

## Eksamen THP 202 2024

### Utholdenhet langsvar (26 poeng), med sensorveiledning

1. Maksimale oksygenopptak, arbeidsøkonomi og utnyttingsgrad regnes som de viktigste faktorene som bestemmer prestasjonen i kondisjonsidretter. Beskriv og forklar hver enkelt av disse faktorene separat og forklar hvordan de til sammen bestemmer prestasjonen. Diskuter også anaerobe egenskaper sin rolle for prestasjonen i kondisjonsidretter (10 poeng).

*Sensorveiledning: Her bør hver av disse faktorene forklares godt hver for seg og det må forklares hvordan de til sammen bestemmer prestasjonen.  $VO_2$  maks og utnyttingsgrad bestemmer den maksimale hastigheten på den aerobe energiomsetningen som kan holdes under en konkurranse, mens arbeidsøkonomi bestemmer bevegelseshastigheten man får utfra en viss aerob energiomsetning. Alternativt kan man se det som arbeidsøkonomi bestemmer hvor mye energi som må frigjøres for å komme fra a til b i en konkurranse, mens  $VO_2$  maks og utnyttingsgrad vil bestemme hvor lang tid det tar å frigjøre denne energien. I følge modellen spiller evnen til anaerob energiomsetning en liten rolle siden det er en liten totaldel av den totale energiomsetningen. Anaerobe egenskaper kan likevel være svært avgjørende i visse situasjoner under en konkurranse som for eksempel i spurtoppgjør, rykking, tetting av luker og når korte bakker osv skal forseres. Anaerobe egenskaper kan derfor være svært avgjørende for resultatet i konkurranser, spesielt i fellesstarter.*

2. Redegjør for hvilke fysiologiske tilpasninger som ligger til grunn for en økning i det maksimale minuttvolumet når en utrent person gjennomfører en periode med utholdenhetstrening. Forklar hvordan disse endringene øker minuttvolumet og angitt omtrent hvor lang tid det tar å oppnå de ulike endringene (10 poeng).

*Sensorveiledning: Her forventes det en oversiktlig og systematisk beskrivelse av endringene som skjer. Studentene bør kunne beskrive hvordan de ulike fysiologiske endringene henger sammen. Under er de ulike adaptasjonene som er med på å bestemme økningen i MV listet opp og ulike nivåer indikerer hvordan de påvirker hverandre. Det forventes at de diskuterer tidsaspekter for de ulike endringene for full pott.*

- Økt minuttvolum
  - o Økt slagvolum
    - Økt endediastolisk volum
      - Økt volum av ventriklene
      - Økt strekkbarhet i hjertet
        - o For full pott bør de diskutere at strukturelle endringer tar tid og den raske økningen i  $VO_2$  maks etter kortere

*treningsperioder sannsynligvis skyldes økt venøs tilbakestrømming*

- *Økt venøs tilbakestrømming*
    - *Økt totalt blodvolum*
      - *Økt PV (raskt)*
      - *Økt RCV (tar lengre tid, gjerne noen uker/måneder)*
    - *Aktivering av vener?*
    - *Mer effektiv muskel-vene pumpe?*
  - *Redusert endesystolisk volum*
    - *Økt kontraktilitet*
    - *Redusert afterload*
3. Utholdenhetstrening fører til en stor økning av kapillærtetthet i muskulaturen. Likevel er det bare en liten til moderat økning i den maksimale arterievenøse oksygendifferansen etter en periode med trening. Forklar da hvilken rolle økningen i kapillærtetthet har for endringene vi ser i  $VO_{2maks}$  etter utholdenhetstrening (6 poeng).

*Sensorveiledning: Selv om a-v O<sub>2</sub> differansen ikke øker mye ved trening så er den økte kapillærtettheten viktig for den økningen vi ser i VO<sub>2maks</sub>. Etter trening ser man en økning i det maksimale minuttvolumet. Det betyr at ved maksimalt arbeid så er det en større mengde blod som skal strømme gjennom muskulaturen per tidsenhet enn før treningsperioden. Hadde man ikke sett enn økning i kapillærtetthet etter trening måtte det økte minuttvolumet strømmet gjennom samme antall kapillærer som før trening som betyr at blodet ville strømmet raskere igjennom og tiden blodcellene er i kapillærene (mean transit time) ville blitt kortere. Dette ville igjen ført til at tiden tilgjengelig for gassutveksling ikke ville blitt tilstrekkelig for fullstendig diffusjon av oksygen. Dette ville ført til en økning i oksygeninnholdet i veneblodet og dermed en nedgang i a-vo<sub>2</sub> differansen. Økningen i kapillærtetthet er dermed viktig for å opprettholde a-vo<sub>2</sub> differansen ved økt minuttvolum. Studentene kan også nevne at trening muligens kan føre til en reduksjon i oksygeninnhold i arterieblod pga redusert metningsgrad og muligens redusert Hb konsentrasjon. Da kan det å se utelukkende på a-v O<sub>2</sub> differansen «lyve» litt med tanke på effektene som skjer i muskulatur slik at økt kapillærtetthet nok også bidrar til å redusere oksygeninnholdet i veneblodet.*

## Utholdenhet flervalgsoppgaver (24 poeng). 2 poeng per oppgave.

Slagvolum er

- Endediastolisk volum minus endesystolisk volum
- Mengden blod hjertet slår på et minutt
- Mengden blod som pumpes ut av venstre ventrikkel per hjerteslag
- Mengden blod igjen i hjertet etter systolen

Hva er hjertets ejsjonsfraksjon?

- Hvor stor prosentandel av det endediastoliske volumet som blir pumpet ut per hjerteslag
- Det endediastoliske volumet minus det endesystoliske volumet
- Volumet av venstre ventrikkel
- Et mål på preload

Oksygeninnholdet i arterielt blod bestemmes av

- Minuttvolum og blodvolum
- Hemoglobin konsentrasjon og hemoglobins metningsgrad
- Endediastolisk volum og total hemoglobinmasse
- Maksimal hjertefrekvens og slagvolum

Hvilke(n) av faktorene under er større hos en godt utholdenhetstrent enn hos en utrent?

- Hemoglobin konsentrasjonen
- Blodvolumet
- Ventrikkelens compliance (strekbarhet)
- Oksygeninnhold i arterielt blod under maksimalt arbeid

Hvilke(n) av faktorene under er lavere hos en godt utholdenhetstrent enn hos en utrent?

- Preload
- Oksygeninnhold i veneblod under maksimalt arbeid
- Kapillærtetthet
- Endediastolisk volum

Hva er utnyttingsgrad?

- Den maksimale hastigheten på den aerobe energiomsetningen
- Prosentandelen av det maksimale oksygenopptak en kan arbeide på under en konkurranse
- Oksygenkostnaden per meter
- Hvor stor andel av det endediastoliske volumet som blir pumpet ut per hjerteslag

Hva sier Starlings hjertelov (Frank-Starling mekanismen)?

- At det endesystoliske volumet bestemmer slagvolum
- At minuttvolum er slagvolum ganger med hjertefrekvens
- At en økning i det endediastoliske volumet fører til en tilsvarende økning i slagvolum
- At slagvolum er det endediastoliske volumet minus det endesystoliske volumet

Hvilke(n) av følgende mekanismer bidrar til økt slagvolum etter en periode med utholdenhetstrening?

- Økt blodvolum
- Økt mengde aerobe enzymer i arbeidene muskulatur
- Bedre fordeling av minuttvolum
- Økning av ventrikkelens indre diameter

Hvilke(n) av følgende mekanismer bidrar til redusert oksygeninnhold i blanda veneblod ved maksimalt arbeid etter en periode med utholdenhetstrening?

- Økt slagvolum
- Økt kapillærtetthet i arbeidende muskulatur
- Bedre distribusjon av minuttvolumet
- Økt plasmavolum

Hvilke av følgende faktorer påvirker det endesystoliske volumet?

- Kapillærtetthet
- Respirasjonspumpa
- Afterload
- Hjertets kontraktilitet

Hva er mekanisk effektivitet?

- Arbeidsøkonomien
- Eksternt (ytre) arbeid dividert med energiforbruk
- Utnyttingsgrad
- Oksygenopptak på en bestemt arbeidsbelastning

Det er svært god sammenheng mellom

- Hemoglobinmasse og fettfri masse
- Maksimalt oksygenopptak og [Hb]
- Hemoglobinmasse og [Hb]
- Maksimalt oksygenopptak og hemoglobinmasse

## Styrke langsvar (20 poeng), med sensorveiledning

1. Ranger i stikkordsform nevrale tilpasningen for økt «rate of force development» (RFD) i sittende kneekstensjon (ett bein). Ranger fra viktigst til minst viktig. (5 poeng)

### *Sensorveiledning:*

1. Økt fyringsfrekvens
  2. Økt rekruttering av motoriske enheter (denne kan også stå øverst)
  3. Redusert antagonist aktivitet
  4. Forbedret koordinasjon av ulike muskelgrupper
- 
2. En utrent person forbedrer maksimalstyrke (1RM) i knebøy med 20% over 10 uker. I løpet av de neste 5 årene øker hen styrken med 70%. Ranger i stikkordsform 3-5 mulige tilpasninger til økt 1RM over den innledende 10-ukerperioden. Gjør så det samme for 5-årsperioden. Ranger fra viktigst til minst viktig. (5 poeng)

*Sensorveiledning: Det er ikke nødvendigvis en riktig rekkefølge, så det gis poeng for flere tilpasninger, men koordinasjon/nevrale tilpasninger og muskelvekst bør stå øverst for, henholdsvis, 10-ukerperioden og 5-årsperioden.*

### *10 uker:*

- I. Forbedret koordinasjon av ulike muskelgrupper (teknikk)
- II. Økt rekruttering av motoriske enheter
- III. Muskelvekst i kne- og hofte-strekkere
- IV. Arkitekturendringer (fasikkelvinkelendringer) i sentrale muskler

### *5 år:*

- I. Muskelvekst, spesielt i kne- og hofte-strekkere
- II. Arkitekturendringer (fasikkelvinkelendringer) i sentrale muskler
- III. Forbedret koordinasjon av ulike muskelgrupper (bevegelse og teknikk)

3. Lag en liste med stikkord over endringer i muskelskjelettapparatet som vi ser ved aldring. Del opp i tema som funksjon, muskel/muskelfibre og nervesystem. (10 poeng)

*Sensorveiledning:*

*Funksjon:*

- I. Redusert «power» (W)*
- II. Redusert RFD (N/s)*
- III. Redusert maksimal styrke*
- IV. Redusert spesifikk styrke*
- V. Redusert relaksasjon (avspenning)*

*Muskler:*

- VI. Atrofi*
- VII. Økt andel intermuskulært bindevev og fettvev*
- VIII. Fortrinnsvis atrofi/tap av type-II-fibre*
- IX. Redusert antall satellittceller*
- X. Svekket eksitasjon-kontraksjonskobling*
- XI. Redusert kryssbro-kinetikk*

*Nervesystem:*

- I. Tap av motoriske enheter (type II)*
- II. Redusert nerveledningshastighet (myelin)*

**Styrke flervalgsoppgaver (30 poeng). 2 poeng per oppgave.**

Hva står EMG for?

1. Elektromyografi
2. Elektromuskelgyroskopi
3. Elektromyogyroskopi
4. Elektromultigrafi

Hvilken ionekanaler er direkte avgjørende for EMG-signalet? (2 poeng)

1. Ca<sup>2+</sup>-kanaler
2. Mg<sup>2+</sup>-kanaler
3. Na<sup>+</sup>-kanaler
4. K<sup>+</sup>-kanaler

Hva er riktig om Hills-kurve (kraft-hastighetskurven) for isolerte muskelfibre?

1. Kraften øker med økende forkortningshastighet
2. Kraften synker lineært ved økende forkortningshastighet
3. Forholdet mellom kraft og forkortningshastighet er tilsvarende for konsentriske og eksentriske kontraksjoner
4. Kraften synker kurvelineært med økende forkortningshastighet
5. Kraften øker avtagende ved mer negative forkortningshastigheter (kraften flater av)

Hva er riktig om intracellulære signalveier?

1. Det er bare signalveien via mTOR som leder til muskelvekst.
2. Det er flere signalveier som kan påvirke omsetningen av proteiner og gi muskelvekst, f.eks. mTOR-veien og MAPK-veien.
3. Hormoner, som testosteron, gir kun muskelvekst via endret genekspresjon
4. Testosteron gir muskelvekst via økt produksjon av MGF (IGF-1) som først og fremst påvirker FOXO-signalveien.

Hva er feil om satellittceller?

1. Satellittceller er avgjørende for regenerering av skadde muskelfibre
2. Satellittceller er avgjørende for hypertrofi, men ikke regenerering
3. Satellittceller kan dele seg (proliferere)
4. Satellittceller kan dele seg, men bare et visst antall ganger
5. Satellittceller kan stimuleres til å bli både fibroblaster og fettceller.

Hva er riktig om hormoner?

1. Fysiologiske nivåer av testosteron er avgjørende for den generelle forskjellen i muskelmasse mellom menn og kvinner, men har mindre å si for den relative utviklingen av muskelmasse ved styrketrening.
2. ~~Fysiologiske nivåer av testosteron er avgjørende for den generelle forskjellen i muskelmasse mellom menn og kvinner, og det forklarer hvorfor menn kan legge på seg relativt sett mer muskler enn kvinner ved styrketrening.~~
3. Østrogen er et hormon som begrenser utviklingen av muskelmasse hos kvinner.
4. Veksthormon kan øke kraftig under en styrketreningsøkt og er avgjørende for muskeloppbyggende effekten.
5. Veksthormon kan øke kraftig ved styrketrening, men det er usikkert om denne hormonresponsen har betydning for den muskeloppbyggende effekten.

Hva er riktig om styrketrening og prestasjon?

Styrketrening garanterer færre skader, slik at det blir kontinuitet i treningen og dermed økt fremgang.

Styrketrening øker kraftpotensialet i musklene som kan gi en fordel både i idretter med krav til utholdenhet og i idretter med krav til stor og hurtig kraftutvikling.

Styrketrening gir alltid raskere nervebaner og gjør muskelkontraksjonene mer energiøkonomiske.



Styrketrening kan øke fjærstivheten i senene til musklene som trenes, noe som kan bidra til bedre arbeidsøkonomi, f.eks. bedre løpsøkonomi.

Hva er feil om muskelvekst?

1. Muskelvekst skjer kun ved at tverrsnittsarealet på muskelfibrene øker
2. Hypertrofi betyr volumøkning av en muskelcelle, som følge av økt tykkelse og/eller lengde.
3. Muskelvekst kan skje ved hypertrofi og/eller hyperplasi
4. Hyperplasi vil si at det dannes nye muskelfibre.
5. Muskelvekst skjer ved myofibrillogenese.

Hva er riktig om muskelvekst?

1. Overkroppsmuskler og underkroppsmuskler viser normalt lik relativ økning i muskeltverrsnitt ved styrketrening.
2. Overkroppsmuskler viser normalt noe større relativ økning i muskeltverrsnitt ved styrketrening enn og underkroppsmuskler.
3. Underkroppsmuskler viser normalt noe større relativ økning i muskeltverrsnitt ved styrketrening enn og overkroppsmuskler.
4. Quadriiceps-muskulaturen viser normalt større tverrsnittøkning enn biceps brachii.

Hvilke metoder er aktuelle for å måle nevril adaptasjon til styrketrening?

1. Interpolatert twitch technique
2. Magnetresonansundersøkelse (MR)
3. Transkraniell magnetisk stimulering
4. Ultralyd og måling av muskelarkitekturen
5. Immunohistokjemi (muskelbiopsi)
6. Blodprøve av kreatin kinase (CK)

Når en muskelfiber øker i tverrsnittsareal som følge av styrketrening, skyldes dette:

1. Antall mitokondrier øker kraftig slik at mitokondrievolumet øker
2. Antall myofibriller øker
3. Det relative volumet av sarkoplasmatisk retikulum øker kraftig
4. Myofibrillene blir større

Når en utrent person starter med regelmessig tung styrketrening er det vanlig at:

1. Type IIA-fibre går over til type IIX-fibre
2. Type I-fibre vokser mer enn type II-fibre
3. Type II-fibre vokser mer enn type I-fibre
4. Type IIX-fibre går over til type IIA-fibre

Myostatin kan være med på å regulere muskelmassen i et individ ved at:

1. Økt mengde myostatin i en muskel øker hastigheten på proteinsyntesen
2. Redusert mengde aktivt myostatin i fosterlivet kan føre til at det dannes flere muskelfibre
3. Økt mengde myostatin ved styrketrening kan aktivere satellittcellene
4. Redusert mengde myostatin ved styrketrening kan aktivere satellittcellene

Hvilke (-n) av kinasene nevnt under kan hemme hastigheten på muskelproteinsyntesen?

- a) AMPK
- b) mTOR
- c) p70S6K
- d) PFK

Hvilke (-n) av vekstfaktorene nevnt under ser ut til å være viktige for aktiveringen av satellittceller?

a) MGF

b) VEGF

c) HGF

d) CDGF