

Naam leereenheid: De gronbegrinselen van het E.C.G

Domein: zorgvrager gebonden

Thema: Cardiovasculaire systeem





Inhoud leereenheid

De grondbeginselen van het E.C.G

1. Inleiding
2. Leerdoelen
3. studeeraanwijzingen
4. Leerkern
5. Zelftoets
6. Terugkoppeling
 - Uitwerking van de opgaven
 - Antwoorden op de zelftoets
 - Literatuur



1. Inleiding:

Introductie van de leereenheid

De elektrocardiografie is omstreeks een eeuw oud. In 1887 leidde de Engelse fysioloog Waller voor het eerst uitwendig een ECG af (bij zijn Engelse bulldog), in 1903 beschreef Einthoven (Leids hoogleraar in de fysiologie, nobelprijs 1924) zijn snaargalvanometer waarmee hij de kliniek voor de elektrocardiografie ontsloot.

Het ECG wordt verkregen op een bewegende rol papier of filmstrook met de uitslagen van een schrijfpenn of stift, toebehorend aan een instrument dat de elektrische verschijnselen die de hartwerking begeleiden, optekent. De samentrekkingen van het hart gaan gepaard met veranderingen in de elektrische lading van de hartspiercellen. Deze veranderingen veroorzaken elektrische stroompjes en elektrische spanningsverschillen in het lichaam, welke aan de huid gemeten kunnen worden. De methode om deze spanningsverschillen te meten en vast te leggen wordt elektrocardiografie genoemd.

Deze leereenheid is opgebouwd uit verschillende onderdelen. Eerst komen de grondbeginselen aan bod. Daarna de totstandkoming en interpretatie van het normale ECG.

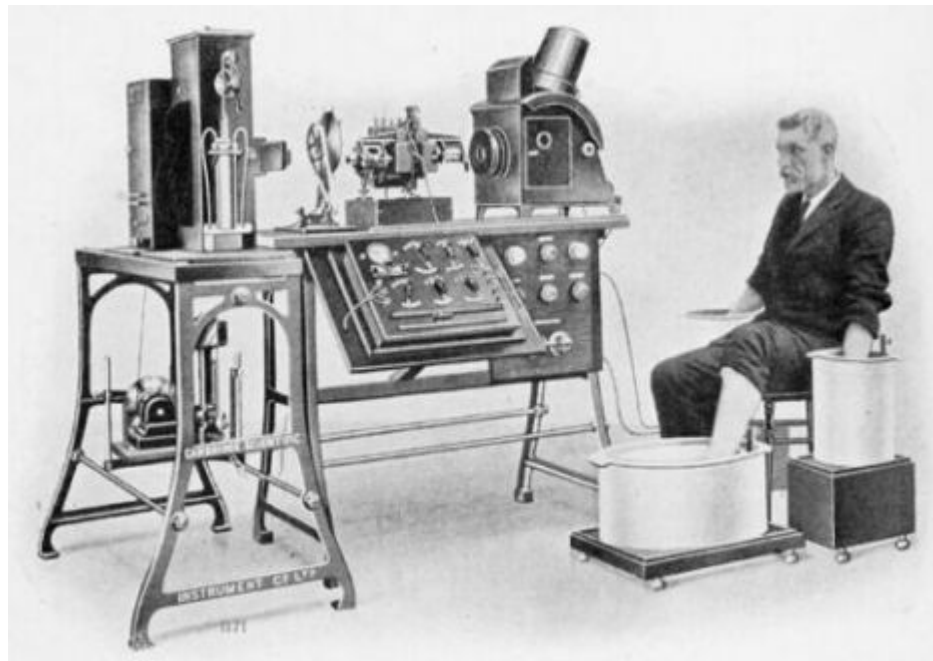


Foto van een elektrocardiogram en laat zien de manier waarbij de elektrodes waren bevestigd bij de patiënt. De handen en linker voet waren ondergedompeld in emmers met een oplossing van zout. In 1924 ontving Einthoven de Nobel prijs voor de uitvinding van zijn elektro-cardiograaf.

Willem Einthoven

Een methodische / systematische benadering krijgt een structuur door de zorgbehoefte te beredeneren aan de hand van belangrijke lichaamssystemen. Elk systeem kent weer een aantal subsystemen die de werking van het systeem als het ware onderverdeeld.

Het subsysteem in deze leereenheid betreft het *de grondbeginselen van het ECG* en valt onder het cardiovasculaire systeem.



2 Leerdoelen:

2.1 Algemene doelen

Met competentiegericht opleiden in onze verpleegkundige vervolgoopleidingen worden twee hoofddoelen nagestreefd.

Het *eerste doel* is uiteraard dat een aantal competenties worden verworven; namelijk die competenties die noodzakelijk zijn om op een goede manier de studeeropdracht(en) uit te voeren. Dit betekent dat er niet één bepaalde set aan competenties bestaat die voor iedereen hetzelfde is. De competenties die aangeleerd moeten worden, hangen onder andere af van je beginsituatie (welke competenties worden reeds beheerst). Wel zijn er om vaardig aan de leereenheid te kunnen beginnen een aantal competenties die iedereen moet bezitten.

Het *tweede doel* is te leren jezelf te ontwikkelen. Dit betekent dat het werken aan en het beantwoorden van bijvoorbeeld de volgende vragen als het ware een tweede natuur wordt: welke competenties bezit ik reeds, welke competenties heb ik nodig en zijn onvoldoende ontwikkeld, waar kan ik de benodigde kennis vinden, hoe kan ik mij de benodigde kennis en vaardigheden eigen maken, hoe ga ik efficiënt en effectief gedrag vertonen, hoe kan ik het leren versnellen, gaat het leren effectief en efficiënt en hoe kan ik dat verbeteren?

2.2 Specifieke leerdoelen

Leerdoelen:

Na bestudering van deze leereenheid ben je in staat om:

- De anatomie en fysiologie van het prikkelvormend en prikkelgeleidend systeem te beschrijven
- Begrippen als depolarisatie en repolarisatie te verwoorden
- De fysiologie van de spontane impulsvorming kunnen uiteenzetten.
- Elektrocardiografische registratie van de hartcyclus kunnen verwoorden en verklaren.
- Berekeningen kunnen maken met behulp van het elektrocardiografisch papier
- Het normale cardiografische complex te kunnen beschrijven en verklaren.



3. Studeeraanwijzingen:

Ter verduidelijking of verdieping van de leerstof worden in deze leereenheid **verwijzingen** gedaan naar boeken, artikels en internetpagina's over dit onderwerp. Voor het bestuderen van deze leereenheid is het dus handig als je toegang hebt tot de bibliotheek van het ziekenhuis en/of het internet.

Verplichte literatuur voor deze leereenheid om opdrachten goed te kunnen vervolmaken is:

Ritme en geleidingsstoornissen in de praktijk
Mark van den Boogaard
ISBN 9035221435
Elsevier / de tijdstroom

Het bestuderen van de hele leereenheid zal ongeveer 4 uren kosten, al naar gelang de voorkennis die je van dit onderwerp hebt. Indien je de leerkern tijdens het studeren wil opsplitsen, kun je dit het beste doen aan de hand van de indeling in paragrafen zoals aangegeven in de inhoudsopgave.

4. Leerkern:

Wat registreert het ECG?

Impulsen

De werking van het hart berust op een ritmische contractie van de hartspier. De contractie is het gevolg van prikkeling van de hartspiercellen. De hartspier ontvangt hiertoe **impulsen** (prikkel) vanuit pacemaker- of gangmakercellen die het contractieproces inleiden.

De elektrische activiteit die tijdens de hartcyclus ontstaat, kan aan de oppervlakte van het lichaam geregistreerd worden en wordt het elektrocardiogram genoemd.

Een elektrocardiogram is dus een registratie van de elektrische activiteit van het hart.

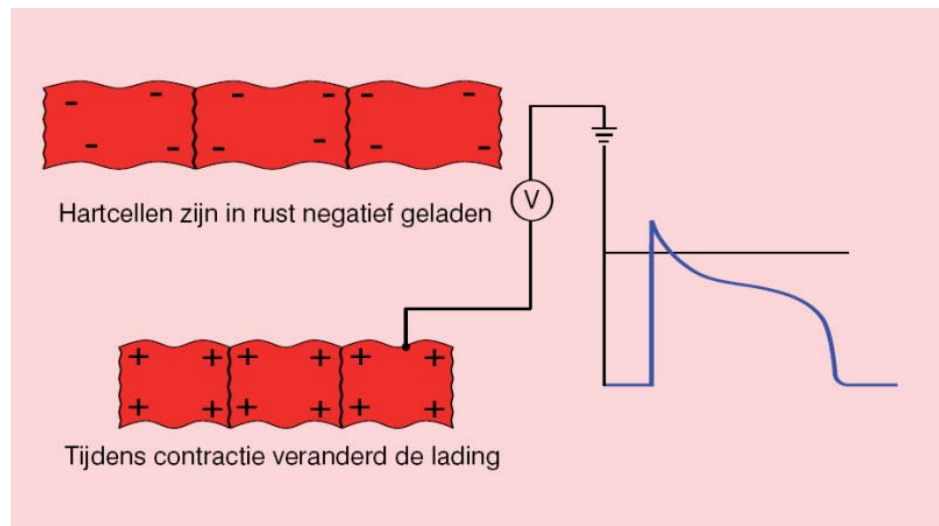
Willem van Einthoven (1860-1927) introduceerde in 1893 de term 'electrocardiogram'. Hij beschreef in 1895 hoe hij een galvanometer gebruikte om de elektrische activiteit van het hart op te tekenen. In 1924 heeft hij hiervoor de Nobelprijs gekregen als grondlegger van het huidige ECG.



Wil je meer weten over deze wetenschapper maak dan gebruik van onderstaande link

<http://en.wikipedia.org/wiki/Einthoven>

Voor het ontstaan van het elektrocardiogram gaan we kijken op cellulair niveau en wel de hartspiercel. Net als skeletspieren wordt het hart elektrisch geprikkeld om tot contractie te komen. Deze prikkeling wordt ook wel *activatie* of *depolarisatie* genoemd. Hartspiercellen zijn in rust geladen. Hierbij is de binnenzijde van de cel negatief geladen t.o.v. de buitenkant (rustpotentiaal).



Figuur 1.1

In rust zijn hartspiercellen negatief geladen. Doordat ze door omliggende cellen gedepolariseerd worden, wordt de lading positief en trekken ze samen

Als de hartspiercellen elektrisch worden gestimuleerd (depolariseren: de binnenkant van de cel wordt nu positief geladen t.o.v. de buitenkant) en er een actiepotentiaal ontstaat dan trekken de cellen samen (contraheren). Als gevolg van het uitbreiden van de impulsgeleiding over het gehele hart, ontstaat voortdurend een wisseling in grootte en richting van het elektrisch veld. Het ECG is een grafische weergave van de elektrische signalen in het hart.

*Het ECG is een optelsom van de **actiepotentiaaltjes** van biljoenen cardiomyocyten*

Actiepotentiaal

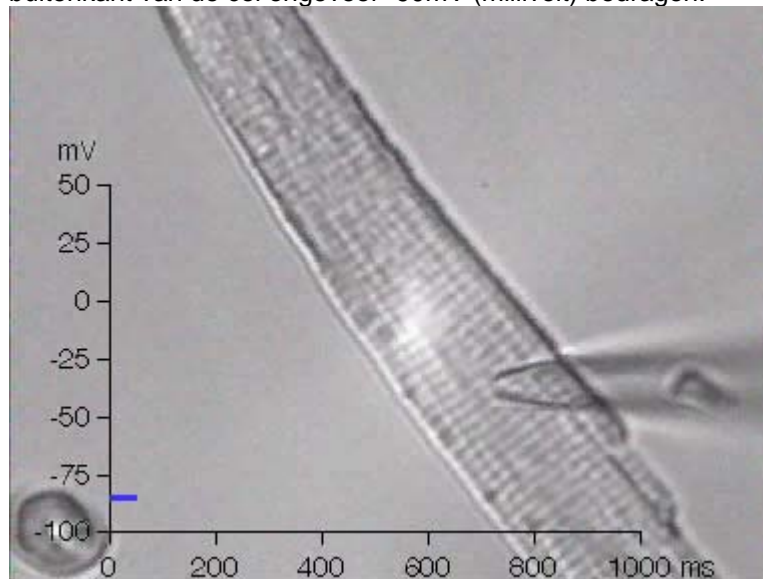
Actiepotentiaal is de spanningsverandering die optreedt ter hoogte van de membraan van een hartspiercel, wanneer deze voldoende geprikkeld wordt

Cardiomyocyt

De individuele actiepotentialen van de individuele **cardiomyocyten** (hartspiercel) worden gemiddeld. Het uiteindelijke signaal is dus een gemiddelde van biljoenen minuscule elektrische signalen. In rust zijn hartspiercellen negatief geladen. Doordat ze door omliggende cellen gedepolariseerd worden, wordt de lading positief en trekken ze samen.

Electrofysiologie

Als één myocardcel (of een andere spiercel) in rust aangesloten wordt op een spanningsmeter, dan zou de spanning binnen deze cel ten opzichte van de buitenkant van de cel ongeveer -90mV (millivolt) bedragen.



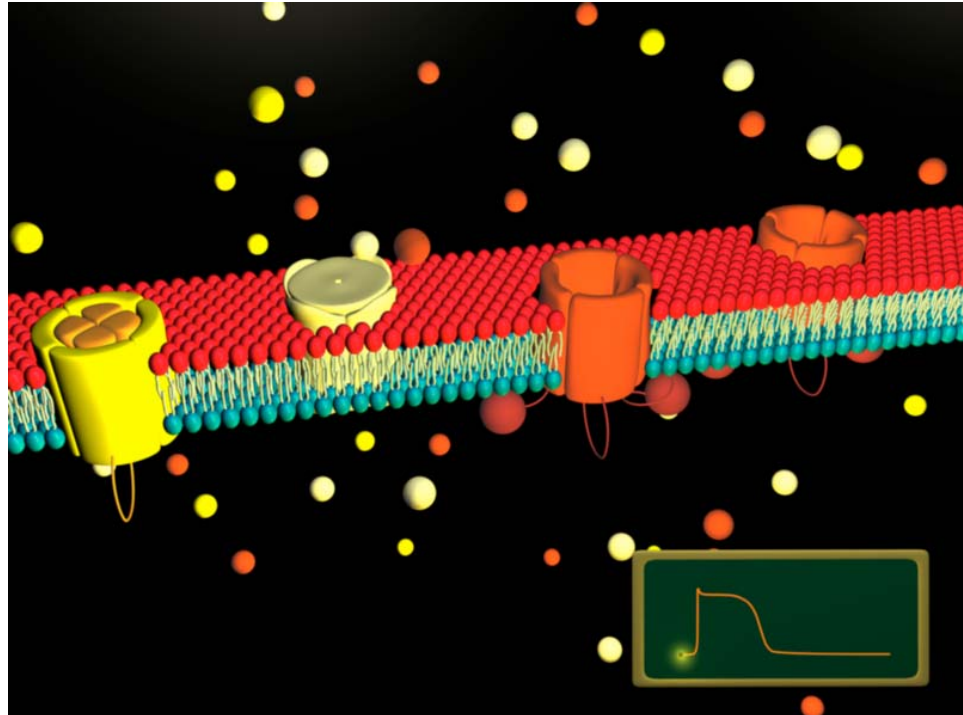
Figuur 1.2

Het meten van het spanningsverschil, uitgedrukt in een getal

Hoe kan dat?

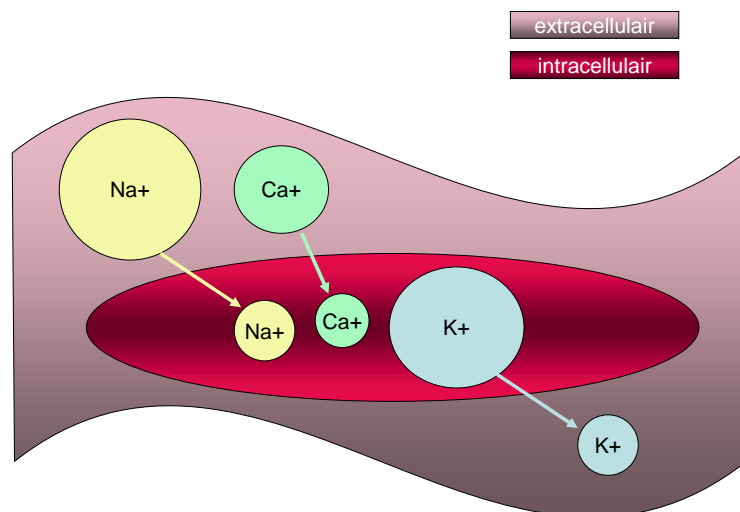
In de wand van de cel zitten een soort poortjes die elektrolyten (natrium, kalium en calcium) kunnen transporteren (de cel in of naar buiten). Deze elektrolyten hebben een bepaalde elektrische lading.

De poortjes zorgen ervoor dat er constant een bepaalde hoeveelheid natrium, kalium en calcium binnen en of buiten de cel is.



Figuur 1.2a
Afbeelding van het sluiten en opengaan van de poortjes voor de natrium, kalium en calcium in-efflux.

Een cel in rust heeft, door natrium en kalium transport via de poortjes, zoveel natrium binnen de cel dat de spanning in de cel -90mV bedraagt. De poortjes houden deze spanning dus constant. Tevens zitten er in de celwand "lekkages" waardoor natrium en kalium in of uit de cel kan lekken. Hierdoor ontstaat een zogenaamd elektrolytenlek dat de rustspanning zou kunnen laten oplopen. De poortjes moeten dus constant werken om de verhoudingen van natrium en kalium binnen en buiten de cel constant te houden. Als de cel geprikkeld wordt door een elektrische, mechanische, thermische of chemische prikkel, ontstaat er plotseling een enorm elektrolytenlek waardoor er opeens een grote verschuiving van natrium en kalium door de celwand ontstaat.



Figuur 1.2a-b elektrolyten verhouding intra- extracellulair

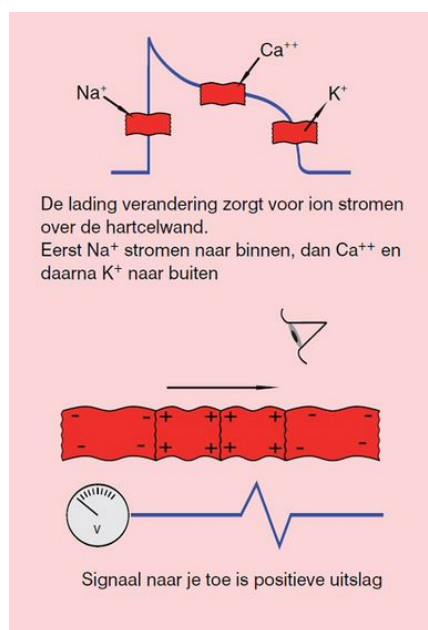
Element	Ion	Extracellulair	Intracellulair	Ratio
Natrium	Na ⁺	135-145	10	14:1
Calcium	Ca ⁺	2.1-2.8	0,0001	20000:1
Kalium	K ⁺	3.5-4.5	155	1:30
PH range	H ⁺	7.35-7.45		

Figuur 1.2b

depolarisatie

repolarisatie

De spanning van de cel loopt ineens op van -90mV tot ongeveer 10mV. Dit omslaan van spanningsverhoudingen binnen en buiten de cel, door natrium en kalium veranderingen in de cel noemen we depolariseren. Door de depolarisatie gaat de spiercel samentrekken (mbv calcium). Na het depolariseren herstelt de celwand zich snel en kunnen de poortjes weer beginnen met het transporteren van natrium en kalium totdat de rustspanning van -90mV in de cel weer bereikt is. Dit herstellen van de rustspanning noemen we repolariseren. Na de repolarisatie is de cel weer in staat om te depolariseren. De tijd tussen depolarisatie en repolarisatie, waarin de rustspanning weer hersteld wordt, noemen we de refractaire periode. In deze periode kan de cel in principe niet depolariseren.



In de bovenkant van de rechter boezem zit een groepje cellen dat 60 tot 100 keer per minuut spontaan depolariseert. Dit is de sinusknop en is onder normale omstandigheden als ware de gangmaker van het hart. Ze kunnen spontaan depolariseren omdat de cellen van de sinusknop net als andere myocarcellen een elektrolytenlek hebben. Anders dan bij de gewone myocarcellen, is dit lek bij sinusknopcellen zo groot dat de poortjes in de wand van deze cellen, het weglekken van natrium en kalium niet gecompenseerd krijgen. Hierdoor loopt de elektrische spanning op. De snelheid van deze rustspanningstoename is dus afhankelijk van de grootte van het elektrolytenlek enerzijds en de mate van compensatie van de poortjes in de wand van de sinusknopcellen anderzijds. Bij een bepaalde spanning (drempelspanning) depolariseert de cel spontaan. Hierna begint de cyclus weer opnieuw. De frequentie waarin de sinusknopcellen depolariseren, is dan logischerwijs afhankelijk van enerzijds de snelheid van de rustspanningstoename en anderzijds de hoogte van de drempelspanning. Als de drempelspanning laag is, zal de depolarisatiefrequentie hoog zijn (bij gelijk gebleven rustspanningstoename).

Studeeropdracht 1



Bestudeer uit het boek van Mark van den Boogaard "ritme en geleidingsstoornissen in de praktijk" Hoofdstuk 1.2 – 1.3 en 1.4 Na bestudering van deze hoofdstukken heb je een compleet beeld gekregen omtrent de electrofysiologie van het hart

Opgave 1



Naar aanleiding van de bestudeerde stof uit studieaanwijzing 1 zou je een antwoord moeten kunnen geven op de volgende vragen:

1. De lading van de binnenkant van hartspiercel in rust is
2. De negatief geladen hartspiercellen worden na contractie.....
3. De elektrische verandering bestaande uit depolarisatie en repolarisatie noemt men.....
4. de periode direct na de depolarisatie wordt genoemd
5. Gangmakercellen zijn cellen die reageren, en worden ook welcellen genoemd

De elektrische ontlading van het hart

Hartspiercellen worden onderscheiden in contractiele, werkmyocarcellen die voor de pompfunctie zorgen en automatische of gangmakercellen. Gangmaker- of pacemakercellen bevinden zich in de sinoauriculaire knop (kortweg **sinusknop** genoemd), in bepaalde delen van de boezems, in het bijzonder bij de inmonding van de longvenen in de linkerboezem en bij de aanhechting van de atrioventriculaire kleppen, in de aan- en afvoerende cellen van de atrioventriculaire knop, de bundel van his en de bundeltakken en purkinje-cellen in de ventrikels.

Sinusknop

autonoom

Het hart werkt **autonoom**, dat wil zeggen dat het hart zelf voor de prikkel tot contractie zorgt. De prikkel moet een bepaalde drempelwaarde hebben overschreden wil het hart tot contractie komen. Om de contracties ritmisch te laten verlopen beschikt het hart over een bepaald soort spierweefsel, het zogenaamde geleidingsweefsel. Aan het begin van dit systeem, namelijk de sinusknop, ontstaat meer prikkelstof dan elders, waardoor de drempelwaarde hier sneller wordt bereikt. De sinusknop (knop van Keith-Flack) ligt in de wand van de rechter boezem op de plaats waar de beide holle aders uitmonden.

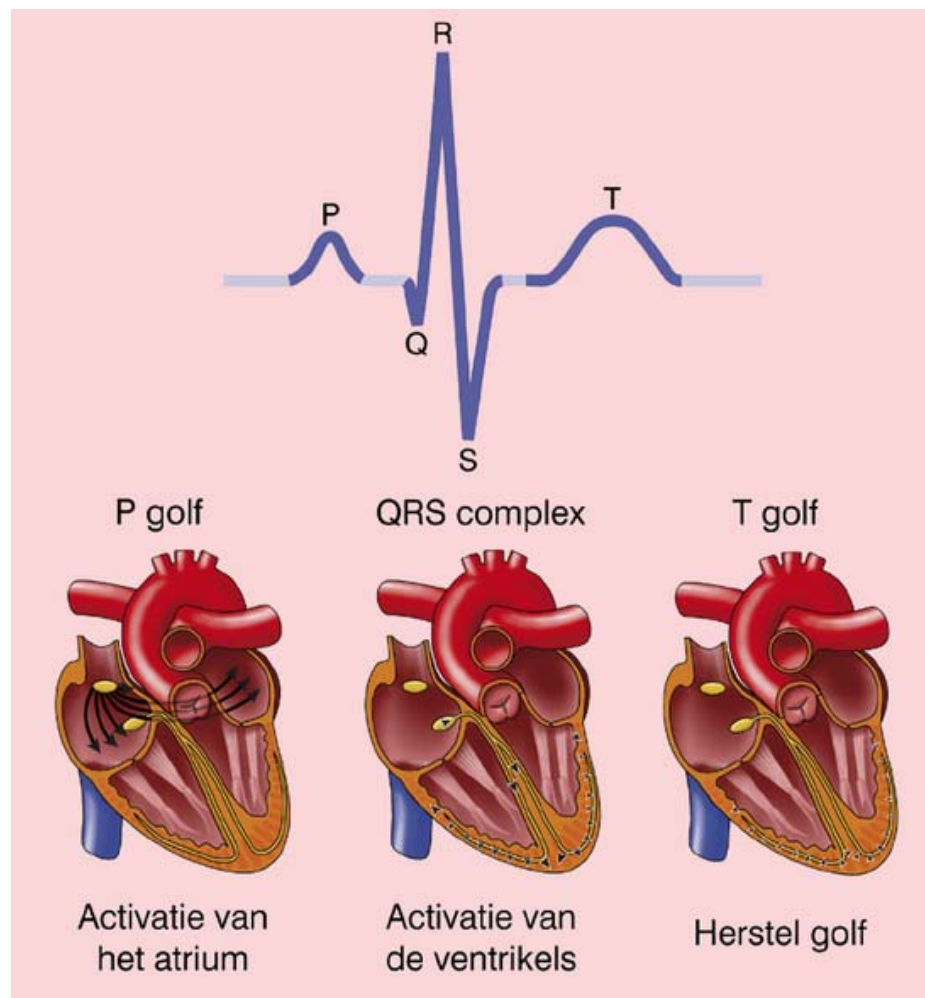
atria

av-knoop

**bundel van his
prkinjevezels**

De sinusknop bepaalt onder normale omstandigheden het ritme en tempo van het hart en geldt daarom als de primaire pacemaker. Vanuit de sinusknop vindt er vervolgens impulsgeleiding plaats over de wand van de **beide boezems**, die daardoor tot contractie komen. De duur van de contractie bedraagt ongeveer 0,1 seconde. Vervolgens komt een tweede knoop tot ontlading, de atrioventriculaire knoop (AV-knoop of knoop van Aschoff-Tawara). Door de aanwezigheid van de fibreuse ring kan de impulsgeleiding vervolgens uitsluitend plaatsvinden via de bundel van His, de bundeltakken en de vezels van Purkinje. Dit heeft tot gevolg dat de beide ventrikels zich contraheren (duur ongeveer 0,3 seconde). Vervolgens neemt het hart ongeveer 0,4 seconde rust. Gedurende deze rustperiode is het hart grotendeels ongevoelig voor prikkels (refractaire periode). Uit het voorgaande volgt dat de totale duur van de hartcyclus ongeveer 0,8 seconde bedraagt. Dit betekent dat het aantal hartslagen per minuut ongeveer 75 bedraagt.

In figuur 1.3 wordt een dwarsdoorsnede van het hart weergegeven en bovenstaande verduidelijkt



Figuur 1.3 Het prikkelvormend en geleidend systeem

Nervus vagus

Het natuurlijke hartritme (sinusknoopritme) wordt sterk beïnvloed door het vegetatieve zenuwstelsel. De sympathische zenuwen voeren hierbij de hartslagfrequentie op (tachycardie), terwijl de nervus vagus of zwerfende zenuw (een belangrijke parasympathische zenuw) de hartslagfrequentie verlaagt (bradycardie). Ook hormonen (adrenaline) kunnen de hartwerking sterk activeren. De elektrische verschijnselen die gepaard gaan met de hartcontractie kunnen geregistreerd worden in de vorm van een ECG.

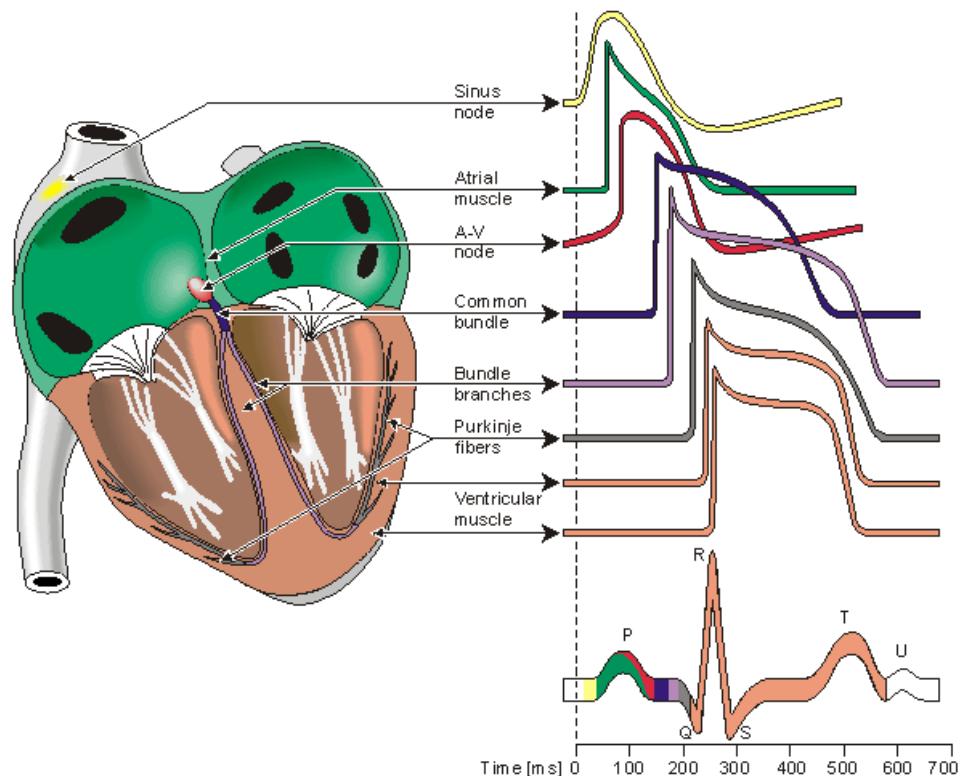
Elektrische golf

Wanneer deze elektriciteit door het hart gaat, kan zij worden opgevangen door uitwendige (huid)elektroden en na versterking als een ECG worden geregistreerd. Doordat hartspiercellen tegelijkertijd depolariseren, ontstaat er een elektrische golf die zich over het hart verplaatst. Het is nu de kunst om deze elektriciteit van het hart te analyseren en uiteindelijk de ritmestroom te beoordelen.

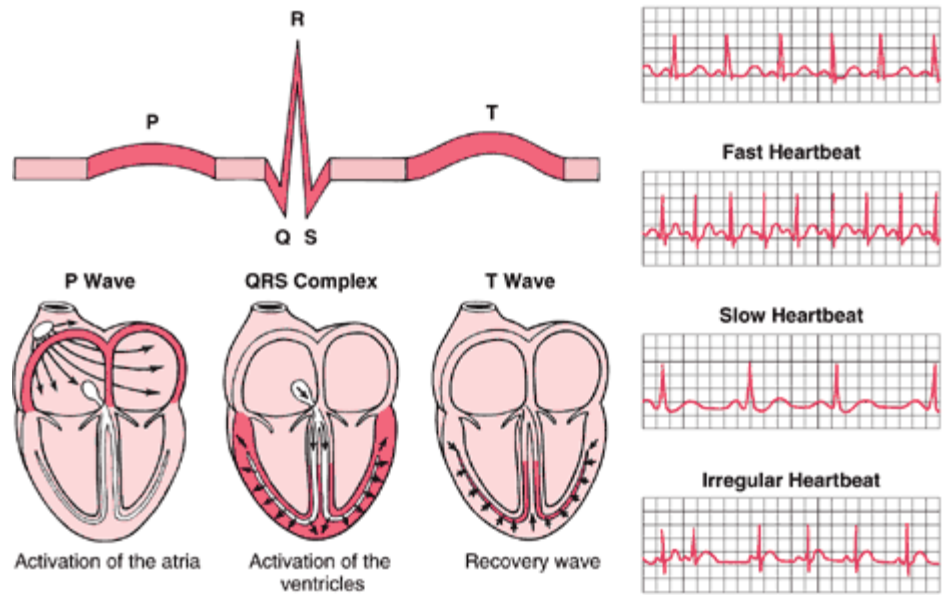
De verschillende golven van het ECG

De basis van het ECG bestaat uit drie componenten. De eerste uitslag wordt de p-top genoemd en representeert de atriale depolarisatie. De tweede uitslag is het QRS-complex en representeert de depolarisatie van linker en rechter ventrikel. De derde uitslag is de T-top en is het gevolg van de repolarisatie van de ventrikels.

De repolarisatie van de atria zijn op het normale ECG niet te zien.



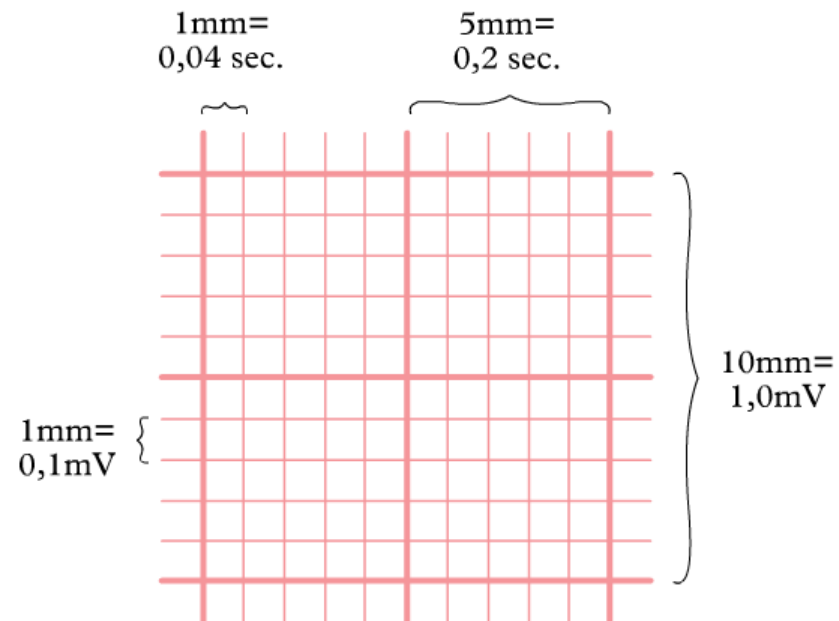
De optelsom van de verschillende actiepotentialen veroorzaakt de verschillende golven op het ECG zoals in **figuur 1.4a en 1.4b**



Figuur 1.4.b

Na deze verklaring van de componenten van een hartcyclus kan het vervolgens geregistreerd worden op grafiekpapier.

Electrografisch papier



Figuur 1.5

Figuur 1.5 Het electrocardiografisch papier met millimeterindeling
 Het electrocardiografisch papier is gemillimeterd papier door middel van horizontale en verticale lijnen. Zowel horizontaal als ook verticaal zijn dikkere lijnen zichtbaar en wel om de vijf millimeter. Elke hokje komt overeen met een bepaalde tijdsduur. Een klein horizontaal hokje komt overeen met 0,04 sec en vijf kleine hokjes met 0,2 sec.
 De verticale hoogte, geeft informatie over het aantal millivolts.

Opgave 2

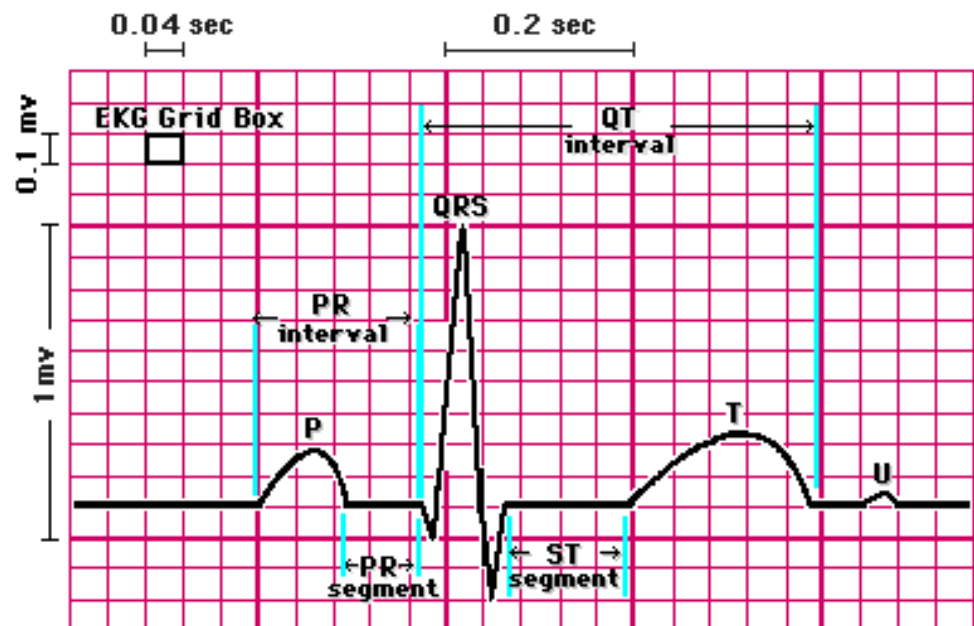


Het berekenen van de hartfrequentie kan men aflezen op het papier door hokjes te tellen. Doe aan de hand van onderstaande vragen hier een uitspraak over.

- De breedte van een hokje bedraagt.....en duurt.....sec
- De vijf kleine hokjes tussen de dikke lijnen corresponderen met een tijd van..... sec
- Vijf grotere hokjes komen dan overeen met..... Sec
- Vijftien grotere hokjes komen dan overeen met..... 3 sec
- Zien we in deze vijftien hokjes een viertal P-QRS-T complexen dan bedraagt de hartfrequentie..... sl. Per minuut.

Zoals de voorgaande opdracht heeft laten zien kunnen we niet alleen een uitspraak doen betreffende de hartfrequentie maar ook kunnen we door langs de horizontale as de duur bepalen van elk deel van de **hartcyclus**

De hartcyclus vertaald op het ECG-papier



Figuur 1.6

Opgave 3



Doe aan de hand van bovenstaande grafiek een uitspraak omtrent de duur van onderdelen van de hartcyclus:

- Duur van de P-top bedraagt.....
- Duur van het P-R interval bedraagt.....
- Duur van het ORS-complex bedraagt.....
- Duur van het QT interval bedraagt.....
- Duur van de totale hartcyclus bedraagt.....

P-QRS-T complex

We hebben nu een uitspraak gedaan over de hartcyclus (**P-QRS-T complex**). Soms is er nog sprake van een U-golf. De U-golf is soms zichtbaar na de T-golf. De oorsprong van de U-golf is onbekend. Mogelijk duidt deze golf op "afterdepolarisaties" van de ventrikels.

Studeeraanwijzing



Één hartslag omvat dus een boezemsystole (contractie atria → p-top), kamersystole (kamer contractie → ORS-complex) en de rustfase (T-top) tussen twee slagen. Om dit te visualiseren, zie ook de animatie van de hartcyclus in de volgende internet link

http://library.med.utah.edu/kw/pharm/hyper_heart1.html

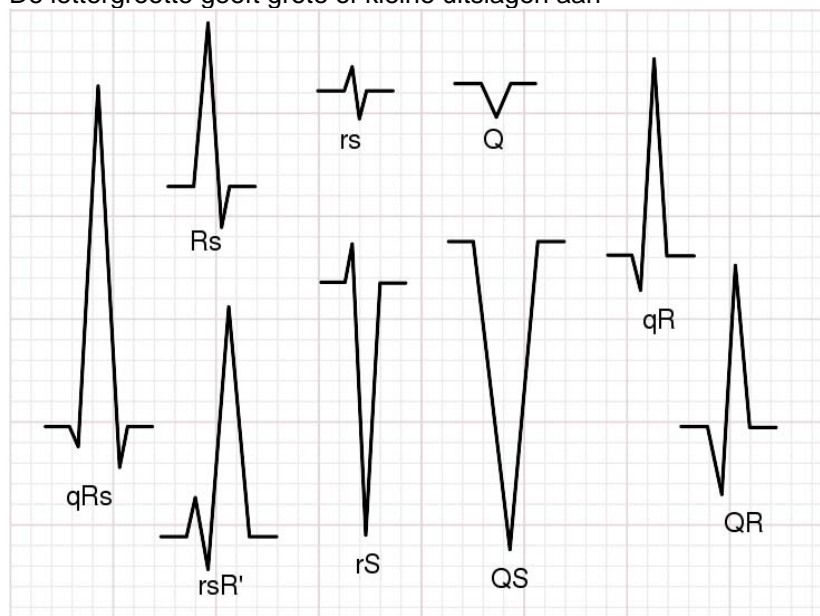
Nomenclatuur

QRS nomenclatuur

Nomenclatuur betekent in het algemeen: *naamgeving*.

Onder **wetenschappelijke nomenclatuur** verstaat men het op systematische wijze benoemen van allerlei zaken.

De lettergrootte geeft grote of kleine uitslagen aan



Figuur 1.7

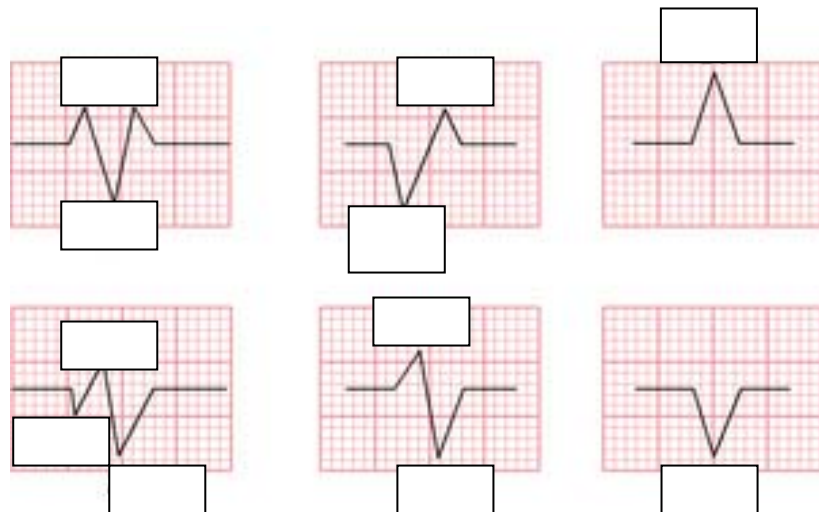
De letters QRS worden op verschillende manieren geschreven om verschillende vormen aan te duiden: **zie figuur**

- Q: eerste negatieve uitslag (weergave) na de p-top. Als die er niet is, is er dus geen Q
- R: positieve uitslag (weergave)
- S: negatieve uitslag (weergave) na de R-top
- met kleine letters (q, r, s) worden kleine weergaves aangegeven. Bijvoorbeeld: qRS = kleine q, hoge R, diepe S.
- R` (uitspraak: r-accents): wordt gebruikt om een tweede R-top aan te geven

Opgave 4



Uitgaande van bovenstaande begrippen zou je een invulling kunnen geven aan onderstaande complexen.



De voor en nadelen van ECG diagnose met behulp van de computer

Diagnose

Veel moderne ECG apparaten printen een **computerinterpretatie op het ECG**. Helaas is deze interpretatie niet 100% betrouwbaar. De computerinterpretatie wordt door een aantal factoren bepaald:

De computerinterpretatie maakt gebruik van het (vrijwel) **ongefilterde signaal** (filter 0.01-150 Hz). De computer maakt dus gebruik van een signaal dat veel gevoeliger is voor storing en dat niet hetzelfde is als hetgeen dat op het papier geprint wordt. De storing die de computer ziet, hoeft dus niet zichtbaar te zijn op het geprinte ECG. Hierdoor is het extra belangrijk dat storing vermeden wordt.

De computer is voorzichtig afgesteld en geeft vaak een **worst case diagnose**. ST elevatie heeft bijvoorbeeld een uitgebreid aantal oorzaken, waarvan sommige niet ernstig zijn. De computer zal echter al snel 'myocardinfarct' aangeven, omdat dat de gevaarlijkste optie is. Hierover meer in de leereenheid "het 12 afleidingen ECG"

De computer is over het algemeen **goed** in het meten van tijden: de PQ tijd, QRS duur, hartfrequentie en hartas kloppen vrijwel altijd. Soms telt hij dubbel, bijvoorbeeld bij hoge T golven.

De computer is **redelijk goed** in het onderscheiden van sinusritme, boezemfibrilleren en geleidingsstoornissen

De computer is **niet goed** in het interpreteren van de QT tijd en van diagnoses als een myocardinfarct

De computer heeft **bepaalde rekencapaciteit**. In theorie is het misschien mogelijk een perfect algoritme voor ECG interpretatie te maken, maar een dergelijk algoritme 'past' niet in een ECG apparaat.

De computer **ziet de patiënt niet**. Het verhaal van de patiënt (bijvoorbeeld wel of geen pijn op de borst, wel of geen hypertensie) kan enorme invloed hebben op de interpretatie van een ECG. Een computer houdt daar geen rekening mee.



5. Zelftoets



1. Het prikkelvormend en-geleidend systeem is van boven naar beneden als volgt opgebouwd.
 - a. de sinusknoop
 - b. de bundel van His
 - c. de AV-knoop
 - d. de linker- en rechterbundeltak
 - e. de purkinje-vezels

juist/onjuist

2. Het QRS-complex is het gevolg van de depolarisatie van de linkerkamer.
juist/onjuist

3. De T-top is de repolarisatie van de kamers.
juist/onjuist

4. De binnenkant van een hartspiercel is tijdens de rustfase negatief geladen.
juist/onjuist

5. In rust bevat de binnenkant van een hartspiercel voornamelijk natrium.
juist/onjuist

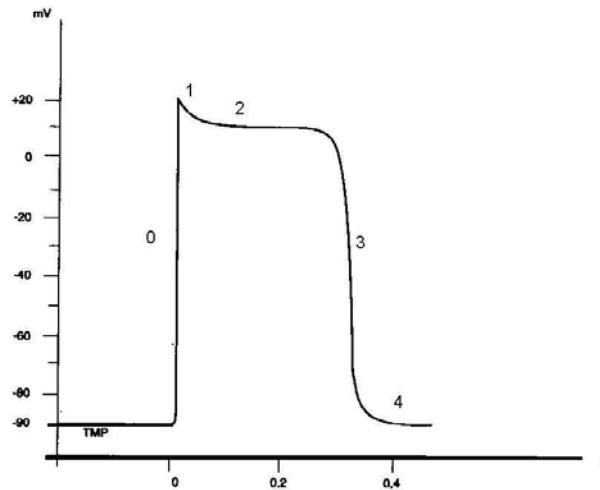
6. In rust bevindt zich voornamelijk kalium buiten de hartspiercel.
juist/onjuist

7. Een normale myocardcel heeft niet de eigenschap spontaan te depolariseren.
juist/onjuist

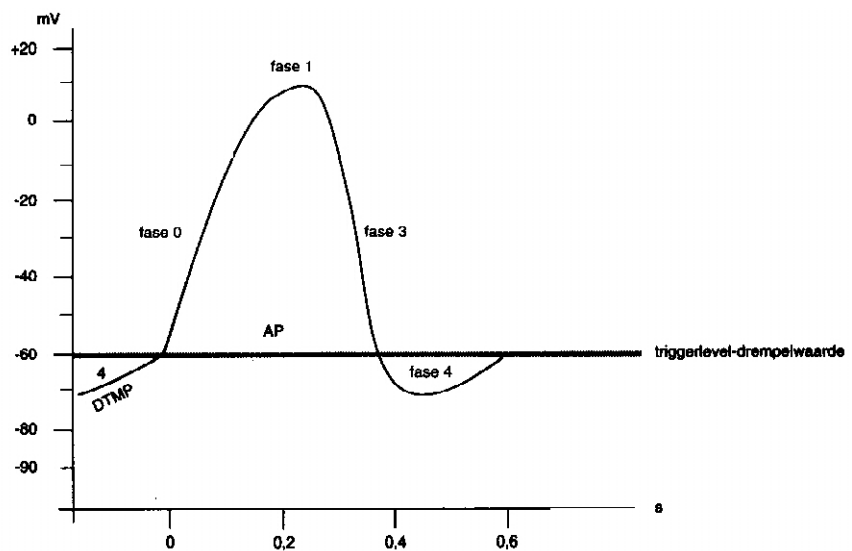
8. Gangmakercellen komen uitsluitend in de AV-knoop voor.
juist/onjuist

9. De refractaire periode is de periode waarin het hart prikkelbaar is.
juist/onjuist

10. De absoluut refractaire periode is vanaf begin QRS-complex tot eerste helft T-top.
juist/onjuist



11. Bovenstaand figuur is de transmembraanpotentiaal(TMP) en actiepotentiaal(AP) van de sinusknoop
juist/onjuist
12. Het AP strekt zich uit van fase 1 t/m fase 2
juist/onjuist
13. De repolarisatie strekt zich uit vanaf fase 1 t/m fase 3
juist/onjuist
14. Calciuminstroom vindt plaats in fase 3
juist/onjuist



15. Dit is de TMP en de AP van een pacemakercel
juist/onjuist
16. In fase 3 vindt kaliumuitstroom plaats
juist/onjuist

17. We noemen deze uitslag een R.



juist/onjuist

18. Deze uitslag noemen we een S.



juist/onjuist

19. Hieronder zien we een qR-complex.



juist/onjuist

20. Dit is een qRs-complex



juist/onjuist

21. Dit is een voorbeeld van een rSR'-complex.



juist/onjuist

6. Terugkoppeling



6.1 uitwerking van de opgaven

Antwoord opgave 1

1. De lading van de binnenkant van hartspiercel in rust is **negatief**
2. De negatief geladen hartspiercellen worden na contractie **positief**
3. De elektrische verandering bestaande uit depolarisatie en repolarisatie noemt men actiepotentiaal
4. de periode direct na de depolarisatie wordt **absoluut refractaire periode** genoemd
5. Gangmakercellen zijn cellen die **spontaan** reageren, en worden ook wel **Pacemaker** cellen genoemd

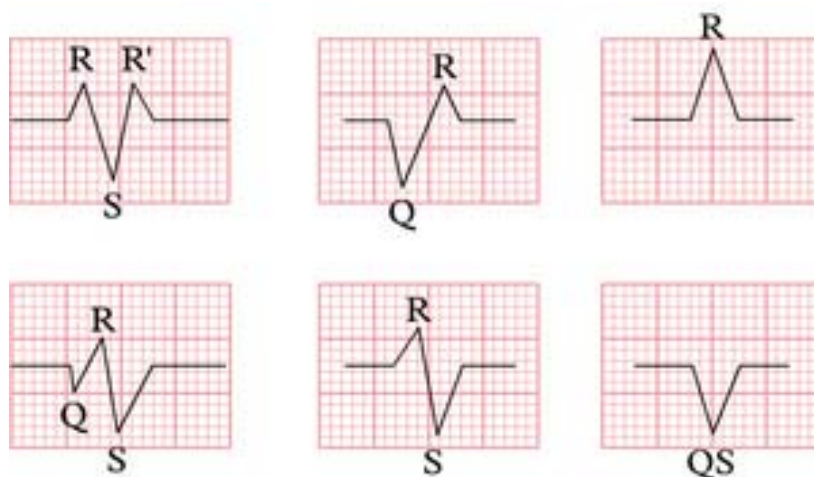
Antwoord opgave 2

- ❑ De breedte van een hokje bedraagt **1 mm** en duurt **0,04 sec**
- ❑ De vijf kleine hokjes tussen de dikke lijnen corresponderen met een tijd van **0,2 sec**
- ❑ Vijf grotere hokjes komen dan overeen met **1 sec**
- ❑ Vijftien grotere hokjes komen dan overeen met **3 sec**
- ❑ Zien we in deze vijftien hokjes een viertal P-QRS-T complexen dan bedraagt de hartfrequentie **80 sl. Per minuut. Namelijk: 4 complexen in 3 seconden. In 1 minuut betekent dat 3 sec. x 20= 60 sec. Dus 4 complexen x 20 betekent een hartfrequentie van 80 sl. Per minuut)**

Antwoord opgave 3

- Duur van de P-top bedraagt **0,11 sec of minder**
- Duur van het P-R interval bedraagt **0,12-0,20 sec**
- Duur van het QRS-complex bedraagt **0,08-0,10 sec**
- Duur van het QT interval bedraagt **< 0,45 sec**
- Duur van de totale hartcyclus bedraagt **0,8 sec**

Antwoord opgave 4



QRS shapes - ECGpedia.org

6.2 antwoorden op de zelftoets



1. onjuist
2. onjuist
3. juist
4. juist
5. juist
6. juist
7. onjuist
8. onjuist
9. juist
10. juist
11. onjuist
12. onjuist
13. onjuist
14. juist
15. juist
16. juist
17. juist
18. onjuist
19. juist
20. juist
21. juist

6.3 literatuurlijst

literatuurverwijzing

- Ritme en geleidingsstoornissen, Mark van den Boogaard
Elsevier / de tijdstroom
- snelle interpretatie van ECG's, Dale Dublin,
Elsevier / de tijdstroom
- Klinische elektrocardiografie, Prof. Dr. E.O. Robles de Medina
Bohn Stafleu van Lochem

Internetverwijzing

- www.ecgpedia.org
- www.ecg-clopedia.nl