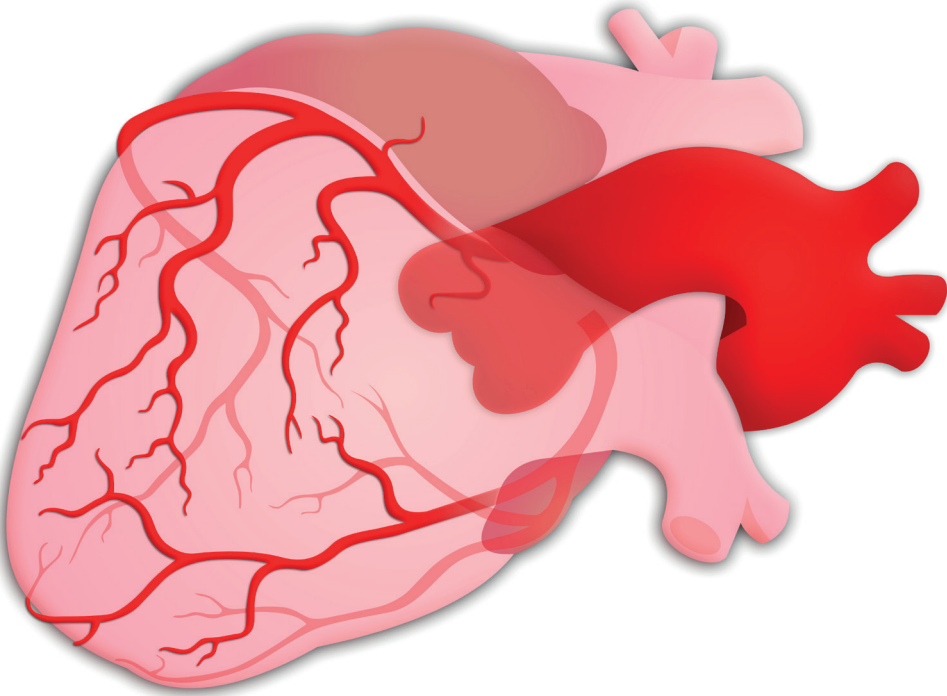


1

ANATOMIE EN FYSIOLOGIE VAN HET HART

1.1 Het hart is de pomp van het lichaam

Het hart pompt met gecoördineerde bewegingen bloed door het lichaam en voorziet zo de weefsels van zuurstof en voedingsstoffen. Het bloed stroomt het hart binnen via de twee atria (boezems) en wordt vervolgens via de twee ventrikels (kamers) opnieuw de circulatie in gepompt. Het hartspierweefsel heeft zelf ook zuurstof en energie nodig. Coronairarteriën (kransslagaders), die aan de buitenkant van het hart lopen, voorzien het hart daarom van bloed.



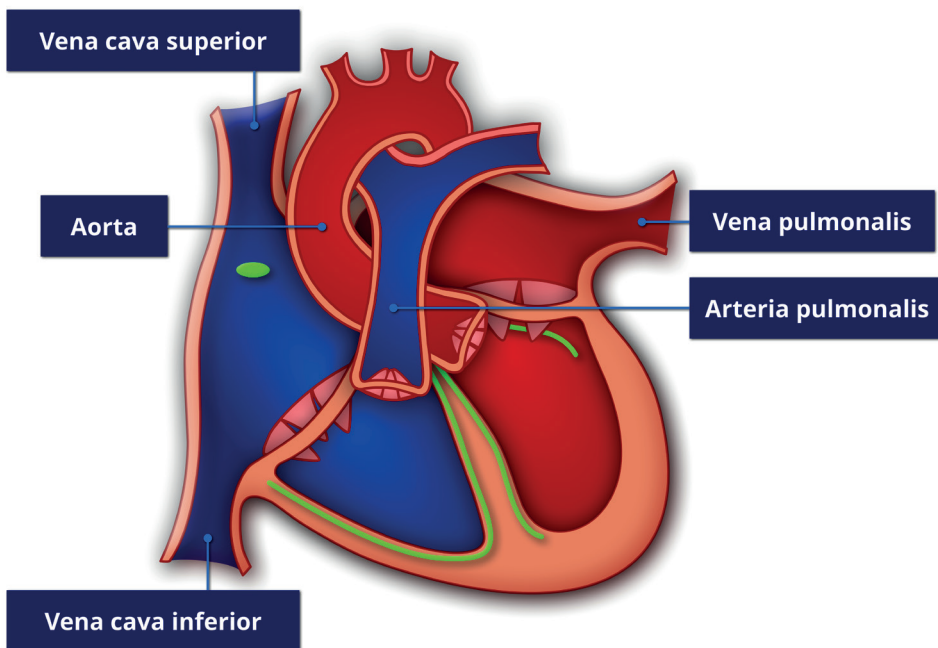
Figuur 1.1 De coronairarteriën voorzien het hartspierweefsel van zuurstofrijk bloed.

De coronairarteriën vertakken zich in steeds kleinere vaten. De relatief grote afsplitsingen bevinden zich aan de buitenkant van het hart, terwijl de kleinere aftakkingen in het dieper gelegen hartspierweefsel doordringen. De kleinste aftakkingen, de capillairen, zijn niet groter dan een enkel

rood bloedlichaampje. In deze capillairen wisselen het bloed en het hartspierweefsel verschillende stoffen uit. Het bloed geeft via diffusie zuurstof en voedingsstoffen af aan het hartspierweefsel; het hartspierweefsel diffundeert op zijn beurt koolstofdioxide en andere metabole afbraakproducten naar het bloed.

Wanneer een coronairarterie wordt geobstrueerd, bijvoorbeeld door een bloedstolsel, kan het hartspierweefsel hierachter infarceren (afsterven).

1.2 De bloedsomloop



Figuur 1.2 De onderste en bovenste holle aders (**vena cava superior** en **vena cava inferior**) transporteren zuurstofarm bloed van het lichaam naar het hart. De longslagader (**arteria pulmonalis**) transporteert zuurstofarm bloed van het rechterventrikel naar de longen. De longader (**vena pulmonalis**) transporteert zuurstofrijk bloed van de longen naar het linkeratrium. Vanuit het linkerventrikel wordt zuurstofrijk bloed uiteindelijk via de **aorta** het lichaam in gepompt.

Specifieke bloedvaten vervoeren het bloed van de weefsels naar het hart, en van het hart terug naar de weefsels.

Vena cava superior (bovenste holle ader)

De vena cava superior vervoert zuurstofarm bloed vanuit de bovenste regionen van het lichaam naar het rechteratrium. Venen uit de bovenste extremiteiten en het bovenste gedeelte van het lichaam monden uit in dit bloedvat.

Vena cava inferior (onderste holle ader)

De vena cava inferior vervult dezelfde functie als de vena cava superior, maar dan voor het onderste gedeelte van het lichaam. Venen uit de onderste extremiteiten en het onderste gedeelte van het lichaam monden uit in dit bloedvat. Beide venae cavae (holle aders) monden uit in het rechteratrium.

Aorta (lichaamsslagader)

De aorta is het grootste bloedvat van het lichaam. Deze slagader transporteert zuurstofrijk bloed vanuit het linkerventrikel naar de rest van het lichaam.

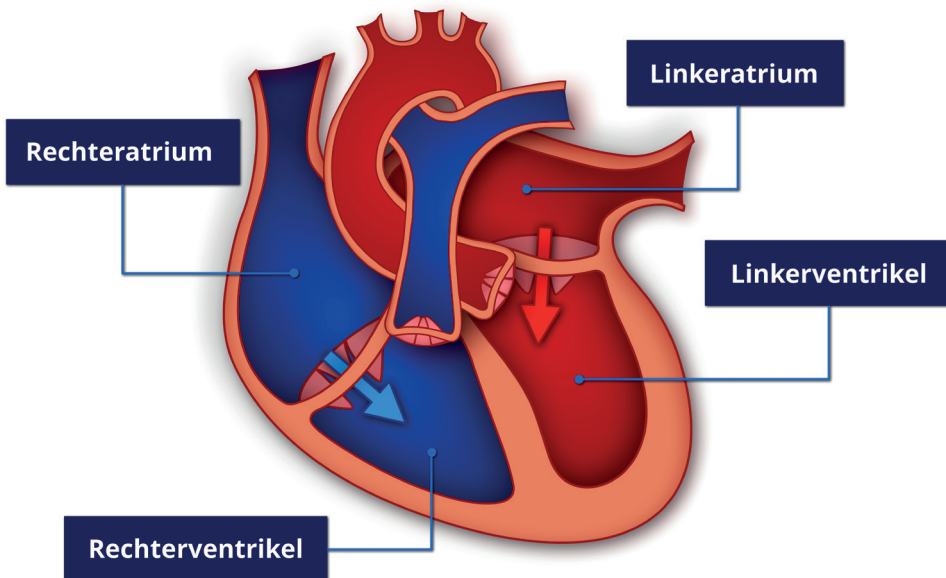
Arteria pulmonalis (longslagader)

De arteria pulmonalis transporteert zuurstofarm bloed vanuit het rechterventrikel naar de longen.

Vena pulmonalis (longader)

De vena pulmonalis transporteert zuurstofrijk bloed vanuit de longen naar het linkeratrium.

1.3 De atria (boezems) en ventrikels (kamers) van het hart



Figuur 1.3 De atria worden ook wel de ‘voorkamers’ van het hart genoemd. Zij dienen als (zwakke) pompen die het bloed gecoördineerd in de richting van de veel sterkere ventrikels stuwten. De ventrikels pompen het bloed krachtig de kleine en grote circulatie, respectievelijk de long- en lichaams-circulatie, in.

Rechteratrium (rechterboezem)

Het rechteratrium ontvangt zuurstofarm bloed uit het lichaam via de vena cava superior en de vena cava inferior. Zuurstofarm bloed stroomt vanuit het rechteratrium naar het rechterventrikel.

Rechterventrikel (rechterkamer)

Het rechterventrikel ontvangt zuurstofarm bloed vanuit het rechteratrium. Als het rechterventrikel zich heeft gevuld, pompt het het bloed de arteria pulmonalis in. Dit bloed wordt in de longen van zuurstof voorzien, terwijl vanuit het bloed koolstofdioxide aan de longen wordt afgegeven. Vervolgens komt het (zuurstofrijke) bloed terecht in het linkeratrium.

Linkeratrium (linkerboezem)

Het linkeratrium ontvangt, via de vena pulmonalis, zuurstofrijk bloed vanuit de longen. Vanuit het linkeratrium stroomt zuurstofrijk bloed naar het linkerventrikel.

Linkerventrikel (linkerkamer)

Het linkerventrikel ontvangt zuurstofrijk bloed vanuit het linkeratrium. Als het linkerventrikel zich heeft gevuld, pompt het het bloed de aorta in.

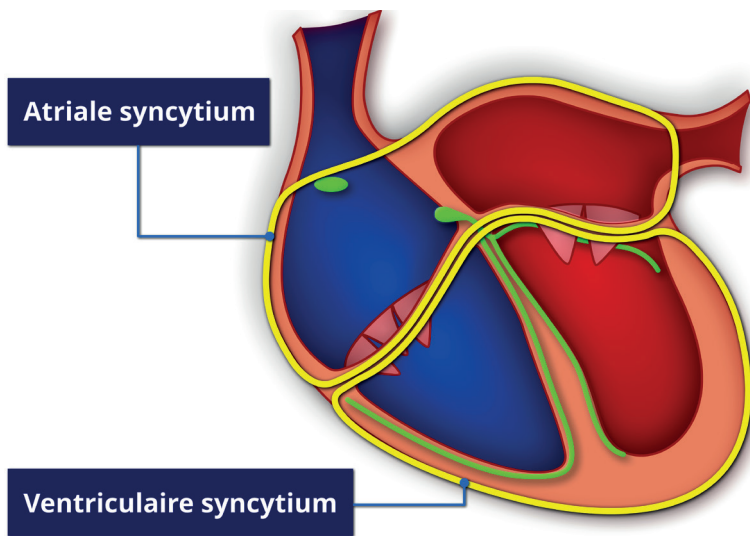
Het septum (tussenschot)

De ventrikels worden van elkaar gescheiden door het interventriculaire septum, de atria door het interatriale septum. In bepaalde situaties (aangeboren afwijkingen) kan er een gat in het septum zitten, waardoor bloed van het ene ventrikel naar het andere kan stromen (ventrikelseptumdefect), of van het ene atrium naar het andere (atriumseptumdefect).

1.4 Syncytia: twee elektrisch gescheiden compartimenten in het hart

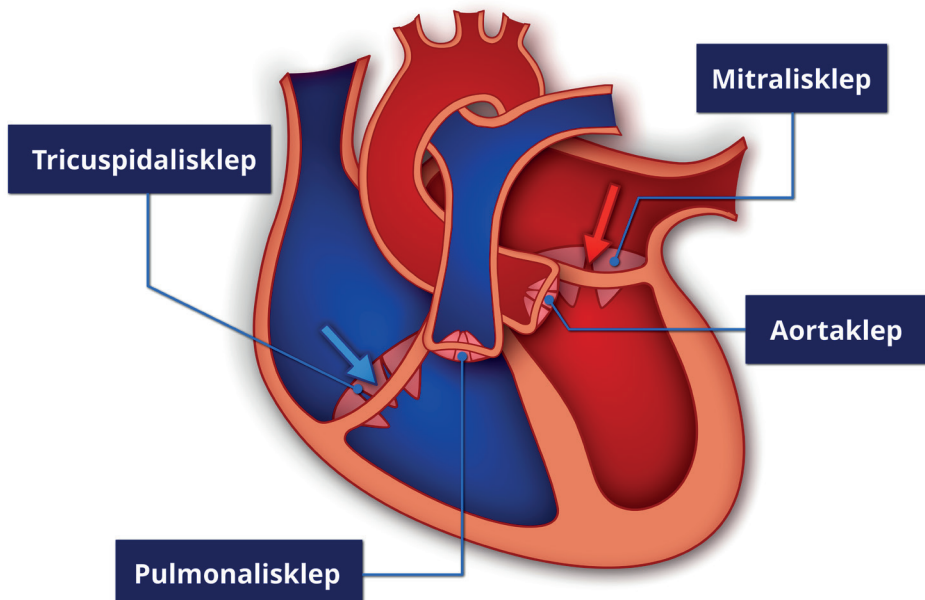
Het atriale en het ventriculaire syncytium

Het hart bevat twee gescheiden elektrische systemen: het atriale syncytium en het ventriculaire syncytium. Tussen deze syncytia bevindt zich een ondoordringbare bindweefsellaag. Een elektrische impuls uit de atria kan hierdoor de cellen van de ventrikels niet direct stimuleren. Het hart bevat daarom een 'schakelstation' dat de elektrische overdracht tussen de twee syncytia verzorgt. Dit schakelstation wordt de AV-knoop genoemd.



Figuur 1.4 Het atriale en het ventriculaire syncytium zijn elektrisch van elkaar gescheiden. In deze afbeelding zijn deze elektrisch gescheiden compartimenten met gele lijnen aangegeven.

1.5 De kleppen in het hart



Figuur 1.5 De tricuspidalisklep en de pulmonalisklep bevinden zich in de rechter harthelft, terwijl de mitralisklep en aortaklep zich in de linker harthelft bevinden.

Tricuspidalisklep

De tricuspidalisklep bevindt zich tussen het rechteratrium en het rechterventrikel. Als het rechterventrikel zich heeft gevuld, sluit de tricuspidalisklep en wordt de pulmonalisklep geopend. Doordat de tricuspidalisklep zich sluit voordat het rechterventrikel samentrekt, kan bloed niet vanuit het rechterventrikel terugstromen naar het rechteratrium.

Pulmonalisklep

Als het rechterventrikel zich heeft gevuld en samentrekt, wordt de pulmonalisklep geopend. Via de pulmonalisklep verlaat zuurstofarm bloed het rechterventrikel en wordt het de arteria pulmonalis in gepompt. De pulmonalisklep sluit weer als het rechterventrikel ontspant. Hierdoor kan bloed niet vanuit de longen terugstromen naar het rechterventrikel.

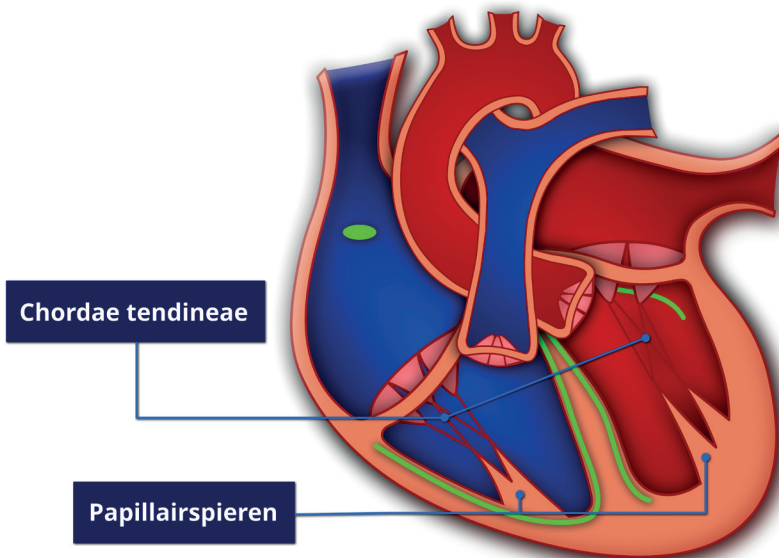
Mitralisklep

De mitralisklep bevindt zich tussen het linkeratrium en het linkerventrikel. Als het linkerventrikel zich heeft gevuld, sluit de mitralisklep. Doordat de mitralisklep zich sluit voordat het linkerventrikel samentrekt, kan bloed niet vanuit het linkerventrikel terugstromen naar het linkeratrium.

Aortaklep

Als het linkerventrikel zich heeft gevuld en samentrekt, wordt de aortaklep geopend. Vervolgens pompt het linkerventrikel het bloed de aorta in. De aortaklep sluit weer als het linkerventrikel ontspant. Hierdoor kan bloed niet vanuit de aorta terugstromen naar het linkerventrikel.

1.6 De papillairspieren en de chordae tendineae



Figuur 1.6 De papillairspieren en de chordae tendineae werken samen om het sluiten van de kleppen gecontroleerd te laten verlopen.

De papillairspiers zijn uitstulpingen van het onderste, binnenste gedeelte van de ventrikels. Ze zijn verweven met de chordae tendineae, stugge banden die de papillairspiers verbinden met de tricuspidalklep (in het rechterventrikel) en met de mitralisklep (in het linkerventrikel).

De papillairspiers hebben geen actieve functie bij het openen van de in paragraaf 1.4 beschreven kleppen. Maar door een gecoördineerde contractie zorgen ze dat de kleppen niet te hard en abrupt sluiten of zelfs de verkeerde kant op klappen (en zodoende in de atria uitpuilen) wanneer de ventrikels samentrekken.

Papillairspiers kunnen hun functie verliezen of afscheuren, bijvoorbeeld door myocardinfarctring. Ook de chordae tendineae kunnen afscheuren. In deze gevallen kan klepinsufficiëntie (kleplekkage) ontstaan. Hierbij stroomt tijdens het samentrekken van het ventrikel (de systole) bloed vanuit het ventrikel terug het atrium in, waardoor het hart minder effectief pompt.

OPGAVEN

- 1 Hoe worden de slagaders genoemd die het hartspierweefsel van bloed voorzien?
Coronairarteriën (kransslagaders)
- 2 In welk deel van het hart monden beide venae cavae uit?
Het rechteratrium
- 3 Welk vat mondt uit in het linkeratrium?
De vena pulmonalis
- 4 Welk vat ontvangt zuurstofarm bloed vanuit het rechterventrikel?
De arteria pulmonalis
- 5 Uit welk deel van het hart ontvangt de aorta zuurstofrijk bloed?
Het linkerventrikel
- 6 Hoe worden de twee gescheiden elektrische systemen in het atrium en het ventrikel genoemd?
Syncytia
- 7 Welke klep bevindt zich tussen het rechteratrium en het rechterventrikel?
De tricuspidalklep
- 8 Welke klep bevindt zich tussen het linkeratrium en het linkerventrikel?
De mitralisklep
- 9 Welke klep bevindt zich tussen het rechterventrikel en de arteria pulmonalis?
De pulmonalklep

10 Welke klep bevindt zich tussen het linkerventrikel en de aorta?

De aortaklep

11 Waar bevinden de papillairspieren zich?

In de ventrikels

12 Wat is de functie van de papillairspieren?

De papillairspieren zorgen dat de kleppen niet te hard en abrupt sluiten of zelfs de verkeerde kant op klappen

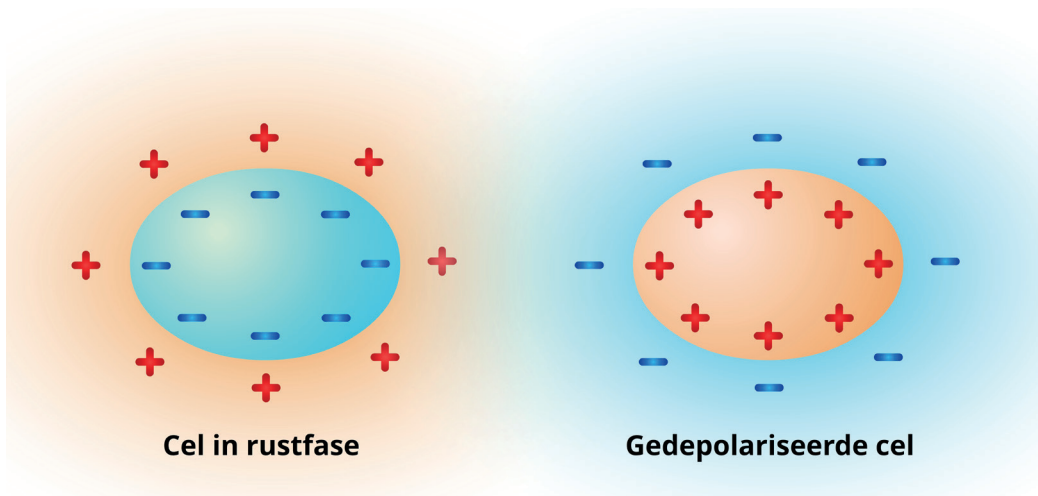
2

ELEKTROFYSIOLOGISCHE PROCESSEN IN HET HART

2.1 De elektrische lading van de cel

Bijna elke cel in het lichaam is elektrisch geladen. Dit houdt in dat er een verschil in lading bestaat tussen de binnenkant en de buitenkant van de cel (ofwel tussen de intracellulaire ruimte en de extracellulaire ruimte).

De cel is in rust wanneer er geen specifieke activatieprocessen plaatsvinden. De binnenkant is dan negatief geladen ten opzichte van de buitenkant.

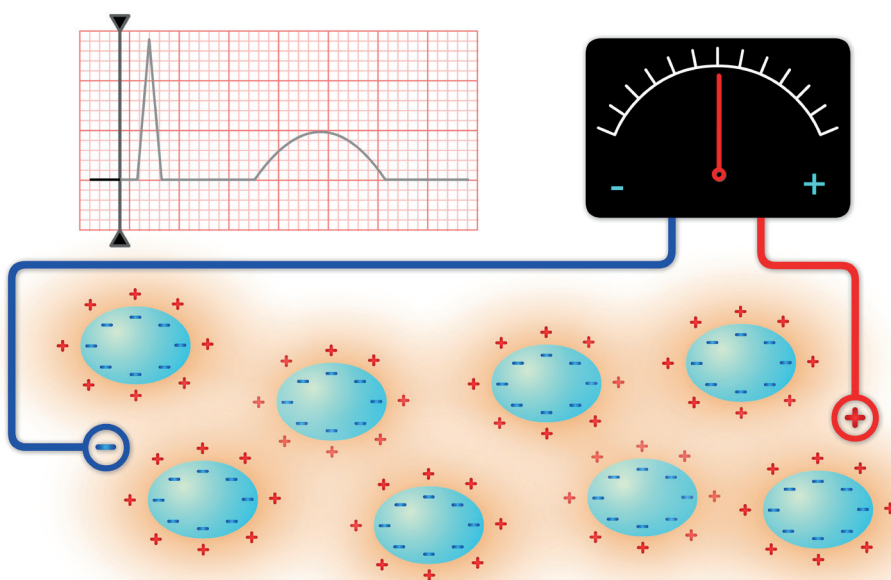


Figuur 2.1 Wanneer een cel in de rustfase verkeert, is de binnenkant van de cel negatief geladen ten opzichte van de buitenkant. Na depolarisatie is de binnenkant positief geladen ten opzichte van de buitenkant: de polen zijn 'omgedraaid'.

Zodoende is de cel ook in rust gepolariseerd: er is een negatieve pool (de binnenkant) en een positieve pool (de buitenkant). In de rustfase is het spanningsverschil tussen de binnen- en de buitenkant van de cel bij de spiercellen van het hart ongeveer -90 millivolt (mV).

Wanneer de cel elektrisch wordt geactiveerd, creëren diverse biochemische mechanismen een toestand waarin de binnenkant van de cel juist positief wordt ten opzichte van de buitenkant.

Na activatie is de cel 'gedepolariseerd': de polen zijn omgedraaid. Nu is de binnenkant van de cel de positieve pool en de buitenkant de negatieve pool.



Figuur 2.2 De complexen op het ECG zijn registraties van de gemeten ladingsverschillen tussen de elektroden.



Bekijk de interactieve animatie online

Het potentiaalverschil (de spanning tussen de binnen- en buitenkant van de cel) dat tijdens de depolarisatie ontstaat, wordt de actiepotentiaal genoemd.

Een cel die geëxciteerd (gedepolariseerd) wordt door een actiepotentiaal, kan andere, nabijgelegen cellen 'prikken', zodat ook deze depolariseren. Zo kunnen cellen elkaar activeren en wordt de actiepotentiaal van cel op cel overgedragen. Dit fenomeen is verantwoordelijk voor vele processen in het lichaam, waaronder prikkelgeleiding in zenuwcellen en in spiercellen, zoals in het hart.

Gezonde hartspiercellen contraheren (trekken samen) als gevolg van depolarisatie.

In tegenstelling tot depolarisatie gaat de herstelfase (repolarisatie) niet samen met fysieke processen in het hart (dus ook niet met relaxatie van hartspiercellen). Repolarisatie is een puur elektrisch verschijnsel waarbij de rustpotentiaal wordt hersteld.

2.2 Het elektrische geleidingssysteem van het hart

Het hart bevat een gespecialiseerd systeem dat elektrische impulsen genereert en verspreidt, en dat de impulsvorming en -geleiding binnen nauwe grenzen reguleert. Deze elektrische activiteit leidt tot contractie van hartspiervezels, wat vereist is voor een effectieve pompfunctie.

Het systeem dat de elektrische impulsvorming en -voortgeleiding in het hart reguleert, kan worden onderverdeeld in drie hoofdgroepen: