



# Bachelorgradsoppgave

Påverkas  $TH_{an}$  och  $VO_{2max}$  av 14 dagers  
mängdträningsregim

Does 14 days of high volume training  
affect  $TH_{an}$  and  $VO_{2max}$

Daniel Svensson

KIF350 Bacheloroppgave

Bachelorgradsoppgave i Kroppsøving og  
idrettsfag- faglærerutdanning

Lærerutdanning  
Høgskolen i Nord-Trøndelag - 2014



**HINT**

## **Innhold**

<b>1. SAMMANFATTNING .....</b>	<b>1</b>
<b>2. TEORI.....</b>	<b>2</b>
<b>3. METODE .....</b>	<b>2</b>
<b>4. RESULTAT .....</b>	<b>3</b>
<b>5. DISKUSJON.....</b>	<b>6</b>
<b>6. KONKLUSJON .....</b>	<b>8</b>
<b>Litteratur .....</b>	<b>9</b>

**ANTALL ORD:4291**

# 1. SAMMANFATTNING

Påverkas  $Th_{an}$  och  $VO_{2max}$  av en 14 dagar lång mängdträningsperiod? Idrott, lärarutbildning och årsstudium Sport , Högskolan i Nord- Trøndelag , Sport Studies i Meråker pp. **Syfte :** Undersöka om unga idrottare påverkar  $Th_{an}$  och  $VO_{2max}$  med hjälp av en period på 14 dagar med låg intensitets träning. **Metod:** Fem vältränade studenter vid HiNT avd Meråker deltog i undersökningen. Träningsperioden ska innehålla mellan 40 och 45 timmar för delat på två veckor, där minst 85 % av träningen består av intensitetszon 1 och 2. Testerna ägde rum under två dagar, den första dagen  $VO_{2max}$ -test löpning och den andra dagen ett anaeroft tröskel test på rullskidor. Pre och post testerna genomfördes på samma sätt.. Testerna utfördes i oktober 2012 av Meråker Testlab . **Resultat:** Den anaeroba uthålligheten ökades med 0,7 km/t när  $TH_{an}$  var satt till 4,0 mmol , medan  $VO_{2max}$  förbättrades med 1,5 ml/kg/min. **Konklusion:** I denna studie visar att stor träningsmängd på låg intensitet har en positiv inverkan på  $TH_{an}$  och  $VO_{2max}$ .

**Nyckelord:** Aerob uthållighet, mängdträning,  $VO_{2max}$ ,  $Th_{an}$ , längdskidor

## 2. TEORI

Längdskidåkning beskrivs som en uthållighetsidrott där aktiviteten har upprepade muskelkontraktioner under lång tid (1). I 2014 blir längdskidåkaren utmanad på distanser från 1, 2 km till 50 km, genomfört som enkelstart, sprintprolog och distanstävlingar, masstarter och elimineringsheat samt stafetter. Att ha framgång i konkurrensen, har många studier visat att idrottare måste ha en hög aerob kapacitet och bra teknik (Andersson et al 2010;.. Holmberg et al 2006;.. Millet et al, 2003;.. Sandbakk et al. 2012, 21,22,23 och 24). De tre viktigaste faktorerna för uthållighetsprestationer är enligt Pate och Kriscas modell maximal syreupptagningsförmåga ( $VO_{2max}$ ), anaeroba tröskeln ( $TH_{an}$ ) och arbeteekonomi (2).

$VO_{2max}$  räknas som den viktigaste faktorn för uthållighetsprestationer inom längdskidåkning(1,13).  $VO_{2max}$  är ett mål för organismens maximala förmåga att ta upp oxygen per tidsenhet(3).  $VO_{2max}$  blir mätt i liter per minut( $l/min$ ). För att kunna jämföra syreupptaget mellan personer med olika kroppsvikt och syreupptag till uthållighetspresentationer delar vi  $VO_{2max}$  på kroppsvikten och uttrycker det som ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ )(4). I en studie genomförd av Rusko bland unga skidåkare visar att en

normal ökning av  $VO_{2max}$  på  $2(ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1})(13)$ .

$VO_{2max}$  begränsas av centrala och perifera faktorer. I längdskidåkning är det de centrala faktorerna den största begränsningen, som hjärtats storlek, blodvolym, slagvolym och hemoglobinvärde(5).

Perifera faktorerna som begränsar  $VO_{2max}$  är kapilärtäthet, mitokondrietäthet, oxydativa enzymer, myoglobin och muskelfiber typ(6). Saltin hävdar att det inte är nog blod att för att driva aktiviteter som kräver användning av över- och underkropp samtidigt, och att detta stressat kroppen att kompensera med mer blod(16). Anaeroba uthålligheten betecknas som den högsta intensitetsnivån eller syreupptag med lika stor del produktion och elimination av mjölksyra(1). Terminologin ”anaerob tröskel” blev för första gången använd år 1964 av forskarna Wassermann och Macllory. De hänvisar till ”den arbetsintensitet där lungventilationen inte längre är parallell med syreupptaget, eller den arbetsintensitet där utövaren börjar hyperventilera”. Vid arbete som föregår runt anaeroba tröskeln klara organismen över tid att eliminera mjölksyra, så länge det är tillräckligt med oxygen(13).  $TH_{an}$  kan påverkas vid träning oavhängigt vid ändring av  $VO_{2max}$ (11).

Arbetsekonomin berättar om hur effektiv en utövare omsätter energin. Kroppens effektivitet är den procentuella av energi som ger framdrift. Resten av energin går till att hålla i gång kroppens funktioner, eller försvinner som energiläckage på grund av dåligt tillämpad teknik(4).

Grundläggande fysiologisk teori beskriver att förbättrad uthållighetsprestation utan förbättring av  $VO_{2max}$  kan förklaras genom förbättrad  $TH_{an}$  eller arbetsekonomi(17).

Något som också är påvisat i studier på eliteåkare(18).

Långdistans är kontinuerlig träning på en låg intensitet till moderat. Träningsdata för norska olympiska mästare och världsmästare i längdskidåkning de sista åren visar att mer än 85 % av uthållighetsträningen är på låg intensitet. Enligt Olympiatoppens intensitetsskala utförs denna träning i intensitets zonen 1 och 2, där pulsen är från 60 till 82 % av max HF och med en laktatkoncentration i blodet på under 2,5mmol(4).

Lågintensiv träning stimulerar i stor grad de perifera förhållandena i kroppen(7).

Huvudmålet med träning på I1 och I2 är att förbättra den aeroba kapaciteten och arbetsekonomin. Aerob kapacitet under träning på låg intensitet förbättras främst genom att utnyttjande förbättrats till följd av att de lokala förhållandena i och kring muskelfibrerna är förbättrade och ökad förmåga till fettförbränning(6).

Det är inget tvivel om att litteraturen om att  $VO_{2max}$  är den viktigaste ensamstående faktorn för uthållighetsidrott i dag, men frågan är vilken träningsintensitet som ger bäst effekt på  $VO_{2max}$ . Det mest vanliga är att bygga träning på lågintensiv nivå som grundmur för att tåla intervallträning på hög intensitet(3). Intervallträning stimulerar de centrala faktorerna. I 2008 föregick en diskussion i VG och Dagbladet bland forskare vilken träning som var hade bäst effekt på  $VO_{2max}$ . I grunden låg påstående från Helgerud om att 4\*4min intervall var den bästa träningen. Atle Kvålsvoll på den andra sidan kom med ett påstående om att Thor Hushovd inte hade haft en chans utan den stora träningsmängden på låg intensitet. Forskning har visat att intervaller på intensitet I4 och I5 har effekt på  $VO_{2max}$ , som visar på en förbättring av  $VO_{2max}$  med 3-7 %(10). I studien använde man sig av flera olika träningsprinciper och fann att träning på hög intensitet hade störst framgång på  $VO_{2max}$ . I Helgeruds studie kom de fram till att det inte var någon framgång av  $TH_{an}$  efter långdistansregim. Detta blev gjort tre gånger i veckan med träningspass på 45 minuter av otränade FP på I1(10). Sandbakk m.fl(19) visade att intervallträning med längre drag(5-10 min), med intensitet I3 på vältränade junior skidåkare ökade  $VO_{2max}$  signifikant(3,5 %)

efter 2 gånger per vecka á 40-45min i 8 veckor ingripande.

Costill gjorde en studie av åkare som genomförde ett långdistans regim. Han upptäckte en förbättring av  $VO_{2max}$  nådde ett tak efter en volym på 80-95 km löpning i veckan(9). I en studie bland finska längdskidåkare i åldersgrupp 15 till 25 år har man visat att utövare som förbättrar  $VO_{2max}$ , förde också till bättre  $TH_{an}$ , med att huvudsakligen öka på träningsmängden på låg intensitet(6). Shepard hävdar att  $VO_{2max}$  är beroende av den totala oxygentrycket musklerna blir belastade med(12). Det betyder att desto större aktivitetsnivå i det dagliga livet över en längre tidsperiod kommer  $VO_{2max}$  bli motsvarande högre. Hetland undersökte utövare i världsklass och upptäckte att träningsvolymen var den enda systematiskt ökade med en förbättrad prestation. Detta säger oss en del om vikten av mycket träning på låg intensitet.

Träningen innanför uthållighetsidrotter har tradition för att träna mycket. Forskning

och bästa praktik indikerar på att det krävs omkring 10 000 timmar med systematisk och målinriktad träning för att bli världsmästare inom idrott(4). Nyare forskning på elitåkare i uthållighetsidrott blir bekräftad att mycket träning på låg intensitet måste till för att uppnå succé. Frode Estil lyfter fram vikten av den låg intensiva träningen i Den norska langrennsboka, med att funderade på att ge sig som skidåkare på grund av dåliga resultat innan han la om träningen till mer lugna, långa fjällturer. Det var det året att tog steget upp i världseliten(4). Målet med denna undersökning är att se hur  $VO_{2max}$  och  $TH_{an}$  påverkas av en 14 dagar lång mängdträningsregim.

### **Problemstilling:**

Påverkas  $VO_{2max}$  og  $TH_{an}$  av 14 dagar med mängdträningsregim?

### 3. METODE

#### Försökspersoner (FP)

8 vältränade manliga längdskidåkare från Høgskolen i Nord-Trøndelag avd. Meråker deltog frivilligt i studien. Åkarana tävlar aktivt på nationellt nivå inom längdskidåkning och/eller skidskytte. FP blev på förhand informerade om att de kunde avbryta försöket när som helst och att all data kommer att bli behandlat konfidentiellt och anonymt i förhållande till Helsingfors-förklaringen från 1975. Det var tre FP som fick lov att avbryta försöket under träningsperioden på grund av sjukdom. Studien blev godkänd av vägledare på HiNT Meråker.

Alder (år)	Vekt (kg)	Høyde (m)	VO <sub>max</sub> (ml/kg/min)	HF <sub>max</sub>
19.8 ± 0.97	74.2 ± 7.9	1.80 ± 0.05	72.0 ± 8.66	208 ± 2.94

*Tabell 1 visar; : genomsnittliga antropometriska och fysiska variabler med standard avvikningar till de 5 FP i studien.*

#### Träning

Innan testperioden tränade FP som normalt, något som innebär mellan 10-15 timmar fördelat på 2-3 intervallpass, 1-2 styrkepass, spenst och snabbhet i tillägg till den lugna träningen som långdistans med 60-75 % av maximal hjärtfrekvens(HFmax). Själva träningsperioden varade över 14 dagar med en total träningsmängd mellan 40-45 timmar. Träningen skulle huvudsakligen genomföras som långkörning i zon I1 och I2(60-75 % av HFmax). Genomförd

träning skulle registreras i FP's träningsdagböcker. Träningsformerna under testperioden var skidor, rullskidor och löpning. För att få översikt på belastningen, kontrollera intensiteten och registrerade mängden träning använde FP pulsklocka. All genomförd träning två veckor innan och under testperioden blev registrerad och uträknad i TRIMP värden. TRIMP är definierad som träningsvolym i minuter multiplicerad med träningsintensitet.

#### Testprocedur och utrustning

Testerna föregick över två dagar. Posttest två dagar innan projektet och pretest 6 dagar efter träningsperioden. Pretest första dag bestod av VO<sub>2max</sub> test

löpning, och dag två; Anaerobt tröskeltest på rullskidor skejt. VO<sub>2max</sub> testerna blev genomförda på en RoodbyRL2500E rullband (Sverige), och för mätning av VO<sub>2max</sub> användes en Jaeger Oxycon Pro analysator (Tyskland). Före testerna blev apparaturen kalibrerad med hjälp av högprecisions gas (16,00 ± 0,04% O<sub>2</sub> og 5.00 ± 0,1% CO<sub>2</sub>), Riessner Gass GmbH & Co, Lichtenfelds, (Tyskland).

Volymen inandningsluft flow meter blev kalibrerad med hjälp av en standard 3 liter volym syre(Tyskland). FP genomförde en standard uppvärmning på 10 minuter med 6% stigning i 8km/t med en ökning upp till

starthastigheten som blev testad de sista 2 minuterna. Detta blev gjort beräknat utifrån FP känsla och puls (ca 60-75 % av HF<sub>max</sub>). VO<sub>2max</sub> testet starthastighet motsvarar 9 eller 10 km/t på 10 % stigning, och med ökande hastighet på 1 km/t varje minut till utmattning. Det blev registrerat hur fort och hur länge FP sprang på den avslutande hastigheten och högsta mått av HF. VO<sub>2max</sub> ansågs vara nådd när RER (respiratory exchange ratio) var över 1.08(1) och man kunde se en utplaning av oxygenupptaget trots ökande belastning. Anaeroba tröskel testen blev genomförd på en 3\*6m RoodbyRL2500 rullskidsband (Sverige). 3D bandet består av ett gummiband (no slip yta) som tillåter FP att använda sina egna stavar (90 ± 1% av egen kroppshöjd) med en speciellt konstruerad pigg (1x1 cm stålborstsmatta på en vinklad gummikloss med hål till staven). FP blev säkrad i en klättersela med justerbar upphängning i taket över FP. Till pre och post testet blev SWENOR rullskidor skejt använda, standard 1 hjul (Norge) med tillhörande NNN (Rottefella, Norge) och Salomon (Frankrike) bindningar med FP's egna skidskor. På grund av de samma rullskidor blev använda i pre- och posttest blev inte rullskidorna friktionstestade innan testerna.

Testen gick i 6 % stigning, skejt dubbeldans. Uppvärmningen till rullskidstestet startade med 10 minuter i 9 km/t med puls motsvarande ca. 60-70 % av HF<sub>max</sub>. En traditionell stegvis tröskeltest blev sedan genomfört med fyra 5 minuters intervaller. Laktatmätning samt registrering av HF och Borg värde blev gjort i den 30-45 sekunder långa pausen mellan varje intervall. Borg skala är ett mått på utövaren subjektiv upplevelse av ansträngningsnivå med värden mellan 6 upp till 20, där 6 är extremt lätt och 20 är extremt ansträngande(15). HF blev mätt med Polar RS800CX (Finland), blod laktat blev mätt på 5 µL sampel taget i fingertoppen med Lactat Scout+ (Tyskland). TH<sub>an</sub> blev definerat till den hastighet, puls eller oxygenupptag vid 4,0 mmol.

### **Statistik och databehandling**

Alla resultat är rapporterade som genomsnittet, standard avvik. Dessa är satt in i Excel (2013) på en Samsung laptop. Analysen blev gjord med en students paret t-test to halet, där signifikants nivån blev satt till  $P \leq 0,05$  för att bedöma om data var signifikant statistisk skillnad före och efter testen.



## 4. RESULTAT

Målet med denna studie var att säga något om träningsmängd utvecklar  $VO_{2max}$  och  $TH_{an}$ . I en mängdträningsintervention över två veckor. Testresultaten är samlade för pre- och posttest och innehåller genomsnittet träningstid och procentvis fördelning av träningsinnehåll. Detta kommer fram i tabell nr.1. Fysiologiska mätningar av  $VO_{2max}$ ,  $TH_{an}$ , boldlaktat och HF i mellan pre- och posttest är uttryckt som genomsnitt, SD och de statistiska

skillnaderna är beräknande genom paired students t-test.

Detta kommer fram i tabell nr.2. Testerna blev utförda i oktober, i en träningsperiod med normalt mycket träning.

Träningsperioden före försöket innehåller relativt vanlig sammansättning av uthållighetsträning i Norge i en lätt och medel träningsvecka. 76 % I1 och I2. Något högre andel I3- I5 dvs 12,6 % och normalt med sytrka, spänst och snabbhet.

Treningsperiode1	RS/SKI	LØP	ANNET	TOTAL	%	TRIMP
I-sone 1	7:20	7:45	2:05	17:10	70,3 %	970
I-sone 2	0:45	1:03	0:07	1:55	7,8 %	230
I-sone 3	0:20	0:18	-	0:37	2,3 %	123
I-sone 4	0:56	0:55	-	1:51	7,7 %	442
I-sone 5	0:06	0:14	-	0:20	1,4 %	100
Spent/hurtighet	0:12	0:05	-	0:15	1.0 %	-
Styrke	-	-	2:15	2:15	9.3 %	-
Totalt gj.snitt	9:39	10:20	4:27	24:26	100 %	1865
%	39,4 %	42,4 %	18,2 %	100 %	-	-

**Tabell 2 visar:** genomsnittliga träningsbelastningen hos försöksgruppen före träningsförsöket. Detta representerar två normala veckor i tiden innan träningsförsöket som blev genomförd i oktober. Data är presenterat i genomsnittlig träning för FP i timmar, procent och TRIMP.

Typiskt för träning i försöksperioden(se tabell 2) är relativt stor andel lugn träning. För elitaktiva utövare utgör ungefär 80 % av den totala träningstiden i en årscykel I1 och I2, cirka 10 % av träningstiden i en

årscykel är på hög intensitet (I3, I4 och I5). De hårda passen motsvarar då mellan 1,5 och två timmar per vecka fördelat på en till tre pass(4). Skillnaden på träningsperiod 1 och 2 är total träningsbelastning och andel

träning på låg och hög intensitet. Träningsmängden ökade med 17,59 timmar, som utgör en ökning på 43 %. Den totala TRIMP värdet i träningsperioden 1

utgör 1865 medan den är 2956 i träningsperiod 2. Detta representerar beräknad totalbelastning.

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

I denna undersökning hade längdskidåkare samma vikt i pre- (74,1kg) och posttest (73,7). Spridningen i vikt i grupperna var på respektive från 66 kg till 82 kg. Alla utövare genomförde över 40 timmar uthållighetsträning på 2 veckor. Och i genomsnitt ökade TRIMP poängen med 1091 poäng. Nivån på utövarna i gruppen är uttryckt som FIS-poäng vid säsongsslut

säsongen 2013-2014 och visade på ett genomsnitt på 176(52-300)FIS-poäng. Huvudfyndet i denna undersökning var att utövarna utvecklade sitt oxygenupptag med 2.1 % i snitt på 14 dagar. Även fast detta inte är en signifikant ( $P < 0,15$ ) ökning är förbättringen stor då man på en ett år räknar  $2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  som normal. Detta motsvarar faktiskt en framgång på 1 år(14).

	Pretest	Post test
Total träning (antall timer)	24:26 ± 0.86	42:25 ± 1.69 (P<0,01)***
<b>VO<sub>2max</sub></b>		
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)
<b>Th<sub>an</sub>, laktat (mmol) 4.00</b>		
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 ± 2.6.3	10.0 ± 2.94 (P<0.02)**

**Tabell 4 visar; pre og posttest resultat på VO<sub>2max</sub> test och Th<sub>an</sub> test presenterat i  
genomsnittsvärden ± standard avvik av FP och Students t test P verdi. P<0.01\*\*\*, P<0.05\*\*,**

I samme period var det ingen statistisk skillnad i HF,R, l/min eller hastighet och tid utövaren sprang på bandet.

Huvudeffekten, i tillegg till ett högre VO<sub>2max</sub>, av mycket träning på lång intensitet är att gruppen signifikant

förbättrade TH<sub>an</sub>, vid laktatnivå satt på 4,0 mmol. FP sprang signifikant (P≤0.02) snabbare (0,7km/t) vid posttesten.

Slutlaktatet var också signifikant lägre ved slutet av TH<sub>an</sub> testet. HF och hastighet på skejt var inte signifikant ändrad ved TH<sub>an</sub>.

## 5. DISKUSJON

Målet med denna studie var att se om mycket träning på låg intensitet över en kort period påverkar  $VO_{2max}$  och  $TH_{an}$ . I denna undersökning deltog 5 vältränade längskidåkare. Det viktigaste fyndet i denna studie var en signifikant förbättring på  $TH_{an}$  som blev definierat till 4,00 mmol ( $P < 0,02$ ). Genomsnittshastigheten för pretest var 13,4 km/t medan 14,1 km/t för posttest. 0,7 km/t högre hastighet är något som betyder en framgång på 4,9 %. Detta ses som relativt mycket på så kort träningsperiod. Orsaken till framgången i denna studie kan förklaras med att mycket distansträning stimulerar de perifera faktorerna i kroppen och bättre utnyttjande av kapaciteten. Perifera faktorerna kan vara ökat kapillärnätverk, mängden myoglobin, antal mitokondrier och oxydativa enzymer. Vid en ökning av dessa faktorer kommer det att vara en snabbare överlämning av oxygen till musklerna och vid aerob energifrigöring. Detta överensstämmer med undersökningar av Shepard där man hittade att  $TH_{an}$  och  $VO_{2max}$  är beroende av dessa faktorer och reducerar perifert motstånd(25). Det är också en tradition att anta dessa processer längre tid än två veckor att förbättra, utan att man funnit någon forskning på detta. Under träningsperioden tränade FP i snitt 74 % på skidor eller rullskidor mot 39%

före första test. Detta kan indikera på att FP har fått en mer tillpassad teknik skidor och detta utnyttjar mera av det maximala syreupptaget. Att utnyttja stor del av träningen som specifik träningsform kommer förmodligen leda till en ökad förbättring lokalt runt och i muskelfibrerna, och därmed till större elimination av laktat, och eller mindre produktion av laktat. En annan orsak till förbättrat  $TH_{an}$  kan vara det förhöjda  $VO_{2max}$  ( $+ 1,5 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ ). Anaerob tröskel bestäms direkt utifrån  $VO_{2max}(1)$ . Detta kom även Costill fram till i sin studie på Unga längskidåkare, en förbättrad  $TH_{an}$  kom i samband av förbättrat  $VO_{2max}$ . HF vid  $TH_{an}$  var i snitt 2 slag högre vid posttest. Detta kan förklaras med att den anaeroba tröskeln är förbättrad, och därmed kan man säga att  $TH_{an}$  hos FP är två slag högre efter mängdträningsperioden på låg intensitet. Helgerdu har i sin studie visat att ingen framgång på  $TH_{an}$  efter långdistansregim, detta är helt riktigt med en träningsmängd som är mycket mindre än i denna studie. I detta försöket tränade FP i snitt 42,25 timmar fördelat på två veckor, något som är en ökning på 47% procent från träningsperioden innan testet. I studien till

Helgerud var träningsdosen fördelat på 18 timmar på åtta veckor(10). Min studie visar också på en signifikant ( $P=0,02$ ) nedgång på laktat vid högsta hastigheten, pretesten med 11,7 mmol och 10,00 mmol ved posttest. Detta kan förklaras med förbättrad uthållighetsprestation genom högre  $TH_{an}$  eller bättre arbetsekonomi. I och med att  $TH_{an}$  är ökad är det naturligt att se en nergång på blodlaktatet vid sluthastigheten vid den anaeroba tröskeln. FP hade då vid posttest kortare tid med arbete utan tillräckligt med oxygen, och av den grunden mindre produktion av laktat. Neste fynd i studien är genomsnittet på framgången av  $VO_{2max}$  hos FP fra 72,0  $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$  till 73,5  $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ . Det är en ökning på 2,05 % i snitt av FP. Detta resultatet är inte en signifikant skillnad, men när vi ser på ökningen i snitt på 1,5ml på bara 14 dagar måste vi ta i betraktning att detta är en vanlig ökning per år för unga utövare enligt Rusko(13). Möjliga orsaker till detta kan vi hitta bland de centrala faktorerna, perifera faktorerna och arbetsekonomin. Av centrala faktorerna kan det vara ökad blodvolym och slagvolym som är en naturlig konsekvens av uthållighetsträning. Detta kan resultera i att utövare har fått bättre venös retur av blodet och fyllning av hjärtat. Detta understöds av Saltins teori om att kroppen i utgångspunkt inte har nog blod för att hålla

aktivitet i både under- och överkropp igång samtidigt, som stressar kroppen till att kompensera med mera blod. Förhållanden runt hälsokontroller av längdskidåkare (för att bestämma vilka som får starta i internationella tävlingar) antyder på variationer i HB som ofta skylls på dehydrering och ändringar i blodvolymen på relativt kort tid. Detta kan betyda att en tuff mängdträningssperiod också kan påverka blodvolymen på en så kort tidsrymd. Detta tillsammans med att första responsen på uthållighetsträning är bland annat ökad blodvolym gör detta till en trolig förklaring(1). Mycket av träningsperioden blev som känt genomförd på skidor och rullskidor som är ett hel kropps arbete, detta kan ha fört till en fysiologisk respons på blodvolymen. En trolig orsak är ökad slagvolym. Slagvolym ökas bland annat som en konsekvens av ökad storlek på hjärtat något som är vanligt vid uthållighetsträning. Shepard visar att oxygenupptaget kan vara beroende på oxygentrycket över muskeln. Det betyder att dagliga aktivitetsnivån bestämmer nivån på  $VO_{2max}$ . Eftersom det mesta av träningen bedrevs i I-zon 1,2 och 3 över långtid kan det tyda på att oxygentrycket har varit stort för att ändra  $VO_{2max}$ . Perifera förhållanden som kan ha påverkat  $VO_{2max}$  som konsekvens av mängdträning på låg intensitet är ökad kapillärnätverk, antal myoglobin, antal mitokondrier och

oxydativa enzymer. Det finns inte tillgänglig forskning som bekräftar att dessa förhållanden kan ändras så fort. En liten andel av den totala träningsperioden under träningsperioden var löpning, medan perioden före pretest bestod av en betydligt större andel löpning. Mer löpning under träningsperioden kan och vara med och påverka resultatet på  $VO_{2max}$ . Tidigare studier av Helgerud på mängdträning och  $VO_{2max}$  visar på en liten framgång. Grunden till det kan vara att FP inte har tränat nog för att påverka de perifera faktorerna. I studien som Costill gjort på mängdträning på friidrottsutövare visar ett tak på  $VO_{2max}$  för det stagnerade. Det är inte möjligt att se i denna studie eftersom FP tränade ungefär samma träningsmängd. Det kan diskuteras i vilken utsträckning posttest, som blev genomfört 6 dagar efter avslutade träningsperiod med fördel kunde blivit genomförd en par dagar senare och fått en super kompensation på  $VO_{2max}$ , men

resultaten från pilotstudien antyder att 2 dagar var för kort tid för att se någon positiv effekt på aerob uthållighetsparameter. Fynden i denna studie är intressanta med tanke på träningsmängd är en av de viktigaste faktorerna som kan visa framgång i längdskidspåret(20). Detta indikerar på en praktisk konsekvens om att det är viktigt att träna mycket mängdträning på lågintensitet.

## 6. KONKLUSJON

I denna studie har det visats att stor mängdträning på låg intensitet har positiv effekt på  $TH_{an}$  och  $VO_{2max}$ . Det betyder att träningsperioder med mycket mängdträning på låg intensitet kan vara ett bra inslag i träningsprogrammet vid sidan om hårdare träningsperioder med mycket 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 VO<sub>2</sub> 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 commission publication in collaboration with the international federation of sports medicine, Blackwell science.*
- (13) Wasserman og McIlroy (1964) Continuous 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, G.A. 1974 Perceived 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: 943-9
- (19) Sandbakk, Ø. Sandbakk, S B. Ettema, G. Welde, B (2013) Effects of Intensity and Duration in Aerobic High-Intensity Interval Training in Highly Trained Junior Cross-Country Skiers. *Journal of Strength & Conditioning Research*: 27 (7) - p 1974–1980
- (20) Hetland TA (2013) Zusammenhang zwischen dem Training und der Leistung im Langlaufsprint der Männer.
- (21) E Andersson, M Supej, Ø Sandbakk, B Sperlich (2010) Analysis of sprint cross-country skiing using a differential global navigation satellite system. *European journal of Apply Physiol* 10. 585-595
- (22) HC Holmberg, S Lindinger, T Stöggl, G Björklund, E Müller (2006) Contribution of the legs to double-poling performance in elite cross-country skiers. *Medicine and science in sports and exercise* 38 (10), 1853-1860
- (23) Millet GP, Boissiere D, Candau R (2003) Energy cost of different skating techniques in crosscountry skiing. *J Sports Sci* 21:3-11
- (24) Sandbakk Ø, Ettema G, Holmberg HC (2012) The influence of incline and speed on workrate, gross efficiency and kinematics of roller ski skating. *Eur J Appl Physiol*
- (25) Shepard, R.J, (1984) Test of maximum oxygen intake a critical review. Volume 1, Issue 2, pp 99-124