



LKB Ehokardiogrāfijas darba grupa

Metodiskās rekomendācijas

**TRANSTORAKĀLAJĀ
EHOKARDIOGRĀFIJĀ**

2015



LKB Ehokardiogrāfijas darba grupa

Metodiskās rekomendācijas

TRANSTORAKĀLAJĀ

EHOKARDIOGRĀFIJĀ

Metodiskās rekomendācijas sagatavoja:

Dr. med. Artem Kalinin (darba grupas vadītājs),
Rīgas Austrumu klīniskā universitātes slimnīca.

Dr. Marina Berzina,
Paula Stradiņa klīniskā universitātes slimnīca.

Dr. med. Ingūna Lubaua,
Bērnu klīniskās universitātes slimnīcas Bērnu Kardioloģijas un Kardiokirurģijas klīnika.

Dr. Ginta Kamzola,
Paula Stradiņa klīniskā universitātes slimnīca.

Dr. Līga Poča,
Latvijas Jūras medicīnas centrs, Vecmīlgrāvja slimnīca.

Dr. Ainārs Rudzītis,
Paula Stradiņa klīniskā universitātes slimnīca.

Dr. Milāna Sorokina,
Paula Stradiņa klīniskā universitātes slimnīca.

Recenzents:

Dr. Genādijs Jegorovs,
Paula Stradiņa klīniskā universitātes slimnīca.

SATURS

Ievads	3
1. Kreisā kambara kvantifikācija	4
2. Kreisā kambara diastoliskā funkcija	9
2.1. Kreisā priekškambara kvantifikācija	12
3. Sirds labo daļu kvantifikācija	13
4. Aortālā vārstuļa patoloģija	18
4.1. Aortas saknes un torakālās aortas kvantifikācija	22
5. Mitrālā vārstuļa patoloģija	23
6. Sirds vārstuļu protēžu ehokardiogrāfiskā novērtēšana	28
7. Perikarda patoloģijas	30
8. Ehokardiogrāfija bērniem	32
9. Pielikums 1 (Latvijas Republikas Transtorakālās Ehokardiogrāfijas izmeklējuma protokols)	34
10. Pielikums 2 (Attēla optimizācija)	36

Saīsinājumi

2D	– divdimensiju	EDD	– beigu diastoliskais diametrs (no angļu val., <i>end diastolic diameter</i>)
3D	– trīsdimensiju	EDV	– beigu diastoliskais tilpums (no angļu val., <i>end diastolic volume</i>)
A2CH	– apikālā 2-kameru pozīcija	EF	– izviedes frakcija (no angļu val., <i>ejection fraction</i>)
A3CH	– apikālā 3-kameru pozīcija	EROA	– efektīvais regurgitācijas atveres laukums (no angļu val., <i>effective regurgitation orifice area</i>)
A4CH	– apikālā 4-kameru pozīcija	ESD	– beigu sistoliskais diametrs (no angļu val., <i>end systolic diameter</i>)
A5CH	– apikālā 5-kameru pozīcija	ESV	– beigu sistoliskais tilpums (no angļu val., <i>end systolic volume</i>)
Ao	– aorta	LVMI	– kreisā kambara miokarda masas indekss (no angļu val., <i>left ventricular mass index</i>)
Ao asc	– ascendējošā aorta	LVOT	– kreisā kambara izejas trakts (no angļu val., <i>left ventricular outflow tract</i>)
AH	– arteriāla hipertensija	MR	– mitrālā regurgitācija
AoR	– aortāla regurgitācija	MV	– mitrālais vārstulis
AoS	– aortālā vārstuļa stenoze	MS	– mitrālā vārstuļa stenoze
ASE	– Amerikas Ehokardiogrāfijas biedrība (abreviatūra no angļu val., <i>American Society of Echocardiography</i>)	PASS	– pulmonālās artērijas sistoliskais spiediens
AoV	– aortālais vārstulis	PH	– pulmonāla hipertensija
BDS	– beigu diastoliskais spiediens	PLAX	– parasternāla kreisā kambara garā ass pozīcija (no angļu val., <i>parasternal long axis</i>)
BSA	– ķermeņa virsmas laukums (abreviatūra no angļu val., <i>body surface area</i>)	PM	– priekškambaru mirgošana
CSA	– šķērsriezuma laukums (abreviatūra no angļu val., <i>cross sectional area</i>)	PSAX	– parasternāla īsā ass pozīcija (no angļu val., <i>parasternal short axis</i>)
CW	– nepārtrauktā viļņa doplerogrāfija (no angļu val., <i>continuous wave Doppler</i>)	PR	– pulmonālā regurgitācija
DD	– diastoliskā disfunkcija	PV	– pulmonālais vārstulis
DKMP	– dilatācijas kardiomiopātija	PpV	– plaušu vēnas
DT	– decelerācijas laiks (no angļu val., <i>deceleration time</i>)	PW	– pulsa viļņa doplerogrāfija (no angļu val., <i>pulse wave Doppler</i>)
EF	– izviedes frakcija (no angļu val., <i>ejection fraction</i>)	RVOT	– labā kambara izejas trakts (no angļu val., <i>right ventricular outflow tract</i>)
EhoKG	– ehokardiogrāfija	SM	– sirds mazspēja
EKG	– elektrokardiogramma	SV	– sistoles tilpums (no angļu val., <i>stroke volume</i>)
FG	– fibrozs gredzens	TAPSE	– trikuspidālā vārstuļa gredzena plaknes sistoliskā ekskursija (no angļu val., <i>tricuspid annular plane systolic excursion</i>)
HKMP	– hipertrofiska kardiomiopātija	TDI	– audu doplerogrāfija (no angļu val., <i>tissue Doppler Imaging</i>)
IVC	– apakšējā dobā vēna (no angļu val., <i>inferior vena cava</i>)	TEE	– transesofageālā ehokardiogrāfija
IVRT	– izovolumiskās relaksācijas laiks (no angļu val., <i>isovolumic relaxation time</i>)	TR	– trikuspidālā regurgitācija
KKH	– kreisā kambara hipertrofija	TTE	– transtorakālā ehokardiogrāfija
KK	– kreisais kambaris	TV	– trikuspidālais vārstulis
KP	– kreisais priekškambaris	VC	– regurgitācijas plūsmas šaurākā vieta (no angļu val., <i>vena contracta</i>)
KSS	– koronārā sirds slimība	VTI	– ātruma laika integrālis (no angļu val., <i>velocity time integral</i>)
LAVI	– kreisā priekškambara tilpuma indekss (no angļu val., <i>left atrium volume index</i>)		
LK	– labais kambaris		
LKSS	– labā kambara sistoliskais spiediens		
LP	– labais priekškambaris		

Ievads

Transtorakālā ehokardiogrāfija (sirds izmeklējums ar ultraskaņu) mūsdienās ir plaši pieejama metode sirds anatomijas, morfoloģijas un funkcijas novērtēšanai, kā arī sirds un vārstuļu funkcijas novērtēšanai dinamikā. Kopš pirmā ehokardiogrāfijas izmeklējuma 1953. gadā (I. Edlers un H. Hercs) gadu gaitā ir ne tikai uzlabojusies sirds ultraskaņas attēla kvalitāte, bet arī nākušas klāt daudzas jaunas ehokardiogrāfijas modalitātes. Taču tai pat laikā ehokardiogrāfija joprojām ir semikvantitatīva metode, kuras rezultāti lielā mērā ir atkarīgi no metodes lietotāja prasmēm un pieredzes.

Šajā izdevumā, balstoties uz Eiropas kardiovaskulārās attēldiagnostikas asociācijas (EACVI – *European Association of CardioVascular Imaging*) un Amerikas Ehokardiogrāfijas biedrības (ASE – *American Society of Echocardiography*) izstrādātajām vadlīnijām, apkopotas metodiskās rekomendācijas kambaru kvantifikācijai, vārstuļu funkcijas un perikarda novērtēšanai. Izdevumā iekļauti arī ieteikumi ultraskaņas attēla optimizācijai un transtorakālās ehokardiogrāfijas protokols.

1. Kreisā kambara kvantifikācija

Standartpozīcijas kreisā kambara izvērtēšanai

- PLAX pozīcija
- PSAX pozīcija MV līmenī
- PSAX pozīcija papillāro muskuļu līmenī
- PSAX pozīcija KK galotnes līmenī
- A4CH pozīcija (apikālā 4-kameru pozīcija)
- A5CH pozīcija (apikālā 5-kameru pozīcija)
- A2CH pozīcija (apikālā 2-kameru pozīcija)
- A3CH pozīcija (apikālā 3-kameru pozīcija)
- Subkostāla 4-kameru pozīcija

Doplerogrāfija

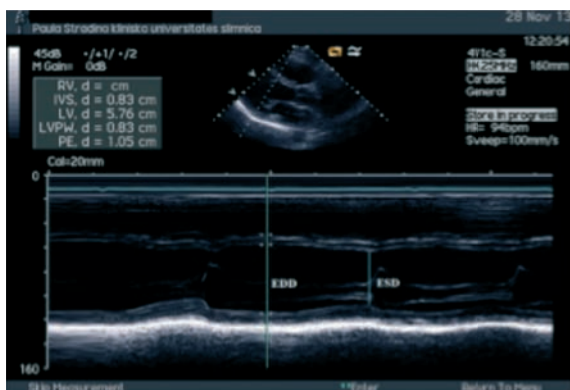
- Krāsu
- Pūsa vilņa
- Audu

Kreisā kambara dimensijas

- KK izmēru novērtēšana ir viens no svarīgākajiem KK funkcijas kvantifikācijas komponentiem.
- KK dimensiju izmaiņas bieži tiek interpretētas kā sirds slimības progresēšanas vai regresēšanas rādītājs.
- Atbilstoša pacienta pozicionēšana palīdz optimizēt parasternālo un apikālo pozīciju attēla kvalitāti un KK lineāro dimensiju mērījumus, kas tiek veikti izmantojot M un 2D režīmus.
- Nosakot KK tilpumus un izviedes frakciju, izmantojot 2D un 3D režīmus, būtiska ir endokarda robežas vizualizācija.
- Svarīga ir īstās KK galotnes vizualizācija, lai izvairītos no tās saīsināšanās.
- Ieteicama ir mērījumu atkārtota veikšana vairākos sirds ciklos.

M režīms

- KK septālas un mugurējās sienas biezumu, iekšējās KK dimensijas – beigu diastolisko un beigu sistolisko diametru (EDD, no angļu val., *end diastolic diameter*; ESD, no angļu val., *end systolic diameter*) mēra PLAX pozīcijā MV viru galu līmenī atbilstoši sistoles un diastoles beigās. Šos mērījumus var veikt tieši 2D vai 2D-kontrolētā M režīmā (alternatīva – parasternāla īsā ass, novietojot kursoru perpendikulāri kambaru starpsienai un KK mugurējai sienai) (sk. 1.1. attēlu).
- M režīmā veikti mērījumi ir precīzi tikai, ja US stars iet perpendikulāri KK garai asij (kas ne vienmēr ir iespējams).
- M režīms, pateicoties augstai izšķirtspējai, var palīdzēt trabekulu un KK mugurējās sienas, pseidohordu un kambaru starpsienas, TV aparāta un moderatora kuliša un kambaru starpsienas labās puses diferencēšanā.
- Normas: sk. tabulas 1.1. un 1.2.
- KK septālas sienas biezums: 6-10 mm un mugurējās sienas biezums: 6-10 mm.



1.1. attēls.
Kreisā kambara dimensiju mērījumi M režīmā

1.1. tabula.
Kreisā kambara izmēri sievietēm

	Norma	Viegli palielināts	Mēreni palielināts	Izteikti palielināts
KK dimensijas				
EDD, cm	3,8-5,2	5,3-5,6	5,7-6,1	≥6,2
EDD/BSA, cm/m ²	2,3-3,1	3,2-3,4	3,5-3,7	≥3,8
KK tilpums				
EDV, ml	46-106	107-120	121-130	≥131
EDV/BSA, ml/m ²	29-61	62-70	71-80	≥81
ESV, ml	14-42	43-55	56-67	≥68
ESV/BSA, ml/m ²	8-24	25-32	33-40	≥41

1.2. tabula.
Kreisā kambara izmēri vīriešiem

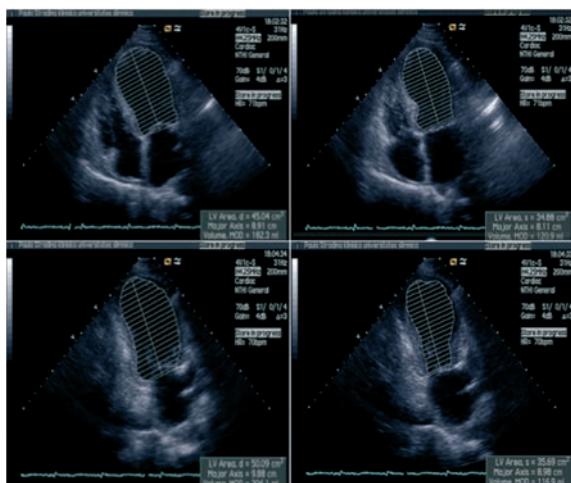
	Norma	Viegli palielināts	Mēreni palielināts	Izteikti palielināts
KK dimensijas				
EDD, cm	4,2-5,8	5,9-6,3	6,4-6,8	≥6,9
EDD/BSA, cm/m ²	2,2-3,0	3,1-3,3	3,4-3,6	≥3,7
KK tilpums				
EDV, ml	62-150	151-174	175-200	≥201
EDV/BSA, ml/m ²	34-74	75-89	90-100	≥101
ESV, ml	21-61	62-73	74-85	≥86
ESV/BSA, ml/m ²	11-31	32-38	39-45	≥46

2D režīms

- Tieša mērījumu veikšana 2D režīmā rekomendējama KSS gadījumā.
- EDD, ESD un sieniņu biezuma mērījumi veicami MV hordu līmenī.

Kreisā kambara tilpuma mērījumi

- Nosaka KK beigu diastolisko (EDV, no angļu val., *end diastolic volume*) un beigu sistolisko (ESV, no angļu val., *end systolic volume*) tilpumu.
- 2D kvantifikācijai izmanto A4CH un A2CH pozīcijas (sk. 1.2. attēlu); A3CH pozīciju izmanto asinērijas zonu gadījumā.
- Nepieciešams veikt manuālu endokarda robežasapvilksni, neietverot papillāros muskuļus. Svarīga ir endokarda robežas laba vizualizācija.
- Bazālā KK robeža ir jāatdala ar taisnu līniju, kas savieno MV viru piestiprināšanas vietas MV gredzena laterālā un septālā pusēs A4CH pozīcijā un priekšējā un apakšējā pusē A2CH pozīcijā.
- Diastoles beigās var definēt kā QRS sākumu, bet labāk definēt kā nākošo kadru aiz MV slēgšanās vai kadru sirds ciklā, kad KK dimensijas ir vislielākās.
- Sistoles beigās vislabāk definējamas kā kadrs pirms MV atvēršanās vai brīdis sirds ciklā, kad KK dimensijas ir vismazākās.
- Ņemot vērā ka, ne vienmēr skaidras MV viru kustības A2CH pozīcijā, beigu diastoles un beigu sistoles definēšanai jāizmanto kadri ar vislielāko un vismazāko KK tilpumu.
- Perspektīva un precīza labas ehokardiogrāfiskas kvalitātes gadījumā ir KK tilpumu noteikšana 3D režīmā.
- Normas: sk. 1.1. un 1.2. tabulas.



1.2. attēls.
Kreisā kambara beigudiastoliskā un beigu sistoliskā tilpuma mērījumi

Kreisā kambara miokarda masa

KK masu var noteikt M, 2D un 3D režimos. Mērījumi pamatojas uz KK dobuma tilpuma atņemšanu no tilpuma, kas iekļauj KK epikardu, lai iegūtu KK miokarda tilpumu, kas tiek reizināts ar miokarda blīvumu. ASE rekomendē formulu, kas ir izmantojama, ja nav KK ģeometrijas izmaiņu. Mērījumi tiek veikti 2D-kontrolētā M režīmā vai 2D režīmā:

1. M-režīms.

$$KK\ masa = 0,8 \times \{1,04 [(EDD + PWTd + SWTd)^3 - (EDD)^3]\} + 0,6\ g$$

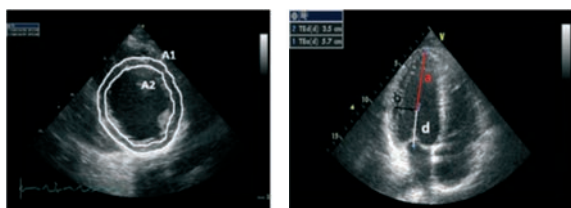
EDD – KK diametrs diastoles beigās

PWTd – KK mugurējās sienas biezums diastolē
(no angļu val., *posterior wall thickness*)

SWTd – kambaru starpsienas biezums diastolē
(no angļu val., *septal wall thickness*)

2. 2D-režīms.

Uz 2D režīmu balstās laukuma-garuma formula (A-L, no angļu val., *Area-Length*) un saīsinātā elipsoīda modelis (TE, no angļu val., *truncated ellipsoid*). Mērījumiem izmanto PSAX papillāro muskuļu līmenī (apvelk epikarda un endokarda robežu, neietverot papillāros muskuļus) un A4CH pozīciju (sk. 1.3. attēlu).



1.3. attēls.

Kreisā kambara masas noteikšana 2D režīmā.

A1 – kopējais kreisā kambara (KK) laukums; A2 – KK dobuma laukums; a – garā ass no platākās īsās ass rādiusa līdz KK galotnei; d – saīsinātā garā ass no platākās īsās ass rādiusa līdz MV gredzena plaknei; b – īsās ass rādiuss

$$Am\ (miokarda\ laukums) = A1 - A2$$

$$b = \sqrt{A2/\pi} \quad b - \text{īsās ass rādiuss}$$

$$t = \sqrt{(A1/\pi - b^2)} \quad t - \text{vidējais sienas biezums}$$

Laukuma-garuma formula

$$KK\ masa = 1,05 \{[\% A1 (a+d+t)] - [\% A2 (a+d)]\}$$

Vienkāršots elipsoīda modelis

$$KK\ masa =$$

$$= 1,05 \times \{(b+t)^2 [\% (a+1) + d - d^3/3(a+t)^2] - b^2 [\% a+d - d^3/3a^2]\}$$

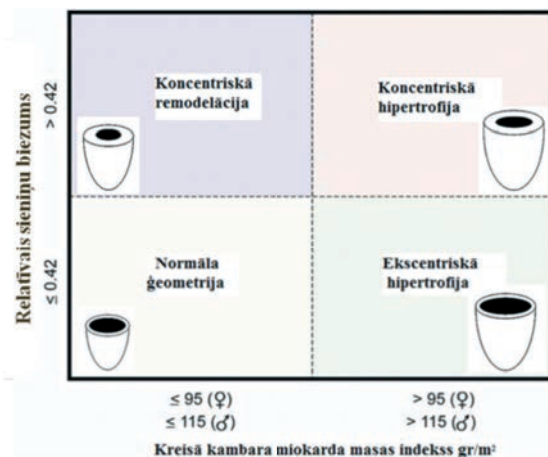
Relatīvais sienu biezums:

Relatīvais sienu biezums (RWT, no angļu val., *Relative Wall Thickness*)

$$RWT = (2 \times PWTd)/EDD$$

Kreisā kambara miokarda remodelācijas tipi:

1. Normāla ģeometrija – relatīvais sienu biezums (RWT) $\leq 0,42$ un KK masas indekss (pēc M-režīma) $\leq 95\ g/m^2$ (sievietēm) un $\leq 115\ g/m^2$ (vīriešiem).
2. Koncentriskā remodelācija – RWT $> 0,42$ un KK masas indekss $\leq 95\ g/m^2$ (sievietēm) un $\leq 115\ g/m^2$ (vīriešiem).
3. Ekscentriskā hipertrofija – RWT $\leq 0,42$ un KK masas indekss $> 95\ g/m^2$ (sievietēm) un $> 115\ g/m^2$ (vīriešiem).
4. Koncentriskā hipertrofija – RWT $> 0,42$ un KK masas indekss $> 95\ g/m^2$ (sievietēm) un $> 115\ g/m^2$ (vīriešiem). (sk. 1.4. attēlu).



1.4. attēls.

Kreisā kambara miokarda remodelācijas tipi

1.3. tabula.

Kreisā kambara masa sievietēm

	Norma	Viegla KK hipertrofija	Mērena KK hipertrofija	Izteikta KK hipertrofija
Lineāra metode				
KK masa, g	67-162	163-186	187-210	≥211
KK masa/BSA, g/m ²	43-95	96-108	109-121	≥122
KK masa/augums, g/m	41-99	100-115	116-128	≥129
KK masa/augums ^{2.7} , g/m ^{2.7}	18-44	45-51	52-58	≥59
Relatīvais sienu biezums, cm	0,22-0,42	0,43-0,47	0,48-0,52	≥0,53
Kambaru starpsienas biezums, cm	0,6-0,9	1,0-1,2	1,3-1,5	≥1,6
Mugurējās sienas biezums, cm	0,6-0,9	1,0-1,2	1,3-1,5	≥1,6
2D metode				
KK masa, g	66-150	151-171	172-182	>193
KK masa/BSA, g/m ²	44-88	89-100	101-112	≥113

1.4. tabula.
Kreislā kambara masa vīriešiem

	Norma	Viegla KK hipertrofija	Mērena KK hipertrofija	Izteikta KK hipertrofija
Lineāra metode				
KK masa, g	67-162	163-186	187-210	≥211
KK masa/BSA, g/m ²	43-95	96-108	109-121	≥122
KK masa/augums, g/m	41-99	100-115	116-128	≥129
KK masa/augums ^{2.7} , g/m ^{2.7}	18-44	45-51	52-58	≥59
Relatīvais sienu biezums, cm	0,22-0,42	0,43-0,47	0,48-0,52	≥0,53
Kambaru starpsienas biezums, cm	0,6-0,9	1,0-1,2	1,3-1,5	≥1,6
Mugurējās sienas biezums, cm	0,6-0,9	1,0-1,2	1,3-1,5	≥1,6
2D metode				
KK masa, g	66-150	151-171	172-182	>193
KK masa/BSA, g/m ²	44-88	89-100	101-112	≥113

Kreislā kambara sistoliskā funkcija

Novērtē globālo un reģionālo KK sistolisko funkciju.

Kreislā kambara globālās sistoliskās funkcijas novērtēšana

- 2D-kontrolētā M režīmā vai 2D veiktie KK dimensiju mērījumi hordu līmenī palīdz novērtēt globālu KK sistolisku funkciju simetriskas KK saraušanās gadījumā un bazālo segmentu reģionālo funkciju, ja ir reģionāli KK sienu saraušanās traucējumi.
- Saglabāta EF ne vienmēr nozīmē normālu KK sistolisko funkciju. Piemēram, ja ir liels KK masas indekss (MI), ja EF ir laba, KK sistoliskās funkcijas izvērtēšanai būtiski ir izvērtēt arī saīsināšanas frakciju un sirds minūtes tilpumu.
- Nosakot KK frakcionēto saīsināšanos (FS, no angļu val., *fractional shortening*), kas ir aprēķināma pēc formulas $FS(\%) = 100 \times (EDD - ESD) / EDD$. M režīmā norma – 0,18, bet 2D režīmā tieši veikto mērījumu gadījumā – 0,25.
- KK sistoliskās funkcijas izvērtēšanai būtiska ir miokarda deformācijas analīze. Klīniskajā praksē nozīmīga ir miokarda garenvirzienā (no angļu val., *longitudinal strain*) deformācijas analīze.
- EF normas: sk. 1.5 tabulu.

Kreislā kambara izviedes frakcija

KK izviedes frakcija (EF, no angļu val., *ejection fraction*) ir matemātiska EDV-ESV starpības attiecība pret EDV:

$$EF(\%) = (EDV - ESV) / EDV$$

EF var definēt arī kā sistoles tilpuma un EDV attiecību:

$$EF(\%) = SV / EDV$$

Kreislā kambara izviedes frakcijas novērtēšana

Lineārās metodes: izmanto Teicholz metodi. EDD, ESD mērījumi M režīmā vai 2D-kontrolētā M režīmā PLAX pozīcijā MV viru galu līmenī (alternatīva – PSAX pozīcija, novietojot kursoru perpendikulāri kambaru starpsienai un KK mugurējai sienai).

M-režīma lietošanas ierobežojumi:

- Ultraskaņas (US) stara orientācija ne perpendikulāri KK garai asij.
- Nozīmīgas reģionālās kontraktilitātes atšķirības.

Volumetriskās metodes (ieteicamākas):

- Simpsona metode – divplakņu disku metode (izvēles metode), sadalot KK dobumu elipsveida diskos (parasti 20) un analizējot to summārā apjoma izmaiņas. Katra diska viens diametrs tiek noteikts A4CH, otrs – A2CH pozīcijā. Manuāli diastoles un sistoles beigās apvelk KK endokarda robežu, izslēdzot papildāros muskuļus. Bazālais līmenis – taisna līnija, kas savieno MV gredzena laterālo un septālo malu A4CH pozīcijā un priekšējo un apakšējo malu A2CH pozīcijā (sk. 1.2. attēlu).
- Laukuma-garuma metode (alternatīva, ja nav skaidras endokarda robežas). Pieņem, ka KK ir lodes forma. Planimetriski nosaka KK vidusdaļas laukumu PSAX pozīcijā un KK garums tiek izmērīts no MV gredzena līmeņa vidus līdz KK galotnei A4CH pozīcijā. Šos mērījumus veic sistoles un diastoles beigās. EDV un ESV nosaka pēc formulas:

$$\text{Tilpums (EDV vai ESV)} = [5 (\text{laukums}) (\text{garums})] / 6$$

1.5. tabula.

Kreislā kambara izviedes frakcija (EF)

	EF %, vīriešiem	EF %, sievietēm
Norma	52-72	54-74
Viegli samazināta	41-51	41-53
Mēreni samazināta	30-40	30-40
Izteikti samazināta	<30	<30

Sistoles tilpums

Sistoles tilpums (SV, no angļu val., *stroke volume*) ir asins tilpums, ko KK izgrūž vienas saraušanas laikā. SV nosaka no KK EDV atņemot ESV (norma: 55-100 ml.):

$$SV = EDV - ESV$$

SV izmanto, lai noteiktu sirds minūtes tilpumu (CO, no angļu val., *cardiac output*) un EF.

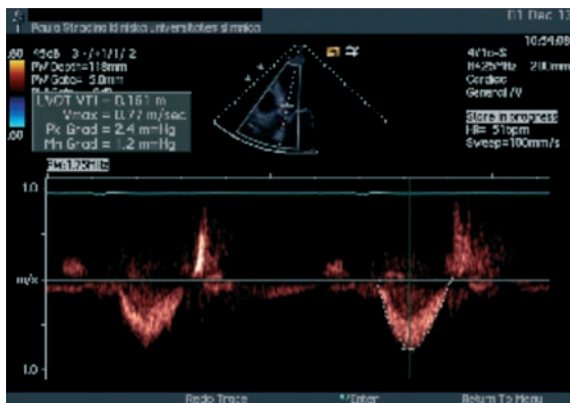
Sistoles tilpuma noteikšana

- PLAX pozīcijā, izmantojot LVOT (LVOT, no angļu val., *left ventricle outflow tract*) palielinājumu («zoom»), izmēra tā diametru. Svarīga ir laba LVOT un aortas saknes vizualizācija. LVOT diametru mēra sistolē 5-10 mm no AoV FG (sk. 1.5. attēlu).
- Izrēķina LVOT laukumu:
 $LVOT \text{ laukums} = \pi \times (LVOT \text{ diametrs})^2 / 4$
- Izmēra LVOT VTI (ātruma laika integrālis, VTI, no angļu val., *velocity time integral*) A5CH pozīcijā ar PW dopleru (US staram jāiet paralēli asins plūsmai) un apvelk plūsmu (sk. 1.6. attēlu).
- $SV = \pi \times (LVOT \text{ diametrs})^2 / 4 \times LVOT \text{ VTI}$



1.5. attēls.

LVOT diametra noteikšana



1.6. attēls.
VTI LVOT noteikšana

Korekta sistoles tilpuma izvērtēšana ir apgrūtināta pacientiem ar S-veida kambaru starpsienu.

Minūtes tilpums

Minūtes tilpums (CO, no angļu val., *cardiac output*) ir asins tilpums, ko KK izsviež vienas minūtes laikā (norma: 4-8 l/min.):

$$CO = SV \times HR$$

HR – sirds darbības frekvence (HR, no angļu val., heart rate),

SV – sistoles tilpums.

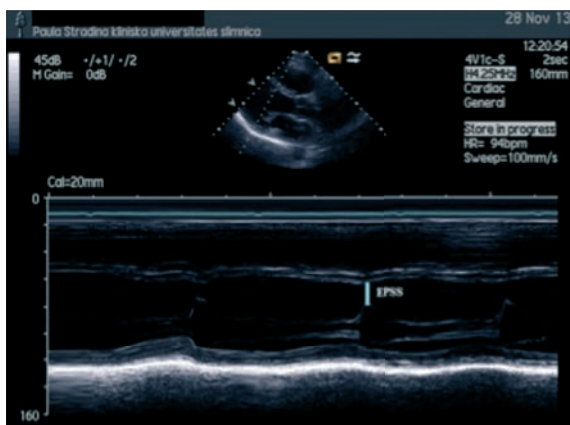
Sirds indekss

Sirds indekss (CI, no angļu val., *cardiac index*) ir hemodinamikas izvērtēšanas parametrs, kas attiecina CO pret ķermeņa virsmas laukumu (norma: 2,5-4,0 l/min/m²):

$$CI = CO/BSA = (SV \times HR)/BSA$$

Mitrālā vārstuļa E punkta septāla separācija

Mitrālā vārstuļa (MV) E punkta septāla separācija (EPSS, no angļu val., *E point-septal separation*) – ir parametrs, kas var palīdzēt KK sistoliskās funkcijas novērtēšanā, izmantojot M režīmu. Ja KK sistoliskā funkcija ir normāla MV priekšējās viras atvēršanās ekskursija gandrīz sasniedz IVS. Attālumu starp E un IVS sauc par E punkta septālu separāciju (sk. 1.7. attēlu). EPSS palielinās pie KK dilatācijas un sistoliskās funkcijas samazināšanās. Norma: <7 mm.

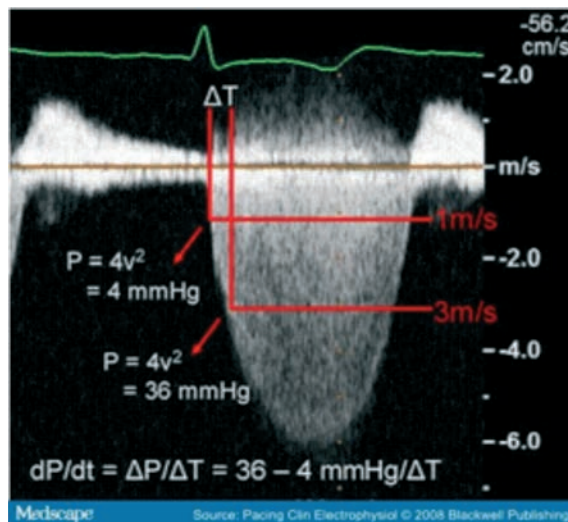


1.7. attēls.
E punkta septāla separācija

dP/dt

- dP/dt apraksta KK intraventrikulārā spiediena kāpumu agrīnas sistoles laikā.
- Spiediena izmaiņas nosaka sistoliska kontrakcija, tātad, jo ātrāks ir tā kāpums, jo labāka ir KK globālā sistoliskā funkcija.

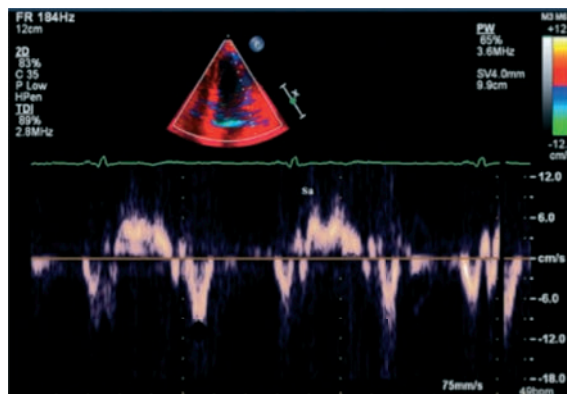
- Šis parametrs ir mazāk atkarīgs no sirds slodzes nekā EF.
- To var mērit tikai tad, ja ir nozīmīga mitrālā regurgitācija.
- A4CH pozīcijā ar CW dopleru pieraksta mitrālās regurgitācijas plūsmu, liekot kursoru uz MV.
- Pieraksta spektru ar «sweep» ātrumu 100 mm/s, lai paplašinātu pierakstu. Skalu noregulē 0-4 m/s diapazonā.
- Izmēra laiku, kurā regurgitācijas plūsmas ātrums pieaug no 1 līdz 3 m/sec. (mērījums standartizēts spiediena kāpumam no 4 līdz 36 mmHg). DP/dt tiek aprēķināts automātiski vai manuāli (sk. 1.8. attēlu).
- dP/dt > 1200 mmHg/s (aptuveni < 27 ms) atbilst normālai sistoliskai funkcijai un < 800 mmHg/s (aptuveni > 40 ms) atbilst izteikti samazinātai KK sistoliskai funkcijai.



1.8. attēls.
dP/dt noteikšana

Audu doplerogrāfija

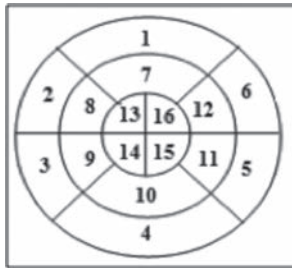
Maksimālais sistoliskais MV FG ātrums laterālā daļā (Sa) (sk. 1.9. attēlu) ir KK longitudinālās sistoliskās funkcijas rādītājs, kas korelē ar KK EF un piķa dP/dt. Normālas KK funkcijas gadījumā Sa MV FG ātrums pārsniedz 15 cm/s.



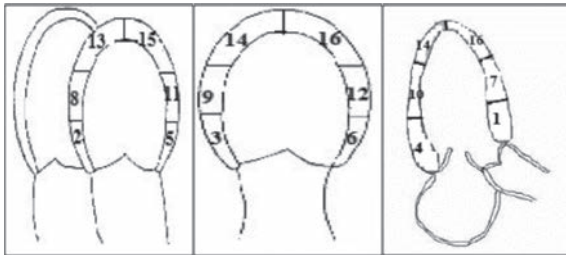
1.9. attēls.
Maksimālais MV FG sistoliskais ātrums (Sa)

Kreisā kambara reģionālās sistoliskās funkcijas novērtēšana

Ikdienas praksē novērtē KK radiālo reģionālo sistolisko funkciju. KK tiek iedalīts 16 segmentos atbilstoši koronāro artēriju aparošanas baseiniem (sk. 1.10. un 1.11. attēli).



1.10. attēls.
«Bull eye» segmentu sadalījums



1.11. attēls.
Kreisā kambara segmenti.

1 – bazālais priekšēji-septālais, 2 – bazālais apakšēji-septālais, 3 – bazālais apakšējais, 4 – bazālais mugurējais, 5 – bazālais laterālais, 6 – bazālais priekšējais, 7 – vidējais priekšēji-septālais, 8 – vidējais apakšēji-septālais, 9 – vidējais apakšējais, 10 – vidējais mugurējais, 11 – vidējais laterālais, 12 – vidējais priekšējais, 13 – galotnes septālais, 14 – galotnes apakšējais, 15 – galotnes laterālais, 16 – galotnes priekšējais. (Adaptēts no www.revespcardiolog.org, www.cardiovascularultrasound.com)

KK sieniņu kontraktilitātes (sistoliskas sabiezēšanas) traucējumus apraksta, balstoties uz to sabiezēšanas sistoles laikā un kustības virzienu. Katra KK segmenta sistoliska funkcija tiek novērtēta punktos (sk. 1.6. tabulu). Sieniņu kontraktilitātes indekss (WMSI, no angļu val., *wall motion score index*) tiek izskaitļots dalot kopējo sieniņu segmentu kontraktilitātes vērtējumu summu ar segmentu skaitu. Indeksa noteikšana ir iespējama, ja ir adekvāta vismaz puses endokarda robežas vizualizācija.

1.6. tabula.
Sieniņu kontraktilitāte atbilstoši to sistoliskai sabiezēšanai

Punkti	Sieniņas kontraktilitāte
1	Normāla
2	Hipokinēzija (30-50% no normālas sistoliskas sabiezēšanas)
3	Akinēzija (sistoliskas sabiezēšanas nav)
4	Diskinēzija (kustība pretfāzē ar pārējo kambari)

2.

Kreisā kambara diastoliskā funkcija

Normāla diastoliskā funkcija ļauj adekvāti pildīties kambarim mierā un slodzes laikā bez patoloģiska diastoliskā spiediena pieauguma (norma 5-12 mm Hg). KK diastoliskā funkcija atspoguļo KK spēju atslābt un uzpildīties. KK uzpildīšana diastoles laikā atkarīga no KK miokarda relaksācijas un iestiepjamības spējām. Sevišķi aktuāla diastoliskās funkcijas novērtēšana ir pacientiem ar arteriālu hipertensiju, koronāro sirds slimību, cukura diabētu, aptaukošanos, kardiomiopātijām un perikarda slimībām. EhoKG iespējams novērtēt:

I. Diastoliskās disfunkcijas (DD) smaguma pakāpes.

II. KK pildīšanās spiedienu (PS).

Diemžēl KK diastoliskās funkcijas novērtēšanu apgrūtinā:

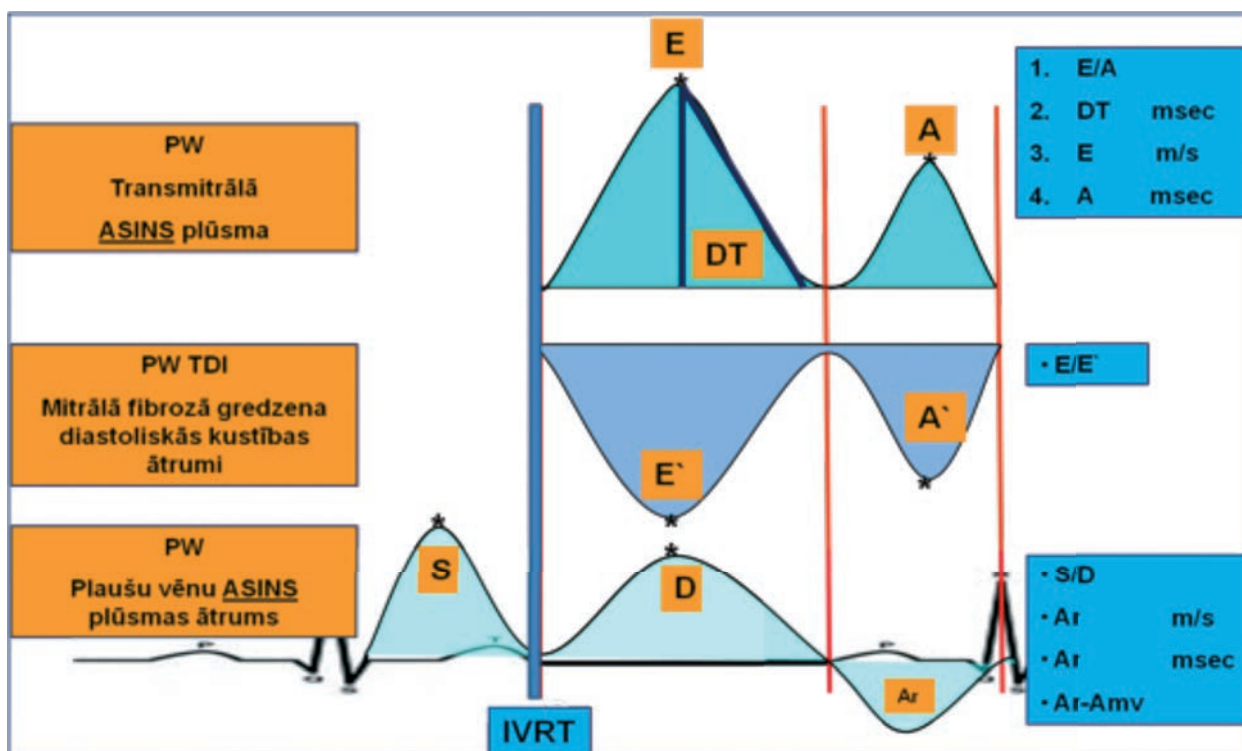
- vecums virs 60. g.v., ar vecumu pievienojas miokarda relaksācijas traucējumi (sk. tab. 1);
- sirdsdarbības frekvence: bradikardija (zem 60 reizēm minūtē) vai tahikardija (virs 90 reizēm minūtē);
- elpošanas kustības;
- ātriju mirgošana bradistolistiskā vai tahistolistiskā forma;
- sirds ritma traucējumi: Atrioventrikulāra blokāde (II un III pak.), biežas ekstrasistolē (nav iespējams korekti novērtēt DD);
- nozīmīga mitrālā vai aortālā regurgitācija – KK un/vai KP izteikta tilpuma pārslodze. Nav iespējams korekti novērtēt DD, bet skaidrs, ka būs traucēts KK pildīšanās process;
- nozīmīga mitrālā vai aortālā stenoze – KK un/vai KP izteikta spiediena pārslodze. Nav iespējams korekti novērtēt DD, bet skaidrs, ka būs traucēts KK pildīšanās process;
- protezēta MV vai izteikta MV FG kalcinoze.

Kreisā kambara DD un PS novērtēšana

Novērtēšana balstās galvenokārt uz doplerogrāfijas un audu doplerogrāfijas (TDI, no angļu val., *tissue doppler imaging*) parametru analīzi (sk. 2.1. attēlu).

Diastoles doplerogrāfiskie mērījumi. Metodoloģija

- Transmitrālā diastoliskā plūsma:
IVRT, DT, E Vmax, A Vmax, E/A, A ilgums.
 1. Pozīcija: A4CH.
 2. PW doplerogrāfija:
 - MV viru galu līmenī: E, A, DT, E/A (sk. 2.2 attēlu A, B)
 - MV fibrozā gredzena (FG) līmenī: A ilgums (sk. 2 attēlu C)
 - starp KK izejas traktu un MV: IVRT (sk. 2.2. attēlu D)
 3. Parauga tilpums (no angļu val. *Sample Volume*): 1-3 mm.
- Plaušu vēnu plūsma:
S, D, S/D, Ar Vmax, Ar ilgums.
 1. Pozīcija: A4CH vai A3CH.
 2. PW doplerogrāfija + Krāsu doplerogrāfija: 0,5 cm augšējā labā plaušu vēnā (sk. 2.3. attēlu A, B).
 3. Krāsu doplerogrāfija: *Nyquist limits* 40-50 cm/s.
 4. Parauga tilpums: 2-3 mm
- MV FG diastoliskās kustības ātrums:
E' laterāla daļa, E' mediāla daļa, E' vidējā vērtība, E/E' vid. attiecība.
 1. Pozīcija: A4CH.
 2. TDI PW doplerogrāfija: MV FG līmenī (laterālā un mediālā).
 3. Parauga tilpums: 5-10 mm (sk. 2.4. attēlu).
 4. Nevar izmantot:
 - MV protēzēšana un anuloplastija
 - MV FG kalcinoze
 - konstruktīvs perikardīts



2.1. attēls.

Diastoles doplerogrāfiskie mērījumi.

PW – pulsa doplerogrāfija; PW TDI – pulsa audu doplerogrāfija; IVRT – kreisā kambara izovolumiskās relaksācijas laiks; E – agrīnas diastoliskās pildīšanās maksimālais ātrums; A – vēlnas diastoliskās pildīšanās maksimālais ātrums (KP sistoles laikā); DT – kreisā kambara agrīnas diastoliskās pildīšanās asinsrites palēnināšanās; E/A – agrīnas diastoliskās pildīšanās ātruma (E) attiecība pret vēlnas diastoliskās pildīšanās ātrumu (A); E' – mitrālā vārstuļa fibrozā gredzena agrīnas diastoliskās kustības maksimālais ātrums; A' – mitrālā vārstuļa fibrozā gredzena vēlnas diastoliskās kustības maksimālais ātrums; E/E' – agrīnas diastoliskās pildīšanās ātruma (E) attiecība pret fibrozā gredzena agrīnas diastoliskās kustības ātrumu (E'); S – plaušu vēnu plūsmas maksimālais sistoliskais ātrums; D – plaušu vēnu plūsmas maksimālais diastoliskais ātrums; Ar – priekškambaru retrogrādās plūsmas maksimālais ātrums; S/D – attiecība starp maksimālās plaušu asinsrites maksimālo ātrumu sistolē un diastolē; Ar-AMV – starpība starp plaušu vēnas retrogrādās plūsmas ilgumu un KP sistoles ilgumu.

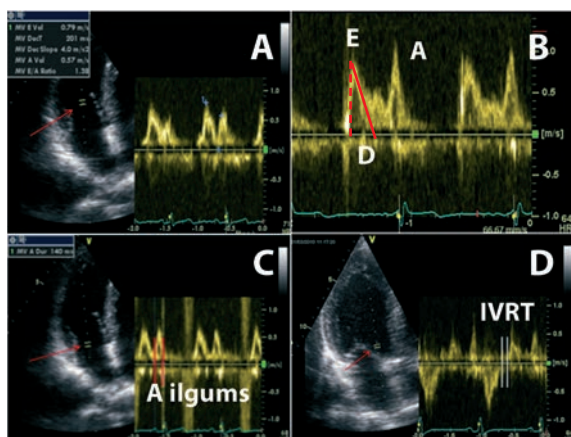
5. Normālas vērtības:

- E' septālajam mitrālajam gredzenam ≥ 8 cm/s
- E' laterālajam mitrālajam gredzenam ≥ 10 cm/s
- E/E' < 8.

2.1. tabula

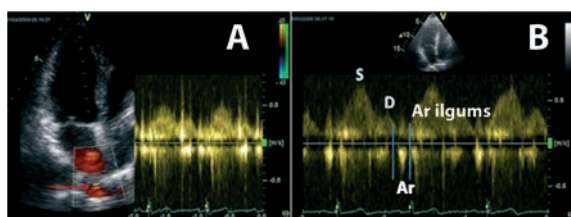
Diastoles doplerogrāfiskie mērījumi, normālas vērtības sievietēm un vīriešiem atkarībā no vecuma

Transmitrālā diastoliskā plūsma				
Mērījumi/Vecums	16-20	21-40	41-60	>60
IVRT, ms	50 ± 9 (32-68)	67 ± 8 (51-83)	74 ± 7 (60-88)	87 ± 7 (73-101)
E/A	1,88 ± 0,45 (0,98-2,78)	1,53 ± 0,40 (0,73-2,33)	1,28 ± 0,25 (0,78-1,78)	0,96 ± 0,18 (0,6-1,32)
DT, ms	142 ± 19 (104-180)	166 ± 14 (138-194)	181 ± 19 (143-219)	200 ± 29 (142-258)
A ilgums, ms	113 ± 17 (79-147)	127 ± 13 (101-153)	133 ± 13 (107-159)	138 ± 19 (100-176)
Plaušu vēnu plūsma				
S/D	0,82 ± 0,18 (0,46-1,18)	0,98 ± 0,32 (0,34-1,62)	1,21 ± 0,2 (0,81-1,61)	1,39 ± 0,47 (0,45-2,33)
Ar (cm/s)	16 ± 10 (1-36)	21 ± 8 (5-37)	23 ± 3 (17-29)	25 ± 9 (11-39)
Ar ilgums, ms	66 ± 39 (1-144)	96 ± 33 (30-162)	112 ± 15 (82-142)	113 ± 30 (53-173)
Mitrālā fibrozā gredzena diastoliskās kustības ātrums				
E' med. (cm/s)	14,9 ± 2,4 (10,1-19,7)	15,5 ± 2,7 (10,1-20,9)	12,2 ± 2,3 (7,6-16,8)	10,4 ± 2,1 (6,2-14,6)
E' lat. (cm/s)	20,6 ± 3,8 (13-28,2)	19,8 ± 2,9 (14-25,6)	16,1 ± 2,3 (11,5-20,7)	12,9 ± 3,5 (5,9-19,9)



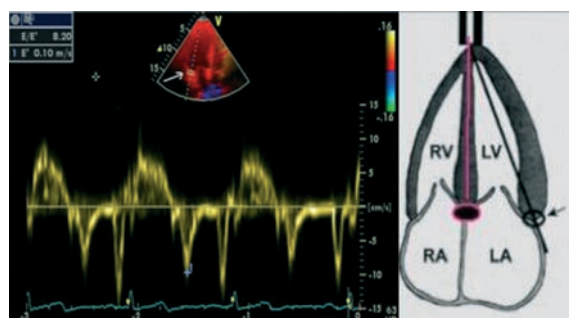
2.2. attēls.

Transmitrālās diastoliskās plūsmas novērtēšana.



2.3. attēls.

Plaušu vēnu plūsmas novērtēšana.



2.4. attēls.

Mitrālā vārstuļa fibrozā gredzena diastoliskās kustības ātruma novērtēšana.

Diastoliskās funkcijas novērtēšana

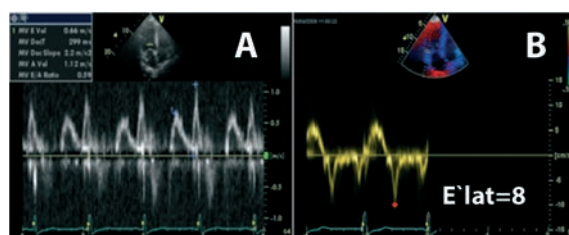
Normāla KK diastoliskā funkcija:

- Vecums līdz 60 g.v.
- EKG — sinusa ritms 60-80 r.min.
- E/A 1,0-2,0
- DT 160-240 ms
- S>D
- E' sep. ≥ 8 cm/sec un E' lat. ≥ 10 cm/s
- E/E' ≤ 8
- LAVI (kreisā priekškambara tilpuma indekss) < 34 ml/m²
- LAVI varbūt ≥ 34 ml/m² — «sportista» sirds.

Diastoliskās disfunkcijas novērtēšana

I pakāpes diastoliskās disfunkcijas noteikšana (viegla DD, relaksācijas traucējumi, sk. 2.5. attēlu):

- E/E' vid. ≤ 8 (E' sep. < 8 cm/sec. un E' lat. < 10 cm/s)
- Varbūt LAVI ≥ 34 ml/m²
- E/A $< 0,8$
- DT > 200 ms
- Ar — AMV < 0 ms
- Valsalvas manevrs $\Delta E/A < 0,5$
- Ja vecums virs 60 g. v. un nav sirds strukturālu izmaiņu (KSS, AH...) — tad tā ir vecuma norma.



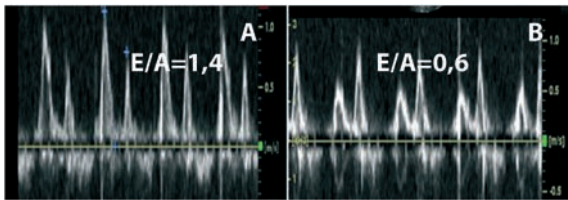
2.5. attēls.

I pakāpes diastoliskā disfunkcija: transmitrālā plūsma (A) un audu doplerogrāfija (B).

Vecums 48 g. v., arteriāla hipertensija. Sinusa ritms 64 reizes minūtē. DT 299 ms, E/A 0,59, E' lat. 8 cm/s, E/E' = 8.

II pakāpes diastoliskās disfunkcijas noteikšana (mērena DD, pseidonormalizācija, sk. 2.6. attēlu):

- E/E' vid. 9-12 (E' sep. < 8 cm/s un E' lat. < 10 cm/s)
- LAVI ≥ 34 ml/m²
- E/A 0,8-1,5
- DT 160-200 ms
- E/E' vid. 9-12
- Ar — AMV ≥ 30 ms
- Valsalvas manevrs $\Delta E/A \geq 0,5$



2.6. attēls.

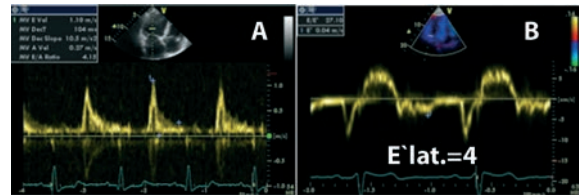
II pakāpes diastoliskā disfunkcija: transmitrāla plūsma.

Valsalvas manevrs.

A. Transmitrālā asins plūsma miera stāvoklī. Vecums 52 g.v., arteriāla hipertensija, LVMI=110 g/m², E/A=1,4, LAVI 36 ml/m²; B. Pozitīvs Valsalvas manevrs: E/A=0,6, E/A attiecība samazinājās >0,5.

III pakāpes diastoliskās disfunkcijas noteikšana (izteikta DD, restriktīva reversīblavai neregversībla, sk. 2.7. attēlu):

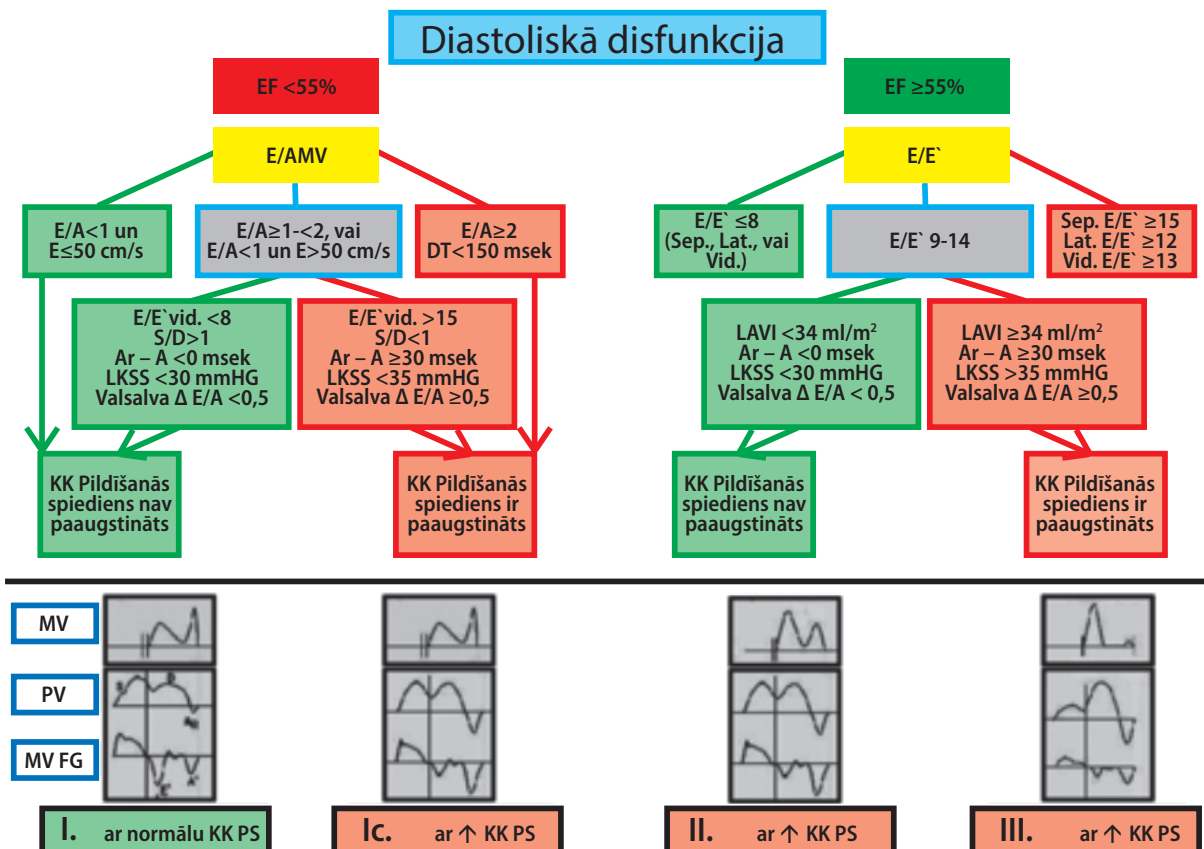
- $E/E' \text{ vid.} \geq 13$ ($E' \text{ sep.} < 8 \text{ cm/s}$ un $E' \text{ lat.} < 10 \text{ cm/s}$)
- $LAVI \geq 34 \text{ ml/m}^2$
- $E/A \geq 2$
- $DT < 160 \text{ ms}$
- $Ar - A_{MV} \geq 30 \text{ ms}$
- Valsalvas manevrs $\Delta E/A \geq 0,5$ (Valsalvas manevrs palīdz atšķirt reversību no neregversības DD)
- Pie priekškambaru mirgošanas E/E' arī iespējams noteikt, bet jāzīmanto vismaz 3-4 mērījumos E un E' un paņemt vidējo!
- Restriktīva tipa transmitrāla plūsma var būt bērniem un profesionāliem sportistiem!



2.7. attēls.

III pakāpes diastoliskā disfunkcija: transmitrāla plūsma(A) un audu doplerogrāfija (B).

Vecums 58 g.v., dilatācijas kardiomiopātija. Sinusa ritms 62 reizes minūtē. DT 104 ms, E/A 4,2, $E' \text{ lat.}$ 4 cm/s, $E/E' = 28$.



2.8. attēls.

Kreisā kambara diastoliskās disfunkcijas un pildīšanās spiediena novērtēšanas algoritms.

I pakāpes diastoliskā disfunkcija (DD) (viegla) ar normālu kreisā kambara (KK) pildīšanās spiedienu (PS); Ic pakāpes DD (viegla) ar paaugstinātu KK PS; II pakāpes DD (mērena) ar paaugstinātu KK PS; III pakāpes DD (smaga) ar paaugstinātu KK PS. Tikai pie I pakāpes DD saglabāts normāls KK PS. Pie Ic, II un III pakāpes DD vienmēr būs paaugstināts KK PS.

KK pildīšanās spiediena novērtēšana.

Principiāli svarīgs akcents DD EhoKG diagnostikā ir nevis transmitrālās asins plūsmas raksturs, bet KK pildīšanās spiediens. Svarīgi, ka KK diastoliskās funkcijas raksturojums jāskatās ar KK sistolisko funkciju. Būtiski atšķiras KK PS novērtējums pacientiem ar pazeminātu un normālu KK izviedes frakciju (sk. 2.8. attēlu). Šāda pieeja ir mēģinājums ņemt vērā KK sistoliskās funkcijas ietekmi uz KK pildīšanās raksturu. Klīniski ļoti nozīmīgi ir novērtēt KK PS, jo paaugstināts KK PS saistīts ar sliktu prognozi.

KK PS noteikšana ar normālu EF balstās uz E/E'.

KK PS nav paaugstināts:

- $E/E' \leq 8$ vai $E/E' \geq 9-14$ («pelēkā zona»)
- $LAVI < 34 \text{ ml/m}^2$
- $A_r - A_{MV} < 0 \text{ ms}$
- Valsalvas manevrs $\Delta E/A < 0,5$
- $LKSS < 30 \text{ mm Hg}$
- Ja ir normāla diastoliskā funkcija

KK PS ir paaugstināts:

- $E/E' \geq 15$ (ar E' sep.)
- $E/E' \geq 12$ (ar E' lat.)
- $E/E' \geq 13$ (E' vid.)
- $E/E' \geq 9-14$ («pelēkā zonā»)
- $LAVI \geq 34 \text{ ml/m}^2$
- $A_r - A_{MV} \geq 30 \text{ ms}$
- Valsalvas manevrs $\Delta E/A \geq 0,5$
- $LKSS > 35 \text{ mm Hg}$
- Priekškambaru starpsiena izvēlētā uz LP
- Ja II pakāpes DD (mērena), tad KK PS nedaudz paaugstināts
- Ja III tipa DD (izteikta), tad KK PS izteikti paaugstināts

KK PS noteikšana ar pazeminātu EF balstās uz E/A.

KK PS nav paaugstināts:

- $E/A < 1$ and $E \leq 50 \text{ cm/s}$ vai
- $E/A \geq 1-2$ vai $E/A < 1$ un $E > 50 \text{ cm/s}$ («pelēkā zona»)
- $E/E' < 8$
- $S/D > 1$
- $A_r - A_{MV} < 0 \text{ msek}$
- Valsalvas manevrs $\Delta E/A < 0,5$
- $LKSS < 30 \text{ mm Hg}$
- Ja ir normāla Diastoliskā funkcija

KK PS ir paaugstināts:

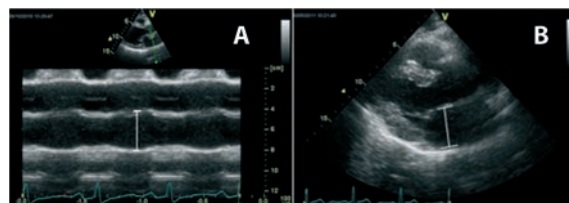
- $E/A \geq 2$ un $DT < 150 \text{ ms}$ vai
- $E/A \geq 1-2$ vai $E/A < 1$ un $E > 50 \text{ cm/s}$ («pelēkā zona»)
- $E/E' > 15$ (E' vid.)
- $S/D < 1$
- $A_r - A_{MV} \geq 30 \text{ ms}$
- Valsalvas manevrs $\Delta E/A \geq 0,5$
- $LKSS > 35 \text{ mm Hg}$
- Priekškambaru starpsiena izvēlētā uz LP
- Ja II pakāpes DD (mērena), tad KK PS nedaudz paaugstināts
- Ja III pakāpes DD (izteikta), tad KK PS izteikti paaugstināts

2.1. Kreisā priekškambara kvantifikācija

- Maksimālais diametrs: M-režīms, B-režīms
- Maksimālais tilpums: B-režīms

- M-režīma un B-režīma diametra mērījumi
 1. Pozīcija: Parasternāla gara ass.

2. US stara orientācija: perpendikulāri KP garenasij.
3. Mērīšana: iekšējais maksimālais diametrs (sk. 2.9. attēlu A, B).
4. EKG: pēc ST segmenta, pēc KK sistoles.



2.9. attēls.

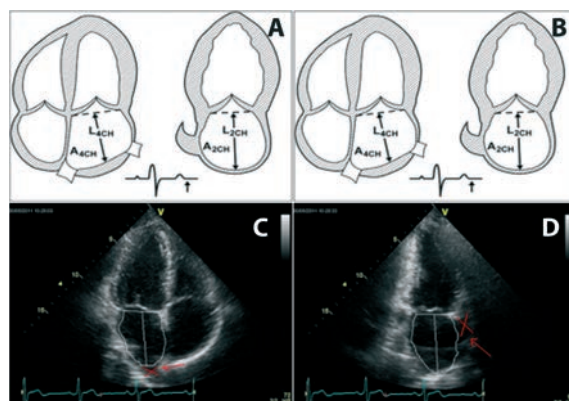
M-režīms (A) un B-režīms (B) kreisā priekškambara maksimālā diametra mērīšana.

Pie KP diametra mērīšanas netiek ņemta vērā priekškambaru forma, mērījumi tiek veikti tikai šķēsgriezuma plaknē, priekškambaru remodelācija notiek arī garengriezuma plaknē.

II. B-režīms: tilpums

KP tilpuma noteikšanā lielākas priekšrocības, salīdzinot ar M režīmu, ir divdimensiju ehokardiogrāfijai. KP tilpuma aprēķināšanai iesaka izmantot «biplāna» (A4CH, A2CH pozīcijas) aprēķinu, lietojot Simpsona vai laukuma-garuma formulu. Rekomendē KP maksimālo tilpumu indeksēt ar ķermeņa virsmas laukumu (LAVI, no angļu val. *Left Atrial maximal Volume index*).

1. Pozīcija: A4CH un A2CH pozīcijas. Ja ir «slikta» A2CH pozīcija, tad var izmantot A3CH pozīciju!
2. KP izmērs: A4CH un A2CH pozīcijas jābūt maksimālam KP izmēram ($L_{4ch} = L_{2ch}$, pieļaujama starpība līdz 5 mm!) (sk. 2.10. attēlu A, B).
3. Mērīšana: jāizēīmē endokarda kontūru, izņemot pulmonālās vēnas un KP austiņu. Apakšējā robeža ir MV FG līmenī (sk. 2.10. attēlu C un D).
4. EKG: pēc ST segmenta, pēc KK sistoles.



2.10. attēls.

B-režīms un kreisā priekškambara maksimālā tilpuma mērīšana.

2.3. tabula

Kreisā priekškambara izmēri sievietēm un vīriešiem.

	Sievietes				Vīrieši			
Dilatācijas pakāpe	norma	viegla	mērena	izteikta	norma	viegla	mērena	izteikta
KP diametrs, (cm)	2,7-3,8	3,9-4,2	4,3-4,6	$\geq 4,7$	3,0-4,0	4,1-4,6	4,7-5,2	$\geq 5,3$
KP maksimālā tilpuma indekss, (ml/m ²)	16-34	35-41	42-48	≥ 49	16-34	35-41	42-48	≥ 49

Galvenie akcenti:

- Priekšrocība ir KĀ tilpuma noteikšanai;
- KP izmēri ir atkarīgi no pacienta vecuma, ķermeņa masas;
- KP tilpums ir «barometrs» KK pildīšanās spiedienam un $\uparrow$ LAVI atspoguļo «hroniski» paaugstinātu pildīšanās spiedienu;
- LAVI ≥ 34 ml/m² ir neatkarīgs mirstības, sirds mazspējas, priekškambaru mirdzēšanas un išēmisko insultu attīstības priekšvēstnesis (6657 pacienti);
- Normas: sk. tabulu 2.3.

3.

Sirds labo daļu kvantifikācija

Standartpozīcijas labā kambara izvērtēšanai

- PLAX pozīcija
- PSAX pozīcija
- LKPLAX (ieplūdes trakta pozīcija)
- A4CH pozīcija
- modificēta A4CH pozīcija
- subkostāla pozīcija

Sirds labo daļu 2D novērtēšana

Sirds labo daļu mērījumi netiek indeksēti atbilstoši ķermeņa virsmas laukumam un augumam. Pieejamie dati neļauj patoloģiski izmainītus mērījumus klasificēt kā viegli, mēreni vai izteikti izmainītus.

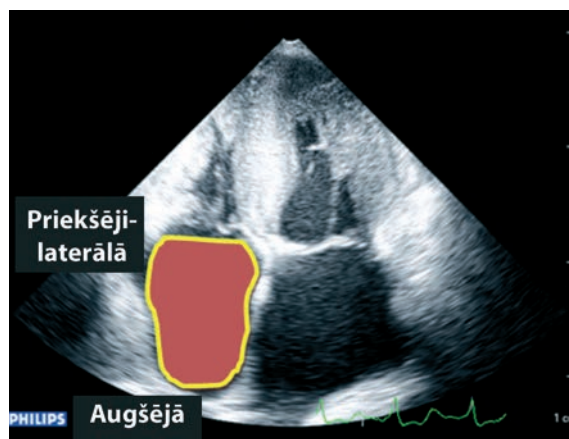
Labais priekškambaris

Labā priekškambara (LP) tilpums tiek novērtēts planimetriski A4CH pozīcijā. LP tilpums – kambaru beigu-sistolē (lielākais priekškambara izmērs) no TV gredzena plaknes, sākot no laterālās puses, virzienā uz priekškambaru starpsienu, neiekļaujot tilpumu starp virām un vārstuļa FG; sekojot LP endokarda robežām gar priekškambaru starpsienu, augšējo un priekšēji-laterālo LP sienu, neiekļaujot v. cava inferior, v. cava superior un LP austiņu. Normāls LP tilpuma indekss sievietēm ir 21 ± 6 ml/m² un vīriešiem – 25 ± 7 ml/m².

LP tilpumam ir jābūt novērtētam pacientiem ar LK un KK disfunkciju. LP garums un diametrs jāmēra visiem pacientiem ar LK disfunkciju, ja attēla kvalitāte neļauj noteikt LP tilpumu.

LP garums (LP maksimālā garās ass distance, gareniskā ass) – no trikuspidālā vārstuļa FG līmeņa vidus (centra) līdz LP augšējās sienas centram, paralēli priekškambaru starpsienai.

LP diametrs (distance labā priekškambara vidusdaļā) – no LP brīvās sienas vidus līmeņa līdz priekškambaru starpsienai, perpendikulāri gareniskajai asij (sk. 3.1. attēlu).



3.1. attēls.

Labā priekškambara (LP) laukuma mērīšana.

LP apvelk no trikuspidālā vārstuļa fibrozā gredzena līmeņa plaknes, gar priekškambaru starpsienu, augšējo un priekšēji-laterālo LP sienu

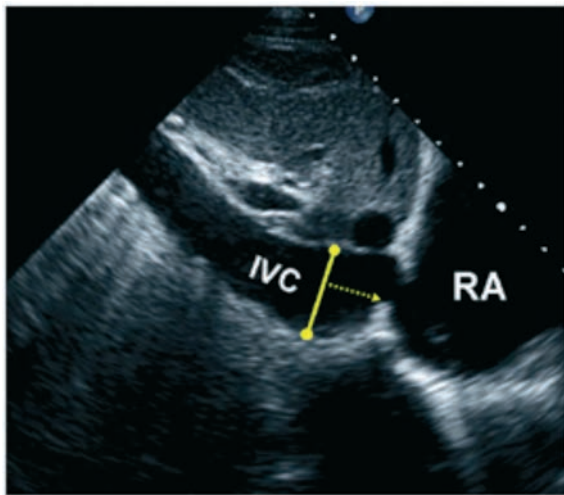
LP dimensijas var būt nepareizi novērtētas pacientiem ar krūšu kurvja un mugurkaulāja krūšu daļas deformāciju.

Labā priekškambara spiediens

Novērtē pēc *inferior vena cava* (IVC) diametra un saplākšanas (kolaps) ieelpas laikā. Palielinoties LP spiedienam, tas tiek pārvadīts uz IVC, kā rezultātā samazinās vēnas saplākšana ieelpas laikā un parādās IVC dilatācija.

Subkostālā (subksifoidālā) pozīcija: IVC gareniskās ass attēla iegūšanai. IVC mērījumi tiek veikti izelpas beigās un proksimāli no savienojuma ar aknu vēnām, apmēram 0,5-3,0 cm no LP ieplūšanas vietas (sk. 3.2. attēlu). Precīzai IVC

kolapsa novērtēšanai: jānovērtē IVC diametra izmaiņas straujas un mierīgas elpošanas laikā, pārliecinoties, ka diametra izmaiņas neatspoguļo IVC novirzi citā plaknē. Straujas ieelpas laikā (t.s. «sniff») strauji samazinās intratorakālais spiediens, kā rezultātā normā samazinās IVC diametrs. IVC var būt dilatēta kā individuālās normas variants jauniem cilvēkiem un sportistiem (atlētiem) un, tādējādi, neatspoguļot paaugstinātu LP spiedienu. Ja saglabātas respiratorās variācijas (inspiratorā kolabēšanās >50%), IVC diametrs >2,1 cm nav vērtējams kā patoloģija.



3.2. attēls. IVC mērījumi.

Diametrs (nepārtrauktā līnija) tiek mērīts perpendikulāri IVC gareniskajai asij ieelpas beigās, proksimāli no savienojuma ar aknu vēnām, apmēram 0,5-3,0 cm proksimāli no LP ostijas. IVC – vena cava inferior; RA – labais priekškambaris

Citas paaugstināta LP spiediena 2-D pazīmes: LP dilatācija un priekškambaru starpsienas novirzīšanās uz kreisā priekškambara pusi visā sirds cikla laikā.

Ja nav pulmonālā vārstu stenozes (pieaugušo vecumā reta atrade), LK sistoliskais spiediens līdzinās pulmonālās artērijas sistoliskajam spiedienam, tādējādi tas var tikt aprēķināts balstoties uz TR plūsmas ātrumu un IVC diametra izmaiņām elpošanas laikā (atspoguļo LP spiedienu).

LP spiediena vērtības atkarībā no IVC diametra un izmaiņām ieelpas laikā (sk. 3.1. tabulu).

3.1. tabula. Labā priekškambara spiediena novērtēšana

IVC diametrs	IVC izmaiņas ieelpā	LP spiediens
<1,2 cm	Spontāna kolabēšanās	Var norādīt uz hipovolēmiju
Normāla (≤2,1 cm)	Kolabē ≥50%	0–5 mm Hg
Dilatēta (>2,1 cm)	Kolabē ≥50%	5–10 mm Hg
Dilatēta (>2,1 cm)	Kolabē <50%	10–15 mm Hg
Dilatēta (>2,1 cm)	Nekolabē (nav izmaiņu)	15–20 mm Hg
Dilatēta ar dilatētām aknu vēnām	Nekolabē (nav izmaiņu)	>20 mm Hg

- Normāls LP spiediens – 3 mmHg (0-5 mmHg): IVC diametrs ≤2,1 cm un kolabēšanās >50% straujas ieelpas laikā.
- LP spiediens 15 mmHg (10-20 mmHg): IVC diametrs >2,1 cm un kolabēšanās <50%.

Labais kambaris

Labā kambara īpatnības:

- Labā kambara normāla forma – kompleksa ģeometrija, kas apgrūtinā endokarda vizualizāciju un labā kambara kvantifikācijas mērījumus
- Labā kambara ieplūdes segments ir lokalizēts mediāli attiecībā pret KK, labā kambara vidusdaļa un galotne lokalizētas priekšēji attiecībā pret

KK un LK izplūdes trakts ir lokalizēts augšēji attiecībā pret KK un aortālo vārstuli

- Labais kambaris ir it kā «aptīts» apkārt kreisajam kambarim U-formas veidā
- Fizioloģiski ir zemāks spiediens nekā kreisajā kambarī
- «Jutīgāks» pret tilpuma un spiediena pārslodzi
- Plānākas sienas
- Moderator band (kūlītis)

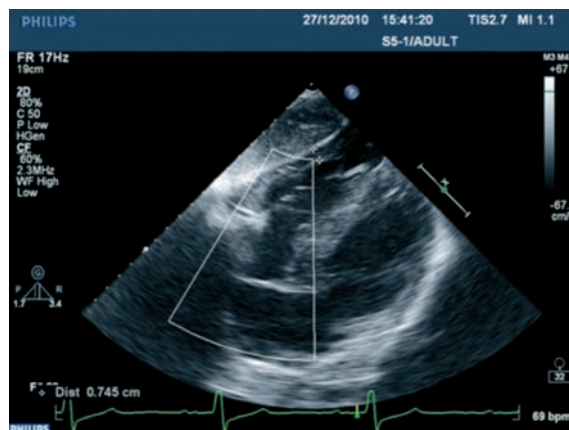
Labā kambara kvalitatīvs novērtējums: labā un kreisā kambara attiecība, labā kambara forma, labā kambara sienīņu kustības.

Labā kambara sienīņas biezums

Labā kambara brīvās sienīņas biezums: beigu diastolē M-režīmā vai 2D subkostālajā pozīcijā, TV priekšējās viras gala līmenī vai kreisajā parasternālajā pozīcijā. Subkostālā pozīcijā: mērījums perpendikulāri LK brīvai sienīnai, no LK endokarda robežas, neiekļaujot LK trabekulāciju un papillāro muskuli (sk. 3.3. attēlu). Neiekļaut mērījumā epikardiālo taukaidu slāni. Grūtības veikt mērījumu, ja ir izteikti sabiezēti viscerālā perikarda slānis.

Ir zināmas patoloģijas, kuru gadījumā LK sienīņa ir plāna – Uhl anomālija (iedzimts daļējs vai pilnīgs muskuļa zudums labajā kambarī, LK sienīņas hipokinēzija) vai aritmogēna LK kardiomiopātija. Taču nav ehokardiogrāfiski akceptētu kritēriju patoloģiski «plānam» LK sienīņas biezumam.

LK sienīņas biezums >5 mm norāda uz LK hipertrofiju; var liecināt par LK spiediena pārslodzi.



3.3. attēls.

Labā kambara sienīņas biezuma mērījums beigu diastolē.
2-D subkostāla pozīcija: LK brīvā sienīņa – 7,5 mm

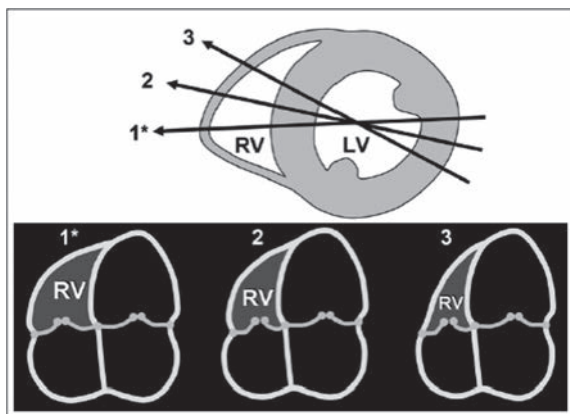
Labā kambara dimensijas

LK dilatācija attīstās hroniskās tilpuma un/ vai spiediena pārslodzes rezultātā, kā arī LK mazspējas gadījumā. 2-D: LK izmērs tiek mērīts A4CH pozīcijā beigu diastolē. Vizuāli labajam kambarim ir jābūt mazākam nekā KK un parasti LK nav lielāks kā 2/3 no KK izmēra standarta A4CH pozīcijā. Ja šajā pozīcijā LK izskatās lielāks nekā KK – ticamāk, tas ir nozīmīgi palielināts. Vizuālu novērtēšanu var izmantot nozīmīgas LK spiediena vai tilpuma pārslodzes gadījumā, kad labā kambara mērījumi it kā «iekļaujas» normālu izmēru robežās, taču vizuālais LK izmērs ir lielāks nekā hipovolēmisks kreisais kambaris tādos gadījumos.

Standarta A4CH pozīcijā KK ir 'galotni-formējošs' kambaris. LK dilatācijas gadījumā, tas var novirzīt KK un formēt sirds galotnes lielāku daļu. Tas norāda, ka LK ir vismaz mēreni paplašināts, kaut gan kvalitatīvi mērījumi šajā gadījumā nav validēti. LK forma – trīsstūrveidīga.

Ierobežojumi LK vizualizācijā: nav noteikti t.s. references punkti (vietas) LK novērtēšanas optimizācijai. Tādējādi var tikt iegūti LK normāli, mēreni izmainīti vai mazāki izmēri (sk. 3.4. attēlu).

Svarīgi! A4CH pozīcijā iegūt pēc iespējas precīzāku t.s. labā kambara-fokusētu pozīciju. Pārliecināties, vai LK nav saīsināts («foreshortened») un vai nav redzams KK izejas trakts (izvairīties no A5CH skata).



3.4. attēls.

Rekomendēta A4CH pozīcija ar labā kambara fokusēšanu (1*) un labā kambara izmēra sensitivitāti atkarībā no leņķa izmaiņām (2, 3).

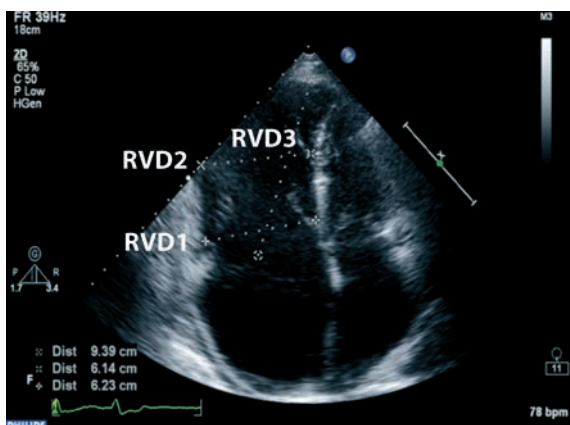
(1*, 2, 3) – shematisks attēls: plakņu griezumā līnijas A4CH pozīcijā ar kambara vidus īso asi (augšējā attēla daļā). Atbilstošie skati A4CH pozīcijā (apakšējā attēla daļā). NB! KK izmērs izskatās līdzīgs visās dimensijās

LK mērījumi (sk. 3.5. attēlu): LK bazālais diametrs (RVD1) – maksimālais īsās ass izmērs LK bazālajā trešdaļā A4CH pozīcijā. Norma: 2,5-4,1 cm.

LK vidusdaļas diametrs (RVD2) – mērījums LK vidējā trešdaļā kreisā kambara papilāro muskuļu līmenī. Norma: 1,9-3,5 cm.

LK garenizmērs (RVD3) – no TV gredzena plaknes līmeņa līdz LK galotnei. Norma: 5,9-8,3 cm.

NB! LK izmēri var tikt novērtēti kļūdaini palielināti pacientiem ar krūšu kurvja un mugurkaulāja torakālās daļas deformāciju. LK izmēri ir ļoti atkarīgi no zondes rotācijas, kā rezultātā LK lielums var tikt neatbilstoši novērtēts.



3.5. attēls.

Labā kambara mērījumi A4CH pozīcijā.

LK bazālais diametrs (RVD1 62 mm), LK vidusdaļas diametrs (RVD2 61 mm) un LK garenizmērs (longitudinālais izmērs) (RVD3 94 mm)

Labā kambara izejas trakts

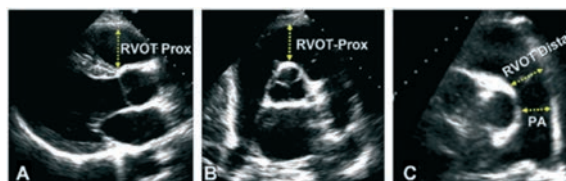
Labā kambara izejas trakta (RVOT, no angļu val., *right ventricular outflow tract*) mērījumi iekļauj subpulmonālo infundibulāro daļu jeb konusu un pulmonālo vārstuli. Subpulmonālā infundibulārā daļa ir konusveida muskulāra struktūra no «*crista supraventricularis*» līdz pulmonālajam vārstulim. RVOT ir nozīmīgs pacientiem ar dažām iedzimtām sirdskaitēm, aritmiju gadījumā, un nereti RVOT ir pirmais LK segments, kas norāda uz diastolisko inversiju sirds tamponādes gadījumā.

RVOT mērījumi: kreisā parasternālā pozīcija un/vai subkostālā pozīcija, var veikt mērījumus apikālā pozīcijā astēniska konstitucionālā tipa pacientiem vai pieaugušajiem ar pietiekoši platām ribstarpām. Mērījumi tiek veikti beigu diastolē.

RVOT proksimālais diametrs – parasternālā garā ass (RVOT prox PLAX) vai parasternālā īsā ass (RVOT prox PSAX) no aortas priekšējās sienas līdz LK brīvai sienai virs aortālā vārstuļa. Mērījums īpaši var tikt izmantots aritmogēnas LK kardiomiopātijas gadījumā. Norma: RVOT prox PLAX: 2,0-3,0 cm; RVOT prox PSAX: 2,1-3,5 cm.

RVOT distālais diametrs (RVOT distal) – proksimāli no pulmonālā vārstuļa, LK infundibulārās daļas savienojuma līmenī ar pulmonālo vārstuli; mērījums īpaši tiek rekomendēts LK sistoles tilpuma (SV) noteikšanai Qp/Qs vai regurgitācijas frakcijas kalkulācijas gadījumā. Norma: 1,7-2,7 cm. (sk. 3.6. attēlu)

NB! RVOT izmēri var tikt nepareizi novērtēti pacientiem ar krūšu kurvja un mugurkaulāja torakālās daļas deformāciju.



3.6. attēls.

Labā kambara izejas traktamērījumi.

RVOT mērījumi proksimālā vai subvalvulārā līmenī (RVOT prox) un distāli vai pulmonālā vārstuļa līmenī (RVOT distal). A. Parasternālā garā ass: RVOT priekšējās daļas pozīcija (RVOT prox PLAX). B. Parasternālā īsā ass: RVOT bazālais pozīcija (RVOT prox PSAX). C. Parasternālā īsā ass: plaušu artērijas (PA) bifurkācijas pozīcija (RVOT distal). PA izmērs starp vārstuli un bifurkāciju

Labā kambara frakcionētas laukuma izmaiņas un labā kambara sistoliskā funkcija

LK laukums un frakcionētas laukuma izmaiņas (FAC – no angļu val., *fractional area change*). LK FAC ir LK sistoliskās funkcijas novērtēšanas mērījums. Mērījums tiek veikts A4CH pozīcijā, apvelkot LK endokardu gan sistolē, gan diastolē no TV FG līmeņa, gar LK brīvo sienu līdz galotnei, tad atpakaļ TV FG virzienā gar kambaru starpsienu.

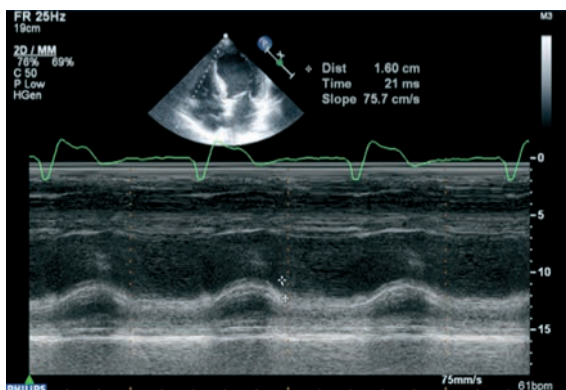
$$LK FAC (\%) = \frac{\text{beigu-diastoliskais laukums} - \text{beigu-sistoliskais laukums}}{\text{beigu-diastoliskais laukums}} \times 100\%$$

FAC viena no rekomendētām metodēm LK funkcijas kvantitatīvai novērtēšanai. Norma: $\geq 35\%$.

NB! Apvelkot brīvās sienas līniju, nav jāiekļauj LK trabekulācija.

Trikuspidālā vārstuļa fibroza gredzena plaknes sistoliskā ekskursija

TV FG plaknes sistoliskā ekskursija (TAPSE, no angļu val., *Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion*) ir tā ekskursija gareniskajā plaknē A4CH pozīcijā. Jo lielāka ir TV FG ekskursija sistolē, jo labāka ir LK sistoliskā funkcija. TAPSE tiek mērīta M-režīmā, kursoru novietojot maksimāli perpendikulāri TV FG plaknei LK brīvās sienas pusē (sk. 3.7. attēlu). Norma: ≥ 16 mm. NB! TAPSE ir leņķa atkarīgs mērījums, tāpattas var būt atkarīgs no LK pildījuma.



3.7. attēls.

Trikuspidālā vārstuļa fibrozā gredzena plaknes sistoliskās ekskursijas mērījums.

TAPSE 16 mm.

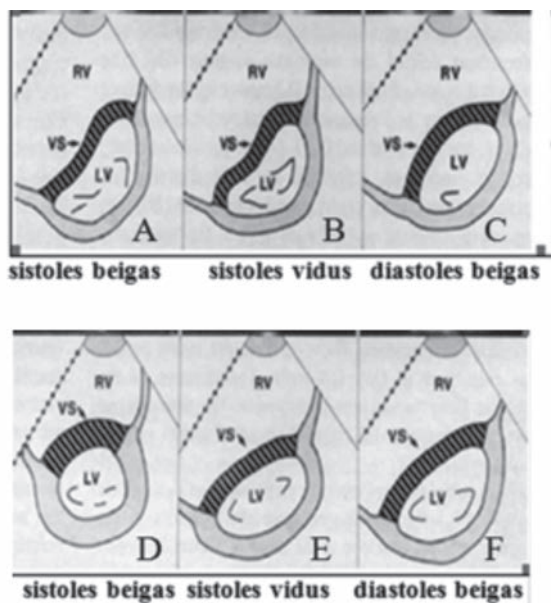
Labā kambara un kambaru starpsienas morfoloģija

Hronisku labā kambara dilatāciju var novērot izolētas LK tilpuma pārslodzes gadījumā (t.sk., trikuspidālās regurgitācijas gadījumā). Rezultātā progresē dobuma palielināšanās gan gareniski – virzienā no pamatnes līdz galotnei, gan perpendikulārajā dimensijā no LK brīvās sienas – kambaru starpsienas virzienā, ar LK galotnes dominanti KK galotnes vietā (pretēji normāliem dobumu izmēriem, kad sirds galotni, galvenokārt, veido kreisā kambara daļa).

LK tilpuma pārslodze. Parasternālā īsā ass: KK dobums iegūst D-formas izskatu sakarā ar kambaru starpsienas novirzīšanos, saplacināšanos un tās progresējošu izliekuma zudumu, virzienā prom no LK dobuma centra diastoles laikā (diastoles beigās), ar relatīvi normālu starpsienas ģeometriju beigu sistolē.

LK spiediena pārslodze. Tiek izmainīta normāla cirkulāra KK īsās ass ģeometrija sakarā ar kambaru starpsienas novirzīšanos no labā kambara centra virzienā uz kreisā kambara centru gan beigu sistolē, gan diastoles beigās, ar izteiktāku deformāciju beigu sistolē. Rezultātā KK dobums iegūst D-formas izskatu.

Kambaru starpsienas konfigurācija ir atkarīga no relatīva spiediena gradienta starp LK un KK katrā sirds cikla fāzē (sk. 3.8. attēlu).



3.8. attēls.

Labā kambara tilpuma un spiediena pārslodze, shematisks attēlojums.

Labā kambara spiediena pārslodze (A, B, C attēli) – kambaru starpsienas novirzīšanās pa kreisi un starpsienas reverss visā sirds cikla laikā, ar izteiktāku kreiso kambaru formas deformāciju sistoles beigās. Labā kambara tilpuma pārslodze (D, E, F attēli) – kambaru starpsienas nobīde uz kreiso pusi, galvenokārt diastoles vidū un beigās ar relatīvi nenozīmīgu kreisā kambara formas deformāciju sistoles beigās.

Labā kambara un pulmonālās cirkulācijas hemodinamikas novērtēšana

Pulmonālās artērijas sistoliskais spiediens (PASS) ir līdzvērtīgs LKSS, ja nav paaugstināts spiediena gradients uz pulmonālā vārstuļa vai RVOT. Ja LKSS ir paaugstināts – ir jāizslēdz obstrukcija RVOT vai pulmonālā vārstuļa līmenī (iedzimto sirdskaišu gadījumā, piem., pulmonālā stenoze, vai pēc pulmonālā vārstuļa ķirurģiskās korekcijas). Novērtē izmantojot TR plūsmas ātrumu (maksimālais LK-LP gradients), izmantojot vienkāršotu Bernoulli vienādojumu, summējot to ar novērtētu LP spiedienu:

$$LK \text{ sistoliskais spiediens (LKSS)} = 4(v)^2 + LP \text{ spiediens}$$

v – TR maksimālais ātrums, m/s un LP spiediens – balstoties uz IVC diametru un tās izmaiņām elpošanas laikā.

PA vidējais spiediens. Ja ir zināms PA sistoliskais (PASS) un diastoliskais spiediens (PADS):

$$Vidējais PA spiediens = 1/3 (PASS) + 2/3 (PADS)$$

Izmantojot AcT (akcelerācijas laiks, no angļu val., acceleration time) – PW doplerogrāfija uz pulmonālās artērijas sistoles laikā

$$Vidējais PA spiediens = 79 - (0,45 \times AT)$$

Ja ir zināms PA sistoliskais spiediens (PASS):

$$Vidējais PA spiediens = 0,61 \times PASS + 2$$

Plaušu artērijas vidējais spiediens sirds kateterizācijā: norma <20 mmHg

20-24 mmHg: «pelēkā zona»

25-4 mmHg: vieglas pakāpes pulmonāla hipertensija

35-44 mmHg: vidējas pakāpes pulmonāla hipertensija

>45 mmHg: izteiktas pakāpes pulmonāla hipertensija.

NB! PA vidējais spiediens nedrīkst būt sajaukts ar PA sistolisko spiedienu!

Piemēram, ja PA sistoliskais spiediens ir 40 mmHg, vidējais spiediens aptuveni ir vairāk kā 25 mmHg, kas atbilst vieglas pakāpes pulmonālai hipertensijai.

Sekojoši pēc ehokardiogrāfiskās LKSS klasifikācijas:

Viegla pulmonāla hipertensija: <50 mmHg

Mērena pulmonāla hipertensija: 50-70 mmHg

Izteikta pulmonāla hipertensija: >70 mmHg.

Jāņem vērā, ka LP spiedienu var noteikt pārsvarā empiriski (kļūda +/-5 mmHg), tāpēc stingri noteiktas PH klasifikācijas pēc ehokardiogrāfiskās novērtēšanas nav.

3.2. tabula.

Pulmonālās hipertensijas (PH) novērtēšana

	Rekomendāciju klase/ pierādījumu līmenis
Ehokardiogrāfijā: PH maz ticama - TR plūsmas maksimālais ātrums ≤ 2,8 m/s - LKSS ≤ 36 mmHg - Nav papildus eho-pazīmes ar iespējamu norādi uz pulmonālu hipertensiju	I *B**
Ehokardiogrāfijā: PH iespējama - TR plūsmas maksimālais ātrums ≤ 2,8 m/s - LKSS ≤ 36 mmHg - Ir papildus eho-pazīmes ar iespējamu norādi uz pulmonālu hipertensiju	Ila C
- TR plūsmas maksimālais ātrums 2,9-3,4 m/s - LKSS 37-50 mmHg - Ir/ nav papildus eho-pazīmes ar iespējamu norādi uz pulmonālu hipertensiju	Ila C
Ehokardiogrāfijā: PH ticama - TR plūsmas maksimālais ātrums >3,4 m/s - LKSS >50 mmHg - Ir/ nav papildus eho-pazīmes ar iespējamu norādi uz pulmonālu hipertensiju	I B

* Starptautiski pieņemtās rekomendāciju klases: I – ir pierādījumi un/vai vispārēja vienošanās, ka procedūra/ārstēšana ir derīga un efektīva; II – ir pretrunīgi dati un atšķirīgas domas par procedūras/ārstēšanas lietderību/efektivitāti; Ila – vairāk datu par lietderību/efektivitāti; Ilb – lietderība/efektivitāte mazāk pārliecinoša; III – ir pierādījumi/vienošāšanās, ka procedūra/ārstēšana nav lietderīga/efektīva un dažos gadījumos var būt kaitīga. ** Eiropas Kardiologu biedrības vadlīnijās definētie pierādījumu līmeņi: A – dati iegūti no vairākiem nejaušīgiem kliniskiem pētījumiem vai metaanalīzēm; B – dati iegūti no viena nejaušīgā kliniskā pētījuma vai lieliem pētījumiem, kas nav nejaušīgi; C – vienprātīgs ekspertu viedoklis un/vai nelielu pētījumu, retrospektīvu pētījumu, reģistru dati

Trikuspidālais vārstulis: stenoze un regurgitācija

Trikuspidālās stenozes etioloģija:

- Reti kā izolēta sirdskaitē;
- Reimatisma sirds slimība – biežāk kombinācijā ar mitrālu stenozi;
- Karcinoīdu sindroms, parasti kombinējas ar dominējošu trikuspidālu regurgitāciju;
- Reti – iedzimtas vārstuļa malformācijas;
- Vārstuļa vai EKS endokardīts (EKS-inducētās adhēzijas);
- Lupus valvulīts;
- Mehāniskā obstrukcija (priekškambaru tumori, metastātiski bojājumi, lielas veģetācijas).

Trikuspidālas stenozes pazīmes un novērtēšana 2D ehokardiogrāfijā

Izmantojamās standartpozīcijas: parasternāla labā kambara garā ass (ieplūdes trakta pozīcija), PSAX, A4CH pozīcija un subkostāla 4-kameru pozīcija.

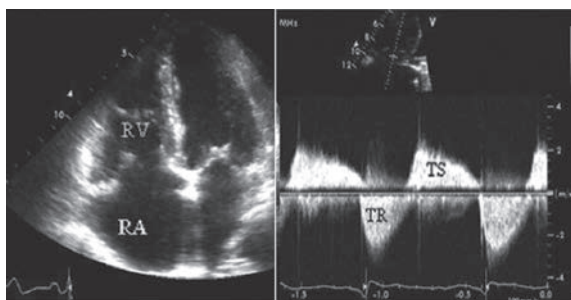
Morfoloģija: vārstuļa viru sabiezēšanās un/ vai kalcinoze; FG kalcinoze, ierobežota vārstuļa viru kustību amplitūda, viru imobilitāte (karcinoīdu sindroma gadījumā) ar raksturīgo t.s. «zvanveida» atvēršanos diastoles laikā (izliekums diastolē); ierobežota viru atvēršanās diastoles laikā (atvēruma maksimumā). Papildus pazīmes: LP dilatācija, IVC dilatācija.

TV stenozes kvantifikācija (sk. 3.9. attēlu un 3.3. tabulu). Mērījumi izmantojot CW doplerogrāfiju, EKG ātrums 100 mm/s, izelpas beigās aizturot elpu. Priekškambaru mirgošanas gadījumā – vidējais mērījums vismaz no pieciem veiktajiem mērījumiem. Vēlama sirdsdarbības frekvence <100 reizēm min. (70-80 reizes min.).

- Spiediena gradienta metode (PGmean);
- Ātruma laika integrālis (TV VTI);
- Trikuspidāla vārstuļa atveres laukuma noteikšana (kontinuitātes jeb plūsmas nepārtrauktības vienādojums) (TVA, no angļu val., *tricuspid valve area*);
- Spiediena puslaika metode (PHT, no angļu val., *pressure half time*) (analogi kā mitrālas stenozes gadījumā).

NB! Transvalvulāru spiediena gradientu var ietekmēt trikuspidāla regurgitācija.

Ja TR ir izteiktāka nekā viegla pakāpe, TVA var tikt kļūdaini novērtēta.



3.9. attēls.

Trikuspidālas stenozes novērtēšana.

A – 2-D režīms; B – CW doplera režīms. RA – labais priekškambaris; RV – labais kambaris; TS – trikuspidāla stenozes pazīme; TR – trikuspidāla regurgitācijas pazīme.

3.3. tabula.

Trikuspidālas stenozes novērtēšana

Specifiskās pazīmes:	
· PG mean	≥5 mmHg
· TV VTI	>60 cm
· PHT (T ½)	≥190 ms
· TVA	≤1 cm ²
Papildus pazīmes:	
· LP dilatācija	
· IVC dilatācija	

Trikuspidālas regurgitācijas kvantifikācija parādīta 3.4. tabulā.

3.4. tabula.

Ehokardiogrāfiskie parametri izteiktas trikuspidālas regurgitācijas kvantifikācijai

Kvalitatīvie parametri	
Vārstuļa morfoloģija	Nozīmīgs viru koaptācijas defekts
Regurgitācijas plūsmas krāsu doplerogrāfija	Nozīmīga, liela vai ekscentriskā plūsma (izplūst gar priekškambara sienību) (Nyquist limits 50-60 cm/s)
Regurgitācijas strūklas CW signāls	Intensīvs/ triangulārs ar agrīnu pīķi (maksimālais ātrums <2 m/s – masīva TR)
Semikvantitatīvie parametri	
Vena contracta platums (mm)	≥7 (Nyquist limits 50-60 cm/s)
Venozā plūsma /upstream vein flow/	Sistolisks aknu vēnu plūsmas reverss
Transvalvulāra plūsma	E-vilņa dominance >1 m/s (ja nav cits iemesls paaugstinātām LP spiedienam)
Citi	
PISA rādītājs	>9 mm (Nyquist limits jāsamazina līdz 28 cm/s)
Kvantitatīvie parametri	
EROA* (mm ²)	>40
Regurgitācijas tilpums (ml/vienā ciklā)	>45
Sirds dobumu/ asinsvadu palielināšanās	LK, LB, IVC dilatācija

*EROA – efektīvais regurgitācijas atveres laukums

Pulmonālais vārstulis: stenozes un regurgitācija

Pulmonālā vārstuļa (PV) stenozes etioloģija: gandrīz vienmēr iedzimtas ģenēzes (normāls vārstulis – trīsviru; iedzimts stenozēts vārstulis var būt trīsviru, divviru, vienviru vai displastisks) un reti – iegūta (reimātiska sirds slimība, karcinoīdu sindroms ar dominējošu pulmonālu regurgitāciju, tumoru ar labā kambara izejas trakta obstrukciju un funkcionālu pulmonālu stenozī). PV stenozes kvantifikācijā pamatā izmanto transvalvulāro spiediena gradientu (PGmax) PSAX (CW doplerogrāfija), retāk – kontinuitātes vienādojumu (skat. 3.5. tabulu).

3.5. tabula.

Pulmonālā vārstuļa stenozes smaguma pakāpes novērtēšana

PS smaguma pakāpe/ mērījums	Viegla	Mērena	Izteikta
Vmax, pulmonālā plūsma, m/s	<3	3-4	>4
PGmax, maksimālais gradients, mmHg	<36	36-64	>64

Pulmonāla regurgitācija (PR). Pulmonālas regurgitācijas etioloģija: 1. iedzimta – divviru PV; 2. iegūta: infekciozs endokardīts, karcinoīda sindroms, reimatisms (ļoti reti), sifiliss, PV balonvalvuloplastija, jebkuras etioloģijas pulmonāla hipertensija, idiopātiska plaušu artērijas dilatācija.

Citas PR EhoKG pazīmes: LK dilatācija: parasti raksturīga hroniskai nozīmīgai PR. Normāla izmēra LK izslēdz nozīmīgu PR. Paradoksālas kambaru starpsienas kustības. Kvalitatīva novērtēšana – ar krāsu doplerogrāfiju, kvantitatīva novērtēšana – nav stingri definēta.

4.

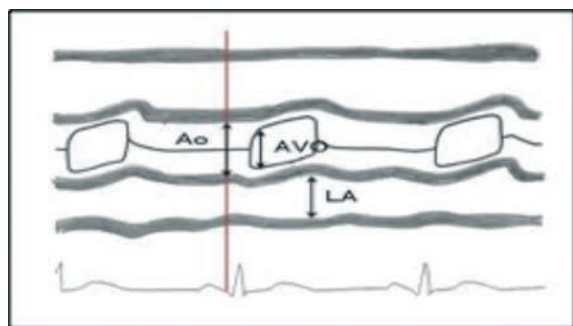
Aortālā vārstuļa patoloģija

Aortālā vārstuļa stenozē

Aortālajam vārstulim (AoV) normā ir 3 semilunāras viras: labā un kreisā koronārā un nekoronārā jeb mugurējā vira. Divviru vārstuļa prevalence populācijā ir 1-2%. Normāls aortas vārstuļa atvēruma laukums (AVA – *aortic valve area*) ir 3-4 cm². Aortālā vārstuļa stenozē (AoS) ir visbiežākā iegūtā sirdskaite attīstītajās valstīs. Visbiežākais iemesls AoS ir deģeneratīvas ģenēzes kalcinoze. Retāk sastop iedzimtu stenozī (biežāk divviru vārstulim!) un reimatiskas ģenēzes stenozī.

M-režīms

Mūsdienās tam ir maza nozīme. Ar to novērtē AoV viru separāciju sistolē garajā parasternālajā asī (skat. 4.1. attēlu). Kursora līniju novieto viru galu līmenī. Normāli viras atveras simetriski pilnā apjomā (normā >2 cm) un veido «kastē» formas figūru («box like pattern»). Diastolē viru koaptācijas līnija veidojas aortas saknes vidusdaļā. Asimetriskas (ekscentriskas slēgšanās) gadījumā jādomā par divviru aortas vārstuli. AoS gadījumā viras ir sabiezētas un to separācija ir samazināta (izteiktas stenozes gadījumā <1,0 cm).



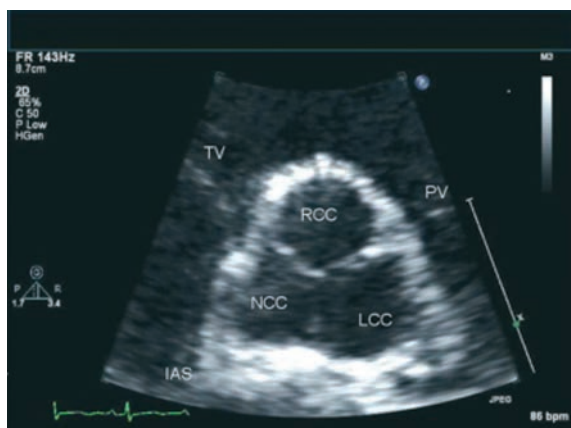
4.1. attēls.

Aortas (Ao), aortas vārstuļa atvērums (AVO) un kreisā priekškambara (LA) M-režīmā PLAX

Samazināta kreisā kambara sistoles tilpuma gadījumā (kreisā kambara disfunkcija) viras neatveras pilnībā (pseudostenozē).

2D režīms

Novērtē AoV viru skaitu īsajā parasternālajā asī («Mercedes» zīme) un atzīmē to protokolā (skat. 4.2. attēlu). Jāuzsver, ka nereti anatomiski trīsviru AoV mēdz būt funkcionāli divviru vārstulis, ja veidojas divu viru saplūšana («raphe»). Visbiežāk saaug kreisā un labā koronārā vira. Šādā gadījumā sistolē separācija starp divām saaugušām virām nav novērojama. Ļoti retos gadījumos var būt vienas viras (unikuspidāls) vai četru viru (kvadri-kuspidāls) aortas vārstulis.



4.2. attēls.

TTE PSAX, normāls trīsviru vārstulis diastolē.

RCC – labā koronārā vira, LCC – kreisā koronārā vira, NCC – nekoronārā vira.

AoS 2D pamatpazīmes:

- sabiezētas viras ar kalcinātu depozičiem (izteikta ehodensitāte – spoži «balta» krāsa)
- planimetriski samazināts AoV atvēruma laukums (AVA, cm²).
- samazināta viru separācija sistolē
- aortas poststenotiska dilatācija (ne vienmēr!)
- kreisā kambara hipertrofija (palielināts KK masas indekss)

Jāuzsver, ka transtorakālajā ehokardiogrāfijā planimetriski precīzu AoV atvēruma laukumu noteikt ir grūti un kļūdas iespējas ir lielas. Tas saistīts ar viru kalcinozi, neviendabīgu viru malu struktūru un akustisko ēnu. Precīzāk planimetriju var veikt transezofageālajā ehokardiogrāfijā (TEE), (skat. 4.3. attēlu).

Planimetriju veic ar «trace» funkciju, apvelkot atvēruma laukuma iekšējo kontūru.



4.3. attēls.

Aortālā vārstuļa planimetrija TEE (AVA 0,6 cm²)

Katrs mērījums ir jāatkārto vairākas reizes (sistolē vidū). Ja mērījumu izdodas reproducēt, tas ir vairāk ticams.

Jāmēra un protokolā jānorāda AoV FG diametrs (skat. 4.4. attēlu). AoV FG mēra sistolē garajā parasternālajā asī (PLAX) AoV viru zemākajā piestiprināšanās vietā («hinge point»). Vēlams izmantot palielinājuma («zoom») funkciju, attēla centrā fokusējot aortas sakni. Līdzīgi to mēra TEE A3CH pozīcijā jeb PLAX.



4.4. attēls.

Aortālā vārstuļa fibrozā gredzena mērījums TEE.

Normā AoVFG diametrs ir 20-31 mm (13 +/-1 mm/m²). Ja ehokācija ir apgrūtināta standarta parasternālajā pozīcijā, var izmantot A3CH pozīciju. Precīzāku FG mērījumu parasti iegūst transezofageālajā ehokardiogrāfijā un tas nereti ir par 1-2 mm lielāks nekā TTE iegūtais mērījums.

Mūsdienās vārstuļa anatomijas izvērtēšanai, FG mērījumiem un planimetrijas veikšanai papildus var izmantot 3D TEE.

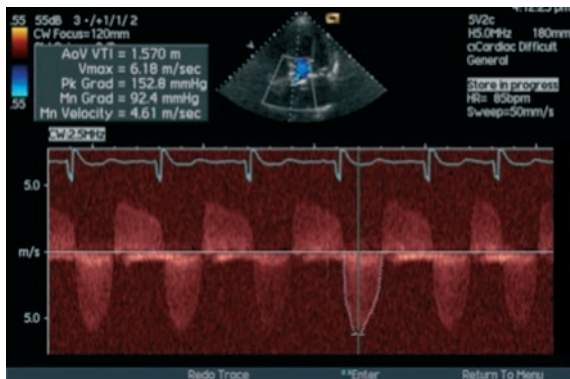
Doplerogrāfija

Krāsu doplerogrāfijā AoV stenozes gadījumā sistoliskā transaortālā plūsma kļūst turbulenta (ar izteiktu «aliasing» fenomenu). Krāsu doplerogrāfija palīdz diagnosticēt pavadošu mitrālu regurgitāciju un pulmonālas hipertensijas gadījumā trikuspidālu regurgitāciju.

Doplerogrāfija ir pamatmetode AoS diagnostikā.

Normāls plūsmas ātrums caur AoV sistolē pieaugušam cilvēkam ir 1,2-1,7 m/s normāla sistoles tilpuma (SV) gadījumā.

Nepārtrauktā vilņa doplerogrāfijā (CW) nosaka maksimālo plūsmas ātrumu (V_{max} , m/s), maksimālo spiediena gradientu (PG_{max} , mmHg), vidējo spiediena gradientu (PG_{mean} , mmHg). Šie rādītāji AoS gadījumā vienmēr obligāti jāuzrāda protokolā (skat. 4.5. attēlu).



4.5. attēls.

Nepārtrauktā vilņa doplerogrāfijas (CW) standarta parametru mērījumi ar «trace» funkciju AoS gadījumā A5CH pozīcijā.

Sistoliskās plūsmas parametrus nosaka A5CH vai A3CH pozīcijā ar CW doplerogrāfijas režīmu, kursoru novietojot paralēli transaortālajai plūsmai. Šim nolūkam ļoti ieteicams sākotnēji aktivizēt krāsu doplerogrāfijas režīmu (no angļu val., *color doppler*), jo nereti sistoliskā plūsma ir ekscentriskā, vairāk virzīta caur vienu komisūru, tādējādi, ja kursors nav novietots maksimāli paralēli plūsmas virzienam, var veidoties mērījuma kļūda.

Pielaujama kursora un plūsmas virziena deviācija ne vairāk kā 15° .

Dažkārt standarta apikālajās pozīcijās labu doplerogrāfijas spektru iegūt neizdodas. Tad var izmantot labo parasternālo pozīciju (2.-3. ribstarpā), pacientu noguldot uz labajiem sāniem, vai suprasternālo pozīciju.

AoS novērtē pēc sekojošiem rādītājiem:

- Maksimālais plūsmas ātrums (V_{max} , m/s)
- Spiediena gradients PG, mmHg: maksimālais un vidējais
- Plūsmas nepārtrauktības vienādojums («continuity equation»)
- Planimetrija

NB!

- priekškambaru mirgošanas gadījumā jāmēra vismaz 5 secīgi sirds cikli (optimāli 10), lai iegūtu vidējo rādītāju
- pieredzējis ehokardiogrāfijas speciālists var izmantot vienu reprezentatīvu sistoli: tā ir pa vidu starp maksimālo un minimālo RR intervālu
- sinusa ritma gadījumā nemērīt post-ekstrasistolisko ciklu, jo tad sistoles tilpums ir augstāks nekā pārējos sirds ciklos un var iegūt pseido-izteiktu stenozes pakāpi
- spiediena gradients jāmēra vairākās pozīcijās, līdz iegūst maksimālo plūsmas ātruma un gradientu vērtību

Plūsmas nepārtrauktības (kontinuitātes) vienādojums

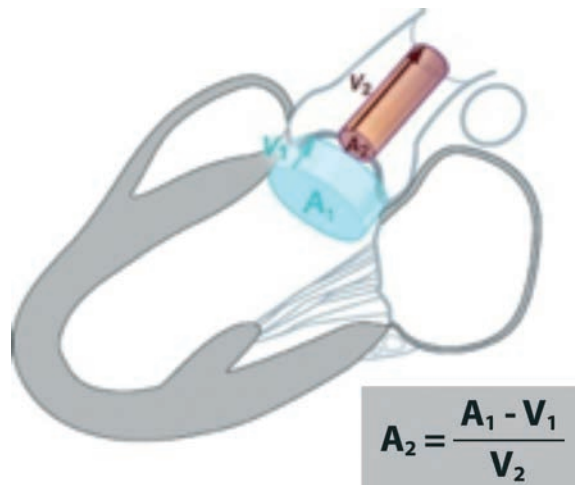
Tiek izmantots nozīmīgas stenozes gadījumos. Balstās uz hemodinamikas principu, ka noslēgtā cirkulācijas sistēmā vienā laika vienībā šķidruma daudzums, kas izplūst caur sistēmu (cauruli) ir nemainīgs (skat. 4.6. attēlu).

Tātad asiņu daudzums, kurš vienā laika vienībā (sistolē) izplūst cauri LVOT (SV) un AoV, ir vienāds.

Visās mūsdienu ehokardiogrāfijas iekārtās ir integrēta kontinuitātes vienādojuma formula.

Nepieciešami 3 mērījumi, lai noteiktu aortas vārstuļa atvēršanas laukumu:

- LVOT diametrs, lai aprēķinātu CSA LVOT pēc formulas $\pi(D/2)^2$ jeb πR^2 (skat. 4.7. attēlu).
- Transaortālais VTI ar CW doplerogrāfiju (skat. 4.8. attēlu).
- VTI LVOT ar PW doplerogrāfiju (skat. 4.9. attēlu).



$$AVA \times VTI_{AoV} = CSA_{LVOT} \times VTI_{LVOT}$$

$$AVA = \frac{CSA_{LVOT} \times V_{LVOT}}{V_{AV}}$$

4.6. attēls.

Plūsmas nepārtrauktības (kontinuitātes) vienādojums, princips.

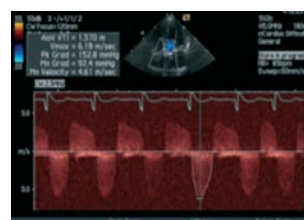
AV – aortālais vārstulis, AVA – AoV atvēršanas laukums, VTI – ātruma laika integrālis, CSA LVOT – kreisā kambara izejas trakta šķērsgriezuma laukums



- PLAX
- Zoom funkcija
- 5-10 mm zem AoV FG
- S-veida starpsienas gadījumā ieteicams mērīt AoV FG līmeni
- Iekšējā kontūra-iekšējā kontūra
- Slikta parasternālā «loga» gadījumā var izmantot citu pozīciju

4.7. attēls.

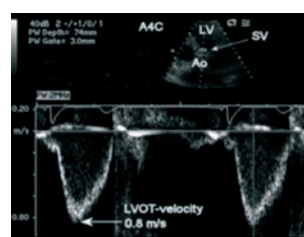
LVOT diametra mērīšana



- A5CH vai A3CH pozīcija
- krāsu doplerogrāfija, lai noteiktu plūsmas virzienu
- CW doplerogrāfijas kursors pozicionēts maksimāli centrāli un paralēli plūsmas virzienam

4.8. attēls.

Transaortālās sistoliskās plūsmas VTI ar CW doplerogrāfiju



- A5CH vai A3CH pozīcija
- PW parauga tilpums LVOT līmenī, kur tika mērīts LVOT diametrs!
- Parauga tilpuma iestatījums 2,5 – 5 mm

4.9. attēls.

LVOT VTI mērījums ar PW doplerogrāfiju

Attiecība VTI LVOT/VTI AoV

- Noderīga gadījumos, kad ir samazināta vai palielināta plūsma caur AoV (AoS ar zemu EF vai aortālas regurgitācijas gadījumā)
- Izmantojama AoS gradācijai, ja LVOT diametru precīzi izmērīt neizdodas

Indeksētais AoV laukums AVA (cm^2/m^2)

- Īpaši noder pacientiem ar mazu vai lielu ķermeņa virsmas laukumu (BSA $<1,6 \text{ m}^2$ vai $>2,0 \text{ m}^2$). (sk. tabulu 4.1.).

4.1. tabula.

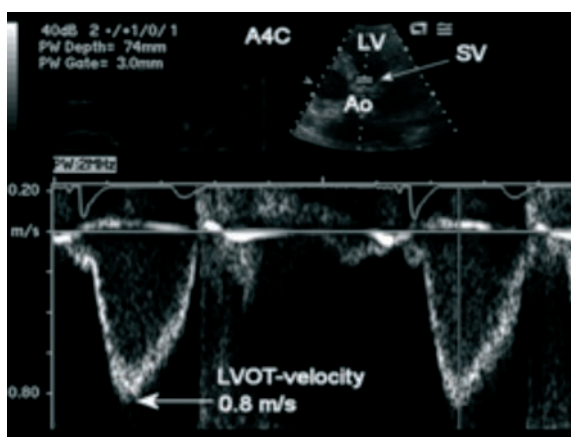
Aortas vārstuļa stenozes pakāpes.

Parametrs	viegla	mērena	izteikta
V max, m/s	2,6 – 2,9	3,0 – 4,0	$>4,0$
AVA (cm^2)	$>1,5$	1,5 – 1,0	$<1,0$
Indeksētā AVA (cm^2/m^2)	$>0,85$	0,60 – 0,85	$<0,60$
PG vid, mmHg	<25	25 – 40	>40
VTI LVOT/AoV	$>0,50$	0,25 – 0,50	$<0,25$

NB!

Visos gadījumos, kad AVA laukuma gradācija neatbilst spiediena gradienta gradācijai, svarīgākais rādītājs, pēc kura novērtē stenozes pakāpi, ir AoV atvēruma laukums (AVA)!

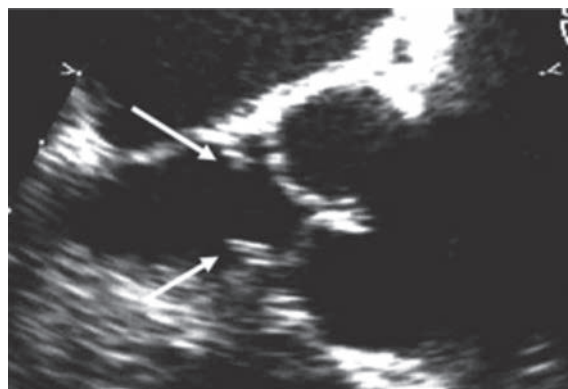
AoS jādiferencē no dinamiskas kreisā kambara izejas trakta (LVOT) obstrukcijas hipertrofiskas obstruktīvas kardiomiopātijas gadījumā: dinamiskas obstrukcijas gadījumā plūsmas maksimums ir vēlinājā sistolē un raksturīgā spektra forma atgādina dunci (no angļu val., dagger shape) (skat. 4.10. attēlu).



4.10. attēls.

Attēlā pa kreisi redzams AoS spektrs, bet labajā pusē dinamiska LVOT hipertrofiskas obstruktīvas kardiomiopātijas gadījumā

AoS ir jādiferencē arī no subaortālas fiksētas stenozes, kura visbiežāk novērojama iedzimtas subaortālas membrānas gadījumā vai fibro-muskulāras hipertrofijas gadījumā. Šādā gadījumā CW spektra plūsma neatšķirsies no AoV stenozes spektra, bet tā ir jāatpazīst pēc 2D ehokardiogrāfijas pazīmēm (skat. 4.11. attēlu).



4.11. attēls.

Iedzimta subaortāla membrāna.

Retāk sastopama ir supravālvulāra AoS. Tā parasti ir sinutubulāra līmenī un ir jāatpazīst pēc 2D ehokardiogrāfijas pazīmēm. Supravālvulāra AoS ir reti sastopama iedzimta anomālija.

Izšķir:

- Smilšu pulksteņa formas stenoze (Williams sindroma gadījumā), visbiežākā forma
- Supravālvulāra membrāna
- Aortas hipoplāzija (asociējas ar hipoplastiskas kreisās sirds sindromu)
- Aortas koarktācija: tipiska lokalizācija jukstaduktāli zem a.subclavia sin.). Aortas koarktācija bieži ($>50\%$) kombinējas ar divviru aortas vārstuli.

Gadījumos, kad AoS kombinējas ar supra- vai subvālvulāru stenozi, AVA precizēšanai jāveic vārstuļa atvēruma laukuma planimetrija, priekšroku dodot transezofageālajai ehokardiogrāfijai.

AoS zemas EF gadījumā (Low-flow low-gradient aortāla stenoze)

- AVA $<1,0 \text{ cm}^2$
- KK EF $<40\%$
- PG mean $<40 \text{ mmHg}$

Šajā gadījumā jāveic stresa ehokardiogrāfija ar dobutamīnu, lai diferencētu

- Anatomiski (morfoloģiski) smagu AoS no funkcionālas AoS zema sistoles tilpuma dēļ.
- Novērtētu KK kontraktīlo rezervi.

Dobutamīna stresa ehokardiogrāfija

Dobutamīns tiek ievadīts intravenozi 5 mkg/kg/min un deva palielināta par 5 mkg/kg ik pēc 5 min. (maksimāli līdz 20 mkg/kg/min). AVA aprēķinos izmanto kontinuitātes vienādojumu miera stāvoklī un farmakoloģiskajā slodzē.

Rezultātu interpretācija:

- AVA pieaugums $>1,0 \text{ cm}^2$ (vai $>20\%$) liecina, ka stenoze nav izteikta
- Izteikta AoS:
 - PG mean pieaug $>40 \text{ mmHg}$
 - AVA $<1,0 \text{ cm}^2$ (AVA pieaugums $<20\%$)
 - VTI LVOT/VTI AoV $<0,25$
- Nepietiekama kontraktīlā rezerve – EF vai SV pieaugums (vai VTI) $<20\%$ no sākotnējā rādītāja. Tas liecina par augstu ķirurģiskās ārstēšanas risku.

Izteikta AoS ar normālu EF un mazu gradientu (no angļu val., paradoxical low-flow low-gradient stenosis)

Tā ir grūti diferencējama aortālas stenozes forma, bet ir sastopama pat līdz 35% izteiktas AoS gadījumos.

To biežāk sastop vecākiem pacientiem ar arteriālo hipertensiju:

- Hipertensija un kreisā kambara koncentriska hipertrofija vai remodelācija (RWT $>0,45$)

- Mazs kreisais kambaris:
 - EDD <50 mm
 - EDVI <60 mL/m²
- Augsta valvulo – arteriāla impedance (Z_{va}) augstas vaskulārās pretestības dēļ. Z_{va} atspoguļo kreisā kambara kopējo pēcslodzi (valvulāru + arteriālu):

$$Z_{va} = \text{SAP} + \text{PG mean} / \text{SVi, kur}$$

SAP – sistoliskais arteriālais spiediens, mmHg

PG vid – vidējais spiediena gradients, mmHg

SVi – indeksētais sistoles tilpums, mL/m²

Augsta Z_{va} >4,5-5,5 mmHg/mL/m²

- Izteikta diastoliska disfunkcija – restriktīva tipa (mazs sistoles tilpums)**

Rādītāji, kuri var liecināt par šo variantu:

- Aprēķinātais AVA indekss <0,6 cm²/m²
- PGmean <40 mmHg
- KK EF >50%
- SVi <35 mL/m² (sistoles tilpuma mērījumos izmantot LVOT diametru un VTI_{LVOT}!)
- valvulo – arteriāla impedance (Z_{va}) >4,5 mmHg/mL/m²

Papildus diagnostikas iespējas:

- Dobutamīna stresa ehokardiogrāfija (pieaugot sistoles tilpumam, izteiktas AoS gadījumā palielināsies spiediena gradients)
- TEE un AVA planimetrija neskaīdos gadījumos
- CT un AoV kalcinozes pakāpes mērījumi

Izteikta AoS kombinācijā ar mitrālu regurgitāciju

Novērojams mitrālās regurgitācijas gadījumā daļa asiņu sistolē atgriežas KP un tādējādi SV LVOT ir samazināts, respektīvi, spiediena gradients uz AoV samazinās. Tādā gadījumā morfoloģiskais AoV vērtējums (kalcinoze), viru kustīgums un AVA noteikšana pēc planimetrijas ir īpaši svarīga ārstēšanas stratēģijas izvēlē.

Aortāla regurgitācija jeb nepietiekamība

Aortālu regurgitāciju (AoR) raksturo AoV neadekvāta slēgšanās, kā rezultātā daļa asiņu diastolē nonāk KK.

Normā AoR nav jābūt.

AoR biežākie iemesli:

- Iedzimtas anomālijas (divviru AoV u.c., viru prolaps)
- Aortas dilatācija/disekcija
- Aortas deģeneratīvas slimības (skleroze)
- Endokardīts
- Marfāna sindroms
- Reimatisms

AoR var būt:

- Akūta
- Hroniska

AoR izvērtēšana balstās uz 2D (3D) ehokardiogrāfijas, krāsu doplerogrāfijas, spektrālās doplerogrāfijas parametru kvantitatīvu un kvalitatīvu analīzi.

2D ehokardiogrāfija

Tā sniedz vērtīgu informāciju par AoV anatomiju, strukturālām izmaiņām (veģetācijas, viru destrukcija, prolaps, plīsums u.c.), aortas dilatāciju un KK izmēriem un funkciju.

Hroniskas izteiktas AoR gadījumā ir raksturīga KK tilpuma pārslodze ar progresējošu KK un KP dilatāciju.

Slēdzienā ir jāuzrāda KK lineārie un tilpuma mērījumi (indeksētie mērījumi uz m²), kā arī jāveic kompleksi aortas saknes mērījumi.

Doplerogrāfija

Krāsu doplerogrāfija

Novērtē kvalitatīvi diastolisko transaortālu plūsmu gan parasternālajā, gan apikālajā pozīcijās.

Minimāla AoR (līdz I pak.) neprasa tālāku kvantitatīvu novērtējumu.

Kvalitatīva izvērtēšana:

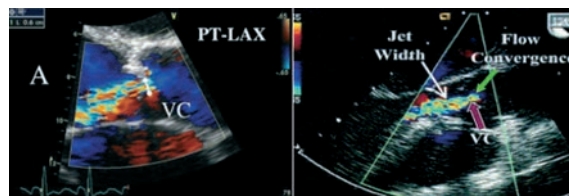
Vena contracta (VC)

- šaurākā regurgitācijas strūkļas vieta (*skat. 4.12. attēlu*).
- mēra PLAX
- ieteicams izmantot zoom funkciju
- jāvizualizē visi 3 regurgitācijas strūkļas komponenti
- Nyquistlimits of 50-60 cm/s:
 - VC <3 mm korelē ar vieglu AoR
 - VC >6 mm atbilst izteiktai AoR

NB!

Nelielas kļūdas VC mērījumos var izraisīt lielas kļūdas secinājumos par AoR pakāpi!

VC mērījumi nav izmantojami, ja ir ekscentriskā AoR, ja ir multiplas strūkļas!



4.12. attēls.

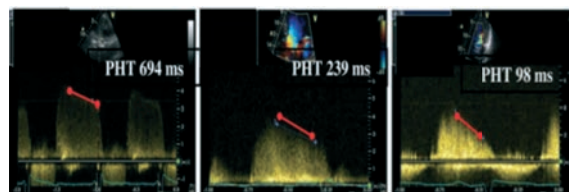
Vena contracta un strūkļas platuma mērījumi.

- Regurgitācijas strūkļas platuma (*jet width*)/LVOT diametra attiecība (%)
Jo platāka strūkļa, jo smagāka regurgitācija. Tiek mērīta PLAX. Centrālās AoR gadījumā strūkļas platums/LVOT diametrs ≥65% liecina par izteiktu AoR (*skat. 4.12. attēlu*).

Doplerogrāfija

CW

- Spektra intensitāte – jo izteiktāka AoR, jo intensīvāks (ehodensāks) ehosignāls diastolē.
- PHT – jo smagāka AoR, jo PHT īsāks (notiek aortas un kreisā kambara diastolisko spiedienu ātra izlīdzināšanās). PHT mazāk par 200 ms liecina par izteiktas pakāpes AoR.
- Svarīgi, lai CW kursora līnija būtu maksimāli paralēli regurgitācijas strūkļas virzienam.
- PHT mērījums nav izmantojams, ja ir izteikta KK diastoliska disfunkcija vai izteikta mitrāla regurgitācija (*skat. 4.13. attēlu*).



4.13. attēls.

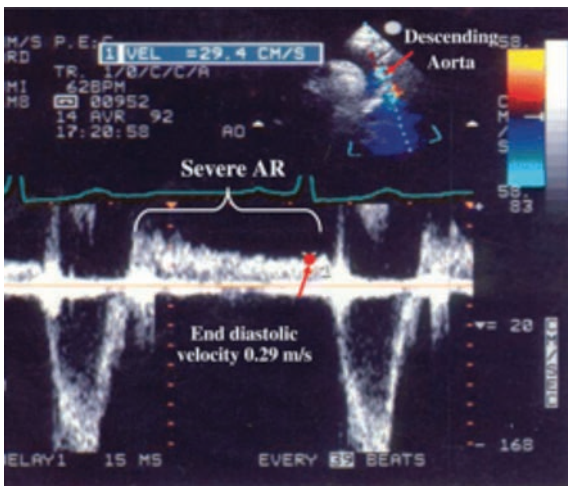
PHT mērījums: a. viegla aortāla reurgitācija (AoR); b. mērena AoR; c. izteikta AoR.

PW

- Diastoliskā reversā plūsma descendējošā aortā. Holodiastoliska reversa plūsma liecina par izteiktas pakāpes AoR (skat. 4.14. attēlu).

To nosaka:

- suprasternālajā pozīcijā
- descendējošās aortas sākumdaļā (*isthmus* limenī zem a.subclavia sin.)
- SV tiek pozicionēts zem a. subclavia sin. un paralēli aortas garajai asij
- Doplerogrāfijas filtri ir jāsamazina tā, lai varētu noteikt maza ātruma plūsmu (<10 cm/s)
- Viegla AoR gadījumā plūsmas reverss būs agrīnā diastolē (proto-diastolisks). Izteiktas AoR gadījumā plūsmas reverss ir holodiastolisks un ar beigu diastolisko ātrumu >20 cm/s (to mēra virs R zoba EKG)
- Akūtas izteiktas AoR gadījumā holo-diastoliska reversa plūsma var nebūt, jo notiek agrīna aortas un KK diastoliskā spiediena izlīdzināšanās



4.14. attēls.

Holodiastoliska reversa plūsma descendējošā aortā smagas AoR gadījumā ar beigu diastolisko ātrumu 0,29 m/s

4.2. tabula.

Aortālas regurgitācijas specifiskās un semikvantitatīvās pazīmes

	Viegla	Mērena	Izteikta
AoR strūkļas/LVOT attiecība	<25%	25–65%	>65%
Vena contracta, mm	<3	3–6	>6
Diastoliskā reversā plūsma descendējošā aortā	Nav vai īsa	-	Holodiastoliska reversa plūsma ar beigu ātrumu $V > 0,2 \text{ m/s}$
PHT, ms	>500	200–500	<200
Kreisais kambaris (hroniskas AR izvērtēšanā)	Normāls		Dilatēts

Aortālas regurgitācijas kvantitatīvā analīze

Atšķirībā no mitrālās regurgitācijas to izmanto retāk, jo ir tehniski samērā laikietilpīga un mazāk precīza. Var izmantot selektīvos gadījumos, kad jāizšķiras par ķirurģisku ārstēšanu.

4.1. Aortas saknes un torakālās aortas kvantifikācija

Aortas sakne ir anatomisks segments starp kreiso kambari un ascendējošo aortu.

AoV FG, AoV viras, aortas sīnusi un sinu-tubulārais savienojums ir aortas saknes komponenti.

Torakālo aortu veido:

- aortas sakne,
- ascendējošā aorta (tubulārā daļa),
- aortas loks,
- descendējošā aorta

TTE pieaugušam cilvēkam parasti redz daļu no ascendējošās aortas, aortas loku ar brahiocefālajām artērijām:

- truncus brachiocephalicus
- a. carotis communis sinistra
- a. subclavia sinistra

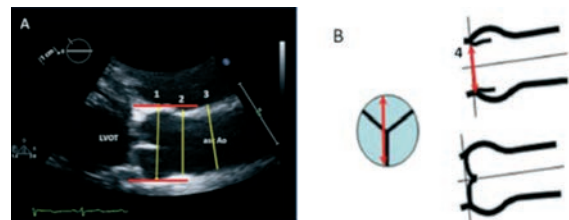
TTE kombinācijā ar TEE ir nozīmīga aortas aneirismu, aortas disekcijas, aterosklerozes (ateromu) diagnostikā, kā arī iedzimtu sirdskaišu diagnostikā:

- aortas koarktācija
- atvērts arteriālais vads
- aortas loka iedzimtas anomālijas u.c.

Aortas mērījumi

Standarta transtorakālā ehokardiogrāfija ietver aortas izmeklējumus. Aortas standarta mērījumus veic PLAX – jāvizualizē LVOT, aortas sakne un ascendējošās aortas proksimālā daļa. Jāizmēra FG, aortas sīnusa (sinus Valsalva) maksimālais diametrs, sinotubulārais savienojums (pāreja no sinus Valsalva uz ascendējošās aortas tubulāro daļu). Mērījumus veic perpendikulāri aortas garenai asij.

Klasiski aortas mērījumus veic 2D režīmā diastoles beigās (pirms AoV atvēršanās) pēc «arējā kontūra – iekšējā kontūra» mērīšanas principa. NB! AoV FG mērījumus veic 2D režīmā sistolē («mid-systole») un pēc «iekšējā kontūra – iekšējā kontūra» mērīšanas principa. (skat. 4.15. attēlu). Normas vērtības norādītas 4.3. tabulā



4.15. attēls.

Aortas saknes un proksimālās ascendējošās aortas mērījumi.

- A. 1 – Aortas sīnusi (sinus Valsalvae); 2 – Sinotubulārais savienojums; 3 – Proksimālā ascendējošā aorta. B. 4 – Fibrozs gredzens.

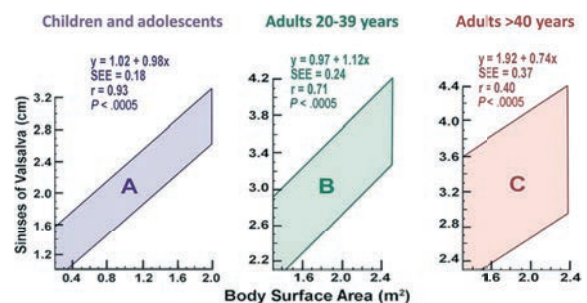
Aortas saknes (sinus Valsalva) diametrs ir atkarīgs no BSA un vecuma (sk. 4.16. attēlu). Tomēr parasti normā sinus Valsalva nepārsniedz 40 mm.

Aortas dilatācijas galvenie iemesli:

- hipertensija
- ateroskleroze
- Marfāna sindroms (dilatāciju sastop 60-80% pacientu)
- aortas disekcija
- trauma
- aortas stenoze (post-stenotiska dilatācija)
- infekcija (sifiliss)
- sinus Valsalva aneirisma (visbiežāk labā koronārā sīnusa)

Aortas dilatācija ir viens no biežākajiem AoR iemesliem.

Attiecībā sinus Valsalva/aorta descendens $\geq 2,3$ liecina par Ao saknes dilatāciju (sk. 4.17. attēlu).



4.16. attēls.

Sinus Valsalvadiametri ir atkarīgi no BSA un vecuma.

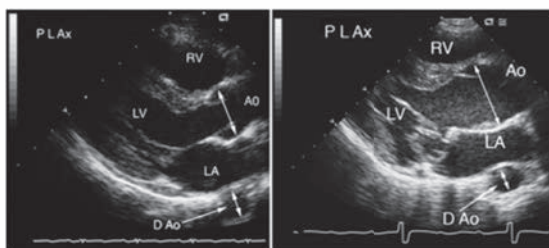
- A. bērni; B. pieaugušie, vecums no 20 līdz 39 gadiem; C. pieaugušie, vecums virs 40 gadiem.

Torakālo aortu precīzāk izvērtēt un izmērīt var TEE, tomēr suprasternālajā un daļēji citās pozīcijās (modificētās apikālās pozīcijās, labajā parasternālajā pozīcijā daļēji var redzēt gan ascendējošo aortu, gan aortas loku, gan descendējošo aortu, kā arī abdominālo aortu (subkostālajā pozīcijā)).

4.3. tabula.

Aortas saknes un proksimālās ascendējošās aortas izmēri ar absolūtajām un indeksētajām normas vērtībām.

	Absolūtās vērtības (cm)		Indeksētās vērtības (cm/m ²)	
Aorta	Vīrieši	Sievietes	Vīrieši	Sievietes
Fibrozs gredzens	2,6 ± 0,3	2,3 ± 0,2	1,3 ± 0,1	1,3 ± 0,1
Sinus Valsalva	3,4 ± 0,3	3,0 ± 0,3	1,7 ± 0,2	1,8 ± 0,2
Sinotubulārais savienojums	2,9 ± 0,3	2,6 ± 0,3	1,5 ± 0,2	1,5 ± 0,2
Proksimālā ascendējošā aorta	3,0 ± 0,4	2,7 ± 0,4	1,5 ± 0,2	1,6 ± 0,3



4.17. attēls.

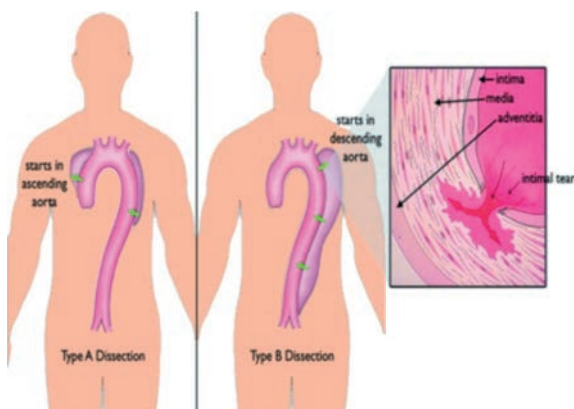
Ascendējošās un descendējošās aortas attiecības noteikšana

Aortas disekcijas gadījumā var būt akūta AR un šķidrums perikarda dobumā (smagos gadījumos ar tamponādi).

Aortas disekcijas tipi pēc *Stanford* klasifikācijas:

- A tipa disekcija – sākas ascendējošā aortā
- B tipa disekcijai – sākas descendējošā aortā distāli no a.subclavia sin.

A tipa disekciju samērā labi var diagnosticēt TTE. Ļoti svarīgi ir izvērtēt aortas vārstuļa funkciju, jo no tā ir atkarīga ķirurģiskās ārstēšanas taktika (skat. 4.18. attēlu).



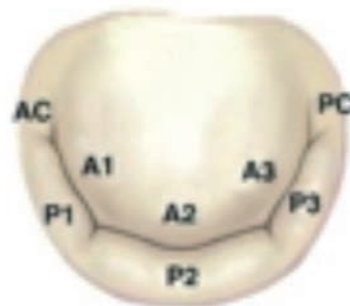
4.18. attēls.

Aortas disekcijas *Stanford* klasifikācijas shematiskais attēls.

5.

Mitrālā vārstuļa patoloģija

Mitrālais vārstulis (MV) sastāv no divām virām, fibrozā gredzena un subvalvulārā aparāta (hordas, papillārie muskuļi un tos balstošās kreisā kambara sienas). Katra no virām sastāv no 3 segmentiem (skat. 5.1. attēlu). Normāls mitrālā vārstuļa atvērums laukums ir 4,0-5,0 cm².



5.1. attēls.

Mitrālā vārstuļa segmenti

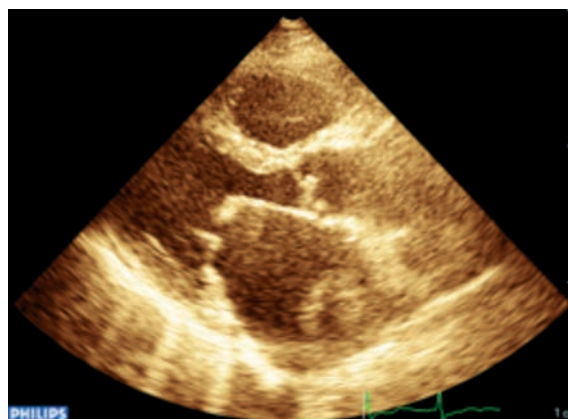
Mitrālā vārstuļa un subvalvulārā aparāta novērtēšana

- Viru morfoloģija (šķeltas viras, viru prolabēšanās, miksomatoza viru deģenerācija, «flail leaflet», papildstruktūras uz virām utt.)
- MV FG (fibrozā gredzena dilatācija, kalcinoze)
- Hordas un papillārie muskuļi
- KP tilpums un tilpuma indekss
- KK izmērs/tilpums un funkcija

Mitrālā vārstuļa stenoze

MV stenozes pazīmes 2D ehokardiogrāfijā (skat. 5.2. attēlu)

- Raksturīga viru morfoloģija
- Viras sabiezētas, īpaši galos un pie hordām, viru kalcinoze
- Priekšējās viras izliekums diastolē - «hoķeja nūja»
- MV FG kalcinoze
- Hordu kalcinoze
- Parasti palielināts KP, kurā var būt arī trombi



5.2. attēls.

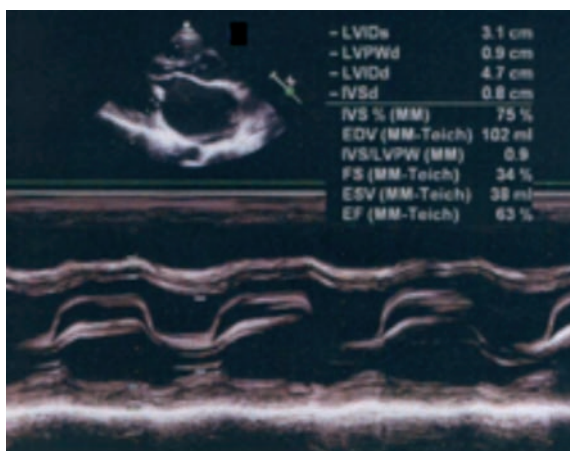
Mitrālā vārstuļa stenozes pazīmes 2D ehokardiogrāfijā.

Mitrālā vārstuļa stenozes pazīmes krāsu doplerogrāfijā:

- «sveces liesmas» efekts (A4CH)
- saistītās izmaiņas (mitrālā regurgitācija, trikuspidāla regurgitācija, pulmonāla hipertensija)

Mitrālā vārstuļa stenozes pazīmes M režīmā

- Samazināta priekšējās viras atvēruma amplitūda (skat. 5.3. attēlu)
- Priekšējās un mugurējās viras gaita paralēla – nav pretfāzes
- Sabiezētas viras
- Ja sinusa ritms, var būt mazs A zobs



5.3. attēls.
Mitrālā vārstuļa stenozes pazīmes M režīmā.

Mitrālā vārstuļa stenozes kvantifikācija

I pakāpes rekomendācijas:

1. MV atveres laukuma planimetriska noteikšana
2. Spiediena gradienta metode
3. Spiediena puslaika metode

MV laukuma planimetrija

Šī ir izvēles metode MV atveres laukuma (MVA, no angļu val. *mitral valve area*) noteikšanai, jo planimetriskos mērījumus daudz mazāk ietekmē hemodinamika.

MVA planimetriski tiek mērīts 2D režīmā PSAX pozīcijā (rekomendē lietot «zoom» funkciju). Angulējot zondi perpendikulāri kreisā kambara gareniskajai asij, jācenšas iegūt visšaurāko MVA, kuru izmēra apvelkot MV atvēruma iekšējo kontūru (skat. 5.4. attēlu). Mērījumus veic diastoles vidū.



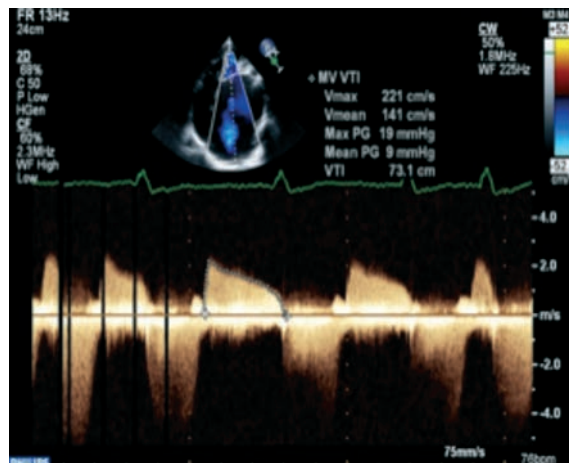
5.4. attēls.
Mitrālā vārsta atveres laukuma planimetriska noteikšana.

Pacientiem ar priekškambaru mirgošanu noteikti jāveic vairāki mērījumi pēc kārtas un jāizvērtina vidējais rādītājs. Planimetriski noteiktais MVA, kā liecina pētījumi, vislabāk korelē ar MV anatomisko atveres laukumu. Metodes pielietojumu apgrūrina slikta ultraskaņas attēla kvalitāte, kā arī izteikti izmainīta MV anatomija, piemēram, izteiktas kalcinozes dēļ. Mērījumu rezultātus ietekmē arī neatbilstoši izvēlēts atstaroto ultraskaņas viļņu amplitūdas pastiprinājums («gain»).

Spiediena gradienta metode

Ar MVA vislabāk korelē vidējais spiediena gradients uz MV. Savukārt, maksimālo spiediena gradientu ietekmē arī spiediens KP, KK funkcija un mitrālās regurgitācijas esamība.

Vidējais gradients uz MV nosakāms A4CH pozīcijā, izmantojot CW doplerogrāfiju. Ultraskaņas plūsma jāorientē paralēli transmitrālai plūsmai diastoles laikā. Lai mērījums būtu maksimāli precīzs, arkrāsu doplerogrāfiju jāidentificē vieta, kurā ir vislielākais diastoliskās plūsmas ātrums. Jo skaidrāka transmitrālās plūsmas kontūra tiek iegūta, jo precīzāki mērījumi (skat. 5.5. attēlu).



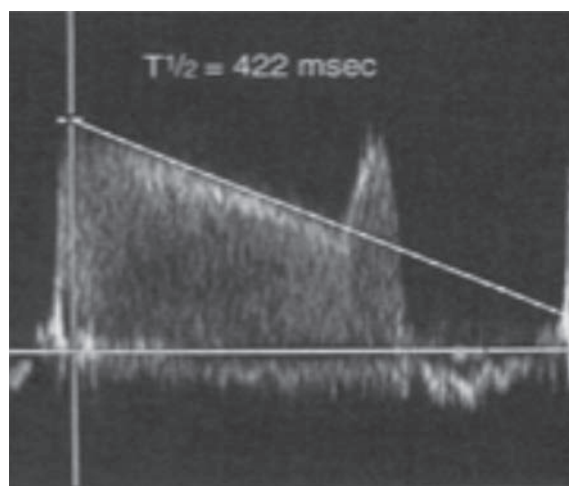
5.5. attēls.
Mitrālā vārsta atveres laukuma noteikšana, izmantojot spiediena gradienta metodi.

Pacientiem ar priekškambaru mirgošanu PG *mean* mērījumi jāveic vismaz 5 sirds ciklos. Jāņem vērā, ka spiediena gradientu uz MV ietekmē sirdsdarbības frekvence, ritms, sirds minūtes tilpums un mitrālās regurgitācijas esamība.

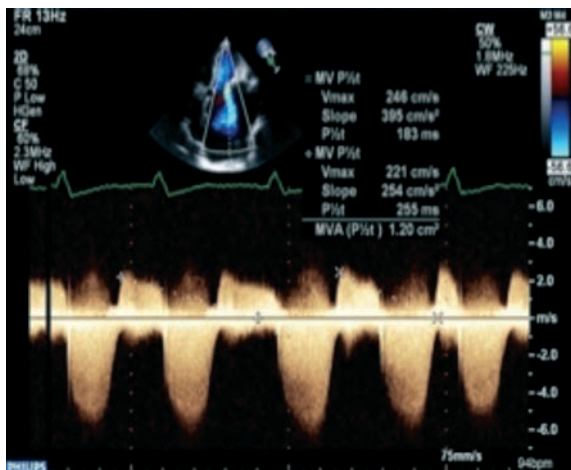
Spiediena puslaika metode

Spiediena puslaiks (PHT, no angļu val. *pressure half-time*) ir laika intervāls milisekundēs starp PG *max* agrīnajā diastolē un brīdi, kad spiediena gradients ir sasniedzis pusi no PG *max* (skat. 5.6. un 5.7. attēlu). Transmitrālās plūsmas ātruma samazināšanās diastoles laikā ir apgriezti proporcionāla MVA, kurš tiek aprēķināts pēc empiriskās formulas:

$$MVA = 220 / PHT$$



5.6. attēls.
Spiediena puslaiks.



5.7. attēls.

Mitrālā vārstuļa atveres laukuma noteikšana, izmantojot spiediena puslaika metodi.

Neraugoties uz plašu metodes pielietojumu, ar šo metodi iegūtajiem mērījumiem ir relatīvi vāja korelācija ar MV planimetriskos mērījumus iegūtajiem rezultātiem, īpaši pacientiem ar priekškambaru mirgošanu. Šo metodi nevar izmantot arī pacientiem ar AoR, kas pārsniedz II pakāpi.

Kontinuitātes vienādojums

$$MVA = (D^2 \times 0,785) LVOT \times (VT_{LVOT}/VT_{MV})$$

Šo metodi nevar izmantot pacientiem ar nozīmīgu mitrālu un/vai aortālu regurgitāciju. Tāpat to nevajadzētu izmantot pacientiem ar priekškambaru mirgošanu, kuriem katrā sirds ciklā ir atšķirīgs sistoles tilpums.

5.1. tabula.

Mitrālā vārstuļa stenozes (MS) pakāpes:

	Viegla MS	Mērena MS	Izteikta MS
MVA (cm²)	>1,5	1,0-1,5	<1,0
PG mean, mm Hg	<5	5-10	>10
PHT, ms	90-149	150-219	≥220

Mitrāla regurgitācija

Mitrālās regurgitācijas kvalitatīva novērtēšana:

Mitrālās regurgitācijas (MR) kvalitatīva novērtēšana jāsāk ar MV anatomijas, morfoloģijas, subvalvulārā aparāta, fibrozā gredzena (N <3,5 cm), sirds dobumu un kreisā kambara funkcijas novērtēšanu. Pacientiem ar KK dilatāciju un/vai sistolisku disfunkciju ļoti svarīgi izvērtēt vai MR ir primāra (organisks MV viru un/vai subvalvulārā aparāta bojājums) vai sekundāra (saistīta ar kreisā kambara dilatāciju un reģionālām kontraktilitātes izmaiņām). MV viru koaptācijas minimālai saskares virsmai jābūt vismaz 3-5 mm.

Krāsu doplerogrāfija

Lai kvalitatīvi novērtētu mitrālās regurgitācijas esamību tiek izmantota krāsu doplerogrāfija. Jo lielāku laukumu no kreisā priekškambara aizņem un jo tālāk kreisajā priekškambarī nonāk MR plūsma, jo tā ir nozīmīgāka, tomēr korelācija starp MR laukumu un MR smaguma pakāpi ir visai vāja. Tā, piemēram, pacientam ar akūtu MR, kuram ir zems arteriālais asinsspiediens un augsts spiediens kreisajā priekškambarī, var vizualizēt nelielu, ekscentrisku MR plūsmu kreisajā priekškambarī. Savukārt, pacientam ar arteriālu hipertensiju un vieglu MR var novērot lielu regurgitācijas plūsmas laukumu. Tāpat centrāla MR vienmēr aizņem relatīvi lielāku laukumu kreisajā priekškambarī, salīdzinot ar ekscentrisku, līdz ar to ekscentriskas MR smaguma pakāpe nevienmēr tiek adekvāti novērtēta. Ļoti ekscentriskām plūsmām raksturīgs Coanda fenomens.

Regurgitācijas plūsmas laukums

- Vāji korelē ar MR smaguma pakāpi
- MR plūsmas laukums <4 cm² vai <20% no KP laukuma liecina par vieglu MR
- MR plūsmas laukums >10 cm² vai >40% no KP laukuma liecina par izteiktu MR

NB! Iepriekšminēto ierobežojumu dēļ MR plūsmas planimetriski mērījumi netiek rekomendēti!

Transmitrālā plūsma PW doplerogrāfijā

Izteiktas MR gadījumā transmitrālās plūsmas PW doplerogrāfijā dominē E vilnis. Agrīnās diastoliskās pildīšanās ātrums (E) šajos gadījumos pārsvarā pārsniedz 1,2 m/s.

Mitrālās regurgitācijas CW doplerogrāfija

Jo augstāka MR spektra densitāte, jo izteiktāka regurgitācijas pakāpe. Vieglas MR gadījumā spektrs parasti atgādina parabolu, taču izteiktas MR gadījumā tam vairāk raksturīga asimetriska trīsstūrveida forma (MR plūsma īsā laika intervālā sasniedz maksimālo plūsmas ātrumu).

Plaušu vēnu PW doplerogrāfija

Jo izteiktāka MR pakāpe, jo zemāks sistoliskās plūsmas ātrums vai arī parādās reversa plūsma.

NB! Paaugstināts KP spiediens (jebkuras etioloģijas), kā arī priekškambaru mirgošana samazina sistoliskās plūsmas ātrumu.

Šo parametru mērījumiem MR pakāpes noteikšanā ir tikai papildus loma.

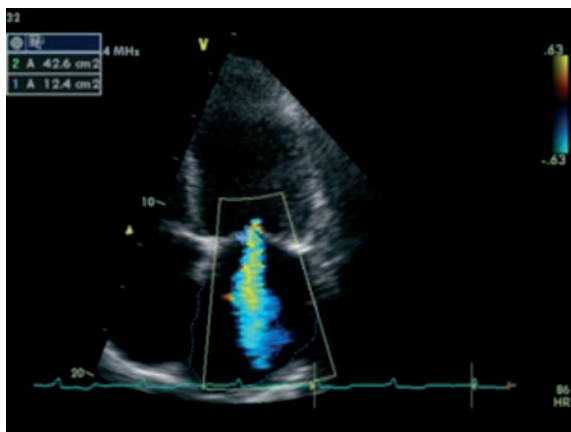
5.2. tabula.

Mitrālās regurgitācijas kvalitatīvi parametri

	Viegla	Mērena	Izteikta
Strukturālie parametri:			
KPK	N	N vai ↑	↑
KK	N	N vai ↑	↑
MV viras un/vai subvalvulārais aparāts	N vai patol.	N vai patol.	flail leaflet, papillāro mm., hordu ruptūra
Doplerogrāfija:			
Regurgitācijas plūsmas laukums	Neliela strūkļa (<4,0 cm² vai <20% no KPK)	variabli	>10 cm² vai >40% no KPK laukuma
Transmitrālā plūsma (PW)	dominē A vilnis	variabli	dominē E vilnis (≥1,2 m/s)
Regurgitācijas plūsmas densitāte (CW)	vāja densitāte	augsta densitāte	augsta densitāte
CW spektra kontūra	paraboliska	parasti paraboliska	trīstūra forma
Pulmonālo vēnu plūsma	Sistoliska (S) dominante	Sistoliskā viļņa (S) samazināšanās	Sistoliska reversa plūsma

Mitrālās regurgitācijas plūsmas 3 komponenti:

- Proksimālā plūsmas konverģence – veidojas plūsmas akcelerācijas dēļ kreisajā kambarī (sk. 5.8. attēlu)
- Vena contracta – regurgitācijas strūkles šaurākā vieta, kas korelē ar efektīvo regurgitācijas atveres laukumu (EROA)
- Regurgitācijas strūkles laukums KP



5.8. attēls.
Mitrālās regurgitācijas 3 komponenti.

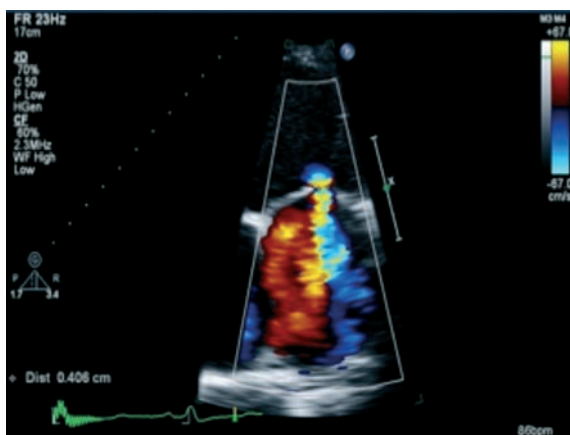
Mitrālās regurgitācijas kvantifikācija:

Vena contracta plātums

Vena contracta (VC) ir regurgitācijas plūsmas šaurākā vieta, kas atbilst EROA. VC nevar noteikt, ja ir vairāk nekā viena regurgitācijas plūsma. Lai iegūtu precīzu VC izmēru, nereti nepieciešama neliela zondes angulācija. Svarīgi, lai veicot mērījumus, vienlīdz labi redzētu visas trīs MR plūsmas sastāvdaļas – plūsmas konverģences zonu, VC un regurgitācijas plūsmu. Tāpat jāņem vērā, ka pacientiem ar priekškambaru mirgošanu dažādos sirds ciklos var būt dažādi VC lielumi.

Metodoloģija:

- Mērījumu veic 2 ortogonālās plaknēs (PLAX, A4CH). VC mēra perpendikulāri viru koaptācijas līnijai (nevar izmantot A2CH pozīciju!!) Mērījums jāveic perpendikulāri plūsmas virzienam un jāmēra plūsmas šaurākā vieta



5.9. attēls.
Vena contracta noteikšana.

- Lai paaugstinātu izšķiršanas spēju, izmanto «zoom» funkciju (sk. 5.9. attēlu)
- Optimizē krāsu doplera «gain/scale» (Nyquist limits – 40-70 cm/s)
- Izmanto iespējami mazāku krāsu doplera sektoru un dziļumu, lai maksimāli palielinātu temporālo un laterālo izšķirtspēju.

NB! *Vena contracta* var mainīties atkarībā no hemodinamikas!

VC raksturīgas lielas mērījumu variācijas, bet šī metode palīdz diferencēt vieglu no smagas MR. To var izmantot arī ekscentriskas mitrālās regurgitācijas gadījumā. Ja VC ir robežās starp 3-7 mm, papildus jāizmanto arī kāda cita MR kvantifikācijas metode.

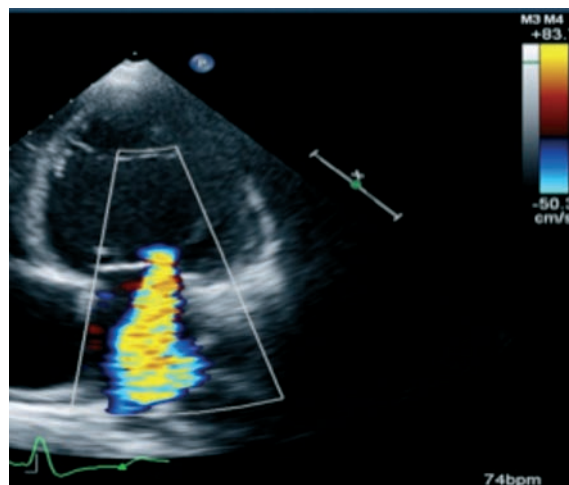
PISA metode

PISA (no angļu val., *proximal isovelocity surface area*) metode balstās uz principu, ka plūsmai tuvojotiesapaļai atverei veidojas hemisfēriskā konverģences zona. PISA krāsu doplerogrāfijā (ja Nyquist limits ir 50-60 cm/s) parasti liecina

par nozīmīgu mitrālā regurgitāciju. Metode ir samērā precīza, to pielietojot centrālās MR un cirkulāra atvēruma gadījumā. Ekscentriskas plūsmas gadījumā metode nav tik precīza.

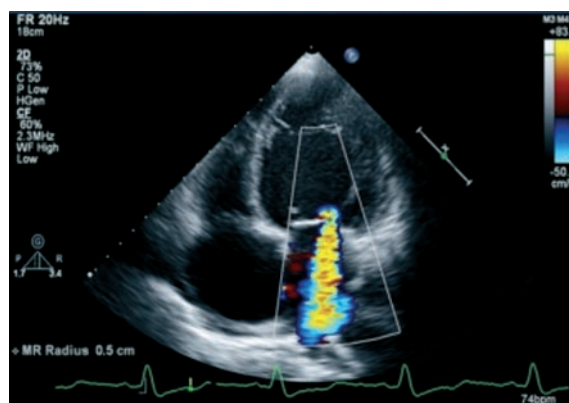
Metodoloģija:

- Mērījumi tiek veikti A4CH pozīcijā, izmantojot «zoom» funkciju (pēc iespējas mazāks sektors un dziļums).
- Jāsamazina krāsu doplera skala (Nyquist limits – 15-40 cm/s), lai precizētu konverģento plūsmu (*aliasing velocity* – v_a).
- Jānosaka v_a (skat. 5.10. attēlu)



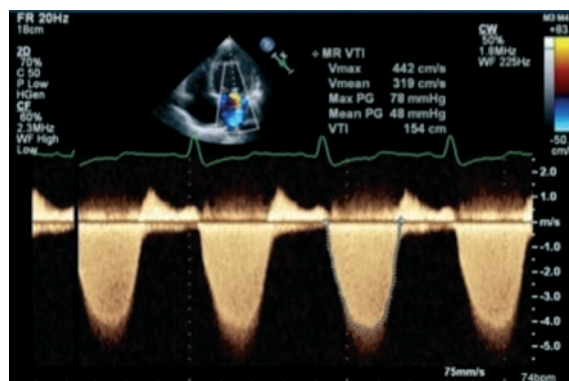
5.10. attēls.
Aliasing velocity noteikšana.

- Jānosaka PISA rādiusu – r (mēra sistoles vidū) sk. 5.11. attēlu



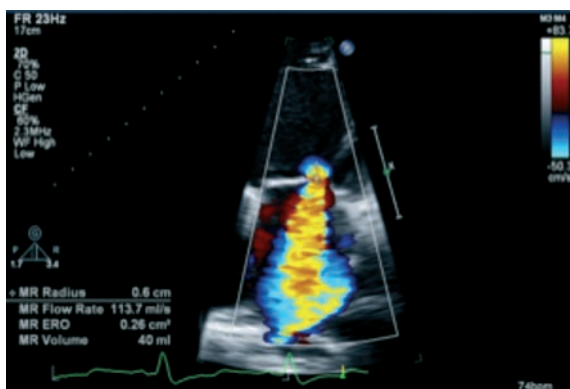
5.11. attēls.
PISA rādiusa noteikšana.

- Izmantojot CW doplerogrāfiju, jāizmēra MR plūsmas ātrumu



5.12. attēls.
Mitrālās regurgitācijas plūsmas ātruma noteikšana.

- Regurgitācijas plūsma = $2\pi r^2 \times V_a$
- Nosaka plūsmas ātrumu, EROA un regurgitācijas tilpumu sk. 5.12. un 5.13. attēlu



5.13. attēls.
Mitrālās regurgitācijas plūsmas, EROA un regurgitācijas tilpuma noteikšana.

PISA metodes ierobežojumi:

- Suboptimāla konverģences zona
- Izmaiņas sirds cikla laikā
- Ekscentriskas plūsmas gadījumā suboptimāla PISA
- Liela mērījumu variabilitāte

5.3. tabula.

Kvantitatīvie MR parametri

	I pak. MR	II pak. MR	III pak. MR	IV pak. MR
Vena contracta, mm	<3	3-6	3-6	≥7
Regurgitācijas tilpums, ml	<30	30-44	45-59	≥60
Regurgitācijas frakcija, %	<30	30-39	40-49	≥50
EROA, cm²	<0,20	0,20-0,29	0,30-0,39	≥0,40

NB! Išēmiskas etioloģijas gadījumā par nozīmīgu MR liecina regurgitācijas tilpums, kas pārsniedz 30 ml un EROA >0,20 cm².

Pazīmes, kas TTE liecina par pacienta nepiemērotību MV rekonstrukcijai (MV repair) funkcionālas MR gadījumā:

Mitrālās vārstules deformācija:

- Kopaptācijas distance ≥10 mm
- «Tenting» laukums >2,5-3,0 cm²
- Vairākas plūsmas
- Posterolaterālais leņķis >45°

Lokāla kreisā kambara remodelācija:

- Attālums starp papilārajiem muskuļiem >20 mm
- Attālums starp mugurējo papilāro muskuli un FG >40 mm
- Kreisā kambara sānu sienas kontraktilitātes izmaiņas

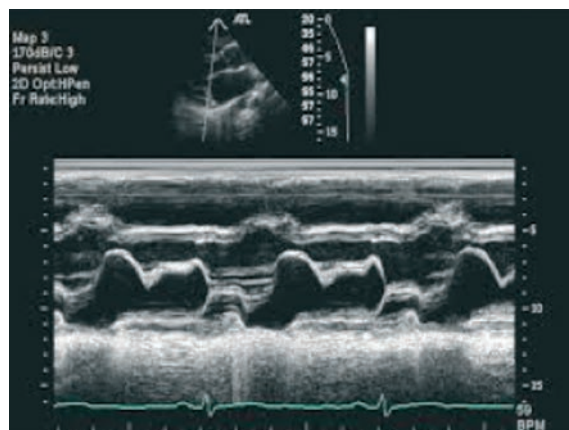
Globāla kreisā kambara remodelācija:

- EDD >65 mm, ESD >51 mm (ESV >140 ml)
- Sistoliskais sfericitātes indekss >0,7.

Mitrālā vārstuļa prolaps

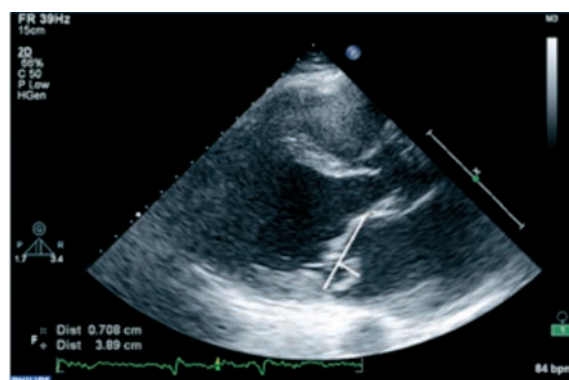
Mitrālā vārstuļa prolaps ir MV vienas vai abu viru (vai atsevišķa viras segmentu) simetriska vai asimetriska novirzīšanās no MV FG plaknes uz kreisā priekškambara pusi sistoles laikā PLAX. MV viras nereti ir miksomatozi izmainītas (sabiezētas). MV prolapsa prevalence ir aptuveni 2-5%. Biežāk prolabē MV mugurējā vira. MV prolapsu visbiežāk sastop dažādu iedzimtu

saistaudu slimību gadījumā (piemēram, Marfāna sindroms, Elers-Danlosa sindroms, *osteogenesis imperfecta* u.c.), pacientiem ar iedzimtām sirdskaitēm (Ebšteina anomālija, 2. tipa priekškambaru starpsienas defekts) vai iedzimtām krūšu kurvja anomālijām (pectus excavatum, krūšu kifozes iztaisnošanās, skolioze). Vēsturiski MV prolapsa esamību galvenokārt novērtēja M režīmā (skat. 5.14. attēlu).

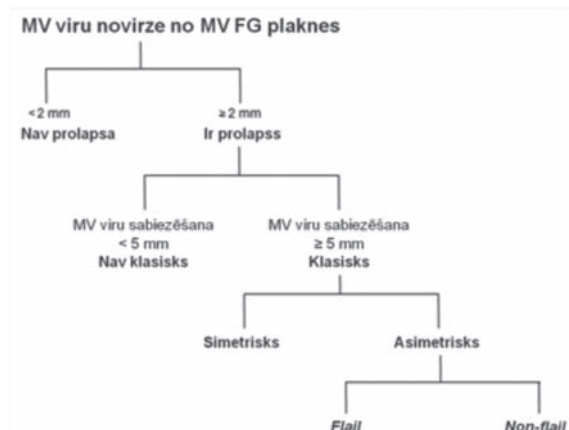


5.14. attēls.
Mitrālā vārstuļa prolaps M režīmā (sistoliska mugurējās viras izvelvēšanās).

Mūsdienās MV prolapsa diagnostikā priekšroka dodama mērījumiem 2D režīmā. Par MV prolapsu uzskatāma vienas vai abu viru nobīde no MV FG plaknes uz KP pusi sistoles laikā >2 mm, ja viras ir morfoloģiski izmainītas (skat. 5.15. attēlu un 5.1. shēmu). Klasisku MV prolapsu sauc par Barlova slimību (pirmoreiz tā patoģenēzi 1966. gadā aprakstīja Brereton Barlow).



5.15. attēls.
Mitrālā vārstuļa mugurējās viras prolaps.



5.1. Shēma.

Mitrālā vārstuļa prolapsa klasifikācija.

Biežākās MV prolapsa komplikācijas ir nozīmīga mitrālā regurgitācija, MV viras hordas ruptūra. Pacientiem ar zināmu MV prolapsu ir arī augstāks infekciozā endokardīta risks.

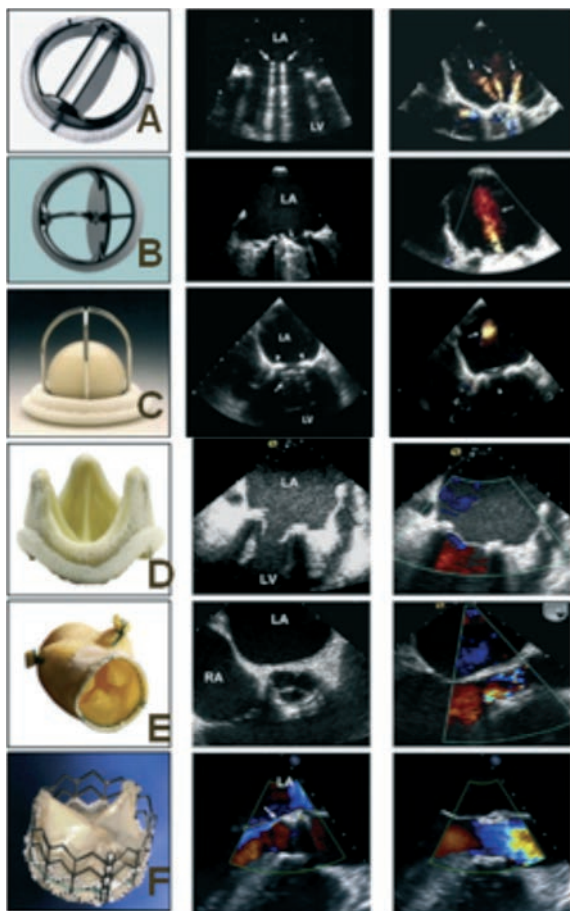
6. Sirds vārstuļu protēžu ehokardiogrāfiskā novērtēšana

Visu 4 sirds vārstuļu pozīcijās var implantēt aizvietojošu protēzi. Biežāk tiek veikta aortas un mitrālā vārstuļu protezēšana (gan bioloģiska, gan mehāniska protēze). Retāk protēzes implantē trikuspidālajā pozīcijā (prevalējoši bioprotēzes) un ļoti reti – pulmonālajā pozīcijā. Svarīga klīniskā informācija, kura jāievāc, pirms sākt ehokardiogrāfisko izmeklēšanu:

- Operācijas datums
- Protēzes tips un izmērs (izmērs parasti atbilst protēzes gredzena ārējam diametram, mm)
- Pacienta augums, svars, BSA (m²)
- Simptomi un cita klīniskā anamnēze
- TA, sirds ritms un SF

Protēžu veidi (sk. 6.1. attēlu):

- **Mehāniskās** (parasti uz oglekļa polimēra bāzes)
 - ▶ divlapiņu (mūsdienās visbiežākais veids)
 - ▶ vienlapiņas (reti)
 - ▶ lodīte (caged-ball): atsevišķi pirms 15-20 gadiem operēti pacienti
- **Bioloģiskās** (auto-, homo-, kseno-)
 - ▶ ar protēzes stentu – *stented* (cūkas, perikarda)
 - ▶ bez protēzes stenta – *stentless* (cūkas, perikarda, homografit, autografit)
 - ▶ perkutānās bioprotēzes – cūkas, liellopa perikarda audi



6.1. attēls.

Sirds vārstuļu protēžu veidi.

A-C mehāniskās protēzes; A – divlapiņu protēze, B – diskveida protēze, C – lodīšu protēze. D-F bioprotēzes; D – «*stented*» bioprotēze, E – «*stentless*» bioprotēze, F – perkutānā bioprotēze

Protēzes «vizuālais» novērtējums 2D (3D) ehokardiogrāfijā:

- Viru vai lodītes kustības (amplitūda, apjoms)
- Kalcinoze (bioprotēžu gadījumā)
- Patoloģiskas ehodensas struktūras (trombi, veģetācijas)
- Protēzes gredzena integritāte un kustības (dehiscence – daļējs atrāvums ar gredzena brīvkustību vai pat dislokācija perianulārā abscesa gadījumā)

Doplerogrāfijas parametri:

- CW Doplerogrāfija signāla kontūras novērtējums
- Vmax un PGmax
- PGmean
- PHT (protēzēm mitrālajā un aortālajā pozīcijā)
- VTI
- Efektīvais atveres laukums (EOA, no angļu val., *effective orifice area*). Šis parametrs ļoti ieteicams seriāliem izmeklējumiem individuālam pacientam, kā arī pacienta-protēzes neatbilstības (PPM no angļu val., *patient-prosthesis mismatch*) diagnostikā:
 - ▶ To nosaka pēc kontinuitātes vienādojuma (līdzīgi, kā aprēķina AVA)
 - ▶ **NB!** LVOT diametrs jāmēra PLAX zem protēzes gredzena
 - ▶ EOA AoV protēzēm jābūt vismaz >1,2 cm²
 - ▶ MV protēzēm EOA nosaka reti (EOAi ≤ 0,9 cm²/m² var liecināt par izteiktu PPM)
- Regurgitācija (lokālizācija – transvalvulāra vai paravalvulāra; pakāpe)

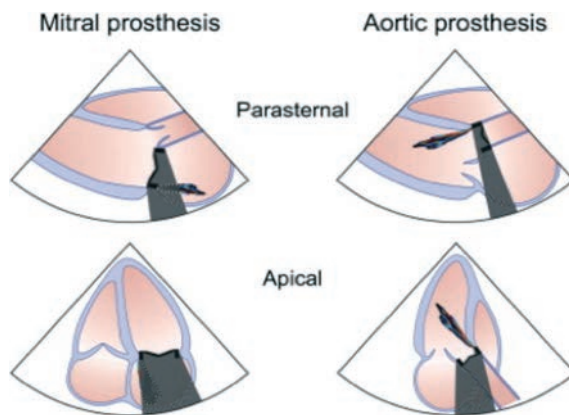
Citi ehokardiogrāfiskie parametri:

- Kambaru izmēri, hipertrofija un funkcija
- Priekškambaru izmēri
- Citu vārstuļu pavadošā patoloģija
- Pulmonālā arteriālā spiediena novērtējums (LKSS)

NB!

Vienmēr ir jāsalīdzina ar pēcoperācijas parametriem un iepriekšējo EhoKG izmeklējumu datiem, sevišķi, ja ir aizdomas par protēzes obstrukciju!

Atšķirībā no natīvajiem vārstuļiem un bioprotēzēm, mehānisko protēžu gadījumā veidojas izteikta «akustiskā ēna» distāli no protēzes (sk. 6.2. attēlu). Tas apgrūtinā interešu zonas izmeklēšanu aiz protēzes. Tādos gadījumos izmeklējums jāturpina citās pozīcijās vai jāveic TEE.



6.2. attēls.

Protēžu akustiskā ēna.

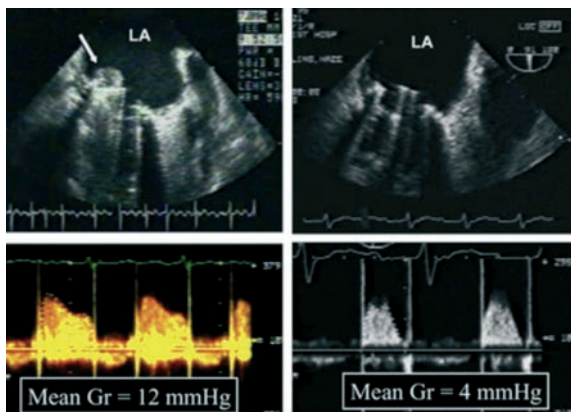
Indikācijas TEE:

- Ja TTE nav pārliecinoša
- Endokardīts (sevišķi, ja ir aizdomas par perivalvulāru abscesu)
- Embolijas (sevišķi mehānisku protēžu gadījumā)
- Tromboze
- Aizdomas par abscesu
- Regurgitācijas novērtēšana (paravalvulāras fistulas)

Protēžu komplikācijas:

- Izmēra neatbilstība (PPM)
- Primārs defekts (nolūzusi vīra, ļoti reti!)
- Tromboze un trombembolija (sk. 6.3. attēlu)

- *Pannus* veidošanās – granulācijas audi, kuri fibrozējas un pārklājas ar endotēliju. Parasti veidojas gar protēzes gredzenu, pakāpeniski sašaurinot protēzes atveri (EOA). Biežāk attīstās uz protēzēm AoV pozīcijā un, ja laiks pēc operācijas >5 gadi. Jādiferencē no trombozes. Pannus var kombinēties ar svaigu trombozi. (sk. 6.4. attēlu).
- *Dehiscence* – daļējs protēzes gredzena atrāvums (sk. 6.5. attēlu)
- Regurgitācija:
 - Bioloģiskajām protēzēm nav jābūt centrālai regurgitācijai
 - Mehāniskajām protēzēm var būt minimāla transvalvulāra – centrālā regurgitācija diastoles sākumā (*closing volume*)
 - Paravalvulāra regurgitācija nav norma un biežāk novēro FG kalcinozes, re-operāciju un pacientiem pēc infekcioza endokardīta
 - Kvantifikācija apgrūtināta (ekscentriskā regurgitācija, semilunāra regurgitācijas efektīvā atvere)
 - Pamatprincipi kvantifikācijai līdzīgi kā natīviem vārstuļiem
- Pseudoaneirismas veidošanās
- Endokardīts (veģetācijas)
- Hemolīze (tiek traumēti eritrocīti pret protēžu virsmu)



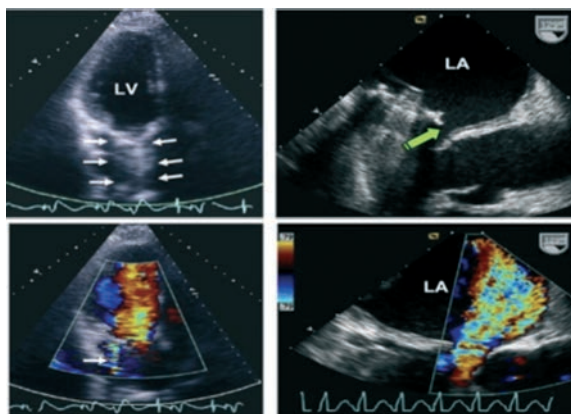
6.3. attēls.

Trombs uz mehāniskās protēzes ar daļēju obstrukciju (attēlā pa kreisi) un pēc trombolīzes (attēlā pa labi). Apakšā attiecīgi redzamas vidējā spiediena gradienta izmaiņas.



6.4. attēls.

Pannus – fibrozie audi. Parasti izveidojas vairāku gadu laikā, biežāk uz mehāniskās protēzes aortālā vārstuļa pozīcijā.



6.5. attēls.

Mitrālā vārstuļa mehāniskās protēzes dehiscence ar izteiktu mitrālā regurgitāciju. TTE – pa kreisi; TEE – pa labi.

Aortālo protēžu novērtējums

I. Obstrukcija

- Obstrukcijas hiperdiagnoze (pseido-obstrukcija) protēzēm aortālajā pozīcijā ir bieža
- Maza izmēra protēzēm ir lielāks plūsmas ātrums un attiecīgi gradients
- EOA samazinājums dinamiskā par 25-30% var liecināt par obstrukciju (tromboze, *pannus*)

Dažkārt jādiferencē no subaortālas dinamiskas vai fiksētas obstrukcijas KKH gadījumos

Pacienta – protēzes neatbilstība (PPM)

- Visbiežāk aortālajā pozīcijā
- Iemesli:
 - Anatomiskas īpatnības (mazs FG, FG kalcinoze)
 - Protēzes specifika
- Diagnostiskais kritērijs: EOA/BSA <0,90 cm²/m² (normāls EOA/BSA >1,2 cm²/m²)
- Smagas PPM gadījumā (EOA/BSA <0,6 cm²/m²) apsverama re-operācija
- Augsts post-operatīvs Vmax un PG
- KK disfunkcija/ samazināta KKH regresija
- Slodzes nepanesamība

NB! PPM jādiferencē no trombozes/pannus. PPM gadījumā izmaiņas ir jau agrīni pēc operācijas (jāsalīdzina seriālie EOA mērījumi)

Specifiskie parametri ir attēloti tabulā 6.1.

6.1. tabula.

Aortālo protēžu parametri normā un obstrukcijas gadījumā

Rādītājs	Norma	Iespējama obstrukcija	Obstrukcija
V max, m/s	<3	3–4	>4
PG mean, mm Hg	<20	20–35	>35
DVI*	≥0,30	0,29 – 0,25	<0,25
EOA, cm ²	>1,2	1,2 – 0,8	<0,8
AT**, ms	<80	80–100	>100

* DVI – Doppler velocity index (plūsmas ātruma attiecība LVOT/AoV); nav atkarīgs no hemodinamikas izmaiņām, anēmijas. ** AT – Acceleration time (akcelerācijas laiks).

II. Aortāla regurgitācija (AoR).

- Centrāla (transvalvulāra AoR) biežāk sastopama bioprotēžu disfunkcijas gadījumos. Tās kvalitatīvie un kvantitatīvie parametru analīze ir līdzīga AoR novērtēšanai natīvajiem vārstuļiem
- Paravalvulāra regurgitācija (klīniskajā praksē biežāk sauc par fistulu) – novērtē semikvantitatīvi pēc regurgitācijas struklas un gredzena perimetra attiecībām (%) PSAX pozīcijā aortas FG līmenī:
 - I pak. <10%
 - II-III pak. 10%-20 (25)%
 - III- IV pak. >20 (25)%
 - Dehiscence >40%

III. TAVI bioprotēzes.

- Starptautiski tiek apzīmētas kā THV – tissue heart valves
- Ehokardiogrāfiskā izvērtēšana principiāli neatšķiras no bioprotēžu izvērtēšanas
- Raksturīgi, ka samērā bieži (25-50% gadījumu) konstatē paravalvulāru AoR

Mitrālo protēžu novērtējums

Parametri, kurus lieto biežāk:

- V_{max} (E)
- PG *mean* (atkarīgs no sirds darbības frekvences!)
- PHT
- DVI: $VTI_{protēzes}/VTI_{LVOT}$
- Regurgitācija (transvalvulāra vai paravalvulāra)
- KK/KP izmērs
- LK izmērs
- LKSS

I. Obstrukcija

- Vienas vai abu lapiņu kustību ierobežojums
- Krāsu doplerogrāfijā ekscentriskā šaura plūsma
- «Sveces» fenomens smagas obstrukcijas gadījumā (izteikti turbulenta plūsma diastolē)

6.2. tabula.

Mitrālo protēžu parametri normā un obstrukcijas gadījumā.

Rādītājs	Norma	Iespējama obstrukcija	Obstrukcija
V max, m/s	<1,9	1,9 – 2,5	≥2,5
PG vid, mm Hg	≤ 5	6 – 10	>10
$VTI_{protēzes}/VTI_{LVOT}$	<2,2	2,2 – 2,5	>2,5
EOA, cm ²	≥2,0	1 – 2	<1,0
PHT, ms	<130	130 – 200	>200

Atšķirībā no natīvā mitrālā vārsta stenoze protēzēm atveres laukumu nerēķina pēc PHT!

Bet PHT vienmēr ir jāmēra un jāieraksta izmeklējuma protokolā! Jo garāks PHT, jo smagāka obstrukcija.

II. Mitrāla regurgitācija (MR).

Netiešās pazīmes:

- Hiperdinamisks KK
- Dilatēts KP
- Dilatēts LK (smagas obstrukcijas gadījumā)
- Pulmonāla hipertensija

Doplerogrāfijas parametri:

- $V_{max} \geq 1,9$ m/s
- DVI: $VTI_{protēzes}/VTI_{LVOT} \geq 2,5$
- PG *mean* ≥5 mmHg
- Normāls PHT <130 msec!

Kvantitatīvie un semikvantitatīvie (*vena contracta*) MR parametri ir līdzīgi natīvā vārsta MR, tomēr klīniskajā praksē tos izmantot ir salīdzinoši grūti (priekšroka dodama TEE).

Trikuspidālo protēžu novērtējums

I. Obstrukcija.

- Viru kustību amplitūda samazināta
- LP dilatācija
- IVC izteikta dilatācija un samazināts inspiratorais kolaps

6.3. tabula.

Trikuspidālo protēžu parametri obstrukcijas gadījumā

Rādītājs	Obstrukcija
V max, m/s	>1,7
PG mean, mm Hg	≥6
PHT, ms	≥230

7.

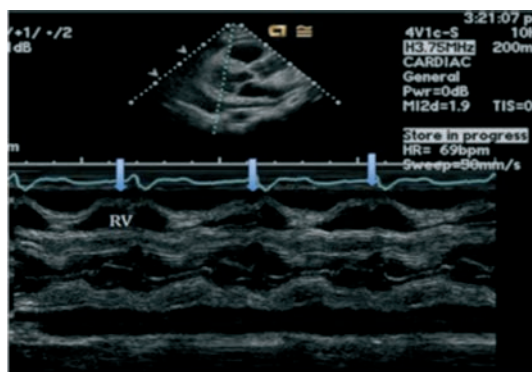
Perikarda patoloģijas

Perikards sastāv no parietālās un viscerālās lapiņas, starp kurām normā ir līdz 50 ml šķidruma.

Biežāk sastopamās perikarda slimības ir perikardīts (eksudatīvs, fibrinozs, adhezīvs, konstriktīvs), perikarda cistas, kā arī primāri un sekundāri perikarda audzēji. Par perikardītu sauc perikarda iekaisumu, kuram bieži raksturīgs palielināts šķidruma daudzums starp perikarda lapiņām. Izšķir:

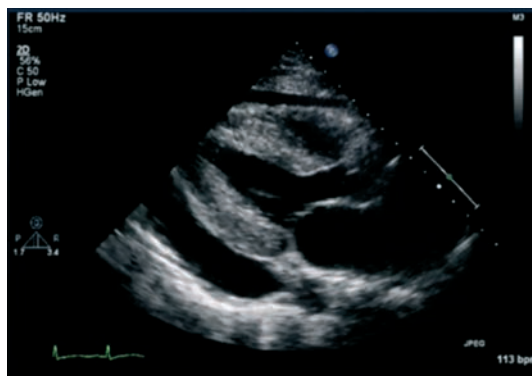
- 1) akūtu perikardītu
- 2) subakūtu perikardītu
- 3) hronisku perikardītu (parasti ilgāks par 3 mēnešiem).

Par palielinātu šķidruma daudzumu perikarda dobumā ehokardiogrāfijā liecina ehonegatīva telpa, kuru var novērtēt gan M (skat. 7.1. attēlu), gan 2D režīmā (skat. 7.2. un 7.3. attēlu).



7.1. attēls.

Brīvs šķidrums perikarda dobumā M režīmā PLAX.



7.2. attēls.

Brīvs šķidrums perikarda dobumā 2D režīmā PLAX.



7.3. attēls.

Brīvs šķidrums perikarda dobumā 2D režīmā subkostālā pozīcijā.

Šķidrums perikardā var būt novietots gan lokāli (piemēram, gar KK mugurējo sienu vai gar labo kambari), gan cirkulāri. Ja šķidrums perikarda dobumā lokalizēts cirkulāri, pacientam mainot ķermeņa stāvokli, tā apjoms gar dažādām sirds struktūrām var mainīties. Optimāli palielināts šķidruma daudzums perikardā vizualizējams subkostālā 4-kameru pozīcijā.

NB! Visi mērījumi tiek veikti diastoles beigās.

Orientējošs šķidruma tilpums perikardā atkarībā no perikarda lapiņu separācijas 2-D režīmā atainots 7.1 tabulā.

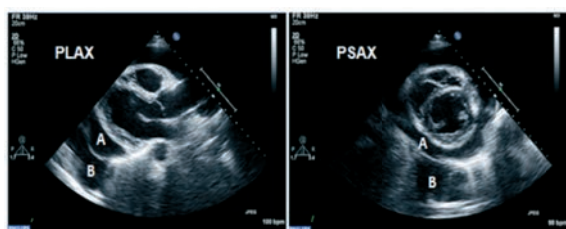
7.1. tabula.

Šķidruma tilpums perikardā atkarībā no perikarda lapiņu separācijas.

Perikarda lapiņu separācija, cm	Šķidruma daudzums	Tilpums, ml
<0,5	Minimāls daudzums	50-100 ml
0,5-1,0	Neliels daudzums	100-300 ml
1,0-2,0	Mērens daudzums	300-600 ml
>2,0	Liels daudzums	>600 ml

Ja perikarda dobumā ir mērens vai liels šķidrums daudzums raksturīga 2D ehokardiogrāfijas pazīme ir «*swinging heart*» (no angl.val., šūpojošā sirds).

Dažkārt brīvs šķidrums mēdz būt gan perikarda, gan pleiras dobumā (skat. 7.4. attēlā). Šķidrums perikarda dobumā parasti lokalizēts virs descendējošās aortas līmeņa un parasti tā apjoms nemainās atkarībā no elpošanas fāzēm.



7.4. attēls.

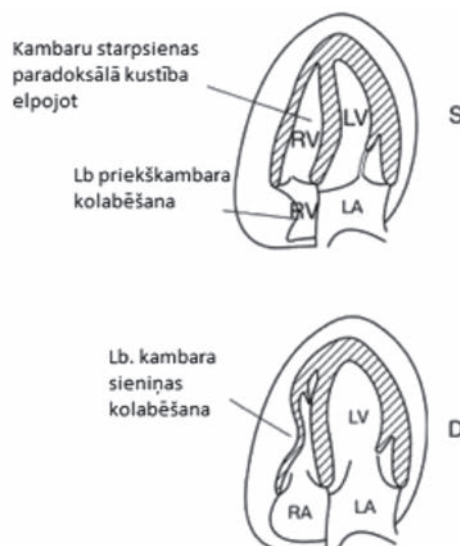
Brīvs šķidrums perikarda (A) un pleiras (B) dobumā.

Sirds tamponāde

Sirds tamponāde jeb sirds «saspišana» attīstas, ja spiediens perikardā palielināta šķidruma daudzuma dēļ pieaug virs 20 mm Hg. Sirds tamponādes klīnika galvenokārt ir atkarīga no perikarda satura lokalizācijas un pieauguma ātruma, nevis no satura daudzuma. Starp šķidruma daudzumu un spiediena paaugstināšanos perikarda dobumā nav tiešas korelācijas, taču, jo straujāk perikarda dobumā pieaug šķidruma daudzums, jo izteiktāk paaugstinās spiediens. Asins plūsmas ātrumu sirdī tamponādes gadījumā izteikti ietekmē elpošanas fāzes.

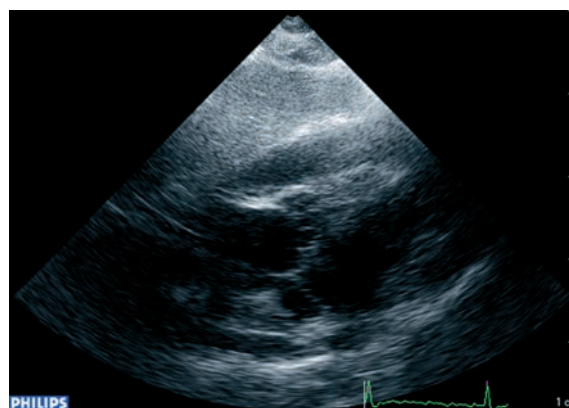
Sirds tamponādes pazīmes M un 2D režīmā (skat. 7.5. un 7.6. attēlus):

- labā kambara sienas kolabēšanās diastoles beigās – incizūras veidošanās, vēlāk diastoles sākumā;
- IVC dilatācija, nereti arī aknu vēnu dilatācija, nav reakcijas uz ieelpu;
- kreisā priekškambara sienas kolabēšana diastoles beigās un sistoles sākumā;
- kreisā priekškambara sienas kolabēšana diastoles beigās;
- Respiratoras variācijas transmitrālā un transtrikuspidālā plūsmā (ieelpā ↑ trikuspidālā un ↓ transmitrālā plūsma)
- Reciprokās izmaiņas abos kambaros elpošanas laikā – «ventrikulārā interpedance» (skat. 7.6. attēlu)



7.5. attēls.

Hemodinamikas izmaiņas sirds tamponādes gadījumā – ventrikulārā interpedance (shēma – C. Otto, A. Pearlman, 1995)



7.6. attēls.

Sirds tamponāde (labā kambara kolabēšanās diastolē) 2D režīmā subkostālā pozīcijā.

Konstriktīvs perikardīts

Konstriktīvs perikardīts visbiežāk attīstas kā sekas pēc atkārtotiem perikarda iekaisumiem. Īpaši augsts (20-30%) konstriktīva perikardīta risks ir pēc bakteriāla perikardīta, un jo īpaši pēc tuberkuloza perikardīta.

Konstriktīvs perikardīts parasti izraisa kreisā kambara pildīšanās traucējumus un ietekmē kambaru funkciju. Hemodinamika pie konstriktīvā perikardīta ir līdzīga kā pie sirds tamponādes. Arī konstriktīva perikardīta gadījumā novēro izteiktas ar elpošanas fāzēm saistītas asinsplūsmas ātruma izmaiņas. Labā priekškambara spiediens pie konstriktīvā perikardīta ir aptuveni 15 mm Hg.

EhokG parasti vizualizē biezu (>5 mm), ehogēnu perikardu, kas liecina par parietālās un viscerālās lapiņas saaugšanu un perikarda kalcifikāciju («brūņu sirds»). Ieelpā raksturīga agrīnā diastoliskā pildīšanās ātruma (E vilnis) samazināšanās ≥25%. Savukārt, audu doplerogrāfijā (TDI) kambaru starpsienas kustības ātrums agrīnā diastolē pieaug ≥8 cm/s, bet kreisā kambara mugurējās sienas kustības ātrums vēlinā diastoles fāzē samazinās. 7.2. tabulā atspoguļota konstriktīva perikardīta un restriktīvas kardiomiopātijas diferenciāldiagnostika.

7.2. tabula.
Konstriktīva perikardīta un restriktīvas kardiomiopātijas
diferenciāldiagnostika.

Konstriktīvs perikardīts	Restriktīva kardiomiopātija
- Kambaru starpsienas izvelvēšanās - Priekškambari viegli dilatēti - Perikarda sabiezēšana un kalcifikācija - Transmitrālās plūsma E viļņa ātruma samazināšanās ielapā par >25% - E' ≥8 cm/s - Propagācijas laiks Vp>45 cm/s - PASS <50 mm Hg - EF parasti normāla	- Mazs KK tilpums, var būt KK hipertrofija - Iztekta priekškambaru dilatācija - E/A>2, īss decelerācijas laiks - Transmitrālās plūsma E viļņa ātruma samazināšanās ielapā par <25% - E' <8 cm/s - Propagācijas laiks Vp<45 cm/s - PASS >50 mm Hg - EF var būt samazināta

8.

Ehokardiogrāfija bērniem

Ehokardiogrāfijas protokols bērniem ir ļoti līdzīgs kā pieaugušajiem, taču atsevišķi momenti ir ļoti būtiski un tos svarīgi ievērot, veicot izmeklējumu bērnu vecumā:

- 1) bērniem izmanto sektorālās zondes ar 3-5 – 8-12 MHz, priekšlaicīgi dzimušajiem un jaundzimušajiem 5-12 MHz.

- 2) lai novērtētu ķermeņa virsmas laukumu (BSA) izmanto Haycock formulu:

$$BSA(m^2) = 0,024265 \times \text{ķermeņa masa (kg)} \times \text{augums (cm)}.$$

Ikvienu mērījuma rezultātu (vārstuļu un asinsvadu diametrs, starpsienu biezums, kambaru masa u.c.) novērtē pēc Z-vērtības atbilstoši BSA. Novērtējums pēc Z-vērtības norāda, cik izteikta ir standarta novirze no vidējiem rādītājiem populācijā, ņemot vērā dzimumu un ķermeņa virsmas laukumu. Interneta mājas lapā www.parameterz.com ievadot pacienta dzimumu, ķermeņa masu, augumu un ehokardiogrāfisko mērījumu rezultātus, tiešsaistē iegūst novērtējumu pēc Z-vērtības. Z-vērtība >2 vai <2 liecina, ka mērījums atbilst 2 standartdeviācijas virs vai zem vidējiem rādītājiem.

- 3) Bērnu kardiologi un kardiokirurgi ehokardiogrāfisko attēlu izvērtē «anatomiski pareizās» pozīcijās, kas nozīmē, ka tiek veikta attēlu invertēšana, lai nodrošinātu, ka attēlā priekškambari novietoti augšpusē, bet kambari – apakšpusē, labās sirds puses struktūras vizualizē attēla labajā pusē un attiecīgi kreisās puses struktūras – kreisajā. Izņēmums ir parasternālā garā ass.

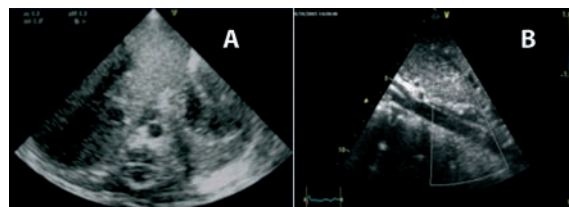
- 4) Anatomiskās struktūras novērtē secīgi pa 3 segmentiem: priekškambari, kambari, artērijas, konstatējot atrioventrikulāru konkordanci vai diskordanci, ventrikuloarteriālu konkordanci vai diskordanci.

Pozīcijas:

Visās pozīcijās sāk ar 2D režīmu, pēc tam turpina ar krāsu un spektrālo doplerogrāfiju.

1. Subkostālā pozīcija

Vizualizē un novērtē abdominālās aortas un apakšējās dobās vēnas novietojumu, pulsācijas (sk. attēlu 8.1.).

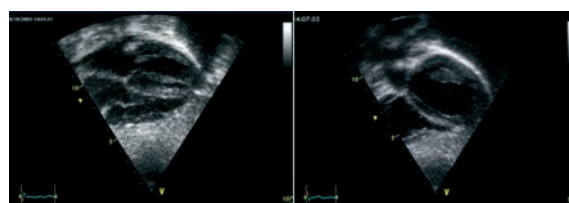


8.1. attēls.

Subkostālā pozīcija. A – abdominālā aorta, B – apakšējā dobā vēna

2. Subkostālā pozīcija, garā ass – invertēta.

Vizualizē un novērtē A4CH pozīciju, galotnes virzienu, dobo vēnu un plaušu vēnu ietilpību, priekškambaru un kambaru starpsieni, aortas atiešanu un gaitu (sk. attēlu 8.2.).

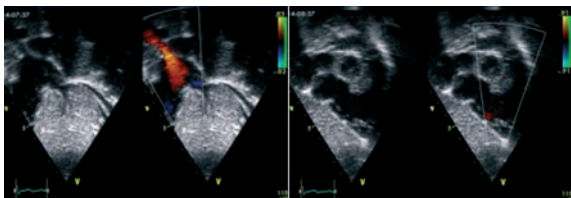


8.2. attēls.

Subkostālā pozīcija, garā ass – invertēta.

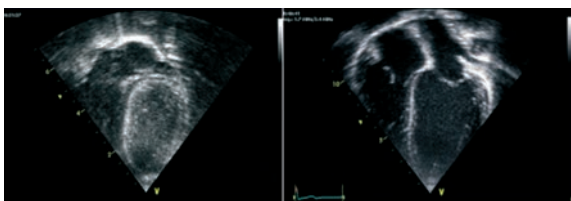
3. Subkostālā pozīcija, īsā ass – invertēta

Vizualizē un novērtē A4CH pozīciju, atrioventrikulāros vārstuļus, priekškambaru un kambaru starpsieni, labā kambara izejas traktu, pulmonālo vārstuli, plaušu artērijas stumbru un plaušu artēriju dalīšanos, arteriālo vadu (sk. attēlu 8.3.).



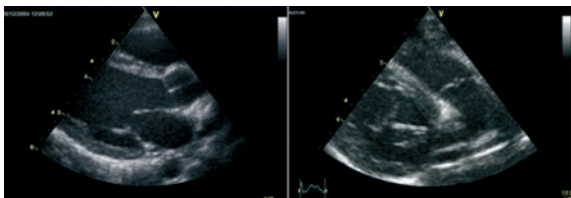
8.3. attēls.
Subkostālā pozīcija, īsā ass – invertēta.

4. Apikālā 4-kameru pozīcija, garā ass – invertēta
Vizualizē un novērtē 4 kameras un vārstuļus, starpsienas, plaušu un sistēmiskās vēnas (sk. attēlu 8.4.).



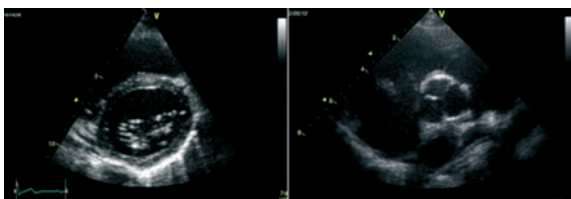
8.4. attēls.
Apikālā 4-kameru pozīcija, garā ass – invertēta

5. Parasternālā pozīcija, garā ass
Vizualizē un novērtē kreiso kambari, kreiso priekškambari, aortu, kambaru starpsienu, plaušu vēnas. Locējot zondi, iegūst labā kambara ieplūdes traktu, locējot uz priekšu, iegūst labā kambara izejas traktu, pulmonālo vārstuli, plaušu artērijas stumbru, labo un kreiso plaušu artēriju, arteriālo vadu (sk. attēlu 8.5.).



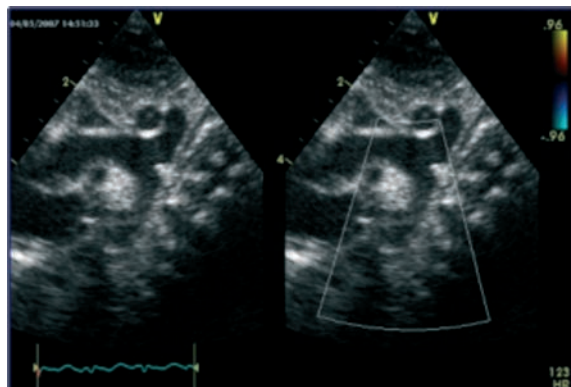
8.5. attēls.
Parasternālā pozīcija, garā ass

6. Parasternālā pozīcija, īsā ass
Vizualizē un novērtē pulmonālo vārstuli, plaušu artērijas stumbru, labo un kreiso plaušu artēriju, arteriālo vadu; vizualizē aortas vārstuli, koronāro artēriju atiešanu, gaitu, trikuspidālo vārstuli, labo priekškambari, labo kambari, dobās vēnas, priekškambaru starpsienu (sk. attēlu 8.6.).



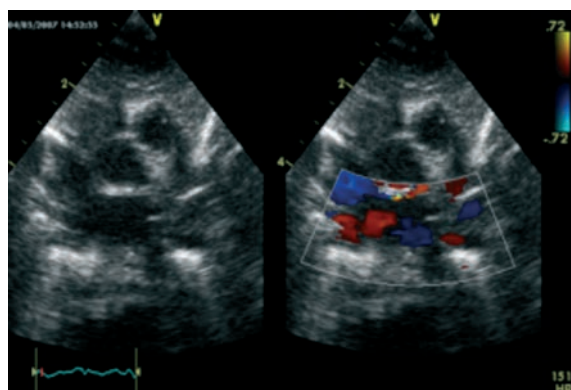
8.6. attēls.
Parasternālā pozīcija, īsā ass

7. Suprasternālā pozīcija, garā ass
Vizualizē un novērtē aortas loku, kakla asinsvadu atiešanu, istmus, torakālo aortu (sk. 8.7. attēlu).



8.7. attēls.
Suprasternālā pozīcija, garā ass

8. Suprasternālā pozīcija, īsā ass
Vizualizē un novērtē plaušu artērijas stumbru, labo un kreiso plaušu artēriju, plaušu vēnas, arteriālo vadu (sk. 8.8. attēlu).



8.8. attēls.
Suprasternālā pozīcija, īsā ass

Pielikums 1

Latvijas Republikas Transtorakālās Ehokardiogrāfijas izmeklējuma protokols

Vārds, uzvārds _____ p.k. _____

BSA _____ m² Datums _____ Iestādes nosaukums _____

Ritms: _____ x min. ☐ sinusa ☐ ĀF/ĀU ☐ biežas ES ☐ EKS

Eho-kvalitāte:

Parasternāli

☐ laba

☐ vidēja

☐ slikta

Apikāli

☐ laba

☐ vidēja

☐ slikta

KK diametrs diastolē (EDD) _____ mm ($S \leq 52$, $V \leq 58$) Aorta (Sinus Valsalva) _____ mm ($S \leq 33$, $V \leq 37$)

KK diametrs sistolē (ESD) _____ mm ($S \leq 35$, $V \leq 40$) Ascendējošā aorta (Ao asc) _____ mm ($S \leq 31$, $V \leq 34$)

Kambaru starpsiena (IVSd) _____ mm ($S \leq 9$, $V \leq 10$) Sinotubulārais sav. (ST Jxn) _____ mm ($S \leq 29$, $V \leq 32$)

Mugurējā siena (PWd) _____ mm ($S \leq 9$, $V \leq 10$) Kreisais priekškambaris (LA) _____ mm ($S \leq 38$, $V \leq 40$)

KK masas indekss (LVMI, M-r) _____ g/m² ($S \leq 95$, $V \leq 115$) KP tilpuma indekss (LAVI) _____ ml/m² (≤ 34)

KK masas indekss (LVMI, 2-D) _____ g/m² ($S \leq 88$, $V \leq 102$) KK izejas trakts (LVOT) _____ mm

KK tilpums diastolē (EDV) _____ ml ($S \leq 106$, $V \leq 150$) LP tilpuma indekss (RAVI) _____ ml/m² ($S \leq 27$, $V \leq 32$)

KK tilpums sistolē (ESV) _____ ml ($S \leq 42$, $V \leq 61$) LK izejas trakts (RVOT) _____ mm ($SAX \leq 35$, $PLAX \leq 30$)

KK EDV/BSA _____ ml/m² ($S \leq 61$, $V \leq 74$) LK bazālais diametrs (RVD) _____ mm (≤ 41)

KK ESV/BSA _____ ml/m² ($S \leq 24$, $V \leq 31$) TAPSE _____ mm (≥ 17)

Izsviedes frakcija (EF, M-r/2-D) _____ % ($S \geq 54$, $V \geq 52$) Apakšējā dobā vēna (IVC) _____ mm (≤ 20)

Relatīvais sieniņu biezums (RWT) _____ ($\leq 0,42$) ieelpā kolabē ☐ > 50% ☐ < 50% ☐ nekolabē

AoV _____

FG _____ cm

MV _____

FG _____ cm

TV _____

FG _____ cm

PV _____

FG _____ cm

Diastoliskā funkcija: ☐ vecuma norma ☐ disfunkcija _____

IVRT _____ ms DT _____ ms E/A _____ E'vid _____ cm/s E/E' _____ S/D _____

KK pildīšanās spiediens: E/E'vid < 8 norma, E/E' ≥ 13 paaugstināts.

Labā kambara sistoliskais spiediens: _____ mm Hg (< 30)

Doppler EhoKG:

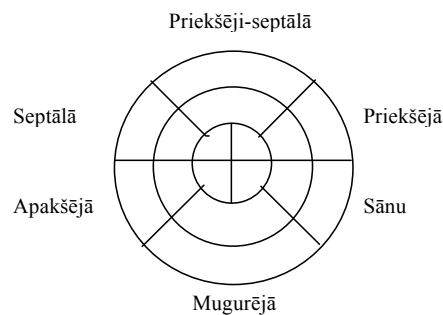
	V _{max} (m/s)	PG _{max} (mmHg)	PG _{vid.} (mmHg)	Atveres laukums (cm ²)	PHT (ms)	VC (mm)	Regurgitācija (I-IV)
AoV							
MV							
TV							
PV							

	V _{max} (m/s)	PG _{max} (mmHg)	PG _{max} Valsalva (mmHg)	VTI (cm)	SV ind. (ml/m ²)	CO ind. (l/min/m ²)
LVOT						

Perikards: ☐ norma ☐ šķidrums _____

Kreisā kambara reģionālā kontraktilitāte:

Normokinēzija – 1
Hipokinēzija – 2
Akinēzija – 3
Diskinēzija – 4



SLĒDZIENS:

Ārsts:

EhoKG protokolā norādītās neindeksētās normas atspoguļo vidējo rādītāju populācijā un neatspoguļo individuālās variācijas atkarībā no pacienta auguma un ķermeņa virsmas laukuma (BSA).

BSA –	body surface area	(ķermeņa virsmas laukums)
DT –	deceleration time	(decelerācijas laiks)
IVRT –	isovolemic relaxation time	(izovolēmiskās relaksācijas laiks)
LA/RA –	left atrium /right atrium	(kreisais priekškambaris, KP/ labais priekškambaris, LP)
LV/RV –	left ventricle / right ventricle	(kreisais kambaris, KK / labais kambaris, LK)
LVOT –	left ventricular outflow tract	(kreisā kambara izejas trakts)
PHT –	pressure half time	(spiediena puslaiks)
TAPSE –	tricuspidal annular plane systolic excursion	(trikuspidālās vārstules fibrozā gredzena ekskursija sistolē)
VC –	vena contracta	(regurgitācijas strūkles šaurākā vieta)

LR Ehokardiogrāfijas izmeklējuma protokols adaptēts pēc ASE un EACVI 2015. g. rekomendācijām.
LR Ehokardiogrāfijas izmeklējuma protokols apstiprināts LKB Rīgā, 2015.gada 11.maijā.

Pielikums 2

Attēla optimizācija

EhoKG kvalitāti ietekmē:

- Pacienta ķermeņa uzbūve
- Pacienta pozīcija
- Sirds ritms, sirdsdarbības un elpošanas frekvence

Eho-vizualizācija:

- *Harmonic* režīms
- Kontrasta izmantošana
- Transezofageāla ehokardiogrāfija (TEE)

Izšķirtspēja:

Telpiskā (*spatial resolution*)

- aksiāla (US viļņu izplatības virzienā)
- laterāla (US viļņiem perpendikulārā virzienā)

Laika (*temporal resolution*)

- *FR* – *frame rate* (kadru skaits sekundē)

Kontrasta (*contrast resolution*)

- *harmonic imaging*

Attēla optimizācija

- Attēla dziļums (*Depth*)

Attēla dziļuma funkcija ļauj pielāgot attēla vertikālo lauku (FOV – *field of view*). Izmeklējamo struktūru dziļums ietekmē kadru skaitu sekundē (*frame rate*). Jo dziļāks FOV, jo ilgāks laiks nepieciešams, lai atstarotais signāls nonāktu US devējā, un mazāks FR un otrādi.

- Attēla palielinājums (*Zoom*)

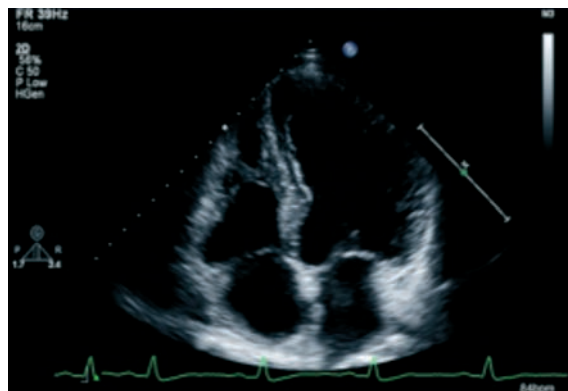
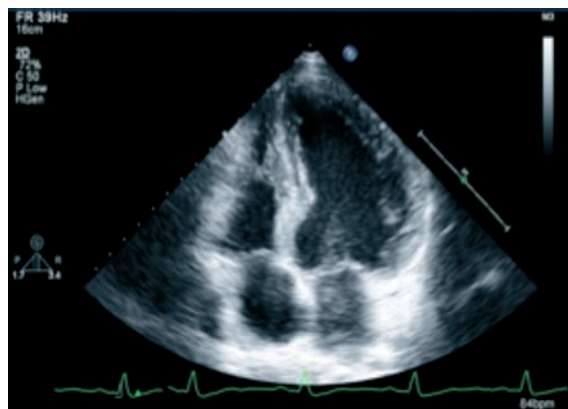
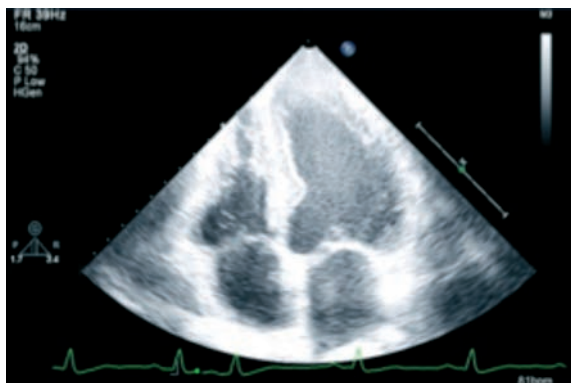
Dod iespēju palielināt kādu no ehokardiogrāfijas attēla reģioniem, t.s., ROI – *region of interest*. Izšķir «*write-zoom*» – palielinājums notiek datu ierakstīšanas procesā, un «*read-zoom*» – palielinājums notiek pēc datu ieguves. «*Write-zoom*» uzlabo telpisko izšķirtspēju, palielinot kadru skaitu sekundē un līdz ar to arī pikseļu skaitu uz vienu laukuma vienību. «*Read-zoom*» gadījumā pikseļu skaits paliek nemainīgs un izšķirtspēja līdz ar attēla palielinājumu nepieaug.

- Fokuss (*Focus*)

Fokuss jeb «visasākaiss» attēla rajons ir ultraskaņas plūsmas visšaurākā vieta ar vislabāko laterālo izšķirtspēju.

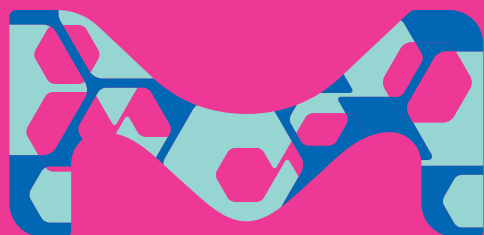
- Atstaroto ultraskaņas viļņu amplitūdas pastiprinājums (*Gain*)

Atstaroto ultraskaņas signālu amplitūda ir ļoti zema, tādēļ, lai iegūtu optimālu ultraskaņas attēlu, šie signāli jāpastiprina. Pie optimāla atstaroto viļņu amplitūdas pastiprinājuma asinis ir «eho-negatīvas». Pārmērīgs pastiprinājums attēlu padara gaišāku un samazina kontrasta izšķirtspēju. Nepietiekams atstaroto ultraskaņas viļņu amplitūdas pastiprinājums attēlu padara tumšāku un var būt iemesls daļas no informācijas zaudēšanas zemā signāla dēļ.



- Saņemtā signāla pastiprinājums atkarībā no laika (*TGC* – *time gain compensation*)
- Saņemtā signāla pastiprinājums atkarībā no dziļuma (*DGC* – *time gain compensation*)
- Maksimālā un minimālā signāla attiecība (*Dynamic range*)
- Atsevišķu sekojošu kadru vienādošana (*Persistence*)
- Minimālais signāla līmenis, kas tiek atainots uz ekrāna (*Reject*)
Ekrānā tiek attēloti tikai tie signāli, kuru amplitūdu pārsniedz noteikto līmeni. Šīs funkcijas izmantošana ļauj novērt akustisku «troksni», taču, jāatceras, ka tā var pazaudēt zemas amplitūdas «eho-signālus».
- Lielākā Doplera frekvences nobīde, kuru var izmērīt; Vienāda ar 1/2 pulsu frekvences (*Nyquist limits*)

MERCK



Izdots ar SIA Merck Serono atbalstu.
Darba grupa apliecina, ka SIA Merck Serono atbalsts nav ietekmējis saturu.