

NORGES IDRETTSHØGSKOLE
STUDIEÅRET 2022/2023

INDIVIDUELL SKRIFTLIG EKSAMEN
I
HUMANFYSIOLOGI (THP100)

Fredag 2. juni 2022

(Totalt 100 poeng)
(Bokmål)

Tid til disposisjon: 4 timer.

Les spørsmålene grundig. Svar kort og presist.

Disponer tiden godt slik at du rekker å svare på alle spørsmålene.

Lykke til!

SIRKULAJON

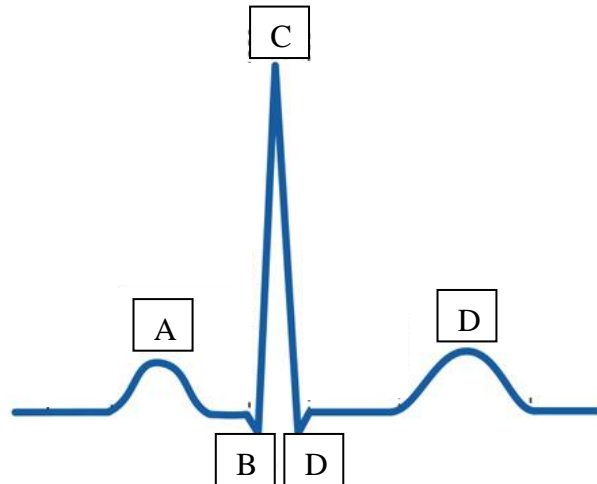
1. Bruk det du har lært om sirkulasjonssystemet og forklar med egne ord blodets vei gjennom kroppen. Start og stopp i hjertets forkammer. Forklart hvilke hjertekammer, hjerteklaffer og blodårer blodet passerer på en rundet gjennom kroppen fra det kommer inn i hjertets forkammer til det ender der igjen. Nevn også hvor det foregår gassutveksling. (4p)

Svar: For å få full score på dette spørsmål må du ha med følgende anatomiske strukturer: Etter hjertets forkamer går blodet gjennom høyre AV-klaff (tricuspidalklaffen) videre til høyre ventrikkel – gjennom pulmonalklaffen – via lungearterien til lungekapillærer der blodet oksygeneres – videre gjennom lungevenenen ned til venstre forkammer – gjennom venstre AV-klaff (bicuspidalklaffen) til venstre ventrikkel – videre gjennom arotaklaffen og ut i aorta. Deretter videre gjennom arterier – arterioler – kapillærer (hvor det foregår gassutveksling) – inn i venoler før det blir større vener med veneklaffer- får blodet igjen ender i vena cava og inn i høyre atrium igjen.

2. Når du ligger og slapper av har du kanskje en hjerterefrekvens (puls) på 50-60 slag/min, men når du løper kan du kanskje ha en puls opp mot 200 slag/min. Bruk det du har lært og forklar hvordan pulsen vår reguleres. (4p)

Svar: Hjerterefrekvensen reguleres fra pacemakerceller i sinusknuten i høyre atrium. Egenrytmen til disse cellene er ca 100 slag/min. I hvile sørger aksjonspotensialer i den parasympatiske delen av nervesystemet (n. vagus) for at hjerterytmen reduseres. Grunnen til dette er at det skilles ut acetylcholin som senker hjerterytmen i pacemakercellene. Når man går fra hvile til fysisk aktivitet avtar først fyringen i n. vagus slikt at frekvensen øker opp mot 100 slag/min. Deretter økes fyringen i den sympatiske delen av nervesystemet. Her er transmittersubstansen nor-adrenalin. I tillegg til økt nivå av adrenalin fra binuremargen bidra til at pulsen øker.

3. Se skissen av et typisk EKG-signal og sett på navn på bokstavene ved de ulike ”begivenhetene” og forklar hva de ulike begivenhetene viser. Hvordan beveger blodet seg i de ulike hjertekamrene ved de ulike begivenhetene? (4p)



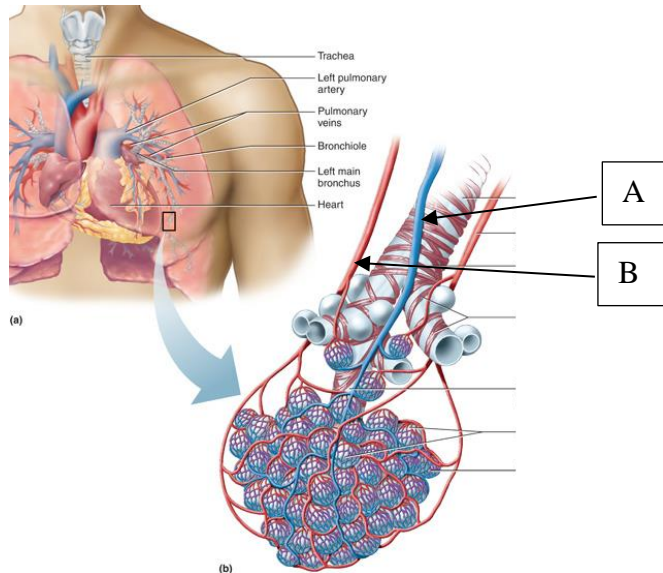
Svar: A=P-bølgen som viser depolarisering av atriene, B,C og D viser QRS-komplekset som viser når ventriklene depolariseres. D=T-bølgen som viser repolarisering av ventriklene. Repolariseringen av ventriklene vises ikke siden denne skjules av QRS-komplekset. Ved atriekontraksjon pumpes blod ned i ventriklene (dette er siste del av diastolen). Ved QRS-komplekset kontraherer ventriklene slik at trykket økes – AV-klaffene lukkes og når trykket er høyt nok åpnes pulmonalklaffen og aortaklaffen slik at blod strømmer ut i henholdsvis pulmønalarterien og aorta, når trykket i ventriklene faller stenges igjen disse klaffene og neste diastole starter

4. Bruk det du har lært om blodtrykk og motstand til å forklare hvorfor det går mer blod gjennom høyre enn venstre brachialarterie dersom du trener bicepscurl med høyre arm og slapper av i venstre arm. (4p)

Svar: Blodstrøm er proporsjonal med trykkforskjellen mellom arterie og venesiden (delta P) og motstanden som i hovedsak påvirkes av arteriolediameteren. Blodtrykket er likt i begge armer så det der diameter i arteriolene som i hovedsak vil regulere blodstrømmen i dette tilfellet. På grunn av lokale faktorer vil det være vasodilatasjon i arterieløene i høye den arbeidende muskulaturen på høyre side. Eksempel på slike faktorer kan være økt temperatur, økt PCO₂, økt H⁺ eller redusert PO₂.

RESPIRASJON

5. Sett riktig navn på blodårene pilene under peker på. Blå farge indikerer at det er oksygenfattig blod, og rød at det er oksygenrikt blod. Forklar hvilket hjertekammer blodet i de ulike blodårene kommer fra eller skal til. (4p)



Svar: Pil A peker på en grein fra lungearterien siden denne inneholder oksygenfattig blod. Dette blodet kommer fra høyre atrium. Pil B peker på en lungevene siden det er oksygenrikt blod her. Dette blodet er på vei til venstre forkammer.

6. Bruk det du har lært om respirasjonsregulering til å forklare hvorfor ventilasjonen øker så kraftig ved intensitet over anaerob terskel. Hvordan påvirker denne hyperventileringen mengde oksygen i blodet ved høy intensitet? Begrunn svaret. (4p)

Svar: Ventilasjonen øker på grunn av redusert pH eller økt H^+ i blodet. Dette registreres av perifere kjemoreseptorer. Vi er svært sensitive for endringer i H^+ i blodet og dette er en mekanisme for å kompensere for metabolsk acidose. Hyperventilering vil kunne gi mer basisk blod, dvs respiratorisk alkalose. Mengden oksygen i blodet vil bare i liten grad endres siden hemoglobin allerede er fullmettet ved normal ventilering. Hyperventilering vil kunne øke andel fysisk løst oksygen i blodet men denne andelen er så liten i forhold til det som er bundet til hemoglobin (98,5%) så det vil ha lite å si.

7. Forklar med egne ord hva som er grunnen til at luft strømmer inn og ut av lungene og at oksygen strømmer fra alveolene og over til blodet i lungekapillærene. Forklar også hvordan hemoglobin bidrar til å øke blodets kapasitet til å transportere oksygen. (4p)

Svar: Luft vil alltid strømme fra høyt mot lavt trykk. Når respirasjonsmuskulaturen kontraherer reduseres trykket i lungene. Luft vil derfor strømme ned i lungene. Kapillærene og celleveggen er permeable for oksygen. Forskjeller i partialtrykk for oksygen er drivkraften til at oksygen diffunderer fra blodet og inn i cellene. Jo større forskjellen i partialtrykk er jo mer oksygen vil diffundere. Hemoglobin kan binde oksygen og når oksygen er bundet til hemoglobin vil det ikke påvirke partialtrykket for oksygen. Derfor vil oksygen fortsette å strømme inn i blodet helt til hemoglobin er fullmettet med oksygen og partialtrykket for oksygen er likt i alveoler og i lungekapillæren.

NYRER

8. Blodtrykket i kapillærene i nyrene kan reguleres mer presist enn i de fleste andre organer. Hvorfor er dette så viktig, og hva er grunnen til at det er mulig å regulere kapillærtrykket mer presist i nyrene enn for eksempel i muskler? Ta utgangspunkt i det du har lært om RAAS og forklar hva som skjer i en situasjon der det systemiske blodtrykket faller. (4p)

Svar: Blodtrykket i nyrekapillærene er avgjørende for filtrasjonen i nyrene. Det er derfor viktig at blodtrykket i glomeruluskapillærene reguleres presist. Kapillærtrykket her er ca 55 mmHg som er høyere enn det normalt er i kroppens andre arterier som er ca 20 mmHg. Ved et fall i systemisk blodtrykk vil det skilles ut renin fra juxtaglomerulære celler. Dette vil starte en kaskade i blodet der angiotensinogen omdannes til angiotensin I i blodet, videre vil angiotensinogen I omdannes til angiotensinogen II i lungekapillærene. Dette vil igjen føre til vasokonstriksjon av både arterioler i kroppen generelt og i de efferente arterioler i nyrene spesielt. I tillegg vil dette øke frigjøringen av aldosteron fra nyrebarken. Dette bidrar til at både det systemiske blodtrykket øker og blodtrykket i glomeruluskapillærene øker.

9. Forklar hvordan nyrene håndterer natrium og glukose. Gi en så detaljert forklaring som du kan. Bidrar nyrene til å regulere blodsukkeret i kroppen vår? (4p)

Svar: Glukose er et lite molekyl som filtreres 100% men reabsorberes normalt 100% via sekundær aktiv reabsorpsjon. Natrium er et like ion som også filteres 100% og reabsorberes etter behov via primær aktiv reabsorpsjon. Dette reguleres

av hormonen Aldosteron som øker reabsorpsjonene og ANP om hemmer reabsorpsjonene. Nyrerne bidrar normalt ikke til å regulere blodsukkeret.

ENDOKRINOLOGI

10. Vi kan skille mellom vannløslige og fettløslige hormoner. Svar kort hva som er forskjellen på disse hormonene med tanke på transport i blodet, halveringstid og virkning på målcella (4p)

Svar: Vannløslige transporteres fritt i plasma, har kort halveringstid og reseptorer på cellemembranen til målcella. Fettløslige transporteres ved hjelp av transportproteiner, har lang halveringstid og reseptorene inne i målcella.

11. Lag en oversikt, f.eks en tabell der du setter opp produksjonssted og hovedvirkning til følgende hormoner: (4p)

- Angiotensin II
- Adrenalin
- TSH-RH
- ADH

Svar:

Hormon	Prod. Sted	Hovedvirkning
Angiotensin II	Lungekapillærene	Vasokonstriksjon – øker blodtrykk
Adrenalin	Binyremargen	Stesshormon øker bla HR og blodtrykk
TSH-RH	Hypothalamus	Hemmer utskillelse av TSH fra hypofysens forlapp
ADH	Hypothalamus	Øker reabsorpsjon av vann i nyrene. Reduserer urinutskillelsen

12. Ta utgangspunkt i hormonet Insulin og forklar hvor og i hvilke situasjoner dette hormonet produseres. Forklar også kort forskjellen mellom diabetes type-1 og type-2. (4p)

Svar: Produseres av endokrine celler som kalles β -celler i en del av bukspyttkjertelen (pancreas). Insulin skilles ut når blodsukkeret stiger, f.eks etter at vi har spist karbohydrater. Ved diabetes type-1 kan ikke kroppen produsere

insulin. Dette er en autoimmun sykdom der kroppens immunforsvar angriper og ødelegger β -cellene. Eneste behandling for dette er at kroppen tilføres insulin. Diabets type-2 er en sykdom der sensitiviteten for insulin er svekket. Finnes ulike grader av dette. Dette er som regel en livstilssykdom som kan skyldes overvekt, inaktivitet og dårlig kosthold. Denne sykdommen kan ofte behandles effektivt ved livstilsendringer som gjør at sensitiviteten for insulin vil øke. Mekanismen her er at det blir flere GLUT4 transportører i cellemembranen.

NERVESYSTEMET

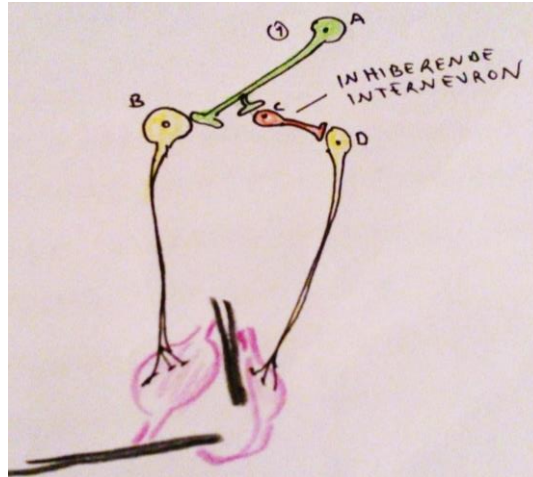
13. Gi en enkel oversikt over hvordan nervesystemet er oppbygd, både anatomisk og funksjonelt. **(4p)**

Svar: Anatomisk kan nervesystemet deles i en sentralnervesystemet (CNS) og det perifere nervesystem (PNS). Signaler ut fra CNS skalles motoriske nervesignaler og inn fra CNS for sensoriske signaler. Funksjonelt kan nervesystemet deles i en somatisk del som innnerverer tverrstripete skjelettmuskulatur, en autonom del som innnerverer indre organer (denne kan igjen deles i en sympatisk del som aktiveres i stresssituasjoner og en parasympatisk del som aktiveres i hvile). I tillegg er det en sensorisk del som omfatter nervcellene i vårt sansesystem.

14. Forklar hva som menes med et ganglion i den autonome delen av nervesystemet. Ta utgangspunkt i den delen av det autonome nervesystem som innnerverer hjerte og forklar hva som er hovedforskjell i lokaliseringen av ganglioner i den parasympatiske og sympatiske delen. Gi og en oversikt over hvilke transmittersubstanser man finnes ganglionene og i selve synapsen i den parasympatiske og sympatiske innnerveringen av hjertet. **(4p)**

Svar: I grå substans finner vi hovedsakelig cellekjerne mens det i hvit substans er aksoner. Grå substans finnes f. eks i hjernebarken (cortex), i ulike sentra i hjernen, eller i ryggmargen.

15. Figuren under viser 4 nervevener (A, B, C og D). Nervecelle C kalles et «inhiberende interneuron». Hvilken funksjon har denne typen nerveceller i kroppen? Hvilken type ionekanaler tror du åpnes av transmittersubstansen som skilles ut i synapsen mellom nervecelle A og nervecelle C når det kommer et aksjonspotensial i nervecelle A. Gi en kort begrunnelse for svaret ditt. **(4p)**



Svar: Et iniberende internevron sørger for at det er vanskeligere å få utløst et aksjonspotensial i en antagonist til en muskel som skal trekke seg sammen, F.eks om vi kontraherer bicepsmuskelen så er det lite funksjonelt om tricepsmuskelen som er antagonist trekker seg sammen samtidig. Dette oppnås ved at cellekrippen til de motoriske forhorncellene som innerverer antagonisten hyperpolariseres. Dette kan gjøres ved at det åpnes K^{+} -kanaler. Siden K^{+} har et mer negativt likevektspotensial (-90 mV) vil åpning av disse kanalene hyperpolarisere cellekroppen. Åpning av Cl^{-} -kanaler vil også ha samme effekt siden Cl^{-} har et likevektspotensial på -70 mV .

16. Nevn 4 viktige senter i hjernen, hvilken funksjon de har og hvor de er lokalisert.

Svar: Eksempel på viktige senter er motorisk senter som ligger i cortex høyre. Her styres skjelettmuskulatur. Høyre side av kroppen styres av senteret på venstre side og omvendt. Tørstesenter, appetittsenter, temperaturreguleringssenter og senter for det endokrine system og automome nervesystem ligger alle i hypothalamus. Søvnssenter ligger i pons. Synssenter i hjernebarken helt bak i hjernernen. BT-senter og Respirasjonsenter ligger i medulla oblongata i hjernestammen.

BLOD

17. Hvilke ulike hovedtyper blodceller finnes i blodet? Forklar også hva som menes med hematokrit og hvordan denne påvirkes av dehydrering. (4p)

Svar: Røde (erytrocytter) og hvite (leukocytter) blodceller i tillegg til blodplater (trombocytter). Hematokrit er et mål på andel røde blodceller i blodet og måles i %. Den er normalt 37-47% hos kvinner og 42-45% hos menn. Hematokrit vil øke ved dehydrering.

18. Forklar kort hva som er spesielt med lymfocytter med tanke på vårt immunforsvar. (4p)

Svar: Lymfocytene spiller en viktig rolle i forhold til at vi kan bli immune mot sykdommer. Grunnen til dette er at dersom vi f.eks utsettes for et spesielt virus så vil den typen lymfocytter som bekjemper dette viruset øke i antall (klonseleksjon). Neste gang vi da blir smittet av dette viruset vil vi være godt beskyttet og ikke bli syke. Dette kan utnyttes i vaksinasjonsprogram der vi kan få en liten del av et virus i kroppen og på den måte vaksinere oss mot viruset.

TEMPERATURREGULERING

19. Ta utgangspunkt i det du har lært om temperaturregulering og gi en kort forklaring på hva som skjer når vi får feber. (4p)

Svar: Når vi får en infeksjon i kroppen øker utskillelsen av pyrogener som bidrar til å øke z-punkt i temperaturreguleringssenteret. Det vil da bli iverksatt mekanismer for å redusere varmetapet til omgivelsene og øke varmeproduksjonen. Dette vil bidra til at kjernetemperaturen øker.

MUSKELFYSIOLOGI

20. Forklar med egne ord gangen i en muskelkontraksjon i en skjelettmuskelcelle. Start i cellekroppen på en motorisk forhorncelle og avslutt med at muskelkontraksjonen starter (4p)

Svar: Det starter med at det utløses et aksjonspotensial en motorisk nervevevle som har cellekroppen sin i motorisk senter i hjernebarken. Signalet ledes videre langs aksonet ned til ryggmargen der motoriske forhornceller har sin cellekropp. Transmittersubstansen i nervecelle i CNS vil åpne Na⁺-kanaler i aksonhalsen på den motoriske forhorncella slik at det utløses et aksjonspotensial i denne.

For å få full score må de viktigste elementene under være med:

Når et aksjonspotensial i en motorisk forhorncelle når nerveenden åpnes spenningsstyrte Ca²⁺-kanaler. Dette fører til at kalsium vil strømme inn i nerveenden. Dette er et signal som gjør av vesikler med acetylcholin i nerveenden vil strømme ned til nerveenden og skille ut acetylcholin. Dette vil binde til reseptorstyrte natriumkanaler på cellemembranen til muskelcella. Da vil natrium strømme inn i muskelcelle og depolarisere denne. Dette vil åpne spenningsstyrte kalsiumkanaler på sarkoplasmatiske retikulum slik at kalsium vil strømme fra SR hvor det er lagret og ut i selve muskelcella. Kalsium vil deretter binde seg til troponin på tropomyosin. Dette vil føre til at tropomyosin flytter seg slik at bindingsete for myosin å aktinet

frigjøres og muskelen. Dette vil gjøre de mulig for myosin å binde seg til aktin slik at en muskelkontraksjon kan starte.

21. Hvilken type muskelceller finnes i kroppen. Gi et eksempel på hvor de ulike typene finnes og nevnt hva som er hovedforskjellene. (4p)

Svar: Vi har tverrstripede muskelceller, hjertemuskelceller og glatte muskelceller. Tverrstripede muskelceller finnes i skjelettmusklene og er viljestyrte. Dette er lange muskelceller som går over et ledd og disse er viljestyrte. Hjertemuskelceller finnes i hjerte. Det er ikke viljestyrte, korte celler som har forgreininger. Glatte muskelceller finnes i blodåreveggen (spesielt i arteriolene) spiller en viktig rolle i blodtryksreguleringen vår. Glatte muskulatur er også viktig i vegg på lymfårene og i tarmveggen. Peristaltiske bevegelser i tarmen vil sørge for at maten vi spiser presses gjennom hele fordøyelsessystemet.

22. Gi et eksempel på en type muskelceller hvor det finnes åpne forbindelser "gap junction" mellom cellene, og forklar hvilken funksjon dette har. (4p)

Svar: Dette finner vi i hjertemuskelcellene. Siden disse cellene har åpne forbindelser mellom seg vil det som skjer i en celle forplante seg til neste celle. I hjerte sørger dette for at hele atriene og ventriklene i hjerte trekker seg sammen samtidig slik at hjertet vil fungere som en effektiv pumpe. Når cellene er organisert slik er det ikke behov for at hver enkelt celle er innervert slik vi f.eks har det i skjelettmuskelceller.

23. Forklar hvorfor det ikke kan dannes tetanus i hjertemuskelceller, men hvorfor det er mulig i skjelettmuskelceller. (4p)

Svar: Hjertemuskelcellene har så lang refraktærperiode at det ikke vil være mulig å summere aksjonspotensialer slik det er i en skjelettmuskelcelle. Hovedgrunnen til dette er «trege» kalsiumkanaler som vil være åpne lenge slik at det ikke vil være mulig å repolarisere hjertemuskelcellene før en hjertekontraksjon er ferdig. I skjelettmuskler er det derimot mye kortere refraktærperiode og dermed mulig å sende et «tog» med aksjonspotensialer som kan sørge for at en muskelcelle kan være vedvarende kontrahert over lang tid. Dette kalles tetanus.

SYRE-BASE-REGULERING

24. Bruk det du har lært om syre-base-regulering til å forklar hvordan hyperventilering påvirker pH i blodet? Hva kalles denne pH endringen? (4p)

Svar: Ved hyperventilering vil blodet bli mer basisk, dvs pH vil øke. Dette kalles respiratorisk alkalose. Grunnen til dette er at vi puster ut mer CO₂ enn vi produserer slik at CO₂ nivået i blodet reduseres. Dette fører til en

venstreforskyvning i bikarbinatlikevekten som igjen vi føre til redusert H^+ i blodet. Dette er det samme som en økning av pH og dermed en alkalose.

SISTE SPØRSMÅL:

25. Hva menes med en blodåres "compliance"? Forklar hvordan compliance reguleres på venesiden når du for eksempel reiser deg fra liggende til stående stilling. Hva skjer med venenes compliance etter langvarig sengeleie, for eksempel ved alvorlig sykdom og hvordan kan denne endringen motvirkes?

Svar: Compliance er en mål på hvor «elastisk» en blodårer er. På venesiden reguleres compliance ved at tonus i den glatte muskulaturen i veneveggen endres. Når du reiser deg vil den glatte muskulaturen i veneveggen aktiveres via den sympatiske delen av det automome nervesystemet slik at compliansen avtar. Dette bidrar til at venene i beina ikke utvidere seg like mye som de ellers ville gjort når trykket stiger på grunn av tyngdekraften når vi reiser oss opp. Dette er en viktig refleks som også bidrar til at vi opprettholder godt fyllingstrykk inn til hjerte når vi løper. Dette er en refleks som svekkes om den ikke brukes, for eksempel etter langvarig sengeleie. For å motvirke dette vippes pasienter jevnlig opp når de ligger i en sykeseng for å opprettholde denne refleksen.