

Utsatt eksamen i THP202, august 2022.

Eksamen består av en utholdenhetsdel (50%) og en styrkedel (50%). Begge deler har tekstoppgaver (til sammen 60% av poengene) og flervalgsoppgaver (40%).

Viktig om flervalgsoppgavene: Flervalgsoppgavene vil ha 4 alternative svar. Det kan være ett eller to riktige svar. På hvert spørsmål får dere 2 poeng for helt riktig svar. Om det er to riktige alternativer og dere svarer én riktig får dere 1 poeng. For hver feil får dere minus 1 poeng, men ingen enkeltspørsmål kan og minuspoeng.

Oppgave 1 (22 poeng)

Hundre personer gjennomførte et effektivt program med utholdenhetstrening i 8 uker. Treningen bestod av 2 effektive intervalløkter og to effektive langkjøringer på 40 – 60 minutter hver uke. Før og etter treningsperioden ble det maksimale oksygenopptaket målt. Under denne testen ble også minuttvolumet målt. I tillegg ble det før og etter treningsperioden tatt muskelbiopsier og deltakerne gjennomførte en 3000 løpetest. I gjennomsnitt økte det maksimale oksygenopptaket med 9 %.

- a) Ti personer hadde liten endring av det maksimale oksygenopptaket, i gjennomsnitt 1%. Gjennomsnittlig endring for de 10 personene som har størst fremgang var 18%. Angi mulige årsaker til at noen fikk større fremgang enn andre! (2 poeng)

Sensorveiledning: Det er spesielt treningsstatus og arv er som påvirker effekten av trening.

- b) Hvor stor fremgang forventer du at deltakerne i gjennomsnitt fikk på 3000m? Og forventer du samme spredning, mindre spredning eller større spredning i forbedringen på 3000 m som for det maksimale oksygenopptaket? Begrunn svaret! (3 poeng)

Sensorveiledning: Det forventes omtrent samme %vise fremgang på 3000 m og samme spredning i fremgang som for VO₂maks (forsøk har også bekreftet dette). Begrunnelsen er at på 3000 m løp bruker man typisk 10 -15 minutter og prestasjonen er i stor grad avhengig av VO₂maks, arbeidsøkonomi og i mindre grad utnyttingsgrad. Det forventes ikke at arbeidsøkonomi skal endres mye. Godkjenner litt slingringsmenn her, men begrunnelsen bør være i denne retning skal en få full pott

- c) Hvor stor økning i minuttvolumet og slagvolum forventer du at deltakerne i gjennomsnitt fikk i løpet av treningsperioden. Begrunn svaret! (3 poeng)

Sensorveiledning: Det forventes om lag samme økning i SV og MV som økning av VO₂maks, kanskje litt mindre. Begrunnelsen er at VO₂maks er produktet av maksimalt MV og arterio-venøs O₂-differanse ($VO_2\text{maks} = MV_{\text{maks}} \times a-v \text{ O}_2\text{-differanse}$). a-v O₂-differanse kan øke litt, men største delen av økningen av VO₂maks har vist seg skyldes økning av MV. MV er produktet SV og HF. Maksimal HF øker ikke ved trening. Altså forventer vi omtrent samme økning i SV som MV.

- d) Hvilke mekanismer kan ligge til grunn for økningen i minuttvolumet! (6 poeng)

Sensorveiledning: Økning av maksimalt MV skyldes økning av maksimalt SV. Slagvolumet er differansen mellom EDV og ESV. EDV øker ved trening pga økt elastisitet (compliance) i hjertet og økt tilbakestrømming av blod til hjertet i diastolen. Økt tilbakestrømming skyldes økt blodvolum og sannsynligvis bedre nervøs kontroll av venøst blodvolum (venøst blodvolum reduseres under arbeid). Økt EDV krever en kraftigere kontraksjon for å tømme hjertet for blod. Det økte EDV gir i seg selv kraftigere kontraksjon (Frank-Starling mekanismen), men trening øker også hjertets kontraktilitet (dvs at hjertes kontraksjonskraft ved et gitt EDV øker). Den økte kontraktiliteten skyldes delvis en økt hjertemuskel-tykkelse. Disse forholdene opprettholder ESV

(men EDV reduseres ikke ved trening). Trening gir også redusert afterload (blodtrykk i aorta). Utholdenhetstrening øker også størrelsen på hjertekamrene (eksentriske tilpasninger).

- e) I muskelbiopsiene ble det målt en økning av antall kapillærer rundt hver muskelfiber på 15%, mens antall kapillærer per kvadratmillimeter ikke økte. Forklar hvordan det kan henge sammen! (3 poeng)

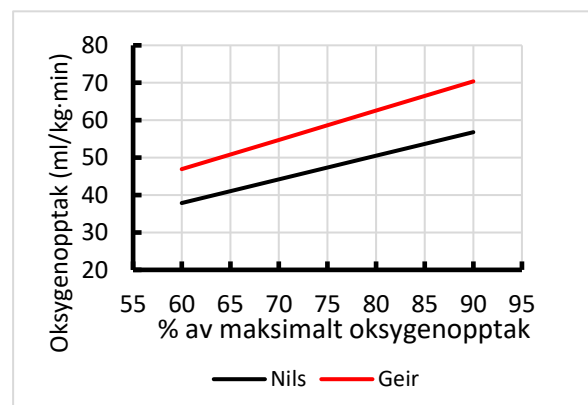
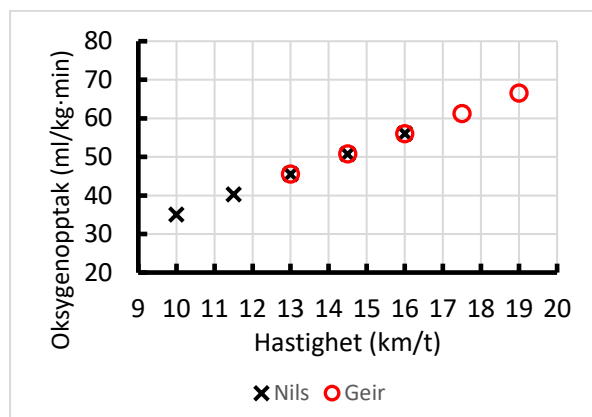
Sensorveiledning: Dette må henge sammen med at tverrsnittet på muskelfibrene økte under treningsperioden. Dermed kan antall kapillærer rundt hver muskelfiber øke uten at antall kapillærer per kvadratmillimeter øker.

- f) I en undergruppe på 10 deltakere, som alle hadde økt det maksimale oksygenopptaket, ble det gjennomført en ekstra test før og etter treningsperioden. Testen var en sykkeltest som varte i 10 minutter til utmattelse. Mot slutten av denne testen ble det tatt en blodprøve fra en arterie, fra vena cava og fra en vene som drenerer de arbeidende musklene i beinet. Hvilke endringer forventer du vil skje med oksygeninnhold i de tre blodårene fra før til etter treningsperioden. Begrunn svaret! (5 poeng)

Sensorveiledning:

- I arterien forventes det ikke noen endring i O₂-innhold ettersom det ikke forventes at verken Hb-konsentrasjon eller metning endres etter en kort treningsperiode.
- I venene som drenerer de arbeidende musklene i beinet forventes er liten reduksjon i O₂-innholdet siden treningen sannsynligvis har økt ekstraksjonen av O₂.
- I vena cava forventes også en reduksjon i O₂-innhold som delvis skyldes reduksjonen i den arbeidende muskulaturen (viktigst siden det meste av blodet kommer derfra). Men reduksjonen skyldes også redistribusjon av MV slik at større deler går til de arbeidende musklene (blod fra ikke arbeidende muskulatur har naturlig nok høyere O₂-innhold).

Oppgave 2 (8 poeng)



Figuren til venstre viser sammenhengen mellom hastighet (på x-aksen) og oksygenopptak (på y-aksen) hos to menn, Geir og Nils når de løper på tredemølle på 5 submaksimale hastigheter. Figuren til høyre er basert på de samme målingene av sub-maksimalt oksygenopptak (på y-aksen), men nå er det i forhold til "% av det maksimale oksygenopptaket" (x-aksen).

Oppgaver:

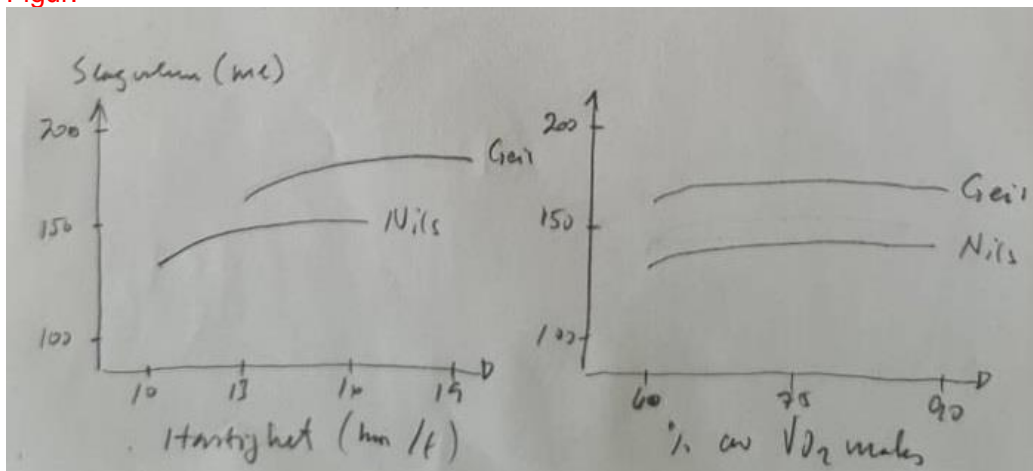
- Hva forteller figuren til venstre om arbeidsøkonomien til Geir sammenlignet med arbeidsøkonomien til Nils?
- Figuren til høyre viser at ved for eksempel 70% av det maksimale oksygenopptaket så har Geir et høyere oksygenopptak enn Nils. Forklar hvorfor!

- c) Tegn tilsvarende 2 figurer med slagvolum på y-aksen (altså den ene figuren med hastighet på x-aksen og den andre med “% av det maksimale oksygenopptaket” på x-aksen)! Det viktige er å få frem forskjellen på kurvene til Geir og Nils, ikke nøyaktig verdier for slagvolumene. Forklar kort hvorfor du har tegnet figurene som du har!

Sensorveiledning

- a) De har det samme oksygenopptaket på belastningene 13, 14,5 og 15 km/t forteller at de har lik løpsøkonomi. Alternativt: Sammenhengen mellom hastighet og oksygenopptak er identisk og de har derfor lik arbeidsøkonomi.
 b) Geir må ha høyere VO_{2max} siden 70% av VO_{2max} er høyere for Geir enn for Nils

- c) Figur:



- Slagvolumet må være høyere hos Geir fordi VO_{2max} er høyere og siden HF_{maks} ikke nødvendigvis er ulike. Om det også nevnes at arteriovenøs- O_2 -differens kan være litt høyere hos Geir, men at det ikke kan forklare den store forskjellen i VO_{2max} teller det pluss.
- Slagvolumet endrer seg ikke så mye ved økende belastning når man allerede er på 60% av VO_{2max} . Økningen fra hvile skjer hovedsakelig på lavere belastninger. Her godkjennes litt ulik helningsvinkel, det viktige er forskjellen mellom kurvene.

Oppgave 3 (flervalgsoppgaver)

Hvilke(n) av følgende mekanismer vil øke slagvolumet

- **Økt preload**
- Økt afterload
- **Økt kontraktilitet**
- Redusert sympaticus

Slutt-diastolisk volum minus sluttsystolisk volum er

- Minuttvolumet
- **Slagvolumet**
- **Blodmengden som pumpes ut av venstre ventrikel per hjerteslag**
- Ejeksjonsfraksjon

Hvilke(n) av følgende utsagn beskriver mest korrekt endringen i det maksimale minuttvolumet som effekt av kondisjonstrening?

- Minuttvolumet i hvile øker
- Minuttvolumet under et gitt submaksimalt arbeid reduseres
- **Minuttvolumet ved maksimalt arbeid øker**
- Minuttvolumet øker både i hvile, ved submaksimalt og maksimalt arbeid

I arterielt blod i hvile

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

Hvilke(n) av følgende målinger indikerer at lungene er begrensende for det maksimale oksygenopptaket?

- **Oksygenmetning i arterieblod under maksimalt arbeid er 91%**
- Oksygenmetning i arterieblod under maksimalt arbeid er 97%
- Oksygenmetning i veneblod under maksimalt arbeid er 85%
- **Oksygenmetning i arterieblod under maksimalt arbeid er 88%**

O₂-opptaket hos en hvilende voksen person

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

Slagvolumet i hvile hos en utholdenhetstrent person er typisk

- **120 ml**
- 200 ml
- 250 ml
- 70 ml

Hvorfor øker arteriovenøs oksygendifferanse etter en periode med utholdenhetstrening?

- Arteriell oksygenmetning reduseres
- **Venøs oksygeninnhold reduseres**
- Blodgjennomstrømningen øker
- Arteriell oksygeninnhold øker

Når maksimalt slagvolum har økt etter kondisjonstrening kan det skyldes

- Økt "preload" og kontraktilitet og redusert "afterload"
- Redusert "preload", kontraktilitet og "afterload"
- Redusert "preload", økt kontraktilitet og redusert "afterload"
- Økt "reload", kontraktilitet og "afterload"

Hvilken av disse faktorene er mest bestemmende for den totale anaerobe kapasiteten til en person?

- Det maksimale O₂-opptaket
- Hjertestørrelse
- Andel type-2 muskelfibre
- **Muskelmassen**

Oppgave 4 (8 poeng)

Beskriv tidsforløpet for muskelvekst ved styrketrening. Beskriv endringene i proteinsyntesen etter hver treningsøkt og akkumulering av proteiner (muskelvev) over uker og måneder. Diskuter to (2) forhold, utenom selve styrketreningen, som kan ha betydning for muskelvekst (f.eks. ernæring, alder og kjønn).

Sensorveiledning: Det forventes at kandidaten beskriver prosessen fra at treningen stimulerer til økt proteinsyntesehastighet til at det akkumuleres proteiner over flere treningsøkter. Det initiale stimulus kan være mekanisk stress, og det mest sentrale signaleringsproteinkomplekset er mTOR (her kan flere signalveier beskrives). Det forventes at lokale vekstfaktorer som IGF-1 (MGF) nevnes. Et sentralt poeng er at hypertrofi er avhengig av en netto økning i proteinomsetningen (syntese vs nedbrytning), og at dette må foregå over flere økter. Det er normalt vanskelig å måle hypertrofi før etter noen uker med trening. Pluss for å nevne noen metodiske utfordringer med dette, som betydning av muskelsvelling. Det forventes at kandidaten oppgir noen tall for muskelvekstforløpet (per økt eller over en periode). Diskusjonen av forhold som kan påvirke bør knyttes konkret til prosessen som beskrevet ovenfor. Tilgjengelighet av aminosyrer er eksempelvis helt avgjørende for hypertrofiprosessen (det er selve substratet); og over tid bør vi være i energibalanse for å bygge vesentlig med muskler (jf. balansen mellom syntese og nedbrytning i proteinomsetningen).

Oppgave 5 (7 poeng)

Diskuter betydningen av styrketrening for prestasjon i ballspillidretter som fotball og håndball. Oppgi mulige fordeler og ulemper ved at spillerne bruker tid på å trene styrke. Oppgi også hvilke(n) type(r) styrketrening du mener er aktuelt å benytte.

Sensorveiledning: Kandidaten bør komme inn på delegenskaper til en ballspillutøver, som hurtighet og spenst, og hvordan disse egenskapene kan påvirkes gjennom styrketrening. Ballidrett, særlig håndball, innebærer mye fysisk kontakt med motspillere og stor muskelmasse kan være en fordel. Styrketrening kan også være skadeforebyggende, men her bør det helst nevnes et konkret eksempel, som trening av hamstrings for å unngå hamstringtrekk (primært i fotball). Mulige ulemper med styrketrening er tidsbruk og total treningsbelastning. For mange spillere kan dette bety at hovedandelen av styrketreningen må periodiseres inn i treningsåret, for å unngå for store treningsmengder i sesong. I sesong må da styrke primært vedlikeholdes. I klassisk periodisering vil styrketreningen utenfor sesong vært rettet mot hypertrofi og maksimal styrke, men i sesong kan trening være mer «power»-orientert og idrettsspesifikk. Et poeng kan være at hypertrofi (muskelvekst) må til for å gi vesentlig forbedringer i de fysiske ressursene til spillerne, og effektene av styrketreningen må ses i et langtidsperspektiv.

Oppgave 6 (15 poeng)

Styrketrening for eldre

- a) Beskriv hvilke endringer vi normalt ser ved aldring fra 50-årsalder og oppover for muskelstyrke, muskelmasse og muskelkvalitet (5 p)

Sensorveiledning:

Muskelstyrke: 15% reduksjon per tiår til 70 år, deretter 30% per tiår. Dette er basert på tverrsnittsstudier, ikke mange longitudinelle studier, men de viser litt langsommere reduksjon – ca. 10% per tiår rundt 60-70 år.

Muskelmasse: Ca. 10% reduksjon per tiår, mye raskere ved perioder med immobilisering ved sykdom.

Muskelkvalitet: Differansen mellom tap av muskelstyrke og muskelmasse; kan være 10-30% tap av muskelkvalitet fra 50 til 70 års alder, sannsynligvis raskere etter fylte 80 år.

- b) Hvordan kan tilrettelagt styrketrening påvirke muskelstyrke, muskelmasse og muskelkvalitet hos en ellers frisk 80-åring som starter med styrketrening og følges over 12 uker? (5 p)

Sensorveiledning:

Forutsetning: Følge prinsipper for effektiv styrketrening, 2-3 økter per uke, 2-3 seirer per øvelse og 6-12 RM serier og tilfredsstillende kosthold; nok energi og protein..

Muskelstyrke: Målt som endring i 1 RM i treningsøvelser typisk 20-40% økning over 12 uker med trening; ca. 10% økning om man tester mer isolerte øvelser isometrisk og/eller isokinetisk.

Muskelmasse: ved helkroppsprogram kan man øke ca. 2-5% som kan utgjøre 1-3 kg.

Muskelkvalitet: Avhengig av utgangspunkt, men typisk 20-30% som igjen vil være differensen mellom økningen i muskelstyrke og muskelmasse.

- c) Hva ville du lagt vekt på i et styrketreningsprogram om du ønsker å øke beinmineraltetthet i korsrygg og lårhals hos en ellers frisk 70-åring? Hvilke endringer ville du forventet over en treningsperiode på 16-20 uker? (5 p)

Sensorveiledning:

Øvelsesutvalg: Øvelser som direkte påvirker og komprimerer knoklene man ønsker å påvirke; øvelser som har vist effekter er type knebøy og tå-hev der belastning er på øvre del rygg/skuldrene (apparater eller stang), andre øvelser med ekstra belastning på overkropp mens man bruker beina (trappegang med vektvest, opp og ned på benk, type markløft ved å løfte kasser med sandsekker etc. Motstand: relativt tungt slik at det blir stor belastning på knoklene; typisk 6 RM til 15 RM motstand brukt i studier som har vist effekt. Frekvens: På yngre ser det ut til at treningsfrekvens er viktigere for å påvirke knokler enn det er for muskler, men begrenset info foreløpig på eldre. Muligens er 3 økter per uke bedre enn to økter per uke, men 2-3 er i alle fall bedre enn bare 1 økt per uke. NB! Teknikk er viktig slik at ledd og knokler er i riktige posisjoner ved belastning og progresjon i innlæring slik at teknik er god når belastningen er stor. Forventet endring: 1-4% økning i BMT.

Oppgave 7 (flervalgsoppgaver)

Hva menes med hypertrofi, atrofi og hyperplasi?

- Hypertrofi = redusert cellevolum, atrofi = endret celleform, men uendret celle volum, hyperplasi = økt antall celler
- Hypertrofi = økt celletykkelse, atrofi = redusert cellevolum, hyperplasi = økt antall celler
- Hypertrofi = økt cellevolum, atrofi = redusert celletykkelse, hyperplasi = redusert antall celler
- **Hypertrofi = økt cellevolum, atrofi = redusert cellevolum, hyperplasi = økt antall celler**

Hvilke metoder benyttes til å finne fibertypesammensetning i en muskelprøve?

- **Immunohistokjemi på tverrsnittsprøver og gel-elektroforese på homogenat**
- ATPase-merking på tverrsnittsprøver og gen-sekvensiering på homogenat
- **ATPase-merking og immunohistokjemi på tverrsnittsprøver**
- Immunohistokjemi og gel-elektroforese på homogenat

I løpet 12 uker med styrketrening (3 økter per uke), hva forventer du?

- Lik muskelvekst for over- og underkroppsmuskler (f.eks. biceps brachii vs. quadriceps)
- **Størst muskelvekst overkroppen**
- Størst muskelvekst i underkroppen
- **Minst økning i maksimal styrke i underkroppen**

I løpet 12 uker med styrketrening (3 økter per uke) er den relative muskelveksten, det vil si prosent økning i anatomisk tverrsnittsareal, ...

- størst hos menn pga. deres testosteronnivåer
- lik null prosent (dvs ingen økning) både hos kvinner og menn
- størst hos kvinner pga. deres østrogennivåer
- **likt mellom kvinner og menn (fordi de viktigste mekanismene for muskelvekst er lokale i de trente musklene)**

Etter 8 uker med vektløfting øker du 1RM med 30% i rykk og støt. Hva tror du er den *mest* sannsynlige mekanismen for denne fremgangen?

- Muskelvekst i knestrekkerne (quadriceps) og hoftestrekerne (glutealmuskulaturen)
- Økt rekruttering av motoriske enheter og høyere fyringsfrekvens til aktive muskler
- **Forbedret motorisk kontroll i bevegelsene, særlig bedre koordinasjonen av kraftbidragene fra aktive muskler**
- Forbedret generell motorikk og muskelvekst i nakke- og skuldermuskler

Hvilke forklaringer under er godt dokumenterte for det tapet vi ser i muskelstyrke ved økende alder?

- Redusert intramuskulært bindevev
- Redusert sene-lengde
- **Tap av motoriske forhornceller**
- Redusert synkronisering av aksjonspotensialer
- **Redusert størrelse på muskelfibre; spesielt type 2 fibrene**

Myostatin kan regulere muskelmassen hos et individ ved at:

- Økt mengde myostatin i en muskel øker hastigheten på proteinsyntesen
- **Redusert mengde aktivt myostatin i fosterlivet kan føre til at det dannes flere muskelfibre**
- Økt mengde myostatin ved styrketrening kan aktivere satellittcellene
- Økte myostatin-nivåer etter styrketrening kan gi muskelvekst ved at «bremsen» på proteinsyntesen og satellittcelleaktiveringen reduseres
- **Redusert mengde myostatin ved styrketrening kan gi muskelvekst ved at «bremsen» på proteinsyntesen og satellittcelleaktiveringen reduseres**

Hvilken av kinasene under kan hemme hastigheten på muskelproteinsyntesen?

- **AMPK**
- mTOR
- Akt
- PI3K

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

- VEGF
- **HGF**
- TGF-beta
- **MGF (IGF-1 isoform)**

Følgende fysiologiske tilpasninger etter styrketrening kan føre til at "rate of force development" i en isometrisk kontraksjon øker:

- **Økt muskeltvernsnittareal**
- Overgang fra type 2X til 2A fibre
- Økt synkronisering av aksjonspotensialer
- Redusert muskeltvernsnittareal