

Bilaga 3:

Ekokardiografiska projektioner och variabler vid PDA bedömning

Apikal 4-kammarvy (A4Ch)

Den apikala 4-kammarbilden ger ett första intryck av hjärtrummens storleksförhållande till varandra samt ventrikelseptums position. AV-klaffarnas inflödesprofil (E- resp A-våg) och inbördes relation (E:A-kvot) påverkas av kamrarnas diastoliska funktion (relaxationsfas) med en lägre E-våg och E:A-kvot vid diastolisk dysfunktion. Hastigheten (Vmax) för E- respektive A-våg mäts med pulsad Doppler (PW). Klaffläckage i AV-klaffarna dokumenteras i form av storlek (mild, måttlig, grav) och hastighet/tryckgradient (Vmax/mmHg), mäts med PW/CW och följs över tid. En hög tryckgradient över en tricuspidalisinsufficiens (TI) indikerar (vid avsaknad av hö-sidig utflödesobstruktion) en kvarstående hög PVR vilket är att förvänta initialt, men patologiskt i ett senare skede. Tillkomst av en mitralisinsufficiens kan indikera en progredierande vänsterkammardilatation till följd av en hsPDA. Högerkamarutflödet mäts med PW både före (RVOT) och efter pulmonalis klaffen (profil, hastighet, ev utflödesobstruktion?). PDA-flödet kan ofta detekteras med färgDoppler (CD) redan i denna bild om det når ned till pulmonalklaffen och går vä->hö. LV utflödeshastighet, före (LVOT= left ventricular outflow tract) och efter aortaklaffen, kan beräknas härifrån eller från Ap3Ch/5Ch vy, se nedan. Lungvensinflödet (via D-vågen) mäts enklast med PW och CW i den övre högra lungvenen.

Apikal 3-kammar/5-kammarvy (A3Ch/5Ch):

Med utgångspunkt i den Ap4ch vyn roteras proben motsols ca 90 grader, varpå LVOT och aortautflödet ses. Hos nyfödda ser man ofta fortfarande höger förmak och kammare, varför vyn då snarast kan betraktas som en 5-kammar vy, där LVOT utgör den 3:e eller 5:e kammaren respektive.

LVOT-VTI (Left Ventricular Outflow Tract Velocity Time Integral) och beräkning av LVO (Left Ventricular Output)

LVOTvti erhålls med pulsad doppler (PW) strax under aortaklaffplan med vinkelfel <20grader. $\text{Arean (CSA)} = \pi \times (\text{aortadiametern}/2)^2$. Slagvolymen (SV) = CSA x LVOTvti. Left ventricular output (LVO)= SV x hjärtfrekvensen (HF). Vid stora shuntflöden över PDA kommer vänster kammare behöva hantera en större slagvolym. Då aortaklaffarean kan anses vara konstant även under relativt långa tidsintervaller under nyföddhetsperioden, kan man välja att seriellt följa LVOTvti istället för att beräkna LVO. På detta sätt undviker man beräkningsfelet som utgår från mätning och kvadrering av aortaannulus.

- *LVO >300ml/kg/min kan anses vara förhöjd (164, 165).*

IVRT (Isovolumetrisk relaxationstid)

IVRT kan antingen mätas med PW som placeras i vänsterkammare mellan mitralis- och aortaklaffen några centimeter nedom klaffplanen, så att både in och utflöde fångas, alternativt används vävnads doppler (TDI) med PW placerad i mediala mitralisannulus (septalt). IVRT utgör tiden mellan aortaklaffens stängning och mitralisklaffens öppning. Vid nedsatt diastolisk funktion, vilket föreligger

hos det prematura barnet på grund av omoget myokard, kommer det ta längre tid för kammaren att relaxera tillräckligt för att skapa tryckskillnaden som öppnar mitralisklaffen och blir således förlängd. Vid stor shunt över PDA kommer vänster förmakstryck att öka och därmed tidigarelägga mitralisklaffens öppnande och därmed förkorta IVRT.

IVRT <35 ms hos ett prematurfött barn är att betrakta som kort (166)

Parasternal långaxelvy (PLAX)

I PLAX kan man ofta se tecken på vänstersidig förmaksförstoring redan vid en första anblick. Vä förmaksdiameter (LA) mäts med M-mode och relateras till aortarotens diameter (Ao) för beräkning av LA:Ao-kvoten, vilken normalt oftast är <1,4. LV end-diastoliska innerdiameter (LVIDd) kan mätas i M-mode eller 2D PLAX, (men numera rekommenderas mätning i PSAX) och z-score beräknas. I PLAX fångas lättast en eventuell mitralisinsufficiens. Vid senare bedömning är vänsterkammarsförstoring (> 2 SD) och tillkomst av mitralisinsufficiens viktiga tecken på stor volymshunt. Observera dock att en LV förstoring kan kvarstå en tid även efter att shuntvolymerna minskat.

Parasternal kortaxelvy (PSAX = parasternal short axis)

Med utgångspunkt i PLAX roteras proben ca 90 grader medsols, med aortaklaffen i centrum och pulmonalisutflödet till vänster i bild. Ibland behöver proben även vinklas något anteriort för att båda pulmonalisgrenarna skall framträda. Titta efter eventuell turbulens i pulmonalis huvudstam, ductusinflöde och klaffläckage över pulmonalisklaffen. Notera eventuellt klaffläckage över tricuspidalisklaffen och mät hastigheten/tryckgradienten med CW. Notera eventuellt läckage över förmaksseptum och i aortaklaffen.

I höjd med papillarmusklerna kan vänster kammars diameter mätas med M-mode eller 2D i diastole respektive systole (LVIDd, LVIDs). Det kan vara lättare att få en rak vinkel i denna vy. Vyn är också viktig vid bedömning av tryckförhållandet mellan vänster och höger kammare genom bedömning av septumställningen och vänsterkammarens form.

- *Som referensmaterial för LVIDd i PSAX rekommenderas Choudry, 2017 (37) eller Lopez, 2017 (36), tidigare användes oftast Pettersen, 2008 (35) .*

PI (pulmonalisinsufficiens)

PW gate placeras strax inferiort om pulmonalisklaffen i RVOT, där insufficiensen framträder som tydligast. Utifrån pulmonalisinsufficiensen kan trycket i lungkretsloppet skattas. Det *diastoliska* trycket (dPAP=diastolic pulmonary arterial pressure) beräknas utifrån Vmax i end-diastole $P_i^2 \times 4$ (+skattat RA tryck). Lungartärens *medeltryck* (mPAP) beräknas genom $P_i \times v\text{-max}^2 \times 4$ (+skattat RA tryck)

Diastoliskt framåtflöde i lungartärgrenar

Lungartärgrenarnas Dopplerprofiler och hastigheter mäts med PW med gate placerad i hö respektive vä lungartärgren, väl nedom bifurkationen. Vid avsaknad av aorto-pulmonell shunt (tex PDA) föreligger endast ett pulsastilt systoliskt framåtflöde i lungartärgrenarna, där *systoliskt* V-max > 2 m/s är att betrakta som förhöjd och bör föranleda kardiologkonsultbedömning av eventuell stenosis. Ett

diastoliskt framåtflöde betyder att en shunt föreligger och tilltagande diastolisk V-max är ett uttryck för ökade shuntvolym.

- *Diastoliskt V-max > 0,3m/s är signifikant och > 0,5m/s är att betrakta som än mer betydande shunt i lungartärgrenar (167) .*

Kortaxel (SAX) hög vänstersidig parasternal ductusvy

Ductusdiametern mäts där den är som smalast, i den pulmonella änden, men är ett osäkert mått med hög interobserver variabilitet (168). Med färgDoppler och PW/CW kan ductus flödes hastighet, riktning och utbredning (storlek) bedömas. En låg tryckgradient vä-hö eller bidirektionellt flöde över PDA är att förvänta postpartalt pga hög PVR. Ductus diameter bedöms vara liten om $\leq 1,4$ mm vid prematuritet (169) .

Flödesprofilen är relaterad till ductusstorleken och tryckgradienten (170) och kan delas in i "closing type" (differens v-max:v-min <2m/s), "pulsatile" (differens v-max:v-min >2m/s), "growing" (right-left <30%), "right-left" (right-left >30%) (171). PDA diameter <1,5mm är ofta restriktiv och sällan associerad med andra markörer för stor shuntvolym (169)

Suprasternal (Aorta): Aodesc v-max, (CW, PW)

Med proben placerad i jugulum eller under höger/vänster clavicel, med notchen åt barnets vänster och svansen mot hakan (ofta kan det hjälpa med en hand mellan barnets skulderblad för att lyfta upp thorax något) visualiseras arcus och dess tre avgångar i sin helhet. En kontinuerlig doppler (CW) placeras över aorta descendens, där V-max skall vara väl under 2m/s. Höga hastigheter skall inge misstanke om coarctation och barnkardiolog konsulteras. PW placeras med gaten nedom ductus.

Diastolisk flödesreversering i aorta descendens korrelerar väl med stor PDA-shuntvolym (164, 172, 173).

- *Barnkardiolog ska alltid konsulteras vid misstanke om coarctation!*

Subcostal vy (SC)

Med 2D och PW mäts storlek, flödesriktning och hastighet i en eventuell förmakskommunikation (ASD/PFO). Hypotesen att en förmaksshunt påverkar PDA-shunten förkastades i en studie av 100 barn födda v 25-26 som ej fann signifikant skillnad vid ASD >2 mm jämfört med <2mm (66). Med PW bedöms dessutom hastigheter och ev flödesreversering i aorta descendens, arteria coeliaca, arteria mesenterica superior, se nedan.

Påverkan på målorgan

Hjärna:

Med proben placerad sagittalt över barnets fontanell visualiseras arteria cerebri anterior/arteria pericallosa med färgdoppler (CD). En pulsad doppler (PW) läggs med gaten placerad i kärlet. Mät resistensindex (RI) och notera diastoliskt flöde som normalt är framåt.

- *Diastolisk flödesreversering är patologisk och indikerar en signifikant PDA-shunt med steal-fenomen.*

Tarmar:

Med proben sagittalt över buken i central subcostal position, visualiseras bukaorta och dess två avgångar truncus coeliacus och arteria mesenterica superior med CD. Placera en pulsad doppler (PW) med gaten över respektive kärl, mät RI. Normalt föreligger diastoliskt framåtflöde i kärlen.

- *Diastolisk flödesreversering är patologisk och indikerar en signifikant PDA-shunt med steal-fenomen (34).*