

# Gezondheidskursus UMC Utrecht

## Avond 1: Het hart- en vaatstelsel

### Een inleiding

1 De anatomie van het hart

Door Susanne Boers en Karlijn van Leuken

2 De elektrische geleiding van het hart

Door Eva van Schaik

3 De functie van het hart

Door Lianne Smidt

4 De anatomie van de grote vaten

Door Cheryl Spoorenberg

5 De micro anatomie van de vaten

Door Eline Bertrums

6 De grote en kleine bloedsomloop

Door Dominique de Jel

7 De foetale bloedsomloop

Door Cherèl Brem

8 Het hart tijdens inspanning vs het hart in rust

Door Karlijn Rutten

# 1 De anatomie van het hart

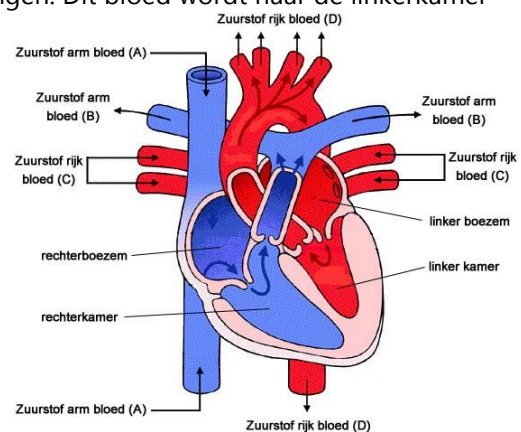
Door Karlijn van Leuken en Susanne Boers

Het hart is ongeveer zo groot als een vuist en ligt achter het borstbeen. Het hart bestaat uit 4 gescheiden holtes, namelijk 2 hartboezems (atria) en 2 hartkamers (ventrikels). De boezems ontvangen het bloed, waarna de kamers het bloed weer van het hart wegpompen. De linkerboezem en linkerkamer zijn gescheiden van de rechterboezem en -kamer met een tussenschot.

De rechterboezem ontvangt zuurstofarm bloed vanuit het lichaam. Het hart pompt dit bloed naar de rechterkamer. Vervolgens pompt de rechterkamer het bloed de longslagader in. Het bloed stroomt via deze slagader naar beide longen.

De linkerboezem ontvangt zuurstofrijk bloed vanaf de longen. Dit bloed wordt naar de linkerkamer gepompt, waarna de linker kamer het bloed de lichaamsslagader (aorta) in pompt. Het zuurstofrijke bloed stroomt naar alle organen in het lichaam.

De boezems en kamers zijn door kleppen gescheiden. Ook tussen de kamers en de bloedvaten (longslagader en aorta) zitten kleppen. Tussen de boezems en de kamers zitten de tricuspidalisklep (rechts) en de mitralisklep (links), tussen de kamers en de grote bloedvaten zitten de pulmonalisklep (rechts) en de aortaklep (links).



## AV-kleppen

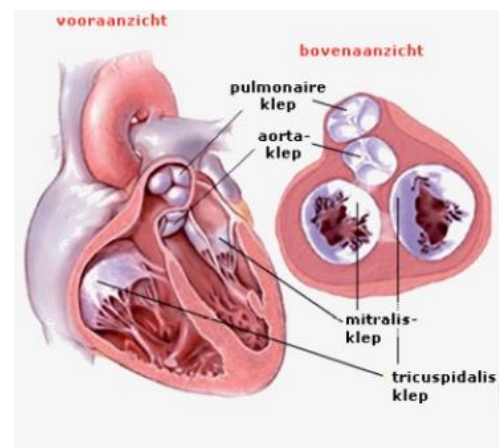
De tricuspidalisklep en de mitralisklep worden ook wel de atrioventriculaire (AV-)kleppen genoemd. Atrio staat voor atrium, wat de hartboezem is. Ventriculair staat voor ventrikel, wat de hartkamer is. Atrioventriculair houdt dus in dat de kleppen tussen het atrium en het ventrikel zitten.

De tricuspidalisklep zit tussen de rechterboezem en de rechterkamer, zoals te zien is op het plaatje hiernaast. Deze klep bestaat uit drie (tri) klepbladen (cuspes), die op hun plek gehouden worden door peesdraden (chordae tendineae). De peesdraden zitten vast aan kleine spiertjes (papillairspieren). Door de spiertjes en de peesdraden kunnen de kleppen open en dicht gaan. De kleppen zijn

bedoeld om te voorkomen dat er bloed vanuit de rechterkamer terugstroomt naar de rechterboezem.

De mitralisklep zit tussen de linkerboezem en de linkerkamer, zoals te zien is op het plaatje hiernaast.

Deze klep bestaat uit twee klepbladen, waardoor deze klep ook wel bicuspidalisklep (bi = twee, cuspes = klepbladen) genoemd wordt. Voor de rest lijkt deze klep veel op de tricuspidalisklep, aangezien de mitralisklep ook papillairspieren en chordae tendineae heeft. De mitralisklep zorgt ervoor dat bloed van de linkerkamer niet terug stroomt naar de linkerboezem.



## **Pulmonalisklep en aortaklep**

De pulmonalisklep zit tussen de rechter hartkamer en de longslagader (arteria pulmonalis). De klep bestaat uit drie halvemaanvormige kleppen (valvula = klep, semilunaris = halvemaanvormig), die geen spieraanhechtingen of peesdraden heeft. Deze klep sluit naar aanleiding van verandering van druk. Wanneer de rechterkamer samenknijpt en het bloed de longslagader inpompt, wordt er druk opgebouwd in de longslagader. Vervolgens neemt de druk in de rechterkamer af, omdat de rechterkamer zich weer ontspant. Wanneer de druk in de longslagader hoger is dan de druk in de rechterkamer, heeft het bloed de neiging om weer terug te stromen richting de rechterkamer. Bloed is namelijk net als water, het stroomt van hoge druk naar lage druk. Door dit ontstane drukverschil sluit de pulmonalisklep voordat het bloed terugstroomt naar de rechterkamer. De pulmonalisklep opent weer als de druk in de longslagader lager is dan de druk in de rechterkamer. De druk in de rechterkamer neemt weer toe als de tricuspidalisklep opent en er bloed de rechterkamer instroomt. De aortaklep zit tussen de linker hartkamer en de lichaamsslagader (aorta). Ook deze klep bestaat uit drie halvemaanvormige kleppen en sluit en opent door drukverschillen tussen de aorta en de linkerkamer.

## **Referenties**

- Medische terminologie; anatomie en fysiologie. R. G. Sterken. Online te bekijken: [https://books.google.nl/books?id=Dvl\\_4A6N9MsC&pg=PA75&lpg=PA75&dq=semilunaris+klep&source=bl&ots=FNp2ZdOjTs&sig=ORqActRNcFWzy9hu3\\_xmEfpGtM&hl=nl&sa=X&ved=0CC4Q6AEwAmoVChMI2tXny8aXyAIVgtgsCh0qOAp#v=onepage&q=semilunaris%20klep&f=false](https://books.google.nl/books?id=Dvl_4A6N9MsC&pg=PA75&lpg=PA75&dq=semilunaris+klep&source=bl&ots=FNp2ZdOjTs&sig=ORqActRNcFWzy9hu3_xmEfpGtM&hl=nl&sa=X&ved=0CC4Q6AEwAmoVChMI2tXny8aXyAIVgtgsCh0qOAp#v=onepage&q=semilunaris%20klep&f=false)
- Cardiologie. Onder redactie van o.a. Prof. Dr. E. Van der Wall. Online te bekijken: <https://mijn.bsl.nl/anatomie-van-het-hart/390076>
- Moore KL, Dalley AF. Clinically oriented anatomy. 5th ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins; 2006.

## 2 De elektrische geleiding van het hart

Door Eva van Schaik

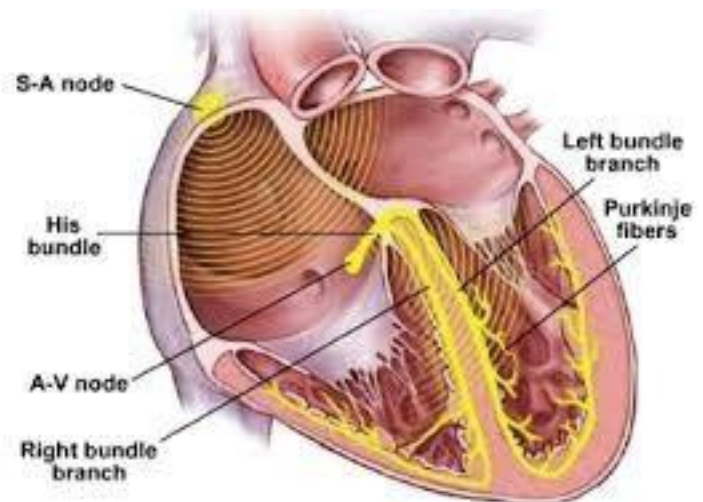
Het afgestemd samenknijpen van de boezems en kamers in het hart is belangrijk voor het effectief samenknijpen. Dit wordt bereikt door middel van signalen van elektrische activiteit tussen de zenuwcellen van het hart.

### Sinusknoop en AV-knoop

De sinusknoop is een groepje cellen waar de elektrische prikkel begint. Zij geven het tempo aan waarin het hart moet kloppen. De elektrische activiteit die in de sinusknoop wordt gevormd, wordt via zenuwbanen over de boezems doorgegeven naar de AV-knoop (atrioventriculaire knoop). Deze knoop is de schakel tussen de boezems en de kamers. De AV-knoop vertraagt de elektrische activiteit, zodat de kamers wat later samenknijpen dan de boezems. Dit geeft de kamers de tijd om zich te vullen met bloed uit de boezems.

### Geleiding

Na de AV-knoop wordt de elektrische activiteit richting de bundel van His geleid. Deze bundel takt af in een rechter en linker bundeltak, die respectievelijk naar de rechter- en linkerkamer gaan. Deze twee bundeltakken vertakken weer tot Purkinjevezels, die naar hartspiercellen lopen om deze te stimuleren om samen te knijpen.



### Fouten in de elektrische geleiding

Het normale hartritme wordt een sinusritme genoemd. Dit ritme heeft een bepaalde regelmaat en snelheid, die binnen bepaalde grenzen liggen.

Een normaal hartritme heeft in rust een frequentie tussen de 60 en 100 slagen per minuut. Bij inspanning wordt het hartritme sneller. 's Nachts gedurende de slaap is het hartritme juist weer langzamer.

Problemen in het hartritme kunnen ontstaan in verschillende onderdelen op de route van de elektrische geleiding. De sinusknoop kan een te hoog of een te laag ritme aangeven. De AV-knoop kan de elektrische activiteit te sterk vertragen, waardoor de hartkamers te laat samenknijpen.

De meest voorkomende hartritmestoornis is boezemfibrilleren. Hierbij ontstaan elektrische signalen op plaatsen waar dat niet hoort, zoals in de longaders of in de boezems zelf, waardoor het normale hartritme verstoord wordt. De boezems gaan dan onregelmatig en snel samenknijpen, waardoor ook de hartkamers een onregelmatig ritme kunnen vertonen. Boezemfibrilleren komt vaker voor op oudere leeftijd en kan behandeld worden met medicatie en eventueel het toedienen van een elektrische schok (cardioversie) om weer een normaal sinusritme te krijgen.

### Bronnen

<https://www.hartstichting.nl/hartziekten/hartritmestoornissen>

C. Klopping, Cardiovasculaire ziektebeelden, 2010, Bohn Stafleu van Loghum,

### 3 De functie van het hart

Door Lisanne Smidt

Het hart is de pomp van het lichaam: het zorgt ervoor dat het bloed het hele lichaam door wordt gepompt, zodat er een voortdurende stroom van bloed is langs alle organen en ledematen. Dit is belangrijk, omdat in het hele lichaam voortdurend zuurstof en voedingsstoffen moeten worden aangevoerd en afvalstoffen moeten worden afgevoerd. Zuurstof, voedingsstoffen en afvalstoffen worden namelijk via het bloed door het lichaam vervoerd.

#### Vier fasen van de hartslag

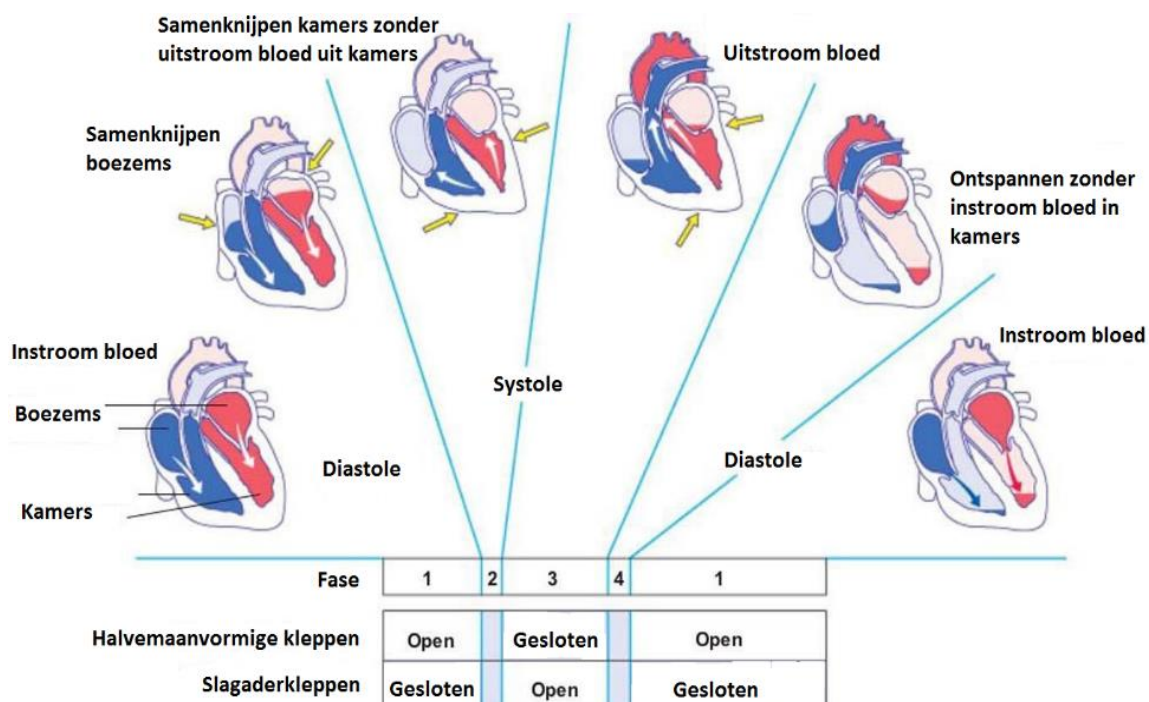
Het hart pompt het bloed het lichaam rond door zich eerst te vullen met bloed door te ontspannen en daarna samen te knijpen, waardoor het bloed weer naar buiten wordt gepompt. Dit ontspannen en samenknijpen is een continue cyclus die onder te verdelen is in verschillende stappen (zie ook figuur)

Fase 1: instroom van bloed: het hart is ontspannen en de halfvemaanvormige kleppen (mitraal- en tricuspidaalklep) zijn open, zodat bloed in de boezems en de kamers kan stromen. Aan het einde van de instroom fase trekken de boezems samen, zodat nog wat extra bloed in de kamers wordt geperst. Hierna gaan de halfvemaanvormige kleppen dicht.

Fase 2: samenknijpen zonder uitstroom van bloed uit hartkamers: het hart begint met samenknijpen. Hierbij wordt de druk in het hart verhoogd. De slagaderkleppen zijn echter niet open, omdat de druk in het hart nog lager is dan de druk in de slagaders. Zo lang de druk in het hart lager is dan de druk in deze slagaders, worden de slagaderkleppen als het ware van buiten dicht geduwd.

Fase 3: uitstroom van bloed: de slagaderkleppen gaan open, waardoor het bloed het hart uitstroomt. De halfvemaanvormige kleppen blijven dicht. Het bloed kan dus niet de verkeerde kant op stromen. Aan het eind van deze stap gaan de slagaderkleppen weer dicht

Fase 4: ontspannen zonder instroom van bloed in hartkamers: alle hartkleppen zijn dicht, het hart ontspant, maar er stroomt nog geen bloed naar de kamers. Pas als het hart voldoende ontspannen is gaan de halfvemaanvormige kleppen open en kan er weer bloed in de kamers stromen.



Dit alles gebeurt binnen een seconde. Het ontspannen van het hart (fase 1 en 4) wordt de diastole genoemd, het samenknijpen van het hart (fase 2 en 3) wordt de systole genoemd. Het samenknijpen en weer ontspannen van het hart wordt gestuurd door de elektrische geleiding van het hart zoals beschreven in het hoofdstuk 'elektrische geleiding van het hart'.

### **Bloeddruk**

De bloeddruk wordt genoteerd als twee getallen: 120/80 mmHg. Het eerste getal, 120 in dit geval, geeft de bovendruk weer. Het tweede getal, 80, de onderdruk.

De bovendruk is de druk die wordt gemeten op het moment dat het hart het bloed de slagaders inpompt. Op dit moment is de druk in de slagaders het hoogst. De onderdruk is de druk in de slagaders wanneer het hart ontspant. Dit kun je ook zien als de druk waar het hart tegen in moet pompen om bloed het hart uit, de slagaders in, te pompen.

Wanneer de bloeddruk langdurig te hoog is, kan dit schade geven aan bijvoorbeeld de wand van de vaten. Ook kan een langdurig hoge bloeddruk slecht zijn voor het hart zelf: het hart moet meer kracht leveren om het bloed rond te pompen. Een hele lage bloeddruk kan ook gevaarlijk zijn. Er komt dan niet genoeg bloed met zuurstof en voedingsstoffen in de organen en ledematen.

### **Hartminuutvolume**

Hartminuutvolume, de naam zegt het eigenlijk al: dit is de hoeveelheid bloed in liters dat het hart in één minuut rondpompt. Het hartminuutvolume van een volwassen mens is in rust ongeveer 5 liter per minuut. Dit betekent dat al het bloed in het lichaam in één minuut helemaal rond wordt gepompt. Het hartminuutvolume wordt bepaald door het slagvolume maal de hartfrequentie. Het slagvolume is de hoeveelheid bloed die het hart in één slag uitpompt, de hartfrequentie is het aantal keer dat het hart per minuut klopt.

### **Bronnen**

Boulpaep EL. The heart as a pump. In: Boron WF, Boulpaep EL, eds. *Medical Physiology*. 2nd ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2012:529-553

## 4 De anatomie van de grote vaten

Door Cheryl Spoorenberg

Het hart pompt per minuut ongeveer 4 tot 5 liter bloed rond. Vanuit het hart verspreidt het bloed zich via een uitgebreid vaatstelsel door het lichaam, om uiteindelijk weer in het hart terug te komen. Dit hoofdstuk behandelt de belangrijkste vaten van het vaatstelsel en gaat in op het verschil tussen een slagader en een ader.

### De grote lichaamsslagaders

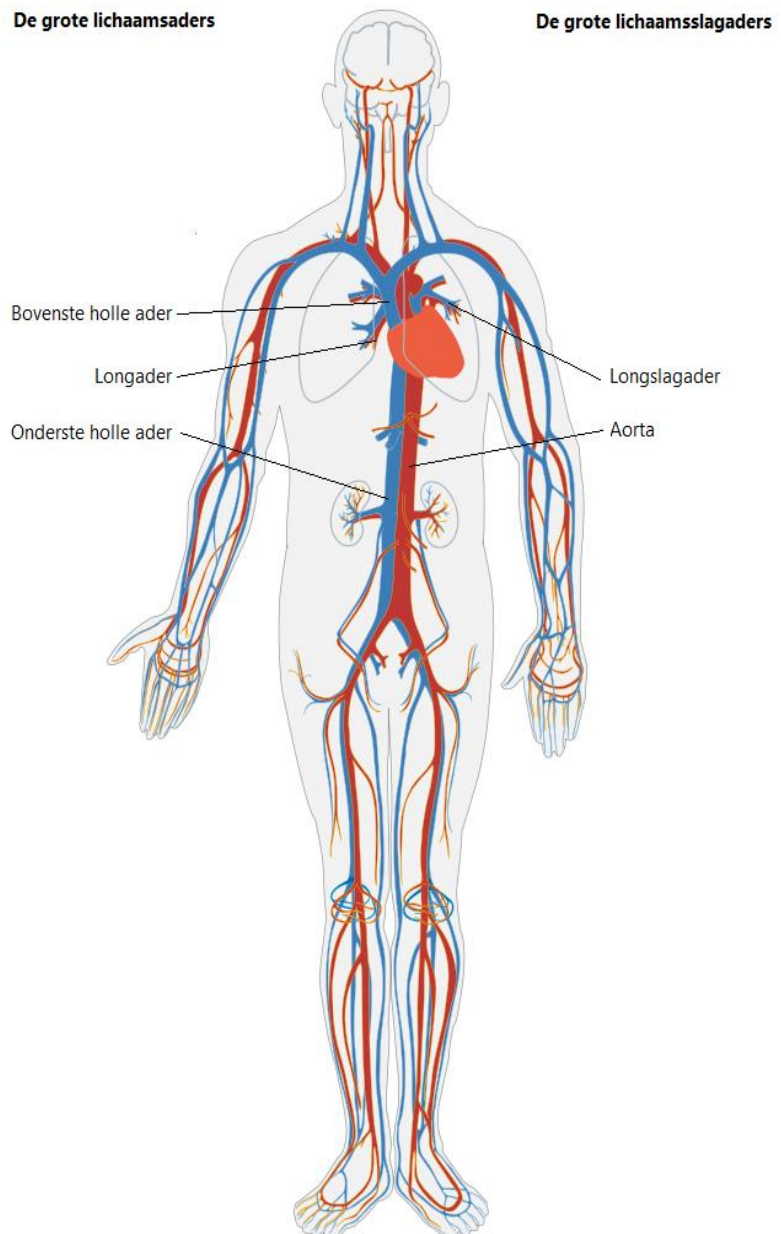
Vanuit het hart wordt het bloed in de grote slagaderen van het lichaam gepompt. Deze vaten vervoeren het bloed van het hart naar de verschillende organen in ons lichaam. Er zijn twee grote slagaderen: de aorta en de longslagader. De aorta is de grootste slagader van het lichaam en vervoert het bloed vanuit het hart naar bijna alle delen van ons lichaam, behalve naar de longen. De longslagader voorziet de longen van bloed.

De aorta verloopt vanuit het hart eerst een klein stukje naar boven, richting het hoofd. Vervolgens maakt ze een bocht, waarna ze aan de linkerkant van de borstholte naar beneden loopt tot onder in de buikholte. Over dit gehele traject splitsen zich verschillende kleinere slagaderen af. Via deze zijtakken verspreidt het bloed zich door het gehele lichaam.

### De grote lichaamsaders

Wanneer het bloed bij de verschillende organen is aangekomen, moet het weer terug naar het hart worden vervoerd. Dit gebeurt door de aders. Vanuit de verschillende organen zal het bloed terug worden gepompt richting het hart in steeds grotere aders. Er zijn drie grote aders die het bloed uiteindelijk terugbrengen tot in het hart. Dit zijn:

- De bovenste holle ader: deze vervoert het bloed vanuit het bovenste deel van het lichaam naar het



hart. Dit is het bloed dat afkomstig is van het hoofd en de armen.

- De onderste holle ader: deze vervoert het bloed vanuit het onderste deel van het lichaam naar het hart. Dit is het bloed dat afkomstig is van de organen in de buik en de benen.
- De longader: deze vervoert het bloed vanuit de longen naar het hart.

### **Bronnen**

<https://www.hartstichting.nl/bouw-werking-hart>

Afbeelding: [http://study.com/cimages/multimages/16/Circulatory\\_System.jpg](http://study.com/cimages/multimages/16/Circulatory_System.jpg)



# 5 De micro anatomie van de vaten

Door Eline Bertrums

Door het gehele lichaam lopen bloedvaten, maar hoe zien deze er nu eigenlijk uit? Wat voor soorten vaten hebben we en wat is hun werking en functie?

## Vaatwand

De bloedsomloop bestaat uit arteriën (slagaders) en venen (aders) die het bloed respectievelijk van het hart af voeren naar de organen en het bloed weer terug naar het hart brengen vanaf de organen. Bij de organen bevinden zich de capillaire vaten, kleine vaten met een dunne wand die uitwisseling van stoffen mogelijk maken. Deze zorgen voor het zuurstof- en koolzuur (CO<sub>2</sub>)-transport naar de weefsels. De capillaire vaten verbinden het arteriële en het veneuze stelsel met elkaar.

Omdat arteriën en venen een verschillende functie hebben, verschilt ook hun opbouw. Dit zorgt ervoor dat de vaten geschikt zijn voor hun functie. Ook zien de grote vaten er anders uit dan de kleinere aftakkingen.

De vaatwand bestaat uit drie lagen, die per vat (en dus functie) van dikte verschillen:

- De tunica intima (aan de binnenkant) bestaat uit gladde endotheelcellen, die het vat aan de binnenkant bekleden, en bindweefsel, om het vat te verstevigen.
- De tunica media (in het midden) bestaat uit speciale spiercellen (zogenaamde gladde spiercellen) en elastische vezels.
- De tunica adventitia (aan de buitenkant) bestaat uit bindweefsel.

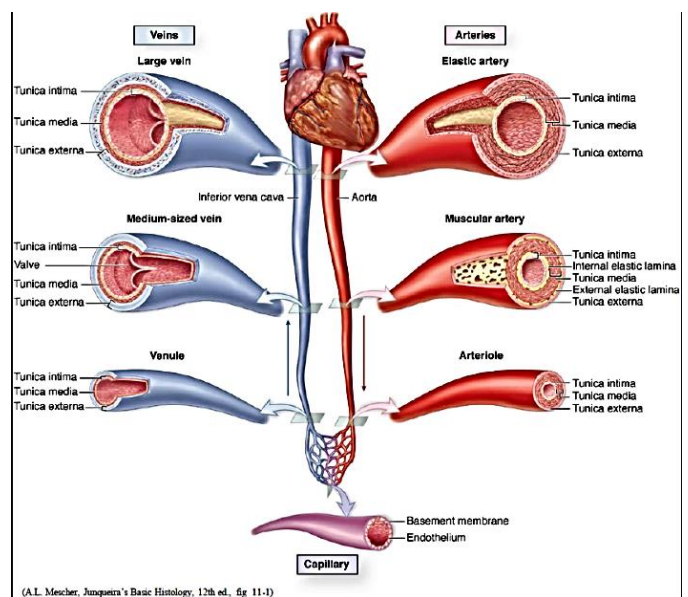
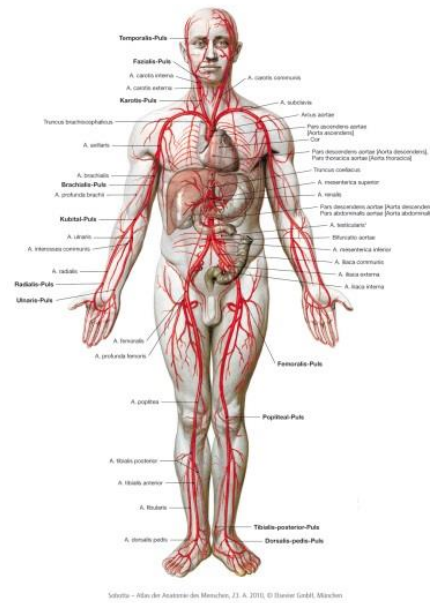
## Arteriën (slagaders)

De arteriën vervoeren over het algemeen zuurstofrijk bloed, van het hart naar de weefsels en organen; ze zijn in 3 subgroepen onder te verdelen:

- Grote elastische arteriën zoals de aorta (de grote lichaamsslagader vanuit het hart): deze hebben een dikke tunica media zodat ze krachtig kunnen samenknijpen om de bloeddruk te reguleren.
- Gemiddelde arteriën: aftakkingen van de aorta. Deze arteriën gaan naar de organen. Deze hebben veel gladde spiercellen zodat ze hun diameter nauwkeurig kunnen reguleren en zo kunnen zorgen voor de juiste hoeveelheid bloedtoevoer.
- Kleine arteriën (arteriolen): deze lopen in de weefsels over in de capillairen en hebben een dunne wand.

## Venen (aders)

Venen vervoeren het bloed van de weefsels met afvalstoffen (zoals koolzuur - CO<sub>2</sub>) terug naar het hart. Ze lijken op arteriën maar hebben een dunnere wand



(A.L. Mescher, Junqueira's Basic Histology, 12th ed., fig 11-1)

(vooral een dunnere tunica media) en grotere diameter. Ook bevinden zich kleppen in de venen om te voorkomen dat het bloed door de zwaartekracht terugstroomt naar de weefsels. Ook hier kan weer een onderverdeling worden gemaakt in 3 subgroepen:

- Grote venen: deze bestaan uit een gedeelte gladde spiercellen, maar vooral een dikke tunica adventitia.
- Gemiddelde venen, bijvoorbeeld in de armen en benen: deze bestaan uit nog een klein aantal gladde spiercellen, maar vooral uit bindweefsel.
- Kleine venen (venulen): hier monden de capillairen in uit.

### **Vasoconstrictie (vaatvernauwing) en vasodilatatie (vaatverwijding)**

Bij vasoconstrictie trekken de spiercellen in de vaatwand samen waardoor het bloedvat samenknijpt en de diameter dus kleiner wordt. Dit leidt tot een verhoging van de bloeddruk, want dezelfde hoeveelheid bloed moet door een kleinere diameter stromen. Daarnaast heeft het in de huid ook tot effect dat het warmteverlies vermindert, doordat er minder bloed langs het oppervlak van het lichaam stroomt.

Vasodilatatie is het tegenovergestelde van vasoconstrictie: de gladde spiercellen in de vaatwand ontspannen, waardoor het bloedvat verwijdt en een grotere diameter krijgt. Hierdoor verlaagt juist de bloeddruk en ontstaat er een betere doorbloeding. Wanneer dit in de huid gebeurt, wordt er meer warmte afgegeven. Dit gebeurt bij inspanning en in warme omgevingen.

### **Bronnen**

Drake RL, Vogl AW, Mitchell AWM, Grey's anatomy for students, 2e editie, 2010, Elsevier Churchill Livingstone.

Paulsen F, Waschke J, Sobotta Atlas of Human Anatomy, 15e editie, Elsevier Urban & Fischer München.  
<http://wetenschap.infonu.nl/anatomie/127636-de-circulatie-regulatie-van-bloeddruk.html>

## 6 De grote en kleine bloedsomloop

Door Dominique de Jel

De aders (venen) en slagaders (arteriën) zijn een belangrijk onderdeel van het vaatstelsel van het de mens. Slagaders vervoeren zuurstofrijk bloed vanuit het hart naar alle delen in het lichaam en hebben een stevige, elastische wand om de hoge druk van het bloed aan te kunnen. Aders vervoeren het zuurstofarme bloed naar het hart. Hierbij gebruiken de aders kracht uit andere spieren in het lichaam voor extra druk omhoog. Ook zijn er kleppen in de aders zodat het bloed niet naar beneden stroomt. Naast de (slag)aders zijn er echter nog vele andere onderdelen van het vaatstelsel die nu kort toegelicht zullen worden.

De stevige slagaders gaan vlakbij de organen over in kleinere slagadertjes, genaamd arteriolen. Arteriolen hebben een speciale eigenschap, ze kunnen vernauwen of verwijden waarmee ze de hoeveelheid bloed die naar de organen stroomt reguleren. Uiteindelijk worden er vanuit het bloed voedingstoffen en zuurstof naar de organen getransporteerd en vanuit de organen naar het bloed afvalstoffen. De haarvaatjes (capillairen) maken dit mogelijk doordat ze een dunne wand hebben, nauw in verbinding staan met omliggende weefsels en het bloed hier langzaam kan stromen. Het zuurstofarme bloed stroomt vervolgens vanuit hier via de kleine aders (venulen) en de holle aders terug naar het hart.

De bloedsomloop is in twee delen op te delen: de kleine en grote bloedsomloop.

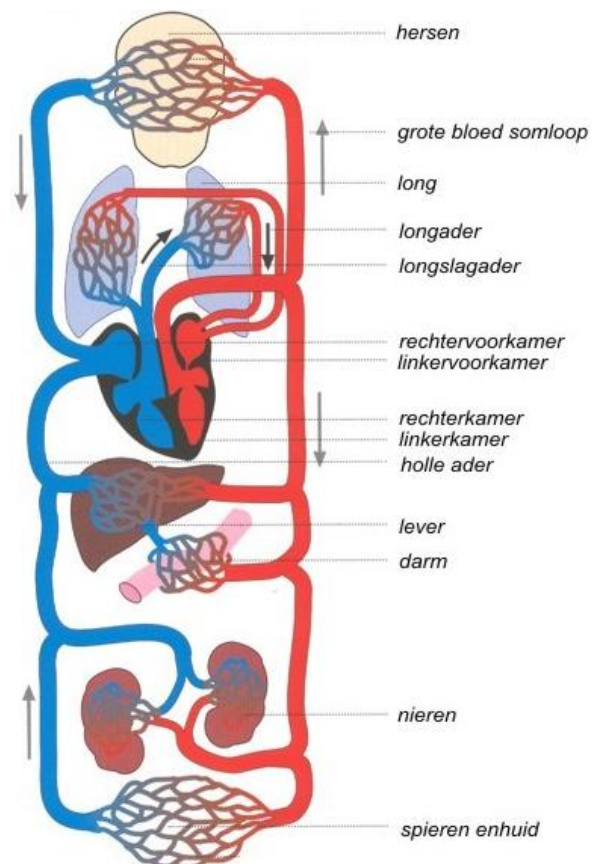
### De kleine bloedsomloop

De kleine bloedsomloop start in de rechterboezem van het hart met zuurstofarm bloed en gaat via de rechterkamer en de longslagader naar de longen toe waar uitwisseling van zuurstof en koolzuur plaats vindt. Het bloed geeft koolzuur af en neemt zuurstof op. Het nu zuurstofrijke bloed verlaat door de longaders de longen en komt terecht in de linkerboezem van het hart.

### De grote bloedsomloop

Vanaf de longen stroomt het zuurstofrijke bloed via de longaders naar de linkerboezem en de linkerkamer naar de grote slagader, de aorta. Via de aorta verspreidt het bloed zich naar de slagaders, vervolgens naar de haarvaatjes in de organen en gaat uiteindelijk via de holle aders weer terug naar de rechterboezem.

In de grote bloedsomloop bevindt zich de leverpoortader. Poortaders verbinden twee organen via hun haarvaatnetten zonder dat bloed daarbij eerst langs het hart gaat. De leverpoortader vervoert bloed vanuit de darmen, maag, milt, blaas en alvleesklier. Het zuurstofarme bloed met onder andere afvalstoffen vanuit de bovengenoemde organen komt in de lever terecht. De lever verwijdert deze afvalstoffen uit het bloed.



## 7 De foetale Bloedsomloop

Door Cherèl Brem

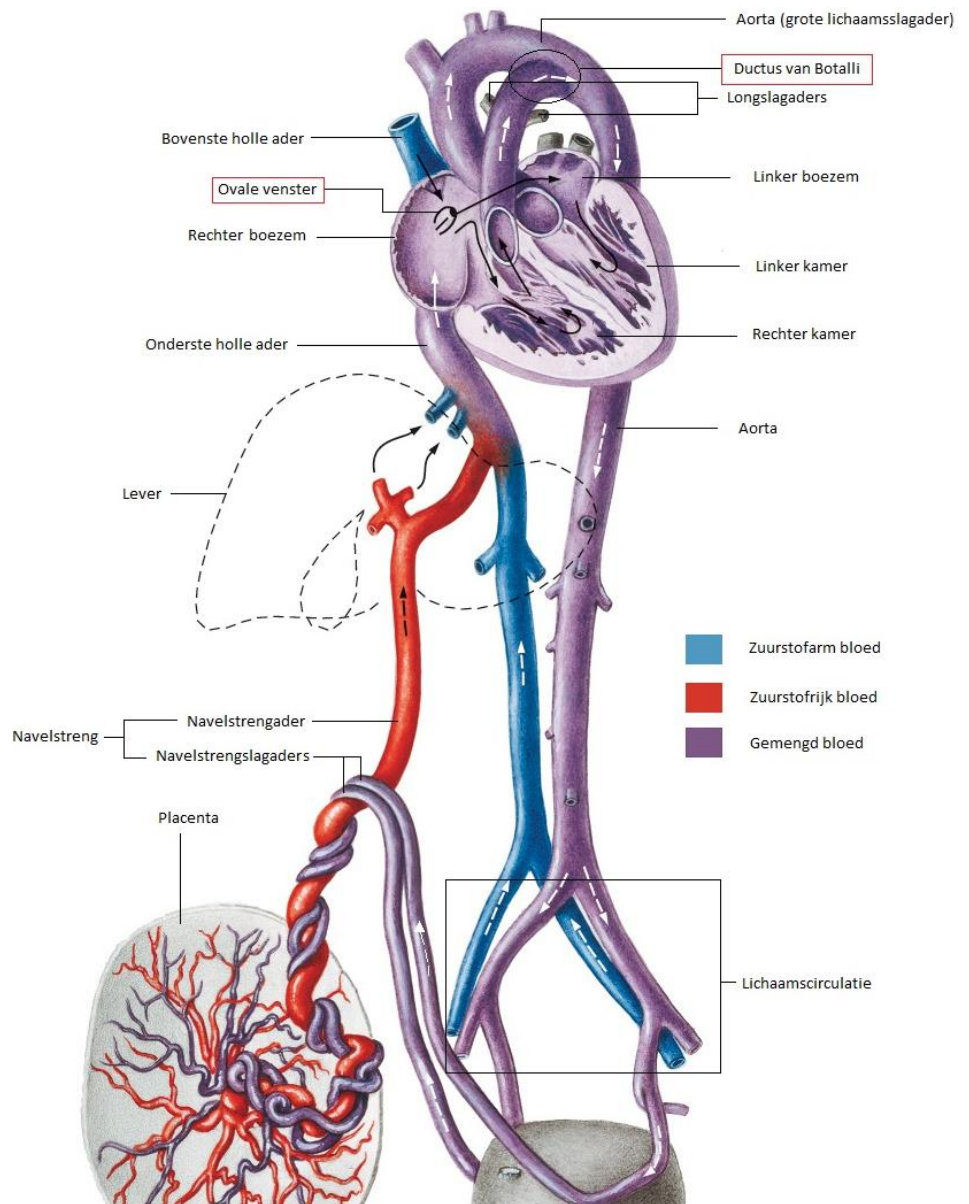
Hoe werkt de bloedsomloop van het ongeboren kind, de foetus? Welke functie heeft de placenta, ook wel bekend als de moederkoek, hierin? Hoe ontvangt de foetus zuurstof en voedingsstoffen uit het moederlijk bloed? En welke veranderingen in deze bloedsomloop treden er op na de geboorte? Dit hoofdstuk onthult deze wonderlijke mechanismen van de foetale bloedsomloop.

### Verschillen met de normale bloedsomloop

De bloedsomloop van het ongeboren kind, de foetus, verschilt op meerdere vlakken met de bloedsomloop na de geboorte. Omdat de baby in de baarmoeder nog niet kan ademen, zijn de foetale longen nog niet functioneel en nog niet ontplooid. Dit gebeurt pas bij de geboorte. De foetale longen vormen daarom een dichte massa. Normaliter pompt het hart bloed naar de longen (de kleine bloedsomloop), maar door de hoge weerstand van de foetale longen stroomt er bijna geen bloed door de longen in de foetus. Dat roept de volgende vragen op: hoe komt het bloed dan van de rechterharthelft naar de linkerharthelft? Waar haalt de foetus de zuurstof dan vandaan?

Het eerste vraagstuk heeft de natuur opgelost door een opening te maken tussen de rechter- en linkerboezem van

het hart: het ovale venster. Het bloed stroomt normaal gesproken van de rechterkamer via de longslagaders naar de longen en via de longaders naar de linkerharthelft stroomt. In de foetus stroomt het bloed nu direct van de rechter- naar de linkerboezem via dit ovale venster. Toch komen er kleine hoeveelheden bloed in de longslagader terecht. Dit bloed vindt toch zijn weg naar de grote bloedsomloop via een verbinding tussen de longslagader en de aorta (de grote lichaamsslagader): de ductus van Botalli. Door deze twee aanpassingen in de foetus, is het bloed in staat om de longen te omzeilen en stroomt het bloed grotendeels van de rechterharthelft direct naar de linkerharthelft of direct naar de grote bloedsomloop.



## **De rol van de placenta**

Om het tweede vraagstuk te beantwoorden moeten we de rol van de placenta (moederkoek) nader bekijken. De placenta speelt een zeer belangrijke rol bij de zuurstof- en voedingsstoftoevoer naar de foetus. De placenta valt te vergelijken met een omgekeerde boom, bestaande uit allemaal bloedvaten (zowel aderen als slagaderen) van moeder en foetus. Het moederlijke deel van de placenta bestaat uit zeer goed doorbloed slijmvlies met een hoge concentratie van zuurstof en voedingsstoffen. Het kinderlijke deel van de placenta bestaat uit de 2 navelstrengaders en navelstrengslagader, die zich vertakken in kleinere vaten die in nauw contact liggen met het doorbloede slijmvlies van moeder. De zuurstof in het moederbloed zit gebonden aan de rode bloedcellen. De rode bloedcellen van de foetus hebben andere eigenschappen dan de rode bloedcellen van de moeder, waardoor ze het zuurstof sterker aantrekken en binden. Het zuurstof laat los van de moederlijke rode bloedcellen en beweegt zich door de bloedvatwand van de foetale bloedvaten om zich vervolgens aan de foetale rode bloedcel te hechten. Ook voedingsstoffen kunnen door de foetale bloedvatwand heen bewegen. De zuurstofrijke bloed wordt vervolgens via de navelstrengader naar de rechterboezem gevoerd, waar het via het ovale venster in het linkerdeel van het hart terecht komt. Vanuit hier wordt dit zuurstofrijke bloed dan via de aorta in de lichaamscirculatie gepompt.

De foetus heeft ook afvalstoffen, die geloosd worden in het bloed van de moeder via de placenta. De afvalstoffen worden aangevoerd via de navelstrengslagaders. Je kunt dus stellen dat de placenta de rol van zowel de longen als de darmen van de foetus op zich neemt. Tegelijkertijd is de placenta ook de barrière tussen moeder en kind, het bloed van moeder en kind komt niet met elkaar in aanraking.

## **Veranderingen in de bloedsomloop na de geboorte**

Na de geboorte moet het kindje gaan ademen. Dit zorgt ervoor dat de longen ontplooiën. De dichte massa van de foetale longen wordt daardoor meer luchthoudend, waardoor de weerstand van de longen sterk daalt. Hierdoor is het hart wel in staat om bloed naar de longen te pompen. Het ovale venster en de ductus van Botalli zijn nu niet meer nodig en sluiten door verandering van de druk en bloedstroom.

## **Bronnen**

F. Paulsen, J. Waschke. Sobotta, Atlas of Human Anatomy, Internal Organs; 15<sup>e</sup> editie.

## 8 Het hart tijdens inspanning vs het hart in rust

Door Karlijn Rutten

### **Het hart**

Het hart is de belangrijkste spier van ons lichaam. Ons hele leven lang pompt het hart bloed naar de organen die het nodig hebben. Maar hoe doet hij dit precies?

### **Verandering bij inspanning**

Het hart is een pomp die in rust 4 tot 5 liter bloed per minuut rondpompt. Dit bloed bevat zuurstof en voedingsstoffen voor alle spieren en organen. Bij een volwassene pompt het hart in rust zo'n 60 tot 70 keer per minuut. Tijdens inspanning kan de hartslag oplopen tot 160 à 180 keer per minuut. Onder invloed van inspanning gaat dus de hartfrequentie omhoog. Ook de hoeveelheid bloed die het hart per slag uitpompt (het slagvolume) neemt toe. De totale hoeveelheid bloed die het hart per minuut rondpompt stijgt dus enorm bij inspanning vanwege toename van de hartfrequentie en toename van het slagvolume. Dit wordt het hartminuutvolume genoemd.

Bij inspanning neemt niet alleen het hartminuutvolume toe, maar verandert ook de verdeling van het bloed over het lichaam. De inwendige organen hebben niet meer bloed nodig, maar de spieren, longen en het hart zelf wel. Veranderingen die optreden als gevolg van inspanning zijn verwijding van slagaders naar de spieren en vernauwing van de slagaders naar de inwendige organen, waardoor de verdeling van het bloed anders wordt.

### **Energieverbruik van het hart**

Bij inspanning neemt niet alleen het energieverbruik van het hart toe, ook klopt het hart sneller en dus is er minder tijd om het hart zelf van bloed te voorzien tussen de hartslagen door. Tijdens inspanning moet het hart harder werken. Als gevolg daarvan heeft het hart meer zuurstof en dus meer bloed nodig. Als er een probleem is met de bloedvoorziening van het hart, zullen eerst alleen klachten optreden bij inspanning, omdat dan de vraag naar bloed verhoogd is.

### **Inspanningstest**

Een inspanningstest beoordeelt hoe de doorbloeding van de hartspier tijdens inspanning is. Het onderzoek wordt meestal afgenomen op de fiets en soms op de loopband. De patiënt krijgt elektroden op de borst die verbonden zijn met het ECG-apparaat dat hartfilmpjes maakt. Ook wordt de bloeddruk van de patiënt gemeten. Tijdens de test wordt de belasting langzaam opgevoerd. Het onderzoek gaat door tot de maximale inspanning passend bij de leeftijd is behaald of totdat iemand niet verder kan.

Bij inspanning moet het hart harder pompen en vaker kloppen en komen afwijkingen dus eerder aan het licht. Door hartfilmpjes tijdens inspanning te vergelijken met hartfilmpjes in rust kan mogelijk gevonden worden op er een afwijking is van de functie van het hart en of dit de klachten kan verklaren.

### **Bronnen**

Hartstichting: <https://www.hartstichting.nl/bouw-werking-hart>

Kennislink: <http://www.kennislink.nl/publicaties/hart-en-bloedvaten>