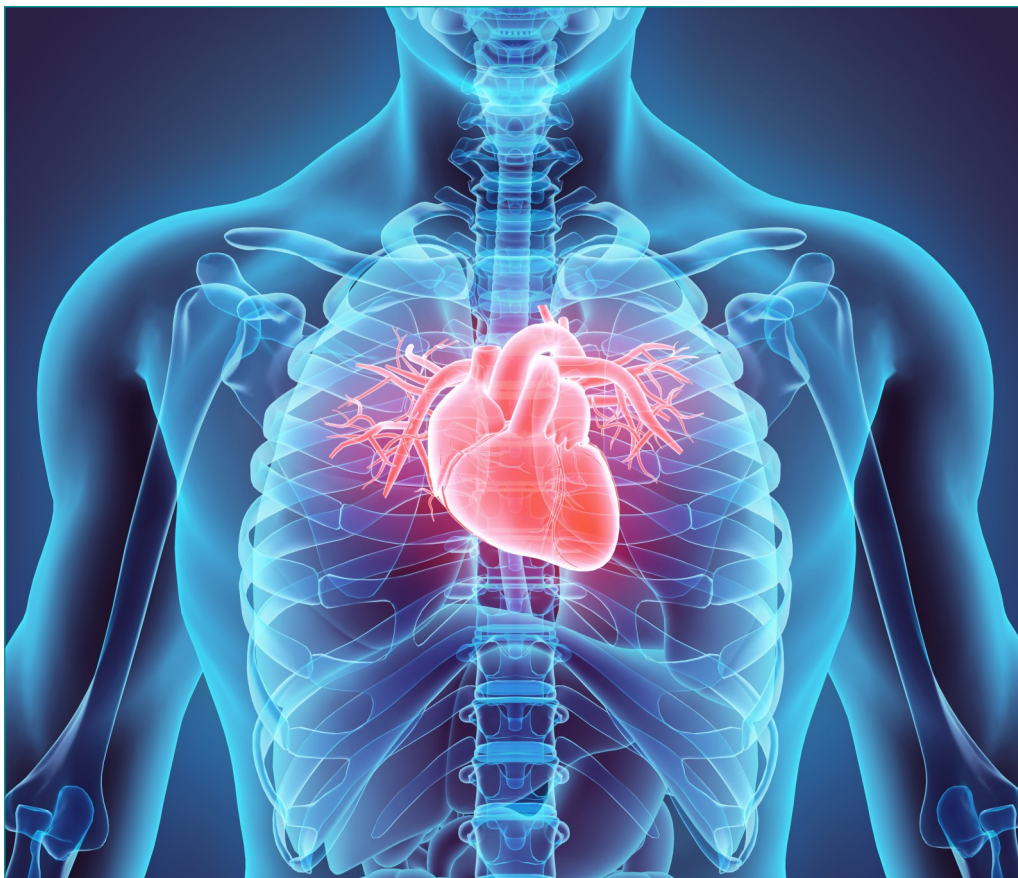


**'Menigeen vindt zijn hart pas, als hij zijn hoofd heeft verloren'**

Friedrich Nietzsche (1833)

**'Als ge een goed mens ziet, bedenk dan hoe ge hem kunt navolgen;  
als ge een slecht mens ziet, onderzoek dan uw eigen hart.'**

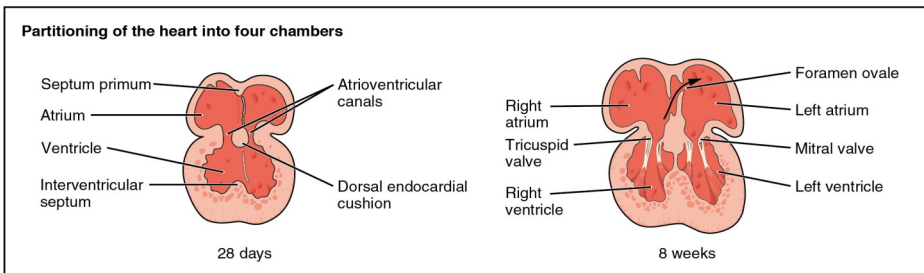
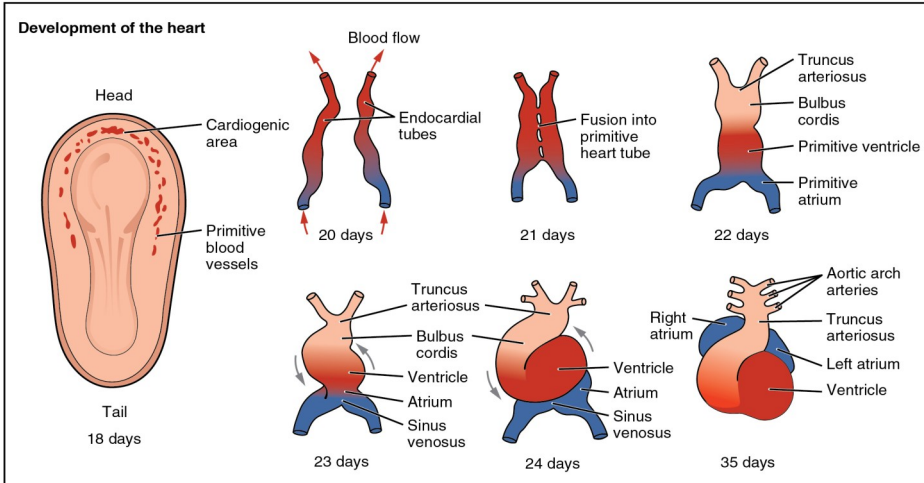
Confucius (500 v. Chr.)



## 19. COR

## 19.6. BEKNOPTE EMBRYOLOGIE COR

Hartontwikkeling (ook bekend als cardiogenese) is de prenatale ontwikkeling van het hart. Dit begint met de vorming van twee endocardiale buizen die samenvloeien tot het buisvormige hart, ook wel de primitieve hartbuis genoemd. Het hart is het eerste functionele orgaan in embryo's van gewervelde dieren en bij de mens klopt het spontaan rond week 5 van de embryonale ontwikkeling.



### Ontwikkeling van het hart:

Ontwikkeling van het menselijk hart gedurende de eerste acht weken (boven), en de vorming van de hartkamers (onder).

In deze afbeelding vertegenwoordigen de blauwe en rode kleuren de in- en uitstroom van bloed (niet veneus en arterieel bloed).

Aanvankelijk stroomt al het veneuze bloed van de staart / atria naar de Ventrikel / kop, een heel ander patroon dan dat van een volwassene.

Bron: Betts JG (2013) Anatomy & physiology. page 787-846. ISBN 978-1938168130. 2013.

### 19.6.1. Globale ontwikkeling

Het buisvormige hart differentieert snel in de truncus arteriosus, bulbus cordis, primitieve Ventrikel, primitief Atrium en de sinus venosus. De truncus arteriosus splitst zich in de opstijgende Aorta en de longstam. De bulbus cordis maakt deel uit van de Ventrikel. De sinus venosus staat in verbinding met de foetale circulatie.

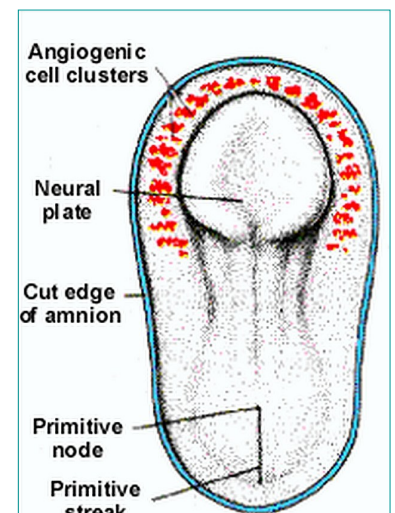
De hartbuis wordt aan de rechterkant langer, loopt in een lus en wordt het eerste visuele teken van de links-rechts-asymmetrie van het lichaam.

#### Vroege ontwikkeling

Het bloedvatstelsel kan worden opgevat als een systeem van paracrine communicatie over een langere weg met een bepaalde richting, welke wordt meegegeven door een kanalisatiesysteem.

De 'motor' achter deze vorm van stofwisseling is een concentratiegradiënt, dat het begin is van diffusie & osmose. Metabole activiteit leidt tot veranderingen van de osmolariteit in en rondom cellen en weefsels.

Beschouwen we dit op een groter plan, dan kunnen we vaststellen dat de metabole activiteit van celclusters aanleiding is tot een zekere vloeistofstroom. Deze kan worden beschouwd als een voorloper van het la-



Het embryo vertoont craniaal een hogere metabole activiteit en de vloeistofstroom krijgt progressief meer richting en structuur. Het begin van de kanalisatie wordt gevormd door angiogenetisch materiaal, de zogenoemde bloedeilandjes. Deze vormen endotheliale kanalen. De eerste kanalisaties zijn in de hechtsteel te zien en even later ook in het embryo.

**Samengevat gaat de ontwikkeling als volgt:**

In het mesoderm ontstaan Angioblasten welke bloedeilandjes vormen en er vindt een transformatie plaats:

- centraal gelegen cellen vormen primitieve bloedcellen.
- perifeer gelegen cellen vormen de endotheelbekleding.

Rondom de bloedeilandjes leggen zich steeds meer Angioblasten aan.

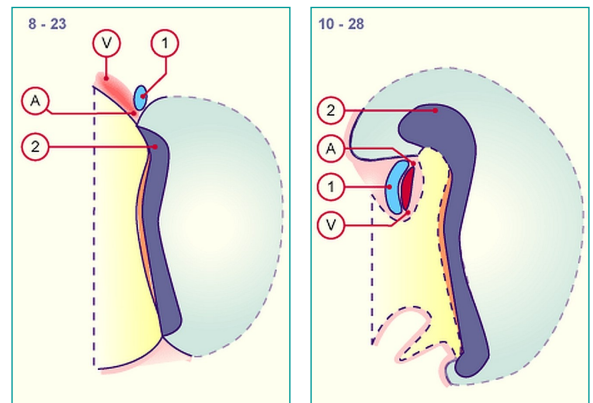
De holle bloedeilandjes fuseren onderling waardoor endotheliale kanalen ontstaan die steeds meer ingroeien in het omliggende weefsel.

Mesenchymaalweefsel rondom endotheliale kanaaltjes vormen spierweefsel en (ondersteunend) bindweefsel:

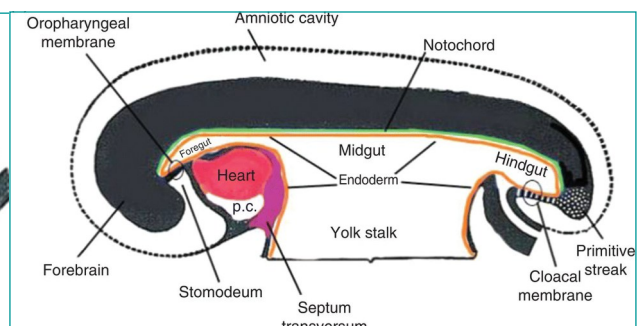
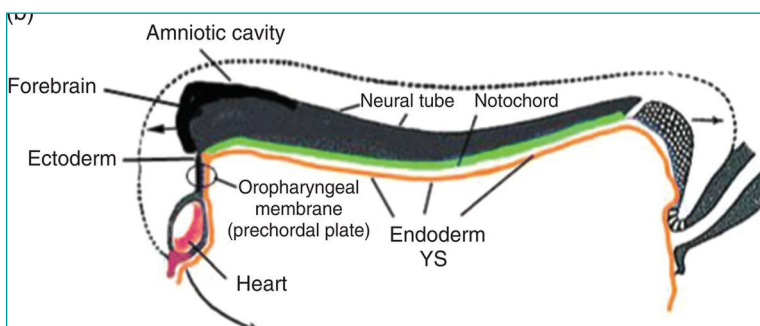
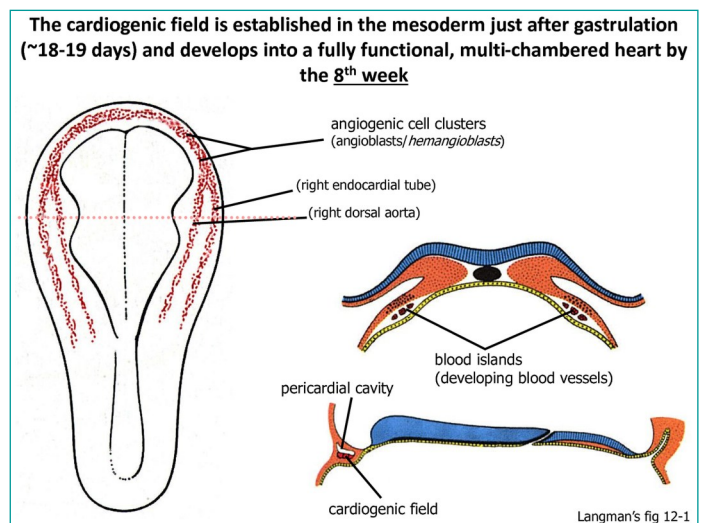
- de complexiteit neemt toe.
- transitie van meer fluïdisch naar meer structuur.
- de structuur versterkt de functie (die er al was) wat voor meer structuur zorgt: er vormen zich steeds grotere bloedvaten.

Wanneer de neurale plaat gesloten is en de hersenblaasjes gevormd zijn, begint het centrale zenuwstelsel zo snel in craniale richting te groeien dat het zich over de cardiogene zone buigt, deze zone lag tot op dat moment rostraal van de neuraalplaat.

Het resultaat van de groei van de neuraalbus noemt men de kop-plooiing van het embryo. Het leidt ertoe dat hart eerst in het cervicale gebied ligt en tenslotte in de Thorax terecht komt. Zo wordt het primitieve hart wordt als het ware in het embryo opgenomen; het komt tussen de hartholte en de oerdarm te liggen waarna het als het ware in de hartholte groeit. De hartbuis wordt aan zijn craniale zijde voortgezet door twee aortabogen. De onderzijde van het hart, de sinus veno-



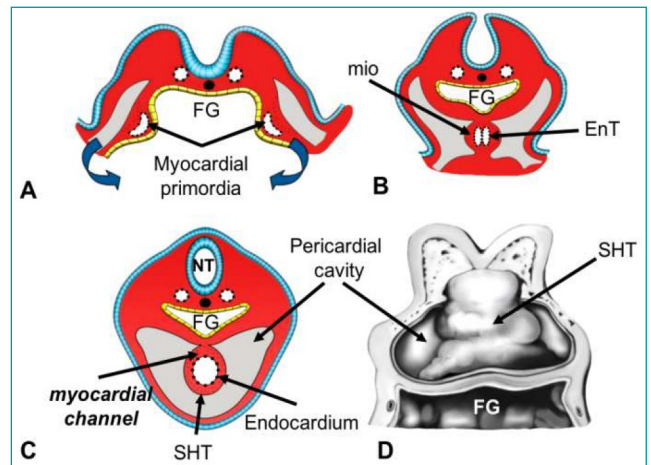
1 = pericard-holte.  
2 = craniale eind embryo.  
A = arterieel deel (outflow).  
V = veneus deel (inflow).



De delimitatiefase beschrijft de fase waarin het embryo om een cranio-caudale as beweegt en een meer 3 dimensionaal karakter krijgt. Ook verschijnen er endotheliaal-kanalen welke ter hoogte van het toekomstig hart endocardbuisjes worden genoemd. Door de delimitatiefase bewegen de hartbuisjes naar elkaar toe, raken elkaar en versmelten. Het omliggende mesenchym densificeert tot een epi-myocard-mantel of cardiaal gelatine. Deze mantel bevat veel hyaluronzuur dat zorgt voor een scheiding met het Endothelium. Uit de epi-myocard-mantel ontwikkelt zich het Myocardium en het Epicardium.

Uiteindelijk bestaat de wand van het hart uit drie lagen:

- Endocardium; de endotheliale binnenbekleding.
- Myocardium; het hartspierweefsel.
- Epicardium of lamina visceralis van het Pericard dat de buitenzijde van de buis bedekt.



### Verdere Ontwikkeling

Op de 18<sup>e</sup>-19<sup>e</sup> dag verschijnt dus ter hoogte van de cardiogene zone de eerste aanleg van het hart als verdikking van de splancholeura. Cellen verdichten zich tot celstrengen met een lumen. Zo ontstaat bilateraal de primitieve hartbuis.

Door de cephalocaudale en transversale rotatie versmelten beiden tot een centrale endocardiale buis, die zich naar caudaal verplaatst. Het aangrenzende mesoderm verdicht zich tot een myo-epicardiale mantel. Vanuit de endocardiale buis ontstaat het endocard, terwijl de myo-epicardiale mantel zorgt voor het myocard.

Ondertussen groeit de hartbuis in de lengte en er ontstaan verwijdingen:

- sinus venosus.
- primitieve Atrium.
- primitieve Ventrikel.
- bulbus cordis.

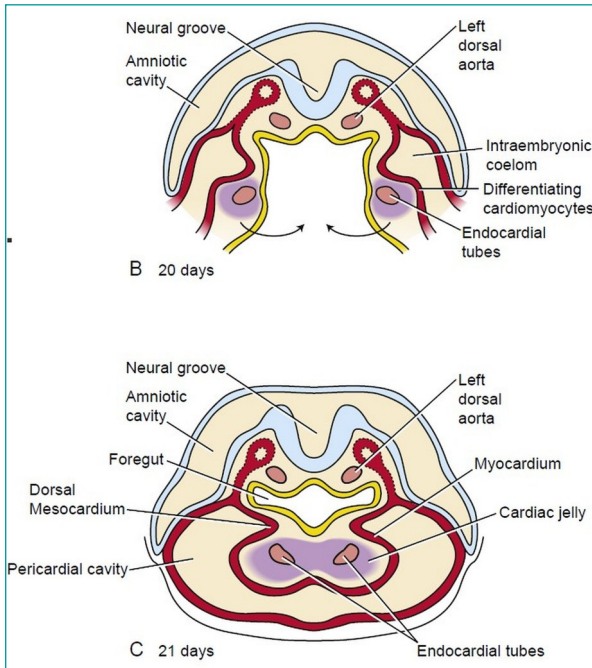
Het primitieve Atrium vormt later de beide atria. Het primitieve Ventrikel vormt het linker Ventrikel. Uit het inferior gedeelte van de bulbus cordis ontstaat het rechter Ventrikel, terwijl uit het superior gedeelte de truncus arteriosus ontwikkelt.

De bulbus cordis en de Ventrikel groeien sneller als de overige delen waardoor een U-vormige kromming ontstaat (bulbo-ventriculaire lus). Later wordt het S-vormig. Door deze beweging worden Atrium en sinus naar achter-boven gepositioneerd. In dit stadium heeft de sinus venosus zich in een linker en rechter sinushoorn verwijderd. De Ventrikel maakt een translatie naar links en de bulbus beweegt naar inferior, anterior en rechts.

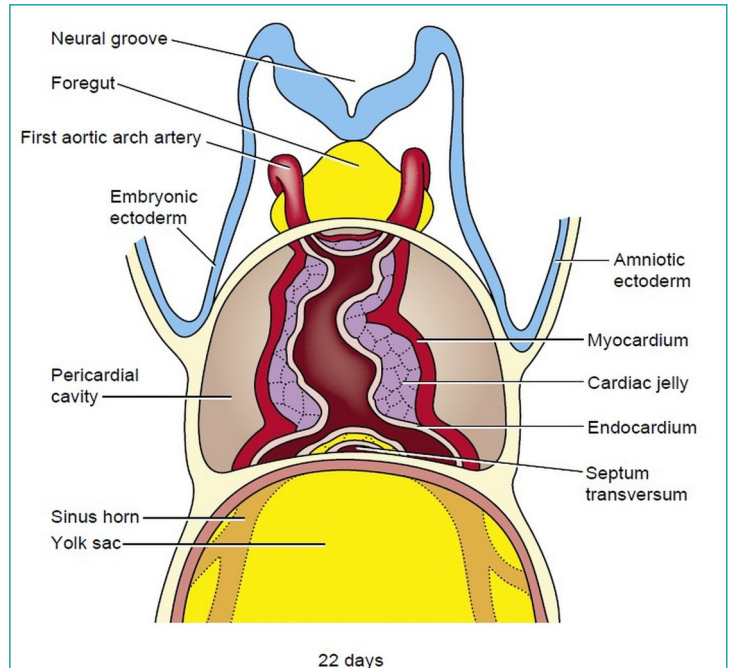
Dit alles wordt omgeven door de pericardiale holte. Oorspronkelijk hangt deze vast met een dorsaal Mesocard, dat later verdwijnt. De pericardholte wordt door de vorming van de pleuro-pericardiale membranen (Hayck) van beide pleuraholtes gescheiden.

Daarnaast ontwikkelen zich het primitieve veneuze en arteriële systeem. Binnenin het hart ontwikkelen zich de verschillende caviteiten, met septa en kleppensysteem, het Myocardium en het volledige prikkelgeleidingssysteem.

De eerste hartactie is na 21 dagen aantoonbaar. In de 5<sup>e</sup> week is de hartfrequentie circa 100 / min, toenemend naar de 8<sup>e</sup> week tot 160-180 / min. Bij de geboorte is de gemiddelde hartslag rond de 120 / min.

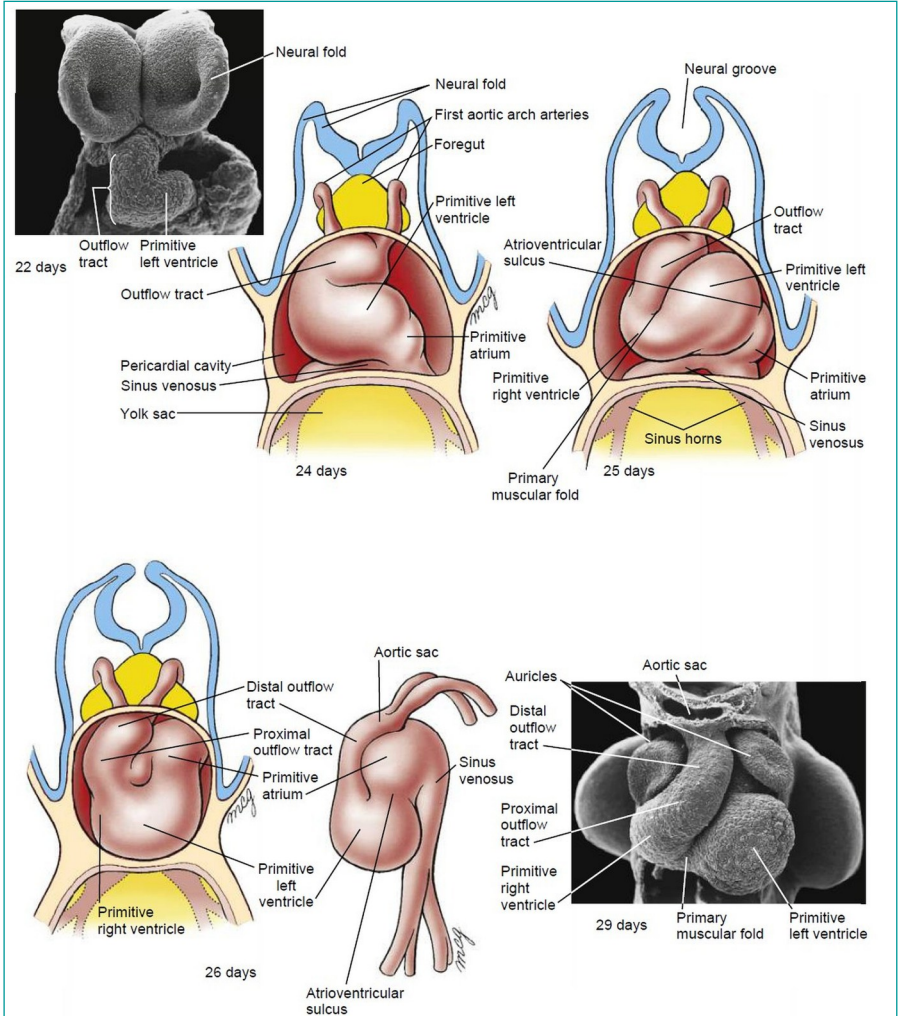


**Vorming van het hart op dag 20 en 21.**  
Met twee Aorta's en de zich ontwikkelende Cardiomyocyten.  
De primitieve darm sluit zich.



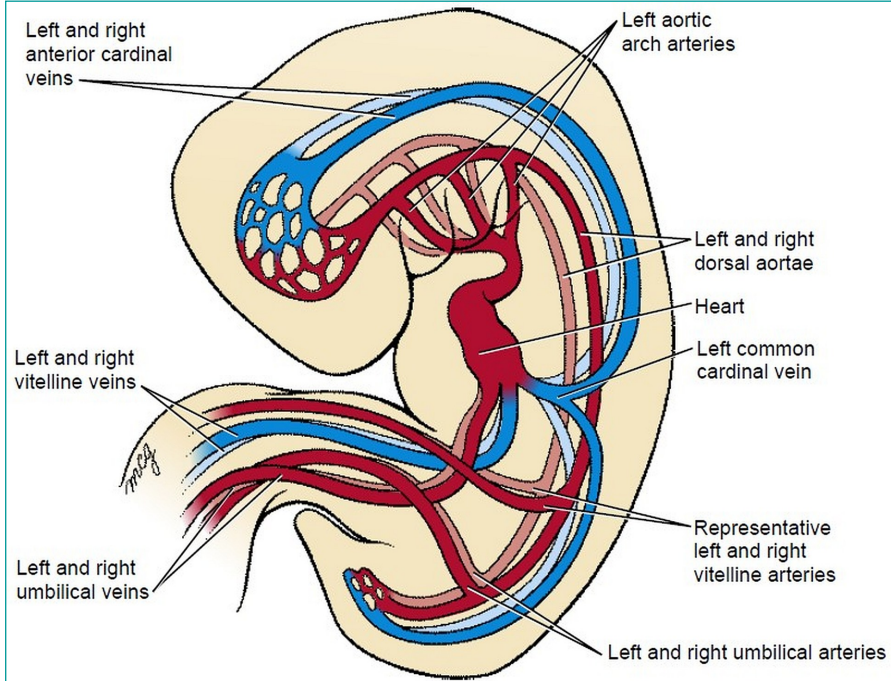
**Vorming van het hart op dag 22. Het Entoderm**  
vormt zich als bloedvat laag en het Myocardium is afkomstig van het Splanchno-mesoderm. Er zit een extracellulaire gelei tussen beide lagen.

**Ontwikkeling van de hartbuis:**  
De hartbuis verlengt zich en ondergaat een looping. Hierdoor sluit het aan aan het Out-flow-Segment.  
Hierdoor draait het primitieve linker Ventrikel naar links en het primitieve Atrium naar dorsaal en craniaal.  
Het Myocardium aan het atriale einde vormt het rechter Ventrikel.



**Bronnen:**

- Larsen, W.J., PhD, Human Embryology, Page 274, Figures 12.5., 12.7., 12.8. Churchill Livingstone, New York, 1993.
- Villavicencio-Guzmán, L.; Sánchez-Gómez, C.; Jaime-Cruz, R.; Ramírez-Fuentes, T.C.; Patiño-Morales, C.C.; Salazar-García, M. Human Heart Morphogenesis: A New Vision Based on In Vivo Labeling and Cell Tracking. Life 2023.
- Langman, J. Inleiding tot de embryologie, Bohn, Scheltema en Holkema, Utrecht / Antwerpen, 1982.



**Schematische weergave van het embryonale vasculaire systeem in het midden van de vierde week.**

Het hart is begonnen te kloppen en bloed te laten circuleren.

Het Outflow-Segment is nu verbonden met drie paar aortaboogslagaders en de gepaarde dorsale Aortae die bloed naar het hoofd en de romp laten circuleren.

Drie paar aderen - Vv. Umbilicalis, Vv. Vitellinae en Vv. Cardinalis - leveren bloed aan het Inflow-Segment van het hart.

**Bloedvaten hart:**

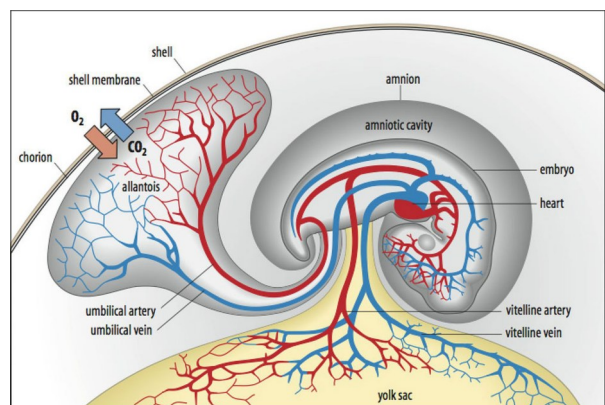
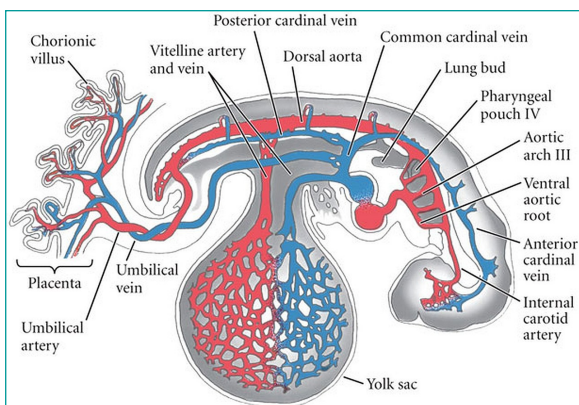
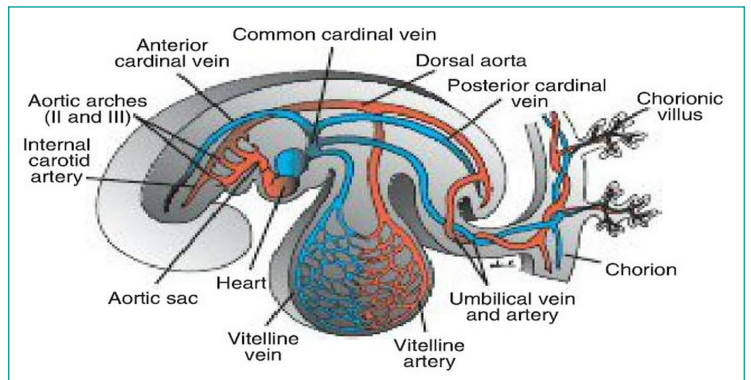
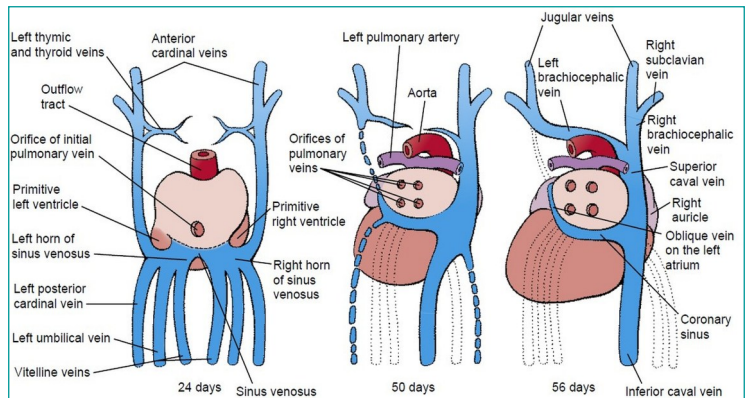
Herschikking van het Inflow-Segment van het hart tussen week vier en acht, zodat al het systemische bloed in het toekomstige rechter Atrium stroomt.

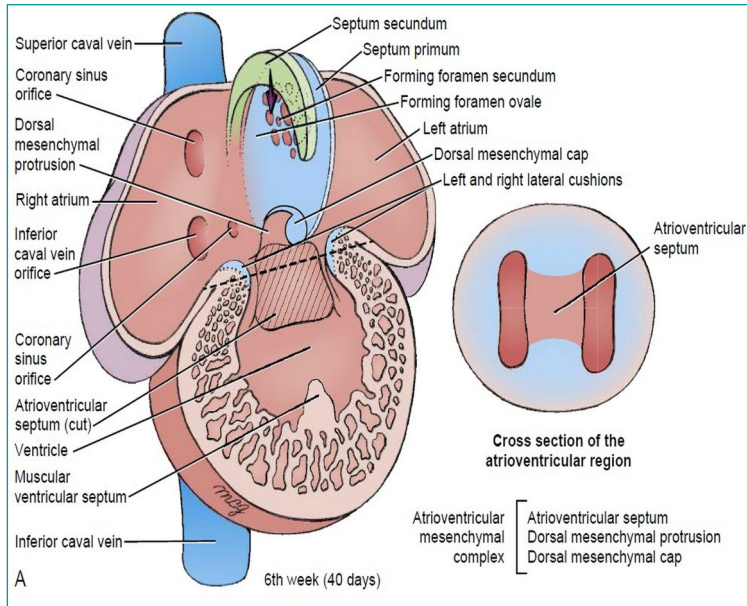
De linker sinushoorn wordt verkleind en naar de rechterkant getrokken.

Het verliest zijn verbinding met de linker V. Cardinalis Anterior en wordt de coronaire sinus, waardoor bloed alleen uit de hartwand wordt afgevoerd.

De linker V. Cardinalis Anterior wordt verbonden met de rechter V. Cardinalis Anterior door een anastomose van thymus- en schildklieraders, die de linker V. brachiocephalis vormen.

Een overblijfsel van de rechter V. Vitellina wordt het terminale segment van de V. Cava Inferior.





### Septatie (vorming Septum)

Verdere septatie van de Atria. Tijdens de 6<sup>e</sup> week groeit het dikke septum secundum uit het dak van het rechter Atrium, en het septum primum, de dorsale mesenchymale hoed en het dorsale mesenchymale uitsteeksel versmelten met het atrioventriculaire kussen om het foramen primum te vullen.

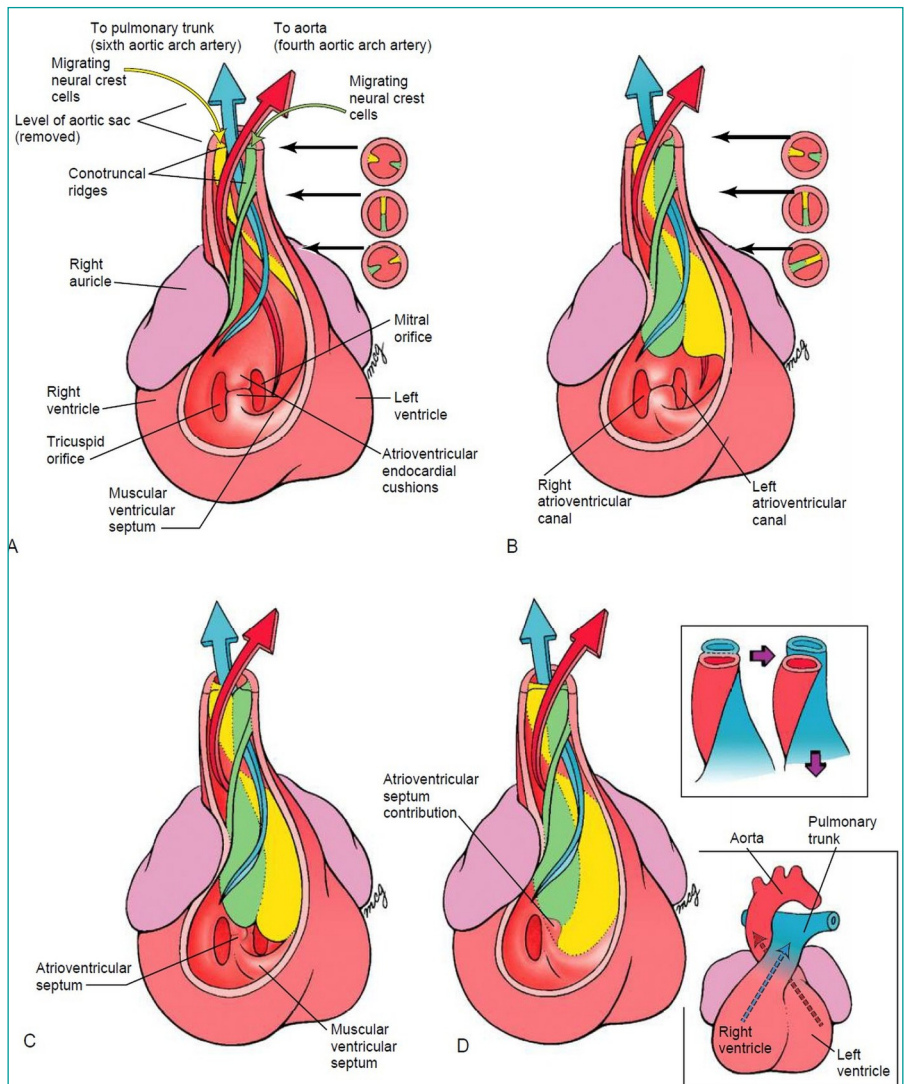
Voordat het foramen primum echter wordt uitgewist, vormt het foramen secundum zich door de samensmelting van kleine breuken in het septum primum. Stippellijn geeft het niveau van de doorsnede door het atrioventriculaire kanaal-gebied weer.

### Septatie van de Cardiac Out-flow en voltooiing van ventriculaire scheiding.

De cranio-laterale wand van het rechter Ventrikel is verwijderd om de binnenkant van de rechter Ventrikelkamer en de vermoedelijke uitstroomkanalen van beide Ventrikels weer te geven.

A, B, Vanaf de 5<sup>e</sup> week groeien de rechter en linker conotruncale ruggen uit de wanden van het gemeenschappelijke Out-flow-Segment. Endocardiale en neurale lijstcellen versmelten met elkaar in een craniale tot caudale richting en vormen het conotruncale septum, dat de aorta- en pulmonale uitstroomkanalen scheidt.

C, D, Tegen de 9<sup>e</sup> week heeft het caudale uiteinde van het conotruncale septum het niveau bereikt van het gespierde deel van het Ventrikelseptum en het atrioventriculaire septum. Hier versmelt het met deze anderen om het Ventrikelseptum te voltooien.



### Bronnen:

- Larsen, W.J., PhD, Human Embryology, Page 293, Figures 12.17, 12.28, Churchill Livingstone, New York, 1993.
- Langman, J. Inleiding tot de embryologie, Bohn, Scheltema en Holkema, Utrecht / Antwerpen, 1982.

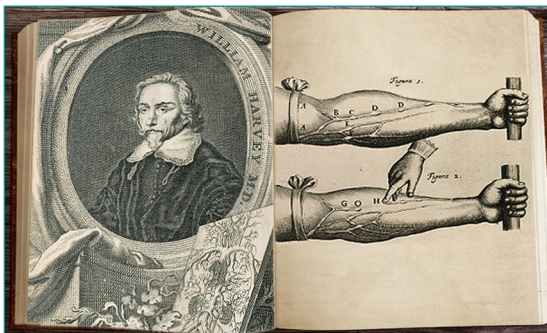
### 19.6.2. Een ándere kijk op het hart

De anatomie en functie van het hart zijn al vele eeuwen een onderwerp van nieuwsgierigheid, onderzoek en ontdekking. De vorm en functie van het hart en de bloedsomloop waren ongetwijfeld een onderwerp van nieuwsgierigheid en verwondering in de hoofden van mensen, zelfs in verre prehistorische tijden, lang voordat de geschreven verslagen van de geschiedenis zich begonnen op te stapelen.

Het was de Griekse arts en filosoof Galenus, die in de tweede eeuw na Christus enkele van de vroegste opgetekende theorieën over de bloedsomloop



Inca-stone heart.



naar voren bracht. Andere denkers volgden met meer beschrijvingen en theorieën, zoals Erasistratus, Ibn al-Nafis, William Harvey, Jean Baptiste de Senac, Andreas Vesalius, Jules Cloquet, Thomas Bartholin, Robert Koch en minstens een twintigtal anderen. In deze lijn van medewerkers was het de Engelse arts William Harvey (1578-1657) die voor het eerst nauwkeurig beschreef hoe bloed uit het hart circuleert. Galenus en Erasistratus kwamen in hun eerdere beschrijvingen dicht in de buurt van Harvey's nauwkeurigheid.

#### 19.6.2.1. Geschiedenis van de kennis over het hart

##### Ca. 1500 v. Christus

*Het hart is voor de Egyptenaren het centrale orgaan waarin het geweten zetelt. Daar wordt alles opgeslagen: de lichte, zuivere en de slechte, zware daden, bepalen het gewicht van het mensenhart. Na de dood wordt het hart op een van de schalen van een weegschaal gelegd. Het tegengewicht is de veer van de waarheid die door de godin Ma'at op de tweede schaal van de balans wordt gelegd. Is dit zo licht als een veertje, dan kan de overledene direct door naar Osiris die de toegang geeft tot het dodenrijk. Het bezwaarde hart kan rekenen op een zwaardere overgang.*



Papyrusafbeelding van het wegen van het hart.

*De oude Egyptenaren ontdekten het verband tussen hart en bloedvaten. De oude Egyptenaren dachten dat in het lichaam een systeem van kanalen moest zijn, net als de irrigatiekanalen langs de Nijl. Die kanalen zouden zorgen voor transport van bloed en voeding door het lichaam.*

*De oude Egyptenaren waren ervan overtuigd dat het hart tot het vijftigste levensjaar steeds groter werd. Vervolgens zou het hart in hetzelfde tempo kleiner worden. Daarom werd een mens nooit ouder dan honderd jaar. Hun verkeerde denkbild kregen de oude Egyptenaren door naar het hart van mummies te kijken: na de dood droogt het hart uit en wordt het kleiner.*

##### 400 v. Christus

*De Griek Alcmaeon was één van de eersten die dode mensen opensneed om hun bouw te bestuderen. Zo ontdekte hij dat er twee soorten bloedvaten zijn die er verschillend uitzien: de slagaders en de aders. Tijdgenoten van Alcmaeon hadden al ontdekt dat het hart een spier is.*

*Alcmaeon stelde vast dat na de dood de slagaders leeg zijn. Hij dacht op grond van deze ontdekking dat ook tijdens de slaap de bloedstroom door de slagaders stopt, maar dat is natuurlijk niet zo. Na de dood komt de bloedtoevoer vanuit het hart naar de slagaders stil te liggen, maar tijdens de slaap gaat die gewoon door. Op het verkeerde idee van Alcmaeon berust de wetenschappelijke naam van slagaders: arteriën. Àèr betekent lucht.*

Teksten van ongeveer 425 jaar voor Christus, toegeschreven aan Hippocrates, beschrijven het hart als pomp. Aristoteles neemt deze zienswijze over en ziet het hart tevens als bron van het geestelijk leven die het innerlijke vuur is, van waaruit warmte en licht in de mens aanwezig zijn. De hersenen waren volgens Aristoteles van ondergeschikt belang: 'ze hadden zelfs geen bloedtoevoer en waren koud en ongevoelig. De hersenen dienden om slijm af te scheiden als koeling voor het hart.'

De Griekse wijsgeer **Plato** beschrijft het hart als een soort van alarmcentrale, omdat het sterk op in- en uitwendige prikkels reageert. Ook **Galenus**, de grondlegger van de westerse artsenij, wiens denkbeelden 1,400 jaar onveranderd blijven, ziet het hart als warmtebron, maar hij verplaatst de plek van de ziel van het hart naar de hersenen. Hij ziet in de mens drie pneuma's die in het lichaam in evenwicht zouden moeten zijn: de levensgeest, de zielengeest en de natuurlijke geest.

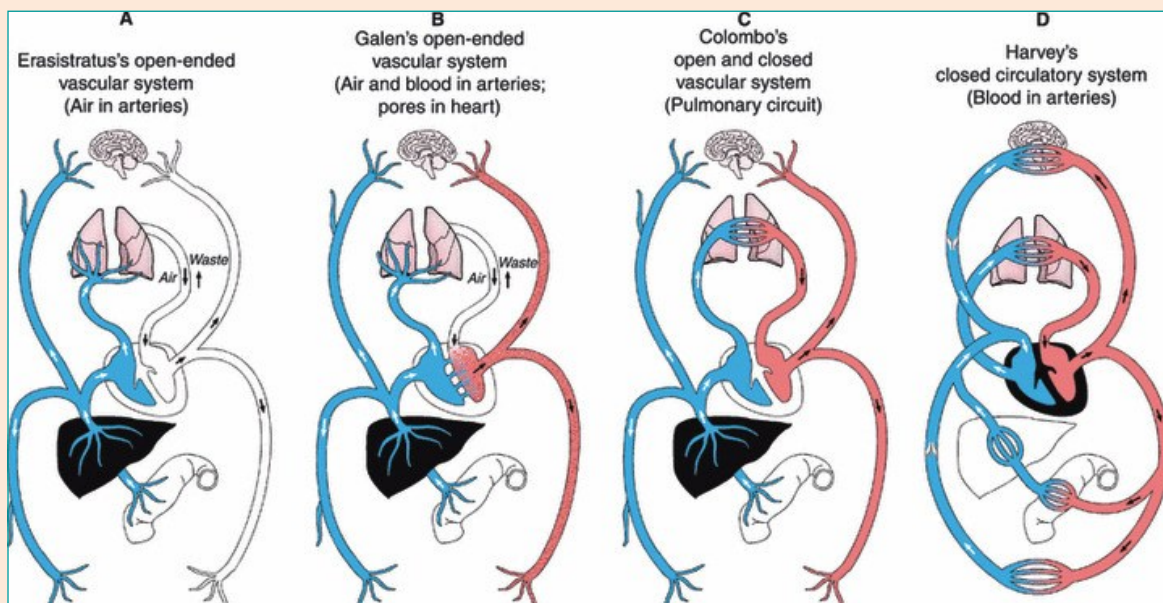
Galenus wist nog niet van het bestaan van de bloedsomloop. Hij dacht dat het bloed in de bloedvaten heen en weer bewoog, net als de zee bij eb en vloed.

1. Vanuit de lever stroomt bloed, dat uit darmsappen wordt gevormd, naar de aders.
2. In de holle aders beweegt het bloed heen en weer.
3. Via de rechterharthelft komt het bloed in de longen terecht. Daar wordt het gezuiverd van roet en koelt het af door de ingeademde lucht.
4. Vanuit de longen stroomt lucht (Pneuma) de linkerharthelft binnen.
5. Het bloed stroomt van de rechterkamer naar de linkerkamer en zorgt voor reiniging van bloed.
6. In de hersenen ontstaat uit de levensgeest, de zogenaamde spiritus animalis, die verantwoordelijk is voor het menselijk handelen.
7. Door menging van lucht en bloed ontstaat de andere levensgeest (spiritus vitalis), die naar de Aorta stroomt.

### 5<sup>e</sup> eeuw

In de klassieke oudheid dacht men dat het lichaam vier vloeistoffen bevat: bloed, slijm, gele en zwarte gal. Bij ziekte zou volgens Griekse artsen het evenwicht tussen die vloeistoffen verstoord zijn. Aderlaten zorgde voor wegstroming van het teveel aan bloed, waardoor het evenwicht werd hersteld. In werkelijkheid leidde de patiënt aan bloedverlies en werd niet beter.

Het aderlaten werd tot in de negentiende eeuw toegepast. Hiervoor bestonden verschillende methoden, zoals de kopsnepper. In het ronde doosje zit een springveer waar een mesje aan vastzit. Bij bediening schiet de springveer met het mesje naar buiten en snijdt een wond in de huid van de patiënt.

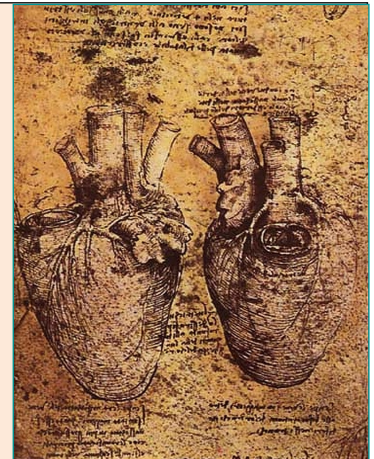


### 15<sup>e</sup> eeuw

In de vijftiende eeuw tekent **Leonardo da Vinci** (1452 – 1519) het hart waarheidsgetrouw na door anatomisch onderzoek te doen. Hij beschrijft het hart als een holle spier die door een slagader wordt gevoed. Hij neemt 4 holten waar, twee boven en twee onder en onderzoekt de wervelingen van het bloed door deze holten. Zijn studies en tekenwerk blijven lang verborgen maar bewijzen nog in deze tijd hun waarde bij het ontwikkelen van kunstkleppen waarin bloedwerveling een belangrijke rol speelt.

**Andreas Vesalius** (114 – 1564) omschrijft in de zestiende eeuw voor het eerst de gehele opbouw van het hart met bloedsomloop, een term die door hem geïntroduceerd wordt.

Hij zweert de theorieën van Galenus af en legt de basis voor onze huidige anatomische wetenschap. Vanaf deze tijd gooit men alle mystiek over het hart als drager van warmte, licht en geweten overboord.



Anatomische tekening van het hart door Leonardo da Vinci.

Quaderni d'Anatomia IV.

Wanneer later de Britse arts **William Harvey** (1578 – 1657) in de zeventiende eeuw het hart echt ontdoet van alle zielenroerselen is het voor Descartes nog maar een kleine stap om lichaam en geest van elkaar te scheiden.

Vanaf die tijd kijkt men enkel naar de fysieke werking van het hart, een motor die door de hersenen wordt bestuurd en alleen te kennen is door ontleden en beschrijven.

### 19<sup>e</sup> eeuw

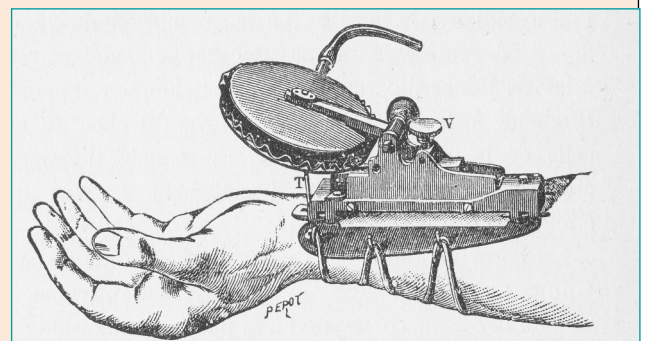


De Franse arts **René Théophile Hyacinthe Laënnec** (1781-1826) vond het niet fris om zijn oor tegen een vaak ongewassen borstkas van zijn patiënten aan te moeten leggen om de hartslag te horen. Eerst gebruikte hij hiervoor een opgerolde krant, later ontwikkelde hij de stethoscoop. Hij luisterde naar het hart om hartkwalen vast te stellen.

De eerste stethoscopen waren niet meer dan houten buizen. Rond 1850 werden ze vervangen door dubbele stethoscopen, met twee oordopjes. Die worden nu nog steeds gebruikt.

Halverwege de negentiende eeuw zocht men naar een objectieve manier om de polsslag in getallen uit te drukken, in plaats van het voelen van de pols. De Franse arts en fysioloog **Etienne-Jules Marey** (1830-1904) ontwikkelde voor dit doel een polsslagmeter ofwel sphygmograaf (sphygmos = polsslag).

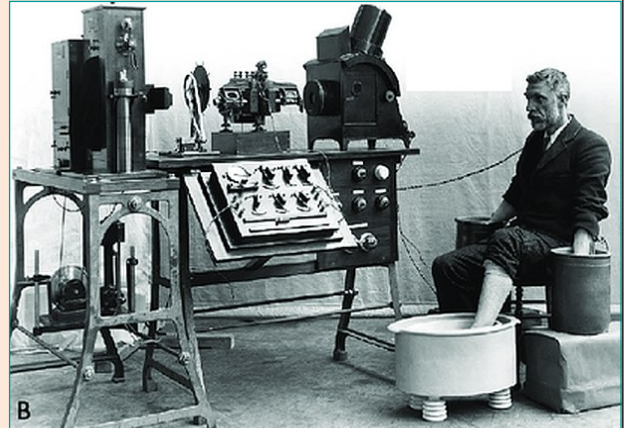
Het apparaatje werd om de pols gebonden, rustend op de polslagader. Een schrijvertje, dat in het ritme van de polsslag meebeweegt, krast een dunne lijn op een glasplaatje dat met roet is bedekt. Die lijn is een weergave van de polsslag.



De Nederlandse arts **Theodor Wilhelm Engelmann** (1843-1909) legde vast hoe de samentrekking van de hartspier door het hart zelf wordt aangestuurd, zonder tussenkomst van de hersenen. Ook omschreef hij door welke factoren de snelheid van de hartslag wordt beïnvloed.

De Italiaanse arts **Scipione Riva-Rocci** (1863-1937) ontwikkelde als eerste een bloeddrukmeter met manchet om de bloeddruk bij patiënten te meten. Hij maakte hierbij gebruik van een kwikmanometer, die tegenwoordig wegens de giftigheid van kwik is verboden. De uitdrukking van de bloeddruk in millimeters kwikdruk is van deze methode afkomstig en wordt nog steeds gebruikt.

De Leidse fysioloog **Willem Einthoven** (1860-1927) ontwikkelde de snaargalvanometer voor het meten van hartactiviteit. Met zijn apparaat werden hartfilmpjes gemaakt. Elektroden op de huid van de patiënt meten het natuurlijke elektrisch stroompje dat stapsgewijs door het hart loopt. De elektroden brengen vervolgens een hele dunne snaar in beweging. Een felle lamp, die de snaar belicht, werpt schaduwen op een onbelichte film. Na ontwikkeling is op de film de beweging van de snaar als een zwarte zigzaglijn te zien: het elektrocardiogram ofwel hartfilm-pje. In 1924 ontving Einthoven de Nobelprijs voor zijn uitvinding van de snaargalvanometer.



In 1967 vond de eerste harttransplantatie plaats.

1967: De eerste bypass-operatie aan het hart, door Favoloro (Argentinië) en Effler (USA).

1969: De eerste implantatie van een kunsthart bij de mens, Amerikaanse arts Denton A. Cooley.

1980-1990: Nieuwe medicijnen (ACE-remmers) helpen patiënten met een verminderde pompfunctie van het hart. Ze verwijden de bloedvaten, waardoor het hart minder moeite heeft om het bloed rond te pompen. Aspirine wordt gebruikt als middel om bloedstollingen tegen te gaan. Nieuwe medicijnen (statines) die het cholesterolgehalte verlagen raken in trek.

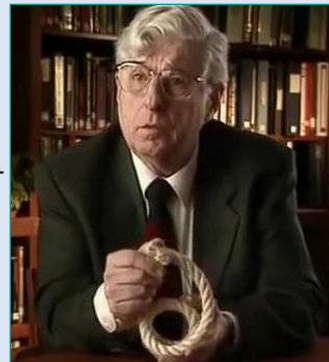
1990-2000: In wetenschappelijke studies wordt het verband tussen lichaamsbeweging en de kans op hart- en vaatziekten aangetoond. Ontwikkeling van nieuwe antistollingsmiddelen, ze worden gebruikt door patiënten met een verhoogde kans op een hartinfarct. Onderzoek naar het gebruik van een externe defibrillator (uit 1962, Lown) door politie en brandweer kan mogelijk de eerste behandeling van patiënten met een hartstilstand verder verbeteren.

- **Misverstand: het hart groeit en krimpt (1.500 v.Chr.):** De oude Egyptenaren waren ervan overtuigd dat het hart tot het vijftigste levensjaar steeds groter werd. Vervolgens zou het hart in hetzelfde tempo kleiner worden. Daarom werd een mens nooit ouder dan honderd jaar.
- **Misverstand: tijdens de slaap verdwijnt het bloed uit de vaten (500 v.Chr.):** Alcmaeon stelde vast dat na de dood de slagaders leeg zijn. Hij dacht op grond van deze ontdekking dat ook tijdens de slaap de bloedstroom door de slagaders stopt.
- **Misverstand: aderlaten maakt zieken beter (400 v.Chr.):** In de klassieke oudheid dacht men dat het lichaam vier vloeistoffen bevat: bloed, slijm, gele en zwarte gal. Bij ziekte zou volgens Griekse artsen het evenwicht tussen die vloeistoffen verstoord zijn. Aderlaten zorgde voor wegstroming van het teveel aan bloed, waardoor het evenwicht werd hersteld.
- **Misverstand: de polsslag wordt veroorzaakt door de bloedvaten zelf (350 v.Chr.):** Hippocrates legde geen verband tussen het hart en de bloedvaten. Daarom dacht hij dat de hartslag die we in de polsslagader voelen door het bloedvat zelf wordt veroorzaakt.
- **Misverstand: het hart als oven (200 na Chr.):** De Griekse arts Galenus dacht dat in het hart een warmtebron huisde. Het hart was niet langer de zetel van de ziel; die zat volgens Galenus in de hersenen. Galenus dacht dat het innerlijk vuur van het hart verantwoordelijk was voor de hartslag.

### **Intermezzo: The Helical Heart**

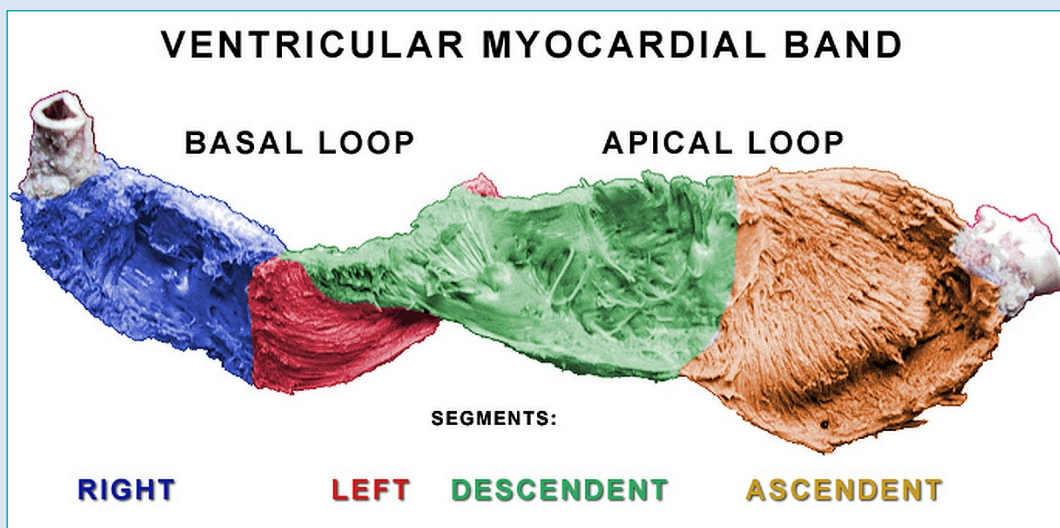
*De ventriculaire anatomie van het hart, de ruimtelijke rangschikking van de vezels en de lagen van het spierstelsel werden pas veel later volledig begrepen. Dit structurele mysterie over het hart wordt al lang de "Gordiaanse knoop" van de cardiale anatomie genoemd. Het is inderdaad een ongrijpbaar iets geweest en moeilijk te begrijpen.*

*In 1954 publiceerde Francisco Torrent-Guasp zijn eerste geschrift over het onderwerp van het hart in Salamanca, getiteld 'The Cardiac Cycle'. Na het uitvoeren van dissecties op honderden dierenharten, evenals enkele menselijke kadaverharten, ontrafelde Torrent-Guasp, in 1972, letterlijk de tot nu toe onbekende anatomie van de opgerolde ventriculaire spieren van het hart. Hij onthulde dat de spier van de rechter- en linkerventrikels eigenlijk een enkele weefselband is die op zichzelf is opgerold en is gerangschikt in de configuratie van een dubbele spiraalvormige spiraal. Deze enkele band van de hartspier staat nu bekend als de spiraalvormige ventriculaire myocardiale band, of de HVMB (Helical Ventricular Myocardial Band).*

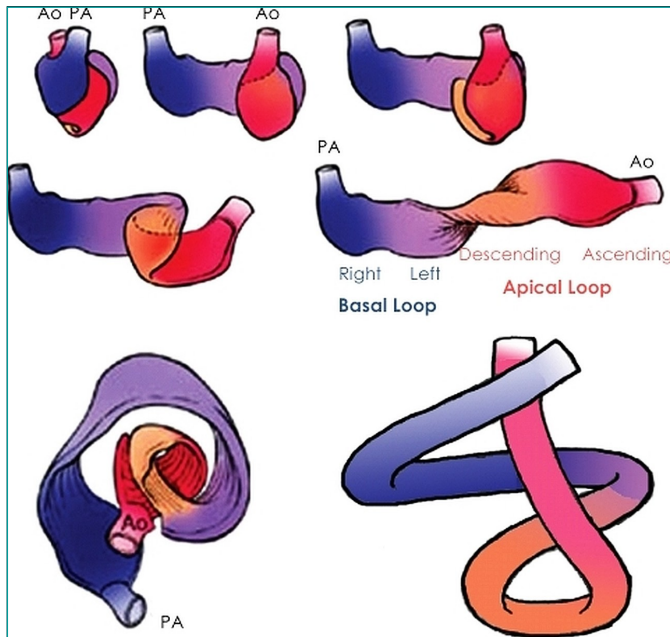


*Deze ontdekking, die hij in 1972 deed, was destijds volledig nieuw en het opende deuren naar een dieper begrip naarmate er nog een paar decennia verstreken. Zoals vaak het geval is met grote ontdekkingen en bijdragen, stuitte de betekenis ervan op de gebruikelijke weerstand, scepsis en twijfel in academische kringen.*

*Dr. Torrent-Guasp's dissecties van de hartspier werden altijd uitgevoerd door middel van een stompe weefseldissectietechniek waarbij alleen zijn vingers werden gebruikt, in plaats van een scalpel of schaar te gebruiken om door de weefselvlakken van het hart te snijden. Dissecties met chirurgische instrumenten onthullen mogelijk niet de natuurlijke architectuur van weefselvlakken. Elke chirurg kent dit feit uit jarenlange directe ervaring. Door deze 'vingertechniek' heeft hij niet per ongeluk of onbewust de natuurlijke integriteit van de HVMB doorgesneden en verstoord. In plaats daarvan was hij in staat om voorzichtig de enkele spierband te ontrafelen en af te rollen die zowel de rechter- als de linkerventrikel vormt, evenals het Septum Inter-ventricularis dat ze scheidt. De HVMB is een ononderbroken spierband die afdaalt vanuit de opening van de A. Pulmonalis, kronkelt en draait aan de top van het hart en vervolgens weer opstijgt naar de Aorta.*



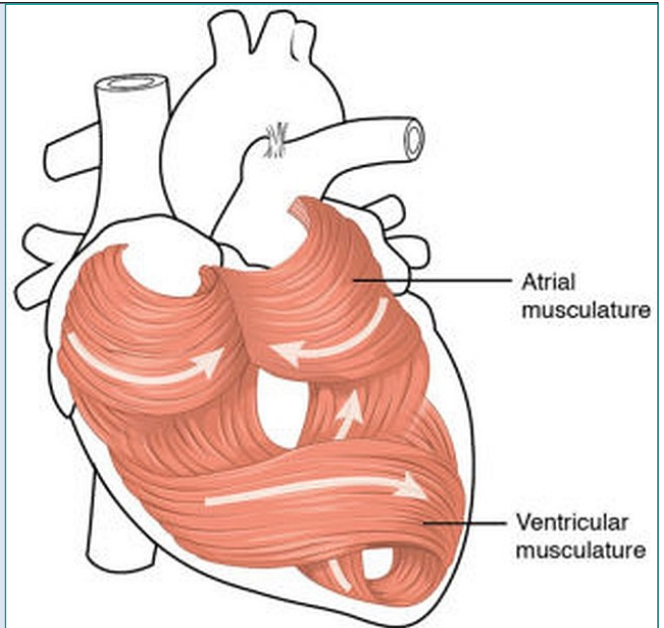
*Afbeelding van de ontrafelde HVMB die is ingekleurd met 4 segmenten. De blauwe en rode segmenten komen overeen met het Myocard rechterventrikel en de groene en bruine segmenten komen overeen met het grotere en sterkere Myocard linkerventrikel. Op het punt waar het rode segment samenkomt met het groene segment, vindt de draaiing van weefsel plaats die de apex van het hart vormt.*



De ontrolling van de HVMB wanneer deze wordt ontleed.

Het omslagpunt wordt ook weergegeven in het uitgebreide zicht van craniaal naar caudaal in de afbeelding linksonder.

PA = A. Pulmonalis; AO = Aorta.



Het kronkelende Myocard gevisualiseerd als het spierbeeld van het hart dat we kennen. Hierbij is de atriale musculatuur bovenop de HVMB toegevoegd. Onderlinge banden van collageen en spiervezels van de rechter- en linker-ventrikels zijn worden niet weergegeven.

De Gordiaanse knoop van de anatomie in de architectonische opstelling van ventriculaire spiermassa, is misschien eindelijk begrepen. De beschrijving van Francisco Torrent-Guasp's model van het spiraalvormige hart, omvat 2 eenvoudige lussen, die beginnen bij de A. Pulmonalis en eindigen in de Aorta. Er wordt een niet-gekrulde ventriculaire band getoond, bereikt door stompe dissectie die zich uitstrekt tussen de origo van de rechter Ventrikel, bij de radix van de A. Pulmonalis, tot aan het einde bij de radix van de Aorta, in het linker Ventrikel.

Deze componenten omvatten een spiraalvormige horizontale basale lus die de rechter- en linker-ventrikelholtes omringt en van richting verandert om een tweede spiraal te veroorzaken, geproduceerd door bijna verticaal georiënteerde vezels, die aanleiding geeft tot de spiraalvormige configuratie van de ventriculaire myocardband.

Deze anatomische structuren worden achtereenvolgens geactiveerd, zoals bij een peristaltische golf, beginnend bij de rechterventrikel (net onder de A. Pulmonalis) en evoluerend naar de Aorta. Ze produceren een opeenvolging van vernauwing, veroorzaakt door de samentrekking van de basale lus, verkorting (voornamelijk gerelateerd aan de contractie van het dalende segment), verlenging (geproduceerd door de contractie van het ascendantsegment) en verbreding, als gevolg van verschillende factoren die werken tijdens ventriculaire myocardontspanning. Deze sequenties regelen de ventriculaire gebeurtenissen die verantwoordelijk zijn voor de uitstoot (Systole) en de aanzuiging (Diastole). Deze mechanische interacties van structuur en functie worden gedefinieerd in relatie tot de chronologische locatie van de opeenvolgende cardiale 'bloed-opnames' in de Aorta, linker Ventrikel en linker Atrium.

**Bron:**

- Torrent-Guasp F, Buckberg GD, Clemente C, Cox JL, Coghlan HC, Gharib M. The structure and function of the helical heart and its buttress wrapping. I. The normal macroscopic structure of the heart. Semin Thorac Cardiovascular Surgery. PMID: 11807730. 2001.