

Մանկաբարձությունում և գինեկոլոգիայում ուլտրաձայնային ախտորոշման միջազգային միության (ISUOG) պրակտիկ ուղեցույցներ (թարմացված)՝ պտղի սրտի ուլտրաձայնային սկրինինգ հետազոտություն

Translation from English to Armenian: Narine Asilbekyan of YSMU Erebouni MC (Armenia).

Reviewed by: Dr. Karine Tokhunts, President of Armenian Association of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology; Dr. Anna Khudaverdyan of YSMU and Republican Institute of Reproductive Health (Armenia)

Կլինիկական չափորոշիչների հանձնաժողով:

Մանկաբարձությունում և գինեկոլոգիայում ՈԻՁ ախտորոշման միությունը (ISUOG) գիտական կազմակերպություն է, որը ապահովում է ճառագայթային ախտորոշման բնագավառում անվնաս կլինիկական գործունեություն, բարձր որակի ուսուցում և գիտական հետազոտություններ կանանց առողջության ոլորտում:

ISUOG-ի կլինիկական ստանդարտների հանձնաժողովը (ԿՄՀ) ստեղծում է գործնական ուղեցույցներ և համաձայնեցված տեղեկագրեր, որոնք ապահովում են բուժաշխատողներին համաձայնեցված մոտեցումներով ճառագայթային ախտորոշման համար: Դրանցում նկարագրված են մեթոդներ, որոնք ISUOG-ի կարծիքով հանդիսանում են լավագույնը մեթոդները ներկա պահին: Չնայած այն բանին, որ ISUOG-ին մեծ ջանքեր է գործադրում համոզված լինելու համար, որ ուղեցույցները շիտակ են արձանագրված, սակայն ոչ միությունը, և ոչ էլ նրա աշխատակիցներից կամ անդամներից որևիցե մեկը չի կրում որևէ պատասխանատվություն ԿՄՀ-ի թողարկված կարծիքների կամ հաստատումների հիման վրա առաջացած սխալ կամ մոլորեցնող տվյալների հետևանքների համար: ԿՄՀ-ն մտադրված չէ ստեղծել օրինական չափանիշներ բուժօգնության համար, քանի որ ուղեցույցի հիմքում ընկած ապացույցների մեկնաբանությունը վրա կարող են ազդել անհատական հանգամանքներ,

տեղային նախագծեր, և հասանելի ռեսուրսներ: Հաստատված ուղեցույցները միության թույլատվությամբ կարող են ազատ տարածվել (info@isuog.org):

Ներածություն

Այս փաստաթուղթը իրենից ներկայացնում է նախկինում ISUOG կողմից տպագրված պտղի սրտի երկրորդ եռամսյակի ուլտրաձայնային սկրինինգային հետազոտության վերանայված և թարմացված տարբերակը և ներառում է սրտի բնածին արատների հայտնաբերման ժամանակակից մոտեցումները: ISUOG-ի նոր խորհուրդներում ռուտին սկրինինգի մեջ սրտի չորս խոռոչների և արտամղման ուղիների պատկերների ընդգրկումը, հիմնված են ապացուցողական տվյալների (evidence-based) վրա և համընկնում են այլ մասնագիտացված կենտրոնների վերջին ուղեցույցների և խորհուրդների հետ ²⁻⁵:

Սրտի բնածին արատները մանկական մահացության առաջատար պատճառներից են, մոտավորապես 4–13 դեպք 1000 նորածնի հաշվարկով: 1950թ.-ից 1994 թ.-ականների ընթացքում Համաշխարհային առողջապահության կազմակերպության կողմից արձանագրված մանկական մահվան պատճառների 42%-ը կազմում են սրտի արատները⁹: Սրտի կառուցվածքային ախտահարումները պրենատալ ուլտրաձայնի ժամանակ առավել հաճախ բաց թողնված անոմալիաների թվում են^{10,11}: Սրտի կոնկրետ ախտահարումների դեպքում դրանց պրենատալ ախտորոշումը կարող է բարելավել պտուղների էլքը¹²⁻¹⁶: Պրենատալ հայտնաբերման տոկոսները բավականին լայն են տատանվում¹⁷, որոնց մի մասը կարող է պայմանավորված լինել հետազոտողի փորձով, մոր ճարպակալմամբ, տվիչի հաճախականությամբ, որովայնի սպիի առկայությամբ, գեստացիոն տարիքով, ամնիոտիկ հեղուկի ծավալով և պտուղների դիրքերի տարբերությամբ^{18,19}: Սկրինինգային ծրագրի էֆեկտիվությունը կարող են բարձրացնել այնպիսի կարևոր գործոններ ինչպիսիք են՝ բուժաշխատողների շարունակական հետադարձ կապի վրա հիմնված

վերապատրաստումները, ամենաչնչին կասկածի դեպքում մասնագիտացված էխոկարդիոգրաֆայի կազմակերպումը և մանկական սրտաբանների հասանելիությունը^{8,20}: Որպես օրինակ Հյուսիսային Անգլիայի բժշկական կենտրոնում երկու տարվա վերապատրաստման ծրագիր իրականացնելուց հետո սրտի մագիստրալ արատների հայտնաբերման տոկոսը կրկնապատկվեց:

Սրտի սկրինինգային հետազոտությունը նախատեսված է գերագույնի հասցնելու պտղի սրտի արատների հայտնաբերումը երկրորդ եռամսյակի ուլտրաձայնային հետազոտության ժամանակ²²: Այս ուղեցույցները կարող են օգտագործվել ցածր ռիսկի պտուղների շրջանում, որպես սովորական պրենատալ հետազոտության հատված²³⁻²⁵: Այս մոտեցումը օգնում է նաև տարբերակել գենետիկ համախտանիշ ունենալու ռիսկով պտուղներին և տալիս է օգտակար ինֆորմացիա հիվանդին խորհուրդ տալու, մանկաբարձական մոտեցումը ընտրելու և բազմապրոֆիլային օգնություն ցուցաբերելու համար: Սրտի ախտահարումների կասկածի դեպքում պահանջվում է ավելի մանրակրկիտ հետազոտություն՝ պտղի էխոգարդիոգրաֆիա²⁶:

Ընդհանուր նկատառումներ

Չնայած սրտի չորս խոռոչի և արտամղման ուղիների պատկերների հստակ ապացուցված օգտակարությանը, հետազոտողը պետք է տեղյակ լինի հնարավոր ախտորոշիչ ծուղակներից, որոնք կարող են կանխել ՄԲԱ ժամանակին հայտնաբերումը²⁷⁻²⁹: Հայտնաբերման հաճախանակությունը կարելի է բարելավել իրականացնելով սրտի մանրակրկիտ սկրինինգային հետազոտություն, գիտակցելով, որ չորս խոռոչների պատկերումը ավելին է քան պարզապես սրտի խոռոչների հաշվարկ, հասկանալով, որ որոշ ախտահարումներ հայտնաբերվում են միայն հղիության ուշ ժամկետներում և տեղյակ լինելով, որ ախտահարումների որոշ տեսակներ հնարավոր չէ ախտորոշել միայն սրտի չորս խոռոչներ հարթակը գննելով (օրինակ՝ մագիստրալ անոթների տրանսպոզիցիա և աորտայի կոարկտացիա): Այսպիսով սրտի

արտամղման ուղիների պատկերներով սրտի չորս խոռոչների պատկերը լրացնելը կարևոր քայլ է ՄԲԱ հայտնաբերման հաճախականությունը մեծացնելու համար:

Գեստացիոն ժամկետ

Սրտի սկրինինգային հետազոտությունը իրականացվում է 18- 22 շաբաթական հղիության ժամկետներում, չնայած այն բանին, որ սրտի շատ անատոմիական կառույցներ կարող են բավարար կերպով դիտարկվել միայն 22 շաբաթականից հետո: Որոշ սրտի անոմալիաներ կարող են հայտնաբերվել առաջին եռամսյակի վերջում և երկրորդ եռամսյակի սկզբում, հատկապես այն դեպքերում երբ ախտորոշվել է լայն օձիքային տարածություն³⁰⁻³⁵: Հղիության 20–22 շաբաթական ժամկետներում կատարված հետազոտությունը քիչ հավանական է, որ կպահանջի հավելյալ զննում հետազոտությունը ավարտելու համար, սակայն հիվանդները կգերադասեին իմանալ սրտի խոշոր արատի մասին հղիության ավելի վաղ ժամկետներում:

Տեխնիկական գործոններ

Ուլտրաձայնային տվիչ

Բարձր հաճախականության ուլտրաձայնային տվիչները մեծացնում են նուրբ փոփոխություններ հայտնաբերելու հնարավորությունը, միաժամանակ փոքրացնելով ակուստիկ թափանցելիությունը: Հետազոտության համար հարկավոր է կիրառել տվիչի հնարավոր ամենամեծ հաճախականությունը գտնելով լավագույն միջինը թափանցելիության և թույլատրելիության միջև: Հարմոնիկ ռեժիմը կարող է ապահովել ավելի լավ պատկերում հատկապես գեր կանանց մոտ հղիության երրորդ եռամսյակում³⁷:

Պատկերման չափանիշները

Պտղի վստահելի էխոսրտագրության հիմքում շարունակում է մնալ մոխրագույն սանդղակում ուղղահայաց հատումների պատկերումը: Ընդհանուր կարգավորումներում հարկավոր է նշել պատկերի բարձր հաճախականություն, մեծացված կոնտրաստավորմամբ և բարձր թույլատրելիությամբ: Հարկավոր է նաև կիրառել ցածր դիմադրելիություն, եզակի ակուստիկ ֆոկալ տարածք և հարաբերական նեղ պատկերման դաշտ:

Պատկերի խոշորացում և կինո-օղակի ռեժիմ

Պատկերը հարկավոր է մեծացնել այնքան, որ սիրտը զբաղեցնի էկրանի առնվազն մեկ երրորդը կամ կեսը: Կինո-օղակի ֆունկցիան հարկավոր է օգտագործել սիրտը իրական ժամանակում պատկերելու համար, օրինակ հաստատելու համար սրտի փականների փեղքերի շարժումները սրտի շրջանառության տարբեր փուլերում: Պատկերի խոշորացումը և կինո-օղակի ռեժիմը կարող են օգնել անումալիաներ ախտորոշելու գործում:

ՄՐՏԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆ

Հաշվի առնելով այն ժամանակը, որը անցել է ISUOG-ի առաջին ուղեցույցի հրատարակումից հետո և նորագույն գրականության ապացուցողական տվյալները, ներկայումս սրտի հետազոտությունը պետք է ընդգրկի չորս խոռոչների և արտամղման ուղիների պատկերումը³⁸⁻⁴⁶:

Սրտի չորս խոռոչների պատկեր

Սրտի չորս խոռոչների պատկերը իր մեջ ներառում է սպեցիֆիկ չափանիշների ուշադիր գնահատում և չպետք է սխալմամբ ընդունվի որպես պարզապես խոռոչների հաշվարկ: Չորս խոռոչների զննման հիմնական էլեմենտները նշված են սանդղակ 1 ում և նկարներ 1 և 2 ում: Սրտի դիրքը ճիշտ որոշելու համար, հարկավոր է սկզբում հասկանալ պտղի դիրքը՝ պտղի աջ և ձախ կողմերի որոշումը, որից հետո նոր

համոզվել որ սիրտը և ստամոքսը պտղի ձախ կողմում են: Նորմալ սիրտը գրավում է կրծքավանդակի մեկ երրորդից ոչ ավելին: Որոշ պրոեկցիաներում սրտի շուրջ կարող է պատկերվել փոքր հիպոէխոգեն երիզ, որը կարող է սխալմամբ ընդունվել որպես պերիկարդի արտաքիրթ: Իզոլացված նմանատիպ պատկերը սովորաբար նորմալի տարբերակ է համարվում ⁴⁷⁻⁴⁸:

Միրտը հիմնականում տեղակայվում է կրծքավանդակի ձախ հատվածում և նրա երկար առանցքը նորմալում ուղղված է ձախ $45^{\circ} \pm 20^{\circ}$ անկյան տակ (2 SD)⁴⁹ (նկար 1): Մեծ ուշադրություն է հարկավոր դարձնել սրտի առանցքին և դիրքին, որը կարող է որոշվել շատ հեշտ, նույնիսկ եթե սրտի չորս խոռոչների պատկերը բավարար կերպով չի վիզուալիզացվում ⁵⁰ : Դիրքի խանգարումներ պետք է կասկածել, երբ պտղի սիրտը և/կամ ստամոքսը տեղակայված չեն ձախ կողմում: Ոչ նորմալ առանցք մեծացնում է սրտի արատների ռիսկը, հատկապես ընդգրկելով արտամղման ուղիները: Այս պատկերը կարող է կապված լինել նաև քրոմոսոմային անոմալիայի հետ: Սրտի ոչ նորմալ տեղաշարժը իր նորմալ առաջային ձախ դիրքից կարող է հետևանք լինել ստոծանու ճողվածքի կամ տարածք զբաղեցնող որևէ ախտահարման, ինչպես օրինակ թոքի կիստոզ ադենոմատոզ մալֆորմացիա: Դիրքային շեղումները կարող են լինել նաև երկրորդային՝ պտղի թոքերի հիպոպլազիայի կամ ազենեզիայի հետևանքով: Առանցքի տեղաշարժը՝ դեպի ձախ թեքումը կարող է լինել գաստրոշիզիսի կամ օմֆալոցելեի հետևանք:

Հարկավոր է համոզվել, որ առկա է նորմալ սրտի կծկման հաճախականություն և կանոնավոր ռիթմ: Նորմալ սրտի հաճախականությունը տատանվում է 120-160 զարկ րոպե միջակայքում: Երկրորդ եռամսյակում առողջ պտուղների մոտ նկատվում է տրանզիտոր չափավոր բրադիկարդիա: Պահպանվող բրադիկարդիան, հատկապես 110 զ/ր-ից ⁵¹ ցածր պահպանվող հաճախականությունը, հնարավոր է հանդիսանա սրտային բլոկի հետևանք և պահանջում է մանկական սրտաբանի խորհրդատվության ժամանակին կազմակերպում: Սրտի

հաճախականության կրկնվող իջեցումները երրորդ եռամսյակում կարող են պտղի թթվածնաքաղցի հետևանք հանդիսանալ: Սրտի եզակի բաց թողնված զարկերը, սովորաբար կապված չեն սրտի կառուցվածքային արատների հետ և սովորաբար բարորոակ են և ինքնուրույն վերանում են: Այնուամենայնիվ, որոշ դեպքերում կլինիկորեն արտահայված ռիթմի խանգարումները հանդիսանում են ցուցում սրտի էլեկտրոֆիզիոլոգիայի համար⁵²⁻⁵⁴: Այլընտրանքային վարման մեթոդ կարող է հանդիսանալ աուսկուլտացիան Դոպլերի միջոցով և պտղի թիրախային հետազոտումը պերիկարդի ախտաբանական հեղուկի բացառման և սրտի նորմալ անատոմիական կառուցվածքի հաստատման համար: Չափավոր տախիկարդիան (>160գ/ր) կարող է հանդիպել պտղի շարժման ժամանակ և հանդիսանում է նորմալի տարբերակ: Պահպանվող տախիկարդիան (≥ 180 գ/ր)⁵⁵ պետք է մանրամասն հետազոտվի բացառելու համար պտղի թթվածնաքաղցը կամ ավելի լուրջ տախիարիթմիաներ:

Նորմալում երկու նախասրտերը ունեն մոտավորապես նույն չափերը և օվալ անցքը բացվում է ձախ նախասրտում: Միջնախասրտային միջնապատի ստորին եզրը, որը կոչվում է առաջնային միջնապատ (septum primum) պետք է առկա լինի սիրտը հետազոտելիս: Այն կազմում է սրտային խաչի (crux) մի հատված, վերջինս մի կետ է որտեղ հանդիպում են միջնախասրտային միջնապատի ստորին և միջփորոքային միջնապատի վերին հատվածները և որտեղ ներդրվում են սրտի ատրիովենտրիկուլյար փականները: Հաճախ հնարավոր է տեսնել թոքային երակների մուտքը ձախ նախասիրտ, և եթե տեխնիկապես հնարավոր է ցանկալի է այս երակներից գոնե երկուսի դիտումը:

Վարող ձգանք (Moderator band) իրենից ներկայացնում է աջ փորոքի գազաթային շրջանում գտնվող և այն հատող մկանային խուրձ, որը օգնում է տարբերակել աջ փորոքը մորֆոլոգիորեն: Ձախ փորոքի գազաթը հարթ է և այն ձևավորում է սրտի գազաթը: Երկու փորոքները նմանատիպ չափերի են և չունեն սրտի պատերի հաստացման պատկեր: Չնայած որ չափավոր արտահայտված փորոքային անհամաչափությունը համարվում է նորմալի տարբերակ, դրա չափից ավել առկայությունը աջ

և ձախ փորոքների միջև երկրորդ եռամսյակում ցուցում է հետագա հետազոտության համար ⁽⁵⁶⁾: Ձախ կողմը խցանող ախտահարումները, ինչպես աորտայի կոարկտացիան և հիպոպլաստիկ ձախ փորոքի համախտանիշը այս անհամաչափությունը առաջացնող կարևոր պատճառներից են ^{57,58}:

Հարկավոր է մանրակրկիտ ուսումնասիրել միջփորոքային միջնապատը գազաթից մինչև խաչ, սրտի միջնապատի դեֆեկտների հայտնաբերման համար: Միջնապատի դեֆեկտները երբեմն դժվար է հայտնաբերել: Միջնապատը լավագույն ձևով պատկերվում է երբ ուղղված ալիքի անկյունը ուղղահայաց է դրան: Երբ ուլտրաձայնային ալիքը զուգահեռ է միջնապատին կարող է առաջանալ միջնապատի դեֆեկտի կեղծ պատկեր, ակուստիկ <<drop-out>> արտեֆակտի հետևանքով: Միջնապատի փոքր դեֆեկտները (1-2 մմ) հնարավոր է դժվար հաստատել եթե ուլտրաձայնային սարքը չունի բավականաչափ կողմնային թույլատրելիություն և հատկապես եթե պտղի չափերը բարենպաստ չեն: Այնուամենայնիվ սրանք ունեն սահմանափակ կլինիկական նշանակություն և երբեմն ենթարկվում են ներարգանդային կյանքում ինքնուրույն փակման ^{59,60}:

Հարկավոր է պատկերել երկուատրիոպենտրիկուլյար փականները (աջից՝ եռփեղկ, ձախից՝ միտրալ) առանձին և ազատ բացվելիս ու շարժվելիս: Եռփեղկ փականի միջնապատային թերթիկը միանում է միջնապատին ավելի ցածր դիրքում ավելի մոտ գազաթին համեմատած երկփեղկ փականի հետ (նորմա): Ոչ նորմալ ներդրումը կարող է ուլտրաձայնային հետազոտության բանալի դառնալ այլ սրտային արատի հայտնաբերման համար, ինչպես օրինակ՝ միջփորոքային միջնապատի դեֆեկտը:

Սանդղակ 1 Պտղի դիրքի գնահատում և սրտի չորս խոռոչների պատկեր

Միտոս և ընդհանուր կողմեր

Պտղի դիրք՝ պտղի աջ և ձախ կողմերի որոշում

Ստամոքսը և սիրտը ձախից են

Միրտը զբաղեցնում է կրծքավանդակի մեկ երրորդը

Սրտի մեծ մասը տեղակայված է կրծքավանդակի ձախ կողմում

Սրտի առանցքը (գագաթը) ուղղված է ձախ $45^{\circ} \pm 20^{\circ}$ անկյան տակ

Չորս խոռոչները առկա են

Կանոնավոր սրտային ռիթմ

Չկա պերիկարդի հեղուկ

Նախասրտեր

Երկու նախասիրտ , մոտավորապես նույն չափերի

Օվալ անցքը բացվում է ձախ նախասրտում

Նախասրտերի առաջնային միջնապատը (septum primum) առկա է սրտի խաչի մոտ

Թոքային երակները բացվում են ձախ նախասրտում

Փորոքներ

Երկու փորոք, մոտավորապես նույն չափերի

Չկա փորոքի պատերի հաստացում

Աջ փորոքի գագաթին առկա է վարող ձգան (Moderator band)

Միջփորոքային միջնապատը ամբողջական է գագաթից մինչև խաչվածք

Ատրիովենտրիկուլյար կապ և փականներ

Ամբողջական սրտային խաչ

Երկու ատրիովենտրիկուլյար փականները բացվում և շարժվում են ազատ

Տարբերակում՝ եռփեղկ փականի թերթիկները ներաճում են միջնապատին ավելի մոտ սրտի գագաթին քան միտրալ փականի թերթիկները:

Նկար 2՝ Սրտի չորս խոռոչների պատկեր: Երկրորդ եռամսյակում սրտի չորս խոռոչների պատկերի կարևորագույն էլեմենտներն են՝ սիրտը զբաղեցնում է կրծքավանդակի 1/3-ից ոչ ավելին, կառուցվածքները աջ և ձախ կողմում գրեթե հավասար չափերի են (խոռոչների չափերը և պատերի հաստությունը), ձախ նախասրտում առկա է օվալ անցքը իր փականով, սրտի՝ խաչը՝ ամբողջական է՝ ատրիովենտրիկուլյար փականների նորմալ տեղակայմամբ և ամբողջական միջփորոքային միջնապատով: Աջ փորոքը մորֆոլոգիորեն տարբերվում է վարող ձգանով և տրիկուսպիդալ փականով, որը նորմալում սկիզբ է առնում ավելի մոտ գագաթին միջնապատի վրա, քան միտրալ փականը: D. Aorta՝ վայրէջ աորտա, L՝ ձախ, LV՝ ձախ փորոք, LA՝ ձախ նախասիրտ, R՝ աջ RV՝ աջ փորոք, RA՝ աջ նախասիրտ:

Արտամղման ուղիների պատկերներ

Աջ և ձախ փորոքային արտամղման ուղիների (LVOT and RVOT) պատկերումը պտղի սրտի սկրինինգային հետազոտության ինտեգրալ կետերից է համարվում: Կարևոր է համոզված լինել երկու անոթների նորմալ կառուցվածքի մեջ, ինչպես նաև դրանց կապը համապատասխան փորոքի հետ, դրանց հարաբերական չափերը, դիրքը, և զարկերակային փականների բացումը պետք է լինեն նորմալ: Այն դեպքերում, երբ կան շեղումներ նորմայից խորհուրդ է տրվում հետագա ավելի մանրակրկիտ հետազոտություն իրականացնել:

Արտամղման ուղիների հետազոտությունը առնվազն ներառում է հետևյալի գնահատումը՝ խոշոր անոթները գրեթե նույն չափի են և խաչվում են համապատասխան փորոքներից դուրս գալու հատվածում ուղիղ անկյան տակ (սրտի նորմալ խաչվածք, հավելված S1, պանել 1): Կատարվել է խոշոր մանկաբարձական հետազոտություն 18000 պտուղների ուսումնասիրությամբ⁽⁶¹⁾, որի ժամանակ ստանդարտ 30 րոպե տևողությամբ հետազոտության մեջ դիտարկել են սրտի չորս խոռոչները և տեխնիկական հնարավորության դեպքում արտամղման ուղիները: Հետազոտությունների մեծ մասում (93%) ադեկվատ չորս խոռոչի պատկերմամբ հետազոտությունների ժամանակ հնարավոր է եղել նաև իրականացնել արտամղման ուղիների բավարար պատկերում: Արտամղման ուղիները չեն դիտարկվել հետևյալ քանակությամբ՝ ձախ փորոքային արտամղման ուղին-4,2 % դեպքերում, աջ փորոքային արտամղման ուղին -1,6 % դեպքերում, երկու արտամղման ուղիները- 1,3 % դեպքերում:

Հավելյալ ուղղահայաց հատումները թույլ են տալիս ավելի մանրակրկիտ գնահատել խոշոր անոթները և շրջակա կառուցվածքները: Դրանք իրենցից ներկայացնում են սվիչի շարունակական սահող շարժում, որը սկսվում է աջ փորոքի արտամղման ուղիով, շարունակվում է դեպի երեք անոթների (3V) հարթակ և այդուհանդերձ երեք անոթների և շնչափողի հարթակ (3VT) (հավելված S1, պանել 2): Մի հետազոտությունում, որը ընդգրկել է 3000 ցածր ռիսկի խմբի պտուղների, մեկ մասնագետի կողմից իրականացվող ստանդարտ չորս խոռոչների պատկերումից բացի, իրականացրել են նաև երեք անոթների և երեք անոթների ու շնչափողի պատկերումը: Սրտի նշված հարթակների պակտերման միջին տևողությունը ընդհամենը աննշան գերազանցում է 2 րոպեն (135s; SD, 20s), սակայն 1/3 դեպքերում հետազոտությունը երկարել է 15-20 րոպեյով պայմանավորված պտղի անբարենպաստ դիրքով (ողնաշարը առջևից)⁴⁶:

Արտամղման ուղիների դիտարկումը մեծացնում է սրտի խոշոր բնածին արատների հայտնաբերման հավանականությունը ավելի շատ քան միայն չորս խոռոչների գնումը^{20,40,42,62,63}: Արտամղման ուղիների

հետազոտությունը թույլ է տալիս ավելի մեծ հավանականությամբ հայտնաբերել կոնոտրունկուսի անոմալիաներ, ինչպիսք են Ֆալոյի տետրադան, մագիստրալ անոթների տրանսպոզիցիան, երկու արտամոման ուղիով աջ փորոքը և տրունկուս արտերիոգուսը^{43-46,64-69}:

Նկար 3՝ Պտղի սրտի օպտիմալ սկրինինգային հետազոտության հինգ աքսիալ պատկերները: Գունավոր նկարը պատկերում է շնչափողը (Tr), սիրտը և խոշոր անոթները, լյարդը և ստամոքսը հետազոտության հինգ հարթակներում, որոնց պատկերները մորխագույն սանդղակում համապատասխանաբար նշված են սլաքով: (I) Առավել պոչային՝ կաուդալ պատկեր, որտեղ երևում են պտղի ստամոքսը (St), վայրէջ աորտային ողնաշարի և լյարդի լայնական հատումը: (II) Սրտի չորս խոռոչների պատկեր, որում ցուցադրված են աջ և ձախ փորոքները (RV & LV), նախասրտերը (RA, LA), օվալ անցքը (FO), թոքային երակները (PV), վայրէջ աորտան (dA): (III) Պատկերված է ձախ փորոքային արտամոման ուղին, դիտվում են՝ աորտայի արմատը (Ao), ձախ փորոքը, աջ փորոքը, նախասրտերը և վայրէջ աորտայի լայնական կտրվածքը (IV): Տվիչը աննշան տեղափոխվում է ավելի գլխայնորեն և ստացվում է հետևյալ պատկերը՝ աջ փորոքային արտամոման ուղին, որտեղ պատկերվում են գլխավոր թոքային զարկերակները (MPA), աջ (RPA) ու ձախ (LPA) թոքային զարկերակների բիֆուրկացիան և վայրէջ (dAo) ու վերել (Ao) աորտաների լայնական հատումները (V): Երեք անոթների և շնչափողի պատկերը ցուցադրում է վերին սիներակը SVC, թոքային զարկերակը (PA), Բոտալյան ծորանը (DA), լայնական աորտայի աղեղը (պրոքսիմալ աորտայից մինչև վայրէջ աորտա) և շնչափողը: IVC -ստորին սիներակ, L-ձախ R-աջ: Ձևափոխված է Yagel et al.⁷⁰ թույլատվությամբ:

Ուլտրաձայնային տեխնիկան

Կատարելով տվիչի լայնական դիրքում սահող շարժում (transverse sweep-sweep technique) դեպի պտղի գլուխը, սկսելով որովայնից (այն մակարդակից, որտեղ որոշվում է ստանդարտ որովայնի շրջագիծը) դեպի սրտի չորս խոռոչների պատկեր և դեպի վերին միջնորմ, թույլ կտա համակարգորեն ուսումնասիրել սիրտը ստանալով բազմազան

պատկերներ, որոնց միջոցով հնարավոր է գնահատել արտամղման ուղիների՝ LVOT, RVOT, 3V, 3VT պատկերների ամբողջականությունը (նկար 3): Լավագույն դեպքում, բոլոր արտամղման ուղիների պատկերները ստացվում են համեմատաբար հեշտությամբ: Այնինչ ոչ բոլոր հղիների մոտ է հնարավոր է լինում որոշել վերը նշված բոլոր պատկերները ռուտին հետազոտության ժամանակ: Այնուամենայնիվ ցանկալի է այս ամբողջին տիրապետել:

Աջ և ձախ փորոքային արտամղման ուղիների պատկերները կարելի է որոշել սահեցնելով կամ անկյուն տալով տվիչը դեպի պտղի գլուխ(Sweep technique) սկսելով չորս խոռոչների մակարդակից, ստանալով աորտայի և գլխավոր թոքային զարկերակի երկայնական կտրվածքները իրենց սկզբնահատվածներում (նկար 4): Կարելի է նաև մանրամասնորեն դիտել թոքային զարկերակների բիֆուրկացիան (Appendix S1, Panels 1 and 2): Կան նկարագրված արտամղման ուղիների պատկերման այլ տարբերակներ ինչպես օրինակ պտտական տեխնիկան (rotation technique)⁴¹(Appendix S2, Panel 1): Մրտի չորս խոռոչների պատկերից տվիչը սկզբում պտտվում է դեպի պտղի աջ ուս: Այս տեղիանիկան հեշտ է իրականանում հատկապես այն ժամանակն երբ միջփորոքային միջնապատը ուղղահայաց է ուլտրաձյանային ալիքին: Այն պահանջում է քիչ ավելի շատ հմտություն, սակայն ապահովում է ձախ փորոքային արտամղման ուղու և հատկապես սեպտաաորտիկ շարունակության ամբողջականությանը օպտիմալ պատկերում: Այն նաև թույլ է տալիս դիտել ամբողջ վայրէջ աորտան ի տարբերություն սահող տեխնիկայի , երբ երևում է աորտայի միայն պրոքսիմալ հատվածը: Երկու տեխնիկաների ժամանակ էլ LVOT-ն ստանալուց հետո տվիչը անկյունացվում է ավելի գլխանյորեն մինչև երևա թոքային զարկերակը, այն ուղղությամբ,որը գրեթե ուղղահայաց է աորտային:

Աորտայի և թոքային զարկերակի հավելյալ պատկերներ կարելի է ստանալ տվիչը շարունակելով խոնարհել և սահեցնել պտղի գլխի ուղղությամբ ձախ փորոքային արտամղման ուղու պատկերից: Այս

պատկերները համապատասխանում են 3V և 3VT պատկերներին, որոնցում երկու զարկերակների և վերին սիներակի ու շնչափողի հարաբերությունն է ցուցադրվում: Բոտայան/զարկերակային ծորանը, ինչպես նաև աորտայի աղեղի լայնական պատկերը նույնպես կարող են ուսումնասիրվել այս մակարդակում ⁶⁴⁻⁶⁷:

Ձախ փորոքային արտամղման ուղու (LVOT) պատկեր: LVOT-ի պատկերը հաստատում է մորֆոլոգիկ ձախ փորոքից դուրս եկող խոշոր անոթի՝ աորտայի առկայությունը (նկար 5): Հարկավոր է փաստել միջփորոքային միջնապատի և աորտայի առաջային պատի շարունակականությունը: Աորտայի փականները պետք է շարժվեն ազատ և չլինեն հաստացած: Հնարավոր է պատկերը շարունակել այնպես, որ երևա աորտայի աղեղը և նրանից դուրս եկող երեք անոթները, որոնք ուղղվում են դեպի պարանոց: Այնուամենայնիվ աորտայի աղեղի անոթների ուսումնասիրությունը չի մտնում ռուտին սրտի հետազոտության մեջ: LVOT-ն թույլ է տալիս որոշել միջփորոքային միջնապատի արտամղման դեֆեկտները և կոնտրունկուսի անոմալիաները, որոնք հնարավոր չէ տեսնել միայն սրտի չորս խոռոչների պատկերը ուսումնասիրելիս:

Աջ փորոքային արտամղման ուղու (RVOT) պատկեր: RVOT պատկերը հաստատում է մորֆոլոգիկ աջ փորոքից դուրս եկող խոշոր անոթի՝ թոքային զարկերակի առկայությունը (նկար 6): Նորմալում թոքային զարկերակը դուրս է գալիս աջ փորոքից և ուղղվում դեպի ձախ, վերել աորտայիցքիչ առաջայնորեն: Ներարգանդային կյանքում թոքային զարկերակը սովորաբար աննշան գերազանցում է չափերով աորտային և հատում է վերել աորտան գրեթե ուղիղ անկյան տակ վերջինիս սրտից դուրս գալու հատվածից քիչ վեր: Այս մակարդակում սովորաբար վերին սիներակը պատկերվում է աորտայից աջ, ինչպես երևում է նկար 6-ում: Այս պատկերը համապատասխանում է 3V պատկերին նկարագրված Yoo et al.64-ի կողմից:

Երեք անոթների պատկեր (3V) և երեք անոթների ու շնչափողի պատկեր (3VT): Երեք անոթների (3V) և երեք անոթների ու շնչափողի պատկերները

ցանկալի է դուրս բերել ռուտին պտղի սրտի հետազոտության ժամանակ, չնայած այն բանին որ ոչ բոլոր հղիների մոտ տեխնիկապես հնարավոր է լինում իրականացնել նշվածը:

Այս երկու ստանդարտ ուլտրաձայնահին հարթակները ցուցադրում են երեք անոթային կառուցվածքներ, դրանց միջև և շնչափողի միջև փոխհարաբերությունը :Yoo et al.⁶⁴-ը նկարագրել է այս հարթակը ցուցադրելու համար թոքային զարկերակը , վերել աորտան և վերին սիներակը, դրանց հարաբերական չափերը և միմյանց փոխհարաբերությունը (նկար 7): Ընդհանուր առմամբ հարկավոր է որոշեն անոթների քանակը, դրանց չափերը և փոխհարաբերությունը և ընթացքը: Ձախից աջ դիտելիս անոթները հետևյալ կերպ են դասավորված՝ թոքային զարկերակ, աորտա, վերին սիներակ: Թոքային զարկերակը տեղակայված է առավել առաջայնորեն, իսկ վերին սիներակը առավել հետին տեղակայում ունի: Դրանց հարաբերական շրջագծերը նվազում են ձախից աջ այնպես որ թոքային զարկերակը ավելի մեծ է քան աորտան, իսկ աորտան ավելի մեծ է քան վերին սիներակը: Որպես օրենք , սրտի որոշ արատներ, որոնք ունենում են նորմալ սրտի չորս խոռոչների պատկեր, ինչպես օրինակ մագիստրալ անոթների տրանսպոզիցիան, Ֆալոյի տետրադան, թոքային զարկերակի ատրեզիան միջփորոքային միջնապատի դեֆեկտով, ամենայն հավանականությամբ ունեն ոչ նորմալ երեք անոթների պատկեր: Yoo et al.⁶⁴-ը հետազայում նկարագրել են նաև երեք անոթների և շնչափողի պատկերը, որը ավելի գլխայնորեն ուղղություն ունի և որում լայնական աորտայի աղեղը (աորտայի աղեղի պատկեր) ավելի լավ է դիտվում և դրա հարաբերությունը շնչափողի հետ գնահատվում: Շնչափողը սովորաբար վիզուալիզացվում է որպես հիպերէխոգեն օղ, որը շրջափակում է փոքր հեղուկով լցված տարածություն: Աորտայի և զարկերակային (Բոտալյան) ծորանի աղեղները գտնվում են շնչափողից ձախ և միանալով վայրէջ աորտային ձևավորում են V նշանը (նկար 8): Աորտայի աղեղը ավելի գլխային տեղակայում ունի քան ծորանի աղեղը, այդ պատճառով միաժամանակ երկու աղեղները պատկերելու համար պահանջվում է աննշան թեքել տվիչը սրտի չորս խոռոչների պատկերի

հարթակից: Երեք անոթների և շնչափողի պատկերը ամենայն հավանականությամբ հնարավորություն է տալիս հայտնաբերել աորտայի կոարկտացիա, աջակողմյան աորտայի աղեղ, աորտայի աղեղի կրկնապատկում և անոթային օղեր:

ԳՈՒՆԱՎՈՐ ԴՈՊԼԵՐ

Չնայած այն բանին, որ այս ուղեցույցում գունավոր դոպլերի օգտագործումը չի համարվում պարտադիր պայման, սակայն այն խրախուսվում է կիրառել ռուտին հետազոտության ժամանակ ⁷¹: Գունավոր դոպլերը պտղի էխոկարդիոգրաֆիայի անբաժան մասն է հանդիսանում և դրա նշանակությունը սրտի բնածին արատների հայտնաբերման հարցում չպետք է թերագնահատել: Գունավոր դոպլերը կարող է օգտագործվել նաև պտղի ռուտին սկրինինգի ժամանակ, եթե հետազոտողը տիրապետում է այդ տեխնիկային: Գունավոր դոպլերը կարող է հեշտացնել սրտի բազմազան կառուցվածքների հետազոտումը, ինչպես նաև կարող է հայտնաբերել արյունահոսքի խանգարումներ: Այն կարող է նաև հանդիսանալ կարևոր գործիք գեր կանանց մոտ պտղի սրտի անատոմիական կառուցվածքի ուսումնասիրման համար և կարող է ցածր ռիսկի խմբում գնտվող հղիների շրջանում սրտի խոշոր արատների հայտնաբերումը լավացնել ^{46,73}:

Գունավոր դոպլերի ճշգրիտ օգտագործումը անոթների և փականների միջով արյունահոսքի որոշման համար, իր մեջ ներառում է նեղ գունավոր պատուհանի (հետաքրքրության գոտի) օգտագործումը, քանի որ սա մեծացնում է կադրերի հաճախականությունը, համապատասխան պուլսային կրկնության հաճախականությունը, ցածր գունային դիմադրությունը և ճշգրիտ ուժեղացումը (Appendix S2):

ՊՏՂԻ ԷԽՈԿԱՐԴԻՈԳՐԱՖԻԱ

Պտղի էխոկարդիոգրաֆիա հարկավոր է իրականացնել հետևյալ դեպքերում՝ երբ կա սրտի բնածին արատի կասկած, երբ վերը նկարագրված սրտի չորս խոռոչների և արտամղման ուղիների

պատկերները հնարավոր չէ դուրս բերել սկրինինգային հետազոտության ժամանակ, երբ կան սրտի բնածին արատի հայտնի ռիսկի գործոնների: Այս մասնագիտացված հետազոտության մասին արդեն խոսվել²⁶ է և տվյալ ուղեցույցի խնդիրների մեջ այն չի մտնում: Ներարգանդային կյանքում հայտնաբերված սրտի բնածին արատների մեծ տոկոսը կազմում են առանց ռիսկի գործոնների կամ արտասրտային խնդիրներով հղիների պտուղները⁶³, որը ևս մեկ անգամ խոսում է սկրինինգի կարևորության մասին: Այնուամենայնիվ բուժաշխատողները պետք է իմանան որոշ պատճառներ, երբ անհրաժեշտ է ուղեգրել հիվանդին լայնածավալ սրտի հետազոտության⁷⁴: Օրինակ՝ 3,5 մմ-ից մեծ օձիքային տարածությունը 11–14 շաբաթական ժամկետում ցուցում է սրտի լայնածավալ հետազոտության, նույնիսկ եթե հետագա հետազոտությունների ժամանակ օձիքային տարածության չափը դառնում է նորմալ⁷⁵⁻⁷⁸:

Պտղի էխոկարդիոգրաֆիան պետք է իրականացվի այն մասնագետի կողմից, ով գիտակ է պտղի բնածին սրտի արատների ախտորոշման հարցում: Պտղի սրտի սկրինինգային հետազոտության ժամանակ ստացված ինֆորմացիայից բացի, ավելի մանրակրկիտ հետազոտությունը սրտի կառուցվածքների և ֆունկցիայի ներառում է՝ վիսցերոատրիալ տեղակայումը, համակարգային և թոքային երակների կապը, օվալ անցքի մեխանիզմը, աստրիովենտրիկուլյար կապը, վենտրիկուլոարտերիալ կապը, խոշոր անոթների հարաբերությունը և աորտայի և զարկերակային ծորայի աղեղկների սագիտալ պատկերումը:

Պտղի սիրտը հետազոտելու համար կարող են օգտագործվել նաև այլ հարմարավետ ուլտրաձայնային տեխնիկաներ: Օրինակ՝ դոպլեր հետազոտության ժամանակ կարող են որոշվել արյան հոսքի արագությունը կամ գտնել փականների և սրտի խոռոչների միջով ախտաբանական հոսք: M-mode էխոկարդիոգրաֆիան նույնպես կարևոր դեր է խաղում սրտի ռիթմի, փորոքի ֆունկցիան և միոկարդի պատի հաստության վերլուծության մեջ: Ներկայումս ավելի լայն տարածում ստացած նորագույն տեխնիկական ձևերը, ինչպես օրինակ՝

հյուսվածքային դոպլերը և ծավալային ուլտրաձայնը ((3D)/4D/spatiotemporal image correlation (STIC)), նույնպես կարող են լինել օգտակար սրտի անատոմիական և ֆունկցիոնալ մանրակրկիտ հետազոտության համար: 4D էխոկարդիոգրաֆիան կարող է օգտակար լինել սրտի համակցված արատների ժամանակ, ինչպես նաև կոնոտրունկուսի, աորտայի աղեղի և թոքային երակային վերադարձի անոմալիաների ժամանակ⁷⁹⁻⁸¹: Հավելյալ ուլտրաձայնային հնարավորությունների ինչպիսին է կետերի շարժման հետապնդումը - (speckletracking) առայժմ հետազոտման փուլում է, բայց կարող է դառնալ շատ կարևոր միջոց սրտի ֆունկցիայի գնահատման համար:

Նկար 4՝ Պտղի սրտի հետազոտության տեխնիկան: Ստրի չորս խոռոչների պատկերը ստացվում է հետազոտելով աքսիալ հարթակը պտղի կրծքավանդակի միջով: Տվիչի դեպի գլուխ շարժումը չորս խոռոչների պատկերից դուրս է բերում արտամոման ուղիների պատկերները՝ ձախ փորոքային արտամոման ուղին (LVOT), աջ փորոքային արտամոման ուղին (RVOT), երեք անոթների պատկերը (3V) և երեք անոթների ու շնչափողի (3VT) պատկերը:

Նկար 5՝ Ձախ փորոքային արտամոման ուղու պատկեր (LVOT): Այս պատկերը ցույց է տալիս ձախ փորոքի հետ կապվող անոթը (LV): Կարևոր է տեսնել շարունակությունը միջփորոքային միջնապատի և անոթի առաջային պատի միջև, որը նորմալում աորտան է հանդիսանում: Աորտայի փականները չպետք է լինեն հաստացած և պետք է ազատ շարժվեն: Աորտայի փականը բաց է նկար Ա) և փակ է նկար Բ): D. Aorta, վայրէջ աորտա; L, ձախ; LA, ձախ նախասիրտ; R, աջ; RA, աջ նախասիրտ; RV, աջ փորոք:

Նկար 6՝ Աջ փորոքային արտամոման ուղու պատկեր (RVOT): Այս պատկերը ցույց է տալիս աջ փորոքի հետ կապվող անոթը (RV): Նորմալում այս անոթը խաչվում է աորտայի հետ, որը թույլ է տալիս իրեն տարբերակել որպես գլխավոր թոքային զարկերակ (PA): Թոքային զարկերակի փականները չպետք է լինեն հաստացած և պետք է ազատ

շարժվեն: Նկար Ա-ում ցուցադրված է թոքային զարկերակի բիֆուրկացիան երկու թոքային ճյուղերի: Թոքային զարկերակի փականը փակ է : Նկար Բ-ում ուլտրաձայնային ալիքը ուղղված է ավելի գլխայնորեն: Պատկերված են թոքային զարկերակը, թոքային զարկերակի աջ ճյուղը և զարկերակային ծորանը: D, Aorta, վայրէջ աորտա; L, ձախ; LPA, թոքային զարկերակի ձախ ճյուղ; R, աջ; SVC, վերին սիներակ:

Նկար 7` Երեք անոթների պատկեր: Այս պատկերը առավել լավ ցուցադրում է վերին միջնորմում թոքային զարկերակի, աորտայի և վերին սիներակի հարաբերությունը: Կարևոր է ուշադրություն դարձնել անոթների ճիշտ դասավորության և դրանց հարաբերական չափերին: Թոքային զարկերակը գտնվում է առավել ձախ և առաջային դիրքում և առավել մեծ հարաբերական չափ ունի, իսկ վերին սիներակը առավել հետին դիրք ունի և առավել փոքր հարաբերական չափ:D, Aorta, վայրէջ աորտա:

Նկար 8` Երեք անոթների և շնչափողի պատկեր: Այս պատկերը առավել ճշգրիտ ցուցադրում է աորտայի աղեղի և շնչափողի հարաբերությունը: Նորմալում աորտայի աղեղը և զարկերակային ծորանի աղեղը տեղակայված են ձախից ձևավորելով V- նշան: L, ձախ; R, աջ; SVC, վերին սիներակ:

GUIDELINE AUTHORS:

J. S. Carvalho, Royal Brompton Hospital, London, UK;
Fetal Medicine Unit, St George's Hospital & St George's
University of London, London, UK

L. D. Allan, Harris Birthright Research Centre for Fetal
Medicine, King's College Hospital, London, UK

R. Chaoui, Center for Prenatal Diagnosis and Human
Genetics, Friedrichstrasse 147, Berlin, Germany

J. A. Copel, Obstetrics, Gynecology and Reproductive Sciences,
Yale University School of Medicine, New Haven,
CT, USA

G. R. DeVore, Fetal Diagnostic Center, South Fair Oaks

Ave, Pasadena, CA, USA; Department of Obstetrics and Gynecology, David Geffen School of Medicine at UCLA,

Los Angeles, CA, USA

K. Hecher, Department of Obstetrics and Fetal Medicine, University Medical Center Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Germany

W. Lee, Texas Children's Pavilion for Women, Department of Obstetrics and Gynecology, Baylor College of Medicine, Houston, TX, USA

H. Munoz, Fetal Medicine Unit, Obstetric & Gynecology Department, University of Chile, Santiago, Chile; Clinica las Condes, Santiago, Chile

D. Paladini, Fetal Medicine and Cardiology Unit, Department of Obstetrics and Gynecology, University Federico II of Naples, Naples, Italy

B. Tutschek, Center for Fetal Medicine and Gynecological Ultrasound, Basel, Switzerland; Medical Faculty, Heinrich Heine University, Düsseldorf, Germany

S. Yagel, Division of Obstetrics and Gynecology, Hadassah-Hebrew University Medical Centers, Jerusalem, Israel

CITATION

These Guidelines should be cited as: 'Carvalho JS, Allan LD, Chaoui R, Copel JA, DeVore GR, Hecher K, Lee W, Munoz H, Paladini D, Tutschek B, Yagel S. ISUOG practice guidelines (updated): sonographic screening examination of the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2013; **41**: 348–359.'

REFERENCES

1. Cardiac screening examination of the fetus: guidelines for performing the 'basic' and 'extended basic' cardiac scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; **27**: 107–113.
2. Antenatal care: routine care for the healthy pregnant woman. <http://www.nice.org.uk/CG062> [Accessed 23 October 2011].
3. 18+0 to 20+6 weeks fetal anomaly scan – National standards and guidance for England 2010. <http://fetalanomaly.screening.nhs.uk/standardsandpolicies2010> [Accessed 26 November 2011].
4. Ultrasound Screening: Supplement to *Ultrasound Screening for Fetal Abnormalities*. <http://www.rcog.org.uk/print/womenshealth/clinical-guidance/ultrasound-screeningRCOG2011> [Accessed 27 November 2011].
5. Israel Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. <http://www.isuog.org.il/main/siteNew/?page=&action=sidLink&stId=301> [Accessed 6 February 2012].
6. Ferencz C, Rubin JD, McCarter RJ, Brenner JI, Neill CA, Perry

- LW, Hepner SI, Downing JW. Congenital heart disease: prevalence at livebirth. The Baltimore-Washington Infant Study. *Am J Epidemiol* 1985; **121**: 31–36.
7. Meberg A, Otterstad JE, Froland G, Lindberg H, Sorland SJ. Outcome of congenital heart defects--a population-based study. *Acta Paediatr* 2000; **89**: 1344–1351.
8. Cuneo BF, Curran LF, Davis N, Elrad H. Trends in prenatal diagnosis of critical cardiac defects in an integrated obstetric and pediatric cardiac imaging center. *J Perinatol* 2004; **24**: 674–678.
9. Rosano A, Botto LD, Botting B, Mastroiacovo P. Infant mortality and congenital anomalies from 1950 to 1994: an international perspective. *J Epidemiol Community Health* 2000; **54**:
10. Crane JP, LeFevre ML, Winborn RC, Evans JK, Ewigman BG, Bain RP, Frigoletto FD, McNellis D. A randomized trial of prenatal ultrasonographic screening: impact on the detection, management, and outcome of anomalous fetuses. The RADIUS Study Group. *Am J Obstet Gynecol* 1994; **171**: 392–399.
11. Abu-Harb M, Hey E, Wren C. Death in infancy from unrecognised congenital heart disease. *Arch Dis Child* 1994; **71**: 3–7.
12. Bonnet D, Coltri A, Butera G, Fermont L, Le Bidois J, Kachaner J, Sidi D. Detection of transposition of the great arteries in fetuses reduces neonatal morbidity and mortality. *Circulation* 1999; **99**: 916–918.
13. Tworetzky W, McElhinney DB, Reddy VM, Brook MM, Hanley FL, Silverman NH. Improved surgical outcome after fetal diagnosis of hypoplastic left heart syndrome. *Circulation* 2001; **103**: 1269–1273.
14. Andrews R, Tulloh R, Sharland G, Simpson J, Rollings S, Baker E, Qureshi S, Rosenthal E, Austin C, Anderson D. Outcome of staged reconstructive surgery for hypoplastic left heart syndrome following antenatal diagnosis. *Arch Dis Child* 2001; **85**: 474–477.
15. Franklin O, Burch M, Manning N, Sleeman K, Gould S, Archer N. Prenatal diagnosis of coarctation of the aorta improves survival and reduces morbidity. *Heart* 2002; **87**: 67–69.
16. Tworetzky W, Wilkins-Haug L, Jennings RW, Van Der Velde ME, Marshall AC, Marx GR, Colan SD, Benson CB, Lock JE, Perry SB. Balloon dilation of severe aortic stenosis in the fetus: potential for prevention of hypoplastic left heart syndrome: candidate selection, technique, and results of successful intervention. *Circulation* 2004; **110**: 2125–2131.
17. Simpson LL. Screening for congenital heart disease. *Obstet Gynecol Clin North Am* 2004; **31**: 51–59.
18. DeVore GR, Medearis AL, Bear MB, Horenstein J, Platt LD. Fetal echocardiography: factors that influence imaging of the fetal heart during the second trimester of pregnancy. *J Ultrasound*

Med 1993; **12**: 659–663.

19. Sharland GK, Allan LD. Screening for congenital heart disease prenatally. Results of a 2 1/2-year study in the South East Thames Region. *Br J Obstet Gynaecol* 1992; **99**: 220–225.
20. Carvalho JS, Mavrides E, Shinebourne EA, Campbell S, Thilaganathan B. Improving the effectiveness of routine prenatal screening for major congenital heart defects. *Heart* 2002; **88**: 387–391.
21. Hunter S, Heads A, Wyllie J, Robson S. Prenatal diagnosis of congenital heart disease in the northern region of England: benefits of a training programme for obstetric ultrasonographers. *Heart* 2000; **84**: 294–298.
22. Lee W. Performance of the basic fetal cardiac ultrasound examination. *J Ultrasound Med* 1998; **17**: 601–607.
23. AIUM. AIUM Practice Guideline for the performance of an antepartum obstetric ultrasound examination. *J Ultrasound Med* 2003; **22**: 1116–1125.
24. ACR Practice Guideline for the performance of antepartum obstetrical ultrasound. *Am Coll Radiol* 2003: 689–695.
25. ACOG Practice Bulletin No. 58. Ultrasonography in pregnancy. *Obstet Gynecol* 2004; **104**: 1449–1458.
26. Lee W, Allan L, Carvalho JS, Chaoui R, Copel J, Devore G, Hecher K, Munoz H, Nelson T, Paladini D, Yagel S; ISUOG Fetal Echocardiography Task Force. ISUOG consensus statement: what constitutes a fetal echocardiogram? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; **32**: 239–242.
27. Tegnander E, Eik-Nes SH, Johansen OJ, Linker DT. Prenatal detection of heart defects at the routine fetal examination at 18 weeks in a non-selected population. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1995; **5**: 372–380.
28. 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.
29. Tegnander E, Eik-Nes SH, Linker DT. Incorporating the four-chamber view of the fetal heart into the second-trimester routine fetal examination. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1994; **4**: 24–28.
30. Achiron R, Rotstein Z, Lipitz S, Mashiach S, Hegesh J. First-trimester diagnosis of fetal congenital heart disease by transvaginal ultrasonography. *Obstet Gynecol* 1994; **84**: 69–72.
31. Yagel S, Weissman A, Rotstein Z, Manor M, Hegesh J, Anteby E, Lipitz S, Achiron R. Congenital heart defects: natural course and in utero development. *Circulation* 1997; **96**: 550–555.
32. Rustico MA, Benettoni A, D'Ottavio G, Fischer-Tamaro L, Conoscenti GC, Meir Y, Natale R, Bussani R, Mandruzzato GP. Early screening for fetal cardiac anomalies by transvaginal echocardiography in an unselected population: the role

- of operator experience. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; **16**: 614–619.
33. Carvalho JS. Fetal heart scanning in the first trimester. *Prenat Diagn* 2004; **24**: 1060–1067.
34. Carvalho JS, Moscoso G, Tekay A, Campbell S, Thilaganathan B, Shinebourne EA. Clinical impact of first and early second trimester fetal echocardiography on high risk pregnancies. *Heart* 2004; **90**: 921–926.
35. Huggon IC, Ghi T, Cook AC, Zosmer N, Allan LD, Nicolaides KH. Fetal cardiac abnormalities identified prior to 14weeks' gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; **20**: 22–29.
36. Schwarzler P, Senat MV, Holden D, Bernard JP, Masroor T, Ville Y. Feasibility of the second-trimester fetal ultrasound examination in an unselected population at 18, 20 or 22 weeks of pregnancy: a randomized trial. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1999; **14**: 92–97.
37. Paladini D, Vassallo M, Tartaglione A, Lapadula C, Martinelli P. The role of tissue harmonic imaging in fetal echocardiography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; **23**: 159–164.
38. Allan LD, Crawford DC, Chita SK, Tynan MJ. Prenatal screening for congenital heart disease. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1986; **292**: 1717–1719.
39. Copel JA, Pilu G, Green J, Hobbins JC, Kleinman CS. Fetal echocardiographic screening for congenital heart disease: the importance of the four-chamber view. *Am J Obstet Gynecol* 1987; **157**: 648–655.
40. Kirk JS, Riggs TW, Comstock CH, Lee W, Yang SS, Weinhouse E. Prenatal screening for cardiac anomalies: the value of routine addition of the aortic root to the four-chamber view. *Obstet Gynecol* 1994; **84**: 427–431.
41. DeVore GR. The aortic and pulmonary outflow tract screening examination in the human fetus. *J Ultrasound Med* 1992; **11**: 345–348.
42. Achiron R, Glaser J, Gelernter I, Hegesh J, Yagel S. Extended fetal echocardiographic examination for detecting cardiac malformations in low risk pregnancies. *BMJ* 1992; **304**: 671–674.
43. Achiron R, Rotstein Z, Heggesh J, Bronshtein M, Zimand S, Lipitz S, Yagel S. Anomalies of the fetal aortic arch: a novel sonographic approach to *in-utero* diagnosis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; **20**: 553–557.
44. Yoo SJ, Min JY, Lee YH, Roman K, Jaeggi E, Smallhorn J. Fetal sonographic diagnosis of aortic arch anomalies. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; **22**: 535–546.
45. Barboza JM, Dajani NK, Glenn LG, Angtuaco TL. Prenatal diagnosis of congenital cardiac anomalies: a practical approach using two basic views. *Radiographics* 2002; **22**: 1125–1137; discussion 1137–1138.
46. Del Bianco A, Russo S, Lacerenza N, Rinaldi M, Rinaldi G,

- Nappi L, Greco P. Four-chamber view plus three-vessel and trachea view for a complete evaluation of the fetal heart during the second trimester. *J PerinatMed* 2006; **34**: 309–312.
47. Di Salvo DN, Brown DL, Doubilet PM, Benson CB, Frates MC. Clinical significance of isolated fetal pericardial effusion. *J Ultrasound Med* 1994; **13**: 291–293.
48. Yoo SJ, Min JY, Lee YH. Normal pericardial fluid in the fetus: color and spectral Doppler analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; **18**: 248–252.
49. Comstock CH. Normal fetal heart axis and position. *Obstet Gynecol* 1987; **70**: 255–259.
50. Smith RS, Comstock CH, Kirk JS, Lee W. Ultrasonographic left cardiac axis deviation: a marker for fetal anomalies. *Obstet Gynecol* 1995; **85**: 187–191.
51. ACOG Practice Bulletin No. 106: Intrapartum fetal heart rate monitoring: nomenclature, interpretation, and general management principles. *Obstet Gynecol* 2009; **114**: 192–202.
52. Copel JA, Liang RI, Demasio K, Ozeren S, Kleinman CS. The clinical significance of the irregular fetal heart rhythm. *Am J Obstet Gynecol* 2000; **182**: 813–817.
53. Simpson JL, Yates RW, Sharland GK. Irregular heart rate in the fetus: not always benign. *Cardiol Young* 1996; **6**: 28–31.
54. Cuneo BF, Strasburger JF, Wakai RT, Ovadia M. Conduction system disease in fetuses evaluated for irregular cardiac rhythm. *Fetal Diagn Ther* 2006; **21**: 307–313.
55. Srinivasan S, Strasburger J. Overview of fetal arrhythmias. *Curr Opin Pediatr* 2008; **20**: 522–531.
56. Kirk JS, Comstock CH, Lee W, Smith RS, Riggs TW, Weinhouse E. Fetal cardiac asymmetry: a marker for congenital heart disease. *Obstet Gynecol* 1999; **93**: 189–192.
57. Sharland GK, Chan KY, Allan LD. Coarctation of the aorta: difficulties in prenatal diagnosis. *Br Heart J* 1994; **71**: 70–75.
58. Hornberger LK, Sanders SP, Rein AJ, Spevak PJ, Parness IA, Colan SD. Left heart obstructive lesions and left ventricular growth in the midtrimester fetus. A longitudinal study. *Circulation* 1995; **92**: 1531–1538.
59. Paladini D, Palmieri S, Lamberti A, Teodoro A, Martinelli P, Nappi C. Characterization and natural history of ventricular septal defects in the fetus. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; **16**: 118–122.
60. Axt-Fliedner R, Schwarze A, Smrcek J, Germer U, Krapp M, Gembruch U. Isolated ventricular septal defects detected by color Doppler imaging: evolution during fetal and first year of postnatal life. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; **27**: 266–273.
61. Vettraino IM, Lee W, Bronsteen RA, Comstock CH. Sonographic evaluation of the ventricular cardiac outflow tracts. *J Ultrasound Med* 2005; **24**: 566.

62. Bromley B, Estroff JA, Sanders SP, Parad R, Roberts D, Frigoletto FD, Jr., Benacerraf BR. Fetal echocardiography: accuracy and limitations in a population at high and low risk for heart defects. *Am J Obstet Gynecol* 1992; **166**: 1473–1481.
63. Stumpflen I, Stumpflen A, Wimmer M, Bernaschek G. Effect of detailed fetal echocardiography as part of routine prenatal ultrasonographic screening on detection of congenital heart disease. *Lancet* 1996; **348**: 854–857.
64. Yoo SJ, Lee YH, Kim ES, Ryu HM, Kim MY, Choi HK, Cho KS, Kim A. Three-vessel view of the fetal uppermediastinum: an easy means of detecting abnormalities of the ventricular outflow tracts and great arteries during obstetric screening. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; **9**: 173–182.
65. Yoo SJ, Lee YH, Cho KS. Abnormal three-vessel view on sonography: a clue to the diagnosis of congenital heart disease in the fetus. *AJR Am J Roentgenol* 1999; **172**: 825–830.
66. Vinals F, Heredia F, Giuliano A. The role of the three vessels and trachea view (3VT) in the diagnosis of congenital heart defects. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; **22**: 358–367.
67. Yagel S, Arbel R, Anteby EY, Raveh D, Achiron R. The three vessels and trachea view (3VT) in fetal cardiac scanning. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; **20**: 340–345.
68. Tongsong T, Tongprasert F, Srisupundit K, Luewan S. The complete three-vessel view in prenatal detection of congenital heart defects. *Prenat Diagn* 2010; **30**: 23–29.
69. Berg C, Gembruch U, Geipel A. Outflow tract views in twodimensional fetal echocardiography - part ii. *Ultraschall Med* 2009; **30**: 230–251.
70. 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**: 367–369.
71. Chaoui R, McEwing R. Three cross-sectional planes for fetal color Doppler echocardiography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; **21**: 81–93.
- Copyright ©2013 ISUOG. Published by John Wiley & Sons, Ltd. *Ultrasound Obstet Gynecol*
72. Paladini D. Sonography in obese and overweight pregnant women: clinical, medicolegal and technical issues. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; **33**: 720–729.
73. Nadel AS. Addition of color Doppler to the routine obstetric sonographic survey aids in the detection of pulmonic stenosis. *Fetal Diagn Ther* 2010; **28**: 175–179.
74. Small M, Copel JA. Indications for fetal echocardiography. *Pediatr Cardiol* 2004; **25**: 210–222.
75. Hyett J, Moscoso G, Papapanagiotou G, Perdu M, Nicolaides KH. Abnormalities of the heart and great arteries in chromosomally normal fetuses with increased nuchal translucency

thickness at 11–13 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; **7**: 245–250.

76. Hyett JA, Perdu M, Sharland GK, Snijders RS, Nicolaides KH. Increased nuchal translucency at 10–14 weeks of gestation as a marker for major cardiac defects. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; **10**: 242–246.

77. Mavrides E, Cobian-Sanchez F, Tekay A, Moscoso G, Campbell S, Thilaganathan B, Carvalho JS. Limitations of using first-trimester nuchal translucency measurement in routine screening for major congenital heart defects. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; **17**: 106–110.

78. Ghi T, Huggon IC, Zosmer N, Nicolaides KH. Incidence of major structural cardiac defects associated with increased nuchal translucency but normal karyotype. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; **18**: 610–614.

79. Paladini D, Volpe P, Sglavo G, Vassallo M, De Robertis V, Marasini M, Russo MG. Transposition of the great arteries in the fetus: assessment of the spatial relationships of the arterial trunks by four-dimensional echocardiography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; **31**: 271–276.

80. Volpe P, Campobasso G, De Robertis V, Di Paolo S, Caruso G, Stanziano A, Volpe N, Gentile M. Two- and four-dimensional echocardiography with B-flow imaging and spatiotemporal image correlation in prenatal diagnosis of isolated total anomalous pulmonary venous connection. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007; **30**: 830–837.

81. Volpe P, Tuo G, De Robertis V, Campobasso G, Marasini M, Tempesta A, Gentile M, Rembouskos G. Fetal interrupted aortic arch: 2D-4D echocardiography, associations and outcome. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2010; **35**: 302–309.

SUPPORTING INFORMATION ON THE INTERNET

The following supporting information may be found in the online version of this article:

Appendix S1 Additional B-mode panels: outflow tracts

Appendix S2 Color flow panels

(Guideline review date: December 2015)

Copyright ©