

**NORGES IDRETTSHØGSKOLE**  
**STUDIEÅRET 2021/2022**

**INDIVIDUELL SKRIFTLIG EKSAMEN**  
**I**  
**HUMANFYSIOLOGI (THP100)**

**Tirsdag 30. august 2022**

**(Totalt 100 poeng)**

**Tid til disposisjon: 4 timer.**

Les spørsmålene grundig. Svar kort og presist.

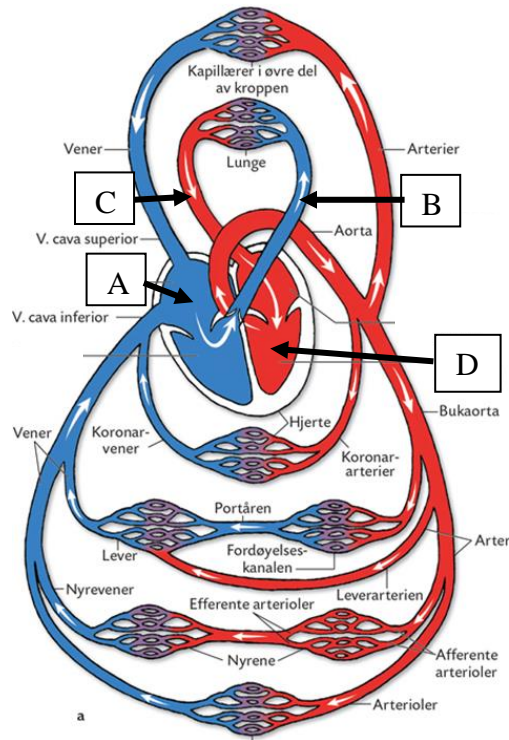
Disponer tiden godt slik at du rekker å svare på alle spørsmålene.

Lykke til!

---

## SIRKULAJON

1. Se på skissen av sirkulasjonssystemet under og sett navn på bokstavene. (4p)

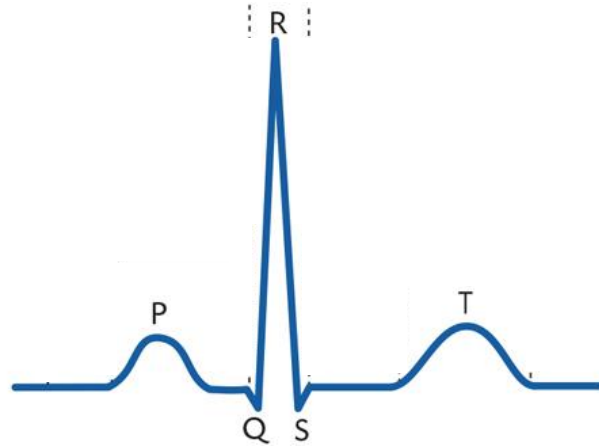


**Svar: A= Høyre atrium, B=Lungearterien, C=Lungevene, D=Venstre ventrikkel**

2. Hva er hovedforskjellen mellom glatt muskulatur og skjelettmuskulatur? Nevn to eksempler på hvor man finner glatt muskulatur i kroppen? (4p)

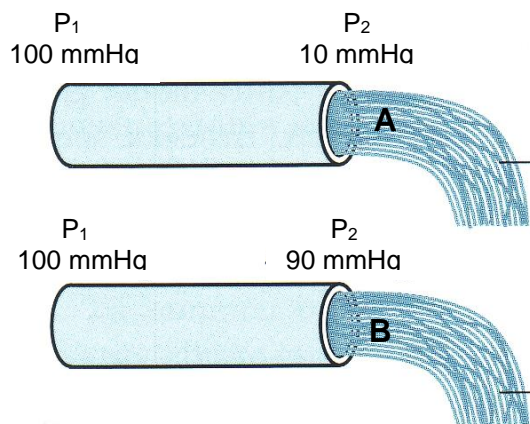
**Svar: Glatt muskulaturer ikke viljestyrt. Finnes blant annet i blodåreveggen, spesielt i arterioler, i tarmveggen, og i veggen på bronkiolene.**

3. Se skissen av et typisk EKG-signal. Bruk det du har lært til å forklare kort hva som skjer ved de ulike begivenhetene i EKG-signalet. (4p)



**Svar: P-bølgen som viser depolarisering av atriene, QRS-komplekset viser når ventriklene depolariseres. T-bølgen som viser repolarisering av ventriklene. Repolariseringen av ventriklene vises ikke siden denne skjules av QRS-komplekset.**

4. Figuren under kan forestille to blodårer med lik diameter. Hvor mye blod går det gjennom blodåre **B** sammenlignet med blodåre **A**? 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: Det vil strømme mindre blod i B. Blodstrømmen er proporsjonal med trykkforskjellen (delta P) og motstanden som i dette tilfelle er mest påvirket av diameter. Siden delta P er mindre i B vil det strømme mindre blod i B.**

## **RESPIRASJON**

5. Hvor ligger senteret som regulerer respirasjonen i kroppen vår? Det finnes både sentrale- og perifere kjemoreseptorer som bidrar til respirasjonsreguleringen. Hvor er disse lokalisert og hva er de mest sensitive for? (4p)

**Svar: Respirasjonssenteret ligger i hjernestammen (medulla oblongata). De perifere kjemoreseptorene ligger i aortabuene og på halsarteriene og er mest sensitive for endringer i H<sup>+</sup> og PO<sub>2</sub>. De sentrale ligger i hjernen og er mest sensitive for endringer i PCO<sub>2</sub>.**

6. Ta utgangspunkt i det du har lært om hemoglobins metningskurve og forklar hvordan denne endres når kroppstemperaturen endres, f.eks under fysisk aktivitet? Hvilken betydning har dette for hemoglobins affinitet for oksygen i skjelettmuskulatur? (4p)

**Svar: Kurven vil bli høyreforskjøvet. Affiniteten for oksygen vil avta i muskulaturen slik at hemoglobinet gir lettere fra seg oksygen til vevet.**

7. Hvordan påvirkes partialtrykket for oksygen og karbondioksyd i veneblodet av at vi holder pusten. Hvilke reseptorer vil være mest sensitive for disse endringene? (4p)

**Svar: Partialtrykket for karbondioksyd vil stige og oksygen vil synke. Stigningen i CO<sub>2</sub> vil senseres raskt av de sentrale kjemoreseptorene og gi oss trang til å puste.**

8. Forklar med egne ord hvordan oksygen kommer fra blodet i kapillærene og inn i cellene. (4p)

**Svar: Kapillærene og celleveggen er permeable for oksygen. Forskjeller i partialtrykk for oksygen vil derfor være drivkraften til at oksygen diffunderer fra blodet og inn i cellene. Jo større forskjellen i partialtrykk er jo mer oksygen vil diffundere.**

## **NYRER**

9. 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? Vis gjerne med

et eksempel 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 glomeroluskapillærene reguleres presist.**

**Kapillærtrykket her er ca 55 mmHg som er høyere en det normalt er i kroppens andre arterier som er ca 20 mmHg. Ved er fall i systemisk blodtrykk vil det silles 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 krppen generelt og i de efferente arteriolene i nyrene spesielt. Dette bidrar til at både det systemiske blodtrykket øker og blodtrykket i glomeroluskapillærene øker.**

10. Hva kalles det tre hovedprosessene som foregår i nyrene? Bruk natrium som eksempel til å gi en enkel forklaring på hvordan de to første prosessene foregår.

(4p)

**Svar: Filtrasjon, reabsorbsjon og sekresjon. Alt som er lite nok vil bli filtrert ut av blodet gjennom glomeroluskapillærene og inn i nyredubulus. Natrium er et lite ion som filtreres 100%. En av nyrenes viktigste oppgaver er å regulere nivået av natrium i blodet. Dette skjer ved at mengden natrium som reabsorberes reguleres. Dette styres først og fremst av hormnoene Aldosterron og ANP. Aldosteron øker reabsorbsjonene og ANP om hemmer reabsorbsjonen**

## ENDOKRINOLOGI

11. Vi kan skille mellom vannløselige og fettløselighet hormoner. Svar kort hva som er forskjellen på disse hormonene med tanker 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. Fettløslige 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)

- Angitensin II
- Aldosteron
- TSH-RH
- ADH

**Svar:**

Hormon	Prod. Sted	Hovedvirkning
Angiotensin II	Lungekapillærene	Vasokonstriksjon – øker blodtrykk

<b>Aldosteron</b>	<b>Binyrebarken</b>	<b>Øker reabsorbsjon av natrium</b>
<b>TSH-RH</b>	<b>Hypothalamus</b>	<b>Økt utskillelse av TSH fra hypofysens forlapp</b>
<b>ADH</b>	<b>Hypothalamus</b>	<b>Øker reabsorbsjon av vann i nyrene. Reduserer urinutskillelsen</b>

13. 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  $\beta$ -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  $\beta$ -cellene. Eneste behandling for dette er at kroppen tilføres insulin. Diabetes 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 livsstilsendringer som gjør at sensitiviten for insulin vil øke. Mekanismen her at det blir flere GLUT4 transportører i cellemembranen.**

## **NERVESYSTEMET**

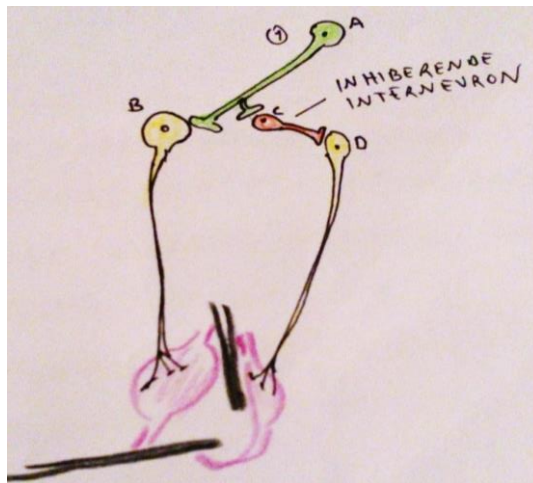
14. Hva kalles den delen av nervesystemet som innerverer hjerte. Ta utgangspunkt i det du har lært og forklar hvordan den parasympatiske delen av nervesystemet påvirke hjertefrekvensen. (4p)

**Svar: Det er den autonome delen av nervesystemet som innerverer hjertet. Det er den parasympatiske delen som bidrar til å senke hjertefrekvensen. Det er hjernenerve nervus vagus (hjernenerve nr 10) som innerverer hjerte. Nerven går ut fra hjernestammen. Det er en synapse i et ganglion som ligger nær hjerte. Transmittersubstansen både i denne synapsen og i synapsen mellom nerven og sinusknuten er acetylcholin. Økt firing i n. vagus bidrar til å senke hjertefrekvensen. Denne delen av nervesystemet regulerer hjertefrekvensen når pulsen er under 100 slag/min.**

15. Velg det 3 senter du kjenner til i hjernen og gi en enkel beskrivelse på hvor disse er lokalisert og hvilken rolle de har i kroppen. Er det går eller hvil substans der det er et senter i hjernen? (4p)

**Svar:** Det er grå substans der det er senter pga der er det mange cellekjerner. Eksempler på sentre kan være motorisk senter, synssenter eller hørselsenter som ligger i hjernebarkem. Motorisk senter styre skjelettmuskulatur og syns og hørselsenter er viktig for syn og hørsel. Dypere i hjernen finnes f. eks temperaturreguleringscenter og senter for det autonome nervesystem og det endokrine system. Disse ligger i hypothalamus. I hjernestammen ligger f. eks blodtrykkcenter og respirasjonssnter.

16. 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 C og nervecelle D når det har blitt utløst et aksjonspotensial i nervecelle C. Gi en kort begrunnelse for svaret ditt. (4p)



**Svar:** Nervecelle C er et iniberende 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 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.

17. 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 innerverer kalles en motorisk enhet. Aksjonspotensialer i motoriske forhornceller utløses i aksonhalsen dersom spenningsstyret 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

18. Hvilken rolle har de røde blodcellene i kroppen? Forklar også hva som menes med hematokrit og hvordan denne påvirkes av dehydrering. (4p)

**Svar: Røde (erythrocytter) inneholder hemoglobin som er viktig for transport av oksygen i blodet. 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.**

19. Hvilken celletype er makrofager? Nevn noen steder det finnes makrofager i kroppen vår. (4p)

**Svar: Makrofager er en type hvite blodceller (monocytt). Disse er lokalisert utenfor blodbanen ved innganger til kroppen vår. F.eks i luftveiene. Disse utgjør en viktig del av kroppens immunforsvar.**

## TEMPERATURREGULERING

20. Hvor i kroppen finner man temperaturreguleringscenteret? Hvilke mekanismer kan iverksettes for å hindre at kjernetemperaturen faller når vi er i kalde omgivelser?. (4p)

**Svar: Temperaturreguleringscenteret finner vi i hypothalamus. I kalde omgivelser trekker blodårene i huden seg sammen (vasokonstriksjon) og varmeproduksjonen kan økes ved økt muskelbruk, f.eks sitring eller skjelving.**

## MUSKELFYSIOLOGI

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 nervefibre 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<sup>+</sup>-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 pånes spenningsstyrte Ca<sup>2+</sup>-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 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 det mulig for myosin å binde seg til aktin slik at en muskelkontraksjon kan starte.

22. Hvordan kan muskelkraften i en skjelettmuskel reguleres. (4p)

**Svar: Denne reguleres ved å regulere antallet muskelceller som aktiveres. Jo flere jo større muskelkraft.**

23. 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 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.**

24. 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 sørger for at en muskelcelle kan være vedvarende kontrahert over lang tid. Dette kalles tetanus.**

## SYRE-BASE-REGULERING

25. Hva er normal pH i blodet? Bruk det du har lært om syre-base-regulering til å forklar hva som menes med at blodet kan være mer surt eller basisk.

**Svar: Normal pH i blodet er ca 7,4. Ved økt syreproduksjon eller hypoventilering vil  $H^+$  konsentrasjonen i blodet øke slik at pH faller og blodet vil dermed bli surere. Ved f.eks hyperventilering vil vi puste ut mer  $CO_2$  en vi produserer og dette vil kunne føre til en respiratorisk alkalose, dvs mer basisk blod.**