

Bachelorgradsoppgave

Påvirkes VO_{2max} og Th_{an} av 14 dager med mengdetreningsregime?

Johan Riseth Hammer

KIF350

Bachelorgradsoppgave i

Kroppsøving og idrettsfag, faglærerutdanning,
bachelorgradsstudium

2013



Avdeling Meråker
Lærerutdanning

Sammendrag

Kandidat Johan Riseth Hammer: Påvirkes VO_{2max} og Th_{an} av 14 dager med mengdetreningsregime? Kroppsøving idrettsfag, faglærerutdanning og Bachelorgradsstudium, Høgskolen i Nord-Trøndelag, Idrettstudiene i Meråker s. 1-13 27.05.2012. **Hensikt:** Undersøke om unge idrettsutøvere påvirker Th_{an} og VO_{2max} ved hjelp av en treningsperiode på lav intensitet over 14 dager. **Metode:** 4 godt trente studenter ved HINT idrettsfag avd. Meråker deltok i undersøkelsen. Treningsperioden skulle bestå av mellom 40 og 45 timer fordelt på to uker, hvorav minst 85 % bestående av intensitetszone 1 og 2. Testene foregikk over to dager, første dag VO_{2max} -test løp, og andre dag anaerob terskeltest ruller ski skøyting. Testene foregikk på samme måte på pre og posttest. Testene ble utført i oktober 2012 ved Meråker Testlab. **Resultat:** Th_{an} ble forhøyet med 0.7 km/t der Th_{an} var satt til 4.0 mmol, mens VO_{2max} ble forbedret med 1.5 ml/kg/min. **Konklusjon:** I dette studiet er vist at stor treningsmengde på lav intensitet har positiv påvirkning på Th_{an} og VO_{2max} .

Nøkkelord: Aerob utholdenhet, langkjøring, VO_{2max} , Th_{an} , langrenn

Teori

Langrenn betegnes som en utholdenhetsidrett der aktiviteten har gjentakelser av muskelkontraksjon over lengre tid (1). Minst 95 prosent av energiomsetningen i vanlig distanselangrenn er aerob. De tre viktigste faktorene for utholdenhetsprestasjon er i følge modellen til Pate og krisca maksimalt oksygenopptak (VO_{2max}), Anaerob terskel (Th_{an}) og arbeidsøkonomi(2).

VO_{2max} regnes som den viktigste faktoren for utholdenhetsprestasjon i langrenn (1). VO_{2max} er et mål for organismens maksimale evne til å ta opp oksygen pr tidsenhet (3). VO_{2max} blir målt i liter per minutt (l/min). For å sammenligne

oksygenopptaket til personer med ulik kroppsvekt og knytte oksygenopptaket til utholdenhetsprestasjon deler vi VO_2 på kroppsvekt og uttrykker det som (ml/kg/min) (4). I en studie av Rusko blant unge skiløpere viser til en vanlig økning av VO_{2max} på 2ml/kg/min pr år(13).

VO_{2max} begrenses av sentrale og perifere faktorer. I langrenn er de sentrale faktorene den største begrensningen, som hjertes størrelse, blodvolum, slagvolum og hemoglobinmengde (5).

Perifere faktorer som begrenser VO_{2max} er kapillærtetthet, mitokondrietetthet, oksydative enzymer, myoglobin og muskelfibertype (6). Salltin hevder at det ikke er nok blod til å drive aktiviteter som krever bruk av over- og underkropp

samtidlig, og at det stresser kroppen til å kompensere med mer blod (16).

Th_{an} betegnes som det høyeste intensitetsnivået eller oksygenopptak med full likevekt mellom produksjon og eliminasjon av melkesyre (1).

Terminologien ”anaerob terskel” ble første gang introdusert i 1964 av forskerne Wassermann og Macllory. De hentyder til ”den arbeidsintensiteten der lunge ventilasjonene ikke lenger øker parallelt med oksygenopptaket, eller den arbeidsintensiteten der utøveren begynner å hyperventilere”. Ved arbeid som foregår rundt anaerob terskel greier organismen over tid å eliminere melkesyre, så lenge det er tilstrekkelig med oksygen (13). Th_{an} kan påvirkes ved trening uavhengig av endring av VO_{2max} (11).

Arbeidsøkonomi sier hvor effektiv en utøver omsetter energien. Kroppens effektivitet vil si hvor mange prosent av energien som gir framdrift. Resten av energien går med til å holde kroppsfunksjonen i gang, eller forsvinner som energilekkasje på grunn av lite hensiktsmessig teknikk (4). Grunnleggende fysiologisk teori beskriver at forbedret utholdenhetsprestasjon uten forbedring av VO_{2max} kan forklares gjennom en forbedret Th_{an} eller arbeidsøkonomi (17) som

undertrykker tidligere studier på eliteutøvere (18).

Langkjøring er kontinuerlig trening med intensitet fra lav til moderat. Treningsdata for norske olympiske mestere og verdensmestere i langrenn de siste årene viser at mer enn 85 % av utholdenhetstreningen er på lav intensitet. I henhold til olympiatoppens intensitetsskala utgjør denne treningen intensitetszone 1 og 2, der hvor pulsen er fra 60 til 82 % av maks HF og laktatkonsentrasjon i blodet på under 2,5 mmol (4).

Lavintensitetstreningen stimulerer i stor grad perifere forhold i kroppen (7). Hovedmålet med trening i I1 og I2 er å forbedre den aerobe kapasiteten og arbeidsøkonomien. Aerob kapasitet ved trening ved lav intensitets forbedres hovedsaklig ved at utnyttelsesgraden blir bedre som følge av at de lokale forholdene i og rundt muskelfibrene forbedres og forbedret evne til fettomsetting (6).

Det er ingen tvil om at VO_{2max} er den viktigste enkeltstående faktoren for utholdenhetsidrett i dag, men spørsmålet er hvilken treningsintensitet som gir best effekt. Det mest vanlige er å bygge trening på lav intensitet som grunnmur for å tåle intervalltrening på høy intensitet (3). Intervalltrening stimulerer sentrale faktorer. I 2008 foregikk en diskusjon i VG

og dagbladet blant forskere hvilke trening som var hadde best effekt på VO_{2max} . Til grunn lå påstand fra Helgerud om at 4*4 min intervall var den beste treningen. Atle Kvålsvoll på den andre siden kom med en påstand om at Thor Hushovd ikke har hatt en sjanse uten de store treningsdosene på lav intensitet. Det er vist i studier at intervall har effekt på VO_{2max} (10), som viste til mellom 3-7 % forbedring av VO_{2max} . Studiet tok for seg ulike treningsprinsipper og fant ut at trening med høy intensitet hadde størst fremgang på VO_{2max} . I studien til Helgerud ble det samtidig vist til ingen fremgang av Th_{an} etter langkjøringsregime. Dette ble gjort fra tre ganger i uka med økter på 45 minutter av utrente FP på I 1 (10). Costill gjorde en undersøkelse med løpere som gjennomførte langkjøring. Han fant ut at en forbedring i VO_{2max} nådde et tak etter et volum på 80—95 km løping i uken (9). I en studie blant finske langrennsløpere ved alderstrinnet 15 til 25 år er det blitt vist at utøverne forbedret VO_{2max} , noe som også førte til bedre Th_{an} , ved hovedsakelig å øke treningsmengden på lav intensitet (6). Shepard hevdet at VO_{2max} var avhengig av det totale oksygentrykket muskelen ble utsatt for (12). Det vil si at desto større aktivitetsnivå i det daglige over lengre tidsperiode vil VO_{2max} være tilsvarende høyere. Dette sier oss en del av

viktigheten av mye trening på lav intensitet.

Trening innenfor utholdenhetsidretter har tradisjon for å trene mye. Forskning og beste praksis indikerer at det kreves omkring 10 000 timer med systematisk og målrettet trening for å bli verdensmester i idrett (4). Nyere forskning på eliteutøvere i utholdenhetsidrett blir det bekreftet at mye trening på lav intensitet må til for å oppnå suksess. Frode Estil utdyper i Den norske langrennsboka viktigheten av lavintensitetstrening med at han vurderte å legge opp som skiløpet grunnet skuffende resultater i det han la om treningen til mer rolige lange turer i fjellet. Det var denne sesongen han tok steget opp i verdenseliten (4).

Problemstilling

Påvirkes VO_{2max} og Th_{an} av 14 dager med mengdetreningsregime?

Metode

Forsøkspersoner (FP)

Fem godt trente mannlige utøvere fra Høgskolen i Nord- Trøndelag avd. Meråker deltok frivillig i studiene. Utøvere konkurrerer aktivt på nasjonalt nivå innen langrenn og/eller skiskyting. FP ble på forhånd informert om at de kunne avbryte

forsøket når som helst og at all data vil bli behandlet konfidensielt og anonymt i henhold til Helsinki- erklæringen fra 1975. Det var tre av forsøkspersonene som måtte avbryte forsøket under treningsperioden grunnet sykdom.

Alder (år)	Vekt (kg)	Høyde (m)	VO _{max} (ml/kg/min)	HF _{max}
19.8 ± 0.97	74.2 ± 7.88	1.80 ± 5.23	72.0 ± 8.66	208 ± 2.94

Tabell 1 viser: gjennomsnittlig antropometriske og fysiske variabler med standardavvik til de 4 FP i studien.

Trening

I forkant av treningsperioden trente FP som normalt, som betyr mellom 10 og 15 timer fordelt på 2-3 intervalløkter, 1-2 styrkeøkter, spenst og hurtighet i tillegg til rolig trening som langkjøring. Selve treningsperioden foregikk over 14 dager med en total treningsmengde på mellom 40 og 45 timer. Treningen skulle hovedsakelig gjennomføres som langkjøring i sone 1 og sone 2. Gjennomført trening skulle registreres i forsøkspersonenes treningsdagbok. Bevegelsesform under treningsperioden var ski, rulleski og løping. FP var utstyrt med pulsklokke og belte for å kontrollere intensitet og registrere mengden trening. All gjennomført trening to uker i forkant og under testperioden ble registrert og regnet ut i TRIMP verdier. TRIMP er definert

som treningsvolum i minutter multiplisert med treningsintensitet.

Treningsintensiteten blir regnet ut i fra I-sone.

Testprosedyre og utstyr

Testingen foregikk over to dager rett før og

6 dager etter treningsperioden.

Dag 1 av besto av VO_{2max} test i løping, og dag 2 Anaerob

Terskeltest som rulleski skøyting. VO_{2max} testene ble gjennomført på en

RoodbyRL2500E tredemølle (Sverige), og for måling av VO₂ ble det brukt en Jaeger Oxycon Pro analysator (Tyskland). Før testing ble apparaturen kalibrert ved hjelp av høy presisjons gass (16,00 ± 0,04% O₂ og 5.00 ± 0,1% CO₂, Riessner Gass GmbH & Co, Lichtenfelds, Germany).

Innåndingsluft flow meter ble analysert ved hjelp av en standard 3 liter volum syringe (Tyskland). FP gjennomførte en standard oppvarming på 10 minutter med 6 % stigning i 8 km/t med en økning opp til starthastigheten på testen. Dette ble gjort med beregninger ut ifra FP følelse og puls (ca 60-65 % av maks HF). VO_{2max} testen startet med hastighet tilsvarende 9 eller 10 km/t på 10 % stigning, og med økende hastighet på 1km/t hvert minutt til utmattelse. Det ble registrert hvor fort og hvor lenge FP løp på den avsluttende hastigheten og høyeste måling av HF. VO_{2max} ble ansett som nådd om RER

(respiratory exchange ratio) var over 1.08 (1) og en kunne se en utflating av oksygenopptaket til tross for økende belastning.

Anaerob Terskeltesten ble gjennomført på en 3 * 6 m RoodbyRL2500 rulleskimølle (Sverige). 3D mølla består av et gummi (no slip overflate) bånd som lar FP lov til å bruke egne staver ($90 \pm 1\%$ av egen kroppshøyde) med en spesielt konstruert pigg (1x1 cm stålbørstematte på en vinklet gummikloss med hull til saven). FP ble sikret i en klatresele med justerbart oppheng i taket over FP. Til testen ble like og de samme SWENOR rulleski skating, standard 1 hjul (Norge) brukt med henholdsvis NNN (Rottefella, Norge) og Salomon (Frankrike) bindinger til FP egne skisko. Rulleskiene ble ikke friksjons testet før testing. Testen gikk i skøyting dobbeldans med 6 % stigning. Testen startet med oppvarming på 10 minutter i 9 km/t med puls tilsvarende ca.60-70 % av maks HF. Så ble en tradisjonell terskeltest

Resultat

Resultatene fra denne studien skal si noe om sammenhengen mellom treningsmengde og utvikling av VO_{2max} og Th_{an} . Testresultatene er samlet for pre og posttest og inneholder gjennomsnittlig treningstid og prosentvis fordeling av

benyttet med fire 5minuttersdrag med økende hastighets på 1km/t på hvert drag. Pausene mellom hvert drag var på ca 1 minutt for å gjøre laktatmåling, samt registrering av puls og Borg verdi. Borg verdi er en tabell med verdier fra 6 til 20 som forteller den subjektive følelsen av for eksempel et drag, hvor 6 er veldig lite anstrengende og 20 er veldig, veldig anstrengende (15). Hjerterefrekvens ble målt med Polar RS800CX (Finland), Blod laktat ble målt på 5 μ L sampel tatt i fingertupp med Lactat Scout + (Tyskland) validert av NN. Th_{an} ble definert til 4.0 mmol.

Statistikk og databehandling

Alle resultat er rapportert som gjennomsnitt, standard avvik og er plottet inn i Excel (2007) på en Samsung laptop. Analysen ble gjort med en students paret t-test to halet, der signifikansnivået ble satt til $P \leq 0,05$ for å vurdere om data var signifikant statistisk forskjellig før og etter testen.

trenningsinnhold, fysiologiske målinger av VO_{2max} , Th_{an} , blodlaktat og HF i mellom pre og posttest. Resultatene er kommet fram som gjennomsnitt, SD og de statistiske forskjellene er beregnet gjennom paired students t-test. Dette kommer fram i tabell nr.2 -4.

Treningsperiode1	RS/SKI	LØP	ANNET	TOTAL	%	TRIMP
I-sone 1	7:20	7:45	2:05	17:10	68,1 %	970
I-sone 2	0:45	1:03	0:07	1:55	7,9 %	230
I-sone 3	0:20	0:18	-	0:37	3,2 %	123
I-sone 4	0:56	0:55	-	1:51	8,1 %	442
I-sone 5	0:06	0:14	-	0:20	1,3 %	100
Spent/hurtighet	-	-	2:15	2:15	1,2 %	-
Styrke	0:12	0:05	-	0:17	9,2 %	-
Totalt	9:39	10:20	4:27	24:26	100 %	1865
%	39,4 %	42,4 %	18,2 %	100 %	-	-

Tabell 2 viser: Treningsbelastning hos forsøksgruppen før treningsforsøket. Dette representerer to normaluker i tiden før treningsforsøket som ble gjennomført i oktober. Data er presentert som gjennomsnittlig trening for FP i timer, prosent og TRIMP.

Typisk for trening for tabell 2 er relativt stor andel rolig trening. For toppidrettsutøvere utgjør omtrent 80 % av den totale treningstiden i en års syklus I1

og I2, ca. 10 % av treningstiden er på høy intensitet (I3,I4 og I5). Hardøktene tilsvarer da mellom 1,5 og 2 timer per uke fordelt på en til tre økter (4).

Treningsperiode2	RS/SKI	LØP	ANNET	TOTAL	%	TRIMP
I-sone 1	27:17	6:53	-	34:10	80,1 %	2049
I-sone 2	2:18	1:07	-	3:25	8,3 %	408
I-sone 3	1:05	0:22	-	1:27	3,5 %	267
I-sone 4	0:25	0:26	-	0:51	2,0 %	207
I-sone 5	-	0:05	-	0:05	0,2 %	25
Spent/hurtighet	-	-	1:58	0:30	4,8 %	-
Styrke	0:30	-	-	1:58	1,1 %	-
Totalt	31:35	8:53	1:58	42:25	100 %	2956
%	74,1 %	21,1 %	4,8 %	100 %	-	-

Tabell 3 viser: Treningsbelastning hos forsøksgruppen under treningsperioden. Dette representerer et treningsforsøk på to uker med store mengder trening på lav intensitet. Data er presentert som gjennomsnittlig trening for FP i timer, prosent og TRIMP.

Forskjellen på treningsperiode 1 og 2 er den totale treningsbelastningen og andelen trening på lav og høy intensitet. Treningsmengden økte med 17.59 timer,

som utgjør 43 % økning. Den totale TRIMP verdien i treningsperiode 1 utgjør 1865 mens den er 2956 i treningsperiode 2. Dette representerer beregnet totalbelastning.

	Pre	Post
Trening		
Total trening (antall timer)	24:26 ± 0.86	42:25 ± 1.69 (P<0,01)***
VO_{2max}		
l/min	5.28 ± 0.51	5.31 ± 0.47 (P<0,33)
ml/kg/min	72.0 ± 0.86	73.5 ± 1.64 (P<0,15)
RER	1.18 ± 2.08	1.17 ± 0.81 (P<0,20)
HF	204 ± 3.86	203 ± 4.72 (P<0,35)
Vekt	74.1 ± 7.88	73.7 ± 7.92 (P<0,37)
Slutthastighet	15.7 ± 0.58	15.7 ± 0.58 (P<1,00)
Tid på siste hastighet	0:53 ± 34.30	1:08 ± 31.70 (P<0,34)
Th_{an}, laktat (mmol) 4.00		
Hastighet	13.4 ±	14.1 ± (P<0,02)**
HF	186 ± 5.23	188 ± 1.29 (P<0,32)
Slutthastighet	16.9 ± 1.00	16.9 ± 1.00 (P<1,00)
Laktat (mmol)	11.7 ± 26.3	10.0 ± 29.4 (P<0,0.02)**

Tabell 4 viser pre og posttest resultat på VO_{2max} test og Th_{an} test presentert i gjennomsnittsverdier ± standard avvik av FP og P verdi. P<0.01***, P<0.05**, P<0.01*

Hovedresultatene av mye trening på lav intensitet viser at gruppen signifikant forbedret Th_{an}, med laktat satt på 4.0 mmol 0,7 km/t forbedret (P≤0.02). Resultat viser også at gruppa hadde en økning på VO_{2max}, med 1,5 ml/kg/min, noe som er en økning på 2,05 %. Noe som faktisk tilsvarer vanlig fremgang på 1 år (14). HF, RER og vekt var ikke signifikant endret.

Diskusjon

Hensikten med dette studiet var å se om mye trening på lav intensitet over en kort periode påvirker VO_{2max} og Th_{an} . Det viktigste funnet i dette studiet var signifikant forbedring på Th_{an} som ble definert til 4.0 mmol ($P < 0,02$).

Gjennomsnittshastighet for pretest var 13.4 km/t mens 14.1 km/t for posttest. 0,7 km/t høyere hastighet er noe som betyr en fremgang på 4.9%. Dette sees som relativt mye på så kort tid. Årsaken til fremgangen i dette studiet kan forklares med at mye langkjøring stimulerer de perifere faktorene i kroppen og bedret utnyttingsgrad. Perifere faktorer er økt kapillærnettverk, antall myoglobin, antall mitokondrier og oksydative enzymer. Ved økning av disse faktorene vil det være raskere avlevering av oksygen til muskelen og aerob energifrigjøring. Dette er i samsvar med undersøkelser av Shepard der man fant at Th_{an} og VO_{2max} avhengig av å redusere perifer motstand. Det er også tradisjon til å anta at slike prosesser tar lengre enn to uker å forbedre, uten at en har funnet noe forskning på dette. Under treningsperioden trente FP i snitt 74 % på ski eller rulleski mot 39 % før første test. Dette kan indikere at FP har fått en mer hensiktsmessig teknikk på ski. Å benytte stor del av treningen som spesifikk

bevegelsesform vil mest sannsynlig føre til en større forbedring lokalt rundt og i muskelfibrene, og dermed ført til større eliminering av laktat, og eller mindre produksjon av laktat. HF ved Th_{an} var snitt 2 slag høyere ved posttest. Dette kan forklares ved at den anaerobe terskelen er forbedret, og dermed kan si at Th_{an} hos FP er to slag høyere etter mengdetreningsperiode på lav intensitet. Helgerud(10) har sin studie vist til ingen fremgang på Th_{an} etter langkjøringsregime, dette riktignok med en treningsmengde som var mye mindre enn denne studien. I min studie trente FP i snitt 42.25 timer fordelt på to uker, noe som er en økning på 47 % fra før treningsperioden. I studien til Helgerud var treningsdosen 18 timer fordelt på 8 uker. På en annen side fant Costill (9) i sin studie på unge langrennsløpere fremgang av Th_{an} som følge av forbedret VO_{2max} .

Min studie viste også stor nedgang på laktat ved den høyeste hastigheten, pretesten med 11.7 mmol og 10.00 mmol ved posttest. Dette viser til en signifikant forskjell ($P < 0.02$). Dette kan forklares ved bedret utholdenhetsprestasjon gjennom høyere Th_{an} eller bedret arbeidsøkonomi. I og med at Th_{an} var forhøyet er det naturlig

å se nedgang på blodlaktat også ved slutthastigheten ved den anaerobe terskeltesten. FP hadde da ved posttest kortere tid med arbeid uten tilstrekkelig med oksygen, og av den grunn mindre produksjon av laktat.

Neste funn i studien er forbedring av gjennomsnitt av FP på VO_{2max} fra 72.0 ml/kg/min til 73.5 ml/kg/min. Det er en økning på 2,05 % i snitt av FP. Dette resultatet er ikke en signifikant forskjell, men når vi ser på økningen i snitt på 1,5 ml og en vanlig økning pr år for unge utøvere er i følge Rusko (13) 2.0 ml/kg/min. Mulige årsaker til dette kan vi finne blant sentrale faktorer, perifere faktorer og arbeidsøkonomi. Av sentrale faktorer kan det være økt blodvolum og slagvolum som en naturlig konsekvens av utholdenhetstrening. Dette kan resultere i at utøverne har fått bedre venøs retur av blodet og fylling av hjerte. Dette understøttes av teorien til Salltin (16) med at kroppen i utgangspunktet har for lite blod til å forsyne under - og overkroppsarbeid samtidig, som får kroppen til å produsere flere blodlegemer. Mye av trening under treningsperioden ble som kjent gjennomført på ski og rulleski som er helkroppsarbeid, dette kan ha ført til en fysiologisk respons på blodvolum. En sannsynlig forklaringsmodell er økt slagvolum. Slagvolum økes blant annet

som en konsekvens av økt hjerte størrelse øker noe som er vanlig ved utholdenhetstrening. Shepard viser at oksygenopptak kan avhenge av oksygentrykk over muskelen. Det vil si at det daglige aktivitetsnivået bestemmer nivået på VO_{2max} . Siden det meste av treningen foregikk i I-sone 1, 2 og 3 over lang tid kan det tyde på at oksygentrykket har vært stort nok til å endre VO_{2max} . Perifere forhold som kan ha påvirket VO_{2max} som konsekvens av mengdetrening på lav intensitet er økt kapillærnettverk, antall myoglobin, antall mitokondrier og oksydative enzymer. Det kan diskuteres i hvor vidt posttest, som ble avholdt 6 dager etter endt treningsperiode med fordel kunne vært avholdt noen dager senere og med fått en superkompensasjon. En liten andel av den totale treningstida under treningsperioden var løping, mens i perioden før pretest besto av en betydelig større andel løping. Så mer løping under treningsperioden kunne også vært med og påvirket resultatet på VO_{2max} . Tidligere studie fra Helgerud (10) på mengdetrening og VO_{2max} viser til liten fremgang. Grunn til det kan være at FP ikke har trent nok for å ha påvirket de perifere faktorene. I studien til Costill (9) på mengdetrening på friidrettsutøvere viste til et "tak" på VO_{2max} før det stagnerte. Det er ikke mulig å se i dette studiet ettersom FP trente omtrent samme treningsmengde.

Konklusjon

I dette studiet er vist at stor treningsmengde på lav intensitet har positiv påvirkning på $T_{h_{an}}$ og VO_{2max} . Det betyr at treningsperioder med mye trening på lav intensitet kan være et bra innslag i treningsprogrammet ved siden av hardere treningsperioder med mye intervaller.

Litteratur

- (1) Åstrand P O, Rodal K (2003) Text book of human physiology. McGraw-Hill Book Company, New York
- (2) Pate R R og Kriska A (1984) Physiological basis of the sex difference in cardiorespiratory endurance. *Sports Med* 1:87-98
- (3) Gjerset, A. Holmstrand, P (2012), *Træningslære*
- (4) Sandbakk, Ø. Tønnessen, E. (2011), *Den norske langrennsboka*
- (5) Sæterdal, R. (2006) *Utholdenhet- Trening som virker. Olympiatoppen*
- (6) Frøyd, C. et. Al. (2008) *Utholdenhet, trening som gir resultater. Akilles*
- (7) Tjelta, L.I och Enoksen, E. (red.) (2004). *Utholdenhetstrening. Kristiansand: Høyskoleforlaget.*
- (8) Tønnesen E (2010) *Hvordan trener verdens beste utholdenhetsutøvere, og hva kan vi lære av dem?*
- (9) Costill D. *Inside running: basics of sports physiology. Indianapolis (IN): Benchmark Press, 1986: 178*
- (10) Helgerud J, Høydahl K, Wang E., Karlsen T, Berg P, Bjerkå M, Simonsen T, Helgesen C, Hjort N, Back R, Hoff J (2007) *Aerobic high-intensity intervals improve VO₂ max more than moderate training. Med. Science Sports Exercise, 39, 4, 665-671.*
- (11) Rusko H K (1992) *Development of aerobic power in relation to age and training in cross-country skiers. Med Sci Sports Exe 24:1040-1047*
- (12) Shepard R. J. & Åstrand P.-O. (1992) *Endurance In Sport – The encyclopaedia of sports medicine an IOC medical commision publication in collaboration with the international federation of sports medicine, Blackwell science.*
- (13) Wasserman og McIlroy (1964) *Continuos measurement of ventilator exchange ratio during exercise.*
- (14) Rusko, H. (1987) *The effect of training on aerobic power characteristics of young cross-country skiers*
- (15) Borg, GA. 1974 *Percived Exertion. Exerc Sport Sci Rev.*
- (16) Saltin B (1990) *Maximal oxygen uptake: Limitation and malleability. In: Kande and Ryan (eds) International Symposium on exercise Physiology. Human Kinetics: 26-40*

- (17) Joyner, MJ & Coyle, EF. (2008) Endurance exercise performance: the physiology of champions. *J Physiol* 586: 35-44
- (18) Esteve-Lanao, Foster, C Seiler, S og Lucia, A (2007). A impact of training intensity distibiution on performance in endurance athletes. *J Strenght Cond Res* 21: 943-949