

NORGES IDRETTSHØGSKOLE
STUDIEÅRET 2023/2024

INDIVIDUELL SKRIFTLIG EKSAMEN
I
HUMANFYSIOLOGI (THP100)

Fredag 7. juni 2024

(Totalt 100 poeng)
(Bokmål)

Tid til disposisjon: 4 timer.

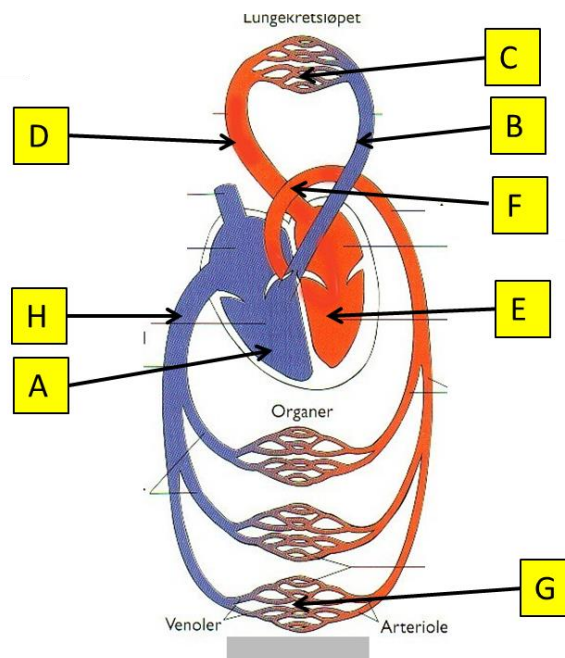
Les spørsmålene grundig. Svar kort og presist.

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

Lykke til!

SIRKULAJON

1. Bruk det du har lært om sirkulasjonssystemet og sett riktig navn på bokstavene på figuren. Nevn også navn på de ulike klaffene man finner i sirkulasjonssystemet. (4p)



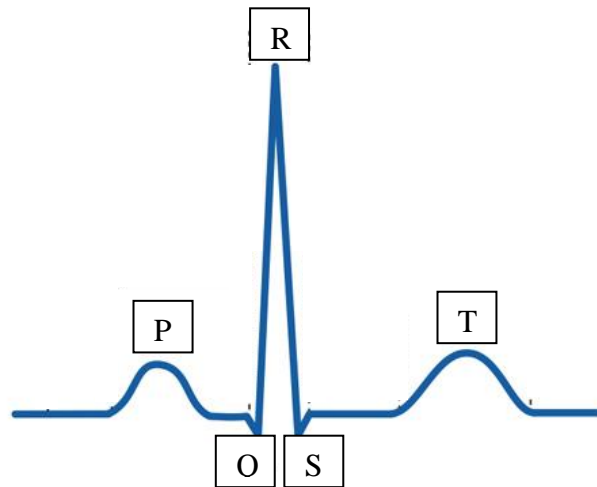
Svar: For å få full score på dette spørsmål må du ha med følgende anatomiske strukturer: A=Høyre ventrikkle, B=lungearterien, C=lungekappillærer, D=Lungevene, E=venstre ventrikkle, F=Aorta, G=Kapillærer i systemisk kretsløp. Klaffer: Høyre AV-klaff (tricuspidalklaffen), Venstre AV-klaff (bicuspidalklaffen), pulmonalklaffen, aortaklaffen og veneklaffer.

2. I hvile har du kanskje en hjerterefrekvens (puls) på 50-60 slag/min. Men dersom du registrere pulsen kontinuerlig slag for slag, så vil du se at pulsen ikke er jevn, men at den vil variere med pusten. Bruk det du har lært om regulering av hjerterefrekvens og forklar hvordan pulsen vår reguleres i hvile og hvordan den endres av pusten. (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. I hvile vil man se at pulsen variere med pusten og vil øke når du puster inn og avta når du puster ut. Årsaken til dette er at aktiviteten (fyringen) i n. vagus varierer med pusten. Fyringen avtar når du puster inn slik at pulsen da vil øke opp mot 100 slag/ min mens det motsatte vil skje når man puster kraftig ut. Dette fenomenet kalles respiratorisk sinusarrytmi og kan brukes som et mål på aktivitet i den parasympatiske delen av det autonome nervesystem.

3. Se skissen av et typisk EKG-signal. Forklar hva som skjer i hjertet når vi kan se QRS-komplekset. Hva kalles fasen av hjertesykklusen som starter ved R-takken? Forklar hvilke av de 4 hjerteklaffene som er åpne og hvilke som er lukket i denne fasen av hjertesykklusen. (4p)



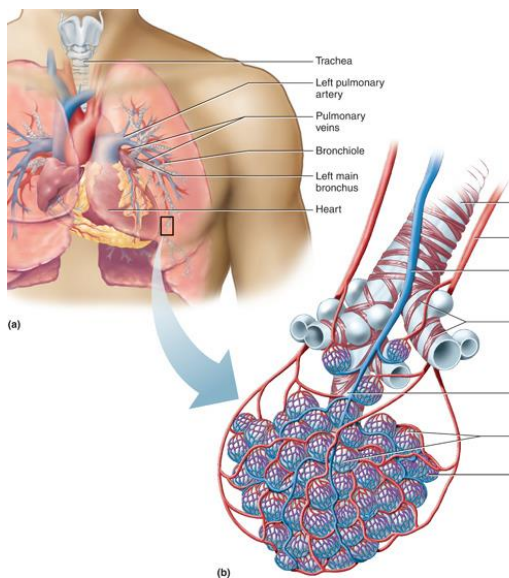
Svar: QRS-komplekset viser når ventriklene depolariseres. Ved QRS-komplekset kontraherer ventriklene slik at trykket økes – AV-klaffene lukkes og når trykket er høyt nok åpnes pulmonalklaffen og aortaklaffen slik at blod strømmer ut i henholdsvis pulmomnalarterien og aorta. Denne fasen av hjertesykklusen kalles systole.

4. Når du løper vil blodstrømmen gjennom muskulaturen i beina øker. Bruk det du har lært om blodtrykk og motstand til å forklare hvorfor det går mer blod gjennom en arbeidende muskel sammenlignet med en hvilende muskel. Hva kalles denne formen for regulering av blodstrøm? (4p)

Svar: Blodstrøm er proporsjonal med trykkforskjellen mellom arterie og venesiden (delta P) og motstanden som i hovedsak påvirkes av arteriolediameteren. Under fysisk aktivitet vil gjennomsnittlig blodtrykk (MAP) være ganske uendret eller litt økt sammenlignet med i hvile. Den viktigste faktoren som bestemmer blodgjennomstrømning i en muskel er diameteren på arteriolene inn til muskelen. Under fysisk aktivitet vil vi få en vasodilatasjon i arterioloene til arbeidende muskulaturen og dermed vil blodstrømmen øke sammenlignet med i hvile. Eksempel på faktorer som gir vasodilatasjon kan være økt temperatur, økt PCO₂, økt H⁺ eller redusert PO₂. Denne formen for regulering av blodstrøm kalles lokal regulering.

RESPIRASJON

5. Hva er hovedforskjellen mellom bronkier og bronkioler, og hva kalles den delen av lungene der det foregår gassutveksling. Hva er grunnen til at det kan foregå en så effektiv gassutveksling mellom lungene og blodet? (4p)



Svar: Bronkiene har brusk i veggen og har en større diameter enn bronkiolene. I bronkiolene er det mye glatt muskulatur i åreveggen. Gassutvekslingen foregår i

alveolene. Det ligger godt til rette for gassutveksling her siden veggen i alveolene og lungekapillærene er permeable for gasser, de har en stor overflate og det er kort avstand mellom luften og blodet i dette området.

6. Forklar hvordan oksygeninnholdet i blodet vil bli påvirket dersom du puster inn luft med mye karbonmonoksid (CO). Bruk det du har lært om respirasjonsregulering til å forklare hvordan respirasjonen vil bli påvirket av dette. (4p)

Svar: Oksygeninnholdet i blodet vil synke siden hemoglobin har mye høyere affinitet for CO enn O₂. CO vil dermed bindes til hemoglobin og dermed ta plassen til oksygen. Vi har ingen reseptorer i kroppen som kan registrere CO og respirasjonen vil derfor i første omgang ikke bli påvirket av dette. I verste fall vil vi besvime og kveles av CO uten at vi merker dette.

7. Nevn kort hvordan oksygen og karbondioksid transporteres i blodet. Angi også hvor stor andel som transporteres på de ulike måtene. (4p)

Svar: Oksygen transporteres på to hovedmåter: 1. bundet til hemoglobin (98,5%) og fysisk løst i blodet (1,5%). Karbondioksid transporteres på tre hovedmåter: 1 bundet til hemoglobin (23%), 2. som bikarbonat (HCO₃⁻) (70%), 3. fysisk løst i blodet (7%).

NYRER

8. Tenk det at du er lærer på en videregående skole og har fått i oppgave å forklare elevene hvilken rolle nyrene har i kroppen og hvordan de virker. Svar kort og enkelt og nevner gjerne de tre hovedprosessene som foregår i nyrene. (4p)

Svar: Nyrenes hovedoppgave er å rense blodet og bidra til å regulere nivået av viktige elektrolytter som natrium og kalium i kroppen. Nyrene er bygd opp av små funksjonelle enheter som kalles nefroner. I nyrene er det tre hovedprosesser som foregår. Den første kalles filtrasjon. Enkelt forklart så vil et nefron fungere som en sil, der stoffer som er små nok (avfallstoffer, ioner, glukose og elektrolytter) vil bli filtrert ut av blodet og inn i nyrene. Den andre hovedprosessen i nyrene kalles reabsorpsjon. I denne fasen blir stoffer som vi trenger i kroppen reabsorbent tilbake til blodet. Et eksempel på dette er glukose og aminosyrer. Den siste hovedprosessen i nyrene kalles sekresjon og foregår i siste del av nefronet. Her kan stoffer som kroppen ikke trenger skilles ut av blodet og inn i nyrene slik at disse kan skilles ut med urinen.

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 sekunder aktiv reabsorbsjon. Natrium er et lite ion som også filteres 100% og reabsorberes etter behov via primær aktiv reabsorbsjon. Dette reguleres av hormonen Aldosteron som øker reabsorbsjonene og ANP om hemmer reabsorbsjonene. Nyrene bidrar normalt ikke til å regulere blodsukkeret.

ENDOKRINOLOGI

10. Nevn et vannløselig hormon og forklar hvordan dette transporteres i blodet, hvordan det påvirker målcella og hvordan halveringstiden til dette hormonet er sammenlignet med et fettløselig hormon. Hva er grunnen til forskjellen i halveringstid? (4p)

Svar: Et eksempel kan være adrenalin. Dette er et vannløselig hormon som transporteres fritt i plasma siden det lett løses i væske. Vannløselige hormoner har reseptorer på cellemembranen til målcella og virker via et secon messenger system. Grunnen at disse hormonen ikke kan krysse cellemembranen. Vannløselige hormoner har kortere halveringstid enn fettløselige siden de er lettere tilgjengelig for nedbrytning enn de fettløselige som er bundet til hormoner.

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

Svar:

Hormon	Prod. Sted	Hovedvirkning
Aldosteron	Binyrebark	Øker blodtrykk via en rekke mekanismer: <ul style="list-style-type: none">- Økt reabsorbsjon av natrium- Økt utskillelse av ADH- Økt tørstefølelse
Adrenalin	Binyremargen	Stesshormon øker bla HR og blodtrykk
TSH-RH	Hypothalamus	Øker utskillelse av TSH fra hypofysens forlapp

Renin	Nyrene	Økt blodtrykk via Angiotensin II. Konstriksjon av efferente arterioler i nyrene via Angiotensin II
-------	--------	---

12. Insulin og glukagon er viktige hormoner. I hvilken kjertel produses disse hormonene? Denne kjertelen er både eksokrin og en endokrin. Forklar hva dette betyr. Hvilken rolle har disse hormonene i kroppen vår? (4p)

Svar: Insulin produseres av endokrine celler som kalles β -celler i en del av bukspyttkjertelen (pancreas), glukagon produseres i alfa-celler i pancreas. Pancreas er både en eksokrin (der det produseres bukspytt) og en endokrin kjertel. Hormonene dannes i den endokrine delen som kalles Langerhanske øyer. Insulin skilles ut når blodsukkeret stiger, f.eks etter at vi har spist karbohydrater. Glukagon skilles ut når det er lenge siden vi har spist og har motsatt virkning som insulin, dvs bidrar til at blodsukkeret øker ved at det frigjøres glukose fra glukoselager i lever og muskler.

NERVESYSTEMET

13. Forklar med egne ord hva som menes med et aksjonspotensial i en motorisk forhorncelle. Hvor utløses dette og hvilke typer ionekanaler er sentrale her? (4p)

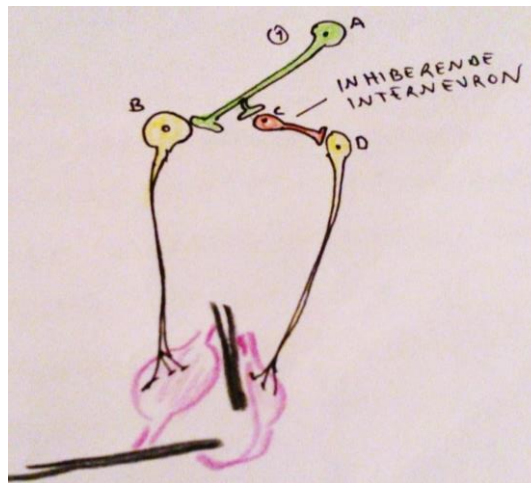
Svar: Et aksjonspotensial er en plutselig depolarisering av cellemembranen. I motoriske forhornceller er hvilemembranpotensialet normalt -70mV men under et aksjonspotensial depolariseres membranpotensialet til $+30\text{mV}$. Aksjonspotensialet utløses av spenningsstyrte Na^+ kanaler i aksonhalsen.

14. Forklar hva som menes med et ganglion i den autonome delen av nervesystemet. Ta utgangspunkt i den delen av det autonome nervesystem som innerverer 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 innerveringen av hjertet. (4p)

Svar: Et ganglion er et område det er synapser mellom perifere nerver i den autonome delen av nervesystemet. Ganglioner i den sympatiske delen er normalt lokalisert nært ryggmargen i det området som kalles den sympatiske grensestreng.

Ganglioner i den parasymaptiske delen er som oftest lokalisert når målorganet. Et unntak er den sympatiske innerveringen av binyremargen der det ikke er ganglioner men bare en nerve som går direkte. I det første ganglionet er det som regel acetylcholin som er transmittersubstans. I hjertet er det acethylin også i den andre synapsen i den parasymptiske delen, men nor-adrenalin i sympatiske nerver.

15. Figuren under viser 4 nerveceller (A, B, C og D). Nervecelle C kalles et «inhiberende interneuron». Hva er hvilemembranpotensialet til nervecelle C? Hvilken transmittersubstansen skilles ut i synapsen mellom nervecelle D og muskelen den innerverer og hvilke type ionekanaler åpner denne tranmittersubnstansen på muskelcellemembranen? (4p)



Svar: Nervecelle C har som alle andre nerveceller et hvilemembranpotensial på -70 mV. Transmittersubstansen mellom nervecelle D og muskel er acethylcholin som åpner reseptorstyrte Na^+ -kanaler på muskelcella.

16. Forklar med egne ord hvilken rolle et inhiberende interneuron har i kroppen vår. Bruk gjerne begrepene agonist og antagonist i forklaringen din. (4p)

Svar: Iniberende internevroner hyperpolariserer målcella slik at de er vanskeligere å få utløst et aksjonspotensial. Når en agonoist aktiverers vil iniberende internevroner sørge for å hyperpolarisere motoriske forhornceller til agonisten slik at det er vanskeligere for den å kontrahere samtidig.

BLOD

17. Nevn et eksempel på hvor man finner makrofager i kroppen. Hvilken type blodceller stammer disse fra? (4p)

Svar: Makrofager er monocytter som har gått ut av blodbanen og modnes til makrofager. De sitter ved «innganger» til kroppen, f.eks i alveolene.

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 nevnt de ulike måtene vi kan utveksle varme med omgivelsene. Tenk deg en person som sitter med fuktige klær foran et bål på vinteren. Bruk punktene over og gi eksempler på hvordan personen utveksler varme med omgivelsene. (4p)

Svar: Vi kan utveksle varme via stråling, strømming, ledning og fordamping. Personen vil mota varme via stråling fra det varme bålet. Han vil også tape varme via stråling fra ryggen til de kalde omgivelsene rundt. Han vil også tape varme via strømming av kald luft på ryggen og evt mota varme fra luft som har blitt varmet opp av bålet. I områder av kroppen som er i direkte kontakt med bakken vil det foregå varmtap via ledning. Størrelsen på dette varmetapet vil avhenge av isolasjon mot bakken og hvor stort areal som er i kontakt med bakken. Det vil også foregå varmetap via fordamping når fuktighet fordamper fra klærne.

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 nerveveile 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 acetylchlin. Dette vil bindes til reseptorstyrte natriumkanaler på cellemembranen til muskelcella. Da vil natrium strømme inn i muskelcelle og depolarisere denne. Dette vil åpne spenningstyrte 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 det mulig for myosin å binde seg til aktin slik at en muskelkontraksjon kan starte.

21. Hva er hovedforskjellen mellom hjertemuskelceller og skjelettmuskelceller. (4p)

Svar: Hjertemuskelceller finnes i hjerte. Det er ikke viljestyrte, korte celler som har forgreininger. Det har bare en cellekjerne. Skjelettmuskelceller går over et ledd, er viljestyrte. Alle cellene er innervert. De er lengre og har mange cellekjerne.

22. Kraften i en muskel kan økes mange tusen ganger. Forklar hvordan dette er mulig når hver enkelt muskelcelle bare kan øke sin kraft med 4-5 ganger. (4p)

Svar: Kraften i en muskel kan økes ved å rekrutter flere motoriske enheter. Jo flere som arkiveres jo større kraft.

23. Hvilken type muskelceller finner vi i arterioleveggen. Hva skjer med diameterne til en blodåre når disse muskelcellene kontraherer og hva kalles dette? Gi et eksempel på et hormon som får blodårer til å trekke seg sammen og nevne gjerne et eksempel på en situasjon dette hormonet skilles ut. (4p)

Svar: De kalles glatte muskelceller. Når disse muskelcellene kontraherer vil diameteren på blodåren reduseres. Dette kalles vasokonstriksjon. Dette kan f.eks skje når vi eksponeres for kulde (kuldeindusert vasokonstriksjon). Hormonet angiotensin II har også en vasokonstringerende effekt på alle arterioler, men spesielt på afferente arterioler i nyrene. Angiotensin II skilles ut i situasjoner med blodtrykksfall.

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 en 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. Forklar hvorfor man klarer å holde puste lenger dersom man hyperventilere først. Hvorfor er det veldig farlig å hyperventilerer før man dykker ned på 5 meters dyp og holder pusten så lenge du klarer? (4p)

Svar: Hovedgrunnen er at man puster ut CO₂ og dermed starter på et lavere nivå enn om man ikke hyperventilerer først. Det er hovedsakelig økning av pCO₂ i blodet som gjør at vi føler trang til å puste når vi holder pusten og pO₂ må falle ganske lavt før det gir like kraftig trang til å puste. Faren med å hyperventilere før man dykker under vann er at man kan presse seg så lenge at man besvimer. Dette kan lett skje dersom man i tillegg dykker ned i dypet der vanntrykket er høyere. Dersom man presser seg maksimalt på 5 meters dyp, etter å ha hyperventilert, vil man risiker å besvime når man svømmer mot overflaten. Både fordi det vil ta tid før man kommer opp, men også fordi trykket vil falle på vei oppover. Dette kalles shallow water blackout.