

Mastergradsoppgave

Frank- Gøran Pedersen

Høyintensiv aerob intervalltrening utført som ekstremløp fører ikke til endringer i VO_{2max} hos elitesyklister og – triatleter



Høgskolen i Telemark

Fakultet for allmennvitenskapelige fag



Masteravhandling i kroppsøvings-, idretts- og friluftsfag 2014

Frank- Gøran Pedersen

Høyintensiv aerob intervalltrening utført som ekstremløp fører ikke til endringer i VO_{2max} hos elitesyklister og – triatleter

Høgskolen i Telemark

Fakultet for allmennvitenskapelige fag(AF)



Høgskolen i Telemark
Fakultet for allmennvitenskapelige fag
Institutt for idretts- og friluftsfag
Gullbringvegen 36
3800 Bø

<http://www.hit.no>

© 2014 Frank- Gøran Pedersen

Denne avhandlingen representerer 60 studiepoeng

Forkortelser

Ord	Forkortelse
Laktatinnhold i blod	$[La^-]_b$
Arbeidsøkonomi	C
Sykkeløkonomi	C_c
Opplevd form og treningsverk	FOT
Forsøksperson	Fp
Høyintensiv aerob intervalltrening	HAIT
Hjertefrekvens	Hf
Maksimal hjertefrekvens	Hf_{max}
Kilogram	Kg
Kontrollperson	Kp
Liter	L
Laktat	La^-
Laktatterskel	LT
Millimol per liter	$mmol \cdot L^{-1}$
Minuttvolum	MV
Oksygen	O_2
Oksygentrykk	PO_2
Profile of mood states	POMS
Physical symptoms checklist	PSC
Respirasjonskvotients	R
Pedalfrekvens(tråkk pr. minutt)	RPM
Oksygenmetning	SaO_2
Slagvolum	SV
Time trial ergometersykkel	TT
Oksygenopptak	VO_2
Maksimalt oksygenopptak	VO_{2max}
Maksimalt oksygenopptak løping	VO_{2max}^L
Maksimalt oksygenopptak sykling	VO_{2max}^S
Høyest målte oksygenverdi	VO_{2peak}
Watt	W

Sammendrag

PEDERSEN, FRANK- GØRAN. Høyintensiv aerob intervalltrening utført som ekstrembolck fører ikke til endringer i VO_{2max} hos elitesyklister og triatleter. **Hensikt:** Studien hadde til hensikt å undersøke virkningen av høyintensiv aerob intervalltrening(HAIT) på maksimalt oksygenopptak(VO_{2max}) og tid på time trial(TT) hos elitesyklister og triatleter. **Metode:** 11 forsøkspersoner, n=7 HAIT(31 ± 9) og n=4 kontroll(27 ± 11), VO_{2max} HAIT 62.6 ± 6.4 , VO_{2max} 65.6 ± 5.7 gjennomførte denne studien. HAIT gjennomførte 14 intervalløkter(4x4 løpeintervaller på tredemølle, 3-5 % stigning, 90-95 % av Hf_{max} , 3 minutter aktiv hvile på ca. 70 % av Hf_{max}) over ti dager, etterfulgt av syv dager restitusjon med minimal trening(maks 1 time < 80 % Hf_{max}). Kontrollgruppen trente som de ellers ville gjort. **Resultater:** Ingen signifikant endring i VO_{2max} fra 62.6 ± 6.4 til 63.6 ± 5.6 . Signifikant endring i tid på TT fra 2249.4 ± 734.3 til 2173.9 ± 699.3 ($p<0.05$). Ingen signifikant forskjell i endring på TT mellom HAIT og KP. Ingen korrelasjon mellom FOT og PSC og fysiologiske tester. **Konklusjon:** HAIT utført som ekstrembolck endrer ikke VO_{2max} eller LT. Endring i TT men ingen signifikant forskjell mellom HAIT og KP. Ingen korrelasjon mellom FOT og PSC og fysiologiske tester.



Innholdsfortegnelse

1.0 Introduksjon	9
1.1 Temposykling(TT)	9
1.2 Krav til prestasjoner på TT.....	9
1.3 Hva bestemmer en aerob utholdenhetsprestasjon?	10
1.4 Hva bestemmer VO_{2max} ?	11
1.4.1 Respirasjon	11
1.4.2 Hjerte.....	12
1.4.3 Blod.....	13
1.4.4 Skjelettmusklenes evne til å forbruke O_2	14
1.5 Hva bestemmer arbeidsøkonomi?	15
1.5.1 Muskulært	15
1.5.2 Muskulær effektivitet.....	15
1.5.3 Pedalfrekvens	16
1.5.4 Kroppssammensetning/Antropometriske forutsetninger	16
1.5.5 Kjønn.....	16
1.6 Hva bestemmer LT?.....	16
1.7 Hvordan utvikler man disse egenskapene best?.....	17
1.7.1 Arbeidsøkonomi/ C_c	17
1.7.2 Laktatterskel	18
1.7.2 Maksimalt oksygenopptak/ VO_{2max}	18
1.8 Blokk-periodisering og formtopping	19
1.9 utfordringer forbundet med blokkperiodisering/HAIT	20
1.10 Problemstilling.....	21
2.0 Metode	23
2.1 Forsøkspersoner	23
2.2 Utstyr	23
2.3 Testprotokoll	24
2.4 Allometrisk skalering	27
2.5 Intervensjon.....	27
2.6 Stikkprøver	28
2.7 Statistisk analyse av data.....	28
2.8 Metodiske betraktninger.....	29
3.0 Resultater	30



4.0 Diskusjon	33
4.1 Latent prestasjonsøkning	33
4.2 Formtopping/Tapering	34
4.3 Responsforskjeller/overføringsverdi	35
4.3.1 Størst vs. minst fremgang VO_{2max}/TT	35
4.4 Overtrening(OT)	36
4.5 Mulige årsaker til overtrening	38
4.5.1 Parasympatisk involvering	38
4.5.2 Laktatkonsentrasjon	38
4.5.3 ATP/CP/Glykogentømming	38
4.5.4 Muskelsårhet	38
4.5.5 VO_{2peak}	39
4.6 Kosthold	39
4.7 Endringer i treningsregimer etter intervensjon	39
4.8 Læringseffekt av laboratorium time trial	39
5.0 Praktiske implikasjoner	40
6.0 Konklusjon	41
1) Vil konsentrert HAIT føre til økt VO_{2max} og økt TT prestasjon?	41
2) Vil konsentrert HAIT føre til akutt overtrening?	41
3) Er det samsvar mellom rapportert opplevelse av utmattelse, og pkt. 1) og 2)?	41
7.0 Veien videre	42
Litteratur	43

Forord

På denne tiden for fire år siden var det lite som tydet på at jeg kom til å sitte her jeg gjør nå. Ingenting har vært selvfølgelig og det er en ydmyk gutt som nå innser at to lærerike, intensive og tidvis stressende år er over.

Jeg anser meg selv som heldig som har hatt så god hjelp underveis og jeg ønsker i første rekke å takke veilederen min, Øyvind Støren, som gav meg muligheten til å jobbe med et prosjekt som fenget meg og mine interesser, og som har gitt meg tett og god oppfølging hele veien. Videre vil jeg rette en takk til Marius Haave for samarbeid på laboratoriet, og til alle andre som må ha bidratt i innsamling av data. Hver eneste forsøksperson som deltok og gjorde det mulig for meg å innhente data til oppgaven har også min dypeste takknemlighet.

For gode samtaler og faglige råd og vink vil jeg også takke Solfrid Bratland-Sanda, Michael Sæther Reinboth og Jan Helgerud.

Min bedre halvdel Tiril har bidratt med støttende ord og positive oppfordringer når det har dratt seg til, og har minnet meg på hva som er viktig. For det fortjener du stor takk.

Sist, men langt ifra minst skal Ellen ha en stor takk. Hadde ikke du gitt så mye av deg selv og puffet meg i riktig retning, ville jeg ikke vært her jeg er i dag.

Frank- G. Pedersen

Bø i Telemark

01.06.2014



«The wise speak only of what they know»

- J.R.R Tolkien

1.0 Introduksjon

1.1 Temposykling(TT)

Utholdenhetsidrett er et sammensatt begrep og omfatter idretter som løping, langrenn, svømming og i denne sammenheng; sykling. Sykling er ikke bare én enkelt idrett, men består av flere enkeltgrener. Landeveissykling, terrengsykling (med sprint, rundbane og maraton), temposykling, banesykling og parasykling er alle en del av det internasjonale sykkelforbundet (UCI), og det stilles noe ulike krav til egenskaper avhengig av hvilke sykkelgrener det er snakk om. Eksempelvis vil sprint banesykling stille store krav til anaerob kapasitet, og landeveissykling fellesstart vil stille store krav til taktikk, evne til å skjerme lagets spurter, evne til å time spurten og til å oppnå høy maksimal fart over en kort distanse for nettopp denne spurteren. I temposykling er det i mindre grad snakk om taktikk og spurtegenskaper, og temposykling er i dette studiet valgt som gren for å utelukke flest mulige andre faktorer enn de fysiologiske som kunne spille inn på resultatene.

Ved valg av temposykling vil man samtidig også kunne inkludere langdistansetriatleter i utvalget, da rammene og forutsetningene for sykkletappen i et triatlon er identisk med hva tilfellet er for reindyrkede tempospesialister (40 km ved olympisk distanse, 90 i halv IRONMAN og 180 i IRONMAN). Innen temposykling og triatlon med non-draft-regler (langdistansetriatlon) er det rytteren med den høyeste gjennomsnittsfarten som vinner. Det er derfor nærliggende å bruke dette som utgangspunkt for studien.

1.2 Krav til prestasjoner på TT

Med tanke på konkurransetid (10 minutter i en prolog via 40-60 minutter i et mesterskap, til 60-150 minutter i et langdistanse-triatlon), er det naturlig å se på temposykling som en aerob utholdenhetsidrett. Allerede ved 10 minutters konkurransetid er fordelingen av aerobe og anaerobe prosesser omtrent 80/20. Avhengig av løypeprofil og individuell disponering av rittet, vil et temporitt på 60 minutter ha en fordeling mer lik 98/2 (Åstrand, et al., 2003) (McArdle, et al., 2006).

Prestasjonen på sykkel er ikke kun avhengig av syklistens aerobe utholdenhet. Faktorer som luftmotstand og rullemotstand vil ha avgjørende betydning for hvor stort arbeid syklisten må utføre for å holde en viss hastighet. I hastigheter høyere enn $30 \text{ km} \cdot \text{t}^{-1}$ vil luftmotstanden utgjøre mer enn 90 % av den motstanden syklisten må overvinne for å opprettholde

hastigheten (Faria, 1992). Ved å teste temposykkelprestasjon på en testsykel i laboratorium, kan man derfor se bort fra effekten av luftmotstand og i større grad konsentrere seg om de fysiologiske variablene som bestemmer prestasjonsevne.

Støren et al (2013) fant at formelen(Figur 1);

Figur 1

$$TT(\%) = 0.95 \left(\left[\dot{V}O_{2\max} / C_C \right] TT\% \dot{V}O_{2\max} \right) + 0.05 \left(\text{Wingate average} \right),$$

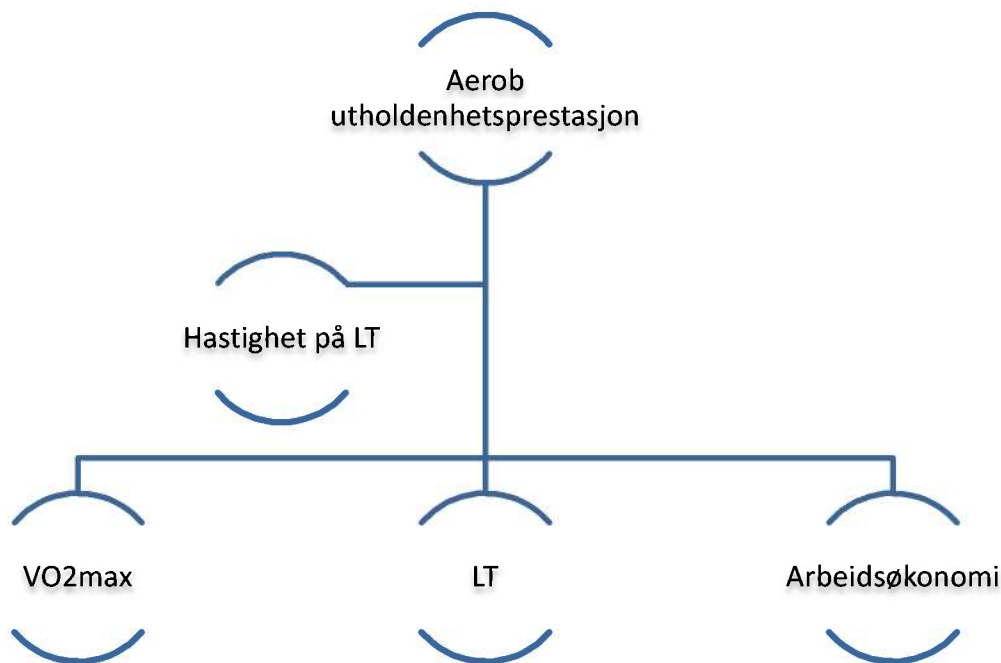
forklarte 86 % prestasjonen i en temposykkeltest over 23 km i laboratorium. Formelen viser at gjennomsnittswatt (som gir et direkte proporsjonalt bilde av tidsforbruket) bestemmes av 95 % aerob og 5 % anaerob utholdenhet. Den aerobe utholdenheten er igjen representert ved maksimalt oksygenopptak ($\dot{V}O_{2\max}$), delt på oksygenkostnaden ved submaksimal sykling (C_C) og ganget med utnyttingsgraden under testen ($TT \% \dot{V}O_{2\max}$). Den anaerobe utholdenheten er representert ved gjennomsnittswatt under en 30 sekunders all out Wingate-test (Wingate average) (Støren, et al., 2013).

1.3 Hva bestemmer en aerob utholdenhetsprestasjon?

Ifølge Pate og Kriska (1984) trekkes det frem tre hovedvariabler for en aerob utholdenhetsprestasjon. Disse tre er 1) $\dot{V}O_{2\max}$, 2) arbeidsøkonomi(C) og 3) laktatterskel(LT), hvor $\dot{V}O_{2\max}$ er den faktoren som alene bestemmer mest av utfallet. En slik tredeling støttes av di Prampero (2003), riktignok med LT byttet ut med utnyttingsgrad.

Støren et al. (2013) har vist at 93 % av en temposyklists prestasjoner i laboratorium (testsykel uten luftmotstand) kan forklares av $\dot{V}O_{2\max}$, C og LT. Funnene fra Pate og Kriska (1984), di Prampero (2003) og fra Støren, et al. (2013), kan oppsummeres i figur 2.

Figur 2.



Skjematisk fremstilling av bestemende faktorer for en utholdenhetsprestasjon (Modifisert etter Basset & Howley, 2000)

1.4 Hva bestemmer VO_{2max} ?

VO_{2max} kan defineres som den høyeste mengden oksygen som kroppen kan ta opp og utnytte under intensiv fysisk aktivitet (Basset & Howley, 2000). Det er stor faglig enighet om at dette er den mest bestemende faktoren for aerobe utholdenhetsprestasjoner (di Prampero 2003, Helgerud, et al., 2007), i hvert fall forutsatt en viss heterogenitet (nettopp med tanke på VO_{2max}) i utvalget (Støren, 2009). VO_{2max} bestemmes av ulike fysiologiske variabler som det videre skal gjøres rede for.

1.4.1 Respirasjon

Det er naturlig å anta at respirasjonssystemet kan være en begrensende faktor for VO_{2max} , når det handler om opptak og utnyttelse av O_2 . Men hos friske personer, på havnivå, vil ikke respirasjonssystemets kapasitet ha noen begrensende effekt på VO_{2max} (Powers, et al., 1989). Selv ved maksimalt arbeid opprettholdes normalt en O_2 -metning (SaO_2) på ca. 95 - 98 % (Basset & Howley, 2000). Det finnes allikevel situasjoner hvor respirasjonssystemet setter begrensninger på en utøvers prestasjonsnivå.

Eliteutøvere innen utholdenhetsidretter vil som en effekt av trening og medfødte egenskaper ha utviklet et større slagvolum (SV) og dermed også et økt minuttvolum (MV).

Dette fører igjen til økt hastighet på blodgjennomstrømmingen i lungekapillærene hvor transittiden for diffusjon blir kortet ned (Wagner 1995b, Basset & Howley 2000). Dette kan videre redusere SaO_2 ned mot 90 – 92 % (Wilmore, et al., 2008), slik at respirasjonsarbeidet også blir en begrensende faktor for VO_{2max} .

Det er godt dokumentert at konkurranse og trening i høyden hemmer menneskets prestasjoner gjennom pulmonale begrensinger. Fysisk aktivitet med bruk av store muskelgrupper over tid (>2min) viser at dette skjer allerede ved 1200 moh. (Åstrand, et al., 2003). Dette gjelder for øvrig også i lavlandet hos personer med kroniske lidelser som astma og kronisk obstruktiv lungesykdom(KOLS). Hos begge grupper begrunnes dette med et lavere arterielt O_2 -trykk(PO_2) (Basset & Howley 2000, Wagner 1995a).

1.4.2 Hjerte

Gjennom flere år har det vært en omfattende diskusjon om hvorvidt VO_{2max} er forsyningsbegrenset (*supply*) eller forbruksbegrenset (*demand*) (Hepple et al., 2002, Wagner 1995a). Flere studier (Wagner 1995b, Roca et al., 1992) har videre konkludert med at det er forsyningen som utgjør den største begrensningen, og Helgerud et. al (2007)viste i sin studie at en økning med 10 % i slagvolum (SV) igjen førte til en økning på 7 % i VO_{2max} . De konkluderte med at forbedringer i VO_{2max} etter trening følger forbedringer i SV, dersom det er snakk om maksimalt aerobt arbeid med store muskelgrupper.

Andre studier har også trukket frem musklenes mitokondrietetthet og kapasitet som en begrensende faktor (Boushel, et al., 2010), imidlertid kan det se ut som om skjelettmuskler har større evne til å forbruke O_2 enn hva sirkulasjonssystemet klarer å forsyne ved intensivt helkroppsarbeid (Andersen & Saltin 1985, Richardson & Slatin 1998). Derfor må forsyningen målt som hjertets minuttvolum (MV), som er produktet av $SV \cdot Hf$ være en helt avgjørende faktor for VO_{2max} . Dette forutsatt at det er snakk om normalt friske mennesker, og intensivt aerobt helkroppsarbeid. Dette støttes blant annet av Hepple et al. (2002) og Wagner (1995a). Økt minuttvolum MV vil igjen føre til økt blodgjennomstrømming i lungekapillærene hvor gassutvekslingen finner sted. Hos toppidrettsutøvere vil denne økningen som nevnt kunne føre til en nedsatt SaO_2 grunnet forkortet transittid for blodet i diffusjonsfasen (Wagner 1995b, Wagner 1995a). Nettopp derfor kan lungene være av større betydning for VO_{2max} hos toppidrettsutøvere enn hos mennesker i «normal» fysisk form, slikt som vist av Powers, et al. (1989).

1.4.3 Blod

Blodets oppgave i den arbeidende organismen er primært knyttet til transport av næringsstoffer, oksygen og avfallsstoffer som dannes i muskulaturen som utfører arbeidet. I tillegg sørger også blodet for blant annet temperaturregulering. Totalt utgjør blodet i kroppen omtrent 7-8 % av kroppsvekten, noe som betyr at en person på 70kg vil ha ca. 5 liter blod (Sand, et al., 2006).

Blodets sammensetning består, på tross av sitt ensartede utseende, av både plasma og tre ulike celletyper: 1) O₂-transporterende røde blodceller, erythrocytter, 2) immunforsvarets hvite blodceller, leukocyttter og 3) trombocytter, eller blodplater (Sand, et al., 2006). I denne sammenheng vil det bli fokusert mest på blodets evne til transport av O₂.

Erythrocyttenes evne til oksygentransport skyldes hemoglobin, som utgjør omtrent 95 % av erythrocyttenes innhold av proteiner. Grunnet et høyere testosteronnivå har menn normalt større andel hemoglobin, da testosteron stimulerer til produksjon av hemoglobin. I tillegg til å frakte O₂ fra lunger og ut i kroppen, sørger hemoglobinet for å ta med seg CO₂ tilbake til lungene igjen også (Sand, et al., 2006).

Utholdenhetstrening kan forårsake hypervolemi, som kort forklart betyr at det forekommer en økning i blodvolum. Økningen i blodvolum er større jo mer intensivt arbeidet er og skyldes hovedsakelig en økning i plasmavolum. Samtidig er det allikevel også en økning i den totale mengden røde blodceller (Hoffman 2002, Wilmore et al., 2008). Den prosentvise andelen røde blodlegemer kalles for hematokrit, og den gjennomsnittlige hematokritverdien for kvinner og menn er henholdsvis 42 og 47 (Sand, et al., 2006). Da økningen i plasmavolum er større enn økningen i de røde blodcellene, er det naturlig at hematokritverdiene også synker (Wilmore, et al., 2008). Man har flere røde blodceller, men prosentandelen synker grunnet større mengde plasma. Jeg skal videre ta for meg de røde blodcellene, da det er de som er av størst interesse for den foreliggende studien.

En økning av blodmengden vil kunne føre til en bedret evne til å forsyne muskler med sårt tiltrengt oksygen under fysisk krevende arbeid. Større andel røde blodlegemer kan frakte med seg mer O₂ til arbeidende muskulatur, som har vist seg å ha en stor evne til å ta opp og utnytte O₂.

Vi har tidligere sett på SaO_2 og PO_2 , men disse verdiene er på ingen måte konstante og kan påvirkes av mange ulike faktorer. Høyde over havet er en faktor, men også temperaturendringer og blodets surhetsgrad (lavere pH grunnet H^+ -konsentrasjon) vil ha en innvirkning på dette. Høyere temperatur og pH (ved f.eks. fysisk aktivitet) vil medføre en redusert metning av O_2 fordi det reduserer hemoglobinetts evne til å binde O_2 , ergo vil kurven høyreforskyves. Denne høyreforskyvningen er kjent som Bohr-effekten (Wilmore, et al., 2008). Samtidig som dette gjør O_2 -frigjøringen i vevene lettere, fører det også til at bindingen av O_2 i lungene blir vanskeligere (Sand, et al., 2006). Dette kan illustreres med blodets dissosiasjonskurve, og en høyreforskyvning av kurven vil si et høyere PO_2 og lavere SaO_2 . En venstreforskyvning vil gi den motsatte effekten.

1.4.4 Skjelettmusklenes evne til å forbruke O_2 .

Ved helkroppsarbeid og intensivt aerobt arbeid begrenses VO_2 av O_2 -forsyningen fra sirkulasjonssystemet, tilgjengelige energisubstrater (karbohydrater/ fett), og av mitokondrienes kapasitet til ATP-produksjon.

Studier utført på syklist viser at eliteutøvere har et bedre utviklet kapillærnettverk, større andel og størrelse på oksidative enzymer og mitokondrier samt større prosentandel type I muskelfibre enn type II a og b (Coyle et al., 1991, Coyle et al., 1988). Type I muskelfibre har som kjent en bedre evne til aerob energifrigjøring og vil derfor gi bedre betingelser for utholdenhetsprestasjoner.

Antall år som utholdenhetsidrettsutøver (flest for elitesyklistene) hadde sammenheng med andel type I-fiber og høyere kapillærtetthet. De samme to faktorene kan knyttes til forsøkspersonenes tid på 40 km time-trial, som også var signifikant forskjellig (Coyle, et al., 1988).

Antall mitokondrier, størrelsen på disse og antall aerobe enzymer aktive i den aerobe energiomsetningen (spesielt SDH), bestemmer hastigheten på ATP-produksjonen, forutsatt tilstrekkelig forsyning av O_2 fra sirkulasjonssystemet og tilstrekkelig mengde energisubstrat tilgjengelig (McArdle, et al., 2006).

I hvilken grad forsyning eller forbruk da blir bestemmende for det maksimale oksygenopptaket bestemmes av arbeidsintensitet og mengde aktiv muskelmasse involvert (Andersen & Saltin, 1985).

1.5 Hva bestemmer arbeidsøkonomi?

Arbeidsøkonomi kan defineres som forholdet mellom et gitt mekanisk arbeid og den kjemiske energien brukt på arbeidet (Pate & Kriska, 1984). Arbeidsøkonomi måles aerobt som oksygenopptaket på en standard belastning (*oxygen cost of work*, C_c). For sykling brukes derfor gjerne C_c (Støren, 2009). Følgende faktorer viser seg å være bestemmende for C_c .

1.5.1 Muskulært

Menneskers naturlige bevegelsesmønster er gange eller løp. Ved løp forekommer det vertikale bevegelser som på sin side bidrar til belastning, men den samme type belastning opptrer ikke ved sykling. Musklenes elastisitet (strikkeeffekt) som bidrar til fremdrift ved løping opptrer i liten eller ingen grad ved sykling, da sykling er tilnærmet rent konsentrisk arbeid (Støren, 2009). Bremskrefter, muskelstivhet og lagring av elastisk energi vil derfor ikke være relevant for en sykkelrytters C_c .

En syklist vil derimot måtte overkomme rullemotstand fra dekk, vindmotstand og evt. vertikale krefter ved sykling i motbakke. Sykling på ergometersykel vil ekskludere disse variablene, da motstanden personen opplever kun er fokusert gjennom bremskrefter på svinghjulet, som igjen overføres til pedalene på ergometersykkelen via krankarmen (Støren, 2009). Fordi de ytre kreftene ikke vil ha en innvirkning på laboratorietester vil arbeid utført ved en gitt motstand kunne knyttes direkte til en persons pedalfrekvens (P_f).

1.5.2 Muskulær effektivitet

Muskelfiberfordeling: Sykkelprestasjon og mekanisk nytte-effekt (efficiency) er relatert til prosentandelen type I-muskelfiber (Coyle, 1999). Gruppen med høy andel type I-fibere presterte 9 % høyere effekt (Watt, W) sammenlignet med en gruppe med lav andel type I-fibere (342 vs. 315W).

Utvikling av type I-fibere er gjerne knyttet til høy andel treningstimer/lang treningserfaring, noe som igjen kan være med på å utvikle en utøvers C_c . I tillegg vil teknisk utførelse av en gitt bevegelse kunne bli stadig bedre som følge av gjentatte øvinger, og kan dermed teoretisk knyttes til antall år i den aktuelle idretten (Coyle, et al., 1988). Videre vil den muskulære utholdenheten, som er avhengig av type I-fiber, være avgjørende for hvor lenge utøveren holder ut. Ved muskulær tretthet vil teknisk utførelse bli dårligere og arbeidsøkonomien derved lavere (Coyle, 1999).

1.5.3 Pedalfrekvens

Valg av pedalfrekvens (revolutions per minute, RPM) er ikke tilfeldig og kan knyttes til motstanden som må overvinnes. Selvvalgt RPM virker blant syklister å være høy. For profesjonelle syklister fant Lucia et al. (2002) ut at RPM mellom 90 og 105 var det foretrukne. Chacarren & Calbet (1999) fant at 60 RPM var mest effektivt ved flere belastningsnivåer fra, 54 % til 93 % av MAP blant aktive syklister. Videre fant Foss & Hallen (2005) at de mest økonomiske frekvensene var 60 RPM ved 50W, 80 RPM ved 275W og 350W blant syklister på nasjonalt nivå. Selvvalgt RPM satt opp mot C_c virker derfor ikke alltid å være mest hensiktsmessig, men den stiger med økende belastning.

1.5.4 Kroppssammensetning/Antropometriske forutsetninger

Syklister generaliseres ikke til en bestemt kroppsbygning og varier i kroppssammensetning ut ifra hvilken rolle han/hun er tiltenkt i laget. Klatrere er ofte korte av vekst og har lav kroppsvekt, på den annen side er sprintere mer muskuløse og eksplosive. Tatt i betraktning at luftmotstanden er den største motstanden (Faria, 1992) en rytter møter på en flat bane, er det naturlig å anta at en mer aerodynamisk sittestilling vil føre til vedre C_c , uansett hvilken fasett man har på kroppen i utgangspunktet (Støren, et al., 2013).

1.5.5 Kjønn

Når løpsøkonomien har vært representert ved kg kroppsvekt opphøyd til 0,75 per meter har det blitt rapportert bedre C_R ved hastigheter tilsvarende LT hos kvinner enn hos menn som er av like god fysisk form. Dette er ikke helt i tråd med hva som ble rapportert av Daniels & Daniels, (1992) eller Bunc & Heller (1989), men de oppgav på sin side C_R kun som per kg kroppsvekt. Menn og kvinners kropper har en annerledes sammensetning, og det er derfor viktig å skalere mtp. kvinners større andel kropps fett. Når man tar høyde for forskjeller i kroppssammensetning og oppgir kroppsvekt opphøyd i eksponenten 0,75, virker det ikke som om det er noen forskjeller mellom menn og kvinners C_c (Støren, 2009).

1.6 Hva bestemmer LT?

LT blir definert som den høyeste intensiteten eller VO_2 hvor laktatkonsentrasjonen i blodet $[La^-]_b$ ikke stiger under kontinuerlig arbeid (Davis 1985, Wilmore et al., 2008). LT uttrykt som % av VO_{2max} trekkes frem som en av de beste indikatorene for en utøvers optimale nivå i utholdenhetsidretter som langdistanseløping eller sykling (Wilmore, et al., 2008). $[La^-]_b$ representerer balansen mellom laktatproduksjon og eliminasjon, og det er individuelle forskjeller i denne kinetikken (Brooks, 1986).

LT oppgitt som % av VO_{2max} endres lite eller ingenting ved trening (Helgerud et al. 2007, Rønnestad et al. 2012, Støren et al. 2008, Støren et al. 2012, Sunde et al. 2009). Dette støttes videre av studier som er gjort hvor aerob utholdenhet har blitt bedret, uten at det har blitt sett noen endring i LT når gjengitt som % VO_{2max} (Bunc & Heller 1989, Bunc 2000, Coyle 1999). For å øke en utøvers LT må derfor i første rekke VO_{2max} økes, slik at LT naturlig følger denne utviklingen (Helgerud, et al., 2007) Eksempelvis vil en utøver med LT på 80 % av VO_{2max} (f.eks. 200 watt) trække 160 watt på sin LT. Ved å øke sin VO_{2max} til 250 watt vil LT fortsatt være på 80 % av VO_{2max} , men de 80 % vil nå resultere i 200 watt på LT..

Blant eliteutøvere er det vanlig å forvente en høyere LT enn hva som er tilfellet hos utrente og moderat trente personer (Åstrand, et al., 2003), uavhengig av hvilke metoder man benytter seg av for å finne LT (Bishop, et al., 2000). Blant annet Green et al. (2006) kunne vise til en LT ved 78 % VO_{2max} , imens Lucia (2002) rapporterte en LT på 87 % VO_{2max} hos elitesyklister. Både hos syklister og fysisk aktive ikke-syklister er det gjort funn som tyder på at VO_{2max} er uavhengig av både utholdende sykkelprestasjon og kraftproduksjon ved LT (Beneke, et al., 2000). Wilmore et al. (2008) nevner at LT typisk sett opptrer mellom 50-60 % av VO_{2max} hos utrente individer. Eliteutøvere når sannsynligvis ikke sin LT før de passerer 70-80 % av VO_{2max} .

Støren, et al. (2013) fant ingen korrelasjon mellom LT og temposykkelprestasjon, men derimot en god korrelasjon mellom watt ved LT (LT_w) og temposykkelprestasjon. Siden det er LT_w , og ikke LT som har vist seg å korrelere med temposykkelprestasjon, vil det være av interesse å se på hva som bestemmer LT_w . Støren, et al. (2014) fant at VO_{2max} og C_c alene forklarte 67 % av LT_w , og sammen med syklistenes individuelle LT forklarte VO_{2max} og CC 95 % av LT_w .

1.7 Hvordan utvikler man disse egenskapene best?

1.7.1 Arbeidsøkonomi/ C_c

Treningsmengde vil utvikle C_c opp til et visst nivå. Derfra flater utviklingen ut og det virker som om det er et tak på hvor teknisk god man blir. Energiforbruket ved sykling kan aldri bli 0, og styrketrening ser ut til å være et godt supplement til den aerobe treningen om man ønsker å videreutvikle C_c . Maksimal styrketrening (MST) synes å ha den beste effekten, uten at utøvere går opp i vekt som følge av treningen (Sunde et al. 2009, Rønnestad et al. 2010).

Dette har også blitt undersøkt hos langdistanseløpere (Støren, et al., 2008) med samme resultat.

1.7.2 Laktatterskel

LT_W ser ut til å følge utviklingen til VO_{2max} og C_c (Støren, et al., 2014). LT ligger på en tilnærmet konstant % av VO_{2max} , slik at hvis VO_{2max} og C_c forbedres vil også LT_W følge med opp. Helgerud et al. (2001) har vist dette i fotball, noe som også er i samsvar med resultatene til Støren et al. (2014). Treningsformer som påvirker en utøvers VO_{2max} vil derfor kunne ha en virkning på LT . HAIT har vist seg å ha den mest ønskelige effekten på hjertets evne til å forsyne arbeidende muskulatur med oksygenrikt blod (Breil et al. 2012, Støren et al. 2012, Rønnestad et al. 2014, Helgerud et al. 2007).

1.7.2 Maksimalt oksygenopptak/ VO_{2max}

Det er i første rekke hjertets SV som bestemmer mengden blod som blir levert til arbeidende muskulatur, og SV trenes best ved 90-95 % av Hf_{max} , f.eks. ved bruk av 4x4-intervaller (Helgerud, et al., 2007). Det har vist seg at det ikke er nødvendig med høyere intensitet enn dette, da slagvolumet når sitt maksimale ved denne intensiteten. SV ble vist at det når et platå for utrente/trente løpere, men hos eliteutøvere fortsatte SV å stige videre ut å vise tegn til å flate ut (Zhou, et al., 2001).

Vi kan anta at forsyningen av O_2 er av større betydning enn forbruket av O_2 i muskulaturen, og for VO_{2max} vil det være nærliggende å tenke at spesifisitet ikke behøver å være av like stor betydning som tidligere antatt Dette støttes av Breil et al. (2012) som i sin studie gjorde et forsøk på å utvikle alpinisters VO_{2max} og prestasjoner gjennom en treningsintervensjon med bruk av en hinderløype. De viste en signifikant økning i VO_{2max} (6.0 %), den høyeste W (5.5 %) og W ved ventilatorisk terskel (9.6 %). Videre konkluderte de med at HAIT og blokkperiodisering var gunstig for konkurransekjørere i alpint, selv om selve løypen ikke hadde ski-spesifikke øvelser.

García-Pallarés et al. (2010) viste også med sin studie at en blokkperiodiseringsmodell (BP) var å foretrekke fremfor en mer tradisjonell periodisering (TP), når det gjaldt verdensklasse kajakpadlere. Dette på tross av betydelig lavere total treningsmengde i blokkperiodiseringsgruppen enn TP (TP 10 uker lengre syklus og 120 flere treningstimer enn blokkperiodisering).

Flere studier har blitt gjort på utvikling av VO_{2max} og Helgerud et al. (Helgerud, et al., 2007) viste med sin studie av høyintensive aerobe intervaller gav bedre effekt enn moderat trening.

Med bakgrunn i dette er det derfor interessant å studere overføringsverdien av en bestemt bevegelsesform til en annen, i dette tilfellet: fra løping på tredemølle til prestasjon på sykkel. En case-studie gjort av Støren et al. (2012) så nærmere på dette og viste en klar forbedring av VO_{2max} og prestasjon på TT etter blokkperiodisert HAIT utført som løping på tredemølle. Da intervalltrening virker å ha bedre effekt på utvikling av VO_{2max} enn hva tradisjonell trening med fokus på mengde har, er det naturlig å velge dette som metode for intervensjon (Helgerud, et al., 2007).

1.8 Blokk-periodisering og formtopping

Periodisering på 60-tallet utviklet av USSR, og Tudor Bompa ansees for å være de som innførte konseptet med periodisering for styrketrening i 1963 (Bompa & Carrera, 2005). Med basis i dette har periodisering for utøvere videreutviklet seg frem til i dag, og stadig ny kunnskap frembringes på dette feltet. Blokkperiodisering et relativt nytt konsept hvor det gjøres stadig nye undersøkelser (Støren et al. 2012, Breil et al. 2012, Rønnestad et al. 2014, Rønnestad et al. 2012). Hovedmålet med periodiseringen er å kunne oppnå best mulig fysisk kapasitet under viktige konkurranser.

Flere av disse studiene har hatt ulikt design og hensikt, noe som gjør det vanskelig å direkte sammenligne de. Nærmest den foreliggende studiens natur ligger kanskje Hatle, et al.(2014) sin studie på moderat eller intensiv blokkperiodisering(24 økter på 8 uker vs. 24 økter på 3 uker), men det er allikevel en vesentlig forskjell på forholdet mellom hvile og arbeid i de to studiene. Breil, et al.(2012) sin studie på overføringsverdi mellom to ulike former for trening(HAIT med hinderløype for alpinister) har likheter mht. intervensjonen, selv om selve treningen utført skiller seg fra hverandre og utvalget av utøvere også er vesentlig forskjellig.

Laursen & Jenkins (2002) sin oversiktsartikkel trekker frem en studie av Shepley et al. (1992), hvor et høyintensivt formtoppingsregime(HIFT) ble testet opp imot et regime med lav intensitet og et uten formtoppingsprogram. Øktene utført under HIFT var av en mer intensiv art enn utøverne hadde i sine ordinære treningsprogram og bestod av 3-5 x 500 meter løp ved 120 % av VO_{2peak} , 800 meter aktiv hvile, fem ganger per uke. Det kom frem at HIFT førte

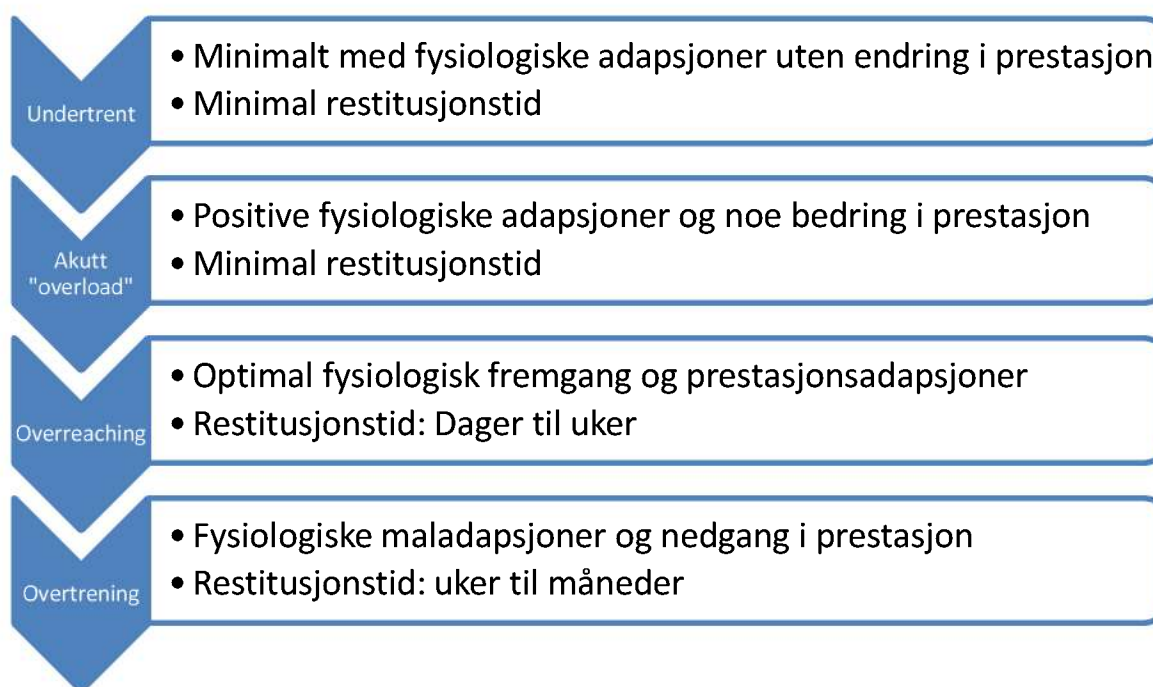
til bedret løpstid til utmattelse ved 115 % VO_{2peak} (+22 %) og citrat synthase(CS) aktivitet (+18 %), sammenlignet med de to andre regimene($p<0.05$). Et slikt regime har likheter med HAIT-protokollen gjennomført i denne studien, men har ikke like stor treningsmengde.

1.9 utfordringer forbundet med blokkperiodisering/HAIT

Nedbrytning og gjenoppbygning av kroppen er en naturlig syklus av treningsarbeidet og er nødvendig for at man skal oppnå fremgang. Ved å tilpasse forholdet mellom arbeid og hvile hos den enkelte utøver er det mulig å oppnå enorme fordeler, selv ved ekstremt krevende treningsregimer (Carfagno & Hendrix, 2014). Deretter kan man oppnå homeostase og dette vil igjen føre til at organismen forbedre seg ytterligere for å være sterkere rustet til neste gang. Dette kalles for overkompensasjon/superkompensasjon (Kuipers & Van Breda, 2003). Tøyes denne strikken for langt kan man imidlertid oppnå det man kaller for overtrening(Figur 3)

Hatle et al. (2014) sammenlignet virkningen av 24 høyintensive treningsøkter(HIT) på to grupper(24 HIT på 8 uker, HF vs. 24 HIT på 3 uker). MF viste største fremgang i VO_{2max} (10,7 %) etter ved post-test, imens HF hadde stagnert. HF fikk allikevel fremgang etter ytterligere restitusjon(12 dager og 6,2 %). Ved samme tidspunkt hadde MF falt ned til 7,9 %.

Overtrening(OT) defineres av Kreider, et al. (1998) i to former. i)(*Overreaching*) En akkumulert mengde trening- og ikke-treningsrelatert stress, som fører til en kortsiktig nedgang i prestasjonskapasitet, med eller uten relatert fysiologiske og psykologiske tegn og symptomer på overtrening. Restitusjon tilbake til utgangspunktet kan ta alt fra flere dager til flere uker. ii) (*Overtraining*) En akkumulert mengde trening eller ikke-treningsrelatert stress som resulterer i langtids nedgang i prestasjonskapasitet, med eller uten relaterte fysiologiske og psykologiske tegn og symptomer på overtrening. Restitusjon tilbake til utgangspunktet kan ta flere uker eller måneder.

Figur 3.


Økende intensitet, varighet og frekvens på trening. Skjematisk oversikt over ulike faser i treningsarbeidet og effekt av disse. (Modifisert etter Carfagno & Hendrix (Carfagno & Hendrix, 2014))

1.10 Problemstilling

Blokkperiodisert HAIT er vist å ha en positiv innvirkning på godt trente utøvers VO_{2max} (García-Pallarés, et al., 2010) (Hatle, et al., 2014). En overføringsverdi fra f.eks løp til alpint er vist av Breil et al. (2012). Videre er overtrening et hyppig diskutert tema, og det kan derfor være interessant å studere hvordan ulike personer responderer på identiske treningsregimer. Hvilken responstid har ulike utøvere på treningen, og hvor lang tid trenger de for å nå sin formtopp, etter en så hard treningsperiode? Det diskuteres stadig i fagmiljøer hvorvidt den ene eller den andre formtoppings (tapering)-protokollen er den rette. Er formtoppingen avhengig av fysisk form ved inngangen til treningsperioden? I hvilken grad er det avhengig av kjønn? Utøvere er stadig på jakt etter de beste formtoppingsregimene, og resultater fra den foreliggende studien kan gi nyttig informasjon som man kan ta med seg inn i treningsarbeidet med en utøvers formtopping til bestemte konkurranser.



Problemstillingene for denne studien er derfor:

- 1) Vil konsentrert HAIT føre til økt VO_{2max} og økt time trial (TT) prestasjon?
- 2) Vil konsentrert HAIT føre til akutt overtrening?
- 3) Er det samsvar mellom rapportert opplevelse av utmattelse, og pkt. 1) og 2)?

2.0 Metode

Dette er en kvasiekperimentell studie med et ikke-randomisert utvalg og et intervensjonsdesing. Inklusjonskriteriene satt for studien var at forsøkspersonene var godt trente og enten syklist eller triatleter.

2.1 Forsøkspersoner

Inklusjonskriteriene i denne studien var at personene var godt trente og benyttet seg av sykling som treningsform i store deler av treningsarbeidet sitt. Det var derfor naturlig å avgrense studien til syklist og triatleter.

Tabell 1 Antropometriske data

Variable	HAIT n = 7	Kontroll n = 4	Begge n = 11
Kjønn			
Menn	5	4	9
Kvinner	2	0	2
Alder	31±9	27±11	29±10
Høyde(cm)	180±12	176.3±4.1	178±10.01
Kroppsvekt(kg)	74.6±16.1	75.2±5.3	75±12.85

Antropometriske data. Verdiene er fra pre-test og gjennomsnitt ± SD. HAIT, høyintensiv aerob intervalltreningsgruppe. *p<0.05 forskjell mellom HAIT og kontroll, ** p<0.01 forskjell mellom HAIT og kontroll.

Forsøkspersonene (Fp) ble informert om studiet og potensielle ubehag og risiko forbundet med testing, og alle gav skriftlig samtykke til deltakelse. Prosjektet er godkjent av den regionale etiske komité (helse Sør-Øst).

2.2 Utstyr

Samtlige tester ble gjennomført ved Høgskolen i Telemarks idrettsfysiologiske testlaboratorium. All testing i forbindelse med LT og VO_{2max} på sykkel (VO_{2max}^S) ble gjennomført på Lode Excalibur Sport(Lode B.V., Groningen, Nederland) sykkelergometer. Hver enkelt forsøksperson fikk selv anledning til å stille inn sykkel etter egne preferanser, og målebånd ble tilbudt de som ønsket det. Forsøkspersonene hadde også anledning til å benytte egne sykkelsko og egne pedaler om ønskelig. De samme prosedyrene ble fulgt ved pre- og posttest.

Testing av VO_{2max} under løping (VO_{2max}^L) ble gjennomført på Woodway PPS55(Waukesha, WI, USA) tredemølle, kalibrert for stigning og hastighet. VO_2 ble målt hvert tyvende sekund ved bruk av Sensor Medics Vmax Spectra(Sensor Medics, Yourba Linda, USA). Laktatmålinger ble

tatt fra fingertuppen og målt med Arcary Lactate Pro LT-1710-analysator(Arcary Inc., Kyoto, Japan), kalibrert før prøvetaking med to ferdig standardiserte laktatmålinger.

Hjertefrekvens ble målt med en Polar RS800CX(Polar, Kempele, Finland) og Garmin 910XT(Garmin, Kansas, USA). Alle deltagere ble veid begge dager før testing på en digital vekt(Tefal Compliss, Frankrike) kun iført treningstøy, uten sko.

Før start på pre- og posttest ble forsøkspersonene bedt om å fylle ut et *Profile of mood states*(POMS)-skjema og et *Physical Symptoms Checklist*(PSC)-skjema (Emmons, 1991). POMS benyttes til å kartlegge utøveres sinnstilstand. Det er foreslått at positiv mental helse er knyttet til bedre prestasjoner. Utøvere som er mindre engstelige, sinte, deprimerte, forvirrede og slitne, samt mer energiske, vil prestere bedre enn de med motsatt profil (Prapavessis, 2000). PSC ser på følelse av tretthet/utmattelse og sporer endringer i fysiske faktorer for å kunne koble evt. tilbakegang/stagnasjon til fysiologiske årsaker.

Alle forsøkspersoner i intervensjonsgruppen førte en treningsdagbok med ferdig standardiserte spørsmål som dekket deres subjektive følelse daglig underveis i treningsperioden(vedlegg). Dette for å kunne spore evt. endringer i fysisk form som ofte har vist seg å manifestere seg i humøret i hverdagen.

2.3 Testprotokoll

Testing ble gjennomført over to etterfølgende dager. Første dag inneholdt testing av laktatterskel, VO_{2max} på sykkel og til slutt VO_{2max} ved løping. Andre dag inneholdt kun en simulert TT på Lode Excalibur(15km), hvor forsøkspersonene selv bestemte intensitet. 15 km på testsykkelen tilsvarer ca. 23 km sykling ute på flatmark (Støren, et al., 2013). Høyde ble registrert på første testdag, og vekt ble målt alle dager.

2.3.1 Første testdag

Fp ble først gjort oppmerksomme på hva dagen inneholdt av tester og hvordan tidsplanen så ut, før de ble veid og målt. Fp gjorde seg deretter kjent med utstyret og fikk selv prøve seg frem på ulike belastninger både på sykkelergometer og tredemølle. Etter å ha stilt inn sykkelen etter egne preferanser ble det iverksatt en LT-test, hvor forsøkspersonen kjørte i fem minutters drag på stigende intensitet(eks. 150W, 200W, 250W og 300W).

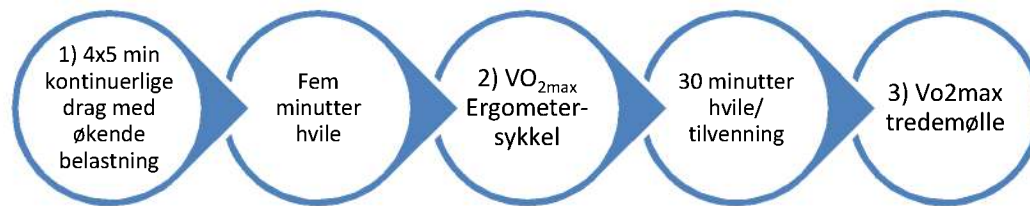
Etter hvert av dragene ble det tatt en laktat-test med et stikk i fingeren, før belastningene ble satt opp og en ny femminutters sekvens ble iverksatt. Testen ble avsluttet når forsøkspersonen nådde/overskred oppvarmingsnivå av laktat+2,3 mmol·L⁻¹ (f.eks. 1,3+2,3 = 3,6) (Støren, et al., 2012). Denne delen av testingen ble også brukt som en oppvarming til påfølgende VO_{2max}-tester.

Deretter gjennomførte Fp en VO_{2max}-test på sykkel, hvor belastningen ble satt til 15-20 watt under deres LT funnet i foregående test. For hvert 30. sekund ble intensiteten satt opp 15 watt av testansvarlig personell, helt til forsøkspersonen selv ønsket å avbryte eller til et kontinuerlig fall i RPM til tilnærmet stans. Ved endt test ble det foretatt en laktatmåling, slik som beskrevet over. VO_{2max} ble regnet ut ifra gjennomsnittet av de to høyeste følgende målingene og notert ned i skjema sammen med [La⁻]_b.

Fp fikk videre en hvileperiode på 30 minutter som han/hun selv disponerte etter eget ønske. Disse minuttene var satt av til nedsykling, skifting til løpetøy og evt. tilvenning til tredemølle, samt oppvarming før den påfølgende VO_{2max}-testen ved løp.

Tredemøllen ble stilt inn på 5,2 % motbakke. Tidligere erfaring fra trening på mølle samt erfaringer fra andre forsøkspersoner med tilsvarende VO_{2max} på sykkel, ble brukt som utgangspunkt for starthastighet. Testen startet med 60 sekunder konstant hastighet på utgangsfart. Hastigheten økte deretter med 0,5 km·t⁻¹ hvert 30. sekund. Ved høye hastigheter og tegn til utmattelse spurte testansvarlig om Fp ønsket å øke farten eller ikke. Fp gav tegn enten med tommel opp (hastighet opp) eller med flat hånd (behold nåværende hastighet). Testen ble avbrutt ved at Fp enten hoppet av møllen, eller brukte nødstopp på tredemøllen, og dermed avsluttet ved frivillig utmattelse. I tillegg til frivillig utmattelse ble respiratorisk utvekslingskvotient (RER) ≥ 1.05, Hf ≥ 95 % av kjent eller estimert Hf_{max}, avflatning av VO₂-kurven og laktatkonsentrasjon [La⁻]_b ≥ 8 mmol·L⁻¹ brukt som kriterier for å vurdere om VO_{2max} var nådd (Støren et al. 2012, Helgerud et al. 2007, Helgerud et al. 2001). VO_{2max} ble regnet ut ifra gjennomsnittet av de to høyeste følgende målingene og notert ned i skjema sammen med La⁻. Hf ble registrert kontinuerlig gjennom alle testene.

Figur 4



Skjematisk fremstilling av testprotokoll, første dag. 1) bestod av måling av VO_2 , pedalfrekvens (RPM) og Hf, samt La^- etter hvert drag. 2) bestod av kontinuerlig måling av VO_2 , RER, RPM og Hf, gradvis økning av motstand(W) og $[La^-]_b$ ved endt test. 3) bestod av kontinuerlig måling av VO_2 , RER og Hf samt gradvis økning av km-t og La^- ved endt test.

2.3.2 Andre testdag

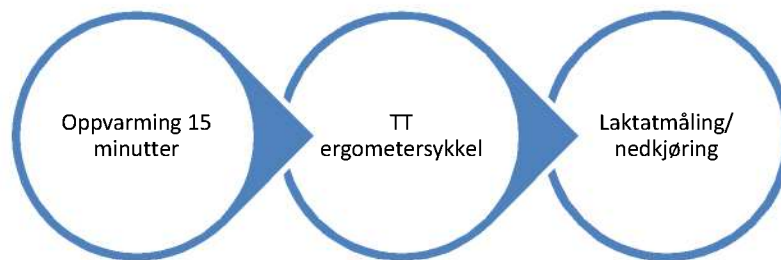
Andre testdag inneholdt en simulert tempoetappe på ergometersykkel(TT¹⁵). Fp fikk 15-30 minutter til å varme opp, og sa selv ifra når han/hun ønsket å sette i gang med testingen.

Den samme oppvarmingen ble fulgt fra pre- til posttest. Det ble foretatt VO_2 -målinger av Fp fra hvert tredje til hvert femte minutt gjennom hele testen. Fire verdier ved hver måling ble notert ned sammen med RPM*, wattbelastning* og Hf*.

(* Ble notert hvert hele minutt, men oftere ved skifte av wattbelastning).

Fp ble kontinuerlig verbalt oppdatert på distanse underveis og oppfordret til å gi sitt ytterste. Ved endt test ble det foretatt en laktatmåling, som beskrevet tidligere.

Figur 5



Skjematisk fremstilling av testprotokoll, andre dag. Oppvarming på egenvalgt intensitet. Måling av VO_2 hvert femte minutt under TT, samt kontinuerlig måling av Hf, RPM og W. $[La]_b$ ved endt test.

2.4 Allometrisk skalering

Uttrykker man VO_{2max} i forholdt til forsøkspersonens kroppsvekt i kg tas det ikke tilstrekkelig hensyn til hvordan oksygenopptaket øker med økende kroppsvekt. Som foreslått av Åstrand og Rodahl (2003) blir VO_2 -verdiene oppgitt både som $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, $mL \cdot kg^{-0,65} \cdot min^{-1}$ og $L \cdot min^{-1}$. Allometrisk skalering er valgt fordi VO_2 uttrykt som $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ har vist seg å underestimere tyngre utøvere, og overestimere de lettere når det gjelder VO_{2max} . (Støren, et al., 2014).

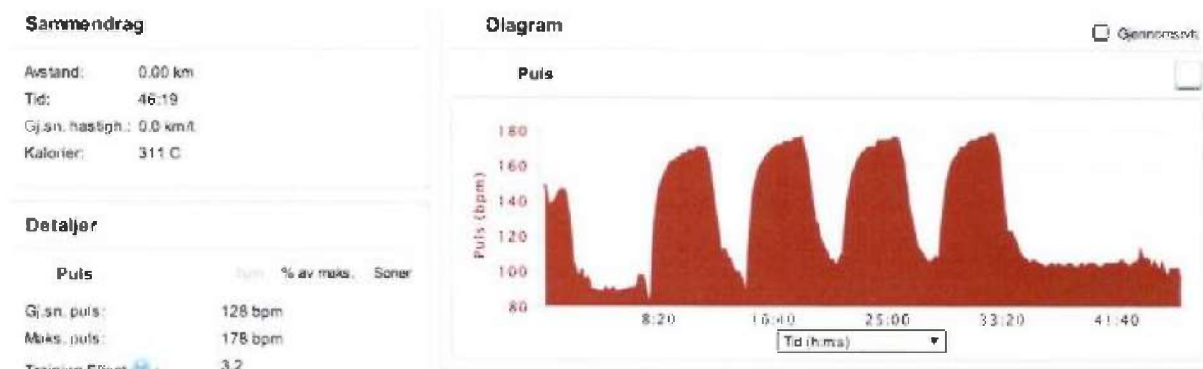
2.5 Intervensjon

Etter andre testdag fulgte én hviledag før Fp iverksatte treningsintervensjonen. Intervallbolken bestod av 14 intervalløkter fordelt på ti dager. Intervalløktene ble utført på tredemølle med inklinaison mellom 3-5 % og etter 4x4-modellen (Helgerud et al. 2007, Helgerud et al. 2001, Støren et al. 2012). Det overordnede målet for hver økt var å akkumulere omtrent ti minutter i sone 3 (>90 % av Hf_{max}), noe Fp ble gjort oppmerksom på. Både HAIT og kontrollgruppe benyttet seg av pulsklokke under hele perioden for å overvåke treningen, og for at vi skulle kunne evaluere om treningen ble gjennomført i henhold til ønsket protokoll(HAIT) eller se om trening avvek fra ordinært regime(kontrollgruppe).

Tabell 2. Eksempel fordeling av økter, HAIT

Dag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ant. økter	2	2	1	0	2	2	1	0	2	2

Eksempel på fordeling av intervalløkter for FP

Figur 6. Eksempel på intervalløkt


Eksempel på pulsgraf fra en Fp, 4x4-økt på tredemølle.

Begge grupper fylte daglig ut en treningsdagbok hvor selve treningen ble notert og opplevd form og treningsverk(FOT) ble rangert med en tallverdi mellom 0-10. I tillegg ble hver forsøksperson i HAIT-gruppen fulgt opp under perioden via e-post eller tlf.

2.6 Stikkprøver

På grunn av mistanke om akutt overtrening ved post-test for noen av deltakerne fikk de tilbud om en ny retest etter ytterligere 10-12 dager hvile. Dette kunne gi en indikasjon på en eventuell forsinket treningsrespons på intervensjonen. En forsøksperson fra HAIT-gruppen sa seg villig til å teste på nytt, og det ble kun testet for LT_W og VO_{2max} på sykkel. I tiden mellom post-test¹ og post-test² ble det bare bedrevet lett trening i form av sykling og svømming <80 % Hf_{max} .

2.7 Statistisk analyse av data

Deskriptiv statistikk ble benyttet for å finne gjennomsnitt av dataene med standard avvik(SD). Paret t-test ble brukt for beregning av signifikansnivå mellom pre- og post-tester, og uparede t-tester ble brukt for utregning av signifikante forskjeller mellom HAIT og kontrollgruppe. Beregning av korrelasjons ble gjort med Pearson's korrelasjonsanalyse og i alle tester ble signifikansnivået satt til $p < 0.05$ og $p < 0.01$. SBSS(16) og Microsoft Excel(2010) ble brukt til analyse og fremstilling av grafer.

2.8 Metodiske betraktninger

Det lave antallet (kun fire personer) i kontrollgruppa er strengt tatt i minste laget for å kunne kjøre statistikk på denne gruppa alene. Potensielle endringer mellom pre- og post-test i kontrollgruppa kan ha blitt borte på grunn av det lave antallet og må derfor anses som en metodesvakhet.

Videre mangler det i noen tilfeller komplette datasett fra utfylling av skjemaer (POMS, PSC og FOT), slik at enkelte Kp har blitt ekskludert i noen av de statistiske analysene. Dette er poengtert i de tabellene det gjelder.

Av samme grunn ble ikke POMS analysert statistisk. Det lave antallet besvarte skjemaer gjorde at dataene ikke egnet seg for dette og selv om POMS kan gi et godt bilde av potensiell OT (Meeusen, et al., 2012) er det også knyttet noe skepsis til bruken av det (Prapavessis, 2000). De ble allikevel subjektivt analysert og brukt i diskusjonen rundt resultatene. Kopier av skjemaene ligger vedlagt.

3.0 Resultater

Gjennom HAIT-perioden ble samtlige treningsøkter(14) utført av alle forsøkspersonene (både HAIT og kontroll). Gjennomsnittlig treningstid for HAIT var 938,17 minutter, og 4242,81 minutter for kontrollgruppen.

Tabell 3. Resultater, Pre vs. Post

Variabler	HAIT (n = 7)			Kontroll (n = 4)		
	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ
Vekt (kg)	75.8±16.2	74.9±15.3	-0.9(1.54)	75.2±5.3	75.7±4.9	0.5(0.46)
TT						
Tid (s)	2249.4±734.3	2173.9±699.3	-75.6(2.3)*	2152.8±352.6	2047.5±329.1	-105.3(1.3)*
Power (W)	270.3±67.7	279.9±69.3	9.6(2.1)*	270.7±37.8	283.1±36.3	12.5(0.85)**
VO ₂ (%)	52.5±7.4	54.±7.15	1.5(3.0)	55.5±4.9	53.6±11.	-2.0(7.1)
R	0.89±0.03	0.90±0.02	0.01(2.97)	0.90±0.03	0.90±0.02	0.01(2.07)
Hf (slag·min ⁻¹)	170±7	170±9	0.1(2)	170±5	168.±8.	-2(1)
[La] _b	7.61±2.33	8.59±3.23	0.97(14.9)	9.80±1.61	8.03±2.14	-1.78(9.15)*
VO_{2max} sykkel						
ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹	62.6±6.4	63.6±5.6	1(4.35)	65.6±5.7	64.5±9.8	-1.03(5.7)
ml·kg ^{-0.67} ·min ⁻¹	259.8±33.5	263.5±35.4	3.76(17.9)	272.4±24.0	268.5±39.2	-3.89(5.9)
L·min ⁻¹	4.7±1.1	4.8±1.1	0.05(0.33)	4.9±0.5	4.9±0.7	-0.06(6.2)
R _{peak}	1.07±0.03	1.09±0.04	0.02(2.22)	1.09±0.03	1.11±0.04	0.008(1.92)
Hf (slag·min ⁻¹)	183.83±8.64	186.33±8.98	2.5(1.99)	186.75±8.42	185.25±10.4	- 1.5(1.69)
[La] _b	11.22±2.28	11.33±2.83	0.12(1.27)	12.6±3.05	12.55±2.8	- 0.05(0.81)
VO_{2max} løp						
ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹	65.1±3.3	65.3±3.2	0.13(1.10)	64.9±4.3	64.6±7.1	-0.26(4.36)
ml·kg ^{-0.67} ·min ⁻¹	270.6±27.6	270.4±28.2	0.27(4.28)	269.8±16.6	267.2±25	-2.62(4.11)
L·min ⁻¹	4.9±1.1	4.9±1.1	0.04(0.10)	4.9±0.4	4.8±0.4	-0.03(4.41)
R _{peak}	1.03±0.04	1.04±0.04	0.00(4.04)	1.00±0.04	1.05±0.02	0.02(2.77)
Hf (slag·min ⁻¹)	188±10	188.5±9.01	0.67(25.9)	187.33±7.5	185.33±13.61	1.5(28.5)
[La] _b	9.75±1.85	9.38±1.52	0.37(1.45)	9.55±3.08	9.57±2.87	0.05(1.47)
C_c						
ml·kg ⁻¹ ·w ⁻¹	0.201±0.05	0.200±0.48	0.001(1.47)	0.208±0.01	0.191±0.02	0.017(7.46)
ml·kg ^{-0.67} ·w ⁻¹	1.039±0.173	1.028±0.144	0.011(2.00)	1.055±0.002	0.976±0.053	-0.079(2.58)*
LT						
%VO _{2max}	78.1%±0.05	77.9%±0.04	-0.2%(5.16)	79.9%±0.03	80.1%±0.09	0.2%(6.3)
W	258.3±61.0	263.6±63.0	-5.3(10.3)	258.5±28.3	275.5±42.8	17(5.2)
Opplevelse av						
PSC	1.51±0.27	1.53±0.43	0.01(4.23)	1.70±0.66	1.52±0.57	0.29(0.16)§
FOT		3.1±1.2			3.7±1.2§	

Verdiene er gjennomsnitt ± SD, samt deltaverdier med variasjonskoeffisient i parentes. Vekt er fra første testdag. HAIT, høyintensiv aerob intervalltreningssgruppe. Kontroll, kontrollgruppe. TT, time trial (temposykkeltest på laboratorium). S, sekunder. W, watt. VO₂ (%), oksygenforbruk % av VO_{2max}. R, respirasjonskvotient. Hf, hjertefrekvens. [La]_b, laktatkonsentrasjon i blod. VO_{2max}, maksimalt oksygenopptak. R_{peak}, høyest målte R-verdi. C_c, sykkeløkonomi. LT, laktatterskel. PSC, Physical symptoms checklist. FOT, form og treningsverk: Samlet verdi fra treningsperiode. *p<0.05 forskjell mellom pre- og post-test, ** p<0.01 forskjell mellom pre- og post-test, § kun 3 datasett inkludert. # p<0.05 forskjell mellom HAIT og kontroll, ## p<0.01 forskjell mellom HAIT- og kontroll.

Tabell 4. Tid i soner under og etter HAIT og KP

	HAIT(n = 7)		Kontroll(n = 2)	
	Under HAIT	Etter HAIT	Under KP	Etter KP
Sone 1	352.3±163.9	337.6±180	1873.5±99.7##	1775.9±162.7##
Sone 2	76.6±23.4	11.3±21.9	263.5±33.2#	200.7±37.8
Sone 3	139.6±27.9	0.86±2.3**	60±0.0##	69.2±25.2
Totalt	568.5±151.4	369.7±181.7	2197±132.9##	2045.8±150.2##

Under HAIT/KP, 10 dager trening. Etter HAIT/KP, syv dager restitusjon/trening. Verdier gjengitt som gjennomsnitt ±SD. Sone 1, <80 % av Hf_{max} . Sone 2, 80-90 % av Hf_{max} . Sone 3, >90 % av Hf_{max} . Hf_{max} ble satt til kjent verdi, eller høyest målte Hf under $VO_{2max} + 3$ slag. * $p < 0.05$ mellom Under TP og etter TP, ** $p < 0.01$ mellom Under TP og Etter TP, # $p < 0.05$ mellom HAIT og kontroll, ## $p < 0.01$ mellom HAIT og kontroll.

Etter ti dager med 14 HAIT-økter ble det ikke funnet noen signifikant endring i VO_{2max} for intervensjonsgruppen, hverken oppgitt som $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, $mL \cdot kg^{-0,67} \cdot min^{-1}$ eller som $L \cdot min^{-1}$.

Det ble ikke funnet noen korrelasjon mellom FOT og fysiske tester. Det virker heller ikke å være noen sammenheng mellom PSC og fysisk testing.

Når C_c ble uttrykt som $mL \cdot kg^{-0,65} \cdot w^{-1}$ ble det funnet en signifikant større fremgang i C_c hos Kp enn Fp. Det er naturlig å anta at dette skyldes at Kp gjennomførte en signifikant større mengde trening sammenlignet med Fp (965 minutter vs. 4243 minutter, $p < 0.01$). C_c har blitt knyttet til større kapillærnettverk (Coyle, et al., 1988) og større andel type I-muskelfiber (Horowitz et al. 1994, Coyle, et al., 1991).

Største tilbakegang i $[La^-]_b$ ved utmattelse korrelert signifikant med ingen endring i VO_{2max} ($p < 0.01$). Det virket derfor som om forsøkspersonene det gjelder ikke makter å presse seg like hardt som ved pre-test. Det ble allikevel ikke funnet noen endringer i Hf_{max} eller R.



Tabell 5 Individuelle testresultater fra HAIT, pre- og post-intervensjon

	Pre				Post			
	VO _{2max} ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹	L·min ⁻¹	VO _{2max} ml·kg ^{-0.65} ·min ⁻¹	Tid TT (sek)	VO _{2max} ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹	L·min ⁻¹	VO _{2max} ml·kg ^{-0.65} ·min ⁻¹	Tid TT (Sek)
	67.1	5.55	288.1	1643	70.7	5.77	302.0	1574
	66.5	5.16	279.4	1857	65.2	4.87	270.5	1839
	67.6	5.75	292.8	1619	66.2	5.66	287.2	1582
	56.5	2.56	198.8	3748	56.2	2.59	198.8	3595
	59.2	4.88	253.9	2086	67.9*	5.56	290.6	1995
	68.6	4.37	270.2	2397	62.9#	4.03	248.1	2416
	52.6	4.93	235.4	2396	56.0	5.06	247.6	2216
Snitt	62.6	4.5?	259.0	2249.4	62.4	4.5?	259.0	2173.9
SD	6.4	1.2?	36.5	734.3	5.6	1.3?	37.6	699.3
VC	10.2	26.7	14.1	32.6	9.0	28.1	14.5	32.2

Gjennomsnitt (snitt), standard avvik (SD) og variasjonskoeffisient (VC). Alle verdiene er fra sykkeltestene. *Største fremgang, #Største tilbakegang.

4.0 Diskusjon

Hovedfunnene i denne studien er at blokkperiodisert HAIT ikke fører til endring i VO_{2max} . Det ble funnet signifikant endring i tid på TT, og tegn til store interindividuelle variasjoner etter HAIT. I tillegg kunne det virke som flere av Fp var noe utmattet ved post-test.

Funn fra Hatle, et al. (2014) kan tyde på at en blokkperiodisering av den intensive sorten fører til en overtreningsperiode som legger en demper på resultatene ved post-test, ved for kort restitusjonstid. Stikkprøven vi gjennomførte med en ekstra post-test peker i samme retning. Det er allikevel noen metodiske forskjeller mellom den foreliggende studien og den utført av Hatle, et al.(2014), f.eks. antallet økter(24 vs. 14) og intervensjonens varighet(tre uker vs. ti dager)

På tross av manglende fremgang i gruppen er det også viktig å se på det hele fra en annen vinkel: Ingen signifikant endring av VO_{2max} betyr at det heller ikke er noen tilbakegang. Ingen stor nyhet i seg selv, men med tanke på at Fp trente betydelig mindre enn Kp, og at de selv trente mye mindre enn de gjorde før intervensjonen er dette interessant. Om man kan vedlikeholde sin fysiske form og prestere like godt med en tredjedel av treningen burde det være av interesse for en supermosjonist, da hverdagen men full jobb, barn og samboer/ektefelle kan ta mye tid.

4.1 Latent prestasjonsøkning

Ved posttest² kom det tydelig frem at det hadde forekommet en betydelig endring i prestasjonsevnen, som ikke kom frem ved post-test¹. Det var ingen signifikant endring i Fp sin VO_{2max} , men LT_w hadde gått fra 277,5W til 318W. Utgangspunktet ved pre-test var 302W. Disse tallene kan tyde på at Fp var i en mild form for overtreningsperiode og støtter i så måte antagelsene om at en lengre hvileperiode kan være formålstjenlig.

Selvrapporterte erfaringer fra Fp kan videre vitne om fremgang i prestasjon seinere enn de restitusjonsperioden, både mht. økt prestasjon på trening, og bedre prestasjoner under konkurranser. Det ble som nevnt også gjennomført stikkprøve ved et tilfelle som viste en signifikant økning i LT_w etter ytterligere restitusjon. Dette er i samsvar med resultatene fra Hatle et al. (2014). Det må allikevel tas med i betraktningen at konkurranseforholdene endrer seg fra år til år og at det er mange variabler som kan påvirke en konkurranse som

varer mellom 9 og 10 timer. Alt fra vær og vind til nytt utstyr og endrede veiforhold spiller inn.

4.2 Formtopping/Tapering

Sett i lys av formtoppings-/tapering-diskusjonen er det interessant å se hvor ulikt man responderer på trening, til tross for lik VO_{2max} ved oppstart. Man kan da stille seg spørsmålet om de generelle anbefalingene rundt tapering gjelder for alle, eller om det er mer individuelt avhengig enn tidligere antatt. En tapering-modell etter Bompa og Carrera (2005) anbefaler en reduksjon på 30-50 % av mengde og intensitet, og dette kan i verste fall påvirke to ulike utøvere veldig forskjellig og være en avgjørende faktor for om utøveren er i form til konkurransen eller ikke.

Bosquet, et al. (2007) konkluderte på sin side med at en reduksjon i mengde på mellom 41-60 %, men med vedlikehold av intensitet, var mest hensiktsmessig for å maksimere prestasjonsfremgang. De nevner allikevel at alternative design kan virke bedre for den individuelle utøveren, men da er det også å vente at det er større interindividuelle forskjeller. Det underbygger funnene fra den foreliggende studien, hvor HAIT-protokollen tydelig gav fremgang i VO_{2max} (14,7 %) hos en Fp, mens andre opplevde liten eller ingen fremgang.

Det er flere studier som gjennomfører redusert treningsmengde med vedlikehold eller økning av intensiteten. Mujika (2010) nevner at det er sterke bevis for at høyintensiv trening (HIT) henger sammen med maksimal fysiologisk adaptasjon hos godt trente utøvere. Videre påpeker han også at det er tydelig at intensiteten i treningen er nøkkelen til vedlikehold og utviklingen av fysiske faktorer og prestasjon under formtoppingsregimer, og videre at treningsmengden ikke burde reduseres på bekostning av intensiteten. Studier på området er i skrivende stund begrenset, men det kommer også frem at optimal formtopping ikke er avhengig av intensiteten på den aktuelle idretten det planlegges for, ei heller de fysiologiske karakteristikkene for utøverne som deltar i idretten (Mujika, 2010).

Videre finner man flere eksempler på slike modeller og treningslitteraturen opererer med diverse formtoppingsregimer. Blant annet I) Varighetsavhengig reduksjon av treningsmengde: Reduserer volum med 20 % ved tre ukers tapering, 30 % ved to ukers og 50 % ved ti dagers. Volum reduseres, intensitet vedlikeholdes (Friel, 2009) og II) 15 % av volum



tre uker før konkurranse, nye 10 % to uker før konk. frem til fire dager før (Noakes, 2001). Igjen ser man hvor store sprik litteraturen operer med, noe som gjenspeiler den hårfine balansegangen som formtopping er preget av.

Fellesnevneren for disse modellene virker å være forholdet mellom redusert mengde og vedlikehold av intensitet. Det kritiske er å tilpasse dette forholdet slik at det passer den enkelte og her varierer resultatene i litteraturen mye. Fysiologisk testing for kartlegging av utøveren synes derfor å være viktig i jakten på et treningsregime som er tilpasset den enkeltes behov.

4.3 Responsforskjeller/overføringsverdi

Tar man utgangspunkt i hver enkelt persons VO_{2max} virker det ikke å være noen sammenheng mellom dette og restitusjonstid/respons etter treningsintervensjonen. I det foreliggende materialet representerer utøverne dog en relativt homogen gruppe med tanke på VO_{2max} , noe som kan forklare dette. Fp med lavere VO_{2max} -verdier ved pre-test viste større fremgang enn andre med høyere verdi. Treningshistorikk er dog også av betydning, noe denne studien ikke har oversikt over. I tillegg kommer det genetiske perspektivet inn i bildet, noe som av praktiske årsaker ikke har latt seg gjennomføre her.

4.3.1 Størst vs. minst fremgang VO_{2max}/TT

Enkelte Fp opplevde stagnasjon eller tilbakegang, både på VO_{2max} og TT, imens andre hadde enorm fremgang. Det blir ekstra tydelig når vi setter en Fp fra hver ende av skalaen ved siden av hverandre og ser på forskjellene i treningsrespons.

Ved pretest var VO_{2max} på sykkel hhv. $59,2 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ for Fp6 og $68,6 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ for Fp7. Post-test viste en økning i VO_{2max} på sykkel for Fp6 på hele 14,7 %, fra $59,2$ til $67,9 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Det er bemerkelsesverdig, da all trening er gjort på tredemølle. Samtidig viser Fp7 til en tilbakegang fra $68,6$ til $62,9 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, tilsvarende et tap på omtrent -9 %. Det var ingen store endringer fra pre- til post-test på VO_{2max} på løp for noen av Fp.

TT for Fp6 og Fp7 var 2086 og 2397 sekunder ved pretest. Ved post-test hadde tidene endret seg til henholdsvis 1995 og 2416 sekunder. Fp6 viste dermed til en prosentvis bedring på ca. 4,5 %, imens Fp7 hadde en nedgang på 0,8 %.

LT_w ved pretest viste 223W for Fp6 og 250W for Fp7. Igjen understrekes det at det kun er foretatt løpetrening, og Fp6 økte sin LT_w 295W, i motsetning til Fp7 som hadde en tilbakegang til 210W. Det er en bedring/nedgang på hhv. 32 % og – 19 %.

C_c forble nesten uforandret hos begge utøverne (FP6: 0,178 til 0,181 mL·kg⁻¹·w⁻¹ og FP7: 0,221 til 0,216 mL·kg⁻¹·w⁻¹).

Selvrappoteringsen viste gjennom FOT ingen signifikante endringer og verdiene var tilnærmet like (2,2 og 2,3 i snitt) for de to gruppene. Selv om FOT ikke viser noen tegn til det, er det tydelig at den samme treningen har ulik virkning på de to. Det kan virke som om en Fp har oppnådd superkompensasjon, imens den andre har tatt et godt steg tilbake på kort tid. At treningen skal ha forårsaket denne tilbakegangen virker usannsynlig, da tidligere studier har vist at HAIT har den beste effekten på utvikling av VO_{2max} (Helgerud et al. 2007, Støren et al. 2012). En mer plausibel forklaring er da at Fp ikke er tilstrekkelig restituert. Dette er enda et argument for bruken av fysiologiske tester ved kartlegging og overvåking av godt trente utøveres form og treningstilstand.

4.4 Overtrening(OT)

OT ved en så intensiv intervallbolk som i den foreliggende studien var stadig et diskusjonstema underveis i prosjektet, men selvrappoteringsen gjennom treningsdagbøkene gir ingen støtte for dette (vedlegg 3 og 4). Mailkorrespondanse og muntlige tilbakemeldinger fra forsøkspersonene underveis og i ettertid har derimot gitt noe støtte for manglende restitusjon. Flere rapporterte at de følte seg «pigge» og hadde overskudd, stikk i strid med hva de selv trodde før de iverksatte treningen, til tross for at flere av Fp gikk ned på LT_w og snitt $_w$ på TT.

Det ble ikke funnet noen korrelasjon mellom rapportert form og treningsverk og de fysiske testene gjort ved post-test, noe som kan sees i sammenheng med prestasjon på TT. En følelse av å være i god form (FOT og PSC) virker ikke å være en reliabel faktor når det kommer til å prestere under testing eller estimere form. Grundig fysiologisk testing ser fortsatt ut til å være det foretrukne alternativet til kartlegging av utøveres fysiske status.

Det ble foretatt subjektive analyser av POMS og statistiske analyser av PSC og treningsdagbøker (FOT) fra HAIT og kontrollgruppe. Det viste ingen tegn til overtrening, snarere tvert imot. Kp viste faktisk høyere score på FOT enn hva Fp gjorde. I tillegg har en

enkelt Kp en langt større tilbakegang i Hf_{max} og $[La^-]_b$ enn hva som er tilfellet for Fp. PSC viste heller ingen tegn til følelser av utmattelse eller andre fysiske lidelser som kunne komme av for høy intensitet eller for lite restitusjon.

Grunnet skjemaenes lave effektstørrelse(0,04)lar det seg vanskelig gjøre å spore endringer. Tallene kan i så måte ikke brukes til stort annet enn å spekulere, og det gir oss ikke noe konkret å jobbe ut ifra.

I etterpåklokskapens ånd ser man at det kunne vært formålstjenlig å gjennomføre flere tester etter endt treningsperiode, f.eks. på syv, 12 og 20 dager. Dette var av praktiske årsaker vanskelig å gjennomføre, da flere av forsøkspersonene hadde lang reisevei og en hektisk hverdag med kombinert familieliv, trening/konkurranse og jobb. Fra tidligere studier har det vist seg at individer har hatt ulik responstid på slike bolker (Hatle, et al., 2014). Responstid på treningen og en formtopp har vært lengre for treningsperioder med konsentrert treningsmengde enn hva tilfellet er for perioder med mer moderat fordeling av treningsøktene. Dette ligner det vi fant med en av våre Fp i den foreliggende studien.

For at vi skal kunne gi et sikkert svar på evt. OT ville det vært nødvendig med data fra flere variabler enn hva vi har tilgjengelig i den foreliggende studien. Vi kan ikke si noe sikkert vedrørende et overtreningensfenomen ved HAIT, men det er åpenbart at flere Fp ikke får ut sitt fulle potensiale ved post-testingen. I fremtiden vil det være formålstjenlig å ta høyde for faktorer som kosthold, hvilepuls gjennom TP etc. for å kunne få et mer nøyaktig bilde av situasjonen til hver enkelt.

Det begrensede utvalget gir oss utfordringer i det å konkludere og de interindividuelle variasjonene kan tyde på at det ikke er én enkelt forklaring. HAIT fører til bedre tid på TT, uten at det kan vises til noen signifikant endring i VO_{2max} . Til tross for manglende data på området kan det spekuleres i om Fp er i en overtreningensfase ved endt intervensjon og at post-testene derfor ikke viser den reelle formen. Årsakene til dette kan være mange og det blir kun spekulasjon rundt hva som skyldes stagnasjon og tilbakegang, men OT virker å være en plausibel forklaring(ref. forsinket treningseffekt etter HAIT ved stikkprøve av Fp). I tillegg underbygges dette av funn fra Hatle, et al. (2014). Én uke restitusjon etter en så intensiv blokkperiode kan muligens være for lite, men det trengs ytterligere undersøkelser for å få klarhet i akkurat dette.

4.5 Mulige årsaker til overtrening

4.5.1 Parasympatisk involvering

OT knyttes i noen sammenhenger til nervesystemet, og økt utmattelse, endret humør/sinnstilstand, apati etc. nevnes som symptomer (Israel, 1976). Ved lavere maksimalverdier ved f.eks. Hf, La^- og LT^W kan det tyde på parasympatisk (inhibitorisk) involvering. Lehmann et al. (1998) kaller dette den dominante moderne formen for overtrening og nevner at den observeres hyppigere enn andre former. Videre utdypes det at denne typen OT er knyttet til en ubalanse mellom økende treningsmengde, intensitet og tilstrekkelig restitusjon. For å avdekke parasympatisk-sympatisk kan det foretas analyser av katekolaminnivåer i urin og plasma, siden dette gir en indikasjon på sympatisk aktivitet (Halson & Jeukendrup, 2004). For å avdekke en slik tilstand er det nødvendig med langt flere tester enn hva det har vært praktisk mulig å gjennomføre i vår studie.

4.5.2 Laktatkonsentrasjon

Flere studier har vist til lavere $[La^-]_b$ ved submaksimale og maksimal testing, som følge av store treningsmengder (Halson & Jeukendrup, 2004). En manglende evne til å nå $[La^-]_b$ fra pre-testing vil gi en indikasjon på OT, men det er viktig å se det i sammenheng med andre fysiologiske faktorer som tømming av glykogenlagre. HAIT lagt opp slik som i vår studie vil være en stor påkjenning på organismen og kostholdet vil derfor også kunne spille virke inn.

4.5.3 ATP/CP/Glykogentømming

Halson og Jeukendrup (2004) trekker frem to studier utført på dette området. Det ble funnet at selv om glykogenlagrene var mindre hos non-respondere enn respondere, var de tilstrekkelige fylt til å vedlikeholde prestasjon men ikke nok til å prestere under trening. Ergo fulgte en begynnende OT-periode (Costill, et al., 1988). Det er ikke noe klart bilde av karbohydratinntak og tømming av glykogenlagre, grunnet mangelfull testing av prestasjon i det foreliggende studiet. Tømte lagre pga. kosthold er derimot lite sannsynlig.

4.5.4 Muskelsårhet

Som følge av stor mengde intensiv løpetrening er det naturlig å anta at det kan føre til stort mekanisk stress. Dette kan igjen sette spor i muskulaturen gjennom ødeleggelser av muskelfibre som igjen kan lede til nedsatt prestasjonsevne. I den foreliggende studien løp forsøkspersonene i motbakke på mølle, og ingen klagde på sårhet eller stølhet. Dette kom også frem gjennom FOT og PSC.

4.5.5 VO_{2peak}

Oppsummert av Halson og Jeukendrup (2004) vises det til en manglende evne til å oppnå VO_{2peak} når utøverne befinner seg i en fase av OT. Det nevnes også at det ble vist en nedgang i Hf_{max} , og dermed redusert SV og dermed også nedsatt prestasjonsevne, på samme måte som vist hos noen Fp i vår studie.

Det er vanskelig å vurdere om det er den reduserte treningsmengden eller økt intensitet som kan være en medvirkende årsak til våre funn. Ytterligere undersøkelser med tilpasset design kan gi oss et bedre svar på dette området. Det var ingen markert nedgang i Hf under VO_{2max} -eller TT-testing pre- eller post intervensjon i HAIT-gruppen.

4.6 Kosthold

En faktor det ikke ble kontrollert for, men som i aller høyeste grad kan innvirke på restitusjonstiden er kosthold. Knyttet opp mot en av teoriene for overtrening (Halson & Jeukendrup, 2004) kan det tenkes at en så intensive intervallperioder som i denne studien kan føre til tømming av glykogenlagrene. Dette vil i teorien medføre en nedsatt evne til prestasjon (Berning, 1998), men det vil allikevel være naturlig å anta at kostholdet til hver enkelt var tilstrekkelig til å fylle opp og vedlikeholde lagrene, da ingen av Fp innrapporterte eller viste endringer gjennom fysiologiske faktorer ved testing som pekte mot OT, av typen lavere R-verdier under posttest. Av praktiske årsaker ble det ikke loggført kosthold under intervensjonsperioden, men det kan i en framtidig studie være interessant å se nærmere på forholdet mellom kosthold og restitusjon under en HAIT-blokk som i vårt studie.

4.7 Endringer i treningsregimer etter intervensjon

Det har blitt rapportert fra enkelte Fp etter endt deltagelse i studien at en del av treningen har blitt lagt om slik at den totale mengden har blitt mindre, men intensiteten på hver enkelt økt har blitt høyere. Samtidig har resultatene i konkurranser ikke latt vente på seg og det ble uttalt at av en Fp at han/hun ikke har følt seg så bra på flere år. En direkte kobling til HAIT blir i beste fall spekulativt, men en redusert treningsmengde til fordel for mer trening på høyere intensitet er et spennende tema.

4.8 Læringseffekt av laboratorium time trial

Det må tas høyde for at det er en viss læringsverdi med i bildet fra pre- til post-test, da flere av Fp i studien ikke tidligere hadde gjennomført en TT i laboratorium. Læringseffekt vises ved at det var en signifikant framgang i TT både i HAIT- og i kontrollgruppen fra pre-til post-

test. Optimalt hadde det vært ønskelig med en introduksjonsfase i forkant for alle deltagende forsøkspersoner slik at de kunne gjøre seg kjent med alle testene, men grunnet logistiske utfordringer lot det seg dessverre ikke gjennomføre.

5.0 Praktiske implikasjoner

Denne studien vil kanskje være mer interessant for utøvere i arktiske forhold grunnet en kortere sykkel- og triatlonsesong sammenlignet med sydligere områder. Da man ikke kan sykle utendørs like effektivt i alle årets tolv måneder er det av stor viktighet for utøvere å ha alternativer til treningen for å vedlikeholde og videreutvikle sine fysiske forutsetninger. Innad i sykkelmiljøet har det versert teorier om at løpetrening vil hemme utviklingen av «sykkelformen», noe som kan vise seg å ikke være tilfelle.

En av utøverne i HAIT i vår studie hadde en framgang i VO_{2max} og TT på ca. 15 %, hvilket er i samsvar med Støren, et al. (2013) sin case-syklist. Dette indikerer at for enkelte utøvere kan en blokk med HAIT gi svært gode resultater på kort tid, andre kan derimot oppleve stagnasjon eller i verste fall en tilbakegang umiddelbart etter intervensjonen. Ytterligere undersøkelser trengs for å få klarhet i akkurat dette.

Blokkperiodisering har i nyere tid fått stadig større støtte gjennom forskning, og i noen tilfeller er treningsmengden som nedlegges tidvis ekstrem, satt opp imot varighet av blokken. For effektivt å kunne implementere dette som en del av sin trening er det derfor viktig å være klar over forholdet mellom trening(nedbrytning) og restitusjon(oppbygning) av utøveren. Et misforhold mellom de to kan potensielt ødelegge flere konkurranser, og i verste fall en hel sesong, noe funn i den foreliggende studien vil kunne støtte.

I tillegg gir det et større spekter av øvelser utøveren kan benytte seg av og i den sammenheng også muligheter til å forhindre belastningsskader som følge av ensidig trening. Sykling er en idrett som låser utøveren fast i et bestemt bevegelsesmønster og som i liten eller ingen grad gir muligheter til laterale bevegelser.

6.0 Konklusjon

1) Vil konsentrert HAIT føre til økt VO_{2max} og økt TT prestasjon?

Det ble ikke funnet noen signifikant endring i VO_{2max} for gruppen som helhet. Det var en signifikant forbedring i TT, men ingen signifikant forskjell mellom HAIT og kontrollgruppen. Enkelte utøvere hadde meget stor fremgang, og mistanke om OT blant enkelte utøvere, så tvil om alle Fp fikk ut sitt fulle potensiale ved post-test.

2) Vil konsentrert HAIT føre til akutt overtrening?

Det kan virke slik, i noen tilfeller. Vi har ingen sikre data på dette området, men resultatene fra re-testing og stikkprøve fra Fp kan peke mot OT. Men dette ble ikke bekreftet ved målinger av Hf, R, eller $[La^-]_b$. I tillegg var det ikke mulig å spore noen form for OT gjennom FOT eller PSC. En nøyere utformet protokoll for overvåking med flere variabler kan gi oss et bedre bilde av situasjonen, i tillegg til hyppigere testing under og etter HAIT-blokken.

3) Er det samsvar mellom rapportert opplevelse av utmattelse, og pkt. 1) og 2)?

Det ble ikke avdekket noen god sammenheng mellom HAIT og FOT/PSC. Subjektive opplevelser av form og utmattelse virker i denne studien i beste grad å være veiledende, men kan ikke veie opp for den innsikt man får ved fysiske tester. I noen tilfeller kan det virke å være direkte villedende hva forhold mellom følelse og prestasjon angår, grunnet den lave effektstørrelsen.

7.0 Veien videre

På bakgrunn av erfaringene med denne studien, kan det foreslås at fremtidige lignende studier inkluderer følgende:

To til fire post-tester med ca. en ukes mellomrom for å få et mer nyansert bilde av hvordan formen utvikler seg etter blokken med HAIT og hvordan ulike personer responderer. En enkelt post-test som i denne studien gir oss ikke noe klart bilde på formutvikling.

Fremtidige studier bør i tillegg ta hensyn til kosthold ved lignende undersøkelser slik at man med sikkerhet kan utelukke underernæring som en mulig faktor for redusert prestasjonsevne ved posttest.

Det bør også implementeres flere variabler for å se sammenheng mellom ulike faktorer og mulig OT. Eksempelvis hvilepuls hver morgen gjennom perioden, som har vist seg å være en indikator på treningstilstand.



Litteratur

- Aaron, E., Seow, K., Johnson, B. & Dempsey, J., 1992. Oxygen Cost of Hyperpnea: Implications for Performance. *Journal of Applied Physiology*, 1 Mai, 72(5), pp. 1818-25.
- Andersen, P. & Saltin, B., 1985. Maximal perfusion of skeletal muscle in man. *J. Physiol*, 27 November, pp. 233-249.
- Basset, D. & Howley, E. T., 2000. Limiting factors of oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med. Sci. Sports Exer.*, Issue 70-84, pp. 70-84.
- Beneke, R., Hütler, M. & Leithäuser, R. M., 2000. Maximal lactate-steady-state independent of performance. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 32(6), pp. 1135-1139.
- Berning, J. R., 1998. Nutritional Considerations of Overreaching and Overtraining. I: R. B. Kreider & M. L. T. Andrew C. Fry, red. *Overtraining in Sport*. 1. red. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 289-307.
- Bishop, D., Jenkins, D. G., McEniery, M. & Carey, M. F., 2000. Relationship between plasma lactate parameters and muscle characteristics in female cyclists. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(3), pp. 1088-1093.
- Bompa, T. O. & Carrera, M. C., 2005. *Periodization training for sports*. 2. red. Champaign(IL): Human Kinetics.
- Bosquet, L., Montpetit, J., Arivasis, D. & Mujika, I., 2007. Effects of Tapering on Performance: A Meta-Analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Mars, 39(8), pp. 1358-65.
- Boushel, R. et al., 2010. Muscle mitochondrial capacity exceeds maximal oxygen delivery in humans. *Elsevier*, 2 Mars, pp. 303-307.
- Breil, F. A. et al., 2012. Block training periodization in alpine skiing: effects of 11-day HIT on VO₂max and performance. *European Journal of Applied Physiology*, 4 April, pp. 1077-1086.
- Brooks, G., 1986. Lactate Production under Fully Aerobic Conditions: The Lactate Shuttle during Rest and Exercise. *Federation Proceedings*, 45(13), pp. 2924-29.
- Bunc, V., 2000. Energy Cost of Treadmill Running in Non-trained Females Differing in Body Fat. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40(4), pp. 290-96.
- Bunc, V. & Heller, J., 1989. Energy Cost of Running in Similarly Trained Men and Women. *European Journal of Applied Physiology*, Oktober, 59(3), pp. 178-83.
- Carfagno, D. G. & Hendrix, J. C., 2014. Overtraining Syndrome in the Athlete: Current Clinical Practice. *Current Sports Medicine Reports*, Januar/Februar, 13(1), pp. 45-51.
- Chavarran, J. & Calbet, J., 1999. Cycling Efficiency and Pedal Frequency in Road Cyclists. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, November-December, 80(6), pp. 555-63.
- Costill, D. et al., 1988. Effects of repeated days of intensified training on muscle glycogen and swimming performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Juni, 20(3), pp. 249-54.



- Coyle, E., 1999. Physiological Determinants of Endurance Exercise Performance. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2(3), pp. 181-89.
- Coyle, E. F., Coggan, A. R., Hopper, M. K. & Walters, T. J., 1988. Determinants of endurance in well-trained cyclists. *Journal of Applied Physiology*, pp. 2622-2630.
- Coyle, E. et al., 1991. Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, pp. 93-107.
- Daniels, J. & Daniels, N., 1992. Running Economy of Elite Male and Elite Female Runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(4), pp. 483-89.
- Davis, J., 1985. Anaerobic threshold: Review of the Concepts and Directions of Future Research. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Februar, 17(1), pp. 6-21.
- di Prampero, P. E., 2003. Factors limiting maximal performance in humans. *Eur J Appl Physiol*, 4 Juli, pp. 420-429.
- Emmons, R., 1991. Personal Strivings, Daily Life Events, and Psychological and Physical Well-Being. *Journal of Personality*, September, 59(3), pp. 453-72.
- Faria, I., 1992. Energy expenditure, aerodynamics and medical problems in cycling. An update. *Sports Medicine*, 14 Juli, pp. 43-63.
- Foss, Ø. & Hallén, J., 2005. Cadence and Performance in Elite Cyclists. *European Journal of Applied Physiology*, Januar, 93(4), pp. 453-62.
- Friel, J., 2009. *The Triathlete's Training Bible*. 3. red. Boulder, Colorado: Velopress.
- García-Pallarés, J., García-Fernandez, M., Sanchez-Medina, L. & Izquierdo, M., 2010. Performance changes in world-class kayakers following two different training periodization models. *European Journal of Applied Physiology*, 9 April, pp. 1484-1489.
- Green, J. et al., 2006. RPE Association with Lactate and Heart Rate during High-Intensity Interval Cycling. *Medicine & Science in Sport and Exercise*, 33(11), pp. 167-172.
- Halson, L. & Jeukendrup, A., 2004. Does Overtraining exist? An Analysis of Overreaching and Overtraining research. *Sports Medicine*, 34(14), pp. 967-81.
- Hatle, H. et al., 2014. Effect of 24 Sessions of High-Intensity Aerobic Interval Training Carried out at Either High or Moderate Frequency, a Randomized Trial. *PLoS ONE*, 7 Februar, 9(2), p. e88375. doi:10.1371/journal.pone.0088375.
- Helgerud, J., Engen, L., Wisløff, U. & Hoff, J., 2001. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, Issue 1, pp. 1925-1931.
- Helgerud, J. et al., 2007. Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Med. Sci. Sports Exerc*, Issue 4, pp. 665-671.
- Hepple, R. T., Hagen, J. L. & Krause, D. J., 2002. Oxidative capacity interacts with oxygen delivery to determine maximal O₂ uptake in rat skeletal muscles in situ. *Journal of Physiology*, pp. 1003-1012.



- Hoffman, J., 2002. *Physiological aspects of sports training and performance*. 1 red. s.l.:Human Kinetics.
- Horowitz, J. F., Sidossis, L. & Coyle, E. F., 1994. High Efficiency of type I muscle fibers improves performance. *International Journal of Sports Medicine*, 15(3), pp. 152-7.
- Israel, S., 1976. Problems of Overtraining from an International Medical and Performance Physiological Standpoint. *Med Sport*, Volum 16, pp. 1-12.
- Kreider, R. B., Fry, A. C. & O'Toole, M. L., 1998. Overtraining in Sport: Terms, Definitions and Prevalence. I: A. C. F. M. L. O. Richard B. Kreider, red. *Overtraining in Sport*. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. vii-xi.
- Kuipers, H. & Van Breda, E., 2003. Overtraining. I: M. Hargreaves & J. Hawley, red. *Physiological Bases of Sports Performance*. Sydney: McGraw-Hill Australia Pty Ltd., pp. 108-21.
- Laursen, P. B. & Jenkins, D. G., 2002. The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training: Optimising Training Programmes and Maximising Performance in Highly Training Endurance Athletes. *Sports Medicine*, 32(1), pp. 53-73.
- Lehmann, M., Foster, C., Dickhuth, H. & Gastmann, U., 1998. Autonomic Imbalance Hypothesis and Overtraining Syndrome. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Juli, 30(7), pp. 1140-5.
- Lucía, A. et al., 2002. Inverse relationship between VO₂max and economy/efficiency in world-class cyclists. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 33(12), pp. 2079-2084.
- McArdle, W. D., Katch, F. I. & Katch, V. L., 2006. *Essentials of Exercise Physiology*. 3. red. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins.
- Meeusen, R. et al., 2012. Prevention, Diagnosis, and Treatment of the Overtraining Syndrome: Joint Consensus Statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(1), pp. 186-205.
- Mujika, I., 2010. Intense training: The key to optimal performance before and during the taper. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 11 Desember, 20(2), pp. 24-31.
- Noakes, T. D., 2001. *Lore of Running*. 4. red. s.l.:Oxford University Press.
- Pate, R. & Kriska, A., 1984. Physiological basis of the sex difference in cardiorespiratory endurance. *Sports Medicine*, Mar-Apr, pp. 87-98.
- Powers, S. K. et al., 1989. Effects of incomplete pulmonary gas exchange of V'O₂max. *Journal of Applied Physiology*, Volum 66, pp. 2491-2495.
- Prapavessis, H., 2000. The POMS and Sports Performance: A Review. *Journal of Applied Sport Psychology*, 12(1), pp. 34-48.
- Richardson, R. & Slatin, B., 1998. Human muscle blood flow and metabolism studied in the isolated quadriceps muscles. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Januar, pp. 28-33.



- Roca, J. et al., 1992. Effects of training on muscle O₂ transport at VO₂max. *American Physiological Society*, pp. 1067-1076.
- Rønnestad, B., Hansen, J. & Ellefsen, S., 2014. Block periodization of high-intensity aerobic intervals provides superior training effects in trained cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 27 April, Volum 24, pp. 34-42.
- Rønnestad, B. R. et al., 2012. Effects of 12 weeks of block periodization on performance and performance indices in well-trained cyclists. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 8 November.
- Rønnestad, B. R., Hansen, E. A. & Raastad, T., 2010. Effect of heavy strength training on thigh muscle cross-sectional area, performance determinants, and performance in well-trained cyclists. *Eur. J. Appl. Physiology*, Mars, Issue 5, pp. 965-75.
- Rønnestad, B. R., Hansen, E. A. & Raastad, T., 2010. In-season strength maintenance training increases well-trained cyclists' performance. *Eur. J. Appl. Physiology*, Desember, Issue 6, pp. 1269-82.
- Saltin, B., 1985. Hemodynamic adaptations to exercise. *Am. J. Cardiology*, 26 April, 55(10), pp. D42-D47.
- Saltin, B. et al., 1976. The nature of the training response; Peripheral and central adaptations of one-legged exercise. *Acta Physiol. Scand.*, Mars, 96(3), pp. 289-305.
- Sand, O., Sjaastad, Ø. V., Haug, E. & Bjålie, J. G., 2006. *Menneskekroppen. Fysiologi og anatomi*. 2. red. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Shepley, B. et al., 1992. Physiological effects of tapering in highly trained athletes. *Journal of Applied Physiology*, 72(2), pp. 706-11.
- Støren, O., Helgerud, J., Stoa, E. M. & Hoff, J., 2008. Maximal strength training improves running economy in distance runners. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Jun, 40(6), pp. 1087-92.
- Støren, Ø., 2009. *Running and cycling economy in athletes; determining factors, training interventions and testing*, Trondheim: Norwegian University of Science and Technology.
- Støren, Ø., Bratland-Sanda, S., Haave, M. & Helgerud, J., 2012. Improved VO₂max and time trial performance with more high aerobic intensity interval training and reduced training volume: A case study on an elite national cyclist. *J. Strength Cond. Res.*, Issue 10.
- Støren, Ø. et al., 2014. A time saving method to assess power output at lactate threshold in well-trained and elite cyclists. *Journal of Strength and Conditioning*.
- Støren, Ø. et al., 2013. Physiological Determinants of the Cycling Time Trial. *Journal of Strength and Conditioning Research*, pp. 2366-2373.
- Sunde, A. et al., 2009. Maximal strength training improves cycling economy in competitive cyclists. *J. Strength. Cond. Res.*, Issue xx, pp. 000-000.
- Wagner, P. D., 1995a. Limitations of oxygen transport to the cell. *European journal of intensive care medicine*, 21(5), pp. 391-8.



Wagner, P. D., 1995b. Muscle O₂ transport and O₂ dependent control of metabolism. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 27(1), pp. 47-55.

Wilmore, J. H., Costill, D. L. & Kenney, W. L., 2008. *Physiology of Sport and Exercise*. 4. red. s.l.:Human Kinetics.

Zhou, B. et al., 2001. Stroke volume does not plateau during graded exercise in elite male distance runners. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Issue 11, pp. 1846-54.

Åstrand, P., Rodahl, K., Dahl, H. A. & Strømme, S. B., 2003. *Textbook of Work Physiology; Physiological Bases of Exercise*. 4. red. s.l.:Human Kinetics.



Vedlegg



Vedlegg 1

Test av $\text{Vo}_{2\text{max}}$ Informasjon

Før testen vil du bli veid. Dette for å kunne uttrykke oksygenopptaket i milliliter oksygen /kg kroppsvekt /minutt. Ved første gangs test må du også ha fylt ut registreringskjemaet. Du vil så få påsatt et pulsbelte som registrerer hjerterefrekvensen din gjennom hele forsøket.

Oppvarmingen bør være progressiv, og vare minimum 10 min- maksimum 20 min. Dersom det er foretatt en melkesyreterskel-test i forkant, varmes det ikke ekstra opp. Når oppvarmingen er ferdig, får du ca ett minutt å hvile på, for en trinnavis test på tredemølle eller sykkel. Her foretas en direkte-måling av oksygenopptaket. Du får påsatt et munnstykke og en neseklype som skal være på under hele testen.

— Testen vil foregå på tredemølle (motbakke 1.5%, 3.0%, 5.25%, 7.0% eller 12.0%), eller på sykkel.

Du starter på en belastning som er avhengig av motbakke og fysisk form. Sykkelen får på 150 kpm (25 W) ekstra ca hvert 30. sekund (eller etter avtale med utøveren). Farten på tredemøllen øker vanligvis med 0.5 km/t hvert 30. sekund. Vi analyserer kontinuerlig luften du puster ut, og kan dermed se hvor mye oksygen som forbrukes pr. minutt.

Testen avsluttes når du har nådd det maksimale oksygenopptaket (avflatning av O_2 -kurven, eller evt. andre parametre er nådd), eller når du ikke orker mer. Dette kan ta fra ca 2minutter og opp til ca 8 minutter. Dersom makspuls (eller riktigere: HF_{peak}) skal testes, får du evt. et nytt maksimaldrag etter det første. Dette draget varer ca 2-3 min. Teststans er det vi kaller for "frivillig utmattelse". Det vil si at du avslutter når du ikke orker mer. Det er viktig å understreke at du selv kjenner dette best. Du kan når du vil avbryte testen dersom du skulle føle ubehag utover det som du normalt kjenner som "ordentlig sliten". Med andre ord: stopp dersom du mener at noe ikke er slik det burde være.

Før at testen skal bli mest mulig vellykket og så sikker som mulig, er forberedelsene viktige. Du bør:

- Ikke ha fått påvist en sykdom eller skade som gjør det farlig for deg å presse deg
- Ikke hatt sykdom med feber eller luftveisinfeksjon siste tre døgn (helst siste uke)
- Ikke trene hardt de siste 24 t
- Ikke drikke alkohol siste 24 t
- Ikke innta tobakk eller koffein siste 4 t
- Ikke spise siste 2 t
- Ikke drikke annet enn vann siste 2 t
- Føle deg mest mulig utvilt til testen
- Ellers leve mest mulig som normalt for testen

Kom til test med kort bukse og T-skjorte / sykkeltoy, og vanlige trenings/ joggesko, evt sykkelsko.

Lykke til!

Vedlegg 2

Forespørsel om deltaking i forskningsprosjekt og samtykkeerklæring

Formålet med dette studiet er å undersøke effekten av en intervallblokk med løping i forhold til sykkelprestasjon, på elitesyklister/triatleter.

De ansvarlige for prosjektet er Solfrid Bratland-Sanda (Førsteamanuensis) og Øyvind Støren (Førsteamanuensis) som er prosjektledere, Marius Haave (masterstudent) og Frank- Gøran Pedersen (masterstudent). All testing vil foregå ved idrettsfysiologisk testlaboratorium ved Høgskolen i Telemark.

Hva innebærer deltakelse?

Det vil være en treningsgruppe og en kontrollgruppe. Begge gruppene starter med testing som gjennomføres over to dager. Etter testingen vil deltakere i treningsgruppen ha en hviledag, før en 10 dagers treningsperiode, etterfulgt av en uke hvile/restitusjon (inntil 60 min trening pr. dag på en intensitet lavere enn 85% av maksimal hjertefrekvens) før de samme testene gjennomføres på nytt. Deltakere i kontrollgruppen vil trene som normalt mellom testene.

Reisekostnader dekkes for inntil 750 kr, både for testene før og etter.

Testprotokoll

Første testdag vil bestå av testing av laktat terskel på sykkel og det maksimale oksygenopptaket (vo2maks) i løping og sykling. Laktat terskel testes først, vo2maks på sykkel direkte etterpå, så 30 min restitusjon før vo2maks i løp testes. Andre testdag vil bestå av en tempotest på ergometersykkel (gjennomføre en gitt distanse på kortest mulig tid, sannsynligvis vil det ta et sted mellom 20 og 30 min).

Treningsprotokoll

Deltakere i treningsgruppen gjennomfører en 10 dagers treningsperiode. Denne består av 14 løpeøkter i motbakke på tredemølle med 4*4 minutters intervaller (3min aktiv hvile i mellom) hvor målet i hver økt er å få 10 minutter i pulssonen 90-95% av maksimal hjertefrekvens. Deltakere vil ikke kunne gjennomføre annen trening i denne perioden.

Kontrollgruppen trener helt normalt, altså som de ville gjort uavhengig av deltakelse i prosjektet, med registrering av treningsdagbok og pulsdata.

Vi anbefaler at man inntar en halv liter sjokolademelk og en banan eller tilsvarende, relativt raskt etter hver intervalløkt. De dagene hvor det skal gjennomføres to intervalløkter bør man spise et solid måltid i mellom øktene.

**Fordeler og ulemper knyttet til deltagelse i prosjektet**

- Testene som gjennomføres er enkle men kan oppleves som fysisk slitsomme.
- Du vil få tilgang på egne personlige testresultater.
- Treningen er meget intensiv og vil naturligvis også kunne oppleves som fysisk slitsom. Det er derfor viktig at man er forberedt på dette og tar hensyn til restitusjon under perioden.

-

Forsikring

Idrettsfysiologisk testlaboratorium (Høgskolen i Telemark, Bø), har forsikringsavtale med Gjensidige; "Testing av mennesker i laboratorium". Du er dermed forsikret under alle fysiske tester som prosjektet innebærer.

Forberedelser før testing

For at testresultatene skal være så pålitelige som mulig, er det viktig at du er uthvilt før teststart. Dette innebærer at du ikke har trent hardt de siste 24 timene (før første testdag), og ellers er frisk. For øvrig skal det ikke spises eller inntas kaffe de siste to timene før testing. I henhold til internt reglement for idrettsfysiologisk testlaboratorium ved Høgskolen i Telemark, må alle forsøkspersoner fylle ut egenerklæringsskjema for helse (en forutsetning for at forsikringen skal gjelde). Dette behandles og oppbevares konfidensielt.

Frivillighet

Det understrekes at all deltagelse i studien er frivillig, og at man på hvilket som helst tidspunkt har rett til å trekke seg fra studien uten å begrunne hvorfor.

Aidentifisering

Det er kun de som er knyttet til prosjektet (prosjektlederne og masterstudent) som har tilgang til data. Du vil bli aidentifisert som forsøksperson, dvs. figurere i alt skriftlig materiale som et nummer. All publisering av data vil gjøres på gruppenivå. Det er derfor ikke mulig å spore tilbake til den enkelte deltakers resultater.

Det blir ikke gitt noen form for kompensasjon eller belønning for å delta i studien, utover tilgang på et utvalg av egne testresultater.

For spørsmål:

Frank- Gøran Pedersen,

Tlf: 99527208

E-post: 061916@student.hit.no



Samtykkeerklæring

Jeg er informert om innholdet i prosjektet og samtykker med dette å delta som forsøksperson i prosjektet.

.....

Sted / Dato

.....

Underskrift



Vedlegg 3

Physical symptoms checklist

Navn: _____

Dato: _____

Pretest ____ Posttest ____

I hvor stor grad har du opplevd følgende symptomer de siste par dager:

	Ikke i det hele tatt	1	2	3	4	5	6	Veldig mye
1. Hodepine	1	2	3	4	5	6	7	
2. Magesmerter	1	2	3	4	5	6	7	
3. Vondt i brystet/hjertet	1	2	3	4	5	6	7	
4. Rennende / tett nese	1	2	3	4	5	6	7	
5. Hoste / sår hals	1	2	3	4	5	6	7	
6. Svimmelhet	1	2	3	4	5	6	7	
7. Stive/støle muskler	1	2	3	4	5	6	7	
8. Andre. Vennligst spesifiser:	1	2	3	4	5	6	7	

(Emmons, 1991)

Vedlegg 4

Opplevd form og treningsverk

Navn: _____

Dato: _____ Dag _____ Pretest _____ Posttest _____

Venligst beskriv hvordan du har følt deg etter følgende treningsøkt.

- Opplevd form (lett/tunge bein): skala 0-10 (0 = meget lett, 5 = verken tung eller lett, 10 = svært tung)

1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10

- Støthet/treningsverk: skala 0-10 (0 = ingen støthet, 10 = ekstremt støl)

1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10

Vedlegg 5

Profile Of Mood States (POMS).

(besvares ved pretest og posttest)

Nedenfor finner du en liste med ord som beskriver ulike følelser og sinnstemninger. Vennligst les nøye igjennom og merker på skalaen fra 0 – 4 for hvert av ordene hvor sterkt du har hvert preget av slike følelser den siste uken inklusiv i dag .

0= SLETT IKKE	1= LITT	2= MODERAT	3= EN GOD DEL	4= VELDIG MYE
----------------------	----------------	-------------------	----------------------	----------------------

1. Vennlig	0 1 2 3 4	33. Fornærmet	0 1 2 3 4
2. Anspent	0 1 2 3 4	34. Nervøs	0 1 2 3 4
3. Sint	0 1 2 3 4	35. Ensom	0 1 2 3 4
4. Utslitt	0 1 2 3 4	36. Elendig	0 1 2 3 4
5. Ulykkelig	0 1 2 3 4	37. Vimsete	0 1 2 3 4
6. Klartenkt	0 1 2 3 4	38. Munter	0 1 2 3 4
7. Livlig	0 1 2 3 4	39. Bitter	0 1 2 3 4
8. Forvirret	0 1 2 3 4	40. Utmattet	0 1 2 3 4
9. Angrende	0 1 2 3 4	41. Engstelig	0 1 2 3 4
10. Oppskaket	0 1 2 3 4	42. Kranglete	0 1 2 3 4
11. Likegyldig	0 1 2 3 4	43. Snill	0 1 2 3 4
12. Irritert	0 1 2 3 4	44. Dyster	0 1 2 3 4
13. Omtenkstom	0 1 2 3 4	45. Desperat	0 1 2 3 4
14. Trist	0 1 2 3 4	46. Dorsk	0 1 2 3 4
15. Aktiv	0 1 2 3 4	47. Opprørsk	0 1 2 3 4
16. Oppfarende	0 1 2 3 4	48. Hjelpeløs	0 1 2 3 4
17. Gretten	0 1 2 3 4	49. Trett	0 1 2 3 4
18. Nedtrykt	0 1 2 3 4	50. Fortumlet	0 1 2 3 4
19. Energisk	0 1 2 3 4	51. Årvåken	0 1 2 3 4
20. Panikkpreget	0 1 2 3 4	52. Bedratt	0 1 2 3 4
21. Fortvilet	0 1 2 3 4	53. Rasende	0 1 2 3 4
22. Avslappet	0 1 2 3 4	54. Effektiv	0 1 2 3 4
23. Uverdlig	0 1 2 3 4	55. Tillitsfull	0 1 2 3 4
24. Ondskapsfull	0 1 2 3 4	56. Full av tiltaksløst	0 1 2 3 4
25. Sympatisk	0 1 2 3 4	57. Hissig	0 1 2 3 4
26. Urolig	0 1 2 3 4	58. Ubrukelig	0 1 2 3 4
27. Rastløs	0 1 2 3 4	59. Glemsom	0 1 2 3 4
28. Ukonsentrert	0 1 2 3 4	60. Sorgløs	0 1 2 3 4
29. Sliten	0 1 2 3 4	61. Forskremt	0 1 2 3 4
30. Hjelpsom	0 1 2 3 4	62. Skyldbetyngt	0 1 2 3 4
31. Ergelig	0 1 2 3 4	63. Initiativrik	0 1 2 3 4
32. Motløs	0 1 2 3 4	64. Usikker	0 1 2 3 4
		65. Kraftløs	0 1 2 3 4