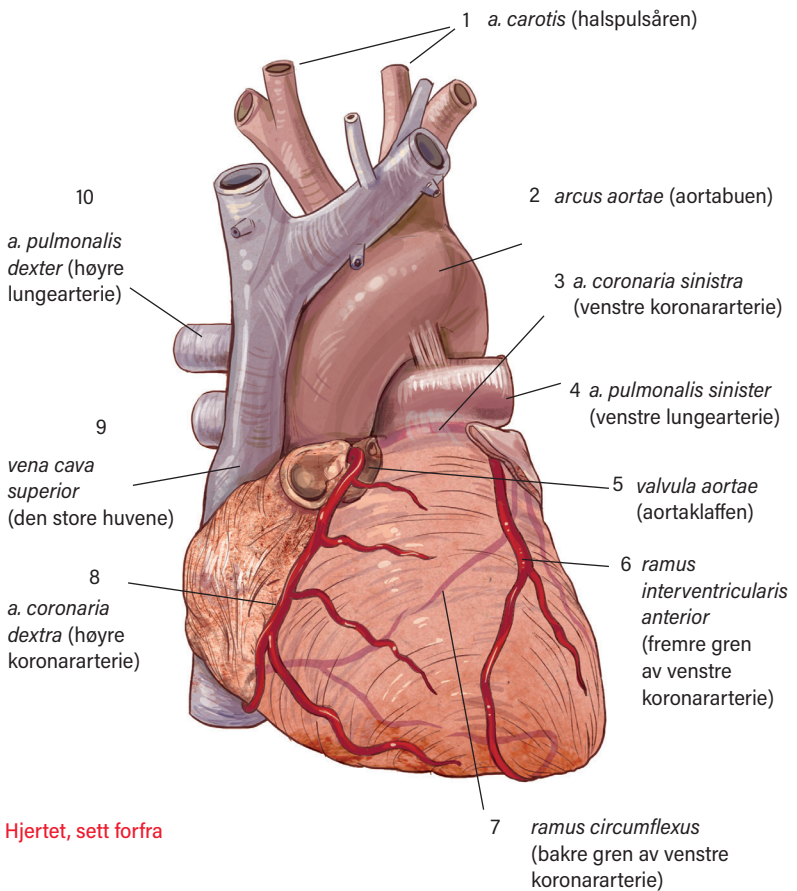


Fasit til eksamensoppgavene



Hjertet, sett forfra

Oppgave 1

Gjør rede for hjertets anatomi og fysiologi, spesielt for de fire kamrene, de fire inn- og utløpene og de fire klaffene. Både de norske og de latinske navnene skal anføres. Forklar også hva vi mener med det store og det lille kretsløpet.

Fasit til oppgave 1

Hjertet ligger sentralt plassert i nedre del av thorax (brysthulen) og er vanligvis forskjøvet litt over til venstre for midtlinjen (høyrebeliggenhet eller dekstrokardi kan også forekomme). Hjertets basis (gulv) ligger ned mot diafragmakuppelens sentrale del, og rett under denne ligger abdomen (bukhulen), som inneholder mage-tarm-kanalen med tilhørende kjertelapparat. Hulrommet som hjertet ligger i, kalles mediastinum. På begge sider av hjertet ligger lungene (pulmones). For til er hjertet godt beskyttet av det kraftige brystbeinet (sternum), og på hver side er det godt vernet av brystkassen med dens fleksible og sterke bein- og brusstruktur i form av parvis anlagte ribbein (costae). Baktil er hjertet beskyttet av den kraftige ryggspylen (*columna vertebralis*). Ved hjertets topp finner vi store blodkar som *aorta*, *vena cava superior* og *truncus pulmonalis*.

Hjertets funksjon er å pumpe blodet rundt i hele kroppen og forsyne den med bl.a. oksygen, næringsstoffer, vitaminer og hormoner og å returnere avfallsstoffer som karbondioksid til lungene. I hvile pumper hjertet hvert minutt ut 5 liter blod gjennom aorta. Hos en meget veltrent person kan denne mengden øke inntil syv ganger ved anstrengelse. Blodet blir ført ut til kroppen via aorta, som snart forgreiner seg i større arterier, mindre arterier, arterioler og kapillærnett, før det samles i vener, mindre vener, større vener og ender opp i hjertet igjen via *vena cava*. Hjertet er en todelt seriekoblet pumpe, og det oksygenfattige blodet som kommer tilbake til hjertet, blir av høyre hjertehalvdel pumpet til lungene, og venstre hjertehalvdel pumper det blodet som kommer fra lungene, videre ut i kroppen. Et elektrisk ledningssystem bestående av sinusknuten, atrioventrikulærknuten (AV-knuten), His-bunten og purkinjefibrene

sørger for korrekt elektrisk eksitasjon (stimulering) av hjertemuskelen (myokard). Hjertet slår 70 slag per minutt. I løpet av ett døgn blir dette 100 000 slag, og ved hvert slag pumper hjertet ut 70 milliliter blod. Det betyr at et hjerte slår ca. 3 milliarder ganger i løpet av et liv og pumper ut en blodmengde på 250 000 tonn – tilsvarende lasten om bord i en supertanker.

De fire kamrene som hjertet deles inn i, er: høyre forkammer (*atrium dexter*), høyre hjertekammer (*ventriculus dexter*), venstre forkammer (*atrium sinister*) og venstre hjertekammer (*ventriculus sinister*). De fire inn- og utløpene er først den store hulvenen (*vena cava*), som egentlig er todelt ved at det er en øvre og en nedre hulvene (*vena cava superior* og *vena cava inferior*), som begge munner ut i høyre atrium. Videre finner vi lungearterien (*truncus pulmonalis*) som går ut fra høyre ventrikkel, lungevenen (*vena pulmonalis*) som munner ut i venstre atrium, og hovedpulsåren (*aorta*) som går ut fra venstre ventrikkel. De fire klaffene er: trikuspidalklaffen (*valvula tricuspidalis*) som går mellom høyre atrium og høyre ventrikkel, pulmonalklaffen (*valvula pulmonalis*) som er lokalisert i begynnelsen av lungearterien, mitralklaffen (*valvula mitralis*) som sitter mellom venstre atrium og venstre ventrikkel, og aortaklaffen (*valvula aortae*) som er lokalisert i begynnelsen av hovedpulsåren. Klaffene mellom atrier og ventrikler kalles AV-klaffer eller atrioventrikulærklaffer, mens klaffene i de store karene kalles semilunarklaffene.

Gjennom det store kretsløpet blir oksygenrikt og karbondioksidfattig blod pumpet ut fra venstre ventrikkel gjennom aortaklaffen og aorta til mindre arterier, og videre til arterioler og kapillærnettete ute i kroppen. Her samler blodet opp avfallsstoffet karbondioksid og tilfører vevet oksygen. Blodet samles så igjen i venoler og mindre vener før det ender i vena cava superior og vena cava inferior som munner ut i høyre atrium. I det lille kretsløpet blir oksygenfattig og karbondioksidrikt blod pumpet via *truncus pulmonalis* og *arteria pulmonalis* fra høyre ventrikkel til kapillærnettete i lungene, der oksygen blir tilført og karbondioksid blir luftet ut. Fra lungenes kapillærnett samles så oksygenrikt og karbondioksidfattig blod først i mindre vener og deretter i større, og går så til venstre atrium

via vena pulmonalis før det igjen shuntes inn i det store kretsløpet.

Hjerteveggen består av tre hovedlag. Ytterst finner vi perikard, også kalt hjerteposen. Perikardet består av et ytre lag kalt det parietale laget, og et indre lag kalt det viscerale laget. Mellom disse lagene ligger perikardhulen. Vi kan visualisere dette ved å tenke oss en knyttet neve som presser på mot en delvis oppblåst ballong. Hulrommet i ballongen tilsvare perikardhulen, og knyttneven ligger an mot det viscerale laget. Innenfor perikard finner vi selve hjertemuskelen (myokard), som består av ikke viljestyrt tverrstripet muskulatur. Innerst er det et tynt lag kalt endokard.

Oppgave 2

Gjør rede for forskjellene mellom sirkulasjonen hos et foster og sirkulasjonen hos en voksen person.

Fasit til oppgave 2

Den viktigste forskjellen på sirkulasjonen hos et foster og sirkulasjonen hos en voksen er at hos fosteret kommer det oksygenrike blodet fra placenta (morkaken) og ikke fra lungene. En annen viktig forskjell er at blodet shuntes utenom lungene og sendes direkte fra høyre til venstre hjertehalvdel via to tverrforbindelser, foramen ovale og ductus arteriosus. Det er få fysiologiske fenomener som er så fascinerende som de dramatiske endringene som skjer med sirkulasjonen ved fødselen (partus). Like etter fødselen trekker barnet pusten for første gang, og lungene folder seg ut. Dette avstedkommer en rekke store forandringer i barnets sirkulasjon. De to tverrforbindelsene mellom høyre og venstre hjertehalvdel lukkes, og blodet blir nå i stedet i store mengder pumpet ut fra høyre ventrikel og ført via lungene til venstre atrium. Lungene har i hele fosterperioden vært passive og utfoldet, og de har ikke spilt noen rolle i barnets oksygentilførsel. Plutselig overtar de fullstendig ansvaret for oksygentilførselen, og sirkulasjonen i placenta, som har sørget for oksygentilførselen i fosterperioden, opphører. Motstanden i lungekretsløpet reduseres kraftig og faller til en femtedel av det den var

i fosterperioden. Motstanden i det store kretsløpet øker til det dobbelte, og dette betyr økt belastning på venstre hjertehalvdel.

Fem anatomiske strukturer er av vesentlig betydning i forbindelse med denne omformingen av sirkulasjonen: 1) Navleavenen (*vena umbilicalis*) som fører oksygenrikt blod fra placenta til høyre atrium. 2) *Foramen ovale* (det ovale hullet), som er en tverrforbindelse mellom høyre og venstre atrium, og som fører oksygenrikt blod utenom lungene og direkte fra høyre til venstre hjertehalvdel. Ved fødselen øker trykket i venstre hjertehalvdel, og foramen ovale lukkes omtrent som en klaff. 3) *Ductus arteriosus*, som er en tverrforbindelse mellom *truncus pulmonalis* (lungearterien) og aorta (hovedpulsåren). Denne strukturen fører blod direkte fra høyre ventrikkel til aorta, og fra aorta pumpes det videre ut i kroppen. Ved fødselen blir trykket plutselig høyere i aorta enn i lungearterien, og blod kan gå fra venstre mot høyre. Like etter fødselen trekker imidlertid muskellaget i veggen i ductus arteriosus seg kraftig sammen, og i løpet av 1-7 dager er ductus arteriosus fullstendig lukket. 4) Navlearteriene (*arteriae umbilicales*) fører det oksygenfattige blodet tilbake til placenta, der det på nytt tilføres oksygen. 5) Placenta er generelt sett uhyre viktig for fosteret da den fungerer både som fosterets lunger, nyrer og fordøyelsessystem.

Oppgave 3

Gjør rede for de ulike blodtypene og hva som karakteriserer dem. Angi også hvilken blodtype som er henholdsvis universell giver og universell mottaker, og forklar hvorfor det er slik.

Fasit til oppgave 3

Det finnes fire blodtyper: A, B, AB og 0. A har A-antigen på overflaten av erytrocyttene og B-antistoff i serum. B har B-antigen på overflaten av erytrocyttene og A-antistoff i serum. AB har både A- og B-antigen på overflaten av erytrocyttene, men verken A- eller B-antistoff i serum. 0 har ingen antigener på overflaten, men har både A- og B-antistoff i serum. Blodtypen 0 er universal giver. Grunnen til dette er at ved denne blodtypen har erytrocyttene verken A- eller B-antigener på overflaten,

og blodet vil således ikke klumpe seg uansett hvilket serum det kommer i kontakt med. Blodtypen AB er universal mottaker. Grunnen til dette er at denne blodtypen verken har A- eller B-antistoff i serum, og vil således ikke forårsake klumping av de gitte erytrocyttene.

Oppgave 4

Gjør rede for hjertets elektriske ledningssystem og tegn opp et normalt elektrokardiogram (EKG) og forklar hva de ulike utslagene representerer.

Fasit til oppgave 4

Hjertets elektriske ledningssystem består av fire deler: Sinusknuten, AV-knuten, His-bunten og purkinjefibrene. Impulsen starter i sinusknuten som er hjertets «pacemaker» eller frekvensbestemmer og signalet vandrer så i myocard (uten noe fastlagt ledningssystem) ned til AV-knuten. Her modifiseres signalet før det ledes videre i His-bunten og purkinjefibrene. Et normalt EKG består av en P-takk, et QRS-kompleks og en T-takk. P-takken representerer depolariseringen av atriene, QRS-komplekset depolariseringen av ventriklene og T-takken repolariseringen av ventriklene.

Oppgave 5

Gjør rede for de ulike celletypene som finnes i blodet og forklar hvilken funksjon de har.

Fasit til oppgave 5

Blodet har tre hovedtyper av celler. Det er røde blodlegemer (erytrocytter), hvite blodlegemer (leukocytter) og blodplater (trombocytter). De hvite blodcellene kan igjen deles i tre: granulocytter, monocytter og lymfocytter. Av granulocyttene er det tre typer: nøytrofile, eosinofile og basofile granulocytter. Den dominerende gruppen tallmessig er erytrocyttene. Dette er meget spesialiserte celler som faktisk er så spesialiserte at de ikke en gang har cellekjerne eller organeller. De inneholder store mengder av et jernholdig porfyrin som heter hemoglobin, og har

en meget spesialisert funksjon nemlig den at de transporterer oksygen fra lungene til vevene og karbondioksid fra vevene til lungene. Trombocytene har en viktig funksjon ved hemostase (blodlevring) ved at de sammen med koagulasjonssystemet sørger for at en blødning stopper. Nøytrofile granulocytter er kroppens frontsoldater mot inntrengende mikroorganismer ved at de raskt går til angrep og fagocytterer inntrengeren. Monocytene har også fagocytose som sin hovedfunksjon. De eosinofile granulocytene øker særlig ved parasittinfeksjoner. De basofile granulocytene regulerer betennelsesreaksjonen og inneholder histamin. Lymfocytene kan utvikle seg til to typer. En blir først til plasmaceller og så til B-lymfocytter som har med antistoffproduksjon å gjøre. En annen type blir til T-lymfocytter som binder seg til antigenet.