



Bachelorgradsoppgave

Er det forskjell på en utøvers anaerobe terskel og funksjonelle terskel (OBLA), og predikerer farten ved funksjonell terskel prestasjon i langrenn?

Emil Iversen

KIF 350

Bachelorgradsoppgave i Kroppsøving og idrettsfag - faglærerutdanning

Lærerutdanning

Høgskolen i Nord-Trøndelag – 2014

Sider: 20

Er det forskjell på en utøvers anaerobe terskel og funksjonelle terskel (OBLA), og predikerer farten ved funksjonell terskel prestasjon i langrenn?

Sammendrag:

Er det forskjell på en utøvers Anaerobe terskel og funksjonelle terskel(OBLA)og predikerer farten ved funksjonell terskel prestasjon i langrenn? Bachelor oppgave i idrett, ved Høgskolen i Nord-Trøndelag avd. Meråker. 23.05.2014 s1-20.**Hensikt:** Finne ut om det er forskjell på en utøvers anaerobe terskel og dens funksjonelle-terskel(OBLA), om dette kan ha betydning for treningsarbeidet for langrennsløpere. Og finne ut om det kan være en sammenheng mellom fart ved funksjonell terskel og prestasjon. **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 rullleski trede-mølle, 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. Og farten ved FT ble korrelert med fis-poeng (distanse).**Resultat:** Studien viste at det var signifikant forskjell($P<0,001$) på FP anaerobe terskel og FT korrelasjonen ($r=0,627$) med fart ved FT og FIS-poengene. **Konklusjon:** Studien viser at en utøvers Anaerob terskel og funksjonelle-terskel er forskjellig. Og at det må forskes mer på området. Og at R-verdien er på 0,627 mellom fart ved FT og prestasjon.

Nøkkelord: LANGRENN, ANAEROB-TERSKEL, FUNKSJONELL-TERSKEL, OBLA, HJERTE FREKVENNS, FART, LAKTAT, BORG-SKALAEN, FIS-POENG, PRESTASJON

Teorikapittel:

Langrennsløpere karakteriseres av å ha et høyt maksimalt oksygenopptak, (VO_{2max}) (Holmberg 2007, Rusko 2003, Ingjer 1991) høy anaerob terskel (AT) (Nicholas et al 2001) og god arbeidsøkonomi (Q) (Rusko 2003), langrenn er en utholdenhetsidrett der aerob utholdenhet bestemmer prestasjon, sammen med psykologiske

faktorer og ernæring (Rusko, 2003). Så tidlig som i 1968 påpekte Ekblom og Hermansen at elite langrennsløpere hadde et hjerte som kunne pumpe 40 liter blod i minuttet og et slagvolum på 200 ml, noe som uavhengig av kroppsstørrelse betyr at langrennsløpere målte ett absolutt oksygenopptak på over 6 l/min.

Maksimalt oksygenopptak sees på av vitenskapen som den enkeltstående viktigste faktor som bestemmer prestasjon i langrenn (Bergh 1987, Ingjer 1991, Mahood 2001, Larsson et al, 2002, Rusko, 2003). Dette til tross for at langrenn er en meget kompleks konkurranseform, med en omfattende skiftning i bevegelsesmønster, terreng og grad av stigninger hastighet og teknikker.

Utvikling av maksimalt oksygenopptak er med rette viet mye plass i treningslæra for langrennsløpere. Det er mange modeller som brukes for å øke den aerobe utholdenhetskapasiteten, for eksempel: mengdefokus, intervallfokus, anaerob terskel (AT) fokus og varierte polariserte modeller.

AT har av flere forskere blitt sett på som et bedre mål på utholdenhetskapasiteten enn VO_{2max} , men dette gjelder spesielt sykliske bevegelsesformer som løp og sykkel. Wassermann og MacIlroy utviklet AT -begrepet i 1964 og refererte da til en ventilasjonsterskel der man gikk fra normal ventilasjon til hyperventilering. De fant at ventilasjon steg lineært med økende belastning. Men ved en bestemt belastning var det en overgangen fra normal ventilering til hyperventilering (rundt 60 pust/min) og pustefrekvensen økte omvendt proporsjonalt med belastningen, dette ble definert som

ventilasjonsterskelen. Wassermann og MacIlroy (1964) funn sammenfalt med det vi i dag kaller AT. Begrepet AT har siden vært gjenstand for mye forskning og diskusjon blant utøvere, trenere og forskere. En definisjon på AT, som er akseptert i de fleste miljø er: den høyeste arbeidsbelastning, puls eller oksygenopptak, der det er likevekt mellom produksjon og eliminasjon av laktat (La^-) målt i blod (Brooks 1985).

Begrepet AT brukes ofte som en beskrivelse på resultatet i en trinnvis løpetest eller rulleskitest på mølle, hvor belastning på mølla økes kontinuerlig og mengden laktat i blod måles for hver trinnvis belastning. Laktatopphopningen vil da være en lineær funksjon av kraften som settes og oksygenforbruk. Ved en trinnvis økende belastning vil man tilslutt nå en arbeidsbelastning der laktat akkumuleres i en ikke lineær kurve. Punktet på kurven der La^- konsentrasjonen øker brått, kalles AT (Brooks, 1985).

Produksjon av melkesyre som fører til laktat:

Glykogen og fett er energikilden som benyttes i aerob energifrigjøring. Omsetting av glykogen ved en høyere belastning og mangel på oksygen, omdannes fra pyrovat til melkesyre. Når melkesyre er dannet ved anaerob

energifrigjøring kan så mye som 90 % av den bli spaltet til laktat og hydrogenioner avhengig av bla annet pH i cella, og en stor del av dette transporteres ut av muskelcella (Frøyd 2005). Den resterende delen av melkesyra forblir i muskelen og kan brukes som substrat der. La^- er et sluttprodukt i anaerob energifrigjøring. I hvile, når oksygentilførselen i muskelcella blir tilstrekkelig, vil La^- gjendannes til glykogen og er både produkt og substrat i den anaerobe energiomsetningen (Myer, Achley 1997). Forståelsen av konseptet AT er ikke like entydig i de forskjellige fagmiljøene. Og dette gjelder flere forhold.

Et problem med AT-konseptet er at når de forskjellige miljøene (trening og forskning) diskutere konseptet brukes forskjellige **målenheter**. For eksempel vil noen måleapparater bruke hemolysert blod og andre uhemolysert blod og ha forskjellige verdier. Det er og forskjeller på måleapparat der **mengden blod** som analyseres variere. Ved de nye apparatene (Laktate Pro) brukes det bare 0,3 μl noe som gjør de svært sårbare for feil.

Definering av tekselen har og vist seg å være avhengig av **muskelmassen** som er aktiv. Om man måler laktat i fingertuppen måler man i **mikset blod** fra hele kroppen ikke bare ved de arbeidende muskler slik som ved løping, noe som gjør at man får andre verdier når man går på ski

(helkroppsarbeid) ved tilsvarende arbeidsbelastning. Så spørsmålet blir om det er en terskel for hele kroppen, en muskelgruppe, en muskel, en muskelbunt eller en muskel celle.

Ved fastsettelse av AT brukes **forskjellige kriterier**. En fast verdi brukes, for eksempel i løping, på 4,0 mmol/l. Og anses for å være den høyeste konsentrasjonen av La^- hvor det er likevekt mellom eliminasjon og produksjon av La^- . Men dette er et nivå flere utøvere ikke klarer å oppnå (Hollman 85, Sjödin 82). Dette kan være et problem, da dette viser at vi ikke forstår de metabolske betydningene av La^- . En annen «fast-verdi» som brukes, er oppvarmings-verdien +1,5mmol.(Hem E, & Leirstein S. 2004). 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 kriteriet om eksponentiell økning av La^- som indikator på at anaerob terskel er nådd. AT testes ved at man øker belastningen trinnvis. For eksempel 1km/t for hvert 5 min og La^- målinger i mellom. Terskelen defineres da der laktatkonsentrasjonen øker mer enn 1 mmol/l mellom 2 belastninger (Kvinnen 2005).

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 AT.

Flere forhold tyder på at AT ikke oppstår ved samme belastning ved alle disse metodene. Dette gjør konseptet ganske vanskelig å bruke til styring av trening og prestasjon i utholdenhetskonkurranser. Spesielt når vi tenker på den praktiske konsekvensen av å gå på en belastning over AT. Det hevdes at på en arbeidsbelastning med bare 0,5 km/t (løp flatt) over AT reduseres tid til utmatting fra 60 min til 15 min (Åstrand og Rodahl 2003). Alternative metoder har hatt en mer praktisk innretning og gjort forsøk med å funksjonsteste konseptet, og trenet etter fart ved *Onset of Blood Lactate Akumulation* (OBLA)

OBLA

OBLA defineres som den stedystate (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 La^- , og melkesyre vil ikke hoppe opp i musklene. Den eksakte forklaringen til

OBLA er kontroversiell (Katch, McArdle og Katch 2011).

Tradisjonelt tror man dette skyldes hypoksi i muskelen (utilstrekkelig oksygentilførsel) og at dette er årsaken til anaerob energifrigjøring. Men La^- i blod sammenfaller ikke nødvendigvis med hypoksi fordi La^- produseres selv om det er nok oksygen tilstede i muskel (Katch, McArdle og Katch 2011).

Ved OBLA oppstår en ubalanse i forholdet mellom laktatproduksjon og eliminasjon. Ubalansen er ikke et resultat av muskelhypoksi, snarere tvert imot. Dette kan skyldes redusert laktatfjerning totalt eller økt La^- produksjon som et resultat av for eksempel rekruttering av hurtige, sterke anaerobe muskelfibre (fibertype II og IIB) (Åstrand & Rodahl 2003). Disse har lite mitokondrier, oksidative enzymer og kapillærer, og større mengde anaerobe enzymer noe som medfører økt laktatproduksjon.

Alternative forklaringsmodeller på økt 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 da de forskjellige miljøene er uenig om hvordan vi skal forstå dette.

OBLA og Utholdenhetsprestasjon:

OBLA øker ofte med aerob trening uten at VO_{2max} øker i særlig grad (Katch, 2011).

Dette antyder at det er separate faktorer som påvirker OBLA og VO_{2max} .

Treningsfysiologer har hevdet at VO_{2max} er den viktigste målestokken på aerob kapasitet for utholdenhetsutøvere (Rusko, 2003).

OBLA ses på som en viktig treningspekepinn for aerob trening og prestasjon. Endringer i utholdenhets trening har vist en større forandring i OBLA-nivået enn endringer i VO_{2max} (Katch, 2011). OBLA kan og se ut til å inntreffe på en litt høyere arbeidsintensitet, La' og VO_2 (l/min) enn AT, se figur nr 1.

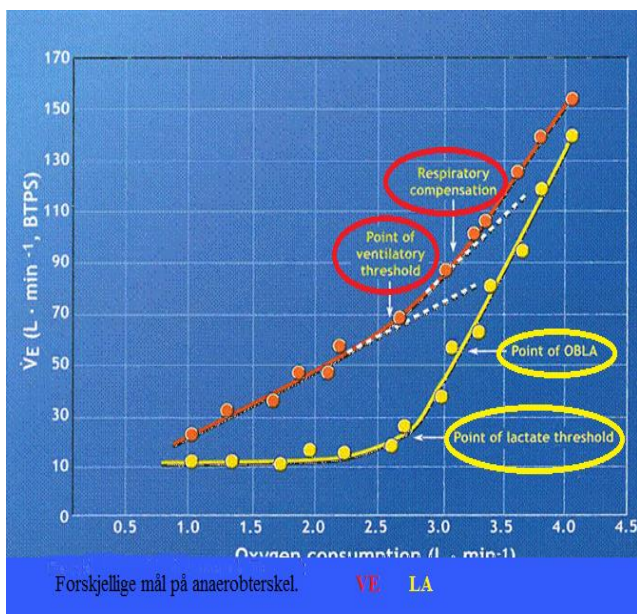


Fig 1. Viser sammenhengen mellom anaerobterskel (gul graf) og OBLA (funksjonell terskel). I tillegg vises ventilasjons terskelen (orange graf) (Katch, m.fl 2011).

Langrenn:

En høy VO_{2max} synes å være nødvendig for eliteutøvere, men dette er ingen garanti for suksess i skisporet. Utøveren må samtidig være i stand til å bruke en stor andel av VO_{2max} gjennom hele konkurransen, ha et høyt VO_2 ved AT, høy hastighet ved AT, og god arbeidsøkonomi, samt en høy prosentandel 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. På den andre side viste estimeringer fra OL i Calgary 1988 at farten i utvalgte motbakker oversteg selv de beste utøvernes maksimale oksygenopptak med 20-30 ml · min⁻¹ · kg⁻¹. Noe som betyr at i motbakkene må utøveren jobbe anaerobt (Saltin 1997) for å tilfredsstille energitilgangen. Det er og beregnet at topp prestasjon i langrenn fra 10-50 km og bestemmes av at utøveren benytter 15-5% anaerob energiomsetning. Det er også hevdet fra ulike fagmiljø at anaerob terskel er viktigere for prestasjon enn maksimalt oksygenopptak (Torvik 2000). I løping er det vist en sterkere sammenheng med løpstid og oksygenopptak ved anaerob terskel enn ved løpstid og VO_{2max} (Frøyd 2005).

På den andre siden har målinger vist at i løpet av og ved slutten i en simulert langrenns konkurranse over 18 km er laktat-konsentrasjonen høy. Laktatverdiene ligger mellom 5 og $18 \text{ mmol} \times 1^{-1}$ under og etter konkurranser (Mygind 1994).

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

De høye verdiene i langrenn kan skyldes at man bruker mye større muskelmasse enn ved løp. Overkroppens muskler vil i tillegg til beinas muskler produserer melkesyre, denne melkesyren omdannes til laktat og transporteres aktivt over i blodet. Pga at en større andel muskler produserer melkesyre og blodvolumet er det samme som ved løp blir konsentrasjonen høyere (Torvik, 2000). Det er og vist til at overkroppens muskler produserer mer laktat enn beina (Hoffman & Clifford 1990), sannsynligvis pga større kraftbruk og mere fibertype 2 i overkroppen. 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 ved langrenn (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-laktat og muskel-laktat 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 $2,5-4,0 \text{ mmol} \times 1^{-1}$. (Åstrand & Rodahl 2003).

Anaerob Terskel/Funksjonell anaerob terskel

Utvikling av prestasjon i langrenn avhenger av å kunne øke aerob kapasitet ($\text{VO}_{2\text{max}}$ og Anaerob terskel, samt bedre arbeidsøkonomien). Dette betyr at man må kunne trene disse faktorene separat eller finne et stimuli som påvirker 2 eller flere samtidig. Mye forskning har påpekt viktigheten av å ha høy nok intensitet på intervallene for utviklingen av $\text{VO}_{2\text{max}}$ (Helgerud m.fl 2007), mens andre har forsøkt med lengre drag tid men med lavere intensitet (Sandbakk, Welde 2011) Kritikken av slike polariserte modeller går på at for høy intensitet ($I_5 = 92-97\%$ av HF max) for ofte er for krevende sammen med store treningsmengder og andre treningsformer, mens ved for lav intensitet ($I_3 = 82-87\%$ av HF max) er belastningen for lav og krever svært lange økter (>90 min). I denne sammenheng ville det vært interessant å se om det lar seg gjøre å trene ved OBLA/funksjonell terskel (FT) etter prinsippet som teorien sier, og ikke etter

intensitetssoner definert av teoretiske puls eller laktat-grenser. Altså en funksjonell terskel basert på den høyeste fart utøveren kan greie å gjennomføre over 45-60 min. Og om det er mulig se hvilket intensitetsnivå dette tilsvarer for å sammenligne dette med teoretisk AT. OBLA-nivået ser ut til å ligge noe høyere enn AT.

Hensikten med denne undersøkelsen er derfor å undersøke om utøveren er i stand til å jobbe på OBLA/FT kontinuerlig i 45-60 min og definere hvilken arbeidsbelastning dette tilsvarer, og om det er noe sammenheng mellom farten ved FT og prestasjonene i langrenn (FIS poeng).

Dette fører fram til følgende problemstilling:

Problemstilling:

Er det forskjell på en utøvers anaerobe terskel og funksjonelle terskel, og predikerer farten ved funksjonell terskel prestasjon i langrenn?

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 godt trente langrennsløpere deltok i denne studien. FP var i gjennomsnitt 22,0 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 trede-mølle og behersket padleteknikk som ble brukt i alle tester. FP ble bedt om å spise senest 2 t før testen, og å forberede seg på lik linje som om de skulle ha en intensiv treningsøkt. 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 trede-mølle Rodby RL 3500E (Sverige). 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 rullemotstand 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 spesiellagede pigger (1x 1,5 cm stålbørster) for å unngå at stavene gled.

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

Prosedyrer:

Testene ble gjennomført på Meråker VGS på testlabben. Det ble benyttet standard oppvarming tilsvarende 60-75% av HF Max på rulleski, skøyting i 15 min på 10 % stigning, der farten ble økt til 12 km/t de siste 2 min.

Pre-testen besto av 5 drag a 5 min, tradisjonell trinnvis terskeltest.

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 1. Viser hvordan Pre-testen ble gjennomført(testskjema)

I slutten av hvert drag ble hjerterefrekvens registrert, og laktat målt. Løperen ble spurt om hvordan anstrengelsen var i forhold til Borg-skalaen. Laktatmåleren ble kalibrert hver time. 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.

Post-test:

Post-test ble gjennomført 2 dager etter Pre-test, og ble gjennomført på samme tid på dagen. FP ble bedt om å gjøre de samme forberedelsene som de gjorde til Pre-testen. Pre-testene ble analysert og ved hjelp av puls og laktatmålinger, utøvernes anaerobterskel og Point of OBLA.(se figur nr1 Katch m.fl 2003), estimerte en funksjonelle terskelen til å ligge på en belastning tilsvarende en 0,5 liter i VO₂ høyere en AT. Utøverens funksjonelle terskel ble estimert (0,5-1,0 km/t høyere fart enn AT ved 10 % stigning. Dette samsvarte godt med egen pilotstudie i 2013). Denne ble benyttet i post-testen for å sjekke om utøveren var i stand til å gå på denne farten i minimum 45 min. Om FP klarer over 60 min har farten vært for lav. 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. Farten ved FT ble registrert og korrelert med

FISpoeng (distanse) for laveste FIS pkt verdi i sesongen 2014. FIS poengene ble benyttet som mål på prestasjon og ble hentet ut fra FIS hjemmeside. (www.fis-ski.com)

Statistiske analyser

Til å finne sammenhengen mellom FIS-poengen og farten ved FT ble Pearssons korrelasjonsanalyse (R). En students t-test (P) ble brukt for å finne om Funksjonell

anaerob terskel var forskjellig fra AT. Signifikansnivået ble satt til (P=0,05). Korrelasjon (R) mellom 0,9 og 1,0 regnes som veldig høyt korrelert, mellom 0,7 og 0,9 regnes som høy korrelasjon og 0,5-0,7 som en moderat korrelasjon. Under dette regnes som lav eller ingen korrelasjon (Calkins 2005).

Alle resultat er uttrykt som gjennomsnitt, standardavvik, og variasjonsbredde.

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

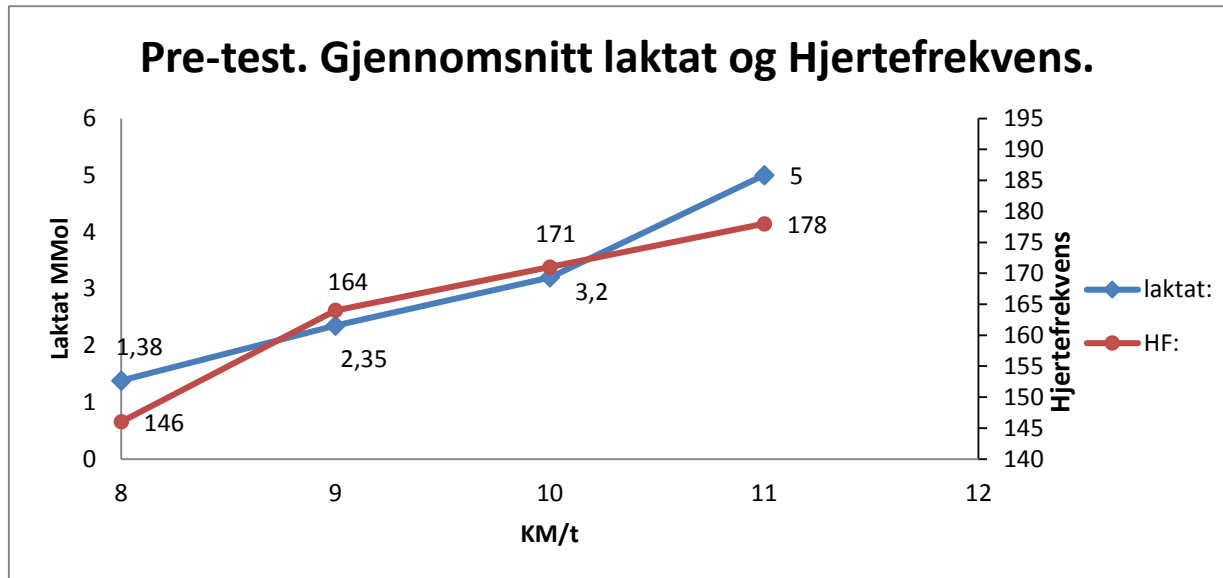


Fig 2. Viser gjennomsnittlig laktat og hjertefrekvens under en trinnvis AT test av testgruppen ved pre-test.

Figur 2 viser at AT for HF ligger på 167 slag 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 $2,5 \text{ mmol}^{-1}$. Hvis man definerer AT med oppvarmings verdien $+1,5 \text{ mmol}^{-1}$ er AT $2,6 \text{ mmol}^{-1}$ (gjennomsnitt oppvarmingsverdi $1,1 \text{ mmol}^{-1}$).

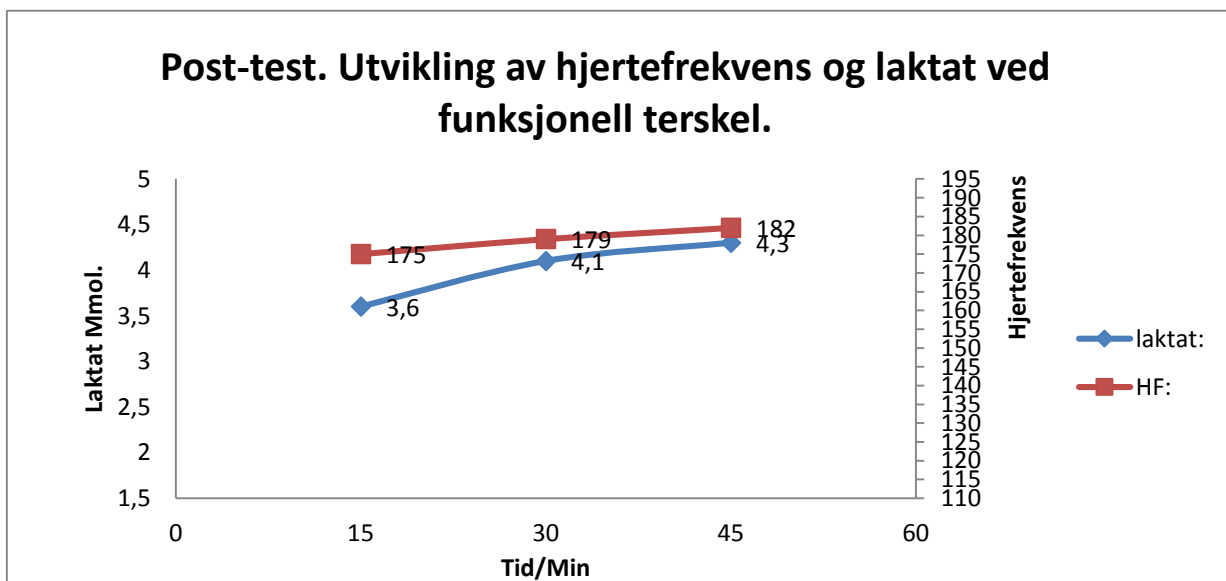


Fig 3. Viser gjennomsnittlig sammenhengen mellom Laktat og HF ved en kontinuerlig FT-test (funksjonell anaerob terskel) over tid.

I figur 3 ser vi at pulsen stiger fra 175 til 182, og laktatverdiene stiger fra 3,6 mmol⁻¹ til 4,3 mmol⁻¹ gjennom den 45min lange testen, til tross for at utøverne jobbet på samme arbeidsbelastning. Dvs. at pulsen steg med 4 % og laktatverdiene steg med 19,5 % i samme tidsrom.

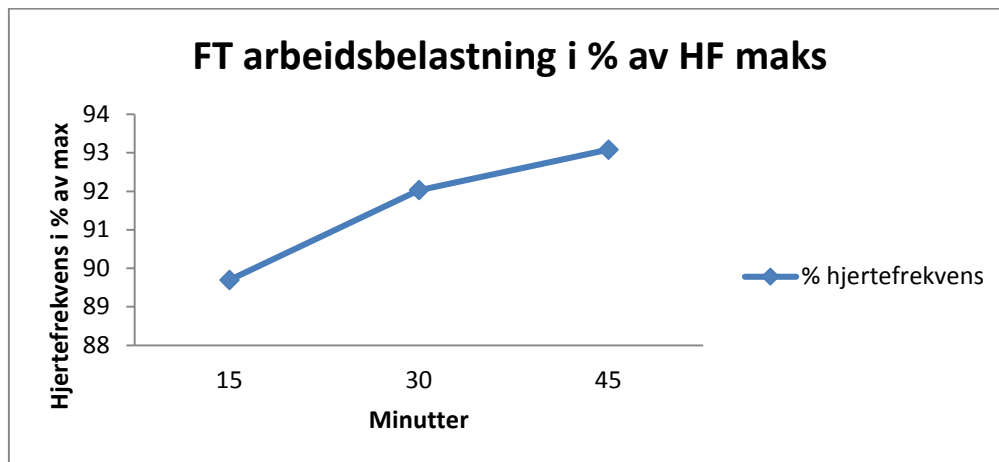


Fig 4. Viser arbeidsbelastningen i prosent av HF maks.

I figur 4 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).

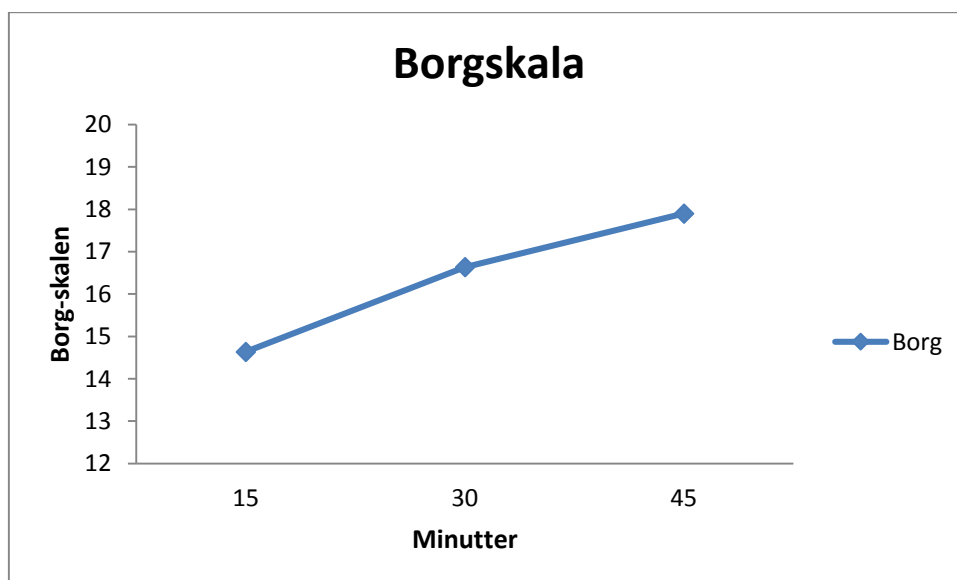


Fig 5. Viser gjennomsnittet av den subjektive anstrengelsen til FP under Post-Test.

I figur 5 ser vi at FP synes det gikk lett og at belastningen var *noe anstrengende* (BORG skala) i første del av testen, men den subjektive opplevelsen ble beskrevet som *tyngre og tyngre*

utøver i testen, i gjennomsnitt 17.9 som tilsvarer *Meget anstrengende*. Dette til tross for at belastningen på mølla var den samme gjennom hele testen.

Tabell 2.

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

Tabell 2. Viser forholdet mellom AT og FT i gjennomsnitt for gruppen. *P<0,05.

I tabell 2 ser vi at det er statistisk (P=0,0001) forskjell mellom AT og FT. Både HF og LA var signifikant høyere ved FT. Dvs. at FP gikk 5 % fortere på FT forhold til AT i 45-60 min. I praksis vil det si at tidsforskjellen tilsvarer at utøveren går 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. 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).

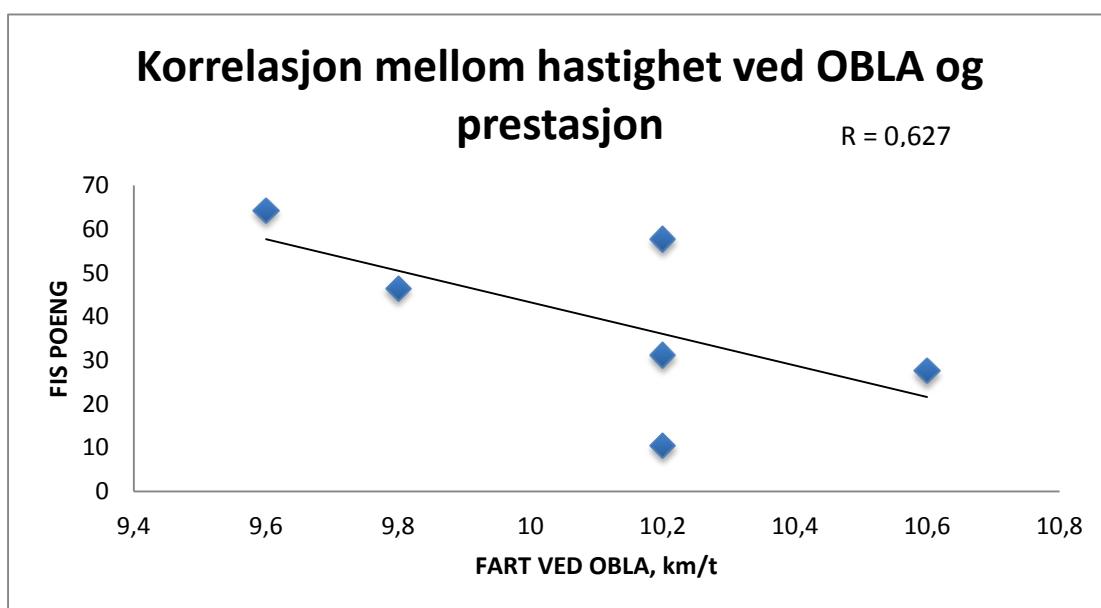


Fig 6. Viser korrelasjonen mellom fis-poeng og fart ved OBLA, rulleski skøyting.

I figur 6 ser vi korrelasjonen mellom FIS poeng i distanselangrenn og farten ved OBLA i rulleski skøyting. Og vi kan se at R verdien ligger på 0,627. Det vil si at dersom man greier å gå 0,1 km/t raskere ved FT, synker FIS-poengene med 6,27 poeng. Jo lavere FIS-poeng mann har, jo bedre er mann rangert.

Diskusjon:

Hovedfunnet i denne studien er at det er en signifikant ($P < 0,001$) forskjell på en utøvers anaerob terskel og funksjonelle terskel. Den funksjonelle terskelen var signifikant høyere enn anaerob terskel.

Årsaken til dette er at forståelsen av konseptet AT kan være mangelfull. Det kan skyldes mange forhold, slik som for eksempel at langrenn er en annen bevegelsesform enn der konseptet er utviklet (løp). Diskusjonen rundt de forskjellige metodene for fastsettelse av AT kan også være medvirkende. Videre kan målemetodene variere fra laboratorium til laboratorium. Det at langrenn er et helkroppsarbeid kan kanskje også forklare en noe høyere blodlaktat uten at nødvendigvis muskellaktaten er forhøyet. Men dette forklarer ikke at 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.

Mygin et al (1994) viste at underveislaktat 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 uten en eksponentiell økning av laktat. Noe som altså ikke skal være mulig i følge teori, som viser at tid til utmattelse reduseres fra 60min til 15min bare ved en $\frac{1}{2}$ km/t over AT (Åstrand & Rodahl 2003) i en syklisk bevegelse som løp.

I og med at AT 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 AT, og kontrollert mot de mest brukte metodene (oppvarmingsverdi + 1,5mmol, den første belastnings økning der La^- stiger med mer en 1mmol, og visuelt knekk pkt. på laktat kurven). Det eneste man ikke brukte i denne studien 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). På den andre side samsvarer en verdi med 4.0 mmol^{-1} bedre med teorien rundt OBLA, mens ingen av FP's sluttlaktat i denne studien var så lav som $4,0 \text{ mmol}^{-1}$

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 tilsvarende en hel intensitetssone høyere en AT i forhold til OLTs intensitetsskala (se tabell nr. 1).

Gjerset (2006) viser til at AT er på 4 mmol . Og i forhold til det er ikke resultatene så oppsiktsvekkende. Derimot står ikke HF i samsvar med dette..

FP lå 6,2 % høyere i HF på FT i forhold til AT noe som også her tilsvarende nesten en hel intensitetssone (OLT intensitetssone).

Et argument kan være at man i langrenn jobber med helkroppsarbeid og AT konseptet er utviklet i løping og sykkel. Helkroppsarbeid medfører at det er en større muskelmasse som produserer laktat og denne laktaten elimineres i den samme mengde blod og da stiger laktaten. Dette er i samsvar med funn fra Torvik (2000).

Dette forklarer kanskje noe, men det er og en mulighet for at langrennsløpere har en andel muskelfibertype 1, som kan bruke

laktat som substrat. Type 1-fibre foretrekker laktat som substrat fremfor glykogen hevder 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 antydning av Åstrand & Rodahl (2003) som stilte spørsmålsteget ved om AT var for hele organismen, en muskelgruppe eller en enkelt fiber.

Åstrand & Rodahl (2003) definerer anaerob terskel som: "Den høyeste arbeidsintensitet, puls, oksygenopptak og La^- der det er likevekt mellom produksjon og eliminering". 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 følte 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 bruk av muskelkraft i forhold til 1 RM.

Sirkulasjonssystemet får derved optimale forhold og slagvolum og hjerterefrekvens begrenses ikke av biologiske faktorer. Mikropauser og avlastninger i

muskulaturen øker blodets «mean transit» tid i muskelen og opptak av oksygen i muskelen blir optimal. Alt dette øker eliminasjon av melkesyre, fjerning av H⁺-ioner og «avfallsstoffer» fra muskelen. Det kan tenkes at dette både øker toleransen for melkesyre og at gode forhold i det kardiovaskulære systemet optimalisere håndteringen av kroppens egne avfallsoffer og gjør at arbeidsevnen øker. Noe som kan bety at hoppene i arbeidsbelastning fra drag 3-4 og 4-5 i en trinnvis terskeltest (1 km/t og 10% motbakke) er så store at biologien i muskelen endrer seg så fort at «bremsene» settes på og begrenser hjertets og lungenes evne til oksygentransport og forbruk av oksygen i musklene. Dette finnes det etter min kjennskap ikke forskning som viser, men dette kan være en mulig forklaringsmodell. Det som er kjent er at lavere PH og økt mengde H⁺ ioner i muskelcellens mykoplasma hemmer muskelens kontraktile enhet (Åstrand & Rodahl 2003) og derved oksygenopptaket (en muskel som ikke kontraherer bruker ikke oksygen). En skal heller ikke se bort fra at god teknikk og det høye snittet i oksygenopptak (78,7 ml/min/kg) har bidratt sterkt til disse resultatene.

Drifting av puls kan være et resultat av redusert væskebalanse, noe som er påvist på lange langturet (Åstrand & Rodahl

2003). Dette kan også ha vært situasjonen her pga. da man får økt svetting ved økt fart og belastning. Dette er ikke sannsynlig fordi alle FP drakk 2 ganger (4 dl) i løpet av funksjonell terskeltest(post-test). Selv om dette hadde vært tilfelle forklarer det jo ikke forskjellen mellom AT og FT.

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

Det nest viktigste funnet i denne undersøkelsen var at det var en god korrelasjon ($R=0,627$) mellom hastighet ved FT, og prestasjon i langrenn. Dette er samsvarende med funn i andre sykliske utholdenhetsidretter der fart ved AT korrelerer godt med prestasjon. R-verdien (0,627) viser at for hver 0,1 km/t du øker i fart ved FT, synker FIS poengene med 6,27 poeng. Noe som utgjør en ganske stor forskjell i forhold til verdensrankingen. Dette er også interessant da noen forskere (Larsson 2002 og Rusko 2003) hevder at sammenhengen mellom AT og prestasjon langrenn ikke samsvarer like mye. Årsaken

til dette kan være at FT ligger mye nærmere intensiteten ved VO_{2max} som tidligere har blitt vist seg å være den enkeltstående viktigste faktor for å forutse prestasjon i langrenn (Holmberg 2007, Rusko 2003, Ingjer 1991).

Konklusjon:

Denne studien viser at det er en signifikant forskjell ($P < 0,001$) på anaerob terskel 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 intensitetssone høyere enn teorien om anaerob terskel viser og i henhold til olympiatoppens intensitetskala (Tabell 1).

Denne studien viser også en god sammenheng mellom hvor fort utøverne klarer å gå ved FT, og prestasjonen i langrenn.

Praktiske konsekvenser:

Med bakgrunn i at dette er et forsøk med bare 6 utøvere (som har deltatt på alt, pga 4 utøvere var syke under forrige sesong.), skal en være forsiktig med å trekke for enkle konklusjoner å sette opp praktiske konsekvenser. Men om en får forsket på dette i litt større skala, med flere forsøk på flere forsøkspersoner kan det kanskje påvirke fremtidig langrennstrening. Og ikke minst se effekten av trening rundt FT

på oksygenopptak og prestasjon. Ut i fra resultatene i denne undersøkelsen kan det se ut som om at deler av konseptet om Anaerob terskel ikke helt er egnet som styringsinstrument for utholdenhetstrening slik det praktiseres i dag. Puls og laktat drifter, og om man skal følge disse gjennom en økt så må utøveren sette ned farten utover i økta om man ønsker å holde seg innenfor intensitetssonen. Dette til tross for at man greier å holde seg til definisjonen «den høyeste oksygen opptak, puls eller arbeidsbelastning der det er likevekt mellom produksjon og eliminasjon av laktat». Det å måtte sette ned farten gjør at man fjerner seg fra det mål treningen har, nemlig å greie å bevege seg fortere fra start til mål. Det vil etter mitt skjønn være viktigere i praksis å holde en høy fart gjennom hele treningsøkta, enn at puls og laktat holdes innenfor en teoretisk intensitetssonesone. En enkel måte å kontrollere dette på er å se til at man greier å holde farten gjennom hele økta. Enkelt nok, å bruke klokka og ta tid på hvert drag og gjennomføre det samme draget mange ganger med lik tidsbruk på en økt. Øker tidsbruken så har du startet for hardt, synker tidsbruken mye pr drag så har du startet ut for rolig. Det vil da si at utøveren bør tilstrebe å treffe den høyeste farten på drag 1 som man kan holde på med i typiske 6-15 min drag i 40- 60 min med relativt korte pauser (0,30 -2 min).

Tilbakemeldingene på slik trening er at utøveren føler at de går ganske rolig i starten av økta og at det til dels oppleves som svært anstrengende mot slutten av økta. Utøverne rapporterer at de greier å holde god teknikk og holde teknisk fokus over lang tid. Dette i motsetning til tradisjonell trening på sone I3, da hastigheten gradvis avtar, og teknikken fjerner seg fra det konkurransespesifikke. Det kan virke som tradisjonell I3-trening i snitt gjennomføres med for lav belastning. Utøverne rapporterer at de ved FT-trening opplever en veldig mestringsfølelse ved å greie å gjennomføre en langvarig økt (eks. 6*8 min) med god kvalitet og god teknikk.

Langrenn har liten tradisjon for å bruke en standard treningsrunde, da de aller fleste intervaller gjennomføres ved å flytte seg oppover i en bakke som varierer i bratthet og underlag. Dette har gjort at vi har vært nødt å finne andre måter en tidtaking (slik man gjør i for eksempel løp, rundetid, km/t) for å kontrollere belastning. Puls har derfor blitt brukt, og nå i de senere tid sammen med laktat som styringsinstrument. Det er viktig å vite at pulsen har en tendens til å være vanskelig å få opp på de første dragene, noe som da medfører at utøveren må kjøre hardere for å få den opp i rett sone, dette gjør at for mye av arbeidet må dekkes opp anaerobt. En slik start på økta fører til at farten fort

kan dale utover i økta og utøveren øver på å bevege seg seint og teknisk dårlig.

Resultatet blir da dårlig utvikling av aerob utholdenhet., dårlig teknisk utbytte, kort tid i rett sone, liten opplevelse av mestring og at man har mentale utfordringer i forhold til neste økt.

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,
- Brooks GA(1985) Anaerobic threshold: review of concept and directions for future research
- Calkins KG (2005) Back to the Table of Contents.
<http://www.andrews.edu/~calkins/math/edrm611/edrm05.htm>
competitiv cross-country skiing.
- Ekblom B, Hermanssen L (1968) Cardiac output in atlets. *J Appl Phys* 25: 619-625
- 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, 3rd edn.ed. Poortmans JR pp.152-196. Krager. Basel
- Helgerud J, Hoydal K, Wang E (2007) Aerobic High-Intensity Intervals Improve VO_{2max} More Than Moderate Training.
- Hem E, Leirstein S, (2004) Testing av Utholdenhet.
- Hoffmann M D, Clifford P S (1991) Physiological aspects of competitive cross- country skiing. *J of Sport Sciences* p 3-27
- Hollmann W. (1985) Historical Remarks on the Development of the Aerobic-Anaerobic Threshold up to 1966
- Holmberg HC, Rosdahl H and Svedenhag J.(2007) Lung function, arterial saturation and oxygen uptake in elite cross country skiers: influence of exercise mode. *Scand J Med Sci Sports*;17(4):437-44.
- 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

- Sandbakk Ø, Welde B & Holmberg HC (2011) Endurance training and sprint performance in elite junior cross-country skiers. *The Journal of Strength & Cond Res*

- Sjödín B, Jacobs I, Svendsen 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