

CIRCULATIE

VICV NOVEMBER 2013

Bram Tilburgs, IC verpleegkundige
C1A, UMCN St. Radboud

Adequate weefsel perfusie

- Er is voldoende bloedstroom om:
 - De cellen van essentiële stoffen te voorzien.
 - Afval producten van de stofwisseling te verwijderen.

Aeroob/anaeroob

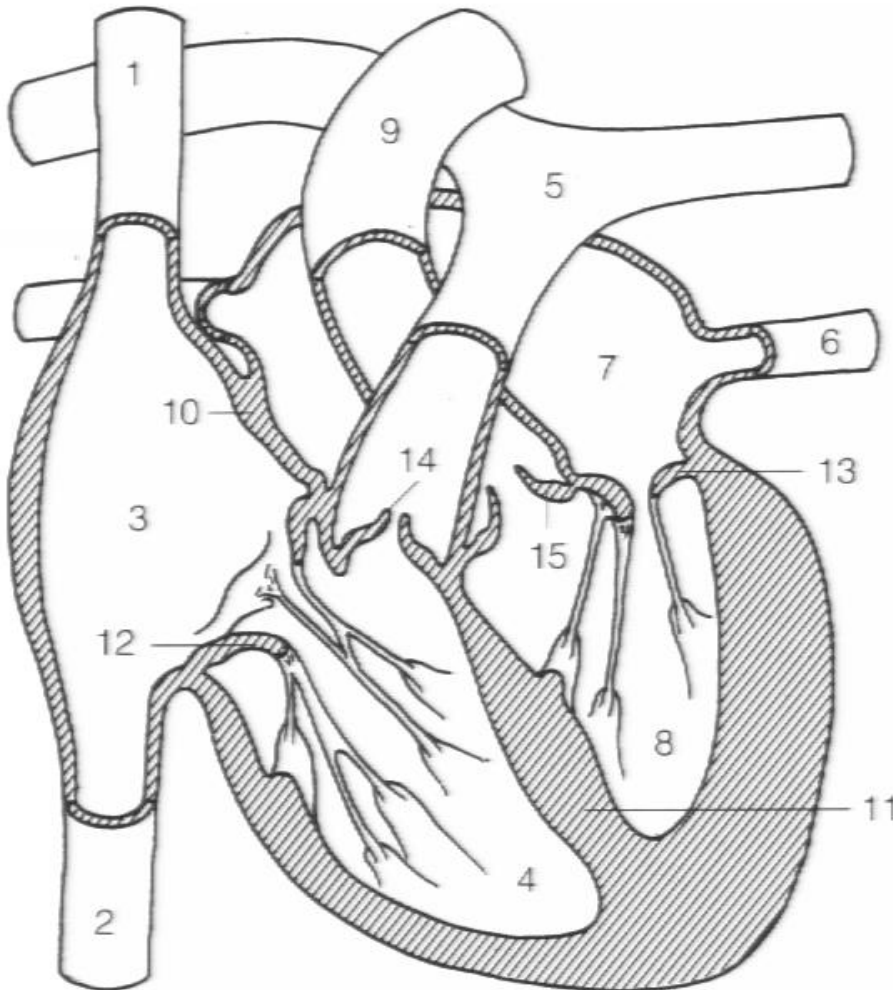
- Aeroob: 38 mmol ATP (en CO₂) uit 1 mmol glucose
- Anaeroob: 2 mmol ATP (en lactaat) uit 1 mmol glucose
- Anaeroob is dus veel minder effectief en leidt tot verzuring

Adequate weefsel perfusie

- Hier is voor nodig:
 - Bloedvolume
 - Voldoende pompfunctie
 - Een arterieel vaatbed
 - Een capillair vaatbed
 - Een veneus systeem

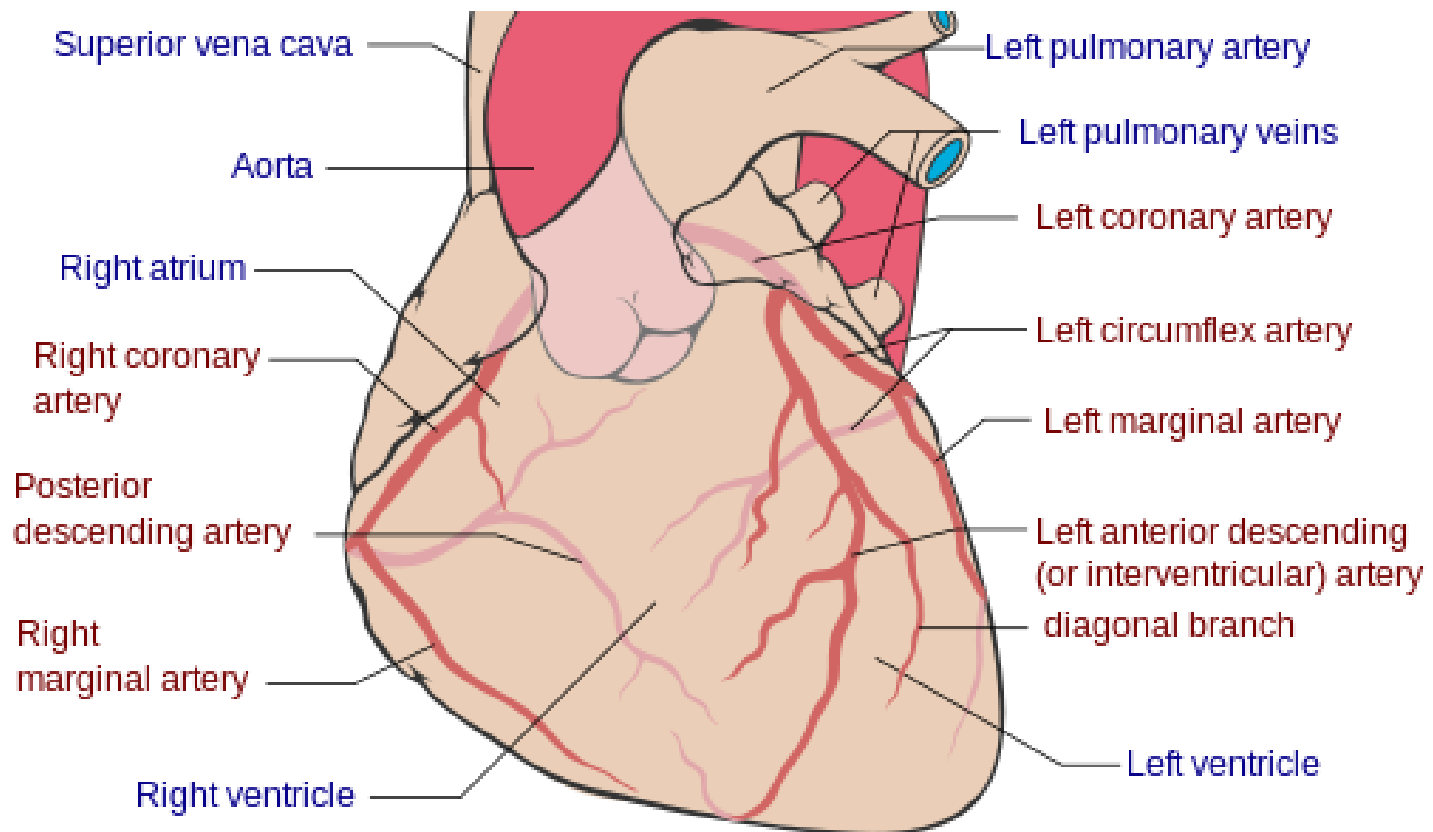
Adequate weefsel perfusie

- Dit zal zorgen voor:
 - Een saturatie > 90%
 - C.O > 4lt./min
 - (HB > 6mmol/l)



1. Vena cava superior
2. Vena cava inferior
3. Rechter atrium
4. Rechter ventrikel
5. Arteria pulmonalis
6. Vena pulmonalis
7. Linker atrium
8. Linker ventrikel
9. Aorta
10. Atrium septum
11. Ventrikel septum
12. Tricuspidalis klep
13. Mitralis klep
14. Pulmonalis klep
15. Aorta klep

Coronairen



Coronairsysteem (1)

- **Left anterior descending branch (LAD) :**
 - verzorgd VW van LV + 2/3 van interventriculaire septum
- **Ramus circumflexus:**
 - laterale en achterwand LV + LA
- **Right coronair arterie (RCA):**
 - Voorste afsplitsing: verzorgd RA + sinusknoop
 - Achterste afsplitsing: 1/3 deel interventriculaire septum + achterste LV

Wandopbouw van het hart (van binnen naar buiten)

- **Endocard** : dunne, zeer gladde epitheellaag met bindweefsel laagje aan het myocard gehecht.
- **Myocard** : spierweefsel
- **Epicard** : buitenste bekleding van het hart. Viscerale blad.
- **Pericard** : Gaat over zonder onderbreking in het perietale blad.

Anatomie van het hart

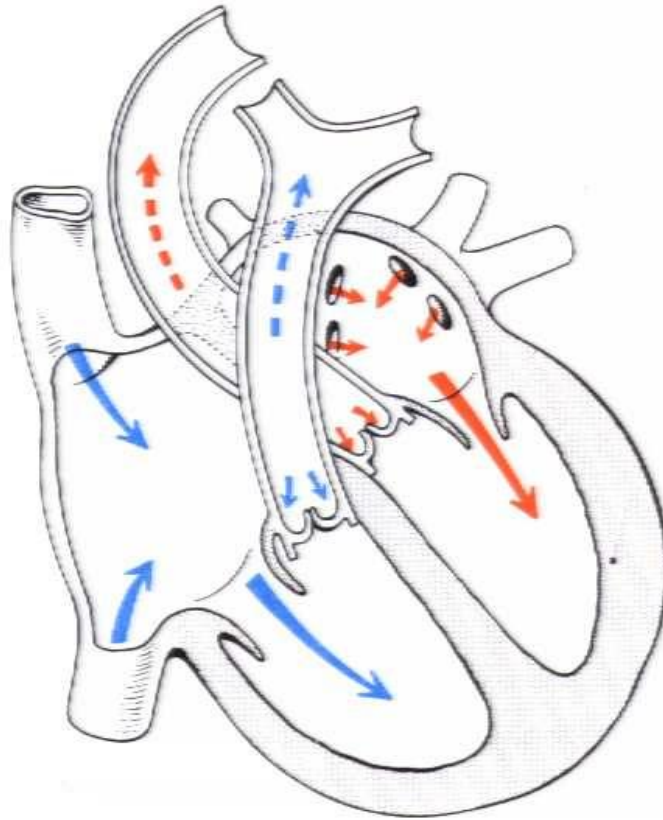


Verdeling intravasaal bloed volume

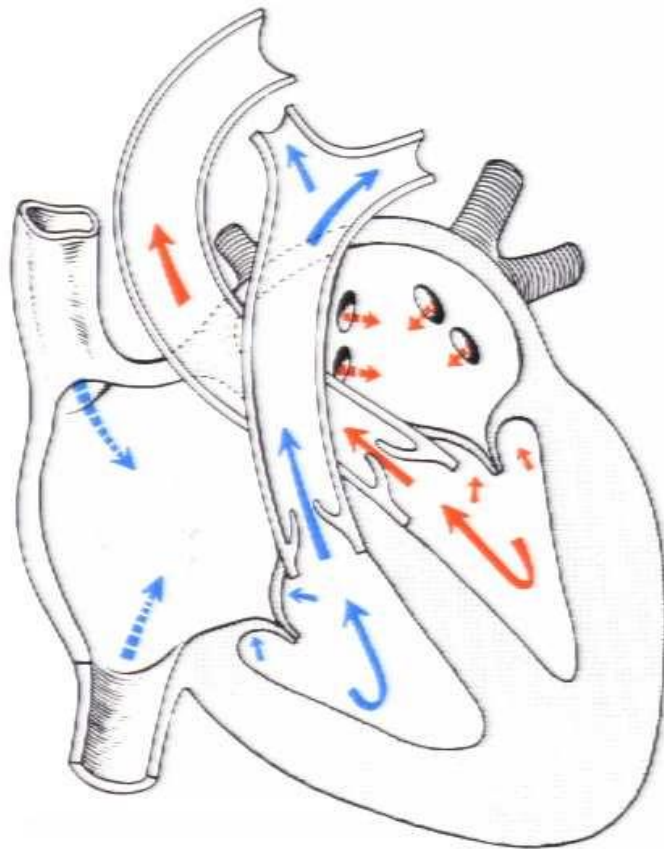
- Hart: 250 ml
- Aorta/arterieen: 550 ml
- Longvaatbed: 1300 ml
- Capillair bed: 300 ml
- Veneus bed: 2250

(bepalen van bloedvolume is voor praktijk niet van belang)

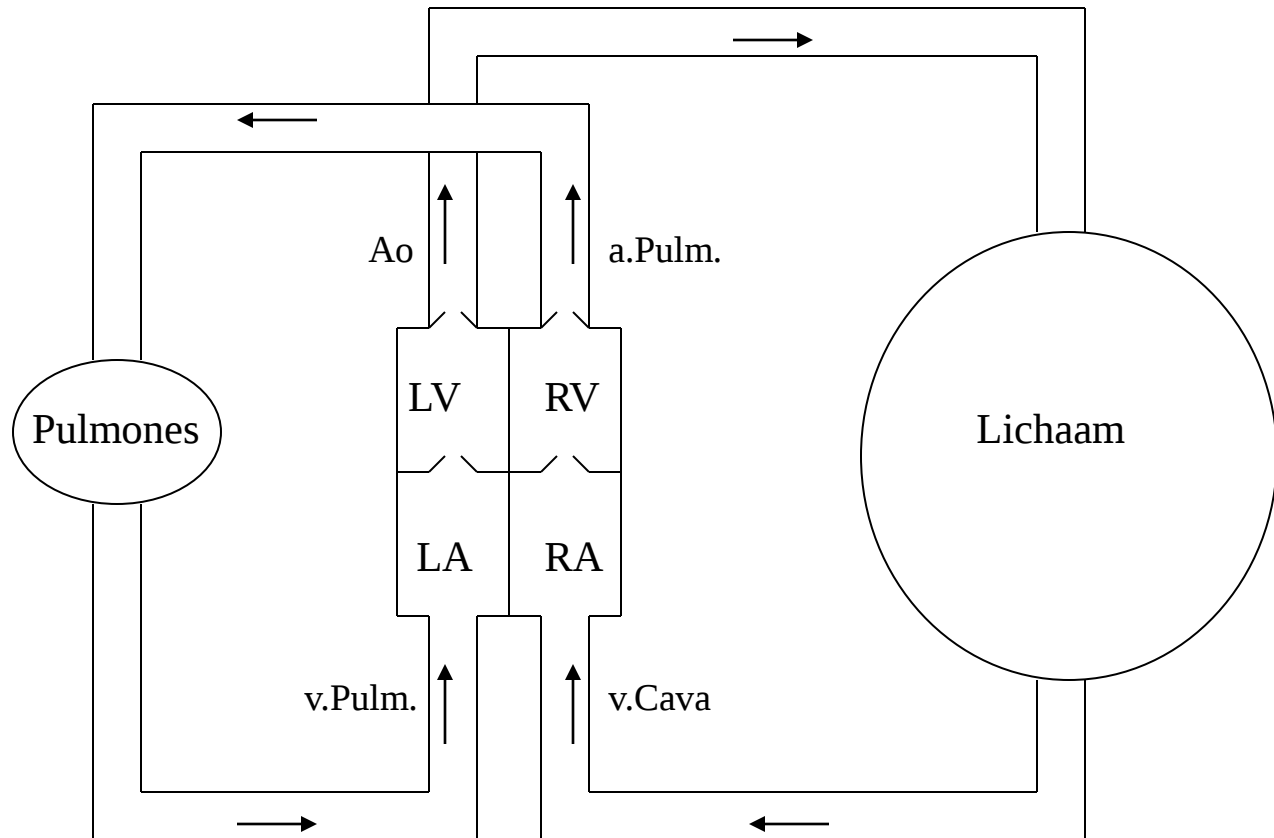
hart tijdens diastole



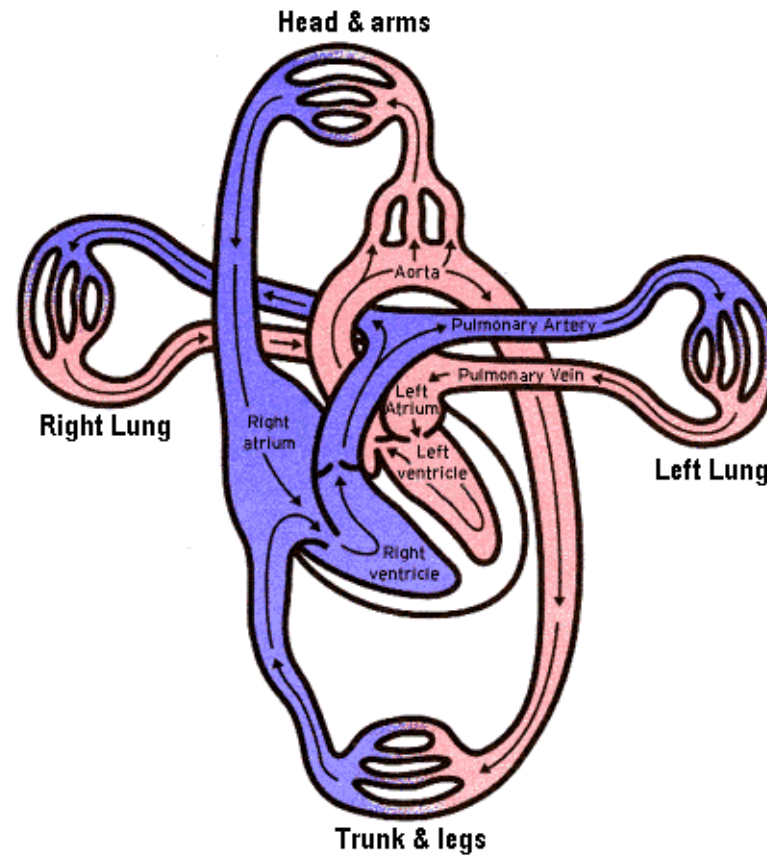
hart tijdens systole



Schema Bloedsomloop



Normale bloodflow



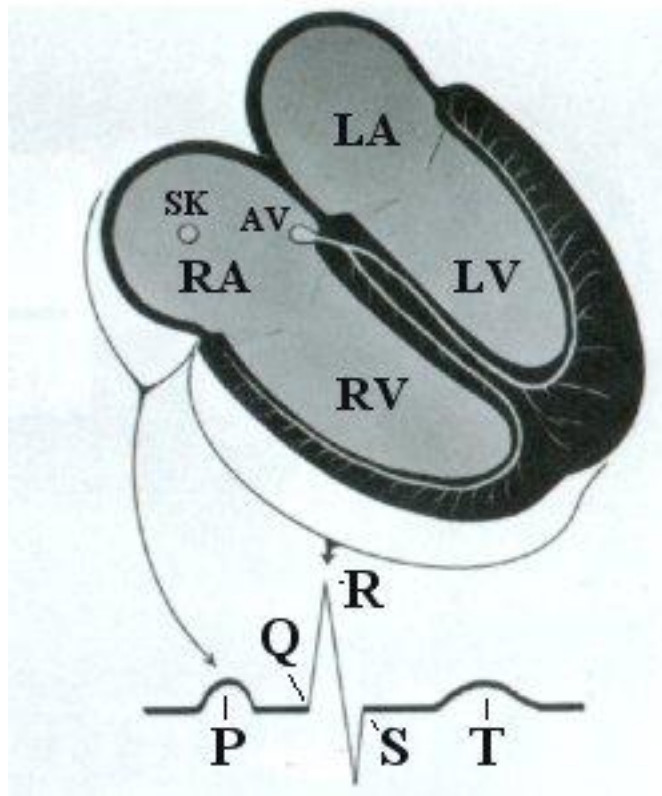
Pompwerking hart

- **Verschillende fasen:**
- passieve vulling atria vanuit veneuze systeem
- 'atrial kick', contractie atria waardoor "trap na" (25%)
- isovolumetrische contractie ventrikel (drukopbouw), sluiten TV/MV
- Ejectie-fase ventrikel, openen aorta/pulmonalisklep
- relaxatie ventrikel
- openen mitralis/tricuspidalisklep en passieve vulling ventrikels (75%)

Electrische geleiding in het hart

- **Sinusknoop** : 70x / inmonding vena cava superior.
- **AVknoop** : 50x / bodem van RA.
- Geen zenuwbaan tussen deze twee knopen !
- **Bundel van His** / loopt door de annulus fibrosus heen en splitst hoog in interventrikulaire septum in
- **Rechter en linker bundel tak**
- **Purkinje-vezels**
- Ventrikelmyocard : 40x

Prikkelgeleiding



Hartfrequentie

- Balans sympathische en parasympathische prikkels
- In rust 70/min (zonder prikkels 100/min)
- Directe beïnvloeding via zenuwstelsel
- Indirect via hormonen
- Medicamenten (o.a. inotropica, B-blokkers)

Stimulatie sympaticus

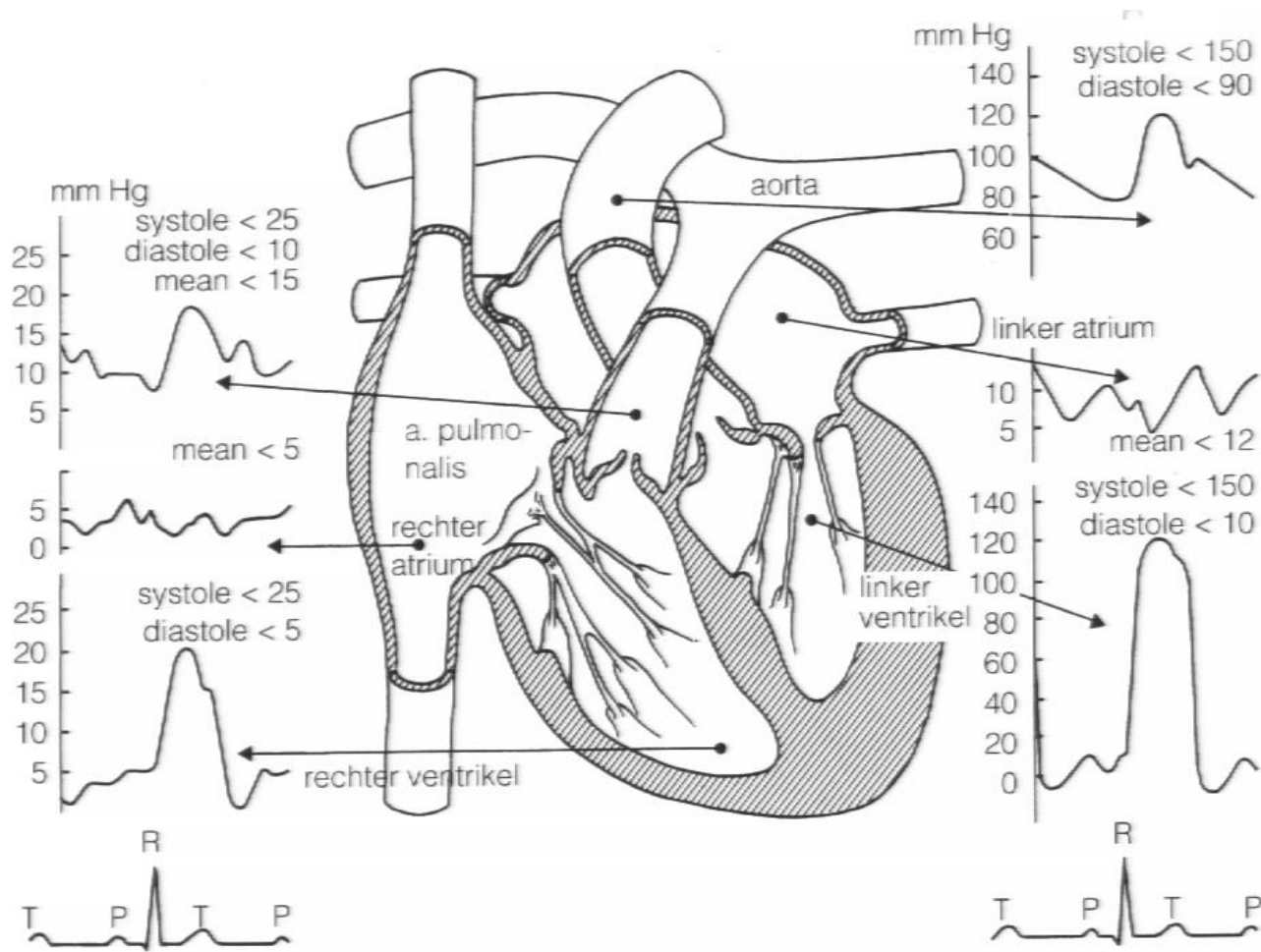
- Versnellen hart frequentie
- Coronair dilatatie
- Stimulering myocard metabolisme

HET EEN KAN NIET ZONDER HET ANDER!

Voorwaarden optimale pompfunctie

- Onbeschadigd myocard
- Goed functionerende kleppen
- Gave coronair arteriën
- Goede/regelmatige prikkel vorming vanuit sinus knoop
- Onbelemmerde prikkelgeleiding

drukken / curven rondom hart



Gesloten systeem

- Hart
- Vaatstelsel: arterie/ arteriolen/ capillairen / venen
- Bloed

bloedvolume

- volwassen man: 5 - 5,5 liter (75ml/kg)
- volwassen vrouw: 4 - 4,5 liter (67ml/kg)

Circulatie centraal/perifeer

- **CENTRAAL**

- hart en arteriële stelsel
- kenmerk; hoge druk en flow
- 15% van totale circulerend volume

- **PERIFEER**

- veneuze systeem en capillaire net
- kenmerk; lage druk en flow
- 85% van totale circulerend volume

Basis fysiologie: flow en druk

- **Doel circulatie:** reguleren van **weefseloxygenatie** door bloedflow en bloeddruk!
- **Bloedflow** = HMV = CO
- **Bloeddruk** = perfusiedruk = MEAN
- Bloeddruk en CO zijn dus **verschillende parameters**.

Bloeddruk (RR)

- MAP = Mean Arterial Pressure
(zegt iets over perfusiedruk in de organen)
- MAP = systole + (2x diastole): 3
- **MAP > 65 mmHg (?????)**

Bewaking perifere circulatie

- Huidskleur
- Delta T
- Capillair refill
- Plethsmonografie

Bewaking centrale circulatie

- Hartfrequentie en –ritme
- Diurese
- Bewustzijn
- Bloeddruk

Casus: vrouw 33 j. KNO-OK

- **PERIFEER:**

- Kleur : grauw
- Temp: 35,2 ($\Delta T=1$)
- Cap refill: 3 sec
- Afgevlakte pleths

- **CENTRAAL:**

- Bewustzijn: suf, post OK
- Hart: Sbr 50
- RR : 90/70 mmHg
- Diurese: ml/uur

Casus: man 40 j. flinke buikOK

- **PERIFEER:**

- Kleur: grijs
- Koud 35,2 ($\Delta T=3$)
- Capillair refill: 3 sec
- Afgevlakte pleths

- **CENTRAAL:**

- Bewustzijn: suf, post OK
- Hart: st 130
- RR: 90/50
- Diurese: 10 ml/uur

Casus: man 70 j. broekprotheseOK

- **CENTRAAL:**

- Bewustzijn goed
- Hart: SR 92
- RR 160/85
- Diurese 40 ml/uur

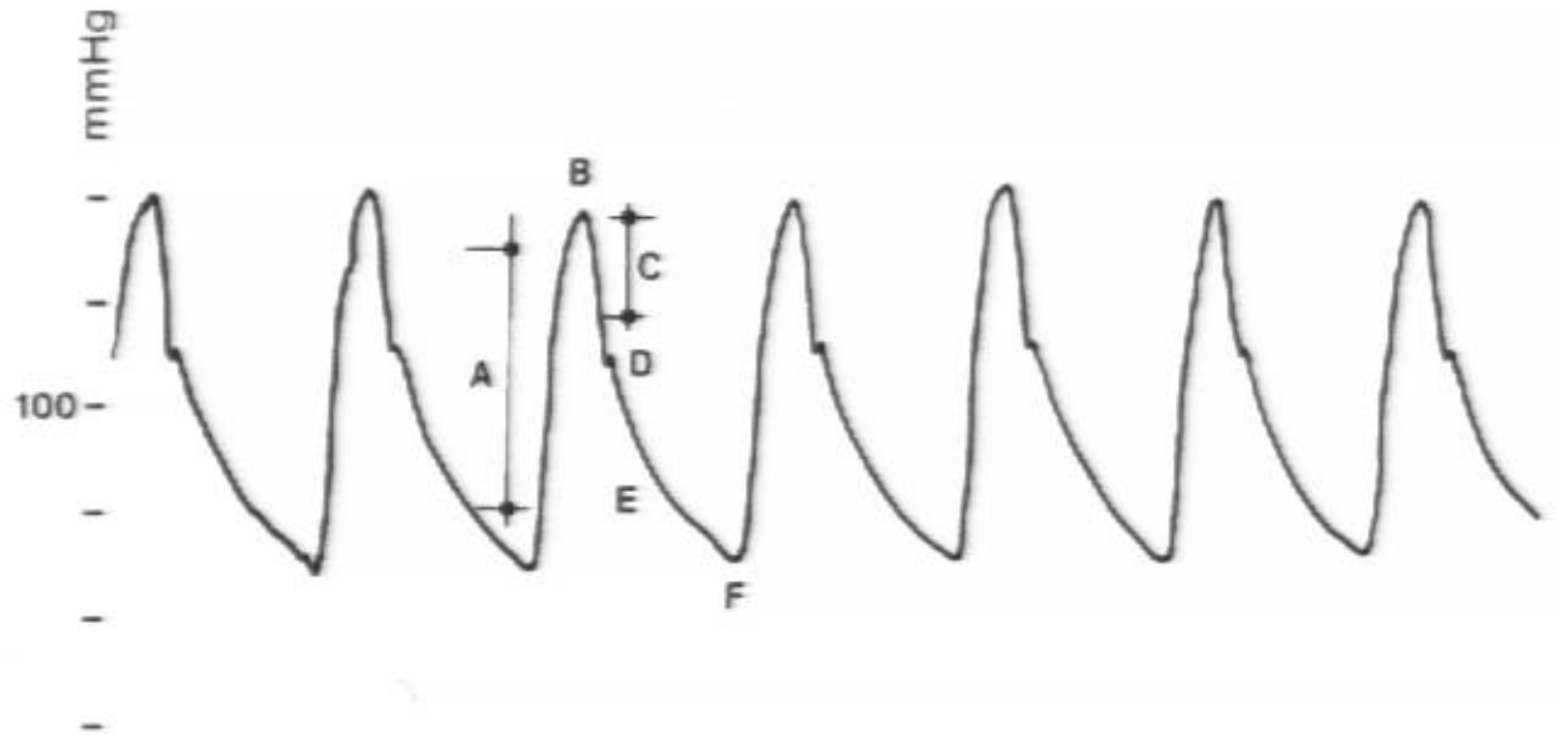
- **PERIFEER:**

- Warm/ li-voet koud ($\Delta T=9$)
- Normaal/ livide plekken
- capillair ref: 0,5 sec/ 5 sec
- Goede/afgevlakte curve

bloeddrukmeting

- non-invasief
- invasief

Arterie curve



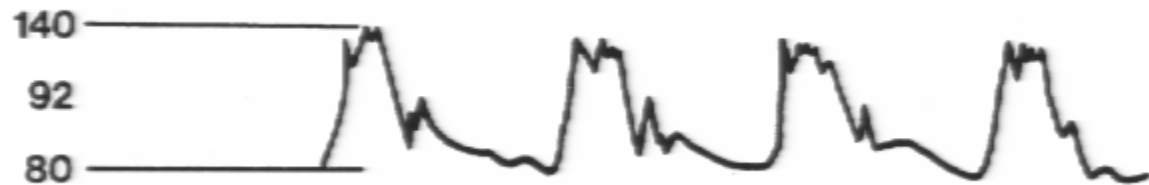
Afwijkingen arterie curve

- afgevlakte curve
- te hoge curve
 - overshoot curve
 - ringingcurve

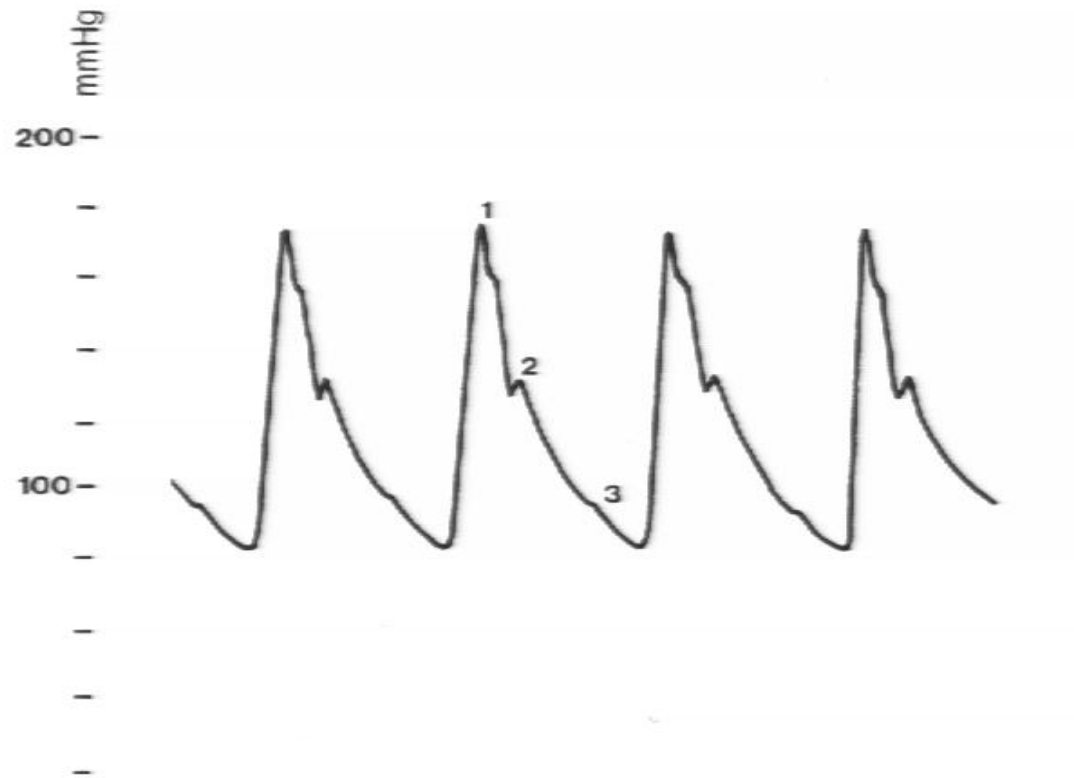
Afgevlakte arterie curve



Ringling arterie curve



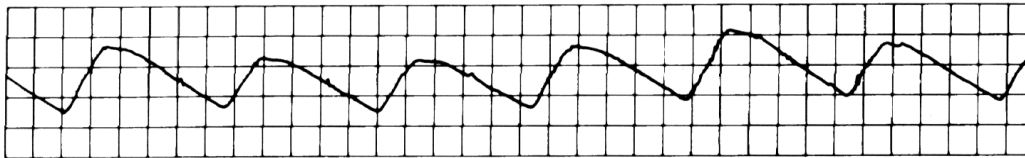
Overshoot arterie curve



Arteriëlijn

Voorbeelden van curves van arteriële drukken:

(a)



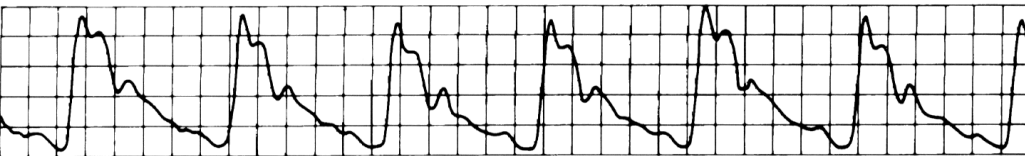
gedempte curve
(knik in lijn)

(b)



normale curve

(c)



“overshoot”-curve
(bij hoge drukken)

Arterie voor drukmeting

- arterie radialis
- arterie brachialis
- arterie femoralis
- arterie dorsalis pedis
- arterie tibialis posterior

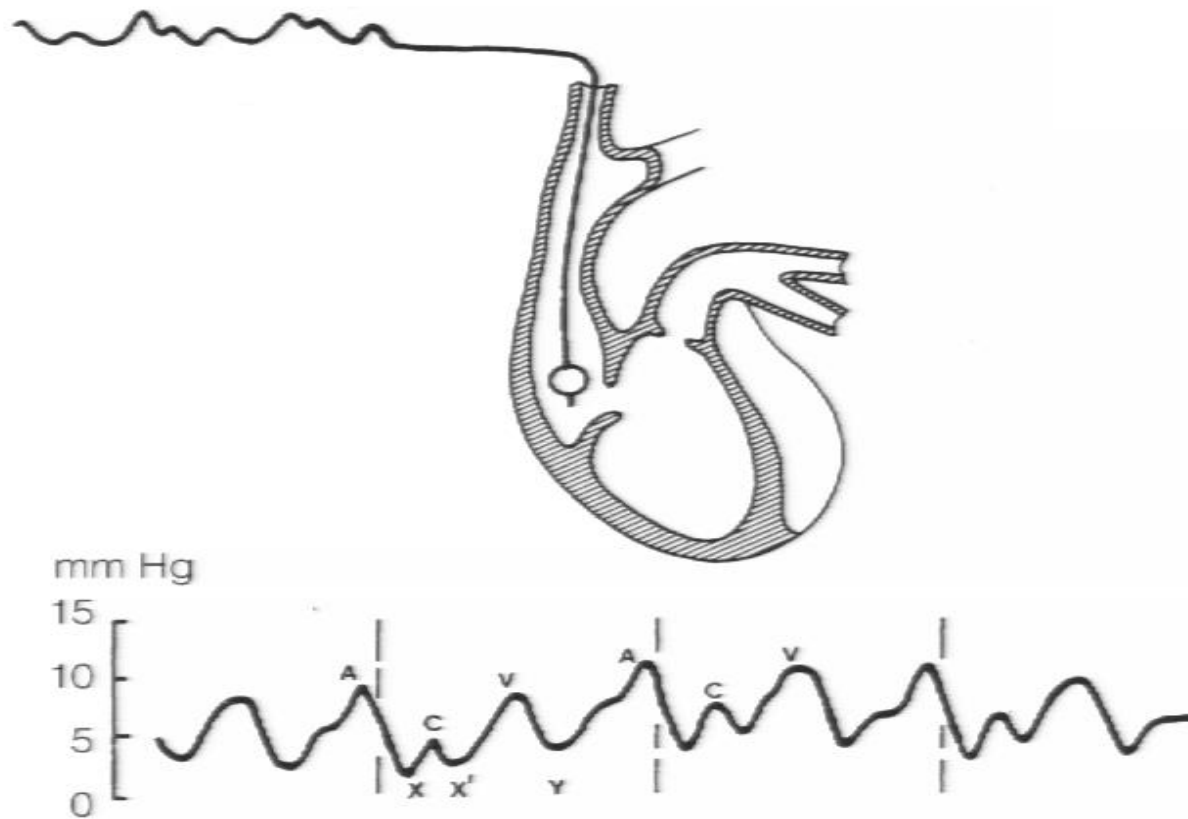
Complicaties van arteriële lijn

- infectie/ sepsis
- aneurysma
- dissectie
- obstructie --> ischemie
- pijn

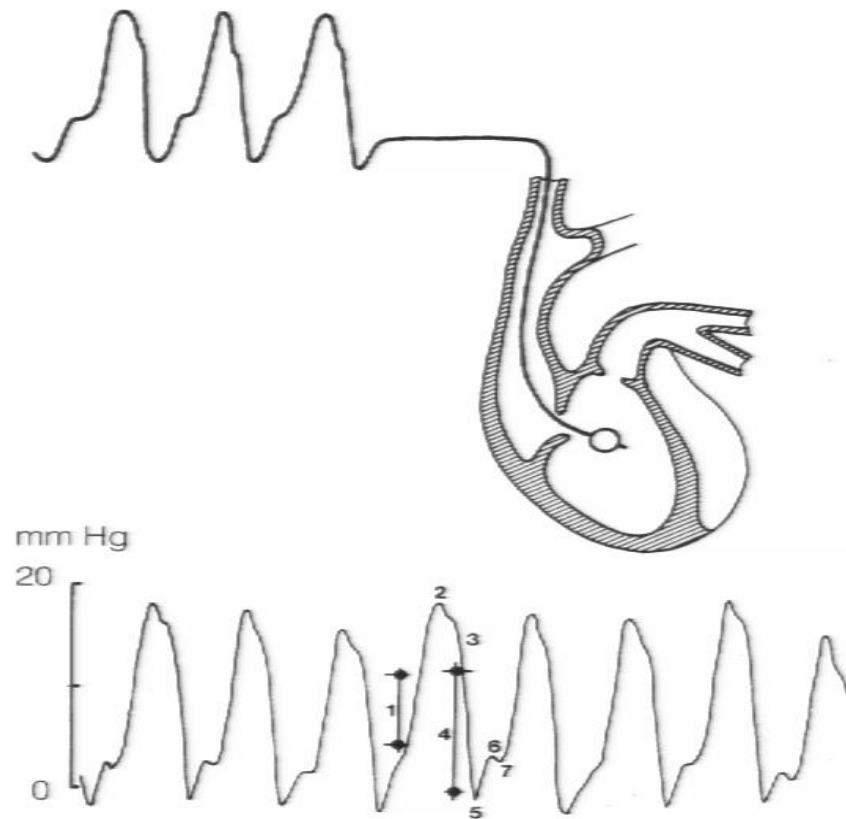
CVD meting met:

- centrale veneuze catheter
- Swan ganz catheter

CVD curve mean 3 - 6 mmHg



rechter ventrikel curve



Arteria Pulmonalis Catheter

- Synoniem met **Swan-Ganz-catheter, AP-catheter**
- Lange medische geschiedenis
- Beperkt bruikbaar geacht vanwege de invloed van intrathoracale drukken op de metingen.
- Toch blijft een Swan-Ganz-catheter praktisch voor het vervolgen van de cardiac output na vulling of gebruik van inotropica.

Inbrengen Swan Ganz catheter

- Swan Ganz inbrengen

Wat wordt gemeten en hoe?

- 1. Druk in arteria pulmonalis, systolisch en diastolisch (PASP en PADP)
- 2. Pulmonale Capillaire Wiggedruk (wedge): maat voor **preload linker ventrikel (“vullingstoestand”)**; hierbij sluit een balonnetje de arteria pulmonalis af en wordt er achter het balonnetje (distaal) een druk gemeten (“de wedge”), die via het pulmonale vaatbed een rechtstreeks verband heeft met de druk in het linker atrium: de preload voor de linker ventrikel
- moeizaam te interpreteren bij problemen met de compliance van het hart, klepproblemen (mitraalinsufficiëntie), beademing (PEEP), en andere intra-thoracale drukfenomenen

Swan Ganz Catheter

- De **cardiac output, m.b.v. de thermodilutiemethode volgens Fick**: een koude vloeistof wordt ingespoten in het rechter atrium en het temperatuursverloop in de arteria pulmonalis wordt gemeten: snelle opwarming van bloed ~ hoge cardiac output, trage opwarming (= veel koud bloed passeert de detector) ~ lage cardiac output.

Wat kan ik met de resultaten van een SG-catheter?

- **1. cardiac output vervolgen:**
 - a. effect inotropica vervolgen
 - b. de vullingstoestand van de patiënt beoordelen: verloop cardiac output na snelle vulling (fluid challenge: 250 ml in 5 min.)
- **2. de vullingstoestand vaatbed beoordelen, door:**
 - a. verloop wiggedruk (de beperkingen in aanmerking genomen!)
 - b. (CVD)

Wat kan ik met de resultaten van een SG-catheter?

- M.b.v. de cardiac output (C.O.) kunnen berekeningen worden uitgevoerd:
 - systemische vaatweerstand = SVR (of als index: SVRI)
 - pulmonale vaatweerstand = PVR (of als index PVRI)
- $SVR = (80 \cdot (MAP - CVD)) \setminus C.O.$
- $PVR = (80 \cdot (PAPM - PCWP)) \setminus C.O.$

Gemengd Veneuze Saturatie

- De **weefsels extraheren normaal 25-30% zuurstof** uit het arteriële bloed, dus het veneuze bloed is nog 75% gesatureerd (de gemengd veneuze saturatie).
- Deze SvO₂ is dus een **indirekte maat voor de** cardiac output.
- **cardiac output = hartfrequentie x slagvolume**



Lage re- atrium druk

- Hypovolumie
- Medicatie

Hoge re- atrium druk

Voorbeelden:

- Decompensatio cordis
- PEEP
- Pulmonale hypertensie
- Pulmonale pathologie (COPD)
- Tricuspidaal klep stenose of insuff
- Pulmonale klep problemen
- Pericarditis
- Harttamponade

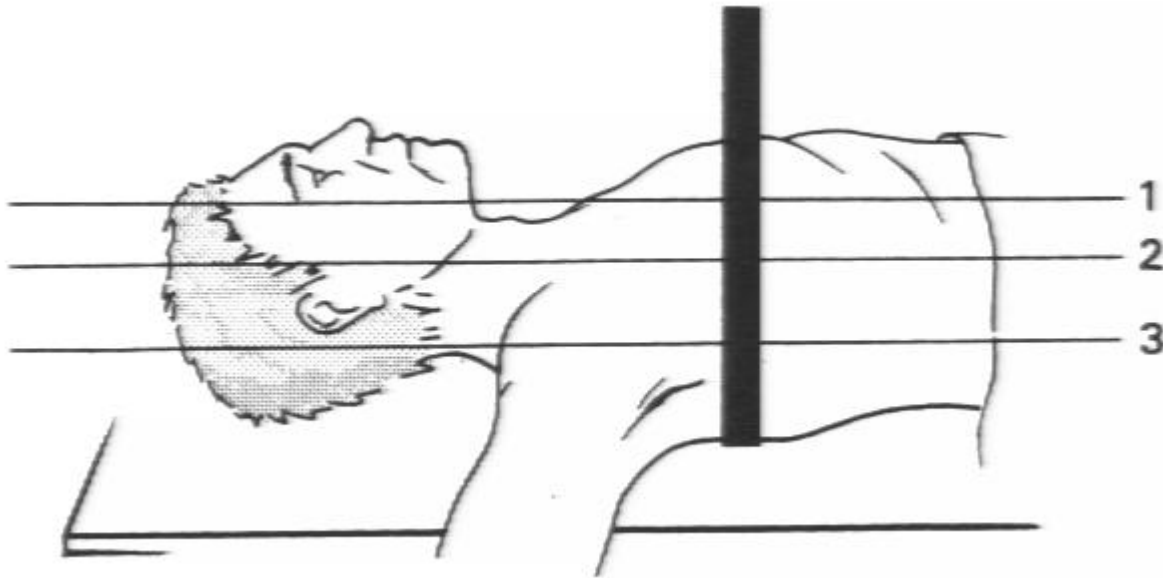
metingen

- Klinische blik blijft enorm van belang.
- Metingen zijn hulpmiddelen.
- Meten is niet heilig/ altijd controleren.
- Combinatie van klinische blik en metingen

Ijken en nullen

- Basisafsprak voor ijkhoogte.
- Patiënt moet liggen in 30 graden.
- Meetpunt in re-atrium in thorax.
- Druktransducer moet op GELIJKE hoogte staan met re-atrium.
- Elke dienst, houdings- en bloeddrukverandering opnieuw ijken en nullen

referentiepunt



Bepaling referentiepunt

- 5 cm beneden aanhechting 2e rib aan sternum
- vanuit 4e intercostaalruimte aan de sternumrand naar de laterale thorax. Het snijpunt van deze lijn met de voorste axillaire lijn is referentiepunt.
- vanuit 4e intercostaalruimte aan de sternumrand naar de laterale thorax. Het referentiepunt ligt 10 cm boven de onderlaag waar de patiënt op ligt.

basis fysiologie: flow en druk

- **Doel circulatie**= reguleren van **weefseloxygenatie** door bloedflow en bloeddruk !
- **Bloedflow** = HMV = CO
- **Bloeddruk** = perfusiedruk=MEAN
- Bloeddruk en CO zijn dus **verschillende parameters**.

Cardiac output

- **CO** = hartminuutvolume, hoeveel liter bloed per minuut door het hart wordt uitgedrukt
- Slagvolume (SV) is hoeveelheid bloed per slag wordt uitgedrukt
- Formules:
 - **CO = SV x hartfrequentie (ml/min)**

L/min , mmHg

- Flow en druk hebben verschillende dimensies
- Flow = CO uitgedrukt in **L/min**
- Perfusiedruk= MEAN uitgedrukt in **mmHG**

L/min , mmHg

- **Voldoende bloeddruk, maar onvoldoende bloedflow** -> gebrekkige weefseloxygenatie = (beginnende hypovolumetische) shock
- **Hoge flow, maar een lage druk** -> weinig perfusie en dus gebrekkige weefseloxygenatie= septische shock

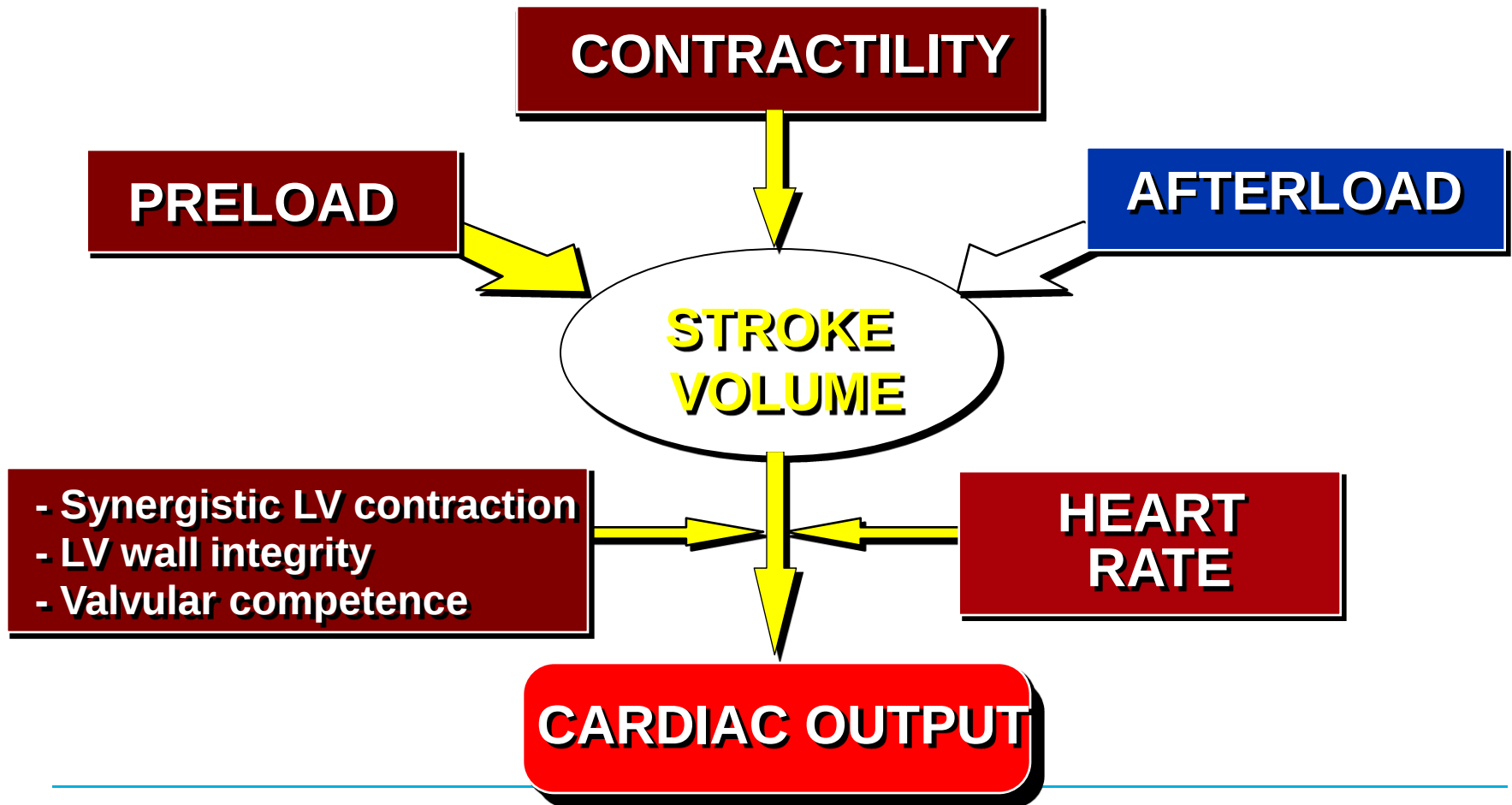
L/min, mmHg

- Druk meting door manchet of invasieve arteriële lijn
- Flow door o.a. Swan Ganz catheter,
transoesophageale doppler,
NICO,
Picco en Cold.

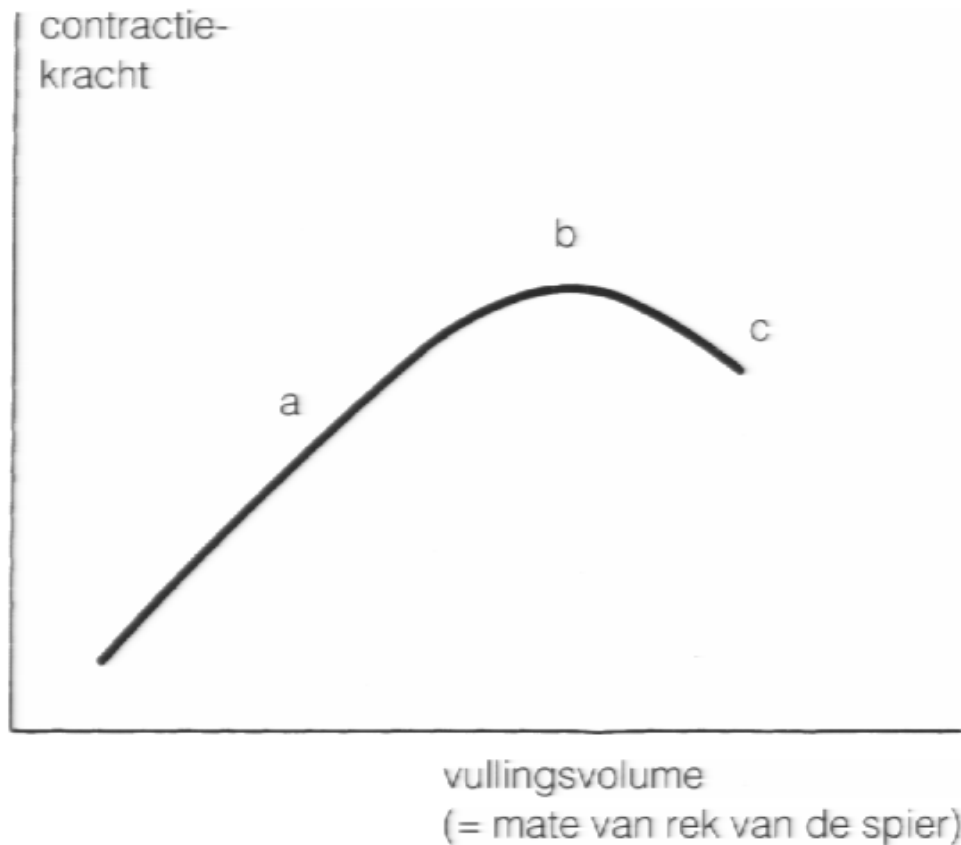
C.O. wordt bepaald door:

- hartritme (dromotroop) en frequentie (chronotroop)
- contractiliteit (inotroop)
- afterload
- preload

DETERMINANTS OF VENTRICULAR FUNCTION



Frank Starling curve



Frank-Starling curve:

- a toenemende vulling en toenemende kracht
- b top van de Starlingcurve
- c toenemende vulling en afnemende kracht (decompensatio cordis)

Even jatten uit een andere presentatie..



Fluid Challenge

- **CO stijgt** -> patient is ondervuld -> meer vulling nodig
- **CO blijft gelijk** -> patient is goed gevuld -> geen verdere vulling nodig
- **CO daalt** -> over top van Frank Starling curve heen -> patient is overvuld

CO /CI

- CO= cardiac output **CO = SV x hartfreq** (l/min)
- Lichaamsoppervlak (BSA=basis surface area) in m²
- CI = cardiac index **CI = CO/ BSA** (l/min/m²)
- Verschil tussen baby 4 kg en volwassenen van 130 kg

Contractiliteit

(hart)spierkracht afname door:

- Zuurstofgebrek/ ischemie
- Cardiomyopathie
- Infarct
- Medicamenten: Ca-antagonisten bv: Adalat / β -blokker bv: Seloken

Hartfrequentie en cardiac output

- **Tachycardie** $> 100/\text{min}$:
 - kortere diastole, systole onveranderd
 - minder vullingstijd ventrikels
 - minder tijd coronairdoorbloeding
- **Bradycardie** $< 50/\text{min}$:
 - langere vullingstijd, groter slagvolume
 - gevaar overrekking waardoor ischemie
- *Beiden kunnen dus leiden tot verlaging CO*

Hartfrequentie

- Balans sympatische en parasympatische prikkels
- In rust 70/min (zonder prikkels 100/min)
- Direkte beïnvloeding via zenuwstelsel
- Indirekt via hormonen
- Medicamenten (o.a. inotropica, B-blokkers)

Autonome zenuwstelsel

- **Sympatisch** : brengt lichaam in staat van activiteit. Nervus sympaticus : aftakking van sympathische grensstreng
- **Parasympatisch** : brengt energievoorraden op peil. Nervus vagus / 10de hersenzenuw
- Beide zenuwen beginnen in de verlengde merg

Sympatisch

- Hart freq hoog
- RR hoog
- bloedsuiker afgifte hoog
- adrenaline hoog
- pupil wijd
- zweet hoog
- darmactiviteit laag
- Opwinding/ angst/ woede

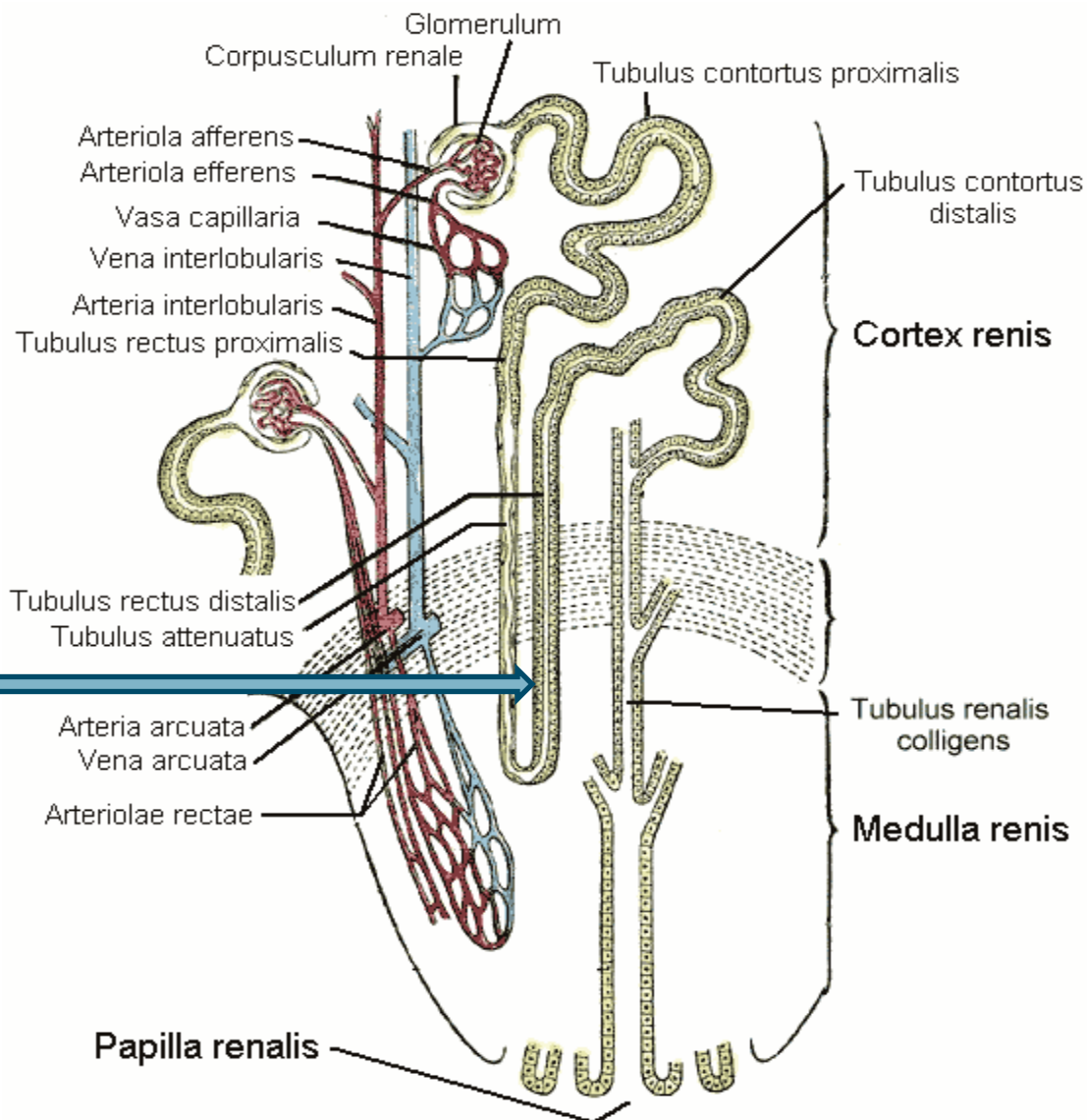
Parasympatisch

- Hart freq laag
- RR laag
- bloedsuiker afgifte laag
- adrenaline laag
- pupil vernauwing
- zweet laag
- darmactiviteit hoog
- Rust

hormonale regulatie (RR + hartfreq)

- 1) RAAS
- 2) bijniermerg
- 3) bijnierschors
- 4) hypofyse

Lis van
Henle



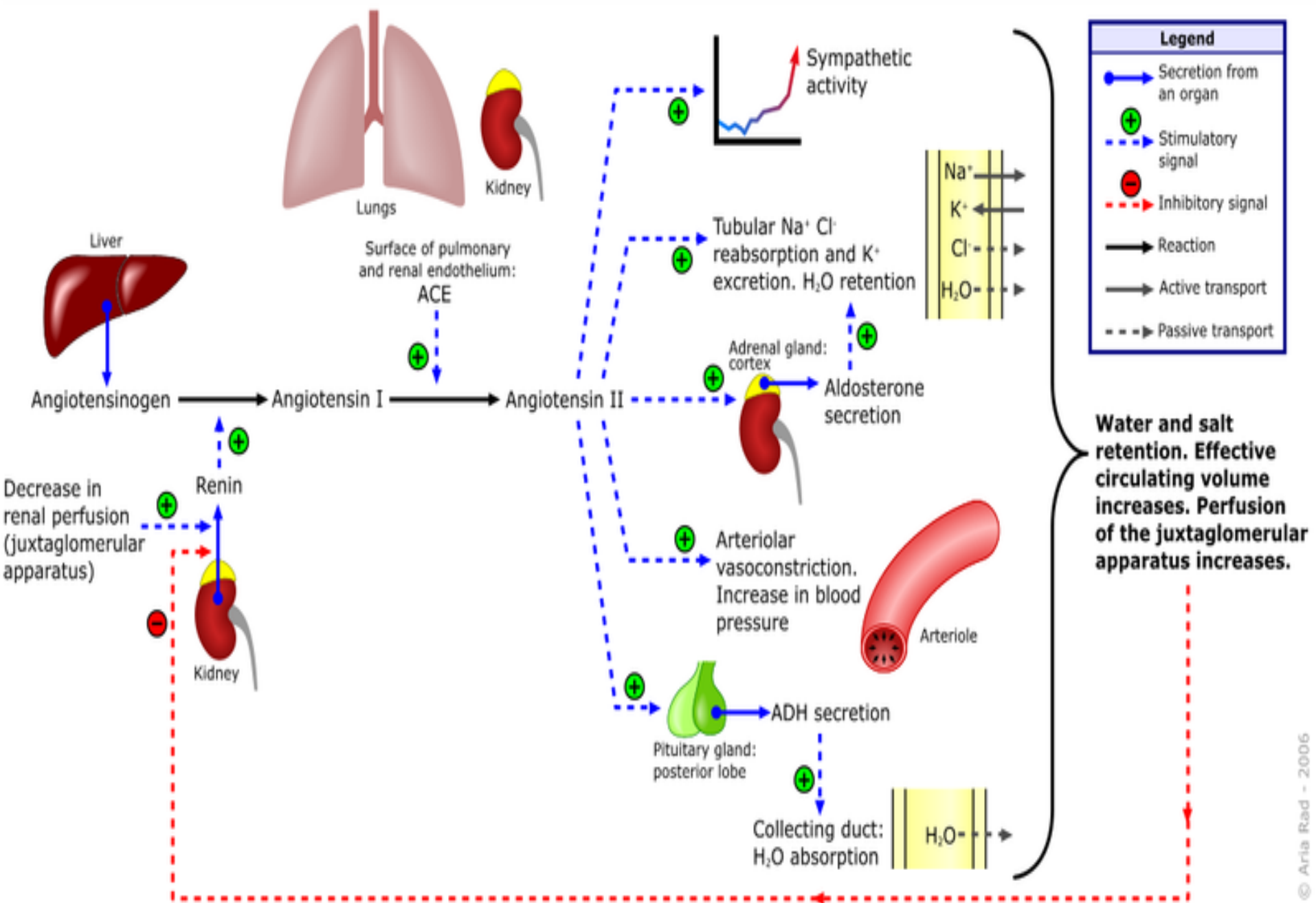
RAAS (1)

- RAAS= **R**enine **A**ngiotensine **A**ldosteron **S**ystem
- In de (juxtaglomerulaire apparaat)nier wordt het enzym **Renine** geproduceerd.
- Productie is afhankelijk van mean/Na^+ van de tubulusinhoud.
- Renine in bloedbaan
- Renine splitst **angiotensinogeen** (lever) om in **angiotensine-I**.
- Angiotensine-I wordt door **converting enzym** omgezet in **angiotensine-II**.

RAAS (2)

- **Angiotensine-II:**
 - is een krachtige vasopressor.
 - invloed op secretie aldosteron.
- **Aldosteron:**
 - zorgt voor retentie H₂O en Na⁺ uit de voorurine.

Renin-angiotensin-aldosterone system



ACE remmer

- Daling sympathische activiteit
- Minder terug resorptie H₂O (Na⁺)
- Minder aldosteron productie.
- Minder vasoconstrictie.
- Minder ADH productie.

bijniermerg

- Produceert catecholaminen
- **Catecholaminen:** adrenalinen en noradrenaline
- Overproductie catecholaminen door feochromocytoom geeft aanvalsgewijs hypertensie

bijnierschors

- Produceert aldosteron
- **Aldosteron:** zorgt voor retentie H₂O en Na⁺
- Overproductie geeft continue hypertensie.

Hypofyse

- Produceert ACTH
- **ACTH**= adrenocorticotroop hormoon
- **ACTH** beïnvloed bijnierschorsproductie aldosteron
- Dus ACTH heeft indirecte invloed op de bloeddruk.

Hartfalen

Backward failure:

- Dec Cordis Links
- Dec Cordis Rechts

Forward failure:

- cardiogene shock

Backward failure

- Decompensatio Cordis Links
- Decompensatio Cordis Rechts

Decompensatio Cordis Links

- Door insufficiënte LV of AORTA/ mitralisklep insuff / stenose
- Stuwings in LA
 - Stuwings in longen
 - Daar treedt vocht uit de capillairen in interstitium door hoge hydrostatische druk.
 - Longen worden stugger en gasuitwisseling wordt bemoeilijkt.

Klachten Dec Cordis Links

- Kortademigheid bij inspanning
- Kortademigheid in rust
- Nachtelijke dyspnoe (bij platliggen)
- Prikkelhoest
- Nycturie (= verhoogde urinelozing 's nachts)

Asthma Cardiale

- **Bij dec cordis links:**
 - Door hoge capillairdruk kan er nog meer vocht in de longen uittreden.
 - Indien dit massaal in de alveoli komt -> **longoedeem**
 - Auscultatie longen hoor je ronchi/ crepitatie
 - Als er **vrij acuut** een ernstige dyspnoe ontstaat heet dit **asthma cardiale**

Oorzaken Dec Cordis Links

- coronairlijden (myocard-infact, ischemie)
- Cardiomyopathie
- Aorta- en/of mitralisklep stenose
- Aorta- en/of mitralisklep insufficiëntie
- Hypertensie -> LV hypertrofie -> uiteindelijk dysfunctie LV

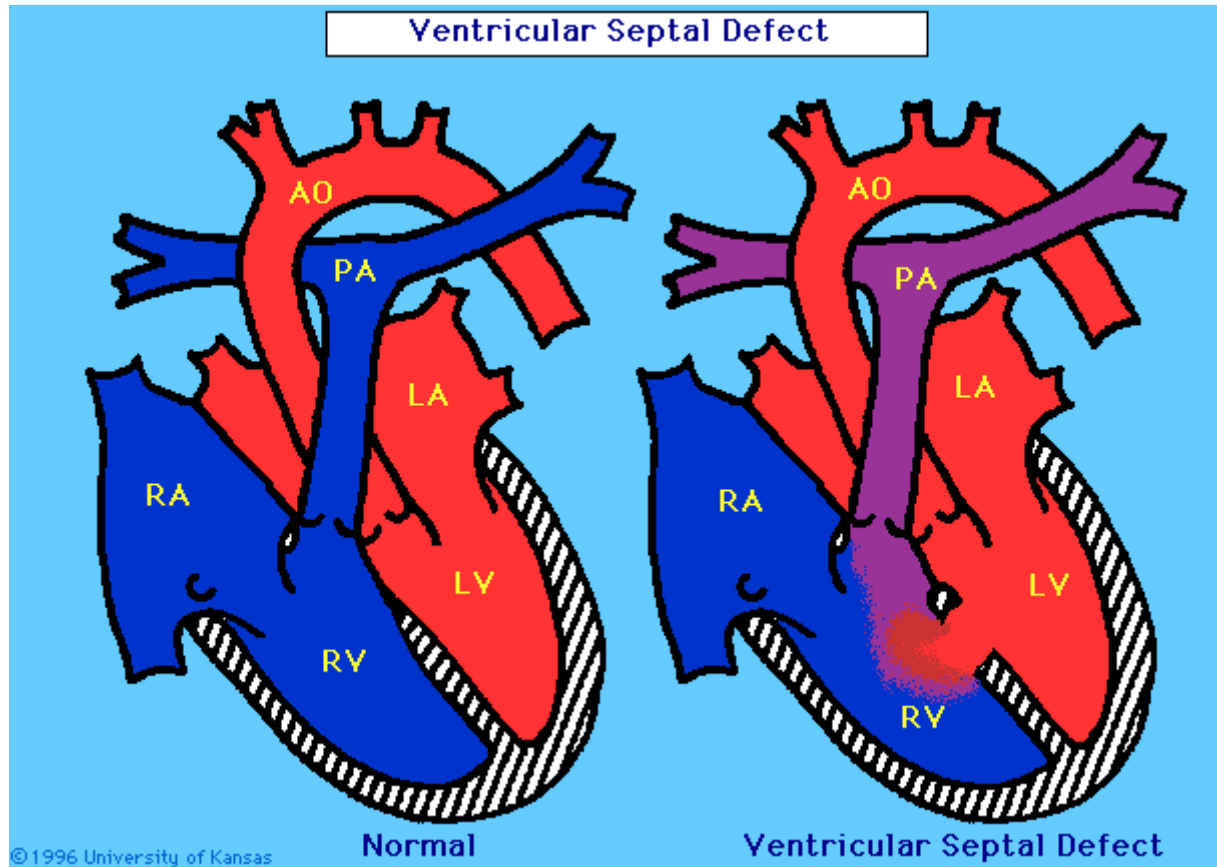
Decompensatie Cordis Rechts

- RV functioneert onvoldoende
- Stuwings en drukverhoging in RA
- Stuwings en drukverhoging in veneuze systeem
- Oedeem vorming in benen
- Stuwings van de lever
- Dec Cordis Rechts ontstaan vaak secundair aan Dec Cordis Links

Oorzaken Dec Cordis Rechts

- Coronairlijden RV (RV-infarct , ischemie)
- Pulmonalis- en/of tricuspidalisklep stenose
- Pulmonalis- en/of tricuspidalisklep insufficiëntie
- Ventrikelseptum defect

aangeboren afwijkingen VS-defect



Behandeling (1)

- Oorzaak van de insufficiëntie te achterhalen
- Afhankelijk van de oorzaak
- Evt operatief (b.v nieuwe kleppen)
- Evt medicamenteus.

Behandeling (2) : medicamenteus

- **Verlaging Preload:**
 - diuretica
 - veneuze vaatverwijders (nitroglycerine)
- **Verlaging Afterload:**
 - arteriele vaatverwijders (ACE-remmers, Ca-antagonisten)
- **Verhoging contractiliteit:**
 - Positieve inotropen medicatie (digoxine, dopamine, dobutamine)

Forward failure

- Een situatie waarbij vooral onvoldoende bloedtoevoer in het arteriele systeem komt door het falen van het ventrikel
- Doorbloeding van vitale organen is onvoldoende (Hersenen: verwardheid. Nieren: oligurie. enz)
- Cardiogene shock
- Door onvoldoende nierdoorbloeding -> RAAS -> sterke resorpie van Na⁺ en water. -> extra volume aanbod aan het hart , dat het niet kan verwerken.
- *Geen duidelijke scheiding tussen forward en backward failure*

Nitroglycerine

- Veneuze vasodilatatie.
- Verlaging einddiastolische druk LV.
- Verbeterde subendocardiale perfusie.
- O2 behoefte hart neemt af.

Werking: 1-5 min na einde infuus.

Bij cardiale klachten.

Bij perifere vasoconstrictie tijdens shock.

Digitalis

- Directe beïnvloeding van de contractiliteit van myocardvezels (positieve inotrope werking).
- Remt de AV geleiding (negatieve dromotrope werking).

Epinephrine sympathicomimeticum

- RR stijging.
- Vergroot prikkelbaarheid van het hart.
- Vernauwing meeste vaten, vooral huiden en splanchnicus gebied.
- Broncospasmolytisch effect en een verhoging bloedsuiker.
- Werkingsduur: 2 min na einde infuus.
- Bij: hartstilstand. Anaflaxtische shock. Bronchospasmen.

Norepinephrine

- Positieve inotroop effect op het hart.
- Perifere vaatvernauwende werking.
- RR verhogende werking.
- Werkingsduur 1-2 min na einde infuus.
- Indicatie: bij hypotensie ten gevolgen van shock.

Dobutamine (synthetisch catecholamine)

- Verhoging contractiekracht van de hartspier.
- Verbetert het HLMV door vergroting van SV.
- Bevordert AV geleiding.
- Werking : 1-2 min na einde infuus.
- Indicatie: hartfalen tgv cardiomyopathie,
 - myocardinfarct, CABG.
 - Cardiogene of septische shock.

Dopamine (catecholamine)

- Directe precursor van norepinefrine met positieve inotrope werking op het myocard.
- Verhoogd HMV
- Werking: 1-5 min.
- Indicaties: shocktoestand.

Ca-antagonisten

- Vertraging in sinus en AV knoop.
- Vasodilatatie (coronair en systemisch)
- Sommige een negatieve inotroop.
- Indicatie: SAB
 - Ziekte van Raynaud
 - bepaalde aritmieën.

Beta blokkers

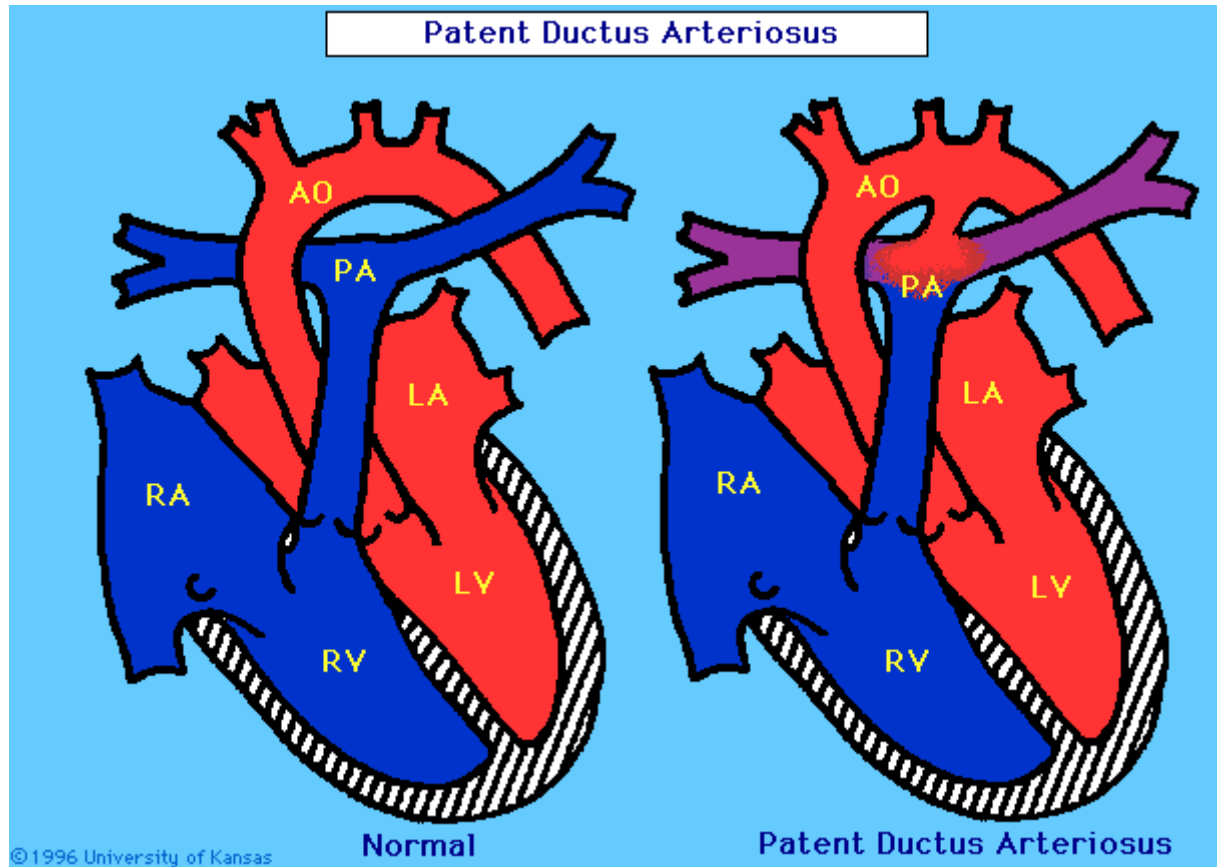
- RR daling
- Afname HMV
- Vertraagde AV geleiding

Indicatie: secundaire preventie na acuut myocardinfarct

Pulmonale vaatweerstand

- Decompensatio Cordis Links
- COPD (auto-PEEP)
- Longfibrose
- Longembolie
- aangeboren afwijking Ductus Botalli

Aangeboren afwijkingen : Ductus Botalli



Longembolie

- 95% komt stolsel uit veneuze systeem van de benen.
- 5% uit andere venen of uit rechter harthelft. (AF)
- Pulmonale vaatweerstand stijgt als >50% van het longvaatbed verstoppt is
- longinfarct na een longembolie >10%. (Doordat de long van arterie bronchiales O₂ krijgt)

Klachten longembolie

- Plotseling, onbegrepen kortademigheid.
- Pleuritische pijn die vastzit aan ademhaling.
- Retro sternale klachten.
- Haemoptoe.
- Hypoxie -> collaps
- Acute dood -> ruiterembolie

Behandeling longembolie

- Heparine totdat de patient ingesteld is op:
- coumarine-dervaat (Sintrom of Marcoumar)
- Na 7 dagen heparine stop.
- Na minimaal 3 maanden coumarine-derivaat stoppen.
- Ernstige longembolie -> fibrine-oplossend (streptokinase)
- Trombectomie

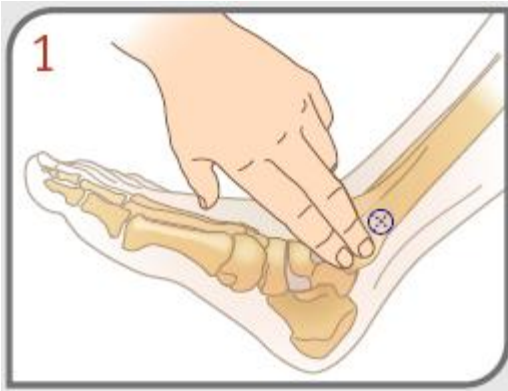
Longembolie na bevalling

- Vruchtwater in circulatie = sterk stollingbevorderende vloeistof , wat veel stolsels veroorzaakt.
- Ernstig ziektebeeld met shock en hoge mortaliteit.
- Alleen symptomatische behandeling.

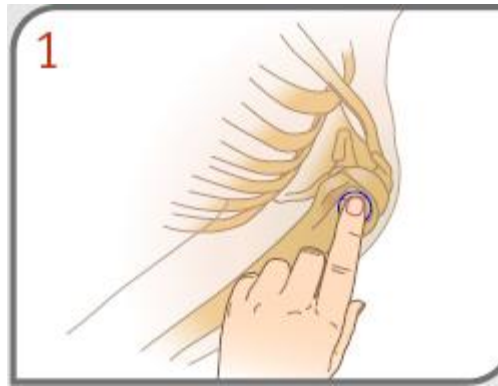
Vet embolie

- Door fractuur van lang pijpbeen.
- Na 12 tot 36 uur pas verschijnselen.
- Ernstig ziektebeeld geeft shock / ARDS en mortaliteit is hoog.
- Alleen symptomatische behandeling is mogelijk.

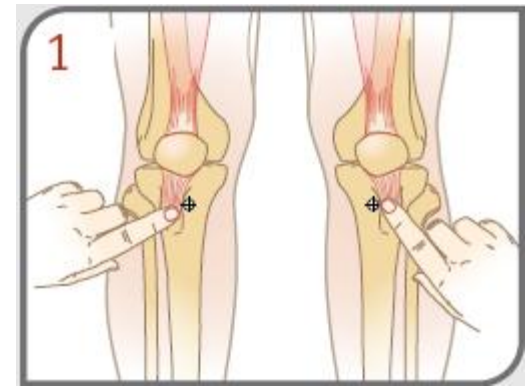
Circulation: Botnaald



Distale tibia

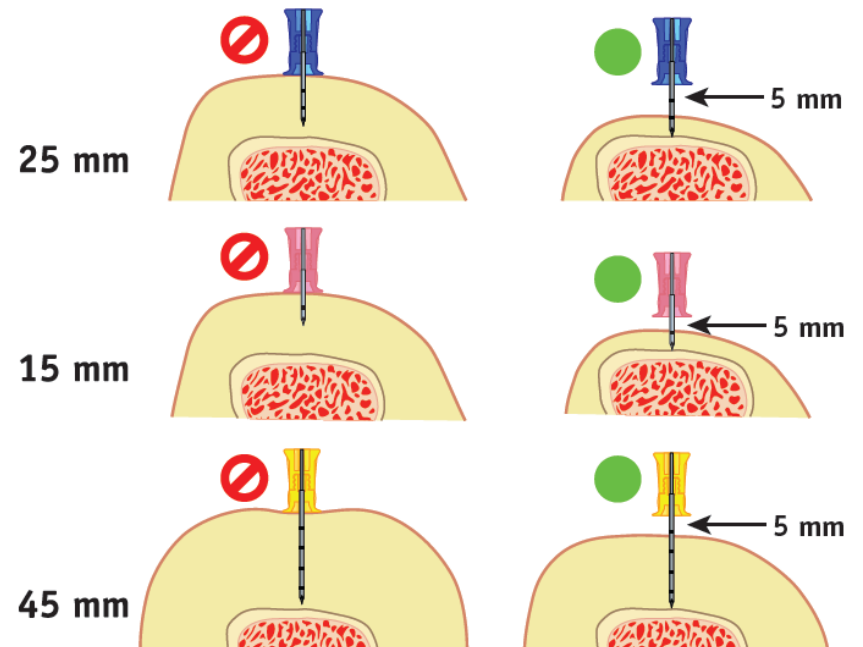
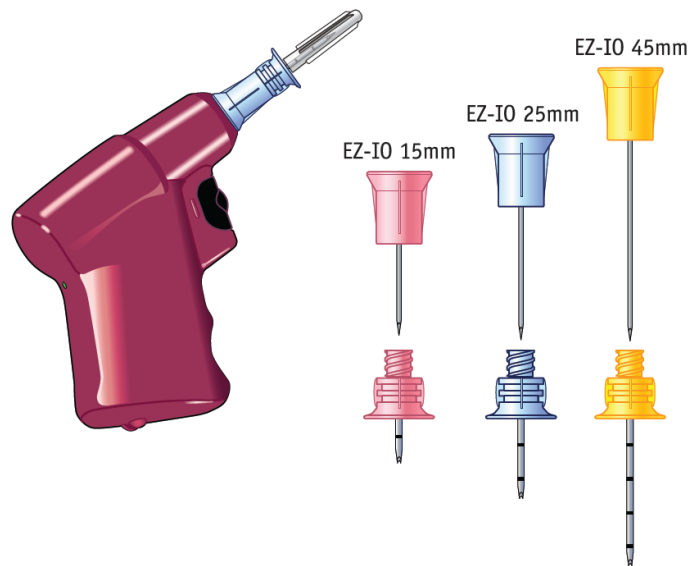


Proximale
humerus



Proximale tibia

Circulation: Botnaald



Circulation: Botnaald

- Boor in een hoek van 90°
- Controleer wanneer de naald het bot raakt of 5 mm van de naald nog zichtbaar is
- Druk niet te hard
- Gebruik de naald niet bij botbreuken
- Gebruik de naald niet bij infecties in het gebied van inbrengen
- Gebruik de naald niet wanneer de plaats moeilijk te bepalen is
- Niet binnen 24 uur prikken in hetzelfde gebied

Botnaald

- Botnaald inbrengen

-
- http://www.youtube.com/watch?v=_ZwcXYZenX0

