

NORGES IDRETTSHØGSKOLE
STUDIEÅRET 2025/2026

INDIVIDUELL SKRIFTLIG EKSAMEN
I
HUMANFYSIOLOGI (THP100)

Tirsdag 25. august 2026

(Totalt 100 poeng)

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. Sirkulasjonssystemet er et lukket system. Start i høyre ventrikkel og beskriv blodets vei gjennom kroppen til blodet er tilbake til høyre ventrikkel igjen. Nevn også hvor man finner klaffer i sirkulasjonssystemet. (4p)

Svar: Når hjerte kontraherer pumpes blod gjennom pulmonalklaffen og inn i lungearterien. Deretter går blodet til lungearteriene hvor arteriene og videre tilbake til hjerte via lungevenene. Deretter går blodet inn i venstre atrium, gjennom venstre AV-klaff og ned i venstre ventrikkel. Derfra pumpes blodet ut i aorta gjennom aortaklaffen. Deretter går blodet inn i arterioler og gjennom kapillærer i organer og vev før blodet kommer inn i venoler og større vener som har veneklaffer. Deretter ender blodet i høyre atrium før blodet går gjennom høyre AV-klaff og ender tilbake i høyre ventrikkel.

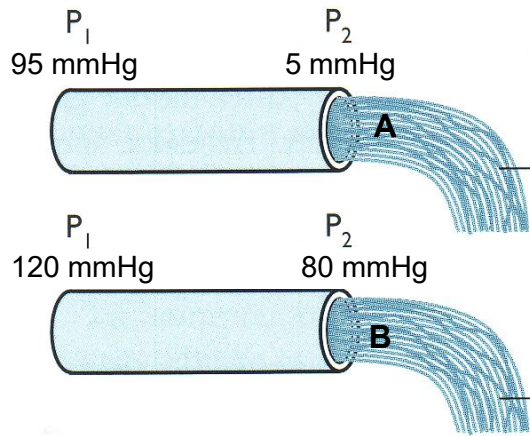
2. Hvilke blodårer vil du si er viktigst med tanke på regulering av blodtrykket. Forklart kort hvordan denne blodåretypen påvirker blodtrykket. (4p)

Svar: Arterioler. Disse kalles også for kroppens motstandskar. Arteriolene har mye glatt muskulatur i blodåreveggen som kan bidra til å regulere diameter. En vasokonstriksjon fører til redusert diameter og økt motstand. Dette vil igjen bidra til økt blodtrykk.

3. Forklar kort hva et EKG-signal er, og nevnt noen eksempler på hva EKG kan brukes til. (4p)

Svar: EKG står for elektrokardiografi, og viser den elektriske aktiviteten i hjertemuskelen. De ulike begivenhetene i EKG-signalet betegnes med bokstavene P, Q, R S og T. P-bølgen som viser depolarisering av atriene, QRS-komplekset som viser når ventriklene depolariseres. -bølgen som viser repolarisering av ventriklene. Repolariseringen av ventriklene vises ikke siden denne skjules av QRS-komplekset. EKG kan brukes til mye, for eksempel til å beregne hjerterefrekvens. Det kan også vise om det er noe galt med hjertets elektriske ledningssystem (rytmeforstyrrelser) eller om en pasient har trange kransarterier eller har gjennomgått et hjerteinfarkt.

4. Figuren under kan forestille to blodårer. Disse har samme diameter og lengde. Hvor mye blod går det gjennom blodåre **A** sammenlignet med blodåre **B**. Du kan svare «mindre», «samme mengde» eller «mer», og begrunn svaret ditt med det du har lært om sammenhengen mellom blodstrøm, trykk og motstand. (4p)



Svar: Mer. Blodstrømmen er proporsjonal med trykkforskjellen (delta P) og motstanden som i dette tilfelle er mest påvirket av diameter. Siden alt er likt her blir derfor blodstrømmen større i blodåre A sammenlignet med blodåre B.

RESPIRASJON

5. Hva er drivkraften til at luft strømmer inn og ut av lungene og hva er grunnen til at oksygen strømmer fra alveolene og inn i lungekapillærene? (4p)

Svar: Luft strømmer alltid fra høyt mot lavt trykk. Under inspirasjon reduseres lufttrykket i lungene og luft vil derfor strømme inn i lungene. Det motsatte skjer når man puster ut. Drivkraften for at oksygen strømmer ut av alveolene er forskjeller i partialtrykk for oksygen i alveolene og lungekapillærene. Gasser vil strømme fra et område med høyere mot lavere partialtrykk for gassen.

6. Ta utgangspunkt i det du har lært om hemoglobins metningskurve og nevnt noen faktorer som gjør at denne kurven blir høyreforskjøvet. Hvilken betydning vil en slik høyreforskyvning ha på hemoglobins affinitet for oksygen i lungekapillærer og i kapillærer ute i kroppen? (4p)

Svar: Varme og økt $p\text{CO}_2$ vil høyreforskyve kurven. Affiniteten i lungene vil ikke påvirkes men den vil avta i muskulaturen. Oksygen vil derfor tas opp like effektivt i lungene, men vil lettere bli avgitt i vevet.

7. Hva er hovedforskjellen mellom bronkier og bronkioler? (4p)

Svar: Hovedforskjellen at det er brusk i veggen på bronkiene mens det er glatt muskulatur i veggen på bronkiolene. I tillegg er diameterne på bronkiene ofte større en bronkiolene.

8. Hva kalles cellene som produserer surfaktant, og hvilken rolle har surfaktant i alveolene? Bruk gjerne egne ord for å forklare hvorfor surfaktant er så viktig for at lungene skal fungere normalt. (4p)

Svar: Surfaktant produseres av type-II celler i alveolevegg og bidrar til å redusere overflatespenningen i alveolene. Grunnen til at dette er så viktig er at vannmolekyler vil trekke på hverandre og føre til at alveolene vil kollapse dersom vi ikke hadde hatt surfaktant. Dette ville ført til at muligheten for gassutvekslingen mellom alveolene og blodet ville blitt svært redusert.

NYRER

9. Hva kalles de tre hovedprosessene i nyrene? Forklar kort hva som foregår i de ulike prosessene. (4p)

Svar: Det tre hovedprosessene kalles filtrasjon, reabsorpsjon og sekresjon. Filtrasjonsprosessen foregår i glomerulusnøstet og her filtreres alle substanser som er små nok ut av blodet og inn i tubulusystemet i nyrene. Reabsorpsjon foregår i proksimale og distale del av tubulussystemet og her reabsorberes stoffer kroppen har behov for. Sekresjon foregår i distale tubulus og samlerør og dette er en siste mulighet nyrene har til å rense blodet for stoffer vi ikke trenger.

10. 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: Natrium filtreres 100% og reabsorberes etter behov via primær aktiv reabsorpsjon. Glukose filtreres også 100% og reabsorberes normalt 100% via sekundær aktiv reabsorpsjon. Nyrene bidrar ikke til å regulere blodsukker. Dette gjøres via insulin og glukagon i det endokrine system.

ENDOKRINOLOGI

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

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

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

- a. Adrenalin
- b. Aldosteron
- c. TSH-IH
- d. ADH
- e. TSH
- f. Insulin
- g. Glukagon
- h. Prolaktin

Svar:

Hormon	Prod. Sted	Hovedvirkning
Adrenalin	Binyremargen	Stresshormon – øker bland annet hjerterefrekvens og blodtrykk
Aldosteron	Binyrebarken	Øker reabsorpsjon av natrium
TSH-IH	Hypothalamus	Reduserer utskillelse av TSH fra hypofysens forlapp
ADH	Hypothalamus	Øker reabsorpsjon av vann i nyrene. Reduserer urinutskillelsen
TSH	Hypofysens forlapp	Påvirker utskillelsen av tyroksin fra skjoldbruskkjertelen
Oksytocin	Hypothalamus, men skilles ut i hypofysens baklapp	Sammentrekning av livmor under fødselsrier. Kontraksjon av muskulatur i brystene under amming.
Glukagon	Alfaceller i Langerhanske øyer i pancreas	Øker/opprettholder blodsukker
Prolaktin	Hypofysens forlapp	Melkeproduksjon

NERVESYSTEMET

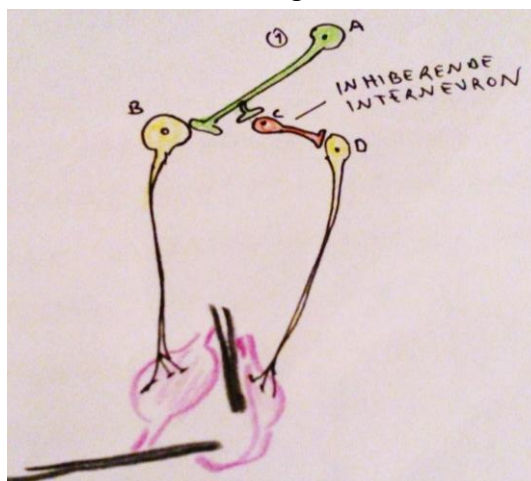
13. Hva kalles de to ulike delene av det autonome nervesystem? Ta utgangspunkt i den delen som bidrar til å øke hjerterefrekvensen og forklar på en enkel måte hvordan dette foregår. (4p)

Svar: Det autonome nervesystem deles normalt inn i en sympatisk og en parasympatisk del. Det er den sympatiske delen som bidrar til å øke hjerterefrekvensen. De sympatiske nervefibrene går ut fra ryggmargen. Det er en synapse i et ganglion som ligger nær ryggmargen, i et område som kalles den sympatiske grensestreng. Transmittersubstansen i de pre-ganglionære nervefibrene er acetylcholin, mens transmittersubstansen i de post-ganglionære nervefibrene som innerverer sinusknuten er nor-adrenalin. Når det går et aksjonspotensial gjennom denne nerven vil det skilles ut nor-adrenalin som påvirker cellene i sinusknuten slik at hjertet vil slå raskere.

14. Hva vil du si er hovedforskjellen mellom grå og hvit substans i hjernen? Nevn noen eksempler på hvor i nervesystemet man finner grå substans. (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, og i ryggmargen.

15. Figuren under viser 4 nerveceller (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 inhiberende interneuron 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 cellekroppen til de motoriske forhorncellene som innnervierer 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. Hva menes med en motorisk forhorncelle og en motorisk enhet? Forklar hvordan et aksjonspotensial kan utløses i en motorisk forhorncelle og hvordan dette signalet overføres til en muskelcelle.

Svar: En motorisk forhorncelle har cellekroppen sin i ryggmargen. Denne nervecella sender akson ut forhornet og til muskelceller. En motorisk forhorncelle og de muskelcellene de innnervierer kalles en motorisk enhet. Aksjonspotensialer i motoriske forhornceller utløses i aksonhalsen dersom spenningsstyrt natriumkanaler åpnes. Aksjonspotensialet ledes langs aksonet til nerveenden der det åpnes spenningsstyrte kalsiumkanaler. Kalsium får vesikler med acetylcholin, som er transmittersubstansen i den nevromuskulære synapsen, til å skille ut acetylcholin. Når acetylcholin binder seg til reseptorstyrte natriumkanaler på muskelcellemembranen vil disse åpne, og natrium kan strømme inn i muskelcella og depolarisere denne slik at en muskelkontraksjon kan starte.

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 (leukocyter) blodceller i tillegg til blodplater (trombocyter). 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. Hvilken type blodceller er viktigst for at vi kan bli immune mot ulike sykdommer? Hvor i kroppen finner vi mest av denne typen blodceller? (4p)

Svar: Det er lymfocytene. Disse finner vi mest av i lymfeknutene.

TEMPERATURREGULERING

19. Kroppen vår fungerer best når kjernetemperaturen reguleres presist rundt 37,5° C. Hvor i kroppen finner vi temperaturreguleringssenteret? Forklar kort hva som er forutsetningen for at vi kan klare å holde en stabil kjernetemperatur. (4p)

Svar: Temperaturreguleringssenteret ligger i hypothalamus. En forutsetning for stabil kjernetemperatur er at det er balanse mellom varmeproduksjon (og evt varmetilførsel) og kroppens varmetap til omgivelsene.

MUSKELFYSIOLOGI

20. Hvilke typer hovedtyper muskelceller finnes i kroppen? Gi et eksempel på hvor vi finner de ulike typene.

Svar: Skjelettmuskelceller, glatte muskelceller og hjertemuskelceller. Skjelettmuskelceller finnes i skjelettmuskulaturen som stort sett får over ledd, f.eks bicepsmuskelen. Glatte muskelceller finner vi i hulorganer som blodårer, tarm eller livmor. Hjertemuskelceller finnes i hjertemuskelen.

21. Forklar med egne ord gangen i en muskelkontraksjon i en skjelettmuskelcelle. (4p)

Svar:

Den første delen her kreves ikke for å få full score men det gjør ikke noe om den er med: Det starter med et aksjonspotensial en motorisk nervecelle 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 at 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 aktin

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

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 vinner vi i hjertemuskelvellingene. 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. Hvor mange ganger kan kraften økes i en motorisk enhet og i en skjelettmuskel? **(4p)**

Svar: Kraften i en motorisk enhet kan maksimalt økes med en faktor på 3-5 ganger mens den kan økes mange tusen ganger i en skjelettmuskel.

SYRE-BASE-REGULERING

24. Bruk det du har lært om syre-base-regulering til å forklar hva som menes med respiratorisk alkalose. Hvordan påvirkes konsentrasjonen av H^+ i blodet i en slik situasjon?

Svar: Med respiratorisk alkalose menes at blodet blir basisk på grunn av respirasjonen. Dette kan skje dersom vi hyperventilerer. Grunnen til dette er at vi puster ut mer CO_2 en vi produserer slik at CO_2 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. Bruk det du har lært om renin-angiotensin-aldosteron-systemet (RAAS) og forklar hvordan dette systemet aktiveres av et fall i blodtrykk og hvilken effekt dette har i kroppen. **(4p)**

Svar: Et fall i blodtrykk vil føre til redusert filtrasjonstrykk i nyrene og vil bli registrert at sanseceller i nyrene som fører til at juxtaglomerulære celler i macula densa vil skille ut rening. Dette starter en kaskadeprosess i blodet er proteinet angiotensinogen omdannes til angiotensin-1 som igjen blir omdannet til angiotensin-2 i lungene. Angiotensin-2 har virker vasokonstringerende på de fraførende

arteriolene i nyrene og vil på den måten øke filtrasjonstrykket i glomeroluskapillærene. I tillegg vil angiotensin-2 føre til vasokonstriksjon av arterioler ellers i kroppen. Dette vil føre til økt TPM og en økning i blodtrykket. I tillegg vil angiotensin 2 føre til økt utskillelse av aldosteron som øker reabsorbsjonene av natrium i nyrene og økt produksjon av ADH i hypothalamus som skilles ut fra hypofysens baklapp og som igjen øker reabsorbsjonene av vann i nyrene. Angiotensin 2 vil også påvirke tørstesenteret slik at vi bli tørste. Alt dette vil bidra til å øke blodtrykket slik at filtrasjonen i nyrene kan normaliseres.