

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

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. Delvis riktig svar, feil svar og ingen svar gir 0 poeng.

Oppgave 1 (5 poeng)

Eksamensoppgave 1 – Muskelstyrke

(10 poeng; a: 3 poeng, b: 4 poeng, c: 3 poeng)

- a) Definer begrepene maksimalstyrke og eksplosiv styrke, og gjør kort rede for hva som skiller dem.
- b) Gjør rede for fire faktorer som bestemmer en utøvers 1RM i en flerleddsøvelse.
- c) Beskriv en 1RM-testprotokoll for knebøy, og forklar hvilke tiltak som er viktig for å sikre at testen er reproducerbar.

Eksamensoppgave 2 – Mekanismer for muskelvekst

(12 poeng; a: 3 poeng, b: 6 poeng, c: 3 poeng)

- a) Forklar begrepene muskelhypertrofi, -atrofi og -hyperplasi.
- b) Redegjør for rollen til mekanisk spenning og metabolsk stress som stimuli for muskelhypertrofi, og beskriv kort sentrale signalveier som aktiveres.
- c) Beskriv kort hvordan satellittceller, myostatin og testosteron regulerer muskelvekst i respons til styrketrening.

Eksamensoppgave 3 – Styrketrening hos eldre

(8 poeng; a: 4 poeng, b: 4 poeng)

- a) Oppgi og forklar betydningen av fire typiske aldersrelaterte fysiologiske endringene som påvirker muskelstyrke fra vi er 30 til 80+ år.
- b) Forklar hvorfor evnen til å skape «power» eller effektutviklingen (W) reduseres mer enn maksimalkraften ved aldring.

Sensorveiling

Eksamensoppgave 1 – Muskelstyrke

(10 poeng; a: 3 poeng, b: 4 poeng, c: 3 poeng)

a) Definer begrepene maksimalstyrke og eksplosiv styrke, og gjør kort rede for hva som skiller dem.

Sensorveiledning: Maksimal styrke er den høyeste kraften som kan oppnås, uavhengig av tid. Måles ved lave forkortningshastigheter, men må spesifiseres som konsentrisk, isometrisk eller eksentrisk kraft. «Eksplosiv» styrke handler om å kunne skape kraft hurtig, så den relevante måleenheten er kraftendring per tidsenhet. Det er også mulig å si at eksplosiv styrke er evnen til å skape kraft ved høye forkortningshastigheter (j.f. kraft-hastighetsforholdet).

b) Gjør rede for fire faktorer som bestemmer en utøvers 1RM i en flerleddsøvelse.

Sensorveiledning:

1. Muskeltverrsnittetsareal på sentrale muskler, som quadriceps og hoftestrekke.
2. Indre (muskelens) vs. ytre vektarmer
3. Evnen til å aktivere viktige muskler maksimalt
4. Evnen til å koordinere musklene i bevegelsen (teknikk)

c) Beskriv en 1RM-testprotokoll for knebøy, og forklar hvilke tiltak som er viktig for å sikre at testen er reproducerbar.

Sensorveiledning:

1. 30 % av antatt 1RM: 10-12 repetisjoner, 2 min pause
2. 50 % av antatt 1RM: 6-8 repetisjoner, 2 min pause
3. 70 % av antatt 1RM: 4-6 repetisjoner, 3 min pause
4. 90 % av antatt 1RM: 1 repetisjoner, 3 min pause
5. Maksløft med 2-3 forsøk

Testnøyaktigheten avhenger spesielt av å definere bevegelsesutslaget, så det må være klare retningslinjer for knebøydypden. Fotplassering kan også standardiseres.

Oppløsningen i antall kg ved hver økning kan ha en del å si (2.5 kg = 5% ved 1RM på 50 kg). Forberedelser til testingen er relevant å nevne, eksempelvis hvile i minimum 24 timer.

Eksamensoppgave 2 – Mekanismer for muskelvekst

(12 poeng; a: 3 poeng, b: 6 poeng, c: 3 poeng)

- a) Forklar begrepene muskel-hypertrofi, -atrofi og -hyperplasi.
- b) Redegjør for rollen til mekanisk spenning og metabolsk stress som stimuli for muskelhypertrofi, og beskriv kort sentrale signalveier som aktiveres.
- c) Beskriv hvordan satellittceller, myostatin og testosteron regulerer muskelvekst i respons til styrketrening.

Sensorveiledning:

a)

Kandidaten bør forklare kort at endringene ved hypertrofi og atrofi primært handler om endringer celleinnholdet av kontraktile proteinstrukturer – myofibriller.

1. Hypertrofi: økt volum eller masse av enkeltfibre
2. Atrofi: redusert volum eller masse av enkeltfibre
3. Hyperplasi: økt antall muskelfibre

b)

Mekanisk spenning og metabolsk stress er sentrale stimuli for muskelhypertrofi. Mekanisk spenning oppstår når muskelen genererer stor kraft, men det er strengt tatt kraftgenereringen i den enkelte muskelfiber som betyr noe. Mekanisk krafoverføring aktiverer mekanoreseptorer og stimulerer signalveier som mTOR (mammalian target of rapamycin) og MAPK (mitogen-activated protein kinase), som regulerer proteinsyntese hastigheten, og dermed muskelfibervekst over tid. Det forventes noen flere detaljer og eksempler, som IGF-1, her for å få full poengscore.

Metabolsk stress kommer av akkumulering av metabolitter ved trening med mange repetisjoner og korte pauser. Metabolitter er eksempelvis laktat, uorganisk fosfat og frie radikaler, som NO. Den direkte linken mellom metabolitter og signalveier, som mTOR og MAPK, er riktignok ikke godt kartlagt. Men styrketrening med lette vekter og mange repetisjoner kan gi samme muskelvekst over tid som tradisjonell, tung styrketrening; så en eller annen sammenheng er det mellom metabolsk stress og muskelvekst. Her passer det å nevne «blood flow restricted exercise».

c)

Satellittceller er muskelens stamceller som aktiveres av styrketrening. Satellittcellene aktiveres, deler seg, og smelter sammen med eksisterende muskelfibre, for å donere sine cellekjerne som vedlikeholder eller øker kapasiteten for proteinsyntese og muskelvekst – opprettholder eller reduserer kjernedomenet. En av satellittcelle fra hver celledeling går tilbake til hvile, slik at antall satellittceller ikke reduseres.

Myostatin er et protein som hemmer muskelvekst ved å hemme hypertrofi-signalveier og satellittcelleaktivering. Samtidig kan myostatin stimulere økt

proteinnedbrytningshastigheten. Myostatinnivåene kan reduseres ved styrketrening, slik at det blir mindre «brems» i systemet.

Testosteron er et anabolt hormon som øker proteinsyntesen og reduserer proteinnedbrytningen i muskelcellene. Testosteron er avgjørende for kjønnsforskjellen i muskelmasse etter puberteten. Men det er uklart om dette har noen egentlig betydning etter en styrketreningsøkt, da hormonnivåene endrer seg relativt lite og over kort tid.

Eksamensoppgave 3 – Styrketrening hos eldre

(8 poeng; a: 4 poeng, b: 4 poeng)

a) Oppgi og forklar betydningen av fire typisk aldersrelaterte fysiologiske endringer som påvirker muskelstyrke fra vi er 30 til 80 + år.

b) Forklar hvorfor evnen til å skape «power» eller effektutviklingen (W) reduseres mer enn maksimalkraften ved aldring.

a) Det er viktig at kandidaten *forklarer* betydningen av endringene. Her listes typiske endringer:

1. Redusert muskelmasse: Sarkopeni kan nevnes, men det bør defineres og poengteres at redusert muskelmasse ved aldring ikke trenger å være sarkopeni.
2. Fortrinnsvis type-2-fiber-atrofi.
3. Redusert antall motoriske enheter, særlig type-2-enheter med overgang til type-1 ved reinnerving.
4. Redusert nerveledningshastighet.
5. Økt mengde bindevev og fett i musklene.
6. Reduksjon i kjønns hormoner og vekstfaktorer lokalt i muskelvevet (IGF-1).
7. Redusert proteinkvalitet, som følge av endringer i omsetningen av proteiner. Dette kan gi endringer på kryss-bro-nivå og i eksitasjons-kontraksjons-koblingen.
8. Redusert antall satellittceller og regenereringspotensial.
9. Økte nivåer av betennelsesstoffer i blodet og muskel kan være relatert til sarkopeni.
10. Redusert appetitt og anabol-resistens kan ha en indirekte betydning.
11. Redusert beinmineraltetthet er relevant, men ikke direkte knyttet til muskelstyrke.

b) Effektutvikling (W) er produktet av kraft (N) og hastighet (m/s). Ved aldring reduseres både kraft- og hastighetsegenskapene til en muskel, hvilket gir en forsterket reduksjon i effektutviklingen. Eksempelvis: 25% reduksjon i kraft og 25% reduksjon hastighet = 44% reduksjon i effekt. Redusert hastighet kan være knyttet til selektiv type-2-fiber-atrofi

(eller overgang til type-1), mens kraft er primært bestemt av muskelens tverrsnittsareal (med kontraktilt vev) som svinner med alder.

For å teste RFD "rate of force development" (eller kontraksjonshastighet) for knestrekke (quadriceps), hvordan vil du gå frem?

- ☒ Teste isometrisk i 90 grader i kneleddet, og å instruere testpersonen om å ta i så raskt og kraftfullt som mulig ✓
- ☐ Teste med én negativ forkortningshastighet, og å instruere testpersonen om å øke kraften gradvis til maksimal innsats
- ☐ Teste gjentatte ganger med økende forkortningshastighet, og å instruere testpersonen om å ta i så raskt og kraftfullt som mulig
- ☐ Teste isometrisk i 90 grader i kneleddet, og å instruere testpersonen om å øke kraften gradvis til maksimal innsats

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

- ☒ Kraften synker lineært ved økende forkortningshastighet ✓
- ☒ Forholdet mellom kraft og forkortningshastighet er tilsvarende for konsentriske og eksentriske kontraksjoner ✓
- ☐ Kraften øker fra positive til negative forkortningshastigheter, men flater så av ved økende negative forkortningshastigheter
- ☐ Kraften synker kurvelineært med økende positive forkortningshastighet

Hva er riktig om satellittceller?

- ☐ Satellittceller aktiveres lettere og deler seg raskere desto eldre vi blir
- ☒ Satellittceller kan dele seg, men bare et visst antall ganger ✓
- ☒ Satellittceller av avgjørende for regenerering av skadde muskelfibre ✓
- ☐ Satellittceller kan ikke stimuleres til å bli fibroblaster og fettceller, kun muskelfibre

Hva er riktig om hormoner?

- ☒ Testosteronnivået i blodet har ingen fysiologisk betydning om det ikke finnes reseptorer testosteron kan binde seg til ✓
- ☐ Østrogen begrenser utviklingen av muskelmasse hos kvinner
- ☐ Veksthormon kan øke kraftig under en styrketreningsøkt og er avgjørende for den muskeloppbyggende effekten
- ☒ Veksthormon kan øke kraftig ved styrketrening, men har ikke avgjørende betydning for den muskeloppbyggende effekten ✓

Hva er feil om styrketrening og prestasjon?

- ☐ 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 raskere nervebaner og gjør muskelkontraksjonene mer energiøkonomiske ✓
- ☐ Styrketrening kan øke fjærvivheten i senene til musklene som trenes, noe som kan bidra til bedre arbeidsøkonomi, f.eks. bedre løpsøkonomi
- ☒ Styrketrening så å si garanterer færre skader, slik at det blir kontinuitet i treningen og dermed økt fremgang ✓

Hva er feil om muskelvekst?

- ☐ Muskelvekst skjer kun ved at tverrsnittsarealet på muskelfibrene øker ✓
- ☐ Hypertrofi betyr volumøkning av en muskelcelle, som følge av økt tverrsnittsarealet og/eller lengde
- ☐ Hyperplasi vil si at det dannes nye muskelfibre
- ☐ Muskelvekst skjer ved myofibrillogenese

Hva er riktig om muskelvekst ved styrketrening?

- ☐ Quadriceps-muskulaturen viser normalt større tverrsnittøkning enn biceps brachii
- ☐ Ved å kombinere styrketrening og kondisjonstrening risikerer du mindre muskelvekst sammenliknet med kun styrketrening ✓
- ☐ Underkroppsmuskler viser normalt noe større relativ økning i muskeltverrsnitt ved styrketrening enn og overkroppsmuskler
- ☐ Overkroppsmuskler viser normalt noe større relativ økning i muskeltverrsnitt ved styrketrening enn og underkroppsmuskler ✓

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

- ☐ H-reflekseen ✓
- ☐ Magnetresonansundersøkelse (MR)
- ☐ Transkraniell magnetisk stimulering ✓
- ☐ Immunohistokjemi (muskelbiopsi)

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

- ☐ Flere sarkomerer i serie
- ☐ Myofibrillene øker antall og tykkelse ✓
- ☐ Det relative volumet av sarkoplasmatisk retikulum øker
- ☐ Flere sarkomerer i parallell ✓

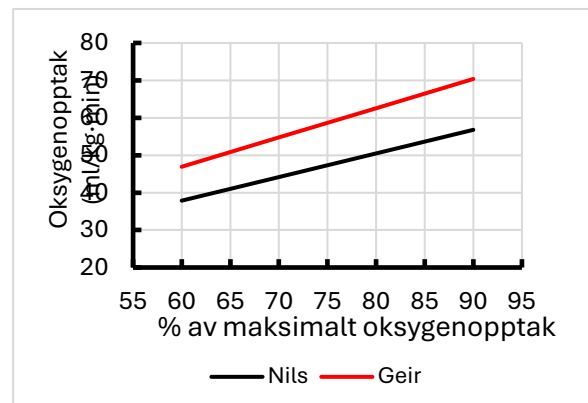
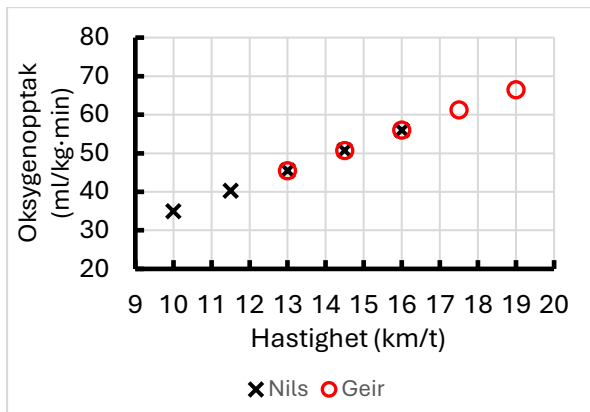
Hos personer som har trent styrke i mange år, men fortsetter å trene hardt, er det vanlig at:

- ☐ Type IIA-fibre går over til type IIX-fibre
- ☐ Type II-fibrene vokser i tykkelse ✓
- ☐ Type I-fibrene vokser i tykkelse ✓
- ☐ Type IIX-fibre går over til type IIA-fibre

Ordinær eksamen THP202 Treningsfysiologi. Vår 2025.

Utholdenhetsdel.

Oppgave 1 (10 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 submaksimalt 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?
- Minuttvolumet til Geir ved 13 km/t er 22,0 L/min. Hva er et realistisk minuttvolum for Nils ved 13 km/t? Begrunn svaret!
- Figuren til høyre viser at ved for eksempel 80% av det maksimale oksygenopptaket så har Geir et høyere oksygenopptak enn Nils. Forklar hvorfor!
- Forskjellen i oksygenopptak ved 80% av maksimalt oksygenopptak er 25%. Anslå hva forskjellen i slagvolumet er mellom de to ved denne intensiteten. Begrunn svaret!

Oppgave 2 (20 poeng)

Når vi sykler er det musklene i strekkapparatet i beina som gjør jobben. Etter en periode med kondisjons- og utholdenhetstrening klarer musklene å arbeide på en høyere intensitet slik at vi kan sykle 20 km raskere enn før treningsperioden. Forklar hvilke fysiologiske mekanismer som ligger til grunn for den treningsinduserte økningen i prestasjon. Det er viktig å få frem hvordan de ulike mekanismene fører til at musklene kan arbeide på en høyere intensitet.

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 ventrikkel 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 er

- **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 35%
- **Oksygenmetning i arterieblod under maksimalt arbeid er 88%**

O₂-opptaket hos en hvilende voksen person er:

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

Slagvolumet i hvile hos en utholdenhetstrener person er typisk:

- **110 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", økt kontraktilitet og redusert "afterload"**
- Redusert "preload", kontraktilitet og "afterload"
- Redusert "preload", økt kontraktilitet og redusert "afterload"
- Økt "preload", kontraktilitet og "afterload"

Hva er 'mekanisk effektivitet'?

- Arbeidsøkonomien
- **Eksternt arbeid dividert med totalt energiforbruk**
- Utnyttingsgrad
- Oksygenopptak på en bestemt intensitet