nároky na kvalitu 2D obrazu, ako je to pri posudzovaní ostatných orgánov, ktorých obraz sa dynamicky nemení. Cieľom práce je objasniť fyzikálny princíp a význam nastavenia 8 vybraných parametrov, ktorými možno zásadným spôsobom ovplyvniť kvalitu dvojdimenzionálneho obrazu fetálneho srdca. Text bol koncipovaný pre bežných užívateľov, ktorí vyšetrujú fetálne srdce v rámci druhotrimestrového morfológického vyšetrenia bez používania farebného a spektrálneho dopplera.

**Kľúčové slová:** fetálne srdce, ultrazvuk

**Key words:** fetal heart, ultrasound

### USG EQUIPMENT SETTING FOR THE EXAMINATION OF THE FOETAL HEART

The examination of the foetal heart belongs to routine foetal examination between 18-22 gestation weeks. Considering the heart frequency about 140 beats per minute, the heart examination puts increased demands to the quality of the 2D image compared to the assessment of other organs whose image is not dynamically changed. The aim of the work is to explain the physical principle and importance of the setting of 8 chosen parameters by which it is possible to influence the quality of the two-dimensional image of the foetal heart in a principal way. The text was prepared for common users who examine the foetal heart in the frame of second trimestral morphological examination without the use of colour and spectral Doppler.

**Key words:** foetal heart, ultrasound

Gynekol. prax 2012; 10 (3): 98-101

#### Úvod

Napriek výraznému pokroku vo vývoji 3D a 4D technológie ostáva metódou voľby pri rutinnom vyšetrení srdca vyšetrenie v dvojdimenzionálnom obraze. Počas vyšetrenia v reálnom čase posudzujeme jednotlivé anatomicke štruktúry srdca, ako aj motilitu srdcového svalu a pohyby srdcových chlopní. Vzhľadom na to, že frekvencia srdca je okolo 140 úderov za minútu, vyšetrenie srdca kladie zvýšené nároky na kvalitu 2D obrazu, ako je to pri posudzovaní ostatných orgánov (napr. mozog, brucho plodu), pri ktorých sa obraz jednotlivých orgánov dynamicky nemení. V menu ultrasonografického prístroja je funkcia KARDIO a pri prístrojoch strednej a vyššej triedy aj nastavenie na vyšetrenie srdca v prvom a druhom trimestri. Toto nastavenie často predstavuje len časť skutočnej možnosti daného prístroja. Preto sa všeobecne odporúča nastavenie na vyšetrenie fetálneho srdca zmeniť podľa potrieb vyšetrujúceho. V závislosti od kvality ultrasonografického prístroja je obraz výsledkom nastavenia minimálne 10 funkcií, pričom každá z nich má viacero stupňov. Z toho vyplýva, že existuje takmer neohraničené množstvo kombinácií výsledného obrazu. Aby bola situácia ešte komplikovanejšia, firmy takmer každoročne vytvárajú upgrade softvéru, čím menia aj základné nastavenie prístroja. Z uvedeného vyplýva, že ak si vyšetrujúci nevie jednoduchým spôsobom nastaviť a prispôsobiť výsledný obraz, nevyužíva v dennej praxi plný potenciál svojho prístroja, čo v prípade prenatalnej diagnostiky môže mať závažné forenzné následky.

#### Výber sondy

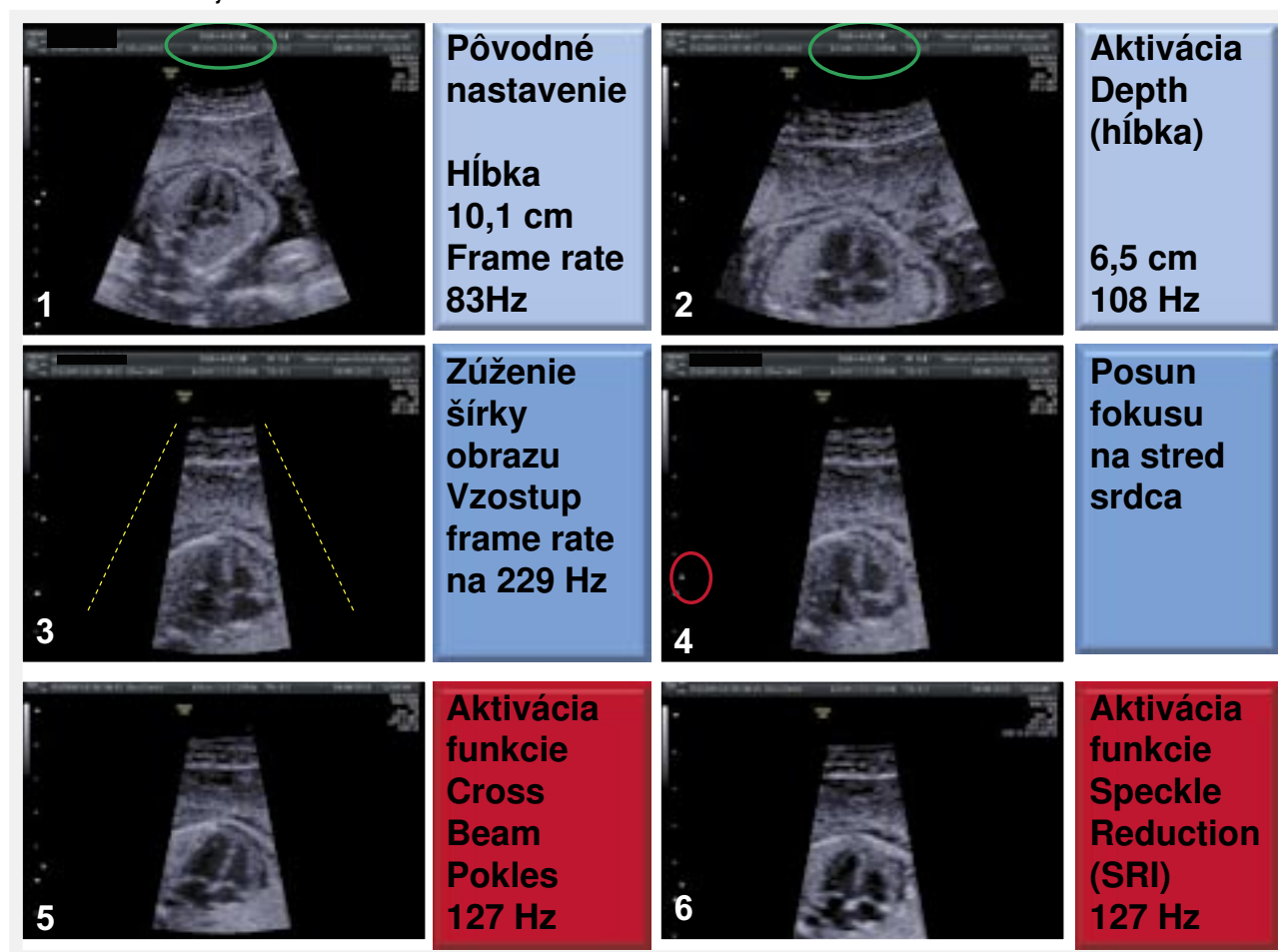
Rozhodujúcim kritériom pre výber sondy je gestačný vek plodu, v ktorom chceme vyšetrenie vykonať, a index telesnej hmotnosti matky. Sondy s nižšou frekvenciou (napr. 3.-5.MHz) majú vyššiu penetráciu, preto sa využívajú u obéznejších pacientok. Naopak, sondy s vyššou frekvenciou (napr. 6.-9.MHz) je výhodnejšie použiť u pacientok s nižším BMI, pretože dosiahnu lepšie rozlíšenie. Moderné USG prístroje nevyžadujú, aby mal gynekológ k dispozícii dve a viacero sond, pretože sondy používané v týchto prístrojoch sú širokopásmové. Zmenu frekvencie vykonáva vyšetrujúci nastavením ovládača, ktorý býva s označením vyjadrujúcim počet MHz, alebo sú prístroje označené symbolmi RESOLUTION (maximálne rozlíšenie), GENERAL alebo NORMAL (stredné rozlíšenie) a PENETRATION alebo DEPTH (na zobrazenie hlboko uložených štruktúr pri použití nízkej frekvencie za cenu nižšieho rozlíšenia).

#### Zväčšenie srdca

Pri vyšetrení srdca je potrebné nastavenie oblasti nášho záujmu, t.j. srdca, na celú plochu na displeja USG. Sondu posúvame tak, aby srdce plodu bolo v strede obrazovky. Následným krokom je „odstránenie“ všetkého, čo pri vyšetrení srdca nepotrebujeme mať na obrazovke, a zväčšenie srdca tak, aby bol na obrazovke iba hrudník plodu.

Najprv obraz redukuje v horizontálnej rovine. Vzhľadom na vysokú frekvenciu srdca plodu musí mať príslušné nastavenie prístroja na vyšetrenie fetálneho srdca tzv. vy-

Obrázok 1. Zmena kvality obrazu fetálneho srdca v šiestich krokoch



soký frame rate – t.j. počet obrázkov za sekundu. Ak pomocou ovládača „zúžime zobrazovaný výsek“, dosiahneme dvojaký efekt (**obrázok 1/3**). Jednak odstránime z obrazovky súčasti, ktoré pri vyšetrení srdca nepotrebujeme vidieť (placenta, končatiny a pod.), a jednak sa nám zúžením výseku zvýši frame rate, t.j. počet obrázkov za sekundu vyjadrený v Hz (napr. 110 Hz = 110 obrázkov za sekundu).

Následne obraz redukuje v vertikálnej rovine. Tento krok môžeme dosiahnuť dvojakým spôsobom použitím ovládača ZOOM (**obrázok 2/8**) alebo DEPTH (**obrázok 1/2**). Výhodnejšie je použiť ovládač DEPTH, pretože odstránime časti, ktoré sú pod úrovňou hrudníka za cenu žiadaného nárastu frame rate.

Význam tohto kroku pri fetálnej echokardiografii doceníme, ak pri vyšetrení začneme používať farebný doppler. Pri jeho súčasnom použití s 2D módom potrebuje USG prístroj na rekalkuláciu a vytvorenie obrazu viac času. Rekalkulácia obrazu spôsobuje, že po zapnutí farebného dopplera dôjde k zníženiu frame rate približne o 30 až 50%. Ak teda začíname s frame rate 40 Hz a zapneme farebný doppler, nastane zníženie frame rate na polovicu, t.j. asi na 20 Hz, čo spôsobí, že obraz na monitore USG bude trhaný, pretože ľudské oko vníma tok obrázkov ako plynulý, ak je frekvencia aspoň 24 obrázkov za sekundu (princíp filmu).

#### Dynamický rozsah

Zmenou ovládača dynamického rozsahu meníme kontrast obrazu, t.j. využívame škálu sivej farby. Pri vyšetrení abdomenu nepotrebujeme vysoký dynamický rozsah (širokú škálu sivej farby), pretože pri posudzovaní orgánov máme kontrast v podobe náplne žalúdka a obličkových panvičiek, naopak, pri vyšetrení srdca potrebujeme vysoký dynamický rozsah, aby boli jednotlivé štruktúry srdca dobre a kontrastne vykreslené.

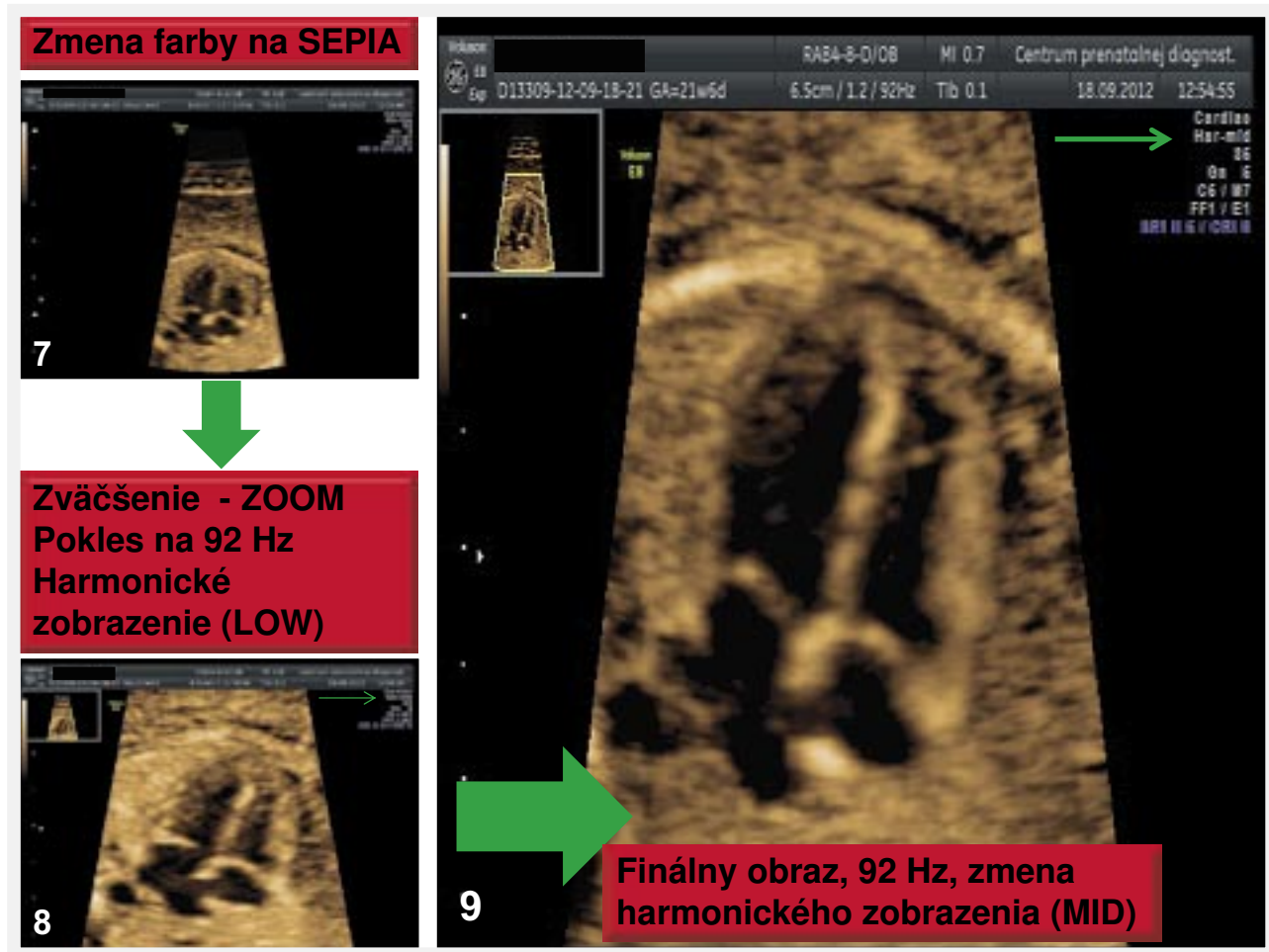
#### Fókusácia

Po nastavení obrazu predchádzajúcimi krokmi nastavujeme pri vyšetrení srdca fókus tak, aby smeroval k stredu srdca. Zásadne používame iba jeden fókus, viacero fókusov znižuje frame rate, čo je pri pohybujúcom sa srdci nežiadúce (**obrázok 1/4**).

#### Tissue harmonic imaging

Pracuje na princípe detekcie tzv. harmonických kmítov, t.j. násobkov vysielanej frekvencie narastajúcich s hĺbkou. Do tkaniva je vysielaný pomerne intenzívny ultrazvukový impulz základnej frekvencie  $f_0$ . Sonda-prijímač však nezachytáva odrazy tejto frekvencie, ale kmity harmonické s frekvenciou  $2f_0$ . Kmity vznikajú v tkanivových štruktúrach v dôsledku nelineárneho šírenia budiaceho impulzu.

Obrázok 2. Finalizácia nastavenia obrazu fetálneho srdca



Tieto kmity sa potom ďalej obrazovo spracovávajú. Energia harmonických kmitov, ktoré vznikajú v tkanivách, je na rozdiel od vysielanej energie podstatne nižšia. Na to, aby vznikla obrazová informácia z týchto kmitov, predpokladá sa použitie dynamického rozsahu zosilnenia, ako aj dokonalé potlačenie odrazov z vysielanej frekvencie a použitie širokopásmových meničov s dostatočnou citlivosťou voči druhej harmonickému frekvencii<sup>(1)</sup>.

V konečnom dôsledku dochádza k zlepšeniu pomeru signál - šum a zvýšeniu kontrastu a priestorového rozlíšenia (obrázok 2/9). Podstatnou výhodou je tiež precízne odlíšenie rozhrania tekutiny od solídneho tkaniva (napr. rušenie šumov medzi plodovou vodou a stenou maternice či placenty, rušenie šumov medzi stenou srdca a krvou a pod.).

#### Farba obrazu

Ultrazvukové prístroje ponúkajú možnosti použitia rôznych farebných škál od čiernobielej cez sivú, modrú, červenú, ľadovú (ice) až po sépiu. Význam zmeny používanej farby vyplýva z biofyzikálnych princípov. V sietnici sa nachádzajú tyčinky, ktoré sú najlepšimi senzormi pohybu, a čapíky potrebné na farebné videnie. Napriek tomuto konštatovaniu je vizuálne zobrazenie omnoho kvalitnejšie cez čapíky. V mieste fovea centralis, kde sa tvorí farebné videnie, je koncentrácia čapíkov mnohonásobne vyššia oproti

tyčinkám a je to miesto, kde je najväčšia vizuálna ostrosť. Preto je pri vyšetrení rýchlo sa pohybujúceho objektu (srdce) výhodnejšie používať kolorovaný obraz oproti škále sivej farby (obrázok 2/7).

#### Cross Beam, Sono CT, Compound Imaging

Funkcia Cross Beam (prístroje fy GE) synonyma Sono CT, Compound Imaging, výrazným spôsobom ovplyvňuje kvalitu obrazu. Na rozdiel od bežných sond, ktorých kryštály vysielajú iba jeden lúč, pri sondách s aktivovanou funkciou Cross Beam vysiela jeden kryštál dva a viac (podľa nastavenia) lúčov pod rôznym uhlom. Výsledný obraz prináša ostrejšie zobrazenie rozhraní niekedy aj za cenu nežiaducich artefaktov (zhrubnutie kože pri meraní nuchálnej translucencie či rozšírenie femuru zosilnením okrajov epifýzy). Pri vyšetrení fetálneho srdca je pri aktivácii funkcie Cross Beam výrazne zlepšené zobrazenie rozhraní medzi štruktúrami srdca (obrázok 1/5).

#### X-Res, Speckle Reduction Imaging, Sono MRI

Táto funkcia je odvodená od softvérov používaných pri magnetickej rezonancii. Jej úlohou ako postprocessingovej funkcie je zosilňovať obraz v rozhraniach a redukovať obraz v miestach, kde je najväčšie zrnenie (obrázok 1/6). Výsledkom je podstatné zvýšenie kvality obrazu podobné

obrázkom z magnetickej rezonancie s maximálnym potlačením artefaktov a zrnienia<sup>(2)</sup>.

### Záver

Vyšetrenie fetálneho srdca vyžaduje extrémne nároky na znalosti a skúsenosti vyšetrujúceho, ale aj na nastavenie ultrasonografického prístroja. Vyšetrenie je náročné vzhľadom na polohu plodu v maternici, lokalizáciu placenty, množstvo plodovej vody a index telesnej hmotnosti pacientky. V texte je uvedených 8 parametrov, ktoré zásadným spôsobom ovplyvňujú kvalitu dvojdimenzionálneho obrazu. Pochopením významu jednotlivých krokov v na-

stavení prístroja si vyšetrujúci dokáže nastaviť svoj prístroj tak, aby plne využil jeho potenciál v rutinnej praxi. Text bol koncipovaný pre bežných užívateľov, ktorí vyšetrujú fetálne srdce v rámci druhotrimestrového morfologického vyšetrenia bez používania farebného a spektrálneho dopplera.

---

### Adresa pre korešpondenciu:

doc. MUDr. Róbert Dankovčík, PhD., MPH  
II. gynekologicko-pôrodnická klinika LF UPJŠ Košice  
Centrum prenatálnej diagnostiky, s. r. o; Košice  
e-mail: dankovcik@gmail.com

### Literatúra

1. [http://zdravotnictvi.ultrazvuk.cz/prilohy/1/Fyzikalni\\_principy\\_uz.pdf](http://zdravotnictvi.ultrazvuk.cz/prilohy/1/Fyzikalni_principy_uz.pdf)
2. [http://www.gehealthcare.com/euen/ultrasound/docs/education/whitepapers/whitepaper\\_SRI.pdf](http://www.gehealthcare.com/euen/ultrasound/docs/education/whitepapers/whitepaper_SRI.pdf)