

För gratis föreläsningar, länkar till podcasts, artiklar, denna handout, mm; gå till www.hemodynamik.se

Pumpar höger förmak och kammare undan det systemvenösa återflödet? Pumpar vänster förmak och kammare undan det pulmonella venösa återflödet? Levererar vänsterkammaren tillräckligt (bra cardiac output)? Kan det förbättras?



10 robusta ja/nej frågor och mätningar

Fall:

På en mekaniskt ventilerad patient kommer en inspiration att öka det intrathorakala trycket och därför orsaka en dilatation av en eftergivlig vena cava inf. (IVC; som ligger i buken). Undantaget är om höger förmak och kammare inte hinner pumpa undan blodet i höger förmak – då sker ingen signifikant dilatation av IVC.

Vid en kronisk pulmonell hypertension sker flera kompensationsmekismer i höger förmak och kammare; kammaren **dilaterar**, **hypertrofierar**, det uppkommer en **tricuspidalis insuff** (TI) och höger förmak förstoras. Även vid en relativ hypovolemi med reducerat venöst återflöde, kommer IVC genom både inspiration/expiration att förbli dilaterad och inte uppvisa någon dynamik.

Vad ska vi titta på och mäta för att bedöma om höger sida av hjärtat pumpar undan som den ska?

1

- Subkostal vy av IVC (SC IVC): Vid spontanandning ska IVC normalt vara < 2 cm i diameter och kollapsa > 50 % vid normal inspiration. Vid mekanisk ventilation ska IVC öka sin diameter vid inspiration. För att vara "volume responder" ska diametern öka > 18 %.
Om IVC är stor och icke-dynamisk pumpar inte högersidan undan!

- Subkostal 4-kammarvy (SC4ch): 80 % av högerkammarens (RV) muskelfibrer är longitudinella, mellan inflow - apex och apex - outflow (RV är grovt sett V-formad). Arbetet som RV levererar kan därför bedömas mha **AV-plansförkortning**. I SC4ch ses detta som en horisontell rörelse.

Hypertrofi av RV ses bäst i SC4Ch (mäts i diastole > 5 mm patologiskt).

TI avslöjas med färgdoppler i Sc4ch (Mnemonic BART: Blue Away Red Towards).

Kammardilatation bör inte bedömas i SC4ch.

2

Perikardexsudat som orsakar **tamponad** när trycket i perikardsäcken överstiger trycket i höger förmak (RA). Där är trycket som lägst under systole. Därefter kommer RV under diastole.

Eftersom hjärtsäcken är styv på kort sikt och eftergivlig på lång sikt kommer en snabb tillkomst av 50 ml perikardvätska (exv. efter knivstick) att orsaka tamponad, medan långsam tillkomst av 400 ml vid terminal njursvikt inte gör det.

I SC4ch kan tecken på tamponad bedömas både i RA och RV. Estimering av mängd vätska görs genom mätning i slutdiastole.

- Vid upphörd andningsdynamik i IVC tillsammans med shock måste diagnosen **ventilpneumothorax** övervägas. Pleuralinjen får ett distinkt utseende när pleura parietale och viscerale ligger an mot varandra som de ska göra. Den rörelseartefakt som uppkommer kallas för **lung sliding**. Vid en ventilpneumothorax kommer luft att ansamlas mellan pleurabladen i den del av hemithorax som är närmast taket. På en liggande patient innebär det att förekomst av lung sliding mellan intercostalrum 4 (I₄) till I₈ utesluter ventilpneumothorax på den sidan.

3

- Hastigt påkommen afterload-ökning för RV (submassiv eller massiv **lungembolism**, ARDS) gör att den inte klarar att pumpa undan det venösa återflödet. Kompensationsmekanismer när kapaciteten överstigs är; **kammardilatation, septal överskjutning, TI**. Hypertrofiering av kammarväggen startar inom 48 - 96 h. RV-funktionen/dysfunktionen estimeras väl med Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion **TAPSE**. TAPSE < 17 mm är patologiskt.

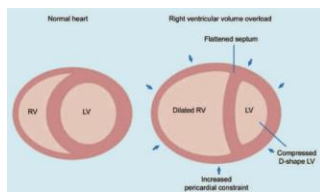
4

- TAPSE mäts med M-mode i apikal 4-kammare (A4Ch). Falskt höga värden kan fås vid hyperdynamisk LV (RV apical rocking) och stor TI.

- Kammardilatation bedöms i A4ch. Normalt fynd **RV < LV**. Även i parasternal långaxel (PLAX) dilaterar RVOT. I en normal PLAX har RVOT, aorta och LA samma diameter ("rule of thirds").

5

- Septal överskjutning bedöms i parasternal kortaxel i papillarmuskelplanet (SAX). Förhöjda tryck i RV kommer att platta till septum (**D-sign**).

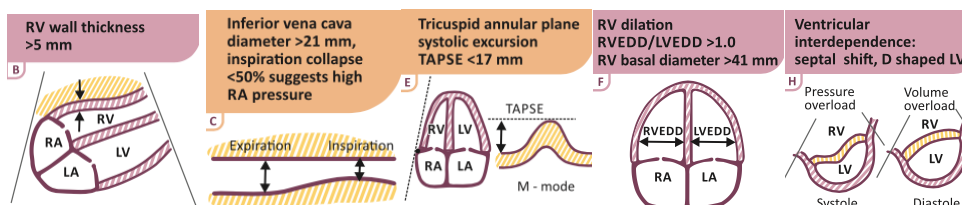


Grafik från [Harjola et al. Contemporary management of acute right ventricular failure, European J heart failure 2016.](#)

- Långsamt påkommen afterload-ökning; pulmonell hypertension (**PHT grupp 1 – 5**) kan bedömas efter samma principer. **RV väggtjocklek > 5 mm indikerar att det finns en kronisk komponent.**

Graden av PHT kan bedömas genom estimering av systoliska pulmonella arteriella trycket (SPAP) i A4ch eller aortafönstret i SAX. Med Bernoullis förenklade ekvation estimeras tryckskillnaden mellan RV och RA genom att mäta regurgitationshastigheten i TI (TR V_{max}). I ekvationen ingår även CVP eller estimering av trycket i RA (RAP); 3, 8 eller 15 mm Hg beroende på om det finns kollaps av IVC vid inspiration samt om diametern är < eller > 21 mm. TR V_{max} > 3,5 m/s talar för kronisk PHT. Vid massiv eller submassiv LE kommer TR V_{max} vara 2,8 - 3,5 m/s.

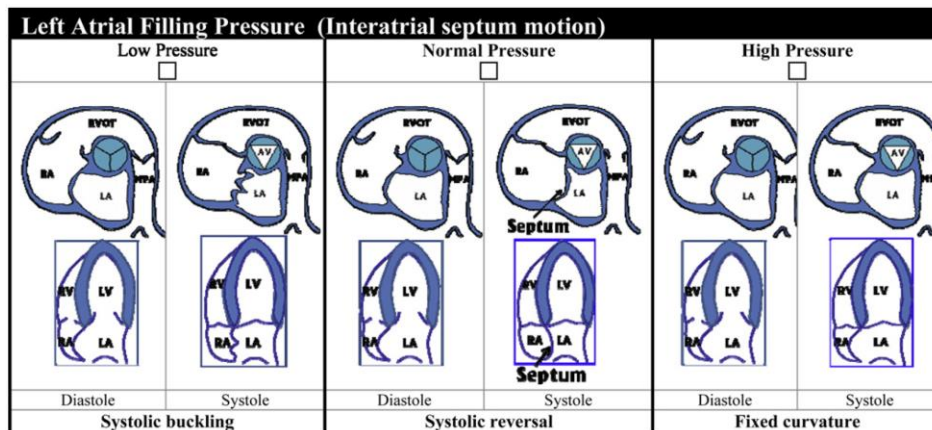
Bernoullis förenklade ekvation: $SPAP = 4 \times (TR V_{max}^2) + RAP$



Grafik från [Harjola et al. Contemporary management of acute right ventricular failure, European J heart failure 2016.](#)

Vad ska vi titta på och mäta för att bedöma om vänster sida av hjärtat pumpar undan som den ska?

- A4Ch tillåter bedömning om vänster förmaks (LA) storlek. Normalt sett 10 % > RA. Estimera visuellt!
- Vid normala fyllnadstryck i LA (LAP) ska förmaksseptum bukta fram och tillbaka mellan RA och LA under hjärtcykeln. Vid **höga LAP** kommer förmaksseptum att bukta in i RA under hela cykeln.



Grafik från [C.F. Royse "Ultrasound-guided haemodynamic state assessment". Best Practice & Research Clinical Anesthesia 2009.](#)

- **Mitralisufficiens (MI)** ses med färgdoppler i A4ch eller PLAX. Dock svårare att kvantifiera. Sekundära tecken på MI är förstorat LA, högt LAP.
- 6
- **Diastolisk dysfunktion** i LV kommer också att orsaka förstorat LA, högt LAP. Relaxationsstörningen i sig kan mätas med **vävnadsdoppler; TDI**. Om den diastoliska hastigheten (e') i den septala vävnaden understiger 5 cm/sek talar det för diastolisk dysfunktion.

Classification of Diastolic Function by our Primary Definition				
Grade	Grade 0 (Normal)	Grade I (Impaired Relaxation)	Grade II (Pseudonormal)	Grade III (Restrictive)
Mitral Valve Inflow				
Septal Annulus Tissue Doppler				
Primary Definition	Septal $e' \geq 8$ cm/s	Septal $e' < 8$ cm/s E/A < 0.8	Septal $e' < 8$ cm/s E/A 0.8-1.5 E/e' 9-12	Septal $e' < 8$ cm/s E/A > 2 DT < 160 ms E/e' ≥ 13

Grafik från [Brown et al. "Diastolic dysfunction and mortality i early severe sepsis and septic shock". Critical Ultrasound J 2012.](#)

- **Mitral Annular Plane Systolic Excursion (MAPSE) < 10 mm är patologiskt.** MAPSE ≤ 9 mm vid shock var i en studie associerad med diastolisk och systolisk dysfunktion och sämre outcome. Mäts med M-mode i både laterala väggen och septum ([Bergenzaun et al, 2013](#)).
- 7

Levererar vänstersidan tillräckligt? Kan det förbättras?

- **Vänsterkammarens ejektionsfraktion (LVEF) måste alltid bedömas i ljust av preload och afterload! EF ≠ kontraktilitet! EF ≠ slagvolym!**
- 8
- **LVEF** kan visuellt delas in i mycket låg, låg, normal och hyperdynamisk i A4ch och SAX i papillarplanet. Tänk på att man vid tachykardi tenderar att överskatta LVEF och underskatta vid bradykardi.
 - **MAPSE** går oftast att få till även vid dålig insyn. MAPSE > 10 mm talar för en LVEF > 55 %
 - Slaglängden fås genom att lägga pulsad doppler (PW) i Left Ventricular Outflow Tract (LVOT). **Slaglängden (VTI)** är vanligen 15-25 cm. Använd det som ett dynamiskt mått före och efter en intervention (exv. passive leg raise). Genom att multiplicera med LVOT-arean fås slagvolymen och genom att multiplicera den med hjärtfrekvensen fås hjärtminutvolymen (CO).
- 9
- TDI basalt över kammarseptum och vänsterkammarens fria vägg kan avslöja systolisk dysfunktion som inte avslöjas enbart genom att titta på LVEF. **S' < 8 cm/sek talar för systolisk dysfunktion.**
 - Hyperdynamik i LV kan bero på låg afterload eller låg preload eller en kombination av båda (eller en mitralisprolaps). För att differentiera krävs en syntes av slutdiastolisk volym, blodtryck, systolisk funktion, inställningar på respirator, estimering av fyllnadstryck och venöst återflöde.
- 10
- Bedömning av IVC om patienten spontanandas:**
IVC diameter < 10 mm → volume responsive
IVC 10-20 mm med > 50 % kollaps vid inspiration → volume responsive
IVC > 20 mm → non-responder
IVC 10-20 mm + < 50 % kollaps → non-responder
- Under pågående HLR kan ultraljud göra stor skillnad. I [the REASON trial](#), där man studerade prehospitla hjärtstopp såg man att patienter med hjärtstopp sekundärt till tamponad hade bättre överlevnad än resten av populationen – om de fick en akut pericardioscentes.
- Studiens primära syfte var att se på frånvaro av hjärtrörelser med ultraljud som prognostiskt mått. Tre patienter med frånvaro av hjärtrörelser initialt överlevde till utskrivning från sjukhuset (av totalt 793 patienter inkluderade i studien). Av de som hade hjärtrörelser överlevde tio personer till utskrivning.