

NORGES IDRETTSHØGSKOLE
STUDIEÅRET 2024/2025

INDIVIDUELL SKRIFTLIG EKSAMEN
I
HUMANFYSIOLOGI (THP-100)

Fredag 23. mai 2025

Tid til disposisjon: 4 timer.

Sensorveiledning:

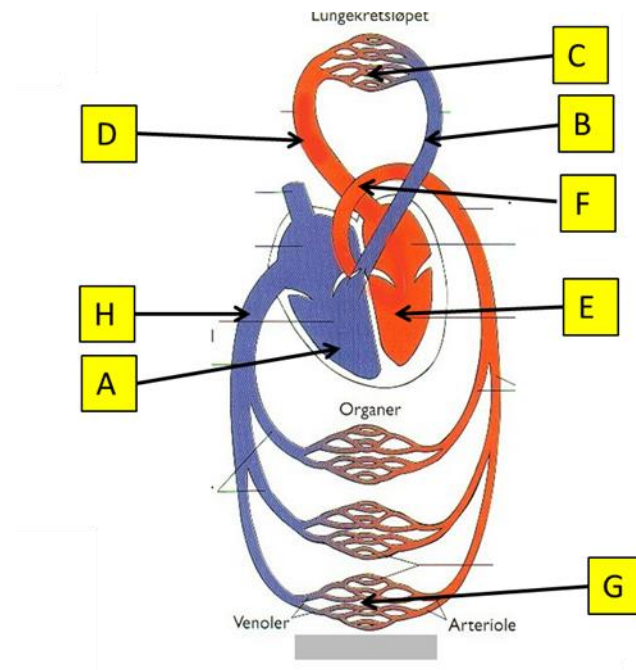
CELLER

1. Nevn tre organeller man finner i en muskelcelle og beskriv kort hva som er hovedfunksjonen til disse organellene. (4p)

Svar: Cellekjerne som inneholder DNA og dermed oppskriften på cella. Mitokondrier hvor det foregår oksidativ fosforylering og gjendanning av ATP fra ADP og P. Sarkoplasmatisk retikkulum som er et calciumlager. Evt andre organeller om det er ønskelig.

SIRKULAJON

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

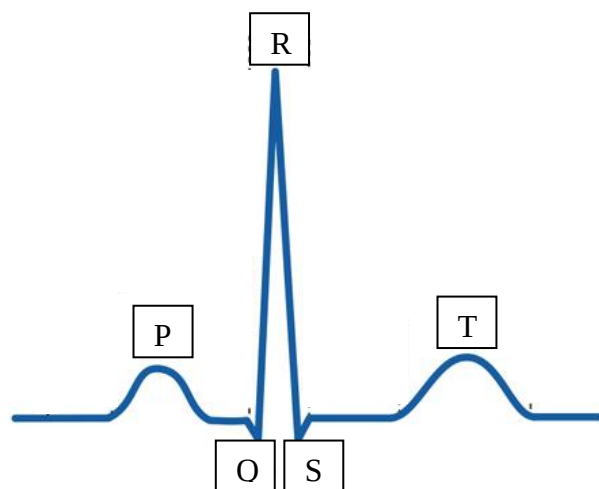


Svar: A=Høyre ventrikkel, B=lungearterie, C=lungekappillærer, D=lungevene, E=venstre ventrikkel, F=aorta, G=kappillærer. Det er AV-klaffer mellom atriene og ventriklene. I tillegg har vi aortaklaff, pulmonalklaff, og klaffer i venene.

3. Hva kalles de tre ulike lagene en blodårevegg er bygd opp av? Hvilken celletype er det spesielt mye av det midterste laget av arterioleveggen og hvilke roller har disse cellene i vårt sirkulasjonssystem? (4p)

Svar: Blodåreveggen består av tunica intima, tunica media og tunica externa. I det midterste laget av arterioleveggen er det spesielt mye glatte muskelceller. Disse har en viktig rolle i å regulere diameteren på arteriolene og dermed både lokal- og total perifer motstand (TMP).

4. Se illustrasjonen av et typisk EKG-signal. Forklar hva som skjer i hjertet når vi kan se P-bølgen. Forklar hvilke av de 4 hjerteklaffene som er åpne og hvilke som er lukket i denne fasen av hjertesykklusen. (4p)



Svar: P-bølgen viser når atriene depolariseres. Dette er siste del av diastolen og bidrar til å fylle ventriklene. Begge AV-klaffene er åpne, mens aortaklaffen og pulmonalklaffen er lukket. (Aortaklaffen åpner først litt etter R-takten).

5. Hva er egenrytmen til hjertet dersom dette ikke stimuleres på noen måte? Forklar hvordan hjertefrekvensen vår reguleres fra 40-50 slag/min i hvile til opp mot 200 slag/min under hard fysisk aktivitet. (4p)

Svar: Egenrytmen til hjerte er ca 100 slag/min dersom hjertet ikke stimuleres på noen måte. Rytmen bestemmes av pacemakerceller i sinusknuten. Disse cellen innervieres av nerver fra den autonome delen av nervesystemet og den parasymptiske delen (n. vagus) som senker frekvensen. Her er det acetylcholin som er transmittersubstans mens nerver fra den sympatiske delen (n. sympaticus) øker pulsen. Her er det nor-adrenalin som er transmittersubstans. I tillegg vil økt konsentrasjon av adrenalin i blodet også øke hjertefrekvensen. Hjertefrekvensen reguleres som regel presist i forhold til kroppen behov.

RESPIRASJON

6. Forklar kort hva det er som gjør at luft strømmer inn og ut av lungene under inspirasjon og ekspirasjon? Forklar også hva som er drivkraften til at oksygen diffunderer fra alveolene og inn i blodet i lungekapillærene og ut av blodet i kapillærene i det systemiske kretsløp. (4p)

Svar: Luft vil alltid strømme fra høyt mot lavt lufttrykktrykk. Under inspirasjon kontraherer diafragma og inspirasjonsmuskulatur og trykket i lungene vil falle slik at luft vil strømme ned i lungene. Under ekspirasjon slapper inspirasjonsmuskulaturen av og trykket øker, slik at luften vil strømme ut av lungene igjen. Under fysisk aktivitet er ekspirasjon en aktiv prosess der også ekspirasjonsmuskulatur vil kontrahere. Gasser som oksygen vil alltid strømme fra et område med høyt til et område med lavere partialtrykk. I alveolene er det høyere partialtrykk for oksygen enn i blodet i lungekapillærene og oksygen vil derfor diffundere fra alveolene og inn i blodet. I vevet er situasjonen motsatt og oksygen vil derfor strømme inn i cellene.

7. Forklar med egne ord hva hemoglobinet metningskurve viser og forklar hvordan denne kurven blir påvirket av økning i $p\text{CO}_2$, $[\text{H}^+]$ og temperatur. Ta gjerne utgangspunkt i at det i alveolene normalt er et partialtrykk på oksygen på 13,3 kPa mens det i en gjennomsnittlig celle i hvile er et partialtrykk for oksygen på ca 5,3 kPa? (4p)

Svar: Hemoglobinet metingskurve viser hvordan hemoglobinet affinitet for oksygen påvirkes av partialtrykket til oksygen. Kurven viser at hemoglobinet er fullmettet med oksygen i lungene og arterieblodet, mens ca 75 % mettet i det venøse blodet. Økt temperatur vil føre til at kurven vil bli forskjøvet mot høyre. Dette påvirker normalt ikke metningen i lungene med bidrar til at hemoglobin letter vil gi fra seg oksygen i vevet.

8. Ta utgangspunktet i det du har lært om kjemisk regulering av respirasjonen og forklar hvordan respirasjonen påvirkes av økende intensitet. Ta gjerne utgangspunkt i at du starter med å gå rolig på en tredemølle med en fart på 3 km/t og deretter gradvis øker farten med 1 km/t hvert annet minutt til du ikke klarer mer. (4p)

Svar: Respirasjonen vil i starten øke lineart med intensitet. Ved ca 85% av maksimal hjertefrekvens vil vi se en kraftigere økning og etter hvert en hyperventilering. Grunnen til dette er at melkesyre vil føre til surere blod

(metabolsk acidose). Dette vil registreres av perifere kjemoreseptorer som er sensitive for H^+ og stimulere til hyperventilering. Her ser vi et eksempel på en metabolsk acidose som justeres via hyperventilering. Hyperventilering gir normalt basisk blod (respiratorisk alkalose).

9. 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 måter. Løst fritt i blodet (1,5%) og bundet til hemoglobin i de røde blodcellene (98,5%). Karbondioksid transporteres på tre måter. Fysisk løst (7%), bundet til hemoglobin (23%) og som bikarbonat (70%).

NYRER

10. Hva kalles de tre hovedprosessene som foregår i nyrene? Nevn også hvor i nefronet de ulike prosessene foregår **(4p)**
Svar: Filtrasjon i bowmans kapsel, re-absorbsjon i proksimale tubulus og sekresjon i distale tubulus.
11. Hvordan håndteres følgende stoffer i nyrene. Svar kort. **(4p)**
- a) Små proteiner
Svar: Alt filtreres og alt reabsorberes ved sekundær aktiv reabsorbsjon
 - b) Glukose
Svar: Alt filtreres og alt reabsorberes ved primær aktiv reabsorbsjon
 - c) Natrium
Svar: Alt filtreres og reabsorbsjon etter behov ved primær aktiv reabsorbsjon
Vann
Svar: Noe filtreres og reabsorbsjon etter behov ved diffusjon
 - d) Kalium
Svar: Alt filtreres og alt reabsorberes. Reguleres ved sekresjon etter behov
12. Hvor i nyrene produseres renin og hvilke effekter vil dette ha i kroppen?
Svar: Renin er et enzym som produseres av celler i macula densa i nyrene ved lavt blodtrykk. Dette enzymet starter en kaskadeprosess der proteinet angiotensinogen omdannes til Angiotensin I før det omdannes til Angiotensin II i lungene. Dette fører til konstiksjon av fraførende (efferente) arterioler og kan bidra til økning av blodtrykket i glomeroluskapillærene ved fall i systemisk blodtrykk. I tillegg fører Angotensin II til økt TPM, økt utskillelse av aldosteron, ADH og økt tørstefølelse. I sum vil alle disse faktorene bidra til å få opp blodtrykket.

ENDOKRINOLOGI

13. 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 hormoner løses fritt i blodet, har kort halveringstid og reseptorer på utsiden av målcella. Fettløslige er lite løselige i blodet og hovedmengden transporteres bundet til transportproteiner, har lengre og til dels svært lang halveringstid og har reseptorer inne i målcella siden hormonet kan krysse cellemembranen siden det er fettløselig.

14. Lag en enkel oversikt der du setter opp produksjonssted og hovedvirkning til følgende hormoner: **(4p)**

- a. Insulin
- b. Aldosteron
- c. Tyroksin
- d. ADH
- e. ANP
- f. TSH
- g. Adrenalin
- h. TSH-RH

Svar:

Hormon	Produksjonssted	Hovedvirkning
Insulin	Pankreas (β -celler)	Reduserer blodsukkeret
Aldosteron	Binyrebarken	Øker reabsorpsjone av Natrium
Tyroksin	Thyrioidea (skjoldbruskkjertelen)	Regulerer forbrenningen
ADH	Hypothalamus	Øker reabsorpsjonen av vann i distale tubuli
ANP	Hjerte	Øker utskillelsen av natrium
TSH	Hypofysens forlapp	Økt prod. av Tyroksin
Adrenalin	Binyremargen	Økt HF og SV. Stress
TSH-RH	Hypothalamus	Økt prod av TSH

15. Forklar på en enkel måte hva som er forskjellen på diabetes type I og type II. **(4p)**

Svar: Ved diabetes type I er kroppens evne til å produsere insulin redusert. Dette er en autoimmun sykdom der kroppene immunceller angriper β -cellene i de Langerhanske øyene i pancreas. De som rammes er avhengig av å tilføre insulin for å fungere.

Ved diabetes type-II er sensitiviteten for insulin redusert. Dette er en livsstilssykdom som ofte skyldes innaktivitet og overvekt. Slanking og fysisk aktivitet har god effekt.

NERVESYSTEMET

16. Forklar med egne ord hva som menes med hvilemembranpotensial og aksjonspotensial i en nervecelle. Ta utgangspunkt i Na^+ og forklar hva som er Na^+ sitt likevektspotensial og hva som skjer i en nervecelle dersom Na^+ kanaler åpnes. (4p)

Svar: Hvilemembranpotensialet i en nervecelle er den spenningen det er over cellemembranen i en nervecelle i hvile. Normalt ca -70mV . Dette skyldes at det er overvekt av positive ioner som Na^+ og Ca^{2+} på utsiden av cellene og negativt ladede proteiner og Cl^- på innsiden av cellene. Dette potensialet skapes av ionepumper som pumper ioner inn og ut av cellene.

Et aksjonspotensial er når celle depolariseres slik at den plutselig blir positiv på innsiden. Dette skyldes åpning av spenningsstyrte Na^+ -kanaler som slipper Na^+ inn i cella. Na^+ har et likevektspotensial på ca 60mV og vil derfor strømme inn i cella når det er mulig. Under et normal aksjonspotensial er membranpotensialet til nervecella opp mot $+30\text{mV}$.

17. Forklar hvordan et nervesignal i en motorisk forhorncelle overføres til en muskelcelle. Du kan starte med at "det utløses et aksjonspotensial i aksonhalsen til den motoriske forhorncelle" og avslutte med at "kalsium strømmer ut av sarkoplasmatisk retikulum og muskelcella kontraherer". (2p)

Svar: "Det utløses et aksjonspotensial i aksonhalsen til den motoriske forhorncelle". Dette ledes langs aksonet til den motoriske forhorncella. I nerveenden åpnes spenningsstyrte Ca^{2+} -kanaler som fører til at vesikler med acetylcholin strømmer ned til enden av nervecella og acetylcholin skilles ut fra nerveenden og påvirker reseptorstyrte natriumkanaler på overflaten av muskel cella. Natrium vil da strømme inn i muskelcella og sørge for at reseptorstyrte kalsium kanaler på sarkoplasmatisk retikulum åpnes slik at "kalsium strømmer ut av sarkoplasmatisk retikulum og muskelcella kontraherer"

BLOD

18. Nevn de tre hovedtypene blodceller vi har i kroppen. Hva er oppgaven til de ulike celletypene. (4p)

Svar: Røde blodcelle som inneholder hemoglobin. Viktig for oksygentransport. Hvite blodceller (monocytter, granulocytter, lymfocytter)

har en viktig rolle i forbindelse med immunforsvaret. Blodplater (trombocytter) er viktig for å stoppe små blødninger.

SYRE-BASE-REGULERING

19. Forklar kort hva som menes med metabolsk acidose og gi et eksempel på hvordan dette kan oppstå? (4p)

Svar: En acidose betyr at blodet har blitt surt. En metabolsk acidose betyr at dette er forårsaket av metabolismen, f.eks på grunn av melkesyreproduksjon ved anaerob metabolisme. Når vi har nok oksygen tilstede til at pyruvatsyre fra glykolysen ikke kan gå videre til oksidativ fosforylering i mitokondriene pumpes pyruvatsyre ut i blodet og omdannes til melkesyre (Hla). Melkesyra gir fra seg H^+ og laktat (La^-). Da synker pH i blodet og blir surere og vi har fått en metabolsk acidose.

20. Forklar hvordan hyperventilering vil påvirke pH i blodet. Hva kalles en slik form for endring i pH i blodet? (4p)

Svar: pH synker, dvs blodet blir surere. Grunnen til dette er at man puster ut mer CO_2 enn man produserer. Siden nivået av CO_2 da vil synke, vil også H^+ nivået synke slik at blodet blir mer basisk. Dette kalles respiratorisk alkalose.

MUSKEL

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 blodårevæggen (spesielt i arteriolene) spiller en viktig rolle i blodtryksreguleringen vår. Glatte muskulatur er også viktig i veggen på lymfårene og i tarmveggen. Peristaltiske bevegelser i tarmen vil sørge for at maten vi spiser presses gjennom hele fordøyelsessystemet.

22. Hvordan og hvor mye kan muskelkraften økes i en enkel muskelcelle? Hvordan er det for hele muskelen? Begrunn svaret. (2p)

Svar: I en enkelt muskelcelle kan kraften økes ved at frekvensen på aksjonspotensialer øker inntil muskelcella er i tetanus. Hver enkelt muskelcelle kan bare øke sin kraft med 3-5 ganger. Til tross for dette kan en hel muskel øke sin kraft flere 1000 ganger. Grunnen til at dette er mulig er at det kan aktiveres flere og flere motoriske enheter. Når alle motoriske enhetene

er aktivert maksimalt har vi maksimal kraft i en muskel. Dette skjer f.eks når man løfter en vekt tilsvarende i RM.

23. Hvilken rolle spiller glatte muskelceller i veneveggen? Forklar gjerne med noen eksempler. (2p)

Svar: Glatte muskelceller regulerer tonus (spenning) veneveggen. Dette er spesielt viktig i de store venene som fungerer som blodreservoar som kan mobiliseres ved behov, f.eks utholdenhetstrening. Tonus kan også reguleres når vi endre stilling f.eks fra liggende til stående stilling. Når vi reser oss vil blodtrykket øke i venene på grunn av tyngdekraften og det er da viktig at tonus i veneveggen øker slik at ikke venen gir etter slik at fyllingstrykket tilbake til hjertet faller for lavt og at det dermed blir vanskelig å regulere blodtrykket.

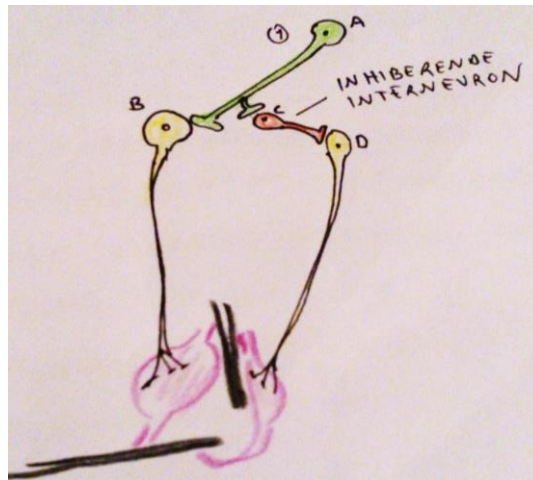
TEMPERATURREGULERING

24. På hvilke ulike måter kan vi utveksle varme med omgivelsene rundt oss? Hvilken av disse metodene tror du har størst betydning for varmetapet dersom du svømmer i kaldt vann? (4p)

Svar: Vi kan utveksle varme med omgivelsene på 4 hovedmåter; ledning, strømming, stråling og fordampning. Varme vil alltid overføres fra det varmeste til det kaldeste objekt. Fordampning er eneste mulighet for varmeavgivelse dersom omgivelsestemperaturen er høyere enn hudtemperaturen. Når man svømmer i kaldt vann vil strømming være den måten som har størst betydning for varmetapet.

SISTE SPØRSMÅL

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



Svar: Hvilemembranpotensialet til nervecelle C er ca -70mV (som i alle andre nerveceller). Nervecelle D skiller ut acetylcholin som transmittersubstans. Denne vil åpne reseptorstyrte Na⁺-kanaler på muskelcellemembranen.