

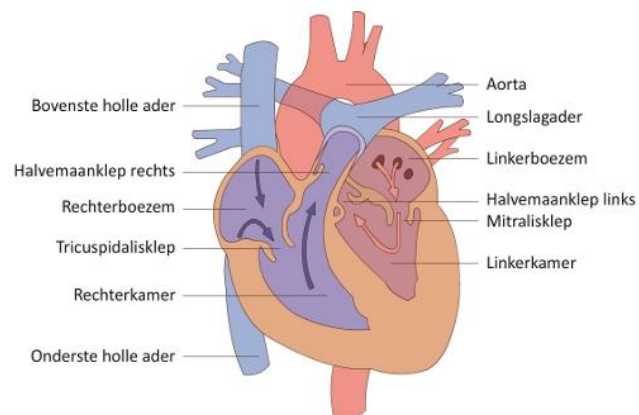
1. Hoe ziet het hart eruit?

Het hart ligt in de borstkas, achter het borstbeen tussen beide longen in. Er wordt vaak gezegd dat het hart aan de linkerkant ligt, maar dit is niet helemaal waar. Het ligt in het midden, maar omdat het niet rechtop staat, maar schuin, steekt de punt van het hart uit aan de linkerkant van het borstbeen.

Het hart is een hol orgaan, dat bestaat uit vier ruimtes: twee aan de linkerkant en twee aan de rechterkant. De linker- en rechterhelft worden verdeeld door een tussenschot (septum), en de ruimtes worden boezems/atria (boven) en kamers/ventrikels (beneden) genoemd. Iedere halthelft bestaat dus uit een boezem en een kamer. De linker kamer is veel gespierder en groter dan de rechter kamer, omdat hij het bloed door het hele lichaam pompt.

Tussen de boezems en ventrikels zijn hartkleppen aanwezig. Deze zorgen ervoor dat het bloed niet de verkeerde kant op stroomt. Om dezelfde reden is er een klep aanwezig tussen de rechter kamer en de longslagader, en vindt men tussen de linkerkamer en de hoofdslagader (aorta) een klep, bekend als de aortaklep.

Het hart wordt omgeven door een hartzakje, dat het pericard genoemd wordt. In dit hartzakje zit vocht, om ervoor te zorgen dat er minimale wrijving ontstaat als het hart samentrekt.



De wand van het hart bestaat uit verschillende lagen (van buiten naar binnen): het epicard, het myocard en het endocard. Het epicard is het vlies dat het eigenlijke hartspierweefsel omgeeft. Dit spierweefsel heet myocard. Aan de binnenkant van het spierweefsel, de binnenkant van de hartruimtes, zit endocard, ofwel de binnenbekleding van het hart.

Het hart is dus voornamelijk opgebouwd uit spierweefsel en bindweefsel (tussenschotten). Het spierweefsel is belangrijk omdat het hart samentrekt en zo werkt als een pomp. Door deze samentrekking, wordt het bloed door het lichaam gestuwd. Het bindweefsel is even belangrijk, omdat het de elektrische prikkelgeleiding beïnvloedt (zie hierover meer onder 2.)

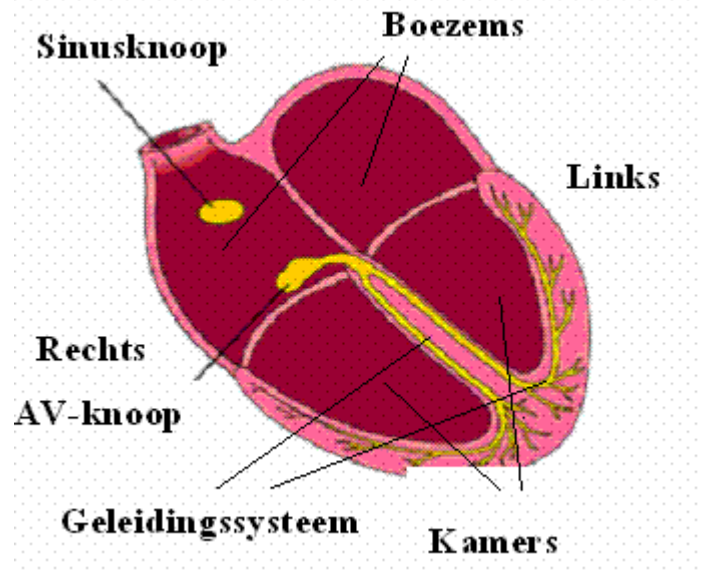
Om het hart samen te laten trekken moeten er natuurlijk ook voedingsstoffen en zuurstof aan de hartspier geleverd worden. Deze worden aangeleverd door kransslagaders, slagaders rondom het hart. De kransslagaders ontspringen uit het begin van de aorta, net boven de aortaklep. Iedere halthelft heeft zijn eigen kransslagader: zo zijn er dus een rechter- en linker kransslagader. De linker kransslagader vertakt verderop in twee grote takken: de ramus circumflexus en de ramus interventricularis anterior. Eerstgenoemde is het bloedvat, dat om het hart loopt (circumflex) en de linker achter- en zijkant van het hart van bloed voorziet. De ramus interventricularis anterior, die aan de voorkant van het hart (anterior) tussen de ventrikels loopt (interventricularis), voorziet de voorkant van het hart van bloed. De rechter kransslagader is verantwoordelijk voor de bloedtoevoer van de rechter achter- en zijkant van het hart.

2. Waarom zorgt een schok van de ICD ervoor dat het hart weer gaat werken?

Waarom een hart klopt

Het hart kan voorgesteld worden als één grote spier, waarvan eerst de bovenkant (de boezems) samenknijpt en later de onderkant (de kamers). Dit samenknijpen (contraheren) veroorzaakt het kloppende gevoel, maar hoe ontstaat nu zo'n hartcontractie?

Een spier komt alleen in beweging wanneer het hiervoor een elektrisch signaal ontvangt. Normaal gesproken wordt zo'n signaal (prikkel, pulse, stroomstootje), door onze hersenen aangestuurd. Dit gebeurt bij alle bewegingen die wij maken. Bij het hart is er iets speciaals aan de hand. Het hart klopt namelijk uit zichzelf (autonoom). Dit komt omdat het hart zelf deze prikkels aanmaakt. Dit gebeurt in de sinusknoop, die in de rechter boezem ligt. In de sinusknoop bevinden zich cellen die uit zichzelf ritmische prikkels afgeven. Vanuit de sinusknoop verspreiden deze prikkels zich razendsnel als een golf over de boezems, waardoor de spiercellen samentrekken. Hierdoor stroomt het bloed van de boezems naar de kamers. Om het bloed hiervoor de tijd te geven is het belangrijk dat de kamers niet nu ook al samentrekken. Dit wordt voorkomen door de cellen die op de grens tussen de boezems en kamers liggen. Deze cellen hebben een isolerende werking. Ze geleiden de prikkel niet tot slecht, net zoals het plastic rondom een stroomkabel. Op deze manier kan de prikkel vanuit de sinusknoop maar op één manier naar de kamers, namelijk via het prikkelgeleidingssysteem (het elektriciteitsnet van het hart). De prikkel van de boezems komt eerst aan in de AV-knoop; hier wordt de prikkel even vertraagd, zodat het bloed dus tijd heeft om door te stromen. Na deze vertraging geeft de AV-knoop nieuwe kracht aan de prikkel. Deze versterkte prikkel verspreidt zich snel verder langs het prikkelgeleidingssysteem (de bundel van His met haar zogeheten Purkinjevezels) tussen en rondom de kamers. Het gevolg is dat de kamers in één keer tegelijkertijd krachtig samentrekken.



Dit is een afbeelding van een hart dat verticaal is doorgesneden, waardoor u nu midden in het hart kijkt. Lichtroze is spier, donkerrood is hol (hierin bevindt zich het bloed) en geel veroorzaakt en vervoert de prikkels.

Wat doet een ICD (inwendige defibrillator)?

Door verschillende oorzaken kan het hart op hol slaan. De prikkel verspreidt zich niet meer zo mooi georganiseerd als hierboven omschreven, maar chaotisch. Tevens ontstaat er veel te snel een prikkel. Hierdoor gaat het hart sneller kloppen en werkt het niet meer efficiënt. Bij mensen met een ICD geeft de ICD dan één sterke stroomstoot. Deze sterke prikkel is te zien als een grote tromslag, het effect is dat het hart een pas op de plaats maakt. Vervolgens ontstaan er weer prikkels vanuit de sinusknoop en klopt het hart weer mooi in de maat.

3. Wat is de functie van het hart en de vaten?

Bloedsomloop

Het hart pompt bloed rond door het lichaam. Het hart bestaat uit twee delen: de rechter harthelft en de linker harthelft.

De rechter harthelft pompt het bloed door de kleine bloedsomloop. De kleine bloedsomloop loopt van de rechterkamer, via de longslagader naar de longen. In de longen vertakt de longslagader zich tot steeds kleinere vaten. Het kleinste vat is zo dun als een haar en wordt een 'haarvaatje' genoemd. Vanuit de longen stroomt het bloed via de longader weer terug naar de linker harthelft.

De kleine bloedsomloop is belangrijk omdat het bloed in de longen zuurstof op haalt. Het bloed is dan zuurstofrijk, wat in het plaatje aangegeven is met een rode kleur. Belangrijk is ook dat in de longen koolstofdioxide wordt afgegeven, zodat het kan worden uitgeademd.

De linker harthelft pompt het bloed vervolgens door de grote bloedsomloop. De grote bloedsomloop loopt van de linkerkamer naar de rest van het lichaam. De belangrijkste grote vaten zijn de aorta en de bovenste en onderste holle ader. De aorta brengt het bloed naar het lichaam, zoals de hersenen, andere organen en spieren om de zojuist opgenomen zuurstof daar af te leveren. Het bloed wordt dan zuurstofarm. Dit is te zien aan de blauwe kleur in het plaatje.

Het zuurstofarme bloed wordt via de onderste holle ader (vanuit de buik) en bovenste holle ader (vanuit de hersenen) terug naar de rechter harthelft vervoerd. Vervolgens begint de cirkel opnieuw.

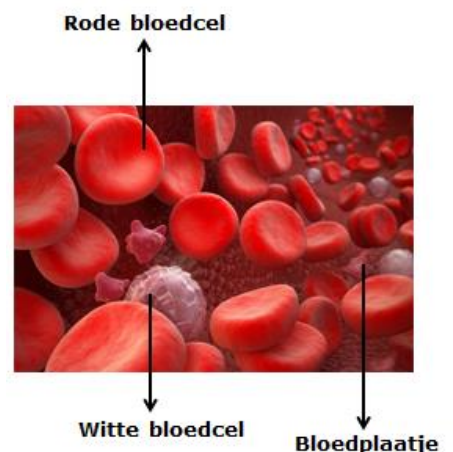
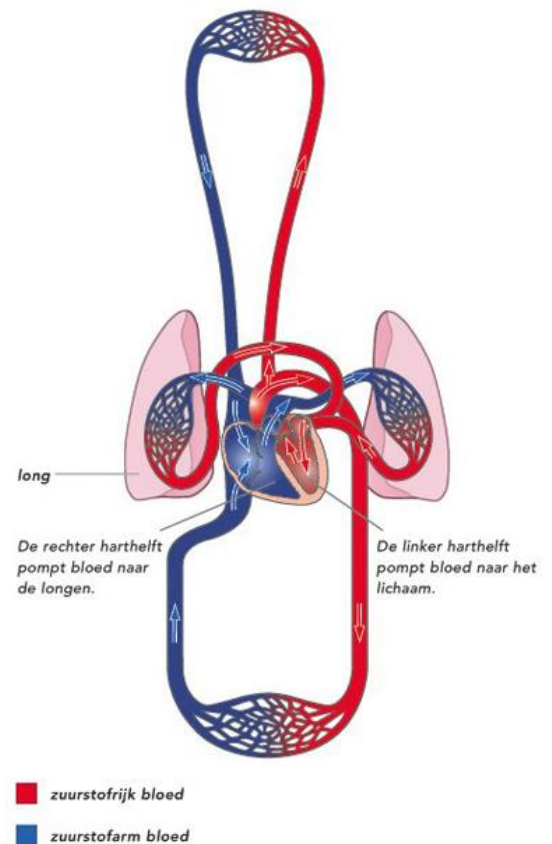
Ter verduidelijking zou u het volgende filmpje kunnen bekijken:

<http://www.youtube.com/watch?v=pULytfpp5Dc>

Zuurstoftransport

Het lichaam heeft zuurstof nodig om te kunnen functioneren. Zuurstof komt het lichaam binnen met de ingeademde lucht, maar moet uiteindelijk in het bloed terecht komen om vervoerd te worden naar de rest van het lichaam. Daarom vertakken de bloedvaten in de longen zich naar haarvaatjes. Deze bloedvaatjes zijn zo dun dat het zuurstof zich over de wand van het bloedvat kan verplaatsen.

Om zich in het bloed te kunnen verplaatsen moet de zuurstof een verbinding vormen met een bloedcel. Deze bloedcel is de rode bloedcel. Het bloed bestaat naast de rode bloedcellen uit een vloeistof, plasma genoemd. Ook bevat het bloed witte bloedcellen, die belangrijk zijn voor de afweer als je ziek wordt. Het bevat bovendien bloedplaatjes die zorgen voor de bloedstolling wanneer een bloedvat kapot gaat.



4. Hoe zien bloedvaten eruit?

Slagader (arterie)

Slagaders komen van het hart af en bevatten bloed, dat zuurstofrijk is. De slagaders worden altijd in het rood afgebeeld. De grote lichaamsslagader in het lichaam heet de aorta. Daar takken weer andere slagaders vanaf.

De longslagader is -in tegenstelling tot andere slagaders van het lichaam- zuurstofarm, aangezien deze van het hart naar de longen gaat. In de longen wordt het bloed pas weer van zuurstof voorzien. Een slagader heeft een dikke, elastische spierwand, waarin de hartslag voelbaar is. Zo kun je bijvoorbeeld je eigen 'pols' meten.

Doordat de slagaders van het hart afkomstig zijn, is de druk hoog. Bij hoge druk in het hart, pompt deze het bloed de slagaders in en kunnen de slagaders dankzij de elastische spierlaag de hoge druk verwerken en het bloed het lichaam in laten gaan. De hoge druk is merkbaar: bij een slagaderlijke bloeding spuit het bloed uit het vat.

Een slagader ligt diep in het lichaam en heeft geen kleppen.

Vertakking van arterie (arteriole)

De arteriole is vertakking van een slagader, eigenlijk een kleine slagader. Ook deze heeft spierweefsel in de wand en kan ervoor zorgen dat er meer of minder bloed in het vat kan. Zo regelt dit vat de doorbloeding van het weefsel, waarnaar het bloed stroomt. Door dit nauwer of wijder maken van het vat, wordt ook de druk veranderd. Arteriolen zorgen dan ook voor de juiste weerstand in het vat.

Haarvaten (capillairen)

Haarvaten hebben een heel dunne wand, opgebouwd uit één laag platte cellen. Deze vaten maken de uitwisseling van stoffen tussen bloed en omliggende weefsels mogelijk. Zuurstof en voedingsstoffen worden zo naar de weefsels met cellen toegebracht, de afvalstoffen en koolstofdioxide worden juist weer aan het bloed afgegeven.

In alle organen zit een heel stelsel van haarvaten. Duidelijk zichtbaar zijn bijvoorbeeld ooghaarvaatjes.

Vertakking naar de ader (venule)

De venule is een klein bloedvat, dat zuurstofarm bloed van de haarvaten verzamelt voor de aderen. De wand bestaat uit 3 lagen: platte cellen, elastisch bindweefsel en vezelig bindweefsel. Deze wand is erg dun, vergeleken met de wand van de arteriolen. Cellen kunnen echter gemakkelijk in de venule komen.

Ader (vene)

De aders gaan naar het hart toe en bevatten bloed, dat zuurstofarm is. Aders worden daarom in het blauw afgebeeld, hoewel het bloed natuurlijk een rode kleur heeft.

De longader is in uitzondering tot de rest van de aders in het lichaam zuurstofrijk, aangezien deze van de longen afkomt en naar het hart toegaat, voordat het bloed de rest van het lichaam ingaat. De ader heeft een dunne wand want de druk is inmiddels erg laag geworden. De hartslag is dan ook niet voelbaar en bij een wond drupt er bloed uit de ader. De ader ligt minder diep: zichtbaar als 'blauwe' vaten in bijvoorbeeld de pols. Een ader bevat kleppen om te zorgen dat het bloed niet terug, naar beneden in de richting van de zwaartekracht, kan stromen.

5. Waarom valt de voetballer neer als zijn hart stopt?

Het hart zorgt dat er bloed door uw lichaam wordt rondgepompt. Op de afbeelding is duidelijk te zien dat het hart alle delen van het lichaam van bloed voorziet.

Als het hart stopt met werken, zoals bij een hartaanval gebeurt, dan heeft dit grote gevolgen. De spieren van het hart zullen dan geen bloed meer naar de rest van het lichaam pompen, waardoor de organen te weinig zuurstof krijgen. Vooral de hersenen hebben heel veel zuurstof nodig. Van de hoeveelheid bloed die elke minuut door het hart in de aorta wordt gepompt, gebruiken alleen de hersenen al 20%!

Wanneer een hartstilstand langer dan 5 minuten duurt, zullen de gevolgen ervan ernstig zijn en kunnen het lichaam maar ook de hersenen ernstige en permanente schade oplopen door zuurstofgebrek. Herstel is dan niet meer mogelijk.

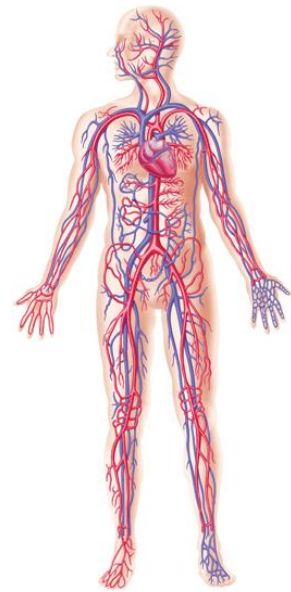
De voetballer van het filmpje valt dus doordat zijn hart geen bloed meer in het lichaam pompt, waardoor de cellen van de hersenen zuurstofgebrek krijgen. Binnen ongeveer 30 seconden vanaf het begin van de hartaanval ontstaan bewustzijnsstoornissen. De voetballer verliest zijn bewustzijn en valt neer op de grond.

Nu vraagt u zich misschien af: wat is dan het verschil tussen een hartstilstand en een hartaanval/een hartinfarct? Een hartinfarct is hetzelfde als een hartaanval. Een hartaanval of hartinfarct kan de oorzaak vormen van een plotselinge hartstilstand maar dat hoeft niet per definitie het geval te zijn. Een hartstilstand kan ook andere oorzaken hebben. Bij een hartinfarct raakt de bloedtoevoer naar het hart zelf verstoord. Bij een hartstilstand stopt het hart tijdelijk of permanent met kloppen, waardoor het lichaam geen zuurstof meer krijgt en iemand zelfs in een coma kunt raken. Het belangrijkste symptoom van een hartinfarct is beklemmende of drukkende pijn midden op de borst. Deze pijn kan uitstralen naar de bovenarmen en samengaan met zweten, misselijkheid of braken. De symptomen van een hartstilstand zijn bewusteloosheid, afwezige hartslag en afwezige ademhaling.

Reanimatie

Als er sprake is van een hartstilstand, dan is het belangrijk om zo snel mogelijk de reanimatie te starten. Bij de voetballer was dit niet nodig omdat hij een schok toegediend kreeg door zijn interne defibrillator, waardoor het hart weer ging werken.

Tijdens een reanimatie worden om en om 30 borstcompressies gegeven en 2 beademingen. De borstcompressies zorgen ervoor dat het bloed als het ware door het lichaam wordt gepompt. De beademingen zijn nodig om zuurstof in het lichaam te brengen, zodat deze zuurstof door middel van de compressies naar de organen kan worden gebracht. Het resultaat van de compressies en beademingen is dat de schade die aan de organen ontstaat, uitgesteld wordt. Naast de compressies en beademingen is het heel belangrijk om een schok toe te dienen met een AED (automatische externe



defibrillator). Deze AED heeft dezelfde functie als de ICD van de voetballer. Zonder deze AED kan het hartritme niet herstellen.

Het is dus erg belangrijk om een reanimatie zo snel mogelijk te starten en zo vroeg mogelijk te defibrilleren. Hoe vroeger u begint, des te minder (blijvende) schade er zal ontstaan!

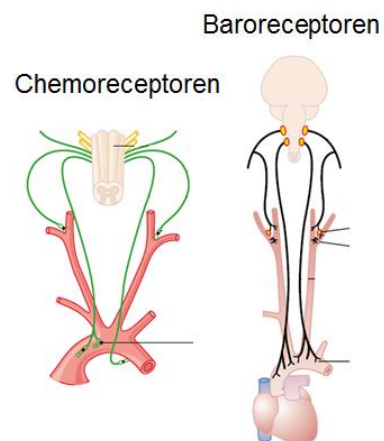
6. Wat is het effect van inspanning op hart en vaten?

De energie die het lichaam nodig heeft om te functioneren, wordt geleverd door kleine lichaamscellen. Om deze energie te maken, verbranden de lichaamscellen energierijke voedingsstoffen. Deze voedingsstoffen kunnen bijvoorbeeld suikers of vetten zijn die via de voeding in het lichaam komen.

De lichaamscellen hebben zuurstof (O_2) nodig om deze energierijke voedingsstoffen af te breken tot energie. Bij het afbreken komt koolstofdioxide vrij (CO_2) als een soort van afvalstof, die de longen kunnen verwijderen bij het uitademen. Zowel zuurstof als koolstofdioxide kunnen niet in het lichaam worden opgeslagen, waardoor ze via de ademhaling moeten worden ingenomen (zuurstof) en afgegeven (koolstofdioxide).

Als de zuurstof via de longen in het bloed terecht komt, kan het bloed op weg naar de cellen die zuurstof nodig hebben. Het bloed gaat via het hart en de bloedvaten naar deze cellen toe. Aan de hand van kleine sensoren die bij de bloedvaten zitten, chemoreceptoren, kan het lichaam in de gaten houden hoeveel zuurstof en koolstofdioxide in het bloed zit. Als de hoeveelheid van deze stoffen verandert, kunnen de chemoreceptoren een signaal geven aan de longen om de ademhaling sneller of langzamer te doen. Het is dan de taak van het hart en de bloedvaten om de zuurstof op tijd bij de cellen te krijgen. Ze worden hierbij geholpen via kleine sensoren, de baroreceptoren, die signaaltjes geven waardoor het hart en de vaten zich kunnen aanpassen. Deze baroreceptoren liggen naast de belangrijke bloedvaten, zoals de aortaboog, en kunnen uitrekken door de druk in deze vaten. Ze kunnen zorgen dat het hart sneller of langzamer gaat kloppen, de bloedvaten verwijden of juist nauwer worden en ze zorgen met welke druk het bloed door het lichaam stroomt (bloeddruk).

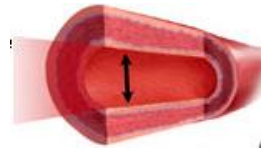
In het geval van een inspanning zoals bij een voetballer, hebben de cellen meer zuurstof nodig. De chemoreceptoren merken dus op dat er meer zuurstof nodig is en zorgen dat de longen sneller gaan werken. Het hart en de bloedvaten moeten vervolgens zorgen dat de zuurstof snel bij de juiste cellen terecht komt. Het hart kan daarvoor sneller gaan kloppen, ook wel tachycardie genoemd, waardoor het bloed sneller en vaker door het lichaam gaat en de zuurstof snel bij de cellen terecht komt. Door de bloedvaten te vernauwen, kan de bloeddruk omhoog en gaat het zuurstofrijk bloed ook sneller naar de cellen toe. De bloeddruk is hierdoor verhoogd, ook wel hypertensie genoemd, maar dat is bij een inspanning dus normaal om voldoende (snel) zuurstof aan te cellen te leveren. De bloeddruk mag echter niet te hoog worden omdat dit de bloedvaten of het hart kan beschadigen. Hierbij spelen de baroreceptoren dus een belangrijke rol. Via snelle signaaltjes zorgen ze dat de vaten wijder worden (waardoor de bloeddruk afneemt) en/of dat het hart minder snel gaat kloppen.



7. Hoe verandert de bloeddruk bij de voetballer?

Bloeddruk

Bloeddruk is “de druk die het bloed op je slagaders uitoefent” en wordt meestal onderverdeeld in **systolische en diastolische bloeddruk**. Hieronder wordt toegelicht wat bloeddruk precies is, hoe bloeddruk ontstaat en hoe je dit kunt meten. Daarnaast wordt verteld welke rol de bloeddruk speelt bij de casus van deze week, Anthony van Loo.

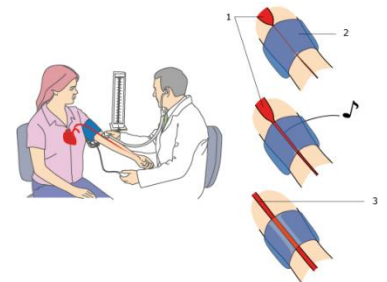


Alle organen hebben bloed nodig om hun functie goed uit te kunnen voeren. Het is de functie van het hart om bloed naar de organen te pompen. Dit gaat via **slagaders** (arteriën): deze vervoeren van bloed van het hart naar de rest van het lichaam.

Het hart werkt in twee fases. De fase waarin het hart bloed in de slagaders pompt wordt de **systole** genoemd. De kracht waarmee het hart het bloed in de slagaders pompt, zorgt voor een druk van het bloed op de vaatwand van de bloedvaten. Deze druk op de vaatwand wordt de **systolische bloeddruk** (bovendruk) genoemd. Na de systole ontspant het hart, deze rustfase wordt de **diastole** genoemd. Het hart verzamelt in de diastole bloed voor de volgende systole, het pompt op dat moment dus geen bloed in de bloedvaten. Het bloed wat al in de slagaders is gepompt tijdens de systole, stroomt verder door het hele bloedvatenstelsel heen. Omdat het bloed zich in de diastole verdeelt over het bloedvatenstelsel en er geen nieuw bloed in de slagaders wordt gepompt is er minder druk op de vaatwand in de slagaders. De **diastolische bloeddruk** (onderdruk) is de laagste druk die op de vaatwand wordt uitgeoefend tijdens de diastole.

Metten van bloeddruk

De bloeddruk kan je meten met een **bloeddrukmeter**, de **sfygmomanometer**. De manchet van de bloeddrukmeter wordt om de bovenarm gewikkeld en deze wordt opgepompt met de ballon. Door de manchet op te pompen komt er een hoge druk in de manchet die het bloedvat dichtdrukt. Daarna wordt de stethoscoop gezet in de elleboogplooï, om te luisteren naar de armslagader (arterie brachialis). De manchet wordt langzaam leeggelaten waardoor de druk van de manchet verminderd. Tijdens het leeglopen wordt er naar de slagader geluisterd. Zodra je doffe tonen hoort, lees je de bloeddruk af op de bloeddrukmeter: dit is de systolische bloeddruk. De bloeddruk overwint de druk van de manchet.



Je blijft vervolgens luisteren naar de arterie en laat de manchet langzaam leeglopen. De tonen worden steeds harder, tot ze uiteindelijk geheel verdwijnen. Het moment dat de tonen zijn verdwenen lees je weer de bloeddruk af: dit is de diastolische bloeddruk. De bloeddruk wordt door artsen opgeschreven als ‘**RR Systolische druk/Diastolische druk**’ in de eenheid mmHg (millimeter kwik). Als voorbeeld dus RR 125/80 mmHg.

De casus: Anthony van Loo

Bloeddruk ontstaat omdat het hart bloed in bloedvaten pompt. Als het hart niet pompt, zakt de bloeddruk. Anthony van Loo heeft een hartritmestoornis, waardoor het hart soms helemaal stopt met pompen. Omdat het hart stopt met pompen zakt de bloeddruk sterk. Hierdoor krijgen organen, zoals de hersenen, geen bloed. Als de hersenen geen bloed krijgen raak je bewusteloos. De ICD zorgt ervoor dat zijn hart weer opgang komt, waardoor zijn bloeddruk weer stijgt. Hierdoor stroomt er weer bloed naar de hersenen en komt hij weer bij.