# 2. Hjertets pumpefunktion

Indledning:

* definition: hjertets pumpefunktion er det der sørger for cirkulation af blod igennem kroppen hvorved udveksling af gasser og næringsstoffer mellem blod og væv muliggøres
* pumpefunktionen bygger på elektriske impulser
* pumpefunktionen er livsvigtig idet der ved ophør af funktion forekommer hjertestop (ophør af cirkulation)
* et sundt hjerte pumper ca. 5 liter blod rundt pr. minut (svarer ca. til den samlede mængde blod i kroppen)

Impulsledningssystemets opbygning:

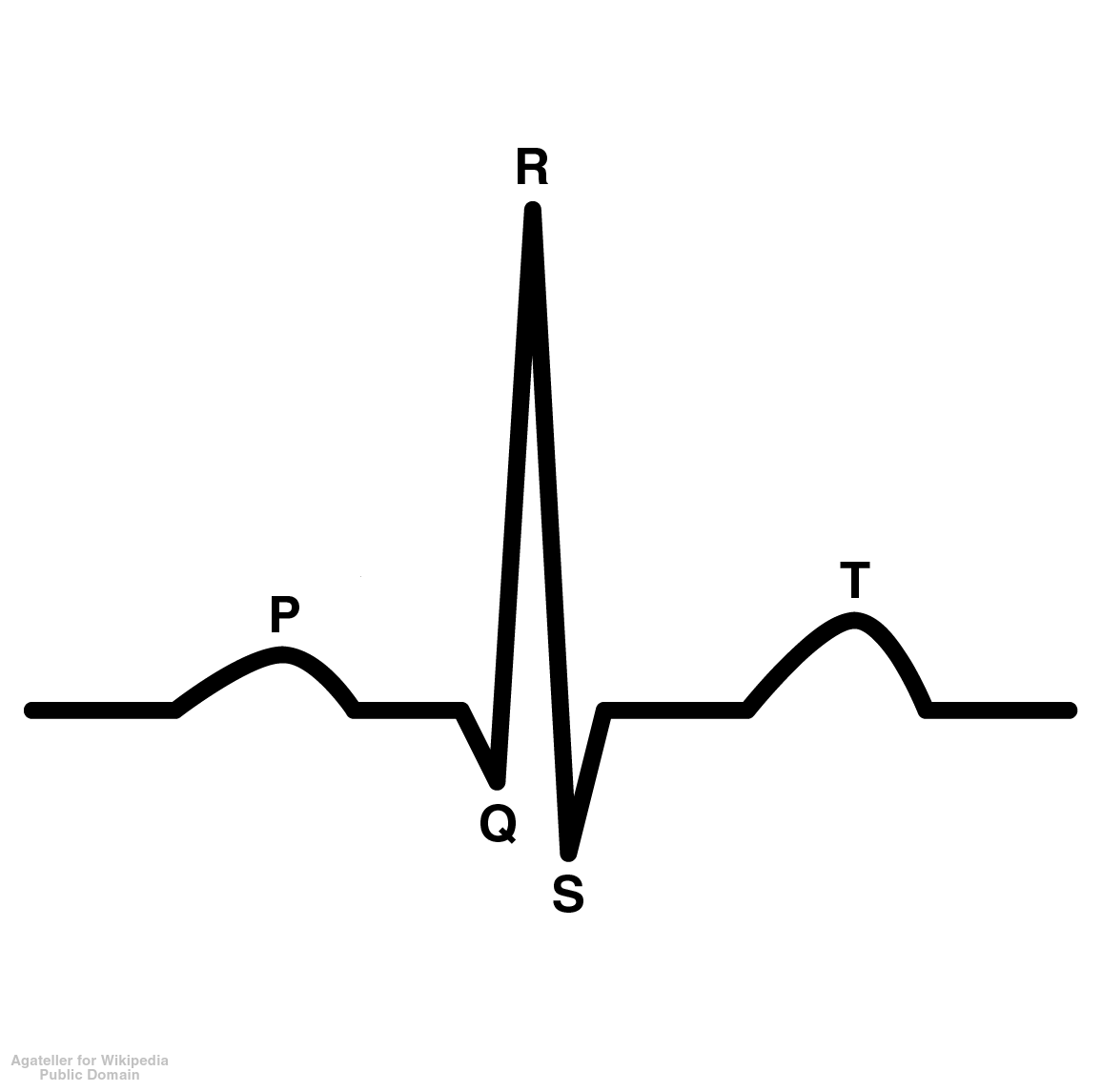
* hjertet består af 4 kamre hvis vægge hovedsageligt er opbygget af myokardiale muskelfibre
* mellem fibrene/cellerne findes indskudsskiver indeholdende desmosomer (forbinder/sammenholder cellerne og forhindrer adskillelse herimellem under kontraktion) og gap junctions (tillader passager af ioner fra celle til celle og faciliterer/tillader herved hurtig transmission af et impuls)
* SA-knuden findes øverst i højre atrium (hjertets egen pacemaker) og består af specialiserede hjertemuskelceller kaldet nodale muskelceller (der er mindre end almene hjertemuskelceller)
* AV-knuden består ligeledes af nodale muskelceller og findes i den septale væg i højre atrium
* muskulaturen i atrierne og ventriklerne er i grunden to separerede afsnit der kun er forbundne via det hiss’ke bundt som afgår fra AV-knuden og går ind i septum interventrikulare hvor det deles til to crura (højre og venstre) og efterfølgende til purkinjefibre
* det at atrierne og ventriklerne kun er forbundet via det Hiss’ke bundt gør at enhederne kan stimuleres på skift således at atrierne kan kontrahere mens ventriklerne relakserer og omvendt 🡪 resulterer i rytmisk og effektiv fyldning og tømning af atrier og ventrikler der har tilstrækkelig kraft til at opretholde flowet af blod gennem kroppen

Det konduktive system:

* alle hjertemuskelceller kan initiere impulser men normalt opstår impulserne i sinoatrial knuden (sinusknuden/SA-knuden)
* SA-knuden genererer automatisk impulser med en grundlæggende hastighed også kaldet sinus rytmen, SA-knuden fastlægger altså kontraktionshastigheden for hele myokardiet – denne kan ændres af det autonome nervesystem der innerverer SA-knuden gennem cirkulerende hormoner som adrenalin (sympatikus = fight or flight, parasympatikus = rest and digest)
* de nodale muskelceller i sinusknuden depolariserer spontant og depolariseringen spreder sig i atriemuskulaturen der begynder at kontrahere
* depolariseringen når AV-knuden
* impulsledningshastigheden i AV-knuden er relativ langsom (muligvis pga. zonen med de intermediære celler – mellemting mellem almene hjertemuskelceller og nodale muskelceller) hvorved impulsen forsinkes så atrierne kan nå at kontrahere og sende al blod ind i ventriklerne inden ventriklerne kontraherer og klapperne imellem atrier og ventrikler (AV-klapperne) lukkes
* depolariseringen fortsætter i det Hiss’ke bundt videre gennem crura ud i purkinjefibrene (modificerede hjertemuskelceller) der løber til alle dele af ventrikelmuskulaturen der kontraheres
  + purkinjefibrene har en højere impulsledningshastighed end almene hjertemuskelceller hvorfor ventrikelmuskulaturen kontraherer simultant

EKG:

* impulserne i ledningssystemet kan observeres på et elektrokardiogram – foretages vha. elektroder på kroppen der opfanger ændringer i elektrisk aktivitet



* P: atriel depolarisering og derved kontraktion
* QRS: ventrikel depolarisering og derved kontraktion – skjuler den atrielle repolarisering
* T: repolarisering af ventrikler

Kontrol af impulsledningssystemet:

* hjertets kontraktionshastighed og kontraktionskraft kontrolleres af hjertekontrolcentret i medulla oblongata i hjernestammen
* baroreceptorer i væggen af aorta og aa. carotis interna registrerer ændringer i blodtryk og hjertekontrolcentret responderer gennem stimulation af det sympatiske eller parasympatiske nervesystem og ændrer herved hastighed og kraft af kontraktioner som er påkrævet
* (der findes ingen nerver i hjertemuskelceller)

Hjertets cyklus/blodets vej gennem hjertet: se fig. 18-3 side 276

* Deles op i systole og diastole:
  + Atriel systole: atrierne kontraherer
  + Atriel diastole: atrierne relakserer
  + Ventrikulær systole: ventriklerne kontraherer
  + Ventrikulær diastole: ventriklerne relakserer
  + Kort relaktion for både ventrikler og atrier
  + = hjertecyklus
* refererer til den skiftende sekvens af diastole (den afslappende fase af hjerteaktiviteten) og systole (den kontraherende fase) der koordineres af det konduktive system for maksimal effekt

1. cyklus begynder med relaksering af de to atrier (diastole) og fyldning af blod heri fra vv. cava sup. et inf. og sinus coronarius til højre (iltfattigt) og fra pulmonar venerne til venstre (iltrigt), alle klapper er her lukkede
2. AV-klapperne åbner når trykket fra blodet i atrierne (diastole) øges og ventriklerne afslappes (diastole)
3. blodet flyder ind i ventriklerne og atrierne tømmes næsten
4. det konduktive system stimulerer atriemuskulaturen til at kontrahere (systole) og tvinger derved det tilbageblevne blod i atrierne ned i ventriklerne
5. atrierne relakserer (diastole)
6. ventriklerne begynder at kontrahere (systole) og trykket øges i ventriklerne
7. AV-klapperne lukkes
8. et kort øjeblik mens AV-klapperne er lukkede fortsætter myokardiet i ventriklerne med at kontrahere og opbygger i denne isovolumentære fase (ingen ændring i blodvolumen i ventriklerne) et tryk
9. det øgede tryk åbner semilunærklapperne og blodet tvinges ind i truncus pulmonalis og aorta – trykket i ventriklen skal være større end trykket i arterierne for at klapperne åbnes – trykket i venstre ventrikel skal være langt højere end trykket i højre for at semilunærklappen åbnes her da det systemiske kredsløb er et højtrykssystem mens det pulmonale kredsløb er et lavtrykssystem
10. til sidst i cyklus påbegyndes fyldningen af atrierne (diastole) igen mens ventriklerne afslappes (diastole) og semilunærklapperne lukker for at forhindre tilbageflow af blodet
    1. samme mængde blod pumpes fra højre og venstre side af hjertet under hver cyklus – dette er vigtigt for at sikre at blodflowet gennem det systemiske og pulmonale kredsløb er konstant balanceret

* Hjertets kamre fyldes med blod pga. trykforskelle der åbner og lukker klapperne:
  + Lavt tryk i ventriklerne, tidligt i diastolen: trykforskellen åbner AV-knuderne og ventriklerne fyldes passivt med 70% af maksimalt slutdiastolisk volumen så trykket stiger
  + Atrial systole skubber de sidste 30% blod ned i ventriklerne så trykket øges endnu mere
  + Ved ventrikulær systole stiger trykket pludseligt, så snart ventrikeltrykket overgår atrietrykket lukkes AV-knuderne alt imens papillærmusklerne gennem senestrengene holder dem lukket, atrierne er nu relakserede og trykket heri er lavt (lavere end i venerne) så blod fra venerne flyder herind
  + Ventrikulærtrykket overgår trykket i pulmonarbuen og aorta: klapperne åbner og blodet skubbes fra hver ventrikel ind i arterierne hvorved trykket i ventriklerne falder igen
  + Ventrikulære tryk mindre end blodtrykket i aorta og pulmonarbuen: semilunarklapperne lukkes, ventriklerne relakserer og så snart trykket er lavere end det atriale tryk åbnes AV-knuderne og ventriklen fyldes atter, atrierne og ventrikler relakserer begge kort

Hjertefrekvensen indikeres af pulsen

Under den ventrikulære systole udvider bølgen af blod arterierne