

## KIF350 1 Bacheloroppgave

# Kandidat 52

Oppgaver	Oppgavetype	Vurdering	Status
<b>i</b> Informasjon	Dokument	Automatisk poengsum	Leveret
1 Opplasting av bacheloroppgave	Filoplasting	Manuell poengsum	Leveret
2 Opplasting av samtykkeskjema	Filoplasting	Manuell poengsum	Leveret

### KIF350 1 Bacheloroppgave

Emnekode	KIF350	PDF opprettet	01.09.2016 13:48
Vurderingsform	KIF350	Opprettet av	Hilde Lyster
Starttidspunkt:	11.05.2016 08:45	Antall sider	33
Sluttidspunkt:	26.05.2016 13:45	Oppgaver inkludert	Ja
Sensurfrist	Ikke satt	Skriv ut automatisk rettede	Ja

# Seksjon 1



## Informasjon

**Eksamensinformasjon:**

[Eksamensinformasjon for innlevering](#)

**Forside:**

[Framsidedmal Bachelor-mal med Nord logo](#)

**Samtykkeskjema:**

[Samtykke til Nord universitets' bruk av prosjekt, kandidat bachelor og masteroppgaver](#)

# Opplasting av bacheloroppgave

Opplasting bacheloroppgave

*Last opp pdf.-filen her. Maks én fil.*

BESVARELSE

## Filopplasting

Filnavn	5226410_cand-5913990_5224938
Filtype	pdf
Filstørrelse	666.586 KB
Opplastingstid	26.05.2016 11:26:17



Neste side  
**Besvarelse**  
vedlagt

# BACHELOROPPGAVE

Emnekode: KIF350

Navn: Berit Mogstad

---

Sammenhengen mellom mengden høyintensiv utholdenhetstrening og utvikling av  $VO_{2max}$  hos kvinnelige langrennsløpere og skiskyttere i en langtidsstudie.

The correlation between high-intensity endurance training and development of  $VO_{2max}$  in female cross-country skiers and biathletes. A longitudinal study.

---

Dato: 26.05.16

Totalt antall sider: 25

## Sammenhengen mellom mengden høyintensiv utholdenhetstrening og utvikling av $\dot{V}O_{2maks}$ hos kvinnelige langrennsløpere og skiskyttere i en langtidsstudie.

BERIT MOGSTAD

*Nord Universitet Idrettsutdanningen i Meråker N-7530 Meråker Norge*

### Sammendrag

MOGSTAD, B. Er det en sammenheng mellom mengden høyintensiv utholdenhetstrening og utvikling av  $\dot{V}O_{2maks}$  hos kvinnelige langrennsløpere og skiskyttere i en langtidsstudie? Betyr fordelingen av høyintensitets trening noe i forhold til utvikling av  $\dot{V}O_{2maks}$ ? **Hensikt:** Finne ut om det er en korrelasjon mellom utvikling av  $\dot{V}O_{2maks}$  og total intensiv trening, og hvilken intensitetszone som virker å utvikle det best. Dette kan være nyttig for å finne hvilken intensitetszone og treningsmengde man bør trene på for å utvikle  $\dot{V}O_{2maks}$ . **Metode:** Studien besto av 8 middels godt trente kvinnelige junior langrennsløpere og skiskyttere i alderen 17-18 år. Det ble gjort to  $\dot{V}O_{2maks}$  tester løping, en på våren og en på høsten etter en treningsperiode på 6mnd. Data over total trening, total intensiv trening og fordelingen av trening på de ulike intensitetssonene i perioden 1.mai til 31.oktober 2015 ble hentet ut fra utøvernes treningsdagbok. Treningsmengde, mengde totalt intensiv trening og fordelingen av intensitetssoner (I3, I4 og I5) ble korrelert med utviklingen av  $\dot{V}O_{2maks}$  fra vår til høst.

**Resultat:** Studien viser at FP responderte best på totalt mengde høyintensiv trening. Korrelasjonen ( $R=0,609$ ) mellom mengden høyintensivt og økning i oksygenopptaket var god. Oksygenopptaket økte i gjennomsnitt med  $1,9 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ . FP hadde størst effekt av å trene på intensitet 4 og 5, sammenlignet med intensitet 3 og total mengde trening. Det var en moderat korrelasjon ( $R=0,471$ ) mellom total treningsmengde og utvikling av  $\dot{V}O_{2maks}$ . Utviklingen i  $\dot{V}O_{2maks}$  fra mai til oktober for FP var statistisk signifikant ( $P<0,05$ ).

**Konklusjon:** Studien viser at for kvinnelige junior langrennsløpere og skiskyttere på et moderat nivå var mengden høyintensiv trening mer avgjørende for utvikling av  $\dot{V}O_{2maks}$  enn total mengde trening, samtidig hadde de mer effekt av å trene på intensitet 4 og 5 enn intensitet 3. **Nøkkelord:**  $\dot{V}O_{2maks}$ , intensiv trening (I3, I4 og I5), treningsmengde, langrenn.

### Teorikapittel

Idretten langrenn blir sett på som en av de mest krevende utholdenhetsidrettene (7), hvor maksimalt oksygenopptak pekes ut som den enkeltstående viktigste faktoren som bestemmer prestasjonen (2, 3, 4, 5, 6). I tillegg har utviklingen ført dit hen at i takt med nytt utstyr,

nye øvelser og bedre løyper, har kravene blitt mer spesifikke. Dette har utviklet sporten til at det er bedre forutsetning for overføring av kraft mellom underlag og utøver, noe som har ført til høyere konkurransehastigheter og dermed større krav til anaerob kapasitet, kraftutvikling i både armer og bein, samt en effektiv teknikk (8).

Aerob kapasitet sammen med teknikk pekes ut som de viktigste arbeidskravene i langrenn (8). Den aerobe kapasiteten påvirkes i hovedsak av det maksimale oksygenopptaket ( $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ ), samt utnyttelsesgraden av dette under skirenn (%  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ ) (8). Utnyttingsgraden står for den gjennomsnittlige prosenten av  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  en utøver kan oppnå gjennom en gitt arbeidstid (32).

En normal økning av  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  er ca. 2 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> per år. Dette regnes som en gjennomsnittlig fremgang for utøvere om man ser en periode med tradisjonell utholdenhetstrening over 5-10 år (6, 24). En forbedring i  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  er direkte koblet til intensitet, treningsfrekvens og varighet (30).

Forskning og praksis sier at det kreves omkring 10 år og 10 000 timer med målrettet og systematisk trening for å bli verdensledende i idrett (8). Selv om det finnes store avvik, for eksempel Steffan Holm, Olympisk mester etter 23000 loggførte treningstimer, og andre eksempler der noen bruker til dels mye mindre enn de gjennomsnittlige 10 000 timer på å nå verdensklasse (21).

Eliteutøvere i langrenn trener mellom 600-850 timer per år (2, 6) og

Holmberg (12) påstår at 70-80 % av den totale treningen foregår ved lav intensitet og 10-20 % på høy.

Forskning og data fra utøvere i verdenstoppen viser at høyintensiv utholdenhetstrening er både viktig og effektivt, selv om bare omtrent ca.10 % av treningstiden på et år blir gjennomført på høy intensitet (13, 14 og 15) (8).

Distanselangrenn, med en konkurransetid over 10 minutter, består av forskjellige konkurranseledd, teknikker (klassisk og skøyting), skibytte, intervall- og fellesstarter. Med alle disse elementene som påvirker prestasjon i langrenn, er det mange forskjellige fysiske faktorer som spiller inn. Tradisjonelt sett er prestasjon i distanselangrenn avhengig av skiløpernes utholdenhet (2, 3, 4, 5, 9, 16). I langrenn handler treningen om å øke det maksimale oksygenopptaket (2, 3, 4, 5, 9, 16), bedre arbeidsøkonomien og utnyttelsesgraden, anaerob kapasitet med henhold til kortere sprintdistanser (8) og anaerob terskel (4, 16).

#### **Maksimalt oksygenopptak ( $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ )**

$\dot{V}O_{2\text{maks}}$  står for den største mengden oksygen kroppen kan forbruke per

tidsenhet (8). Det omtales som den viktigste enkeltstående faktoren for suksess i en aerob utholdenhetssport (1, 6, 11, 18,), og er det mest brukte fysiologiske parameter i vurdering av prestasjonen til skiløpere (3). Økt  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  eller en bedre utnyttelsesgrad av  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  vil forbedre den aerobe kapasiteten (8). Samtidig vil  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  være den øvre begrensningen. De høyeste verdiene for maksimalt oksygenopptak av alle idrettsutøvere er registrert av langrennsløpere. For eksempel har langrennsløpere sammenlignet med løpere 12 % høyere maksimalt oksygenopptak (6).

Det er anslått at langrennsløpere fungerer svært nær sin maksimale aerobe kapasitet under konkurranser mellom 5 og 15 km (11), og spesielt i motbakkene.

Under maksimal belastning er blodets transportkapasitet av oksygen og minuttvolum (Q) de viktigste begrensningene for  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  (1, 11, 19). Minuttvolumet er bestemt av slagvolum (SV) og hjertefrekvens maks ( $HR_{\text{maks}}$ ) (1, 11). Blodets transportkapasitet ved havnivå begrenses av det totale blodvolum og hemoglobinkonsentrasjon (1).  $HR_{\text{maks}}$  endres ikke ved trening, derfor er endringer i Q bestemt av endringer av

SV som også begrenses av venøs retur og blodvolum (1).

Maksimalt oksygenopptak er i hovedsak begrenset av kardiiovaskulære (hjertet, blodårer, vener, arterier) faktorer (14), mens prosentandelen av  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  som kan opprettholdes knyttes i hovedsak til tilpasninger i muskler som følge av trening over tid (33). Forskjeller mellom langrennsløpere på ulikt nivå kan forklares med forskjell i  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  (3) og  $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ , som rent overkroppsarbeid. Variasjoner mellom utøvers evne for maksimalt energiforbruk kan med dagens teknikk, best sees i sammenheng av oksygentilførselen av  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ . I konkurranser over 1 time, kan størrelsen på glykogenlagrene være en begrensende faktor for prestasjon (25).

Flere studier har rapportert forbedringer i  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  kombinert med forbedret utholdenhetsskapasitet (6), derimot er mer spesifikk type aktivitet for samme person betegnet som peak oksygentransport ( $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ ) (11).

Faktorer som kan være med på å utvikle disse er økning i hjertets minuttvolum, bedre fordeling av blod til de aktive musklene, samt en større utvinning av avgitt oksygen (14).

Minuttvolum regnes som et viktig fysiologisk parameter for  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  og utholdenhetsprestasjonen i langrenn. Det tar grunn i at når utøverne kombinerer bruken av både armer og ben samtidig, og at det er en stor muskelmasse som er involvert under arbeid ved høy intensitet, er musklernes evne til å forbruke oksygen større enn tilbudet av oksygen (11, 14). Når bein og armer jobber sammen vil blodvolum være en avgjørende begrensning da hjertet ikke kan pumpe ut mer enn hva som kommer inn, at vi normalt ikke har et større blodvolum enn at vi kan forsyne overkroppen eller beina på samme tid slik at overkroppen og beina konkurrerer om det tilgjengelige blodvolumet (22).

Intensiteten av treningen bestemmer treningsresponsen for den maksimale aerobe hastigheten (1). Mesteparten, over 85% av treningen består av trening på lav intensitet (I1 og I2). Slik trening har til hensikt å optimalisere skiteknikk og arbeidsøkonomi gjennom mange repetisjoner, utvikle aerob kapasitet ( $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  og utnyttelsesgraden), forbedre evnen til å tåle trening og restitusjon under/etter trening (8).

Lav intensitetstrening gjennomføres som et sammenhengende

utholdenhetsarbeid, hvor pulsen er fra 60-80 % av HF-maks og en laktatkonsentrasjon under 2,5 mmol/l (8). I Sandbakk & Tønnesen (8) viser data over treningsdagbøker til både tidligere og nåværende eliteløpere at det er nødvendig med mye trening på lav intensitet.

### **Anaerob terskel (AT)**

Anaerob terskel står for den høyeste arbeidsintensitet, puls,  $\dot{V}O_2$  og laktatkonsentrasjonen i blodet, hvor det er likevekt mellom produksjon og eliminering av melkesyre (25).

Trening på høy intensitet er viktig for flere faktorer. Få trent nok repetisjoner av konkurranseteknikken, i forhold til både farten, skiteknikk, taktiske og mentale ferdigheter som kreves i en konkurransesituasjon. Fysiologiske aspekter som å bedre utøverens aerobe kapasitet ( $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  og utnyttelsesgrad) og utvikle anaerob kapasitet (I4 og I5) (8). Slik trening utføres enten i form av intervall- eller distansetrening, testløp eller konkurranser (8).

I intensitetszone 3 (I3) ligger pulsen fra 82-87 % av HF-maks (maksimal hjertefrekvens), med en laktatkonsentrasjon på 2,5-4,0 mmol/l (17). Verdier på 4,0 mmol/l anses som



den høyeste konsentrasjonen av laktat, der det er likevekt mellom produksjon og eliminasjon av laktat. Trening på slik intensitet (høy I3), er ment å kunne opprettholdes kontinuerlig i 40 – 50 min på 87 % av  $\dot{V}O_{2maks}$  (34). Det påstås å være en av de viktigste intensitetssonene for utvikling av aerob kapasitet (17, 34).

Intensitetssone 4 (I4): puls fra 87-92 % av HF-maks, laktatkonsentrasjon er 4,0-6,0 mmol/l (17), er ment for å utvikle både den aerobe kapasiteten og arbeidsøkonomien. Det tar grunn i at farten ligger nær konkurransefart (34). Mens intensitetssone 5 (I5) er arbeid hvor pulsen er mellom 92-97 % av HF-maks, laktatkonsentrasjon 6,0-10,0 (17).

Saltin (11) fant at farten i utvalgte motbakker oversteg de beste utøvernes maksimale oksygenopptak og at selv de beste utøverne jobbet anaerobt. Dermed kan anaerob kapasitet begrense prestasjonsevnen til langrennsløpere (11), spesielt med den nye konkurranseplanen hvor de fleste konkurransene avgjøres mot slutten.

Welde (26) gjorde funn i forhold til intensitetssoner som viste at i henhold til  $\dot{V}O_{2maks}$  og hjerterefrekvens, var kvinnelige juniorlangrennsløpere nær

sin terskel og at den høyeste enkeltverdien som ble oppnådd under 6 km simulert konkurranse i langrenn var 94 % av  $\dot{V}O_{2maks}$ . Men at utøverne hadde laktatverdier fra 8-12 mmol under deler av konkurransen.

### Arbeidsøkonomi

I en arbeidende muskel bestemmes blodstrømmen av flere ulike forhold, som konkurrerer mot hverandre (18, 25).

Undersøkelser (11) har vist at maksimalt oksygenopptak og utholdenhetsprestasjoner avhenger av å redusere motstanden mot blodstrømmen gjennom musklene. Redusert perifer motstand vil øke venøs retur, noe som gjør at hjertet kan pumpe ut mer blod pr.min. (18). Alle muskler får redusert blodstrøm under en muskelkontraksjon, men om den etterfølges av en avspenningsfase som er lang nok, kommer den store blodstrømmen i avspenningsfasen til å gjøre at musklene slipper å arbeide anaerobt (18). For å redusere den perifere motstanden er det derfor viktig med mikropausur, lengre kraftbruk og å unngå statisk arbeid (18, 25). Dette er viktig for at den perifere oksygentransporten ikke skal

begrenses og for å unngå å redusere slagvolumet (25).

For utholdenhetsprestasjoner er det viktig å være i stand til å arbeide ved høy intensitet, uten opphoping av laktat i blodet (16). Studier har funnet sammenhenger mellom laktatparametere og skipprestasjoner (4, 5, 16, 20). Carlsson (16) understreker gjennom sine funn viktigheten av å kunne jobbe på høy intensitet uten å akkumulere laktat, ha en relativt høy aerob utholdenhet og evnen til å raskt tilpasse seg overkroppsarbeid ved oksygenforbruk.

Saltin viser allerede i 1967 til at  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  og utholdenhetsprestasjoner avhenger av å redusere motstanden til blodstrømmen som går gjennom musklene. Helgerud (1) fant ut at en økning i  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  har en direkte sammenheng med økt slagvolum (SV), som resulterer i en forbedret arbeidsøkonomi (1).

Selv om  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  er den viktigste fysiologiske faktoren for prestasjon i langrenn, må utøveren kunne klare å nyttiggjøre seg av en stor del av sitt  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  og ha en høy anaerob terskel. Samtidig med et høyt  $\dot{V}O_2$  og høy hastighet ved AT, bra arbeidsøkonomi

og en stor andel langsomme muskelfibrer (5).

### **Kjønnsforskjeller og kroppssammensetning**

Flertallet av medaljørene i langrenn i internasjonal sammenheng har et  $\dot{V}O_{2\text{maks}} > 6 \text{ l min}^{-1}$  og  $> 80 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$  på herresiden, og med ca. 10 % lavere verdier på damesiden (17). I utholdenhetsprestasjoner kan kjønnsforskjeller forklares med en lavere prosentandel fett av kroppen og høyere  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  hos menn (7, 8).

Sandbakk (7) gjorde undersøkelser i forhold til kjønnsforskjeller blant langrennsløpere i sprint og gjorde funn i ytelse og  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ . I hovedsak var forskjellene høyere  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  samt lavere andel kroppsfett hos menn. Videre fant Sandbakk (7) størst forskjeller for bevegelsesformer som stilte store krav til kraftoverføring gjennom stavene: staking kontra løping.

Påvirkningen av kroppsmassesammensetning i forhold til prestasjon er forskjellig fra idrett til idrett (2). Vektclasser har blitt innført i noen idretter, men i langrenn er utøverne svært forskjellige i forhold til vekt og høyde. I Berg (2) og Berg &

Forsberg (31) indikerer data en betydelig variasjon rundt effekten av kroppsmassesammensetning i ulikt terreng. Ved en gitt kroppsvekt kan variasjonen i hastighet være stor, noe som indikerer at andre faktorer påvirker prestasjonen og at ugunstige kroppsdimensjoner kompenseres for ved forbedret tekniske ferdigheter (2, 30).

For å løpe maraton på 3 timer må kvinner trene dobbelt så mye som menn (29). Helgerud (35) har gjort funn av at høyere  $\dot{V}O_{2maks}$  hos menn er kompensert med overlegen arbeidsøkonomi hos kvinner, gjort mellom utøvere med lik prestasjon i maraton løping. Forskjellen kan forklares ved større mengder trening hos den kvinnelige gruppen. Her ble prestasjonsforskjellene forklart ved forskjellig mengde fett, vinkel på hofteskåler og bekken.

Det har blitt kritisert at  $\dot{V}O_{2maks}$  for langrennsløpere blir testet på tredemølle, da den aerobe kraften av overkroppen synes å være viktig for prestasjonen i langrenn (5). Det er vist at ski-spesifikke tester er i bedre stand til å forutsi prestasjonen i langrenn sammenlignet med tester som er gjort ved løping på tredemølle (23). Saltin (11) fant ut at eliteutøvere i langrenn

kan nå 90 % av  $\dot{V}O_{2maks}$  gjennom staking. Sammenhengen mellom overkroppssutholdenhet og prestasjon i langrenn er også funnet av andre forskere (5, 15).

Godt trente langrennsløpere er vist å nå sitt høyeste  $\dot{V}O_{2maks}$  i langrenn eller på rulleski (12). Flere studier diskuterer om HF-skalaer utviklet for løping ikke er like gjeldende i kontroll av treningsintensitet for aktiviteter som tar i bruk hele kroppen, slik som for eksempel langrenn. Likevel er intensitetssoner opp til terskel vist å være gyldig for løping og langrenn i begge stilarter (26). Welde (26) fant ingen signifikante forskjeller mellom løping og langrenn i klassisk eller skøyting når det gjaldt  $\dot{V}O_{2maks}$  og HR på 4,0 mmol blodlaktat (Onset Blood Lactate Accumulation) gjort gjennom en trinnvis terskeltest.

### **Treningssammensetning**

Høyintensive aerobe intervaller (80-95 % av  $\dot{V}O_{2maks}$ ) øker  $\dot{V}O_{2maks}$ , hjertets minuttvolum og prestasjoner i utholdenhetsidretter mer enn hva kontinuerlig lavintensiv trening (55-65 % av  $\dot{V}O_{2maks}$ ) gjør (1, 28, 30).

Sandbakk (7) viser til at en økning av mengden aerob høyintensiv trening er

effektiv for å forbedre de aerobe egenskapene, samt forbedre utholdenhetsprestasjonene hos veltrente utholdenhetsutøvere. Også Gaskill (15) som gjorde et studie basert på treningsresponsen i langrenn hvor han fant ut at langrennsløpere på et høyt nivå kan reagere mer positivt til økt mengde i høyintensitetstrening enn økt mengde i lavintensitetstrening.

Den polariserte treningsmodellen kommer fra en rekke studier gjort på internasjonale utøvere; roere, maratonløpere, syklister og langrennsløpere (27, 28). Disse studiene tyder på at deres trening er fokusert på å balansere en stor mengde lavintensiv trening med doser av trening på intensitet over anaerob terskel og relativt lite mengde trening utført på terskel. Fiskerstrand & Seiler (27) fant en forbedret prestasjon og  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  hos internasjonale gullmedaljevinnere i roing, samtidig som treningsmengden på lavere intensiteter økte. Studiet de gjorde antydte at den optimale trenings sammensetningen for prestasjon er en polarisert modell av trening, hvorav ca. 75 % av treningen gjennomføres godt under terskel og ca. 15 % godt over.

Helgerud (1) konkluderte med at intervalltrening på høy intensitet var mer effektivt enn å utføre det samme totale arbeidet på terskel eller ved 70 % av maks hjertefrekvens, for å forbedre  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ . Studiet viste at gruppen som trente på høy intensitet (90-95 %  $HR_{\text{maks}}$ ) økte sin  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  betydelig, mens gruppene som trente på 70 og 85 % av  $HR_{\text{maks}}$  ikke endret sin  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ . De endret heller ikke slagvolumet. De fant ut at forbedringer i  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  synes å være avhengig av kondisjon. Endringene i  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  samsvarte med endringene i slagvolumet til hjertet (SV), noe som indikerte at det er en tett forbindelse mellom de to faktorene (1).

Økningen i  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  synes å være en funksjon av økt slagvolum, noe som resulterer i økt minuttvolum. Helgerud (1) konkluderte med at når det totale treningsarbeidet og treningsfrekvens stemmer overens, fører høyere aerob intensitet til større forbedringer i  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ .

Moxnes og Hausken (10) analyserte hvordan en skal utvikle maksimalt  $O_2$ -opptak, ved å fokusere på intervalltrening eller langkjøring. Dette ved å fokusere på de mest sentrale treningsparametere for utholdenhetstrening. Jan Helgerud kom

med følgende utsagn til VG 11/7 2008: ”I prinsippet er fire ganger fire minutters intervalltrening den viktigste treningen utholdenhetsutøvere skal gjøre”. I sin forskning basert på energiregnskap og forsurening ved trening gir Moxnes og Hausken Helgerud rett i at  $O_2$  maks er det parameter som er viktigst å utvikle for utholdenhetsutøvere. Samtidig fant de at trening for å bringe det maksimale oksygenopptaket man klarer å ha ved skigåing nærme  $\dot{V}O_{2maks}$ , er like viktig (10).

Rusko (6) dokumenterte gjennom sin studie at opp til 20.års-alderen er det en økning i  $\dot{V}O_{2maks}$  gjennom økt volum av lavintensiv trening hos langrennsløpere, men for at utøvere med en utflating i  $\dot{V}O_{2maks}$  er en økning av høyintensiv trening viktig for å klare å øke  $\dot{V}O_{2maks}$ .

Gjennom forskning er det funnet at høyintensitetstrening utvikler blodsirkulasjonen,  $\dot{V}O_{2maks}$  og prestasjon i utholdenhetsidretter mer enn hva lavintensitetstrening gjør (28). Wenger (30) fant at intensiteten av treningen ikke kan kompenseres med lengre varighet. Rusko (6) fant

gjennom sin studie ut at ved økende frekvens høy intensiv trening, økte aerob utholdenhet og prestasjonsevnen til finske junior langrennsløpere, men at hyppigheten nådde en topp på 3 høyintensive treningsøkter pr. uke. Wenger (30) satte en topp i utvikling av  $\dot{V}O_{2maks}$  til 4 høyintensive treningsøkter pr. uke.

Forskning sår liten tvil i om at  $\dot{V}O_{2maks}$  er en viktig faktor for prestasjon i langrenn, men det er forskjellige funn i hvilken intensitet som gir best utslag for utvikling av  $\dot{V}O_{2maks}$ . Sentrale spørsmål som står igjen er derfor hvilken høyintensiv treningsintensitet som er mest optimal for utvikling av  $\dot{V}O_{2maks}$ . Billat (28) konkluderte i sin studie med at det ikke er kjent om 16 min. på 95 % av HF-maks eller 40 min. ved 90 % av HF-maks som er mest effektivt for å utvikle minuttvolum og  $\dot{V}O_{2maks}$ .

Nettopp derfor er det interessant å gjøre en nærmere undersøkelse av dette. Hvor mye høyintensiv trening må til for å stimulere vekst i maksimalt oksygenopptak, samt om fordelingen av intensitetssoner har noe å si.

### Problemstilling

Er det en sammenheng mellom mengden høyintensiv utholdenhetstrening og utvikling av  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  i en langtidsstudie?

### Metodekapittel

Forskningsdesign i denne undersøkelsen er basert på FP's selvregistrerte treningsdata, der sammenhengen mellom variablene høy intensiv trening ble statistisk målt mot prestasjon i idretten langrenn.

I denne studien deltok 8 moderat trente kvinnelige langrensløpere og skiskyttere. FP var kvinnelige junior langrensløpere og skiskyttere som studerer ved Meråker Videregående Skole.

Alle FP deltok frivillig i studien. Alle ble skriftlig informert om studiens innhold og gav sitt samtykke til deltakelse. Viktig var det å informere om at all data fra treningsdagbok ble behandlet konfidensielt og anonymisert. Studien ble gjennomført i henhold til Helsinkideklarasjon (2008) vedrørende bruk av mennesker i vitenskapelige undersøkelser. Studiet er godkjent av veileder ved Nord Universitet avd. Meråker.

**Forsøkspersonene (FP):** 8 kvinnelige langrensløpere og skiskyttere. FP var i gjennomsnitt  $17,1 \pm 0,4$  år,  $167 \pm 3,56$  cm,  $67,3 \pm 11,73$  kg i oktober og hadde et maksimalt oksygenopptak på  $54,8 \pm 7,08$  ml/kg. Alle FP var kjent med løping på tredemølle, og hadde tidligere gjennomført lignende test. FP var godt kjent med treningsdagboken. De brukte pulsklokke på trening regelmessig, noe som gir grunnlag for sikre at data er riktig.

	før	etter
Alder, år	$17,1 \pm 0,4$	
Høyde, cm	$166,9 \pm 3,64$	$167,1 \pm 3,56$
Vekt, kg	$65,1 \pm 11,1$	$67,3 \pm 11,73$
$\dot{V}O_{2\text{maks}}$ ( $\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )	$52,8 \pm 6,3$	$54,8 \pm 7,08$
Oksygenopptak ( $\text{L} \cdot \text{min}$ )	$3,4 \pm 0,50$	$3,6 \pm 0,55$
skiindex ( $\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-0,67}$ )	$211 \pm 21,1$	$221 \pm 24,06$

Tabell 1: *Oversikt forsøkspersoner (gjennomsnitt  $\pm$  SD).*

Data til denne undersøkelsen ble hentet ut i fra FP's personlige treningsdagbok, designet av Olympiatoppen og Norges Skiskytterforbund (NSSF). Dagboken er et nettbasert system for systematisk rapportering av trening tilpasset

spesifikke idretters behov, treningsdagbok ([www.olt-dagbok.net](http://www.olt-dagbok.net)), samt en manuell skriftlig treningsdagbok for skiskytterne laget av Norges Skiskytterforbund (NSSF). Data ble hentet ut fra perioden 1.mai 2015 til og med 31.oktober 2015. Alle data fremstilles på en slik måte at de ikke kan knyttes til den enkelte person.

### Utstyr og instrumenter

Alle tester ble gjennomført på en tredemølle Rodby, RL2500E (Sverige). Jaeger Oxycon Pro (Tyskland) oksygenopptaksmåler ble brukt til måling av oksygenopptak ved testene på mølla. Borg-skala, en anstrengelsesskala fra 6-20 (Gunnar Borg, Danmark) ble brukt til måling av den subjektive opplevelsen av belastningen.

MacBook Air 2014 ble brukt til å registrere og hente ut data fra OLT.

### Prosedyre

Innsamling av treningsdata: For å undersøke korrelasjon mellom høy-intensiv utholdenhetstrening og endring i oksygenopptak ble data fra treningsdagbøkene for hvert enkelt FP hentet ut. Total treningsmengde (t),

total intensiv trening (fra I3 til I5) og fordelingen av intensiv trening ble summert og registrert i timer og minutter. Konkurranser ble slått sammen med I5.

### $\dot{V}O_{2maks}$ -test:

Testene ble gjennomført på Meråker VGS' s testlab i mai og oktober 2015. Før testen begynte ble et registreringsskjema fylt inn med opplysninger om navn, fødselsdato, høyde, vekt og hjertefrekvens maks.

Testen ble gjennomført i løping på en 3D løpemølle (Rodby RL2500E, Sverige). Oksygenopptak ble målt med Jaeger Oxycon Pro, Tyskland.

$\dot{V}O_{2maks}$ -testen i denne undersøkelsen var en standard trinnsvis løpetest på 3D mølle i motbakke, 10 % med en fartsøkning på 1km/t pr. min. Alle FP startet på en fart ved oppvarming som skulle tilsvare 60-75 % av maks HF. En belastnings økning på 1 km/t tilsvarer en økning på ca. 10 pulsslag ved 10 % motbakke. Noe som gjør at de fleste måtte ha 5-6 fartsøkninger før kriteriene i  $O_2$  testen ble nådd. Vanlige kriterier for at  $\dot{V}O_{2maks}$  ble nådd er: a) utflating av oksygenopptaket til tross for økning i belastning, b) HF nær maks, c) RQ over 1,10 (25).  $\dot{V}O_{2maks}$

ble definert som gjennomsnittet av de fire siste høyeste sammenhengende målingene.

### **Databehandling og statistikk**

Alle data i denne undersøkelsen er fremstilt som gjennomsnitt, standard avvik (SD) og spredning (R ). Alle verdier er analysert for normalitet og avvik ble ekskludert fra datamatriksen. Alle data er behandlet med vanlige statistiske målemetoder og i denne undersøkelsen er korrelasjon undersøkt med en Pearssons produkt korrelasjons koeffisient. Databehandling og

statistikk ble gjort på en MacBook Air 2014, i programvaren Microsoft Office for Mac 2011 – i programmet Microsoft Excel 14.6.4. Testresultatene ble satt inn i et punkt diagram for å se korrelasjon mellom mengde høyintensiv trening og oksygenopptak. Korrelasjon  $R$  mellom 0,9-1,0 gir en veldig høy korrelasjon, 0,7- 0,9 gir høy korrelasjon og en korrelasjon mellom 0,5-0,7 regnes som moderat. Under 0,5 er lik lav eller ingen korrelasjon (Calkins, 2005). I denne undersøkelsen ble datas signifikansnivå satt til  $p < 0,05$  og en korrelasjon over 0,70 ble da regnet som en signifikant korrelasjon (Calkins, 2005).

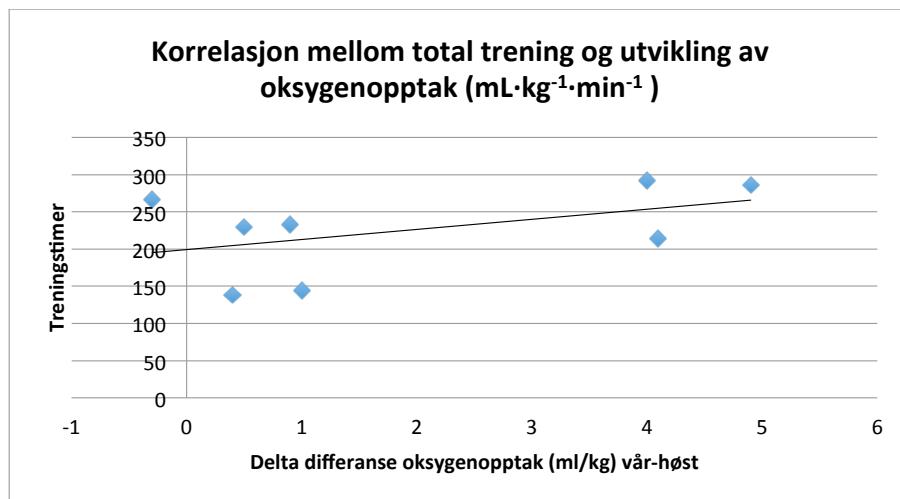


## Resultatkapittel

Funnene i denne undersøkelsen viste at FP trente i gjennomsnitt 225 timer i perioden 1.mai – 31.oktober ( $138-291 \pm 58,7$  SD). Gjennomsnittet av intensiv trening (I3, I4 og I5) var 17 t ( $27,12-5,1 \pm 7$  SD). De hadde i gjennomsnitt et maksimalt oksygenopptak på  $52,8 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  ( $41,7-59,8 \pm \text{SD } 6,3$ ) i mai og  $54,8 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  ( $42,1-64,7 \pm 7,08$ ) i oktober. Dette var en signifikant ( $P<0,05$ ) økning.

Tallene indikerer at gruppen varierte i total treningsmengde, mengden intensiv trening og nivå.

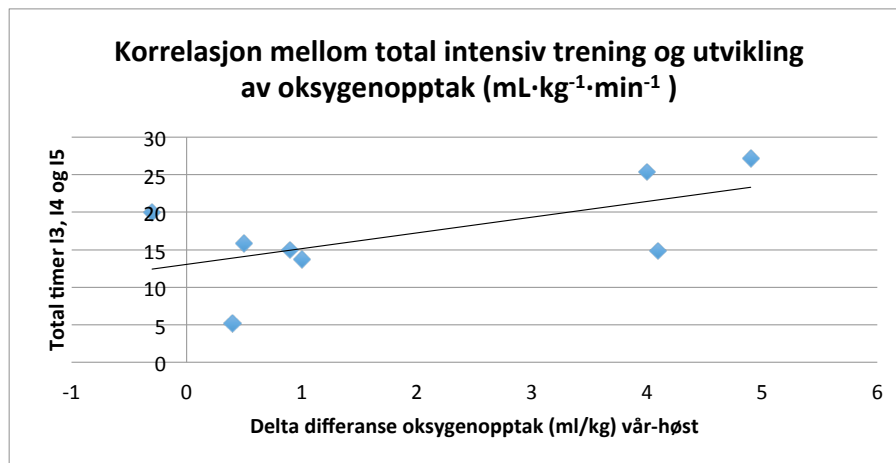
Resultatene i denne studien beskriver sammenhengen mellom treningsmengde, høyintensitetstrening og utvikling av oksygenopptak gjennom en periode på 6 mnd (1.mai - 31.oktober). Det maksimale oksygenopptaket er hentet fra  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  løp ( $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ).



**Figur 2:** Viser sammenhengen ( $R=0,471$ ) mellom total treningsmengde og differansen i oksygenopptak ( $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) fra 1.mai-31.okt.

Resultatet i denne undersøkelsen viser en lav korrelasjon (under 0,5) mellom treningsmengde og differanse i oksygenopptak ( $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ). Det var ikke en statistisk sammenheng mellom hvor mye utøverne trener og hvor mye de utvikler sitt maksimale oksygenopptak. Men at normal fremgang på et år er ca.  $2 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ , og at her ser man at om man går fra 200 t til 250 t i denne tidsperioden så går man

frem med  $4 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  om det er bare mengden som er viktig for å øke oksygenopptaket.

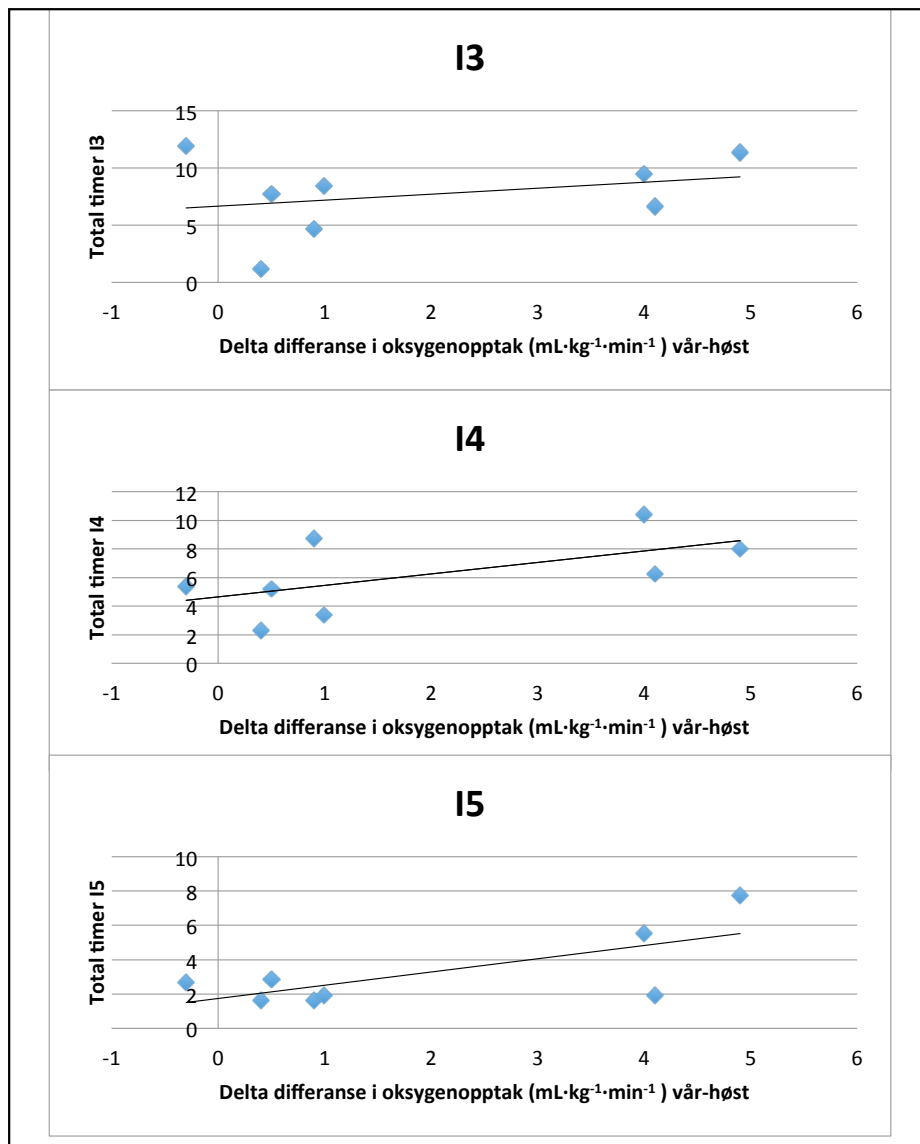


**Figur 3:** Viser sammenhengen ( $R=0,609$ ) mellom total intensiv trening (I3, I4 og I5) og differansen i oksygenopptak ( $\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) fra 1.mai-31.okt.

Forsøkspersonene i denne undersøkelsen trente i gjennomsnitt 17,1 timer intensivt  $\pm 7,0$  SD i perioden 1.mai – 31.oktober (I3, I4 og I5) inkludert konkurranser. Fra de som trente minst og mest intensivt var det en relativt stor spredning fra 5 - 27 timer. I gjennomsnitt gikk gruppen frem med  $1,9 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \pm 2$  SD. Resultatet viser en moderat korrelasjon mellom hvor mye intensiv trening utøverne trente og deres utvikling i maksimalt oksygenopptak ( $R=0,609$ ).

For å kvalitetssikre fremgang i oksygenopptak var det viktig å få frem forskjeller som skyldes endringer i vekt. Bruk av ml/kg kan være misvisende dersom utøverne går opp i vekt. I denne undersøkelsen gikk utøverne signifikant ( $P<0,01$ ) opp i vekt fra mai til november ( $65,1 \pm 11,1$  i mai og  $67,1 \pm 3,56$  i november). Dette førte til relativt store endringer i literverdi for enkeltutøvere i denne undersøkelsen.

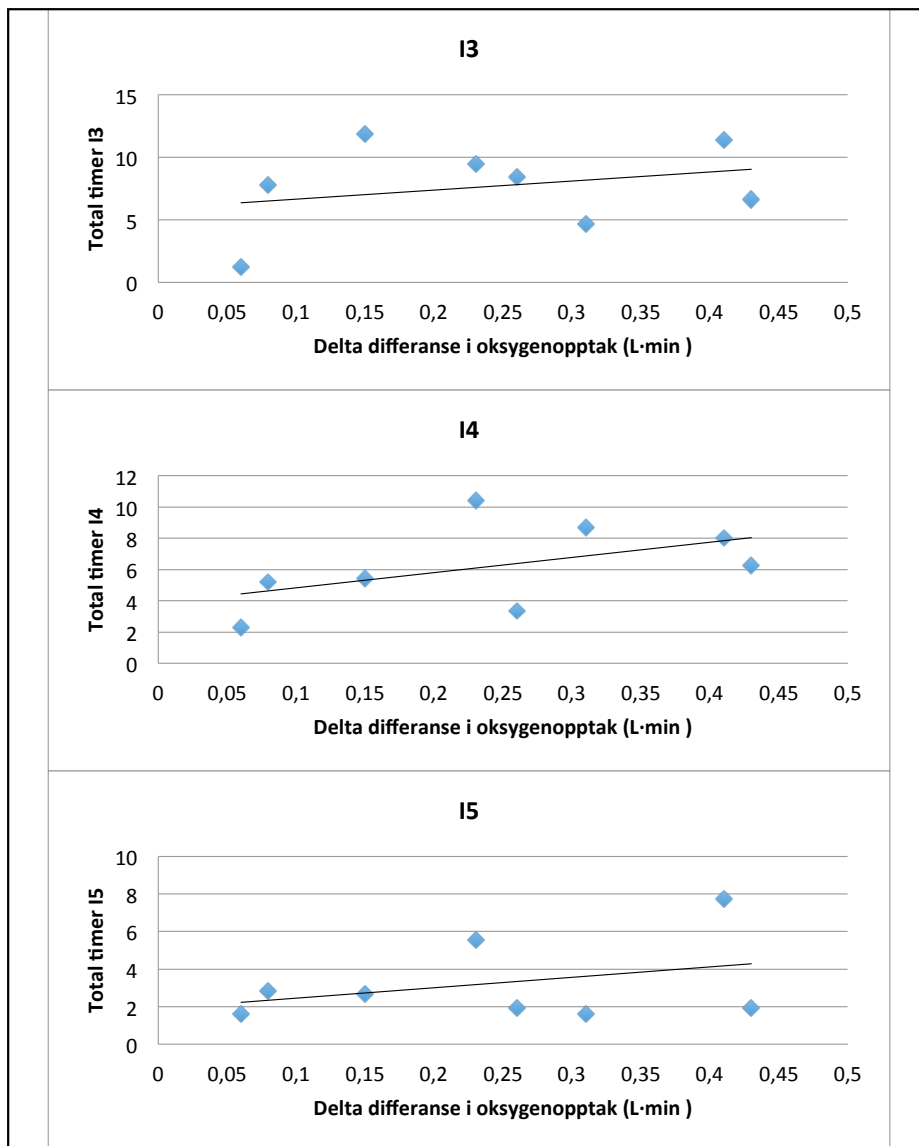
Korrelasjon mellom intensitetssonene (I3, I4 og I5) og maksimalt oksygenopptak ( $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ):



**Figur 4:** Viser sammenhengen mellom I3 ( $R=0,301$ ), I4 ( $R=0,600$ ), I5 ( $R=0,705$ ) og differansen i oksygenopptak ( $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ).

Resultatet viser at for FP i denne undersøkelsen hadde utøverne størst effekt av å trene I4 og I5.

Korrelasjon mellom treningsmengde i intensitetssonene (I3, I4, I5) og oksygenopptak (L·min):



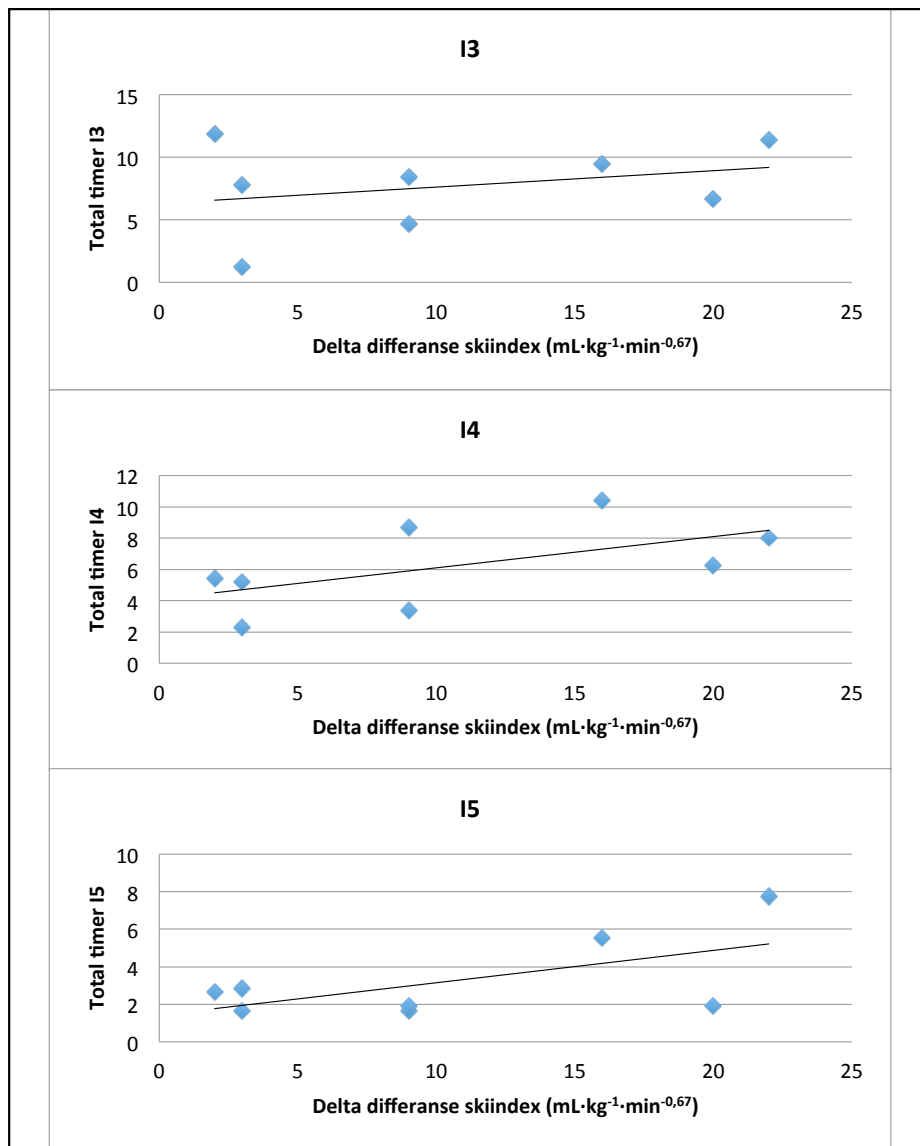
**Figur 5:** Viser sammenhengen mellom I3 ( $R=0,285$ ), I4 ( $R=0,497$ ), I5 ( $R=0,347$ ) og differansen i oksygenopptak (L·min).

Resultatet viser at for FP i denne undersøkelsen hadde utøverne størst effekt av å trene I4. Men at resultatene for alle intensitetssoner ga en lav korrelasjon.

Utviklingen i literopptak ( $L \cdot \text{min}$ ) fra mai til og med oktober var likevel signifikant ( $P < 0,05$ ).

Fremgang i literverdier kan skyldes vektøkninger, derfor er det relevant å se på vektforandringer i forbindelse med utvikling av literopptak.

Korrelasjon mellom intensitetssonene (I3, I4, I5) og skiindex ( $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-0,67}$ ):



**Tabell 6:** Viser sammenhengen mellom I3 ( $R=0,294$ ), I4 ( $R=0,582$ ), I5 ( $R=0,614$ ) og differansen i skiindex ( $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-0,67}$ ) fremgang i oksygenopptak fra mai til 31.oktober.

Resultatet viser lav korrelasjon eller ingen korrelasjon (under 0,5) mellom I3 og skiindex ( $R=0,294$ ), mens I4 og I5 ga moderat korrelasjon ( $R=0,582$ ,  $R=0,614$ ). Til

tross for lav korrelasjon mellom mengde I3-I5 var det en signifikant ( $P < 0,01$ ) fremgang i skiindex fra mai til og med oktober.

Når det gjelder fremgang i oksygenopptak i relasjon til prestasjon har henholdsvis  $\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  og  $\text{L} \cdot \text{min}$  verdi lett for å overvurdere lette utøvere i langrenn og undervurdere tunge løpere, derfor ser man på skiindex ( $\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-0,67}$ ).

## Diskusjonskapittel

Denne studien viste i hovedsak at kvinnelige junior langrennsløpere og skiskyttere responderte mer positivt på økt høyintensiv trening (I3-I5), enn rolig utholdenhetstrening (I1-I2). Denne undersøkelsen demonstrerte lav korrelasjon ( $R=0,471$ ) mellom total treningsmengde og utvikling av  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  for kvinnelige junior langrennsløpere og skiskyttere.

Det viktigste funnet i denne undersøkelsen var at FP responderte godt på total mengde høyintensiv trening. De FP som trente mest intensivt var de som hadde størst fremgang. Korrelasjonen ( $R=0,609$ ) mellom mengden høyintensivt og økning i oksygenopptaket var god. Årsaken til dette kan være at utøverne trente relativt lite total mengde (i gjennomsnitt 1t og 20 min pr. dag eller ca. 8t pr. uke). En logisk forklaring til dette er at de utøverne som trente mest,

hadde også størst fremgang i oksygenopptak.

Forskning viser at total treningsbelastning også har betydning for nivået på oksygenopptaket (8, 27, 28). Det totale aktivitetsnivået er en viktig faktor for nivået på  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  (25). Dette betyr i praksis at total mengde aktivitet er en avgjørende faktor for utvikling av  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ . Utvikling av fysiologiske arbeidskrav i utholdenhetsidretter avhenger av intensitet, men også det totale oksygentrykket i muskulatur over tid. Litteraturen har påvist betydningen av det totale oksygentrykket over muskelen for utvikling av nivået på oksygenopptak (11, 18, 25). Årsaksforholdet skyldes sannsynligvis ikke utvikling av perifere forhold, da det ofte assosieres med mye mengdetrening. Hensikten med langkjøring er utvikling av perifere forhold (8). Sandbakk (8) viser at de beste langrennsløperne, kvinner og

menn, trener et volum utholdenhetstrening. Helgerud (1) viste at høyintensiv trening utviklet  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  bedre enn lavintensiv trening gjør.

Et annet forhold er at utgangsnivået på oksygenopptaket for FP i denne undersøkelsen var relativt lavt (52,8 ml/kg  $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1} \pm 6,3$ ). Dette gjør at de med selv relativt lite trening skulle kunne forvente å få fremgang gjennom disse 6 mnd. Om man ser nærmere på data kan utøverne deles i to grupperinger. Der den ene grupperingen trente rundt 200 t mens den andre 250 t (Figur 2). Hvis man ser teoretisk på grafen i figur 2 viser den at å gå fra 200 til 250 treningstimer øker oksygenopptaket på 6 mnd i gjennomsnitt med  $4 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ , om det er bare mengden som er viktig for å øke oksygenopptaket. En normal økning av  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  er ca.  $2 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  per år (6, 24). Rusko (6) dokumenterte gjennom sin studie at opp til 20.års-alderen er det en økning i  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  gjennom økt volum av lavintensiv trening hos langrennsløpere, men for at utøvere med en utflating i  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  er en økning av høyintensiv trening viktig for å klare å øke  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ .

Sannsynligheten for at denne fremgangen skyldes sentrale faktorer (hjerte og blodvolum) er stor, da grupperingen som trente mest total treningsmengde også trente mest høyintensivt. Dette støttes av undersøkelsens andre funn. Trening ved intensitet 3-5 korrelerte bedre ( $R=0,609$ ) enn hva total treningsmengde gjorde. Årsaken til dette kan være at den høyintensive treningen stimulerte slagvolum, blodvolum til å vokse. Dette er i samsvar av funn av di Pampero (14). På bakgrunn av at de trente lite totalt vil det ikke være overraskende at de som trente mest intensivt har størst fremgang. En økning i  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  skyldes mest sannsynlig en forbedring i SV. SV reduseres gjennom økt perifer motstand (11, 18, 25). Helgerud (1) fant ut at en økning i  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  har en direkte sammenheng med økt slagvolum (SV), som resulterer i en forbedret arbeidsøkonomi (1). På grunn av at SV kan stige opp til  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  hos veltrente utøvere, burde trening nært  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  i følge teorien gi mest stimuli på SV (1).



Forskning og data fra utøvere i verdenstoppen viser at omtrent 10 % av treningstiden på et år blir gjennomført på høy intensitet (I3, I4 og I5) (8).

FP i denne undersøkelsen varierte fra 4-9 % hvor gjennomsnittet var  $7\% \pm 0,02$ . Det at FP trente i gjennomsnitt mindre intensivt enn anbefalingene fra Sandbakk (8) i perioden, kan være en årsak til at noen ikke utviklet seg noe spesielt i tidsperioden. De som trente minst (4 %) intensivt hadde lavest fremgang, samtidig ser man at de som trente mest intensivt (9 %) hadde størst fremgang (5,7 %). Dette samsvarer med litteraturen og forskning på området. Rusko (6) fant at økende frekvens høy intensiv trening økte aerob utholdenhet og prestasjonsevnen til finske juniorlangrennsløpere, med en topp på 3 høyintensive treningsøkter pr. uke. FP hadde i gjennomsnitt 0,7 timer intensivt i uka gjennom perioden fra 1.mai – 31.oktober. Helgerud (1) viste at ved 1,5 t med intervalltrening (90-95 % av HR maks) økte oksygenopptaket med 7,2 %.

I denne studien korrelerte utvikling av  $\dot{V}O_{2maks}$  best med trening på intensitet

4 og 5. Det vil si at FP hadde størst effekt av å trene på intensitet 4 og 5 for å utvikle sitt maksimale oksygenopptak sammenlignet med intensitet 3 og total mengde.

Det stemmer overens med Helgerud (1) som konkluderte med at høyintensive intervaller (90-95 % av  $\dot{V}O_{2maks}$ ) var mer effektivt enn å utføre samme totale arbeid på terskel eller ved 70 % av maks HF, i forhold til å forbedre  $\dot{V}O_{2maks}$ . Dette ble gjort på vanlige universitetsstudenter på et moderat oksygenopptaksnivå. Også Gaskill (15) og Rusko (6) som gjorde et studie basert på treningsresponsen i langrenn hvor han fant ut at langrennsløpere på et høyt nivå kan reagere mer positivt til økt mengde i høyintensitetstrening enn økt mengde i lavintensitetstrening.

Funnene i intensitetssone 4 og 5 gjelder både i forhold  $\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  og skiindex ( $\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-0,67}$ ) i denne studien. Det var en lavere korrelasjon på literopptak ( $\text{L} \cdot \text{min}$ ) ( $R=0,497$  på I4 og  $R=0,347$  på I5). Årsaken til dette kan være at literopptaket reguleres av kroppsvekt. Om man ser på tallene, ser man en større spredning i literopptak. Literverdien avhenger også av daglig

aktivitetsnivå, ikke bare trening (25). Det var en stor variasjon (0,06-0,41 l/min) blant FP i fremgang i oksygenopptak målt i literverdi, derfor blir korrelasjonen dårligere.

Et annet funn når det gjelder fordelingen av høyintensitetstrening i forhold til utvikling av oksygenopptak, var at korrelasjonen mellom total trening på I3 og utvikling i  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  var lav ( $R=0,301$  ml/kg,  $R=0,285$  L·min og  $R=0,294$  mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-0,67</sup>). Årsaken til dette kan være at I3 går på for lav intensitet til å kunne utvikle slagvolum og  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  (1). Grunnen til dette kan være at I3 trenes ved for kort varighet og på for lav intensitet til å kunne

påvirke hjertets slagvolum. I følge Helgerud (1, 29) var utvikling av hjertets slagvolum avhengig av at belastningen var høy nok til at hjertets slagvolum belastes opp mot maksimalt. Tidligere trodde man at hjertets slagvolum nådde maks ved ca. 60-70 % av HF maks (13), nyere kunnskap viser at hjertets slagvolum øker helt opp til 90-95 % av HF maks (36, 37).

### Konklusjon

For kvinnelige langrennsløpere og skiskyttere på et moderat nivå var mengden høyintensiv trening mer avgjørende for utvikling av  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  enn total mengde trening, samtidig hadde de mer effekt av å trene på intensitet 4 og 5 enn intensitet 3.

**Litteraturliste**

1. Helgerud, J., K. Høydal, E. Wang, T. Karlsen, P. Berg, M. Bjerkaas, T. Simonsen, C. Helgesen, N. Hjorth, R. Bach, og J. Hoff. (2007) *Aerobic High-Intensity Intervals Improve  $\dot{V}O_2\text{max}$  More Than Moderate Training*. Med. Sci. Sports Exerc., Vol. 39, No. 4, pp. 665–671. Trondheim, Norway
2. Bergh, U. (1987) *The influence of body mass in cross-country skiing*. Med sci sports exerc. 19: 324-331, 1987
3. Ingjer, F. (1991) *Maximal oxygen uptake as a predictor of preformance ability in women and men elite cross-country skiing*. J Sports sci 1:25-30
4. Larsson, P., Olofsson, P., Jakobsson, E., Burlin, L., Henriksson.Larsèn, K. (2002). *Phfysiological predators of performance in crosscountry skiing from treadmill test in male and female subjects*. Scan J Med Sci Sports 12: 347-353, 2002
5. Mahood, N V., Kenefick, R W., Kertzer R., Quinn, T J. (2001) *Physiological determinants of cross-country ski racing performance*. Med Sci Sports Exerc 33: 1379-1384
6. Rusko, H. (2003) *Cross-country skiing*. Blackwell Science Ltd. Oxford, UK
7. Sandbakk, Ø., Ettema, G., Leirdal, S., Holmberg, H.C. (2011). *Gender differences in the physiological responses and kinematic behaviour of elite sprint cross-country skiers*. Eur J Appl Physiol 112:1087–1094
8. Sandbakk, Ø., Tønnesen, E. (2012) *Den norske langrennsboka*. H. Aschehoug & Co. (W. Nygaard), Oslo
9. Saltin, B and Aastrand, PO. (1967) *Maximal oxygen uptake in athletes*. J Appl Physiol 23: 353-358
10. Moxnes, JF., Hausken, K. *Vurdering av diskusjon i dagbladet og VG sommeren 2008 angående intervalltrening og langkjøring. Hvilke er de viktigste treningsparameterne?*
11. Saltin, B. (1997) *The physiology of competitive c.c skiing across a four decade perspective; with a note on training intucted adaptions and role of training at medium altitude*. 1998: ICSS

12. Holmberg, H-C. (2005;1) *Physiology of Cross-Country skiing – with special emphasis on the role of the upper body*. Doctor thesis. Malmø AB: Holmbergs.
13. Schibye, B. og Klausen, K. (2005) *Menneskets fysiologi, hvile og arbejde*. FADL's Forlag, 2.utgave.
14. di Pampero P. E. (2003) *Factors limiting maximal performance in humans*. Eur J Appl Physiol 90: 420-429
15. Gaskill, SE., Serfass, RC., Bacharach, DW., Kelly, JM. (1998) *Responses to training in cross-country skiers*. American College of Sports Medicine
16. Carlsson, M. m/flere. (2012) *Validation of Physiological Tests in relation to competitive performances in elite male distance cross-country skiing*. 26(6)/1496-1504
17. Olympiatoppen (OLT)
18. Åstrand, P.O., and K.Rodahl. (1986) *Textbook of Work Physiology*. New York, NY: McGraw-Hill Book Company
19. Wagner, P. D. (1996) *A theoretical analysis of factors determining  $VO_{2max}$  at sea level and altitude*. Respir. Physiol. 106:329-343
20. Larsson, P and Henriksson-Larsen, K. (2005) *Combined metabolic gas analyser and dGPS analysis of performance in cross-country skiing*. J Sports Sci 23: 861-870
21. Epstein, D. (2013) *The Sports Gene, Inside the science of extraordinary athletic performance*. Penguin Group, 375 Hudson Street. New York.
22. Shephard, R. J., Bouhlef, E., Vandewalle, H., Monod, H. (1988) *Muscle mass as a factor limiting physical work*. J Apply Physiol 64: 1472-1479
23. Wisløff, U., Helgerud, J. (1998) *Evaluation of a new upper body ergometer for cross-country skiers*. Med Scki Sports Exerc 30: 1314-13:20.
24. Rusko, H. (1987) *The effect of training on aerobic power characteristics of young cross-country skiers*. *Journal of sports sciences*, 5(3), 273-286.
25. Åstrand P, Rodahl, Dahl H, Strømme S, (2003) *Textbook of Physiology*. Fourth edition. Human Kinetics. New York.

26. Welde, B., Evertsen, F., Heimburg, E.V., Medbø, J.I. (2003) *Energy cost of free technique and classical cross-country skiing at racing speeds*. Med. Sci. Sports. Exerc. 35:818-825
27. Fiskerstrand, Å., Seiler, K.S. (2004) *Training and performance characteristics among Norwegian International Rowers 1970-2001*. Scand J Med Sci Sports 2004: 14: 303-310
28. Billat, L.V. (2001) *Interval training performance: a scientific and empirical practice*. Sports Med (1).
29. Helgerud, J. (1996) *Central and Peripheral Limitations of Aerobic Endurance in Distance Runners*. Doctor politicum thesis, NUST 7-42.
30. Wenger, H.A., Bell, G.J. (1986) *The interactions of intensity, frequency and duration of exercise training in altering cardiorespiratory fitness*. Sports med 3: 346-356
31. Berg, U., Forsberg, A. (1991) *Influence of body mass on cross-country ski racing performance*. Med Sci Sport Exerc 24:1033-1039
32. Gjerset, A., Holmstad, P., Raastad, T., Haugen, K., Giske, R. (2012) *Treningslære*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS
33. Basset, D.R., Howley, E.T. (2000) *Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance*. Med Sci Sports Exerc 32:70-84.
34. Frøyd, C., Madsen, Ø., Tønnesen, E., Winsnes A, R., Asen, S. (2005) *Utholdenhetstrening gir resultater*. Oslo: Akilles
35. Helgerud, J. (1996) *Central and peripheral limitations of aerobic endurance in distance runners: a study of physiological gender differences and similarities*. Dr. Polit thesis, Norwegian University of Science and Technology, 7-42
36. Holmberg, H.C. (2015) *The elite cross-country skier provides unique insights into human exercise physiology*. Mid Sweden University, Östersund, Sweden
37. Levine, D.B. (2008) *VO<sub>2</sub>max: What do we know, and what do we still need to know?* J Physiol 586.1 pp 25-34. USA.



# Opplasting av samtykkeskjema

Opplasting samtykkeskjema

*Last opp pdf.-filen her. Maks én fil.*

BESVARELSE

## Filopplasting

Filnavn	5226410_cand-5913990_5224941
Filtype	pdf
Filstørrelse	25.546 KB
Opplastingstid	26.05.2016 11:28:20



Neste side  
**Besvarelse**  
vedlagt



## SAMTYKKE TIL BRUK AV PROSJEKT, KANDIDAT-, BACHELOR- OG MASTEROPPGAVER

Forfatter(e): Berit Mogstad

Norsk tittel: Sammenhengen mellom mengden høyintensiv utholdenhetstrening og utvikling av  $\dot{V}O_{2\max}$  hos kvinnelige langrennsløpere og skiskyttere i en langtidsstudie.

Engelsk tittel: The correlation between high-intensity endurance training and development of  $\dot{V}O_{2\max}$  in female cross-country skiers and biathletes. A longitudinal study.

Studieprogram: Bachelorfordypning, kroppsøving, idrett og friluftsliv – 30 studiepoeng, deltid, Meråker

Emnekode og navn: KIF350 Berit Mogstad

Vi/jeg samtykker i at oppgaven kan publiseres på internett i fulltekst i Brage, Nords' åpne arkiv

Vår/min oppgave inneholder taushetsbelagte opplysninger og må derfor ikke gjøres tilgjengelig for andre

Kan frigis fra: \_\_\_\_\_

Dato: 26.05.16

Berit Mogstad  
underskrift

\_\_\_\_\_  
underskrift

\_\_\_\_\_  
underskrift

\_\_\_\_\_  
underskrift



