

Sensorveiledning: Ordinær eksamen i THP202, Juni 2023.

Oppgave 1 (10 poeng):

Fick ligning kan skrives slik: $VO_{2maks} = HF_{maks} * SV * (CaO_2 - CvO_2)$

- a) Hva er de fulle navnene de på ulike faktorene i ligninga slik den er skrevet her, hva er definisjonen på faktorene og hvilken enhet har de? For eksempel «HFmaks er forkortelse for 'den maksimale hjertefrekvensen', og er den maksimale hjertefrekvensen en person kan oppnå. Enhet er slag per minutt». Skriv tilsvarende for VO_{2maks} , SV , CaO_2 og CvO_2 . (4 poeng)

Sensorveiledning:

- VO_{2maks} er forkortelsen for 'det maksimale oksygenopptaket', som er den maksimale mengden oksygen en person kan ta opp per tidsenhet. Enheten er liter per minutt eller milliliter per minutt (kan skrive forkortelser, for eksempel L og mL).
 - SV er 'slagvolum' som er det volumet blod hjertet pumper ut i en kontraksjon ('slag'). Enheten er liter eller milliliter.
 - CaO_2 er oksygeninnholdet i arterieblod og enheten er milliliter oksygen per liter eller milliliter blod.
 - CvO_2 er oksygeninnholdet i sentralvenøst blod og enheten er milliliter oksygen per liter eller milliliter blod.
- b) Sett inn realistiske tall på de ulike faktorene i ligninga for en kvinne på 65 kg. Ligninga trenger ikke gå opp, dvs venstresida trenger ikke være lik høyresida (altså, dere trenger ikke regne). (3 poeng)

Sensorveiledning

- VO_{2maks} : 2000 – 4500 mL/min
- HF_{maks} : 160 – 210 slag/min
- SV : 90 – 150 mL
- CaO_2 : 150 – 200 mL/L
- CvO_2 : 20 – 60 mL/L

Godkjenner litt utenfor disse områdene

- c) Hvilke faktorer bestemmer CaO_2 og CvO_2 , og hva er realistiske verdier på disse faktorene. (3 poeng)

Sensorveiledning:

- Oksygeninnholdet i blodet bestemmes av hemoglobin-konsentrasjonen og oksygenmetningen i % samt konstanten 1,34 ml oksygen per gram hemoglobin. Disse tre faktorene multipliseres med hverandre. Realistiske verdier for [Hb] er i området 115 g/L – 165 g/L. Oksygenmetning er i arterieblod normalt i området 90 – 98% og i veneblod fra 10 – 40%. Godkjenner litt utenfor disse områdene

Oppgave 2 (20 poeng):

I et treningsforsøk over 8 uker, gjennomførte 10 deltakere kondisjonstrening 4 ganger per uke. De ble testet grundig på ergometersykel før og etter treningsperioden der ulike faktorer ble målt ved flere submaksimale og maksimale intensiteter. Figur a - e under viser hvordan ulike faktorer endret seg med økende intensitet før og etter treningsperioden.

- a) Foreslå eksempler på 2 ulike effektive treningsøkter som kan inngå i programmet. Oppgi intensitet og varighet (her er det flere riktige svar) **1 poeng**

Sensorveiledning

- Godkjenner alle økter med varighet 30 – 120 min, intervall eller langkjøring der det oppgis intensitet.
- b) Endringene i figur a fra før til etter treningsperioden kan beskrives slik: «Fra før til etter treningsperioden har oksygenopptaket ved de submaksimale intensitetene ikke er endret seg, men det maksimale oksygenopptaket har økt». Beskriv hver av figurene b – e på sammen måte, altså uten å forklare hvorfor endringene har skjedd (som du skal svare på i neste spørsmål). **(4 poeng)**

Sensorveiledning:

Fra før til etter treningsperioden er ...

Figur b: ... MV litt redusert ved submaksimale intensiteter, men økt ved maksimale intensiteter.

Figur c: avO₂-differansen økt ved alle intensiteter.

Figur d: HF redusert ved submaksimale intensiteter, og er uforandret ved maksimale intensiteter.

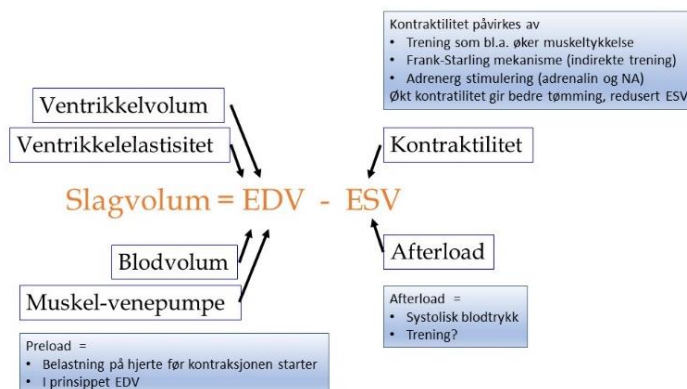
Figur d: ... SV økt ved alle intensiteter.

- c) For hver av figurene b – e, beskriv de fysiologiske mekanismene som ligger til grunn for effekten av trening som figuren viser. **(15 poeng)**

Sensorveiledning

- Figur b: MV ved submaksimale belastninger er redusert fordi avO₂-differransen har økt. Ved samme oksygenopptak (uendret arbeidsøkonomi) må derfor MV ha blitt redusert. Ved maksimal belastning har MV økt fordi SV har økt (se under).
- Figur c: avO₂-differansen har økt fordi antall kapillærer har økt og antall mitokondrier har økt. Av disse to er sannsynligvis økt kapillærtetthet det viktigste. Økt kapillærtetthet vil redusere diffusjonsavstand og redusere/opprettholde mean transit time. Om noen nevner at bedre distribusjon av MV også kan gi litt større avO₂-diff er det et pluss.
- Figur d: HF ved submaksimale intensiteter er redusert fordi SV (og litt avO₂-diff) har økt og O₂-behovet er det samme (uendret arbeidsøkonomi).
- Figur e: SV har økt fordi EDV har økt og ESV ikke er vesentlig endret. Figuren under beskriver mekanismene. Det forventes nødvendigvis ikke at figuren inkluderes i svaret, eller at alle punktene i figuren blir kommentert. Om en figur inkluderes, forventes noe forklarende tekst.

Hva påvirker slagvolum?



Oppgave 3: Flervalgsoppgaver (20 poeng)

I arterielt blod i hvile er

- oksygeninnholdet cirka 100 mL per liter blod
- oksygeninnholdet cirka 200 mL per liter blod
- oksygentrykket normalt 1,3 kilopascal/40 mmHg
- oksygentrykket normalt 13,3 kilopascal/100 mmHg

Oksygentrykket i luften rundt oss er cirka

- 21%
- 141,2 kPa (1059 mmHg)
- 21,3 kPa (160 mmHg)
- 13,3 kPa (100 mmHg)

Hvilestoffskiftet til en person er typisk

- 1700 – 2700 kcal per døgn
- 700 – 1700 kcal per døgn
- 2000 – 3000 kcal per døgn
- 1200 – 2000 kcal per døgn

O₂-opptaket hos en hvilende voksen person er i området

- 400 – 500 ml/min
- 600 – 700 ml/min
- 200 – 300 ml/min
- 100 – 200 ml/min

Energiomsætningen i forbindelse med termisk effekt av matinntak er

- cirka 6% av den daglige energiomsætningen
- cirka 10% av den daglige energiomsætningen
- cirka 2% av den daglige energiomsætningen
- Cirka 20% av energiinnholdet i maten vi spiser

For hver liter O₂ forbrukt, er energiomsætningen ved lette arbeidsbelastninger cirka

- 18 kilojoule
- 5 kilokalorier
- 4 kilokalorier
- 20 kilojoule

Hva er 'arbeidsøkonomi'?

- Eksternt arbeid dividert på energiforbruk
- Energiforbruk per meter
- Oksygenopptak
- Oksygenforbruk per meter

Blodvolumet er lik

- Plasmavolum ganger med [Hb]
- Hemoglobinmasse dividert med hematokritt
- Summen av røde blodceller og plasmavolum
- Hemoglobinmasse dividert med [Hb]

Det er svært god sammenheng ($r > 0,88$) mellom

- Hemoglobinmasse og fettfri masse
- Maksimale oksygenopptak og [Hb]
- Hemoglobinmasse kroppshøyde
- Maksimale oksygenopptak og hemoglobinmasse

Det er svak til moderat sammenheng ($r < 0,70$) mellom

- Hemoglobinmasse og hemoglobinkonsentrasjon
- Maksimale oksygenopptak og fettfri masse
- Maksimale oksygenopptak og blodvolum
- Blodvolum og fettfri masse

Oppgave 4 (6 poeng):

Redegjør for dose-respons-forholdet mellom:

- Treningsmotstand (i % av 1RM) og styrkefremgang (1RM)
- Treningsmotstand (i % av 1RM) og muskelvekst (økning i muskelverrsnittareal)

Sensorveiledning:

- 1RM i en gitt øvelse er en spesifikk ferdighet, som må trenes spesifikt. Pluss for å si noe om nevralt tilpasninger her. Antagelig er det derfor et dose-respons-forhold mellom treningsmotstand og styrkefremgang. Det er imidlertid en utfordring å få tilstrekkelig treningsvolum ved treningsmotstand nær 1RM, (>90%), for det gir få reps per serie. Det synes gunstigst med trening rundt 80-95% 1RM, for det er spesifikt nok samtidig som det gir muskelvekst over lengre tidsperioder (måneder).
- Ved treningsmotstand > 20-30% av 1RM synes det ikke å være et dose-respons-forhold for muskelvekst, forbeholdt at treningsvolumet kan tilpasses (dette bør forklares). Pluss for å nevne hvordan en kombinasjon av mekanisk, metabolsk og hormonelt stimuli kan forklare hvorfor det *ikke* er et dose-respons-forhold. Blood-flow-restricted exercise, «okklusjonstrening» kan beskrives for å eksemplifisere at lav treningsmotstand kan gi betydelig muskelvekst.

Oppgave 5 (6 poeng):

Forklar muskelhypertrofi ved styrketrening. Hva skjer inne i muskelfibrene? Du skal ikke beskrive og forklare stimuli og signalveier, men hvordan en muskel gradvis kan øke i volum ved påfølgende styrketreningsøkter.

Sensorveiledning:

Her skal kandidaten forklare oppbygningen av en muskelfiber og forklare hvordan den myofibrillære strukturen kan bygges ut (proteiner/filamenter bør nevnes). Myofibriell hypertrofi krever at det dannes flere sarkomerer som inkorporeres i eksisterende myofibriller eller at nye dannes. Eksisterende, store myofibriller kan trolig dele seg, slik at danne flere myofibriller. Addering av sarkomerer kan skje både i bredden og lengde. Hypertrofi bør derfor defineres som volumøkning, ikke kun tverrsnittøkning. Pluss for å forklare sarkomerogenese og modningsprosessen av sarkomerer/myofibriller.

Oppgave 6 (10 poeng):

Endringer i nervesystemet kan gi økt styrke uten muskelvekst. Forklar mekanismene for nevralt adaptasjon til styrketrening og hvilke laboratoriemetoder som kan benyttes for å avdekke dette.

Sensorveiledning:

Nevral adaptasjon kan forenklet skje på ryggmargsnivå og på supraspinalt nivå – spesielt i motorisk hjernebark. Kandidaten bør nevne at nevralt adaptasjon ved enkle, kraftfulle og eksplosive muskelkontraksjoner er økt rekruttering av motoriske enheter og fyringsfrekvens. Pluss for å nevne at nervesystemet kan igangsette kontraksjoner med høyere fyringsfrekvens enn det som kreves for å opprettholde et kraftnivå (aksjonspotensial som kommer i «dupletter» og «tripletter»). I alle bevegelser, som ved en 1RM-test i knebøy, må innsatsen fra ulike muskler koordineres. Balanse (postural kontroll) og agonist-antagonist-aktivering krever komplekse motorisk program i hjernen, som gir stort potensial for prestasjonsforbedringer. Kandidaten bør nevne at det er større rom for nevralt adaptasjon i f.eks. vektløfting enn isolerte albue- eller kneekstensjonsbevegelse. Teknikker som kan nevnes og forklares: EMG, muskel- og perifer-nerve-stimulering, interpolert twitch/tetanus-teknikk, H-refleks, v-wave, og transkraniell magnetisk stimulering.

Oppgave 7 (8 poeng):

Sarkopeni

- a) Hva er sarkopeni?
- b) Hva kan være årsaken(e) til at eldre gradvis mister muskelmasse og -styrke?

Sensorveiledning:

- a) Sarkopeni kan defineres etter ulike kriterier, men referer overordnet til tap av muskelmasse ved aldring. Tilstanden er definert som en muskelsykdom. Pluss for å nevne EWGSOP2 eller andre definisjonskriterier. EWGSOP2 benytter måling av kroppssammensetningen med DXA og gripestyrkekraft. Det er et poeng at muskelmassen reduseres samtidig som muskelkvaliteten (kraft/tverrsnittsareal) synker. Dette gir også funksjonsnedgang i dagligdagse aktiviteter og idretter. Pluss for å oppgi referanseverdier og å si noe om eksplosiv styrke (RFD) og balanse.
- b) Ved økende alder forringes mange cellulære prosesser (pluss for detaljer om dette), men det er vanskelig å skille aldring i seg selv fra redusert aktivitetsnivå. Det synes klart at det foregår en generell atrofi av muskelfibre parallelt med et tap av muskelfibre. Tap av muskelfibre er knyttet til tap av motoneuroner i ryggmargen, og type-II-motoriske enheter er mer utsatt enn type-I-enheter. Dette bør redegjøres for sammen med re-innervering av muskelfibre. Sarkopeni er videre assosiert med reduksjon i hormonnivåer, som veksthormon og kjønnshormoner (testosteron og østrogen), vekstfaktorer (som IGF-1), og lavgradig inflammasjonsprosesser – både i sirkulasjon og i muskelvevet. Lavt energiinntak, som følge av redusert appetitt, har en akselererende effekt på sarkopeni-tilstanden.

Oppgave 3: Flervalgsoppgaver (20 poeng)

Hvilke(n) metode(r) kan brukes til å bestemme fibertypesammensetningen?

- Immunohistokjemi med antistoffer mot myosintype I, IIA og IIX
- Immunohistokjemi med antistoffer mot desmin og dystrofin
- mRNA-analyser av myosintype I, IIA og IIX
- Isokinetisk styrketester, som gir et kraft-hastighetsforhold

Hvordan kan vi måle aktiveringsgraden for knestrekkerene (quadriceps) ved sittende kneekstensjon i et dynamometer?

- Ved måle elektrisk aktivitet i muskelen ved hjelp av elektromyografi (EMG)
- Ved å elektrisk stimulere vastus medialis og bruke interpolert-twitch teknikk
- Ved å elektrisk stimulere femoralis nerven og bruke interpolert-tetanus teknikk
- Ved å teste H-refleksen: Femoralisnerven stimuleres elektrisk og EMG måles i vastus lateralis

"Rate of force development" (RFD) i en maksimal isometrisk kontraksjon kan øke etter en styrketreningsperiode som følge av:

- At tilhørende sene får økt fjærstivhet
- At vi får overgang fra type IIX til type IIA fibre
- At vi får økt forekomst av dubletter og tripletter (aksjonspotensialer) i starten av kontraksjonen
- At vi får økt forekomst av dubletter og tripletter i slutten av kontraksjonen

Med økende alder ser vi gradvis tap av muskelstyrke. Omtrent hvor stort er styrketapet fra 40 til 70 års alder?

- 5%
- 20%
- 30%
- 60%

Når en utrent person starter med regelmessig tung styrketrening, forventer vi i løpet av de første ukene å se:

- En overgang fra fibertype IIA til IIX
- En overgang fra fibertype IIX til IIA
- Ingen endring i forholdet mellom fibertype I og II (IIA+IIX)
- En overgang fra fibertype IIA til I

Et økt tverrsnittsareal på en muskelgruppe som vi styrketrener i en 12-ukersperiode kan komme av:

- Økt lengde på muskelfibre i en spoleformet muskel
- Økt lengde på muskelfibre i en fjærformet muskel
- Økt tverrsnittsareal på muskelfibrene
- En overgang fra type IIA til IIX fibre

Ved samme muskelfibertypesammensetning, hvilke konsekvenser vil hypertrofi kunne ha for muskelens kontraktile egenskaper?

- Tiden fra aktivering til maksimal kraft blir kortere
- Muskelen får absolutt høyere «rate of force development» (RFD; N/s)
- Muskelen kan bli raskere, fordi Ca^{2+} -ionene når de midtre deler av myofibrillen tidligere
- Muskelen kan bli mer utholdende, fordi Ca^{2+} -ionene når de midtre deler av myofibrillen langsommere

Hvilke (-n) av kinasene er spesielt viktige for at muskelproteinsyntesen skal øke etter en styrketreningsøkt?

- AMPK
- mTOR
- GAPDH
- Testosteron

Hvilke av følgende påstander er riktige om mulige effekter av styrketrening på faktorer som er viktig for utholdenhetsprestasjon:

- Både tung styrketrening og plyometrisk trening kan bedre løpsøkonomien (VO_2 per meter)
- Plyometrisk trening, men ikke tung styrketrening, kan bedre løpsøkonomien
- Tung styrketrening (1-6RM) øker $\text{VO}_{2\text{maks}}$
- Løpsøkonomien ser ikke ut til å bli påvirket av styrketrening

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

- IL-6
- VEGF
- HGF
- TNF-alpha