

# Bachelorgradsoppgave

## Funksjonalitet av Anaerob terskel i forhold til OBLA(funksjonell terskel)

Vidar Undebakke

KIF350

**Bachelorgradsoppgave i**

Kroppsøving og idrettsfag, faglærerutdanning,  
bachelorgradsstudium

Våren 2013

1



Avd: Lærerutdanningen  
ved HINT Meråker.

# Er det forskjell på en utøvers Anaerobe terskel og funksjonelle terskel(OBLA)?

## Sammendrag:

**Vidar Undebakke:** Er det forskjell på en utøvers Anaerobe terskel og funksjonelle terskel(OBLA)? Bachelor oppgave i idrett, ved Høgskolen i Nord-Trøndelag avd. Meråker. 27.05.2013 (S1-14)**Hensikt:** Finne ut om det er forskjell på en utøvers anaerobe terskel og dens funksjonelle-terskel(OBLA), dette kan ha betydning for treningsarbeidet for langrennsløpere. **Metode:** Testene ble utført på godt trente konkurranseløpere i langrenn, FIS-punkt: fra 128-11pkt(internasjonalt-rankingliste). FP var i gjennomsnitt 22 år (SD 0,67) 78,7 kg (SD 5,07), 185cm høy (SD 5,6), 195 HF max (SD 6,3) og hadde et oksygenopptak på  $77,6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  (SD 4,7). Testene ble gjennomført med en standard oppvarming. Pre-Test ble gjennomført med en trinnvis Anaerob-terskeltest på rullski 3Dmølle, på hastighetene 8-9-10-11 km/t på 10 % stigning. Ved post-test ble FPs funksjonelle terskel (Point of OBLA) estimert (0,5-1,0 km/t høyere fart enn AT ved 10 % stigning), og testet over en periode på minimum 45 min. **Resultat:** Studien viste at det var signifikant forskjell ( $P < 0,001$ ) på FP anaerobe terskel og funksjonelle-terskel. **Konklusjon:** Studien viser at en utøvers Anaerob terskel og funksjonelle-terskel er forskjellig. Og at det må forskes mer på området.

**Nøkkelord:** LANGRENN, ANAEROB-TERSKEL, OBLA, HJERTE FREKVENNS, FART, LAKTAT.

## Teorikapittel:

Langrenn er en utholdenhetsidrett der: Maksimalt oksygenopptak, anaerob terskel og arbeidsøkonomi bestemmer prestasjon, sammen med psykologiske faktorer og ernæring (Rusko, 2003).

Maksimalt oksygenopptak sees på som den enkeltstående viktigste faktor som bestemmer prestasjon i langrenn (Bergh 1987, Ingjer 1991, Mahood 2001, Larsson et al, 2002, Rusko, 2003).

Utvikling av maksimalt oksygenopptak er viet mye plass i treningslæra. Det er mange modeller som brukes, for eksempel: Mengdefokus, intervallfokus og anaerob terskel (AT) fokus.

Wassermann og MacIlroy utviklet AT - begrepet i 1964 og refererte da til det høyeste intensitetsnivået en person kan ha hvor det er likevekt mellom produksjon og eliminering av laktat. De utviklet et konsept om en ventilasjonsterskel som referer til overgangen mellom ventilering og hyperventilering (60 pust/min), som sammenfalt med laktat terskel.

Begrepet anaerob terskel har siden vært gjenstand for mye forskning og diskusjon blant utøvere, trenere og forskere. En definisjon på anaerob terskel, som er akseptert i de fleste miljøer er: Den høyeste arbeidsintensitet, puls eller oksygenopptak der det er likevekt mellom produksjon og

eliminering av Laktat ( $\text{La}^-$ ) målt i blod (Brooks 1985).

Begrepet anaerob terskel brukes ofte som en beskrivelse på resultatet i en trinnvis løpetest eller rulleskitest på mølle, hvor belastning på mølla økes kontinuerlig. Laktatoppbygningen vil da være en lineær funksjon av kraften som settes og oksygenforbruk. Ved en trinnvis økende belastning vil man nå en arbeidsbelastning der laktat akkumuleres i en ikke lineær kurve. Punktet på kurven der  $\text{La}^-$  konsentrasjonen øker brått, kalles anaerobterskel (Brooks, 1985).

### **Produksjon av laktat:**

Glykogen er energikilden som benyttes i anaerob energifrigjøring. Omsetting av glykogen vil ved mangel på oksygen omdannes fra pyruvat til melkesyre. Når melkesyre er dannet av anaerob energifrigjøring vil 90 % av den bli spaltet til laktat og hydrogenioner (Frøyd 2005). Den resterende delen av melkesyra overføres til blodet som  $\text{La}^-$  og andelen øker dersom pH i muskelen er redusert.  $\text{La}^-$  er et sluttprodukt i anaerob energifrigjøring. I hvile, når oksygentilførselen i muskelcella blir tilstrekkelig, vil  $\text{La}^-$  <sup>1)</sup> gjendannes til glykogen og er både <sup>2)</sup> produkt og substrat i energiomsetningen (Myer, Achley 1997).

### **Ulike Måleenheter:**

Et problem med AT-konseptet er at det brukes forskjellige måleenheter.

Verdien på 4,0mmol/l anses for å være den høyeste konsentrasjonen av  $\text{La}^-$  hvor det er likevekt mellom eliminering og produksjon av  $\text{La}^-$ . Dette er et nivå flere utøvere ikke klarer å oppnå (Hollman 85, Sjødin 82). Heller ikke ved trening! Dette kan være et problem, fordi vi ikke forstår de metabolske betydningene av  $\text{La}^-$ .

En annen «fast-verdi» som brukes, er oppvarmings-verdien +1,5mmol. (Hem e, & Leirstein S. 04). Denne metoden avhenger helt av metodikk på oppvarming, der belastning må velges etter visse standarder som for eksempel puls og løpehastighet, i forhold til utøverens arbeidsøkonomi og oksygenopptak.

Noen laboratorier bruker teorien om eksponentiell økning av  $\text{La}^-$  som indikator på at anaerob terskel er nådd. Der man øker belastningen trinnvis. For eksempel 1km/t for hvert 5 min og  $\text{La}^-$  målinger i mellom. Terskelen defineres da der laktatkonsentrasjonen øker mer en 1mmol/l mellom 2 belastninger (Kvinn 05).

En visuell metode er og i bruk, der man gjør en trinnvis belastnings økning som beskrevet over for så å tegne laktatkurven i et diagram. En ser da etter kurvens bratteste endring og definerer det området som anaerob terskel.

## OBLA(Onset of Blood Laktate Akumulasjon)

OBLA defineres som steady state (stabil) arbeidsbelastning, der oksygentilførsel og utnyttning tilfredsstiller energibehovet til de arbeidende muskler (Katch, McArdle og Katch 2011). Når dette er tilfelle, overstiger ikke produksjon eliminasjon av  $\text{La}^-$ , og laktat hopper ikke opp i musklene. Den eksakte årsaken til OBLA er kontroversiell (Katch, McArdle og Katch 2011).

Tradisjonelt tror man dette skyldes hypoksi i muskelen (utilstrekkelig oksygentilførsel) og er årsaken til anaerob energifrigjøring. Men  $\text{La}^-$  i muskel sammenfaller ikke nødvendigvis med hypoksi fordi  $\text{La}^-$  produseres selv om det er nok oksygen tilstede i muskel (Katch, McArdle og Katch 2011). Ved OBLA oppstår en ubalanse mellom andel av laktatproduksjon og eliminasjon. Ubalansen er ikke et resultat av muskel hypoksi, snarere tvert imot. Dette kan skyldes redusert laktatfjerning totalt eller økt  $\text{La}^-$  produksjon som et resultat av for eksempel rekruttering av hurtige muskelfibre (fibertype II IIB) (Åstrand & Rodahl 2003) som har lite mitokondrier, oksidative enzymer og kapillærer.

Alternative forklaringsmodeller på økt  $\text{La}^-$ , kan være mentalt stress og

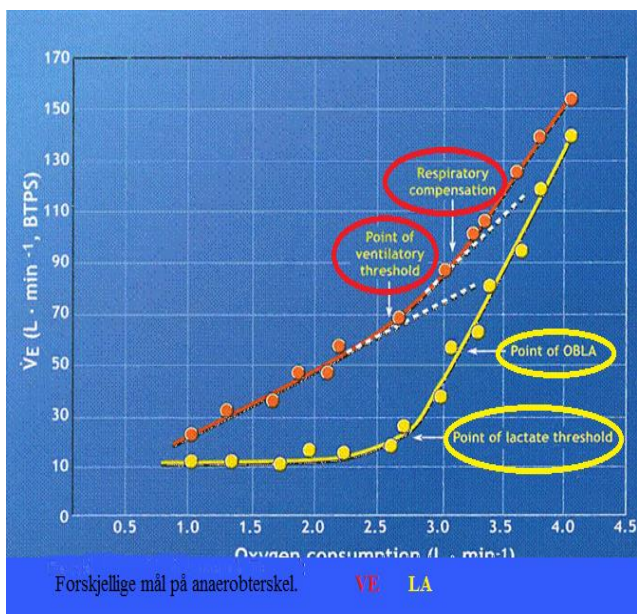
hormonforandringer (adrenalin) (Gladden 2003).

Trenere og utøvere bør være forsiktige i tolkningen av den metabolske betydningen av OBLA og mulige forhold rundt hypoksi. Vi vet ikke nok om hva laktatverdiene betyr for utmattelse og behov for restitusjon etter trening.

### **OBLA og Utholdenhetsprestasjon:**

OBLA øker ofte med aerob trening uten at  $\text{VO}_{2\text{max}}$  øker i særlig grad (Katch, 2011). Dette antyder at det er separate faktorer som påvirker OBLA og  $\text{VO}_{2\text{max}}$ . Treningsfysiologer har hevdet at  $\text{VO}_{2\text{max}}$  er den viktigste målestokken på aerob kapasitet for utholdenhetsutøvere (Rusko, 2003).

OBLA ses på som en viktig treningspekepinn for aerobtrening og prestasjon. Endringer i utholdenhets trening har vist en større forandring i OBLA nivået enn endringer i  $\text{VO}_{2\text{max}}$  (Katch, 2011). OBLA kan og se ut til å inntreffe på en litt høyere arbeidsintensitet,  $\text{La}^-$  og oksygenopptak en AT, se figur nr 1.



Figur nr:1 viser: sammenhengen mellom anaerobterskel (gul graf) og OBLA (funksjonell terskel). I tillegg vises ventilasjonsterskelen (orange graf) (Katch, 2011).

### Langrenn:

Selv om en høy  $VO_{2max}$  synes å være nødvendig for eliteutøvere, er dette ingen garanti for suksess i skisporet. Utøveren må også være i stand til å bruke en stor andel av  $VO_{2max}$  gjennom hele konkurransen, ha et høyt oksygenopptak ved anaerob terskel, høy hastighet ved anaerob terskel, og god arbeidsøkonomi samt en høy prosent andel type I fibre (Mahood, 2001).

Målinger av oksygenopptak på skiløpere i konkurranser viser at løperne bruker 90 % og 82 % av  $VO_{2max}$  ved henholdsvis korte og lange løp (Hoffmann, 1991). Dette betyr at i gjennomsnitt fungerer langrennsløperen rundt anaerob terskel i konkurransesituasjon. Det er også hevdet fra ulike fagmiljø at anaerob terskel er

viktigere for prestasjon enn maksimalt oksygenopptak (Torvik 2000).

Det er også vist sterkere sammenheng med løpstid og oksygenopptak ved anaerob terskel enn ved løpstid og  $VO_{2max}$  i løping (Frøyd 05).

Dette er derimot ikke vist i forbindelse med løpstid og prestasjon i langrenns løypa.

På den andre siden har målinger vist at i løpet av og ved slutten i en simulert langrenns konkurranse over 8 km er laktatkonsentrasjonen høy. Laktatverdiene ligger mellom  $5$  og  $18 \text{ mmol} \times 1^{-1}$  under og etter konkurranser (Mygind 94).

Dette er  $La^-$  verdier som er så høye verdier at de ikke er forenlige med den teoretiske antagelsen om at det er fysisk umulig å arbeide under så "sure" forhold (Åstrand & Rodahl 2003) over så lang tid.

Årsaken til at verdiene i langrenn er så høye kan være at man bruker mye større muskelmasse enn ved løp. I langrenn vil også overkroppens muskler i tillegg til beinas muskler produsere melkesyre, denne melkesyren omdannes til laktat og transporteres aktivt over i det samme blodvolumet (Torvik, 2000). Det er vist til at det er større laktatkonsentrasjon i overkroppens muskler enn i beina (Hoffman & Clifford 1990).

Laktatkonsentrasjonen i den samme mengde blod vil da stige. *I tillegg vil det være svært få ikke arbeidende muskler som kan ta seg av laktat* (Åstrand & Rodahl 2003).

Det betyr imidlertid ikke at konsentrasjon i den enkelte muskel eller muskelfiber er høyere enn ved løp, det betyr bare at forholdet mellom blod og muskel ikke lenger samsvarer slik det gjør ved løp.

Dette er informasjon av avgjørende betydning for treningsarbeidet da sluttlaktat verdi etter 10 km løp, maraton og ved laboratorietester ligger rundt 2,5-4,0 mmol  $\times$  1<sup>-1</sup>. (Åstrand & Rodahl 2003)

Ved å bruke laktat verdier som ved løp til styring av treningsintensitet på ski vil utøvere trene på ALT for lav intensitet og ikke oppnå den ønskede utvikling.

### **Begrensning av anaerob terskel:**

For å utvikle anaerob terskel må man trene, på og rundt AT (Frøyd 2005). Man må også utnytte kapasiteten sin slik at man utfører bevegelsene mest mulig hensiktsmessig. Altså utvikle arbeidsøkonomien.

### **Terskeltest:**

Det er vanlig å bruke AT som styring av treningsintensitet i det daglige treningsarbeidet (Gjersteth 2006).

Olympiatoppen og fagpersoner fra Norges idrettshøyskole har utviklet et 8-delt intensitets skala som skal ligge i grunn for utøver og trener når treningen skal planlegges.

Int- sone:	% av VO <sub>2</sub> maks:	% av HF <sub>maks</sub> :	Laktat mmolL:	Total varighet:
I 5	94-100	92-97	6,0-10,0	15-30min
I 4	87-94	87-92	4,0-6,0	30-50min
I 3	80-87	82-87	2,5-4,0	50-90min
I 2	65-80	72-82	1,5-2,5	1-3timer
I 1	45-65	55-72	0,8-1,5	1-6timer

**Tabell 1 viser OLT Intensitets skala.**(Frøyd 05)

OBLA blir definert som 87 -92% av maks dette er midt i det siktet vi kaller for I4.

### **Anaerob Terskel/reell anaerob terskel**

Åstrand & Rodahl 2003 definerer anaerob terskel som: ”Den høyeste arbeidsintensitet, puls, oksygenopptak og La<sup>-B</sup> der det er likevekt mellom produksjon og eliminasjon”. Det vil i praksis si at tid til utmattelse reduseres fra 60min til 15min om en utøver løper bare ½ km/t over anaerobterskel (Åstrand, Rodahl 2003).

### **Oppsummering:**

- 1) Det er på bakgrunn av teori vanskelig å vite hva anaerob terskel er.
- 2) Det er krevende å forstå hva riktig treningsintensitet ved terskeltrening er.
- 3) Gjennomgangen viser at vi mangler forståelse for hva laktat betyr for treningsarbeidet.

4) I teorien kan trening av anaerob terskel se ut til å være I3, 82-87 % av  $HF_{max}$  og Laktat verdier fra 2.5-4.0mmol, mens trening ved OBLA er 87-92 % av  $HF_{max}$  og Laktat verdier fra 3.0-5.0mmol. Begge defineres som den høyeste arbeidsinnsats som man kan holde over en arbeidsperiode på 40-60 min. Likevel hevdes det at en arbeidsbelastning med bare 0,5 km/t (løp flatt) over AT reduseres tid til utmatting fra 60 min til 15

5) Og ikke minst hvordan påvirkes prestasjon, AT og  $VO_{2max}$  av I3 trening basert på puls i forhold til trening ved OBLA?

Dette fører fram til følgende problemstilling:

### **Problemstilling:**

- Er det en forskjell mellom en utøvers anaerobe terskel og funksjonelle anaerobe terskel (OBLA)?

### **Metode:**

Forsøkspersonene (FP) i denne studien var 11 godt trente mannlige langrennsløpere, de hadde FIS-punkt fra 11-128 (internasjonal rankingliste). Alle var studenter ved Idretts studiene, HINT avd. Meråker.

Studien er godkjent av Høgskolen i Nord-Trøndelag og er utført i henhold til Helsinki-deklarasjonen om bruk av mennesker i forskning. FP var fullt informert om studiens hensikt før de ble med på studien, og kunne når som helst trekke seg fra studien uten begrunnelse.

### **Forsøkspersonene(FP):**

11 mannlige langrennsløpere deltok frivillig i denne studien. FP var i gjennomsnitt 22 år (SD 0,67) 78,7 kg (SD 5,07), 185cm høy (SD 5,6), 195 HF Max (SD 6,3) og hadde et oksygenopptak på  $77,6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  (SD 4,7). Alle FP var kjent med å gå på rulleski på 3D mølle og behersket padleteknikk som ble brukt i alle tester. Alle hadde tidligere deltatt som FP i tilsvarende situasjon. En av FP ble ekskludert fra testen på grunn av ikke fullført post-test.

### **Instrumenter og utstyr som ble brukt:**

Alle tester ble utført på 3D-mølleRodby RL 3500E (Sverige) med en stigningsgrad på  $10^\circ$ . Hjerterefrekvensen ble målt med Polar RS 800CX pulsklokke (Finland) med tilhørende Polar wearlink pulselte (Finland). Til måling av laktat ble Biosen c-line laktatmåler (Tyskland) benyttet. Alle FP gikk på de samme Swenor rulleski med rullestand 2 (Sverige). FP stilte med egne skisko, men benyttet henholdsvis Salomon SNS (Frankrike) og NNN

(Norge) bindinger på rulleskiene. Swix CT1 skistaver (Norge) i tilpasset lengde ble benyttet, disse hadde spesiallagde pigger (1x 1,5 cm stålbørster) for å unngå at stavene ødela rullebåndet og at stavene gled.

For måling av subjektiv opplevelse av belastning ble Borgskalaen brukt, anstrengelses skala fra 6-20, utviklet av Gunnar Borg, (Danmark)

### Prosedyren:

Testene ble gjennomført på Meråker VGS på testlabben.

Det ble benyttet standard oppvarming tilsvarende 60-75% av HF Max på rulleski, skøyting i 15min. på 10 % stigning. der farten ble økt til 12kmt de siste 2 min.

**Pre-testen** besto av 5 drag a 5 min.

Drag	Tid	Hastighet	Stigning	LA	HF	Borg
1	5	8kmt	10%	X	X	X
2	5	9kmt	10%	X	X	X
3	5	10kmt	10%	X	X	X
4	5	11kmt	10%	X	X	X

**Tabell nr 2:** viser hvordan Pre-testen ble gjennomført(testskjema)

I slutten av hvert drag ble hjertefrekvens registrert, mens i den korte pausen mellom hvert drag ble laktat målt. Løperen ble spurt om hvordan anstrengelsen var i forhold til Borg-skalaen (Gunnar Borg,

årstall). Laktat måleren ble kalibrert hver time. Det ble også tatt laktatprøver 2 ganger under Pre-test, på samme fart for å dobbeltsjekke resultatet på annen hvert drag. Kontrollprøven ble tatt umiddelbart etter at 1. prøve var analysert. Om det var avvik ble den prøven med lavest verdi valgt (alle feil medfører høyere verdi). Det eneste oppholdet mellom dragene var laktatprøvene. Fingeren som det ble tatt prøve av ble tørket og vasket før den ble stukket med engangs nål. Den første bloddråpen ble tørket bort før prøven ble tatt. FP ble bedt om og spise 2t før testen. Og de ble bedt om å forberede seg på lik linje som om de skulle ha en intensiv treningsøkt.

Dataene ble dokumentert i skjemaer og analysert slik at vi kunne beregne hvilken fart den funksjonelle terskelen lå på.

### Post-test:

Pre-testene ble analysert og ved hjelp av puls og laktatmålinger fant vi forsøkspersonenes *funksjonelle terskel*. Ved hjelp av utøvernes anaerobterskel og Point of Obla.(se fig nr1) Som ligger på en belastning tilsvarende en 0,5 liter i VO<sub>2</sub> høyere en AT.

Utøverens funksjonelle terskel (Point of OBLA) ble estimert (0,5-1,0 km/t høyere fart enn AT ved 10 % stigning). Denne ble benyttet i post testen for å sjekke om



utøveren var i stand til å gå på denne farten. I tillegg ble oksygenopptak og puls målt. Også på denne testen gikk FP på 10 % stigning. Farten var individuell for hver utøver. Det ble registrert puls hvert 5min.

Laktat og Borg hvert 15min. For å vite at FPs funksjonelle terskel var funnet måtte FP minst gjennomføre 45min på den estimerte belastning. Om FP klarer over 60min har farten vært for lav.

### Resultat:

Fysiologiske sammenligninger av anaerob terskel og funksjonell terskel (FT). Forskjeller i hjertefrekvens, laktat og Borg skala er presentert i Fig 3 – 6 og i tabell 3

Fig 3:

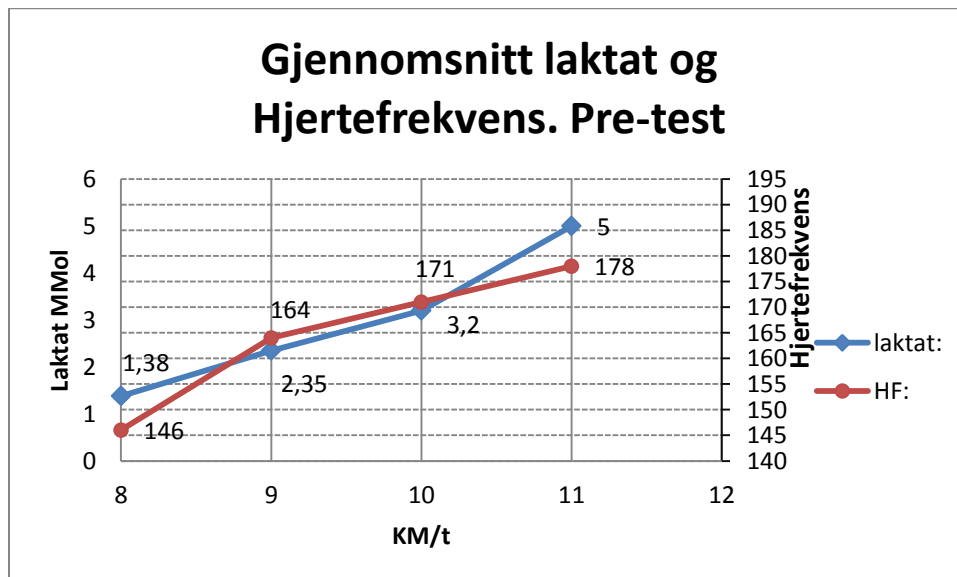


Fig 3. viser gjennomsnittlig laktat og hjertefrekvens under en trinnvis AT test av testgruppen ved pre-test.

Figur 3 viser at AT for HF ligger på 167slag og en fart på 9,4 Km/t. Dette tilsvarer en arbeidsbelastning på 85,6 % av HF max (195). AT definert med knekkpunkt på laktatkurven ligger ved 2,5 mmol<sup>-1</sup>. Hvis man definerer AT med oppvarmings verdien +1,5mmol<sup>-1</sup> er AT 2,6mmol<sup>-1</sup> (gjennomsnitt oppvarmingsverdi 1,1mmol<sup>-1</sup>).

Fig 4:

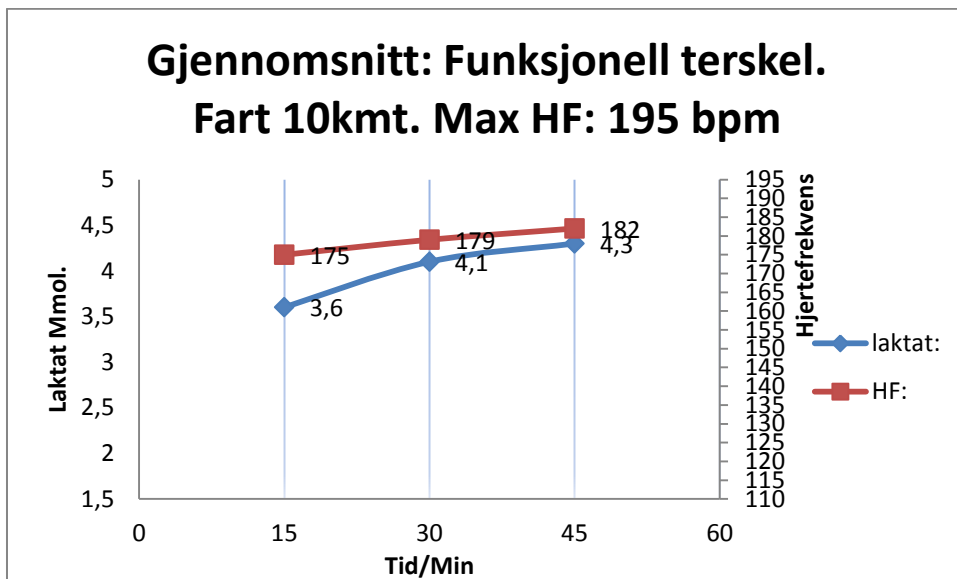


Fig. 4. Viser sammenhengen mellom Laktat og HF og Tid av FP (funksjonell anaerob-terskel)

I figur 4 ser vi at pulsen stiger fra 175 til 182 gjennom den 45min lange testen, til tross for at utøverne jobbet på samme arbeidsbelastning. Dvs at puls steg med 4 % og Laktat verdiene steg med 19,5 % i samme tidsrom.

Fig 5:

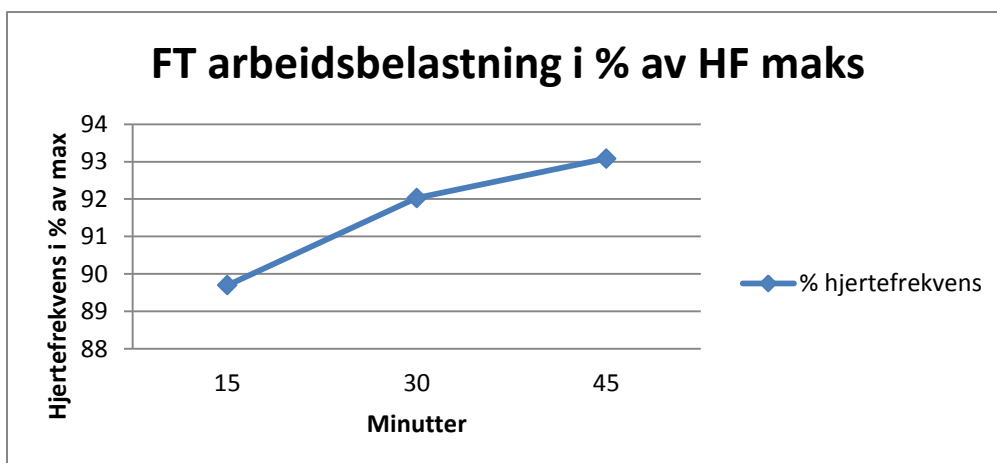
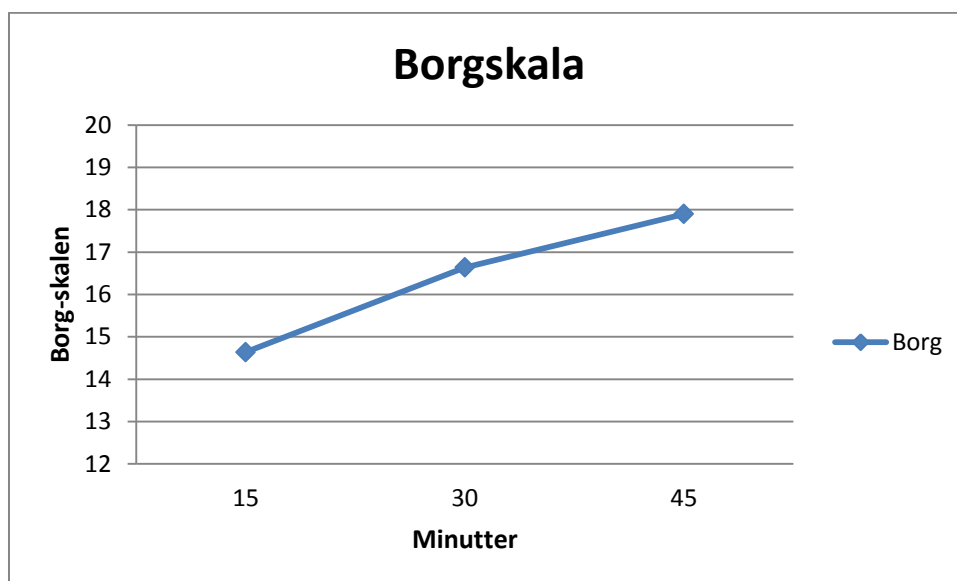


Fig 5. Viser arbeidsbelastningen i prosent av HF maks.

I figur 5 ser vi at FP ligger på 89,6 % av maks allerede etter 15 min og ligger på 92% av maks etter 30min og 93% etter 45. Dvs. at FP ligger i 91,5 % av maks HF i gjennomsnitt gjennom hele testen. Som tilsvarer høy I4 og lav I5(OLT-int-skala).

**Fig 6:**



*Fig 6. Viser gjennomsnittet av den subjektive anstrengelsen til FP under Post-Test.*

I figur 6 ser vi at FP synes det gikk lett og at belastningen var økt i første del av testen, men det ble tyngre og tyngre utover i testen. Selv om belastningen på mølla var den samme gjennom hele testen.

**Tabell 3.**

<b>AT:</b>				<b>FT:</b>			
<b>Fart:</b>	9,4 km/t	<b>SD</b>	<b>Spredning</b>	<b>Fart:</b>	9,9km/t	<b>SD</b>	<b>Spredning</b>
<b>Puls:</b>	167*	7,5	158-181	<b>Puls:</b>	178*	9,12	164-196
<b>Laktat</b>	2,5*	0,62	1,9-3,5	<b>Laktat:</b>	3,9*	0,56	3,1-5,1

*Tabell 3. viser forholdet mellom AT og FT i gjennomsnitt for gruppen. \*P<0,05.*

I tabell 3 ser vi at det er statistisk forskjell mellom AT og FT. Signifikant nivå ( $P < 0,0001$ ) på både HF og LA. Dvs. at FP gikk 5 % fortere på FT forhold til AT i 45-60 min. I praksis vil det si at man beveger seg 3 min fortere på en times arbeid.

FP lå 6,2 % høyere i HF på FT i forhold til AT i 45-60 min. Forskjellen på AT og FT er etter Olympiatoppens intensitetsskala en hel pulssone i forskjell (I3 og I4).

FP lå 35,9 % høyere i laktat på FT i forhold til AT i 45-60 min, noe som også her tilsvarer en hel intensitetsskala i forhold til OLTs intensitetsskala (se tabell 1 teorikap).

Enkelte av FP arbeidet på en belastning som tilsvarer 95 % av maks HF i gjennomsnitt gjennom hele post-testen. Dette er noe en godt trent utøver bare skal klare i 6 – 12 min i kontinuerlig arbeid (Åstrand & Rodahl 2003; Frøyd 05) og OLTs intensitetsskala.

### **Diskusjon:**

Hovedfunnet i denne studien er at det er en signifikant ( $P < 0,001$ ) forskjell på en utøvers anaerobterskel og funksjonelle terskel. Den funksjonelle terskelen var signifikant høyere enn anaerobterskel. Årsaken til dette er at forståelsen av konseptet AT er mangelfull. Det ser ut som om at langrennsløpere er i stand til å ha likevekt i laktat produksjon og eliminasjon på en høyere arbeidsbelastning enn det teorien tilsier. Myglin et al (1994) viste at underveis og sluttlaktat lå mellom 4 og 18mmol, men dette var i en simulert konkurranse med varierende terreng, teknikk og hastighets endringer. Dette forklarer ikke våre funn som var gjort med konstant belastning og den samme teknikken. Denne studien viser at man kan jobbe med en mye høyere puls og laktat over lang tid i en syklisk bevegelse enn det AT konseptet tilsier. Utøverne klarte å ligge på en belastning 5 % over AT i 40-60 min. Dette tilsvarer at de går 3 minutter fortere ved en times arbeid på FT enn AT. Noe som altså ikke skal være mulig i følge teori, som viser til at; tid til utmattelse reduseres fra 60min til 15min bare ved en  $\frac{1}{2}$  km/t over AT (Åstrand & Rodahl 2003). I og med at terskelen defineres på så

mange måter kan man ha satt AT for lavt i dette forsøket og derfor greier man å jobbe på funksjonell terskel så lenge. Men i denne undersøkelsen har man definert terskelen, og kontrollert mot de mest brukte metodene (oppvarmingsverdi + 1,5mmol, den første belastnings økning der  $La$  stiger med mer enn 1mmol, og visuelt knekkpkt på laktat kurven). Det eneste man ikke brukte var metoden en fastverdi på 4.0mmol, dette fordi det har vist seg at en rekke utøvere ikke greier å nå denne verdien ved forlenget arbeid (Hollman 85, Sjödin 82). I lys av dette har vi ingen grunn til å tro at AT er satt for lavt. Ser man på  $La$  lå FP 35,9 % høyere i laktat på FT i forhold til AT i 45-60 min, noe tilsvarer en hel intensitetsskala i forhold til OLTs intensitetsskala (se tabell nr. 1)

Gjerset (06) viser til at anaerob terskel er på 4mmol. Og i forhold til det er ikke resultatene så oppsiktsvekkende. Derimot står ikke HF i samsvar med dette. Og i tillegg er det mange utøvere som ikke kommer opp i 4mmol under en AT test.

FP lå 6,2 % høyere i HF på FT i forhold til AT noe som også her tilsvarer nesten en hel int-sone (OLT intensitetssone Frøyd, 05).

Et argument kan være at man i langrenn jobber med helkroppsarbeid og AT konseptet er utviklet i løping og sykkel. Hel kroppsarbeid medfører at det er en større muskelmasse som produserer laktat og denne laktat elimineres ut i den samme mengde blod og da stiger laktatet. Dette er i samsvar med funn fra Torvik (2000). Dette forklarer kanskje noe men det er og en mulighet for at langrennsløpere har en stor andel type 1 fibre som kan bruke laktat som substrat. Type 1 fibre foretrekker laktat som substrat fremfor glykogen hevdet Ashley og Mayers (1997). Det er og sannsynlig at med så mange muskelgrupper involvert i bevegelsene så vil gruppene og musklene kunne veksle på å jobbe anaerobt og aerobt. Noe som også er antydnet av Åstrand & Rodahl (2003) som stilte spørsmålsteget ved om AT var for hele organismen eller en muskelgruppe eller en enkelt fiber.

Åstrand & Rodahl (2003) definerer anaerob terskel som: "Den høyeste arbeidsintensitet, puls, oksygenopptak og  $La^{-B}$  der det er likevekt mellom produksjon og eliminasjon".

Uavhengig av Laktat så gikk en del av utøverne på 95 % av HF max i snitt under hele testen mens snittet for hele gruppa var 92 % av HF Max.

Årsaker til dette kan være at FP startet ut på noe som føltes som en relativt lett belastning (Borg skala 14,5 i snitt). Noe som gir utøveren mulighet til å få i gang det aerobe energisystemet uten for mye senkning av PH i muskel, gode tekniske løsninger med relativt lav muskelkraft i forhold til max styrke. Dette gjør at sirkulasjonssystemet får optimale forhold og slagvolum og frekvens ikke begrenses av biologiske faktorer. Mikropauser og avlastninger øker blodets «mean transit» tid i muskelen og opptak av oksygen i muskelen blir optimal. Det samme gjelder eliminasjon av melkesyre, fjerning av  $H^{+}$  ioner og avfallsstoffer fra muskelen. Om man starter/kjører for hardt kan HF begrenses av de overnevnte faktorer og det kan gjøre det vanskeligere å komme opp i HF. Organismen setter på «bremsene» for å beskytte seg mens den bruker hele kapasiteten, om biologien i organismen tillater det. Dette finnes det etter min kjennskap ikke teori på, men dette kan være en mulig forklaringsmodell.

Drifting av puls som er et resultat av redusert væskebalanse, noe som er påvist på lange langturer. Dette kan også ha vært situasjonen her pga. at fart og belastning er høyere. Dette er heller ikke sannsynlig for FP drakk alle 1-2 ganger i løpet av funksjonell terskeltesten (post-test). Om

dette hadde vært tilfelle forklarer det jo ikke forskjellen mellom AT og FT.

Ser man på Borg score, føler ikke FP så stor subjektiv anstrengelse i starten av testen, men her kommer anstrengelsen snikende og alle FP var på 18-20 etter gjennomført test. Dette kan ha noe med at energilagrene tappes gradvis utover i arbeidet, samtidig med at væskebalansen kan ha sunket synonymt med tid på mølla. Tillegg kan man bli mentalt utmattet av og gå med konstant fart og stigning på en mølle over så lang tid.

### **Konklusjon:**

Denne studien viser at det er en signifikant forskjell ( $P < 0,001$ ) på anaerobterskel og en utøvers funksjonelle-terskel. FP gikk 5 % fortere under FT test enn AT test, og denne studien viser at man kan ligge opp mot en hel intensitet sone høyere i henhold til olympiatoppens intensitetskala (Tabell 1) i forhold til HF og laktat i 40-60min.

Konseptet OBLA(funksjonell terskel) ser ut til å stemme bedre med definisjon av AT og en funksjonell terskel. Og at utvikling av AT skjer muligens bedre ved I4 trening enn I3 og I5 trening. Dette trengs det mer forskning på.

### **Praktiske konsekvenser:**

Denne studien kan være en indikasjon på at løpere som er veldig fokuserte på å ligge i

rett intensitet sone i forhold til HF, ikke tar hensyn til farten. De har i forhold til dette studiet kanskje ligget i enkelte tilfeller oppimot en hel intensitets sone for lavt for og få optimal treningseffekt på  $VO_{2max}$  og anaerob terskel.

Det kan da tenkes at utviklingen av utholdenheten ikke har vært som ønsket, spesielt med tanke på at I3 og I5 ikke utvikler det maksimale oksygenopptaket like godt som I4.

Studiet viser at FP lå lavt på Borg-skala etter de første 15 minuttene. Dette tyder på viktigheten av å treffe på rett åpningsfart er stor. Målet med treningen er at man skal klare holde samme fart under hele økta, uten at man møter «veggen». Det er farten som skal være mer eller mindre konstant, ikke HF.

Holder man konstant HF, må farten settes ned litt for hvert drag/runde noe som er u hensiktsmessig om målet med treningen er å øke farten i løypa. Da har man trolig bommet. Studiet viser at åpningsfart subjektivt målt ved borg skalaen kan være en god indikator for å få gjennomført en god OBLA økt. Man skal også være kritisk i forhold til å åpne med for lav fart, men ut fra denne studien viser det at FP i henhold til borgskalaen ligger på en relativt fornuftig åpning. Det vil for de fleste være

en større utfordring og åpne «sakte» nok, enn å åpne for langsomt.

Dagsform er også en viktig faktor som spiller inn på FT. Det kan variere fra dag til dag, og er man for opptatt av hvilken tid man må klare, og om man i tillegg har dårlig dagsform, kan den farten man klarte for en uke siden være for tøff, og dermed vil man ikke klare å gjennomføre økta den dagen.

FP øker HF jevnt og trutt under hele testen, denne studien gir oss kunnskap om at I4 trening påvirker sannsynligvis terskel og  $VO_{2max}$  bedre en I5 og I3 (for hardt og for lett), i henhold til olympiatoppens intensitetskala. I tillegg ser det ut til at det øke drag lengden. Gjør det lettere og treffe på intensiteten, og man får bedre effekt på grunn av lengre tid i optimal treningszone. Dette utgjør en forholdsvis stor forskjell fra det, teori rundt AT sier.

## Referanseliste:

- Åstrand P, Rodahl, Dahl H, Strømme S, (2003) Textbook of Physiology. Fourth edition. Human Kinetics.
- Bergh U. (1987) the influence of body mass in cross-country skiing. *Med sci sports exerc* 19: 324-331, 1987
- Brooks GA(1985) Anaerobic threshold: review of concept and directions for future research competitiv cross-country skiing.
- Frøyd C, Madsen Ø, Sæterdal R, Tønnessen E, Wisnes A, Aasen S (2005) Utholdenhet som gir resultater. Akilles forlag
- Gjerset A, Haugen K, Holmstad P. (2006) Treningslære, Gyldendal Undervisning
- Gladden LB, (2003). Lactate metabolism during exercise in principles of exercise biochemistry, 3<sup>rd</sup> edn.ed. Poortmans JR pp.152-196. Krager. Basel
- Hem E, Leirstein S, (2004) Testing av Utholdenhet.
- Hoffman MD, Clifford PS (1990) Physiological responses to different cross country skiing techniques on level terrain.
- Hoffmann M D, Clifford P S (1991) Physiological aspects of competitive cross-country skiing
- Hollmann W. (1985) Historical Remarks on the Development of the Aerobic-Anaerobic Threshold up to 1966
- 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, 1991
- Katch V L, MacArdle W D, Katch F I.(2011)Essentials of Exercise Physiology fourth Edition 2011
- Kvinen S (2005) Publisert i en artikkel «aerob utholdenhet» ved <http://www.trim.no/pub/art.php?id=527&print>
- Larson, Abigail J. (2006): Variations in Heart Rate at Blood Lactate threshold due to exercise mode in elite Cross-Country Skiers
- Larsson P, Olofsson P, Jakobsson E, Burlin L och Henriksson-Larsén K (2002). Physiological predictors of performance in cross-country skiing from treadmill tests in male and female subjects. *Scand J Med Sci Sports* 12: 347-353.
- Mahood N V, Kenefick R W, Kertzer R och Quinn T J (2001). Physiological determinants of cross-country ski racing performance. *Med Sci Sports Exerc* 33: 1379-1384.
- Myers J, Ashley E (1997): Dangerous curves. A perspective on exercise, lactate, and the



anaerobic threshold. *Chest*. 1997;  
111(3):787-795.

doi:10.1378/chest.111.3.787

- Mygind E. Andresen L.B.  
Rasmussen. B (1994). Blood  
lactate and respiratory variables in  
elite cross-country skiing at racing  
speeds
- Rusko H (2003). Cross country  
skiing. Blackwell Science Ltd.  
Oxford, UK
- Sjödin B, Jacobs I, Svedenhag J.  
(1982) Changes in onset of blood  
lactate accumulation (OBLA) and  
muscle enzymes after training at  
OBLA
- Torvik, P-Ø (2000) Blood lactate  
differences in running and roller  
skiing skating technique
- Wasserman K., McIlroy Mb.  
(1964) Detecting the threshold of  
anaerobic metabolism in cardiac  
patients during exercise. *Am J  
Cardiol* 1964; 14: 844-852.