

Hemodynamica



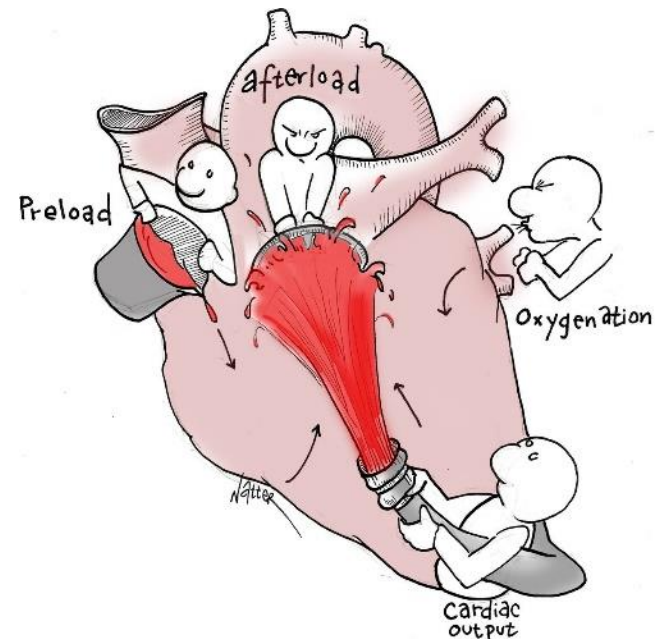
Online masterclass

Chantal van der Heijden

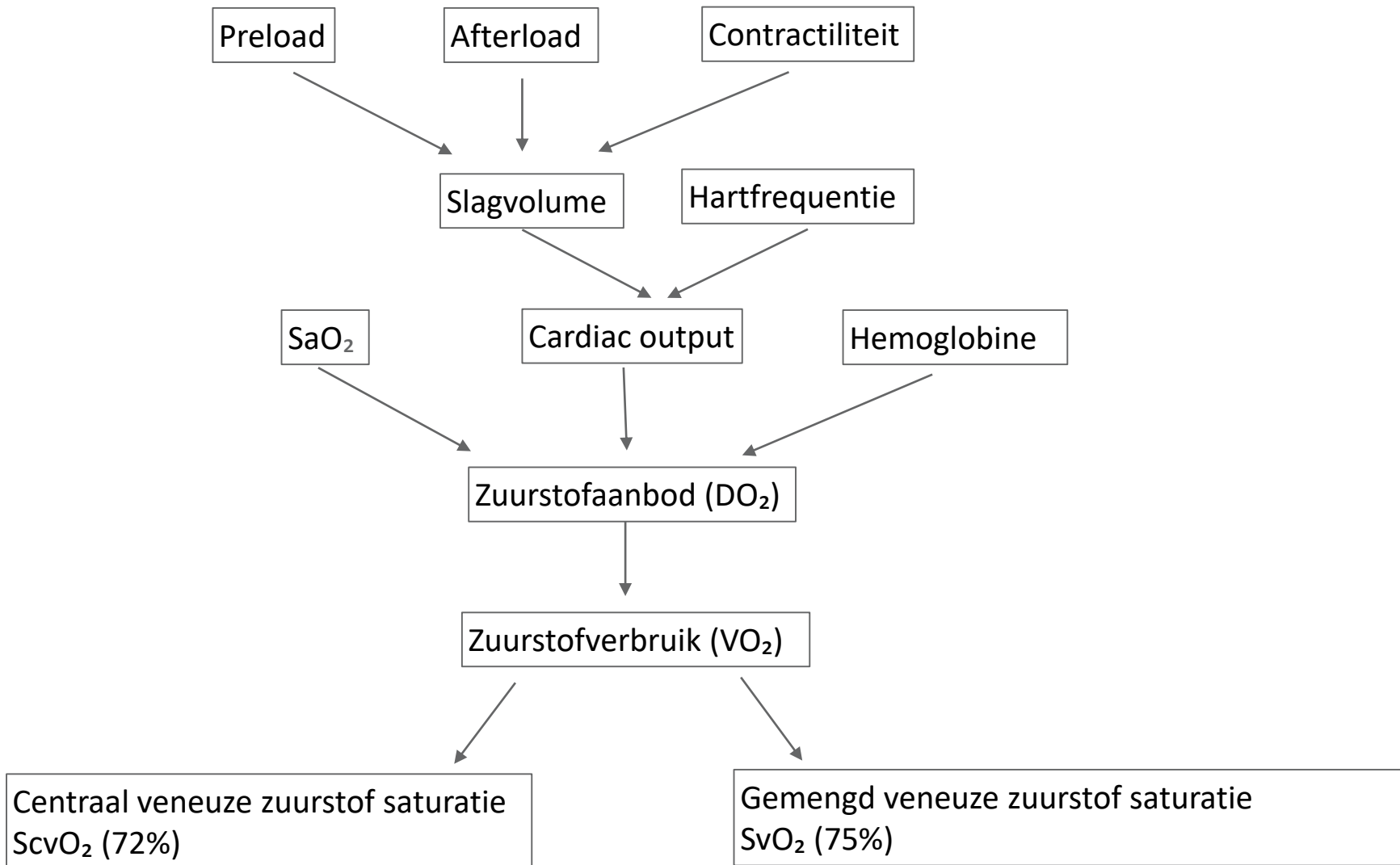
Circulation Practitioner

Inhoud

- Hemodynamisch schema
- Arteriële bloeddruk
- Cardiac output
- Hartfrequentie
- Preload
- Afterload
- Contractiliteit
- Veneuze zuurstofsaturatie



Hemodynamisch schema



Hemodynamische begrippen

Wat is het doel van circulatie?

- Het reguleren van een adequate weefseloxygenatie door voldoende bloedflow en bloeddruk

Belangrijk!

- Flow en druk zijn twee verschillende parameters, maar worden vaak tegelijk met elkaar gebruikt:
 - Pt. met een lage bloeddruk heeft niet per definitie een lage CO
 - Pt. met een lage CO heeft niet per definitie een lage bloeddruk

Bloeddruk



Welke bloeddruk is beter?

1. RR 90/60mmHg

of

2. RR 110/35mmHg

Mean Arterial Pressure (MAP)

→= Perfusiedruk

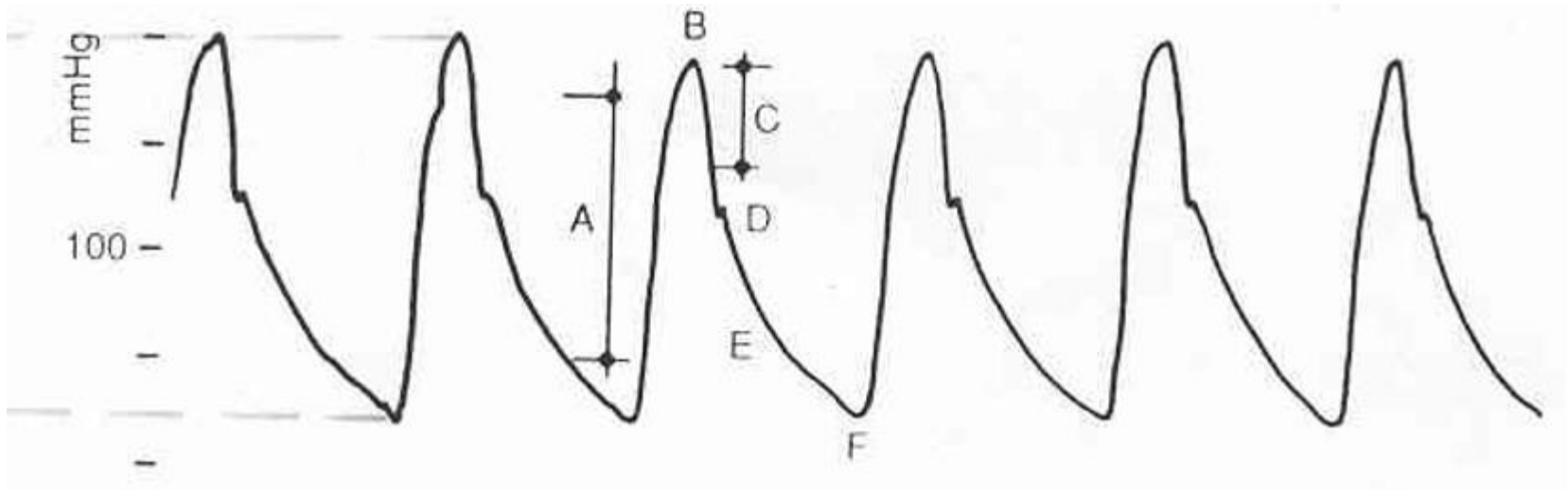
→= Systole + (2x diastole) : 3

Wet van Ohm

De relatie tussen bloeddruk (BD), cardiac output (CO) en systemische vaatweerstand (SVR) wordt wiskundig uitgedrukt als:

→ $BD = CO \times SVR$

Arteriële bloeddrukcurve



A: Systolische fase: Uitdrijving bloed LV

B: Maximaal gemeten systolische druk

C: LV in eindsystolische fase, start van de diastole

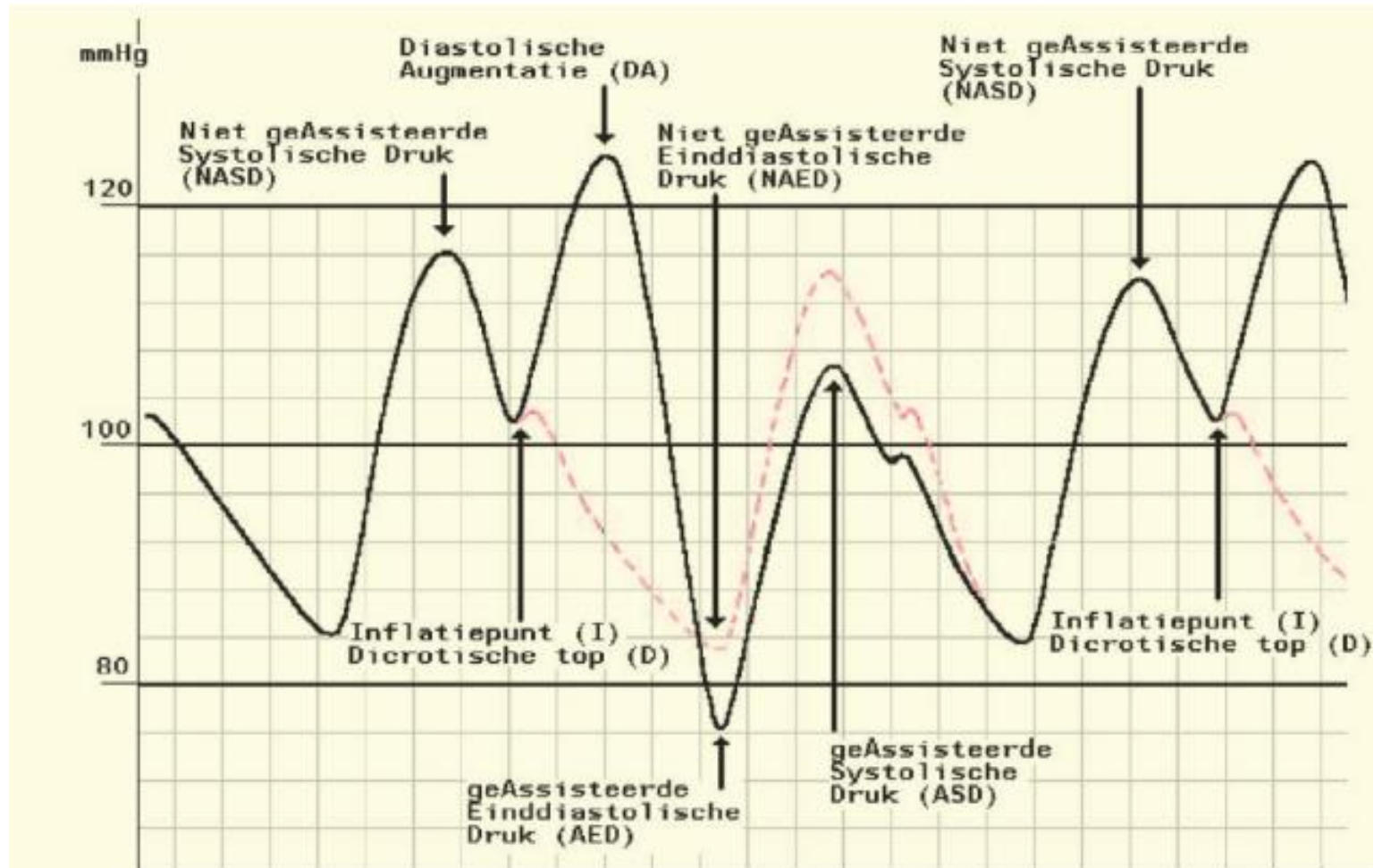
D: Dicrotic nodge: Sluiten aortaklep. Hierna coronaire perfusie.

E: 2^e deel diastolische fase

F: Laagst gemeten diastolische druk

Een goede curve is van belang voor een betrouwbare meting!

Arteriële bloeddrukcurve + IABP



Cardiac output

Bloedflow

→ Cardiac output = Hartminuutvolume

= Slagvolume (ml) x hartfrequentie (min)

Normaalwaarde = $4-8 \text{ L} / \text{min}$

→ Slagvolume = Hoeveelheid bloed wat per contractie wordt uitgedrukt

= Einddiastolisch volume min eindsystolisch volume

Normaalwaarde = $60-70 \text{ ml} / \text{slag}$

→ Cardiac index = CO gedeeld door lichaamsoppervlakte (BSA)

= BSA = lengte (cm) x gewicht (kg) x 0,007

Normaalwaarde = $2,8 - 4 \text{ L/min/m}^2$

Hartfrequentie

Hartfrequentie van 60 bpm

Hartcyclus van 1 sec

Systolische fase 0,35 sec

Diastolische fase 0,65 sec

Hartfrequentie van 180 bpm

Hartcyclus van 0,33 sec

Systolische fase 0,16 sec

Diastolische fase 0,17 sec

Hartfrequentie

Cardiac output = hartfrequentie x slagvolume

→ Zowel bradycardie als tachycardie kunnen verlaging geven van CO

Moderate tachycardia



Cardiac Output = (Heart Rate)(Stroke Volume)

Severe tachycardia (heart rate >> 150 b/m)



Cardiac Output = (Heart Rate)(Stroke Volume)

Moderate bradycardia



Cardiac Output = (Heart Rate)(Stroke Volume)

Severe bradycardia



Cardiac Output = (Heart Rate)(Stroke Volume)

Preload

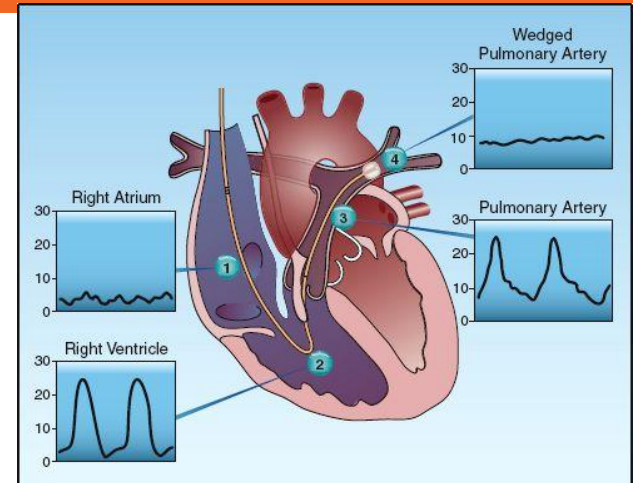


Definitie van preload:

- De mate van rek in de hartspiervezels aan het einde van de diastole
- Einddiastolische druk
- Vullingstatus

Preload

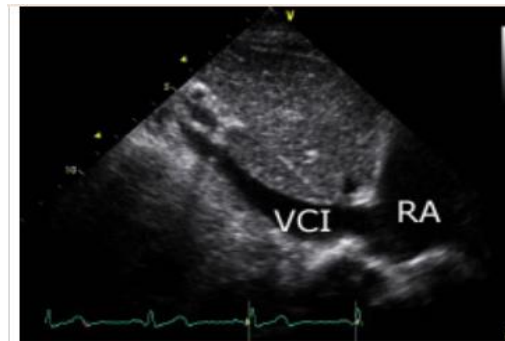
Hoe meet je de preload?



→ Centraal veneuze druk (CVD) / Rechter atrium (RA) druk

- Normaalwaarde <8mmHg
- CVL → Distale lumen
- SwanGanz → Proximale lumen

→ Echo vena cava inferior

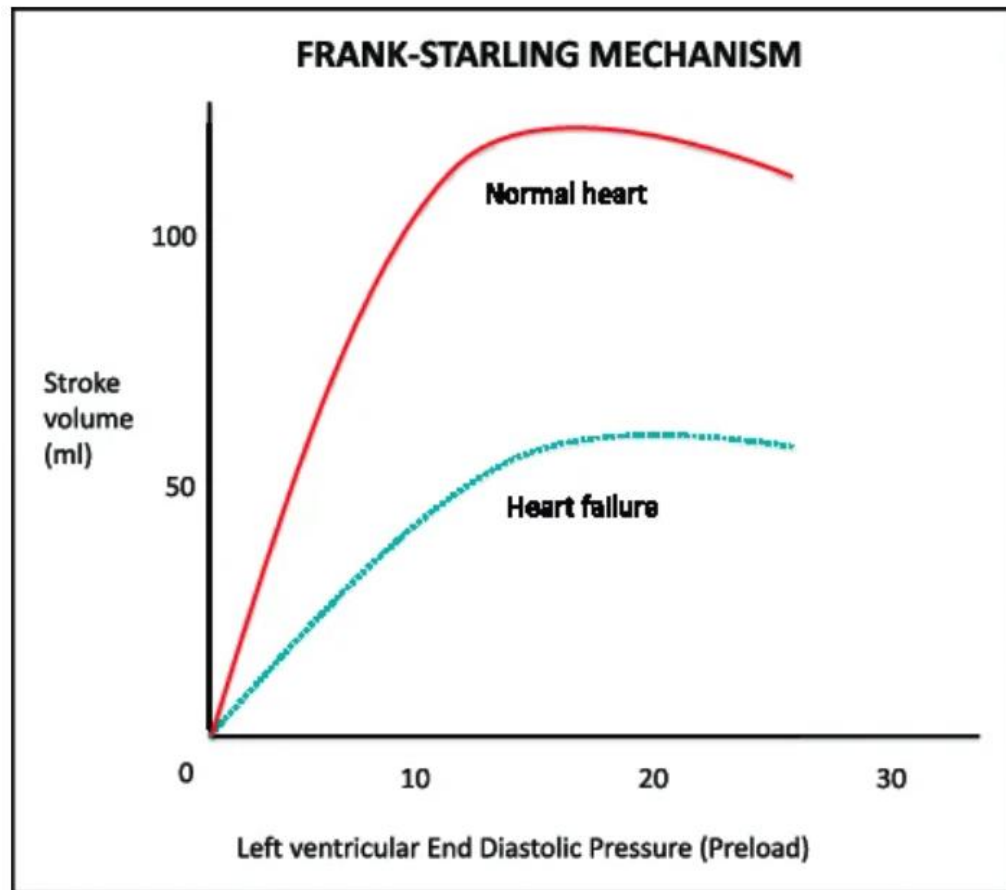


→ Pulmonary Capillary Wedge Pressure (PCWP) (wedge / wigge druk)

- Normaalwaarde < 12mmHg
- Komt overeen met einddiastolische druk in linker ventrikel, mits...

Preload

Hoe beïnvloed je de preload?



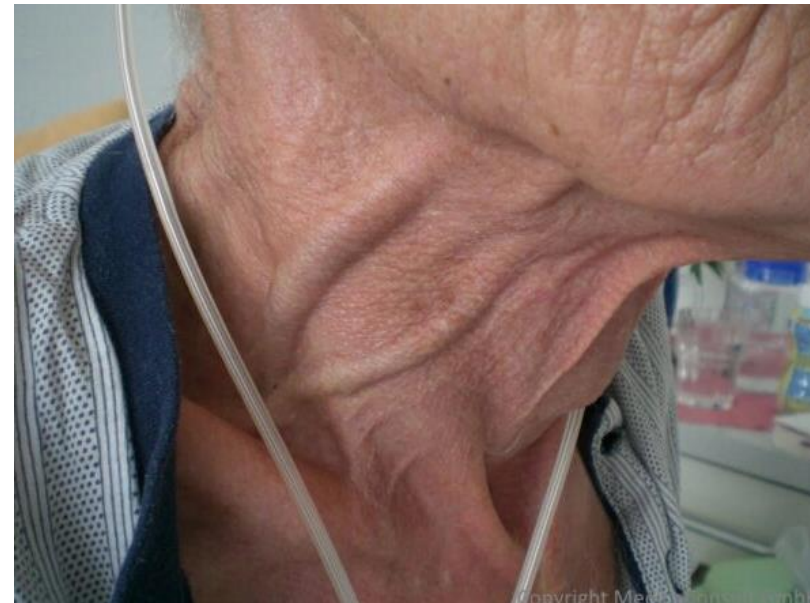
Preload - CVD

Aandachtspunten CVD:

- De CVD weerspiegelt de druk in het hart, niet het circulerende bloedvolume
- Een absolute waarde van de CVD voorspelt niet of het hart bij vloeistoftherapie beter zal presteren, oftewel of het slagvolume en daarmee CO stijgt
- Een acute stijging van de CVD tijdens/ net na het vullen kan worden beschouwd als een alarmsignaal → stop de vulling
- CVD niet betrouwbaar als hier vocht/medicatie op loopt ($\geq 3\text{cc/uur}$)

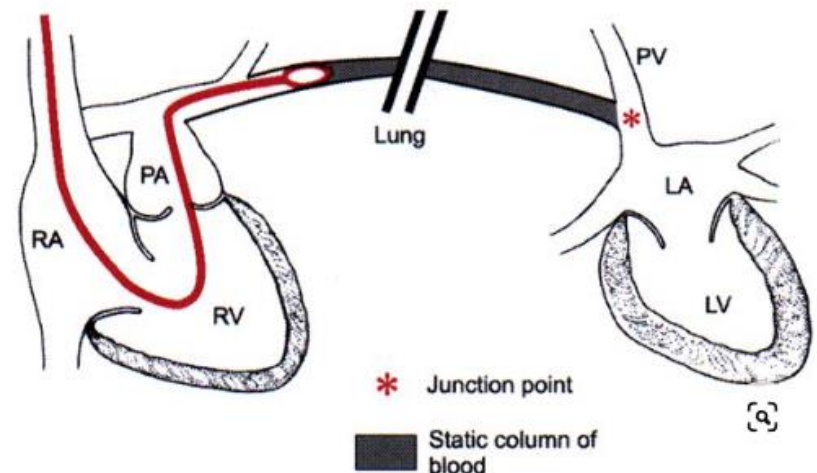
Oorzaken verhoogde CVD

- Hypervolemie
- Tamponade
- Tricuspidalis- of pulmonaalklep stenose of –insufficiëntie
- Rechter en/of linker ventrikel falen
- Pulmonale hypertensie
- Massale longembolieën
- PEEP / mechanische beademing



Oorzaken verhoogde PCWP

- Linker ventrikel falen
- Overvulling
- Mitralisklepstenose/insufficiëntie
- Aortaklepstenose/insufficiëntie



Afterload

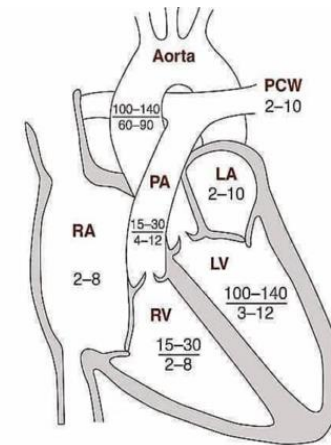


Definitie van afterload?

→ De mate van weerstand waartegen het hart moet uitpompen

Hoe meet je de afterload?

- Mean Arterial Pressure (MAP)
- Pulmonal Arterial Pressure (PAP)
- Systemische vaatweerstand (SVR)



Een IABP geeft afterloadreductie!

RA	RV	PA	Lungs	LA	LV	Aorta
2-8	15-30 2-8	15-30 4-12	PCW 2-10	2-10	100-140 3-12	100-140 60-90

Pulmonaal arterie pressure (PAP)

PAP curve

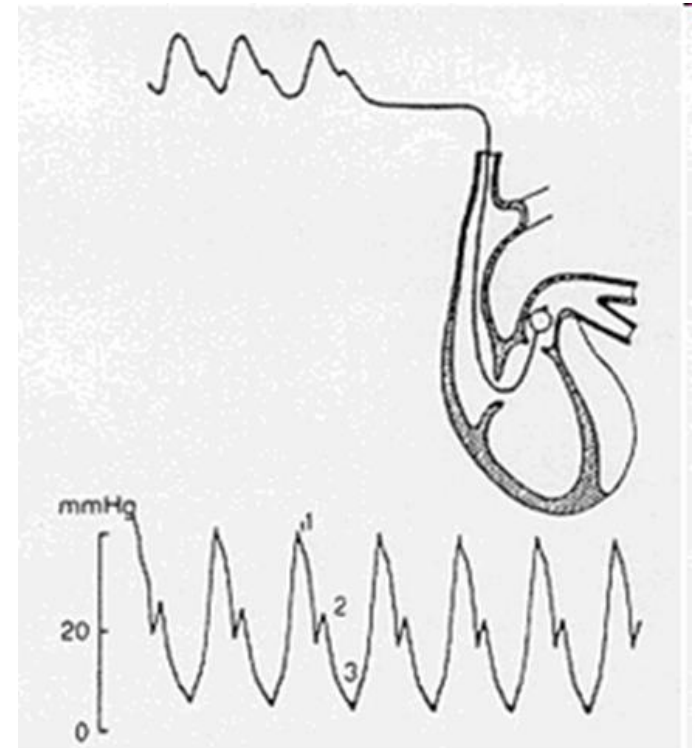
1. Systole, de rechterventrikel pompt bloed in de arteria pulmonalis
2. De dicrotic notch, lichte drukstijging t.g.v. het sluiten van de pulmonalisklep
3. De diastolische fase in de arteria pulmonalis

Normaal waardes:

Systolisch: 15-30mmHg

Diastolisch: 5-15mmHg

Mean PAP: 9-16mmHg

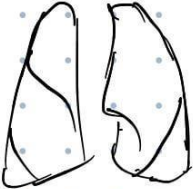
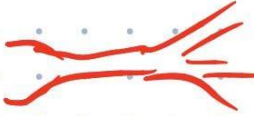


Systemische vaatweerstand

Definitie van SVR:

- De weerstand die de bloedstroom in de bloedvaten ondervindt
- Formule berekenen van SVR: $(MAP - CVD) : CO \times 80$
- Normaalwaarde = 800-1200dyne-s/cm⁵
- SVR meting kan helpen onderscheid te maken in type shock

Typen shock en hemodynamische parameters

					
	CVP	PCWP	DO	SVR	
Hypovolemic	↓	↓	↓	↑	
Obstructive	↑	↓	↓	↑	
Cardiogenic	↑	↑	↓	↑	
Distributive / Anaphylactic	↓	↓	↑	↓	

S(c)vO ₂
↓
↓
↓
↑

Systemische vaatweerstand

Oorzaken verhoogde SVR

- Vasoconstrictie bij cardiogene, hypovolemische en obstructieve shock
- Vasoconstrictie door medicatie, zoals vasopressie
- Hypothermie
- Chronische hypertensie

Oorzaken verlaagde SVR

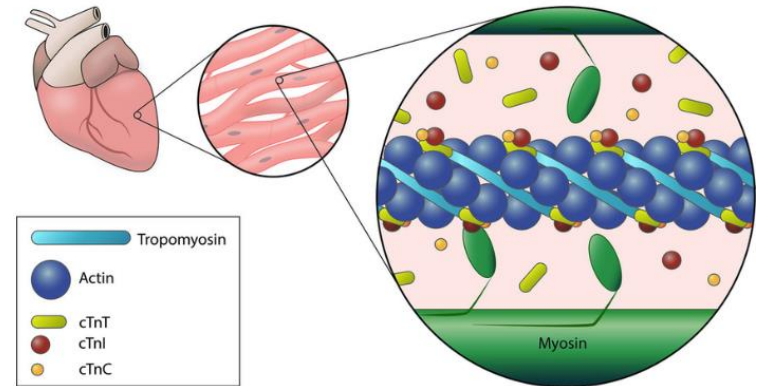
- Vasodilatatie bij distributieve shock
- Vasodilatatie door medicatie, zoals milrinon, ace remmers, NTG, sildenafil
- Levercirrose
- Ziekte van addison

Contractiliteit

Definitie van contractiliteit:

Passieve rekeigenschap van het hart

→ Het intrinsieke vermogen van de hartspiercellen (cardiomyocyten) om samen te trekken → “knijpkracht”



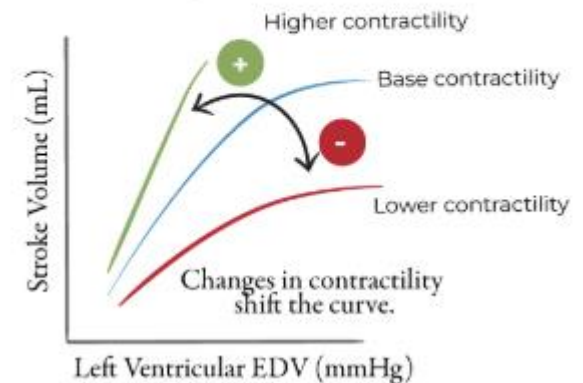
Actieve rekeigenschap van het hart

→ Wet van Frank Starling:

Meer vulling leidt tot een krachtigere samentrekking:
De cardiomyocyten worden meer uitgerekt,
waardoor de actine- en myosine eiwitten hun
onderlinge overlappende structuur optimaliseren

Frank-Starling Law

Shows that stroke volume changes as Preload/EDV does.
The curve shifts right/left with changes in contractility.



Contractiliteit

Hoe meet je contractiliteit?

= alleen indirect te meten

→ Via een TransThoracale Echo (TTE) wordt de ejectiefractie gemeten:

$$\rightarrow EF = [(EDV - ESV) / EDV] \times 100\%$$

→ Via een hartkatheterisatie

→ Via een cardiale MRI

Contractiliteit

Hoe beïnvloed je contractiliteit?

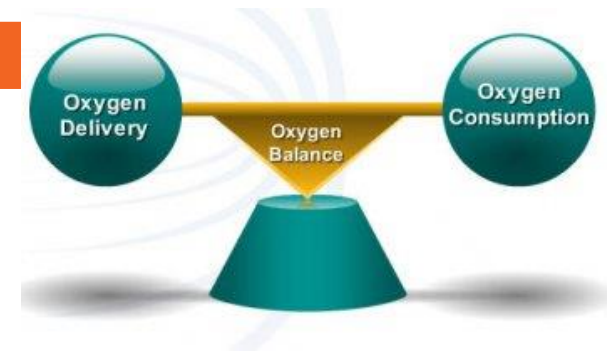
Positief:

- Inotropie: dobutamine, milrinon, digoxine
- Vullingsstatus optimaliseren
- Afterload verlagen
- CRT-P of CRT-D

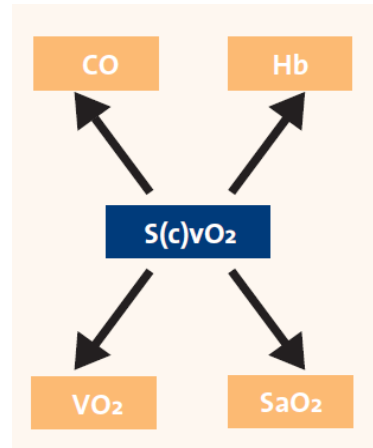
Negatief:

- Bètablokkers, calcium antagonisten
- Hartinfarct, ischemie
- Cardiomyopathie
- Verlaagd calcium

Veneuze zuurstofsaturatie



- $ScvO_2$ = centraal veneuze zuurstofsaturatie gemeten in het rechteratrium
 - Normaalwaarde = 72%
- SvO_2 = gemengd veneuze zuurstofsaturatie gemeten in de arteria pulmonalis
 - Normaalwaarde = 75%
- Het is een nuttige parameter in het opsporen van weefselhypoxie
- Het bevat informatie omtrent de balans tussen het zuurstof aanbod (DO_2) en het zuurstof verbruik (VO_2)



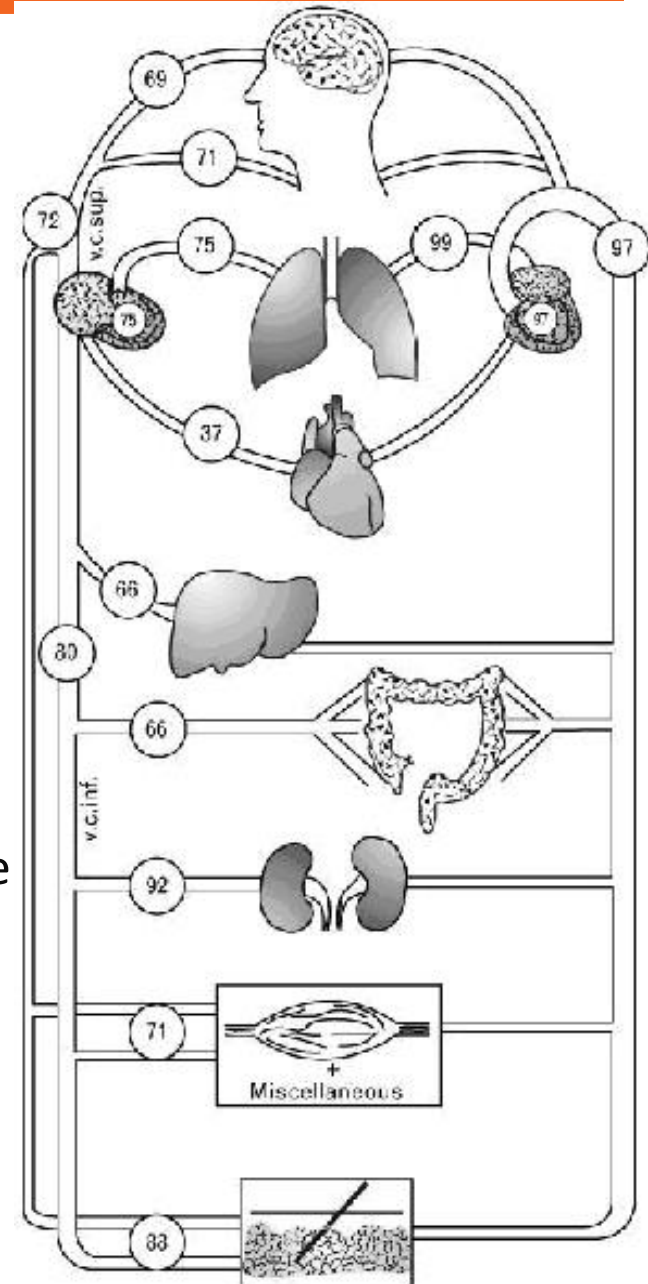
Veneuze zuurstofsaturatie

Het hart heeft de hoogste zuurstof extractie

→ De sinus coronarius heeft een veneuze zuurstofsaturatie van circa **40%**

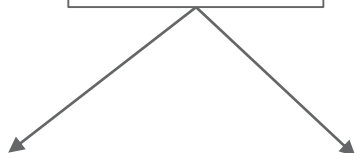
De nieren hebben de laagste zuurstof extractie

→ De vena renalis heeft een veneuze zuurstofsaturatie van circa **90%**



Pathofysiologie veneuze zuurstofsaturatie

↓ ScvO₂



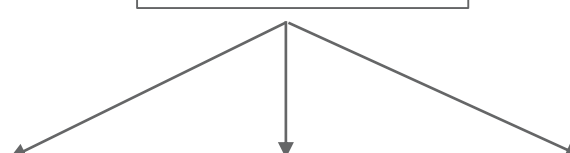
↓ O₂ aanbod:

- Anemie / bloeding
- Hypoxie
- Insufficiënte cardiac output (hypovolemie / myocard dysfunctie)

↑ O₂ consumptie:

- Pijn
- Koorts
- Rillingen
- Onrust/angst
- Verhoogde metabole vraag (sepsis)

↑ ScvO₂



↑ O₂ aanbod:

- Toename cardiac output (inotropie)
- Adequate oxygenatie
- Bloedtransfusie

↓ O₂ consumptie:

- Sedatie
- Verdoving
- Hypothermie

↓ O₂ extractie:

- Shunting micro-circulatie (sepsis)
- Celdood

Samenvattend

- **Kijk naar het gehele klinische beeld van de patiënt**
 - Trek geen conclusies uit één losse waarde
 - Beoordeling perifere circulatie net zo belangrijk
- **Pas het hemodynamische schema toe**
 - Waar gaat het mis bij mijn patiënt en waar kan ik invloed op uitoefenen?
 - Klinisch redeneren toepassen

**Veel plezier nog bij de volgende les
over mechanische ondersteuning!**

