

Masteroppgave

Fører 5 uker med lavintensitets trening
med varmedrakt til økning i
hemoglobinmasse og forbedring i
utholdenhetsprestasjon i normaltemperatur
hos elite langrennsløpere og skiskyttere?

Does five weeks of low-intensity heat training increase hemoglobin mass and
endurance performance at normal temperature for cross-country skiers
and biathletes?

Forord

Det å jobbe med masteroppgaven har fra start til slutt vært utrolig spennende, og ikke minst lærerikt. Et år jeg aldri kommer til å glemme, og som jeg aldri ville vært foruten.

Jeg vil rette en stor takk til professor Bent R. Rønnestad for at jeg fikk gjennomføre prosjektet hans, og for all veiledning gjennom prosjekt og skriveprosessen. Det å være Romsdaling og samarbeide med en Sunnmøring har for en gangs skyld fungert fint.

Jeg vil også rette en stor takk til Joar Hansen for god hjelp, gode samtaler, veiledning og gjennomføring av fysisk- og hematologisk testing. Det har vært veldig morsomt og utrolig lærerikt å jobbe sammen med deg.

Takk til Tomas Urianstad, Simen Næss Berge og Hege Bjørndal for god hjelp i forbindelse med den hematologiske testingen.

Takk til alle bachelorstudentene for hjelp til fysisk testing og gjennomføring av varmeøkter: Andrine Øverland Hatling, Harald Øygard, Hege Ringdal, Karen Marie Håkonsen, Stine Sæbø, Synne Skar, Tori Angell og Toril Bakka Nygård.

Til alle forsøkspersonene som har vært med i prosjektet, dere er suverene. Uten dere ville ikke prosjektet la seg gjennomføre.

Ole-Martin Lid

Lillehammer, Mai 2021

Innholdsfortegnelse

Forord	2
Sammendrag	5
1 Teori	6
1.1 Fysiologiske faktorer for prestasjon	6
1.1.1 VO ₂ maks	6
1.1.2 Utnyttingsgrad og terskelhastighet	9
1.1.3 Arbeidsøkonomi	10
1.2 Varmetrening	11
1.3 Målsetning, problemstilling og hypotese	13
2 Introduksjon	14
3 Metode	16
3.1 Etisk godkjenning	16
3.3 Eksperimentelt design	16
3.4 Treningsdagbok	17
3.5 Varmeøkter	18
3.6 Tester	21
3.6.1 Hematologiske variabler	21
3.6.2 Fysiologiske tester	22
3.7 Statistikk	23
4 Resultater	25
4.1 Pretest	25
4.2 Blodvariabler	25
4.3 Fysiske tester	26
4.4 Varmeøkter	27
4.5 Gjennomført trening	28
5 Diskusjon	29
5.1 Varmetrening	29
5.2 Blodvariabler	30

5.3 Maksimalt oksygenopptak	31
5.4 Utnyttingsgrad	32
5.5 Arbeidsøkonomi	33
5.6 Trening.....	33
5.7 Praktiske Vurderinger	34
5.8 Konklusjon	34
5.9 Perspektiver.....	34
<i>Referanseliste.....</i>	<i>36</i>
<i>Vedlegg.....</i>	<i>40</i>
Vedlegg 1: Samtykkesskjema	40
Vedlegg 2: Skjema varmetrening	44

Sammendrag

Formål: Formålet med studien var å se om 5 uker med lavintensiv utholdenhetstrening med varmedrakt påvirket hematologiske variabler og utholdenhetsprestasjon i normaltemperatur for langrennsløpere og skiskyttere på elitenivå.

Metode: 25 mannlige langrennsløpere og skiskyttere på elitenivå ble etter samråd med trener og veileder, og etter eget ønske plassert i enten varmegruppe (23 ± 5 år, $73,9 \pm 5,2$ kg, 180 ± 6 cm, $76,8 \pm 4,6$ mL/min/kg) eller kontrollgruppe (23 ± 4 år, $78,4 \pm 5,8$ kg, 184 ± 4 cm, $75,2 \pm 3,4$ mL/min/kg) for at gruppene skulle ha likest mulig VO_{2maks} . Det ble i løpet av 5 uker gjennomført 25 restitusjonsøkter på 50 minutter med varmedrakt i tillegg til en selvvalgt 1. økt for varmegruppe. Kontrollgruppe gjennomførte 25 restitusjonsøkter på 50 minutt og en selvvalgt 1. økt. Belastning på restitusjonsøkten skulle være tilnærmet lik i begge grupper. Øktene ble gjennomført med lav intensitet der rektal temperatur etter økt hos varmegruppe var $38,6 \pm 0,3$ °C. Det ble målt rektal temperatur, svetterate, opplevd belastning og temperaturfølelse for hver økt i varmegruppe. Pre og post treningsintervensjonen ble det målt hematologiske variabler og test av utholdenhetsvariabler.

Resultat: Varmegruppe hadde signifikant økning i forhold til kontrollgruppe i hemoglobinmasse (hhv. $1,8 \pm 1,9\%$ og $-0,9 \pm 2,8\%$, $p = 0,01$), volum av røde blodceller (hhv. $3,8 \pm 3,1\%$ og $-2,6 \pm 5,3\%$, $p = ,002$) og en tendens til økt hematokrit i favør varmegruppe (hhv. $1,7 \pm 2,8\%$ og $-1,6 \pm 5,2\%$, $p = 0,07$). Det var ingen signifikant forskjell mellom gruppene i noen av utholdenhetsvariablene.

Konklusjon: Varmegruppe økte hemoglobinmasse og volumet av røde blodceller i forhold til kontrollgruppe, men det var verken positive eller negative sider på utholdenhetsprestasjon i normaltemperatur.

1 Teori

Det utforskes og utprøves stadig nye metoder og protokoller for å forbedre utholdenheten hos eliteutøvere der sekunder kan være forskjellen på seier eller ikke. Siden OL på Lillehammer i 1994 til OL i Sotsji 2014 har langrennssporten endret seg stort med at øvelsene enten har blitt forandret, eller at de ikke eksisterte lengre (Holmberg, 2015). Likevel så er maksimalt oksygenopptak (VO_{2maks}) en av de viktigste faktorene for ytelse i både sprint- og distanselangrenn (Losnegard & Hallén, 2014). Elite skiskyttere kan hevde seg på elitenivå i langrenn, som tyder på at det ikke store forskjeller i fysiologiske krav i de to idrettene (Laaksonen, Finkenzeller, Holmberg & Sattlecker, 2018). Siden konkurransetid i de individuelle distansene for herrer i både langrenn og skiskyting stort sett ikke er kortere en 20 minutter, med unntak av sprint i langrenn. Så har utnyttingsgraden en stor innvirkende faktor for prestasjon, siden man ikke greier å opprettholde en belastning tilsvarende VO_{2maks} så lenge (Mortensen et al., 2005). Utnyttingsgraden sier noe om hvor stor prosentandel av VO_{2maks} man kan benytte seg av på en distanse eller en gitt intensitet (Bassett & Howley, 2000). Arbeidsøkonomi forteller oss hvor mye oksygen per kilo kroppsvekt en person bruker på en bestemt distanse eller belastning, og påvirkes mye i form av vær og skiføre for hver enkelt utøver (Shephard, Åstrand, Commission & International Federation of Sports, 2000). Tidligere studier har sett at det å trene i et varmt miljø, som i et land med varmere klima, et oppvarmet rom eller en varmedrakt kan påvirke hematologiske faktorer og muligens prestasjon i normaltemperatur (Karlsen et al., 2015; Mikkelsen et al., 2019; Oberholzer et al., 2019; Rønnestad et al., 2021; Urianstad, 2020). Teoridelen vil derfor ta for seg faktorer som er med på å bestemme utholdenhetsprestasjon, og hvordan trening i varme vil kunne påvirke hematologiske faktorer og utholdenhetsprestasjon i normaltemperatur.

1.1 Fysiologiske faktorer for prestasjon

I all hovedsak er det tre faktorer som er viktig for utholdenhetsprestasjon; VO_{2maks} , utnyttingsgrad og arbeidsøkonomi (Bassett & Howley, 2000).

1.1.1 VO_{2maks}

En økning i VO_{2maks} benyttes ofte som den vanligste metoden for å demonstrere en treningseffekt (Bassett & Howley, 2000). I følge Conley og Krahenbuhl (1980) vil en høy VO_{2maks} være en forutsetning for å prestere bra i utholdenhetsidrett, men vil ikke være helt

avgjørende for prestasjon. VO_{2maks} er en persons evne til å ta opp og utnytte oksygen per tidsenhet (Bassett & Howley, 2000).

Lungene, blodet, musklene og hjertet er i all hovedsak de faktorene som påvirker VO_{2maks} (Bassett & Howley, 2000; Powers, Lawler, Dempsey, Dodd & Landry, 1989). Den første hindringen for oksygenet på veien til arbeidende muskulatur er overgangen fra lungene til blodet. Det kan se ut til at det ikke er en begrensende faktor (Bassett & Howley, 2000), men at hos personer som er godt utholdenhetstrener, kan det muligens utgjøre en forskjell. Powers et al. (1989) har vist det med at en gruppe godt trente (VO_{2maks} 70,1 mL/min/kg) og en gruppe trente (VO_{2maks} 56,5 mL/min/kg) personer fikk oksygenberiket luft (26% oksygen) i en test av VO_{2maks} , og normal luft (21% oksygen) i en annen. Det førte til at oksygenmetningen i blodet økte fra 90,6 til 95,9% i den gruppen med godt trente personer, som førte til en økning i VO_{2maks} fra 70 til 74 mL/min/kg, mens den trente gruppen ikke fikk en økning i VO_{2maks} . Som en konsekvens av et høyere hjerteminuttvolum (MV) hos godt trente personer, kan det være at blodet passerer lungekapillærene så fort at diffusjonen av oksygen fra lunger til blod ikke går fort nok til å mette blodet tilstrekkelig (Dempsey, Hanson & Henderson, 1984). MV bestemmes i all hovedsak av to faktorer, hjertets slagvolum (SV), og hjertefrekvens (HF) (Bassett & Howley, 2000). En økning i hjertets SV, uten at HF går ned vil føre til et økt minuttvolum.

$$\text{Hjerteminuttvolum} = \text{Slagvolum} \times \text{Hjertefrekvens}$$

I følge Bassett og Howley (2000) er det estimert at 70-85% av begrensningen for VO_{2maks} har med det maksimale MV, og blodets kapasitet til å til å transportere oksygen. Det er observert at trente personer kan oppnå et MV som omtrent er det dobbelte av det en utrente person har, med hhv. ~40 L/min og ~20 L/min (Ekblom & Hermansen, 1968). Som da må komme av et høyere maksimalt SV, siden maksimal HF ikke ser ut til å være noe høyere hos eliteutøvere enn hos utrente (Lundby & Robach, 2015). Ved bruk av magnetisk resonans bildeframstilling (MR-bilde) har man sett at volum (167 vs. 125 mL) og masse (200 vs. 148 g) av venstre ventrikel er større hos eliteutøvere enn hos utrente (Lundby & Robach, 2015). Noe som tilsier at eliteutøvere har en venstre ventrikel som rommer mer, og består av mer muskelmasse enn hos utrente. Likevel kan det se ut til at det totale blodvolumet (BV) er den største enkeltfaktoren for et høyt SV da etterfylling av hjertet vil være påvirket av den venøse

tilbakestrømmingen (Kanstrup & Ekblom, 1982). Profesjonelle utholdenhetstrener idrettsutøvere har høyere BV enn det utrente har (Heinicke et al., 2001).

Bassett og Howley (2000) nevner også at blodets kapasitet til å transportere oksygen er en viktig begrensende faktor for VO_{2maks} . Blod består av ~45% blodceller og ~55% plasma (Farley, Hendry & McLafferty, 2012). Røde blodceller inneholder proteinet hemoglobin (hb) som oksygen binder seg til (Farley et al., 2012). Hvert gram hb, kan binde til seg 1,39 mL oksygen (Schmidt & Prommer, 2010). Det er også en korrelasjon mellom en god utholdenhetsprestasjon (verdens- og olympiske mestre) og mengde hb (hb_{masse}) (Lundby & Robach, 2015). Det er heller ikke veldig uvanlig at eliteutøvere har ~40% mer hb_{masse} enn utrente personer (Heinicke et al., 2001). Utholdenhetstrening bidrar til økningen av hb_{masse} , og dermed også VO_{2maks} (Montero & Lundby, 2018).

Det er også observert en økning i VO_{2maks} , BV, plasmavolum (PV), rødeblodcelle-volum (RBCV) og hb_{masse} etter 6 uker med utholdenhetstrening hos 16 forsøkspersoner (Montero et al., 2015). Etter å ha tatt bort blod som tilsvarte økningen i intervensjonen, gikk VO_{2maks} tilbake til verdiene før treningsintervensjonen (Montero et al., 2015). Dette tyder på at en treningsindusert endring i VO_{2maks} skyldes i størst grad hematologiske endringer fremfor muskeladaptasjoner (Montero et al., 2015).

Det man tenker seg er grunnen til en treningsindusert økning av hb_{masse} er at BV kan øke med så mye som 10 – 12% på bare 24 timer som en konsekvens av en treningsøkt (Convertino, 2007; Sawka, Convertino, Eichner, Schnieder & Young, 2000). At det når et platå etter omtrent 10 – 14 dager hvor PV har en økning uten noen økning RBCV (Convertino, 2007). Etter utholdenhetstrening så øker mengden blodvolumsregulerende hormoner, angiotensin II og vasopressin som fører til det forhøyet PV (Montero & Lundby, 2018). Etter ca. 2 uker med et forhøyet PV begynner det å synke igjen (Sawka et al., 2000). Man tror at det er et «kritmeter» som registrerer en nedgang i hematokrit (HCT), som er en konsekvens av økt PV blir registrert av oksygen-sensorer i nyren, som stimulerer til økt utskillelse av erythropoietin (EPO) (Montero & Lundby, 2018). EPO er avgjørende for produksjon av røde blodceller (Adamson, 1996). Det tenkes at HCT holdes ved ~45%, som blir sett på som ideelt for transport av oksygen ved å stimulere til økt frigjøring av EPO (Donnelly, 2001; Montero & Lundby, 2018). Montero et al. (2017) observerte en økning av BV og RBCV etter 8 uker med utholdenhetstrening.

Det er vist at skjelettmuskulaturens VO_{2maks} er høyere per kilo muskelmasse ved ett-beins kneekstensjon, enn ved sykling med begge beina (Mortensen et al., 2005). I tillegg fant Bassett og Howley (2000) ut at ved dobling av mitokondriell enzym ikke ga en dobling i VO_{2maks} , som viser at det er leveransen av oksygen, og ikke mitokondriene som er begrensningen for VO_{2maks} (Bassett & Howley, 2000). Mortensen et al. (2005) konkluderer dermed med at skjelettmuskulaturens oksidative kapasitet ikke er en begrensende faktor ved helkroppsarbeid, men som nevnt tidligere, at det er hjertets SV og blodets evne til å frakte oksygen som i all hovedsak er den begrensende faktoren.

1.1.2 Utnyttingsgrad og terskelhastighet

Utnyttingsgraden sier hvor stor prosentandel av VO_{2maks} en utøver under et langvarig arbeid kan holde på en viss intensitet (Bassett & Howley, 2000). En belastning som tilsvarer VO_{2maks} kan normalt hos friske personer opprettholdes i 5-7 minutter (Mortensen et al., 2005). Utnyttingsgraden vil da være en viktig faktor for utholdenhetsprestasjon, visst konkurranse eller tid på intervalldrag er lengre enn 5-7 minutter (Coyle, 1995). Utnyttingsgraden vil bli redusert til lengre konkurransetiden er, og godt trente utøvere har en bedre utnyttingsgrad enn utøvere med dårligere treningstilstand (Bassett & Howley, 2000). Mål på utnyttingsgrad blir ofte satt som prosent av VO_{2maks} ($\%VO_{2maks}$), og blir ofte estimert gjennom laktatprofil-test (Bassett & Howley, 2000). Resultatene blir ofte presentert som hvilke $\%VO_{2maks}$ man har ved terskelhastighet, og vil som regel være rundt 60% av VO_{2maks} hos utrente personer, og mellom 75-90% hos utholdenhetsrente eliteutøvere (Lundby & Robach, 2015). Sjödin og Jacobs (1981) har observert at det er sterk sammenheng mellom prestasjon på marathon, og hastighet på 4,00 mmol/L, som de definerer som laktatterskel.

Mitokondriene ser ut til å spille en viktig rolle for utnyttingsgraden, da en økning i mitokondrielt volum, øker kapasiteten til å bruke fett som energikilde og er med på at dannelsen av laktat er lavere (Bassett & Howley, 2000). Langrennsløpere som ble fulgt opp gjennom en periode på 4 år, økte utnyttingsgraden med ~5% (Rusko, 1987). Det gir en indikasjon på at det kreves systematisk trening over en lengre periode for å forbedre utnyttingsgraden.

1.1.3 Arbeidsøkonomi

Langrenn og skiskyting er to idretter der arbeidsøkonomi kan variere veldig, siden arbeidsøkonomien forteller oss hvor mye oksygen som kreves på en bestemt belastning (hastighet) eller distanse (Bassett & Howley, 2000). Biomekaniske, fysiologiske, metabolske, antropometriske, ytre faktorer og utstyr vil påvirke arbeidsøkonomien hos en langrennsløper eller skiskytter (Gasmann, 2012). Jeg har i denne oppgaven konsentrert meg om arbeidsøkonomi i fristil, siden det er den stilarten som både langrenn og skiskyting benytter seg av. Men det vil trolig være overførbart til klassisk stil også. Med ytre faktorer menes vær og snøforhold, som kan variere stort fra ulike steder i en og samme løype og tid på døgnet. Utstyr er ski, skismøring, skisko og skistaver, der skiene og skismøringen tilpasses ulikt vær og føre.

Ainegren, Carlsson, Tinnsten og Laaksonen (2013) viser i sin studie at senior eliteløpere i langrenn har en bedre arbeidsøkonomi målt som gross efficiency (GE) (energi som går med til fremdrift) enn både junior eliteløpere og fritidsløpere. Utøvere på verdenscup-nivå har en lengre sykluslengde og lavere syklusrate enn utøvere på nasjonalt nivå (Sandbakk, Ettema & Holmberg, 2012). Man tror med andre ord at teknisk utførelse er grunnen til en bedre arbeidsøkonomi, siden skøyting i langrenn er teknisk komplekst å utføre på en arbeidsøkonomisk måte (Sandbakk et al., 2012). En lengre arbeidssyklus kan ha positiv effekt på blodgjennomstrømming og hvile av muskulatur (Sandbakk et al., 2012). Sandbakk et al. (2012) har også sett at GE økte visst utøverne hadde en syklusrate som var 10 færre en deres selvvalgte syklusrate, i forhold til å ha 10 flere enn selvvalgt syklusrate. Dette tyder på at langrennsløpere og skiskyttere ikke burde ha en alt for høy frekvens. En lengre syklus ser ut til å ha sammenheng med høyere maksimal styrke og kraft i hvert skyv, samt en mindre vinkel mellom skiene (Sandbakk et al., 2012). En mindre vinkel vil også føre til at man beveger seg mer i fartsretning. Ved å kombinere utholdenhetstrening og tung styrketrening (4-10RM) har man sett økt prestasjon på belastning ved 2 mmol/L blodlaktatkonsentrasjon ([la]) og gjennomsnittlig effekt (watt) på test av 40 minutt all-out hos godt trente syklister (Rønnestad, Hansen & Raastad, 2010). Studier på styrketrening og prestasjon på langrennsski ser likevel ut til å være veldig sprikende, der nyere forskning ser ut til at det har liten til ingen effekt (Losnegard, 2019).

Det ser ut til at den viktigste treningen for en forbedring av arbeidsøkonomi, er den totale varigheten i den aktiviteten man skal konkurrere i (Scrimgeour, Noakes, Adams & Myburgh, 1986). Hvilken hastighet og intensiteten man trener i, ser ut til å ha liten betydning (Svedenhag, 2001). I langrenn blir det da en prioritering som man må ta høyde for i treningsarbeidet, siden man konkurrerer i to bevegelsesformer som er klassisk og fristil, mens man i skiskyting kan konsentrere seg om fristil.

En god arbeidsøkonomi, som f.eks. teknisk utførelse kan kompensere for en lavere VO_{2maks} og en dårligere utnyttingsgrad (Coyle, 1995). Utholdenhetsprestasjon bestemmes hovedsakelig av de tre faktorene VO_{2maks} , utnyttingsgrad, og arbeidsøkonomi (Bassett & Howley, 2000).

1.2 Varmetrening

Varmetrening blir av Baranauskas et al. (2021) definert som å kombinere varmestimuli, og fysisk anstrengelse. Temperaturen som blir definert som varme er 32°C til 38°C (Baranauskas et al., 2021). Kjernetemperaturen underveis i treningsøkten burde være ~38,5°C under mesteparten av treningstiden (Baranauskas et al., 2021). Under eksponering av varme omgivelser vil det under langvarig arbeid gi en svekket aerob ytelse som en konsekvens av en termisk belastning pga. økt temperatur på hud, i muskel og kroppstemperatur (Saunders, Garvican-Lewis, Chapman & Périard, 2019). Ved å trene i varme, vil det føre til at man bruker en større mengde muskelglykogen og anaerob metabolisme ved samme wattbelastning (Saunders et al., 2019). Trening i et varmt miljø fører til at mye blod går med til å kjøle ned hud, samtidig som plasmavolumet blir redusert grunnet dehydrering (Sawka & Wenger, 1988). Det kan føre til redusert etterfylling av blod til hjertet, og redusert MV (Sawka & Wenger, 1988). Ved å trene der man blir utsatt for varme gjentatte ganger, vil man etter hvert tilpasse seg varmen ved at man svetter mer, PV øker, bedre væskebalanse og en bedre termisk toleranse (Tyler, Reeve, Hodges & Cheung, 2016). Denne tilpasningen vil skje relativt raskt, med en akklimatisering som er tilnærmet optimal etter 10-14 dager (Tyler et al., 2016). For utøvere som skal konkurrere i varmt klima anbefales det å avslutte en periode med varmeakklimatisering så tett inn mot konkurranse som mulig, da 35% av tilpasningene forsvinner etter 2 uker uten varmeeksponering (Saunders et al., 2019).

Høydetrening ble i starten brukt til å akklimatiseres for konkurranser i høyde, men har i senere tid blitt brukt for å forbedre utholdenhetsprestasjon også på havnivå (Saunders et al., 2019). Det ser ut til å ikke ha noen effekt på å bo på 1035moh. vs. 2207moh. når gruppene trente sammen i lavlandet på verken hb_{masse} , VO_{2maks} eller 3000m løpetest (Robach et al., 2018). Det samme har man gjort med å trene i varmt klima for å akklimatisere seg til å konkurrere i varmt klima. Der ser man at VO_{2maks} , komfort i varme og submaksimal utholdenhetsprestasjon øker med å ha trent og akklimatisert seg for varme (Saunders et al., 2019). Det kan se ut til at trening i varme også kan ha positiv effekt på utholdenhetsprestasjon i normaltemperatur, men der er resultatene noe mer usikre (Saunders et al., 2019).

Mikkelsen et al. (2019) kunne ikke se noen forskjell i VO_{2maks} , men kunne se en økning i gjennomsnitt effekt under time-trial uten at det var noen forskjell mellom kontroll- og varmegruppen etter 5 1/2 uke med varmetrening. Tidligere har Oberholzer et al. (2019); Rønnestad et al. (2021); Urianstad (2020) sett at en intervensjonsperiode på 5 uker med varmedrakt og/eller varmekammer, har økt hb_{masse} hos elitesyklister uten at det var noen signifikant forskjell mellom de ulike gruppene i prosentvis endring av VO_{2maks} . Hos Karlsen et al. (2015) kunne man se en tendens til økning i hb_{masse} etter 14 dager med varmetrening, men at det muligens er en for kort treningsintervensjon siden Montero et al. (2017) forklarer det med at man ikke ser en økning i hb_{masse} eller RBCV før etter 4 uker hos utrente personer. Grunnen til at det er en mulig økning etter bare 14 dager kan være at varmegruppen i studien til Karlsen et al. (2015) var under konstant varmestimulus, siden intervensjonen i varme ble gjennomført i Doha, Qatar. Lorenzo, Halliwill, Sawka og Minson (2010) har derimot sett en forbedring i utholdenhetsprestasjoner som VO_{2maks} , time-trial og laktatterskel i gruppen som trente i varme i forhold til kontrollgruppen. Begge gruppene hadde VO_{2maks} på ~66 mL/min/kg og bestod av både kvinner og menn. Intervensjonsperioden varte i 10 dager der de trente 2 ganger 45 minutt på 50% av VO_{2maks} med 10 minutt pause mellom de 45 minuttene. Gruppene gjennomførte de fysiske testene pre og post i både normaltemperatur (13°C) og i varme (38°C) (Lorenzo et al., 2010). Det kan se ut til at varmetrening kan ha positiv effekt på hematologiske faktorer, men at det er usikkert på om det også vil gjenspeile seg i utholdenhetsprestasjon. Holen (2019) nevner også at høy intensitet samtidig som man trener i varme gir en for høy totalbelastning, og at det dermed faktisk kan virke hemmende på prestasjon.

Man tror at et forhøyet PV som følge av trening i varme er en viktig faktor for at man muligens skulle kunne få en økning i hb_{masse} og RBCV (Montero & Lundby, 2018). For ved en økning i PV over tid ser det ut til å stimulere til økt utskillelse av EPO (Montero & Lundby, 2018). Patterson, Stocks og Taylor (2004) har sett en økning i BV og PV etter dag 8 med varmetrening, og at det fortsatt var forhøyet etter dag 22 i forhold til dag 1. Varmetreningen ble gjennomført med en intensitet som tilsvarte en kjernetemperatur på 38,5° C, som ble målt i øret og rektalt (Patterson et al., 2004). En intervensjonsperiode på 4-5 uker i varme, vil da trolig kunne føre til en økning i hb_{masse} og RBCV (Montero & Lundby, 2018). Økt PV som observert hos Patterson et al. (2004), vil HCT bli lavere om mengden blodceller fortsatt er lik, og nyrene ser ut til å skille ut EPO som et stimuli for produksjon av røde blodceller for å opprettholde HCT på ~45% (Donnelly, 2001; Montero & Lundby, 2018).

1.3 Målsetting, problemstilling og hypotese

Målsetting: Målet for denne studien er å undersøke om fem uker med lavintensiv trening med varmedrakt påvirker hb_{masse} og utholdenhetsprestasjon i normaltemperatur hos elite langrennsløpere og skiskyttere.

Problemstilling: Fører 5 uker med lavintensitets trening med varmedrakt til økning i hb_{masse} og forbedring i utholdenhetsprestasjon i normaltemperatur hos elite langrennsløpere og skiskyttere?

Hypotese:

5 uker lavintensitets trening med varmedrakt fører til økt hb_{masse} hos elite langrennsløpere og skiskyttere.

5 uker lavintensitets trening med varmedrakt fører til forbedret utholdenhetsprestasjon i normaltemperatur hos elite langrennsløpere og skiskyttere.

2 Introduksjon

I utholdenhetsidretter som langrenn og skiskyting jobbes det stadig for å forbedre utholdenhetsprestasjon gjennom mange timer med trening i året (Holmberg, 2015). Med et nivå og en bredde som i Norge nå er veldig høyt, kan kun få prosent med forbedret utholdenhetsprestasjon muligens gi positive utslag på en resultatliste. Det er tre faktorer som i hovedsak er med å bestemme utholdenhetsprestasjon; VO_{2maks} , utnyttingsgrad og arbeidsøkonomi (Bassett & Howley, 2000).

Den største begrensningen for VO_{2maks} ligger i hjertets evne til å pumpe blod, og blodets evne til å transportere oksygen (Bassett & Howley, 2000). Det er estimert at 70-85% av begrensningen for VO_{2maks} ligger på de to faktorene (Bassett & Howley, 2000). Det er hb i de røde blodcellene som frakter oksygen, og ett gram hb kan binde til seg 1,39 mL oksygen (Schmidt & Prommer, 2010). En forbedring i blodets evne til å kunne transportere oksygen, som en konsekvens av en større mengde hb ser med det ut til å øke VO_{2maks} (Bassett & Howley, 2000). Dette støttes av at en autolog blodtransfusjon som blir benyttet som metode for bloddoping for å øke mengden hb i blodet (Bassett & Howley, 2000). Som også støttes ved å øke mengden hb fra 15,7 til 16,7 g/dL ved å innføre røde blodceller, økte tiden til total utmattelse fra 7,2 minutter til 9,65 minutter (Coyle, 1999). Diffusjonskapasiteten til lungene og arbeidende muskels evne til å benytte seg av oksygen er to begrensninger for VO_{2maks} (Bassett & Howley, 2000). Diffusjonskapasiteten ser ut til å kunne utgjøre en forskjell hos godt trente personer da oksygenmetning og VO_{2maks} økte under test av VO_{2maks} med oksygenberiket luft (26% oksygen) i forhold til normal luft (21% oksygen) (Powers et al., 1989). Kontrollgruppen hadde ingen økning i VO_{2maks} (Powers et al., 1989).

Trening i varme ser ut til å ha positive hematologiske effekter, der man har sett økning i hb_{masse} , PV og HCT i forhold til en kontrollgruppe, men RBCV er mere usikkert (Lorenzo et al., 2010; Mikkelsen et al., 2019; Oberholzer et al., 2019; Rønnestad et al., 2021; Urianstad, 2020). En økning i RBCV etter utholdenhetstrening tror man kommer av at man ser en økning i PV uten at RBCV har økt, og at i nyrene er det et «kritmeter» som har som oppgave å kontrollere og justere HCT (Montero & Lundby, 2018). Økning i PV uten at RBCV øker, vil medføre at HCT blir lavere. Dette stimulerer trolig til økt utskillelse av EPO som er avgjørende for produksjon av røde blodceller i beinmargen (Adamson, 1996; Montero & Lundby, 2018). En økning av RBCV vil føre til en økning av HCT visst PV er uendret. HCT på ~45% blir sett på som ideelt for transport av oksygen (Donnelly,

2001; Montero & Lundby, 2018) I studien til Patterson et al. (2004) observerte de en økning i PV etter dag 8 og 22 med varmetrening i forhold til dag 1. Det forhøyede PV man får som følge av trening i varme tror man er en viktig faktor for at man mulig skal kunne få en økning i hb_{masse} og RBCV (Montero & Lundby, 2018).

I studien til Mikkelsen et al. (2019) kunne man se en nedgang i tiden og en økning i effekt gjennom en 15 km time-trial, uten at det var noe signifikant forskjell mellom varmegruppen og kontrollgruppen. Rønnestad et al. (2021) fant en forbedring i VO_{2maks} og 15 minutt all-out, men ingen forskjell mellom varmegruppen og kontrollgruppen. Urianstad (2020) med to grupper i varme (kammer og drakt), fant ingen forskjell mellom gruppene på VO_{2maks} , men fant en signifikant forskjell mellom varmedrakt og kontroll på maksimal aerob effekt.

Formålet med denne studien er å se om varmedrakttrening vil gi positiv effekt på langrennsløpere og skiskyttere. Om 5 uker med varmetrening 5 ganger i uken med lav intensitet på sykkel, og ordinær trening som 1. økt øker hb_{masse} og utholdenhetsprestasjon i normaltemperatur.

Problemstilling: Fører 5 uker med lavintensitets trening med varmedrakt til økning i hb_{masse} og forbedring i utholdenhetsprestasjon i normaltemperatur hos elite langrennsløpere og skiskyttere?

Hypotese:

5 uker lavintensitets trening med varmedrakt fører til økt hb_{masse} hos elite langrennsløpere og skiskyttere.

5 uker lavintensitets trening med varmedrakt fører til forbedret utholdenhetsprestasjon i normaltemperatur hos elite langrennsløpere og skiskyttere.

3 Metode

3.1 Etisk godkjenning

Studien ble utført i henhold til Helsinkideklarasjonen 2013 og ble godkjent av Lokaletisk komité for forskning ved Høgskolen i Innlandet, campus Lillehammer, Norge (Hinn).

Forsøkspersonene skrev under på samtykkeskjema (vedlegg 1.) før prosjektstart, og var med det informert om fordeler og ulemper med å ta del i prosjektet.

3.2 Forsøkspersonene

Til prosjektet ble det rekruttert 33 mannlige langrennsløpere og skiskyttere som oppfylte kriteriene som var satt. 3 forsøkspersoner gjennomførte ikke pga. sykdom, 3 for endring av trening underveis i prosjektet, 1 for protokollfeil og 1 trakk seg. De 25 resterende gjennomførte intervensjonen i enten varmegruppe eller kontrollgruppe (tabell 3.1). Tallene på blodvariabler og treningsdata er fra 25 forsøkspersoner (varmegruppe = 13, kontrollgruppe = 12), tallene fra fysiske tester er fra 23 forsøkspersoner (varmegruppe = 11, kontrollgruppe = 12) grunnet hjerteflimmer og tydelige målefeil. Forsøkspersonene ble definert som eliteløpere med utgangspunkt i VO_{2maks} i studien til Gløersen, Gilgien, Dysthe, Malthe-Sørenssen og Losnegard (2019).

Tabell 3.1: Varmegruppe og kontrollgruppe ved pretest.

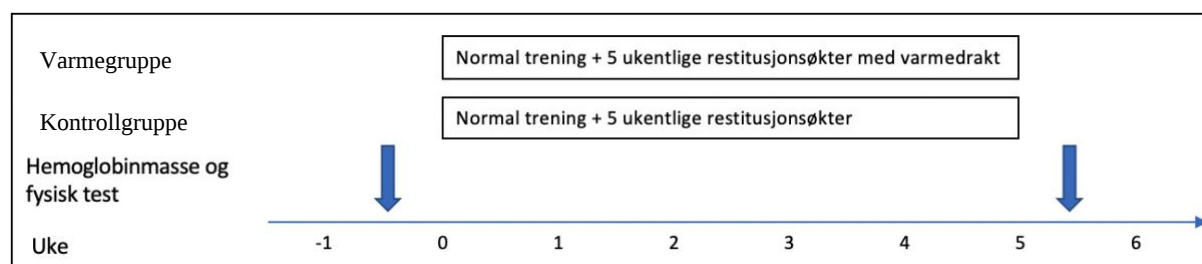
	Varmegruppe (n = 13)	Kontrollgruppe (n = 12)	p-verdi
Alder (år)	23 ± 5	23 ± 4	0,78
Vekt (kg)	73,9 ± 5,2	78,4 ± 5,8	0,053
Høyde (cm)	180 ± 6	184 ± 4	0,08

3.3 Eksperimentelt design

Studiet ble gjennomført som en intervensjonsstudie, der forsøkspersonene ble delt inn i varmegruppe og kontrollgruppe i samråd med trener og veileder for at gruppene skulle ha så likt fysisk nivå som mulig ved pre-test. Kriterier for å være med var at man måtte være mann mellom 18 og 40 år med et oksygenopptak på minst 65 mL/min/kg. Har trent 7 timer eller mer utholdenhetstrening per uke de siste 6 ukene før prosjektet startet og være skiskytter eller langrennsløper.

Intervensjonsperioden varte i 5 uker (Figur 3.1), med 5 varmeøkter i uken (25 økter) fordelt på alle ukedagene etter hva som passet best for hver enkelt forsøksperson. Under treningsintervensjonen gjennomførte både forsøkspersonene i varmegruppe og kontrollgruppe trening etter eget ønske som 1. økt. Økt nummer to ble gjennomførte som en restitusjons-økt der varmegruppe trente inne med varmedrakt. Kontrollgruppe trente etter eget ønske utholdenhetsaktivitet i normal temperatur og bekledning i ca. 50 minutter som skulle tilsvare samme lengde og belastning som varme. Begge gruppene fikk lov å kombinere restitusjonsøkten med styrketrening.

For forsøkspersonene var det to testdager, en pre og en post for treningsintervensjonen (Figur 3.1). Alt av tester ble gjennomført ved det fysiologiske testlaboratoriet til Hinn. Testdagen besto av mål av HCT etterfulgt av de fysiske testene og måling av hb_{masse} , PV, BV og RBCV. Pre-test ble gjennomført 4-2 dager før start på treningsintervensjonen, og post-test ble gjennomført 3-5 dager i etterkant av siste varmeøkt for varmegruppe, og med 5 ukers mellomrom fra pre-test for kontrollgruppe.



Figur 3.1: Oversikt over pre- og post-test, og treningene i studien for varmegruppe og kontrollgruppe.

3.4 Treningsdagbok

Under intervensjonsperioden skrev forsøkspersonene treningsdagbok for å rapportere inn alt av trening som ble gjennomført (Tabell 3.2). De ulike parameterne som forsøkspersonene skrev ned var hvilken bevegelsesform treningen ble gjennomført i, hvor lang varighet treningen ble gjennomført i de forskjellige i-sonene til Olympiatoppen (i1-i5 (Olympiatoppen, 2020)), tid med styrke, hurtighet/spenst, ukentlig belastning (1-10) og dagsform (1-10).

Tabell 3.2: Ukentlig treningsmengde for varmegruppe og kontrollgruppe i løpet av prosjektet. Total tid per uke, tid i ulike intensitetssonene (i1-i5), tid i ulike bevegelsesformer, tid med hurtighet/spenst, antall timer med annen trening, gjennomsnitt dagsform og gjennomsnitt belastning. p-verdi – p-verdi mellom gruppene . * forskjell mellom gruppene ($p < 0,05$). ** forskjell mellom gruppene ($p < 0,01$). *** forskjell mellom gruppene ($p < 0,001$). & Tendens til forskjell mellom varmegruppe og kontrollgruppe.

	Varmegruppe	Kontrollgruppe	p-verdi
Total tid (t)	16,77 ± 2,37	16,55 ± 4,57	0,88
i1(t)	12,22 ± 2,23	12,40 ± 3,71	0,89
i2 (t)	0,67 ± 0,63	0,71 ± 0,78	0,89
i3 (t)	0,77 ± 0,27	0,86 ± 0,29	0,42
i4 (t)	0,51 ± 0,22	0,55 ± 0,20	0,65
i5 (t)	0,20 ± 0,13	0,15 ± 0,09	0,34
Løping (t)	4,20 ± 1,79	4,94 ± 1,97	0,35
Rulleski (t)	5,78 ± 1,91	6,29 ± 4,44	0,72
Ski (t)	0,30 ± 0,68	1,91 ± 3,54	0,13
Sykkel (t)	4,06 ± 1,44	1,18 ± 1,17***	<0,001
Styrke (t)	1,32 ± 0,54	1,26 ± 0,76	0,81
Hurtighet/spenst (t)	0,18 ± 0,13	0,20 ± 0,23	0,75
Annet (t)	0,09 ± 0,14	0,21 ± 0,60	0,53
Dagsform (1-10)	5,50 ± 1,26	5,33 ± 1,57	0,79
Belastning (1-10)	4,31 ± 1,02	4,18 ± 0,69	0,83

3.5 Varmedøktene

Varmedøktene ble gjennomført til sammen 25 ganger i løper av 5 uker på medbrakt sykkel tilkoblet en sykkelrulle (T2800 NEO Smart Trainer, T2875 NEO 2T Smart Trainer og T2980 Flux2 Smart, Tacx, Wassenaar, Nederland eller Computrainer, Racermate, Seattle, USA).

Hver økt varte i 50 minutter, med en høyere watt-belastning de første 10 minuttene (10–15% høyere enn de resterende 40 minuttene) for at kroppstemperatur skulle ha nærmest mulig ønsket temperatur gjennom hele treningsøkten. Watt-belastningen som ble benyttet var slik at forsøkspersonene hadde en rektal temperatur (T_{temp}) på 38,5–38,8°C (tabell 3.3) og ble justert etter behov ved hjelp av opplevd anstrengelse som Borg skala (Borg, 1982), og økt-score (0–10) (Foster et al., 2001). Hver økt ble gjennomført under normalforhold (temperatur 16,2 ± 0,36 °C, luftfuktighet 56,5 ± 2,3 %) i spinningrommet på Hinn, eller hjemme etter minimum en uke under oppfølging og veiledning på Hinn.

Alle hadde på seg bekledning som hindret varmetap. Sykkelshorts, supertrøye og stillongs, lue, sokker, plastposer på beina, regndress (regnsett, art.nr. 901462, Jula eller Regnsett, art.nr. 901220, Bluewear) og en tynn dunjakke eller ullgenser utenpå regndressen. Forsøkspersonene målte kroppsvekt naken (Seca 813, Seca gmbh & co, Hamburg, Tyskland) før, og etter varmeøkt. De ble instruert til å tørke av seg all svette før veiing for å kunne regne ut svetteraten så nøyaktig som mulig (tabell 3.3). Svetteraten burde være mellom 0,8 og 2,0 L i løpet av varmeøkten, og varierte fra fysisk størrelse. Forsøkspersonene måtte drikke 5 dL vann i løpet av treningsøkten, som vi trakk ifra ved utregning svetterate. Forsøkspersonene ble instruert til å måle r_{temp} (tabell 3.3) med et termometer så raskt som mulig etter ferdig varmeøkt (Teknikproffset Nordic AS, Härryda, Sweden). HF (tabell 3.3) ble notert ned hvert 5. minutt, og Borg skala (Borg, 1982), watt, temperaturfølelse (Toner, Drolet & Pandolf, 1986), temperatur i rommet og luftfuktighet ble notert ned 5., 10., 15., 20., 30., 40. og 50. minutt (tabell 3.3). Økt-score (tabell 3.3) ble notert ned 15 minutter etter at økten var ferdig i det de skulle reise hjem. Hver forsøksperson hadde eget skjema for hver økt (vedlegg 2), som ble notert av veiledere underveis på Hinn, eller av forsøkspersonene selv om de gjennomførte treningen andre steder.

Tabell 3.3: Data fra alle varmeøktene. Tallene er gjennomsnittet fra hver økt en hel uke. Watt, HF, Borg, temperaturfølelse, temperatur og luftfuktighet er et gjennomsnitt for hele økten, mens r_{temp} , svetterate og økt-score er etter at økten er ferdig gjennomført. * forskjell fra Økt 1-5 i samme gruppe ($p < 0,05$). ** forskjell fra Økt 1-5 i samme gruppe ($p < 0,01$). *** forskjell fra Økt 1-5 i samme gruppe ($p < 0,001$).

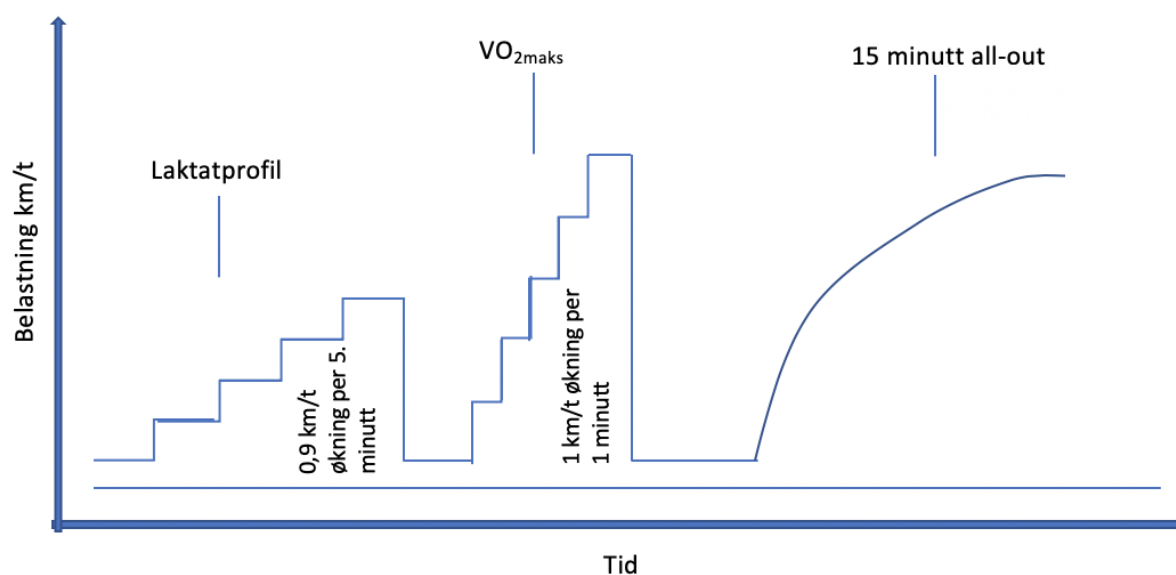
	Økt 1-5	Økt 6-10	Økt 11-15	Økt 16-20	Økt 21-25
Watt	142 ± 13	140 ± 15	143 ± 18	145 ± 17	149 ± 16
HF	142 ± 10	136 ± 11	134 ± 10	134 ± 9	135 ± 9
Borg (6-20)	11,6 ± 0,9	10,9 ± 1,4	11,0 ± 1,5	10,7 ± 1,1	10,6 ± 0,9
Temperaturfølelse (0-8)	6,3 ± 0,3	6,1 ± 0,2	6,1 ± 0,3	6,0 ± 0,2 *	5,9 ± 0,4 **
Temperatur (°C)	15,8 ± 1,3	16,0 ± 1,7	16,7 ± 2,2	16,3 ± 2,4	16,2 ± 2,5
Luftfuktighet (%)	57,0 ± 7,5	55,6 ± 5,3	53,4 ± 5,1	56,9 ± 9,4	59,7 ± 8,0
Rektal temperatur (°C)	38,9 ± 0,4	38,6 ± 0,2 *	38,5 ± 0,2 **	38,5 ± 0,2 ***	38,5 ± 0,2 **
Svetterate (L)	1,61 ± 0,33	1,68 ± 0,34	1,68 ± 0,38	1,69 ± 0,37	1,73 ± 0,35
Økt-score (1-10)	3,7 ± 1,4	3,0 ± 1,1	3,0 ± 1,1	2,9 ± 1,0	2,7 ± 0,9

3.6 Tester

Før test fikk alle forsøkspersoner beskjed om å ikke trene hardt de to siste dagene før test, samt at all mat og drikke skulle noteres ned fra man sto opp til man møtte opp til pre-test. Ved post-test ble samme inntak av mat og drikke repetert for at testprosedyren skulle være så lik som mulig. I forveien av pre-test fikk alle forsøkspersonene utdelt jernsupplement av typen Nycoplus Ferro-Retard 100 mg depottabletter 100 stk. (Takeda AS, Asker, Norge), som de skulle ta 1 tablett daglig gjennom hele intervensjonsperioden. Inntak av jernsupplement var godkjent i samråd med lege, og ble anbefalt å innta sammen med appelsinjuice med litt avstand fra et måltid for optimalt opptak av jern. Jernsupplement ble gitt for at jernmangel ikke skulle være en grunn til å kunne øke hb_{masse} .

3.6.1 Hematologiske variabler

For mål av hematologiske variabler ble det benyttet karbonmonoksid (CO) gjenpustingsmetoden. Forsøkspersonen drakk 3 dl vann før han lå på en benk med beinene hevet i 15 minutter. Forsøksperson fikk en engangshanske fylt med varmt vann for å holde i. Dette for at blodprøve fra finger skulle være lettest mulig å gjennomføre. Det ble tatt blodprøver fra fingertupp som ble samlet i tre kappelærrør (70 IU/mL safeCLINITUBES, Radiometer Medical ApS, Brønshøj, Danmark), og analysert for prosentvis mengde CO i blodet (ABL80 FLEX CO-OX analyzer, Radiometer, Copenhagen, Danmark). HCT ble analysert med microhematokritmetoden, og tre 75 mm kapillærrør ble fylt med blod fra fingertupp og sentrifugert i en sentrifuge (Heraeus PICO 17 Hematocrit Rotor, Thermo Electron LED GmbH, Osterode, Germany) med 13500 o/min i 4 minutter. De ble analysert manuelt på ett analysebrett. Gjennomsnittet av de tre prøvene ble benyttet som HCT. Forsøkspersonen pustet i et lukket system der man i det første minuttet pustet inn oksygen (Oxygen 100%, AGA, Oslo, Norge). Det ble så tilført 1,5 mL CO per kilo kroppsvekt (Carbon monoxide 100%, AGA, Oslo, Norge) (CO-Applikator, WGT Elektronik GmbH & Co KG, Kolsass, Østerrike). CO ble gjenpustet i 6 minutter og oksygen ble tilført ved behov, før tre nye blodprøver ble tatt ved samme metode og analyse som pre CO gjenpusting. Total mengde hb_{masse} , BV PV og RBCV ble beregnet ved hjelp av prosentvis forandring CO i blodet fra pre til post gjenpusting av CO og HCT. CO-gjenpusting ble gjennomført etter fysisk test både pre- og posttest.



Figur 3.2: Oversikt over testprosedyre for fysiske tester.

3.6.2 Fysiologiske tester

Alt av fysiske tester (figur 3.2) ble gjennomført på en løpemølle av typen Lode Katana (Groningen, Nederland) i normaltemperatur ($\sim 16^{\circ}\text{C}$) med en konstant stigning på 10,5%. Laktatprofilen startet på 6,6 km/t og økte med 0,9 km/t for hver belastning som varte i 5 minutter. De siste 3 minuttene av hver belastning ble det målt gjennomsnittlig oksygenopptak (VO_2) for hvert 30. sek. (Oxycon Pro, Erich Jaeger, Hoechberg, Tyskland). Gjennomsnittet av de 3 minuttene ble brukt som VO_2 for hver belastning. HF ble målt kontinuerlig av forsøkspersonenes egen klokke, og et snitt fra de siste 30 sekundene ble benyttet som HF for hver belastning. Klokken var hengt opp slik at forsøksperson ikke kunne se egen puls gjennom alle testene. Etter 5 minutter rapporterte forsøkspersonen opplevd anstrengelse ved hjelp av Borg skala (Borg, 1982), før forsøkspersonen hoppet av og det ble målt [la] fra fingertupp ved bruk av lansett. Blodet ble fylt i et Biosen plastkapillær 20 μL (EKF diagnostic GmbH, Barleben, Tyskland), blandet ut i Biosen EKF safeCup 2,0 mL (EKF diagnostic GmbH, Barleben, Tyskland) og analysert i Biosen C-line laktatanalysator (EKF diagnostic GmbH, Barleben, Tyskland). Laktatterskel ble definert som 4,00 mmol/L (Sjödén & Jacobs, 1981). Ved [la] over 4,00 mmol/L, ble testen avsluttet og forsøksperson fikk 5 minutter pause før test av $\text{VO}_{2\text{maks}}$ startet. De kunne velg selv hva de ville benytte pausetiden til. I resultat og diskusjon vil resultatene fra 8,4 km/t bli benyttet, da det er den høyeste belastningen alle fullførte med en [la] under 4 mmol/L.

Test av VO_{2maks} startet på 8 km/t og økte belastningen for hvert minutt med 1 km/t til total utmattelse. Det ble benyttet samme utstyr til mål av [la] og VO_{2maks} som under laktatprofil, og det ble kontinuerlig målt VO_2 og HF under hele testen. Gjennomsnittet av de to høyeste målingene etter hverandre ble brukt som mål på VO_{2maks} , og mål av [la] ble foretatt 1 minutt etter at testen var ferdig. Maks HF ble definert som høyeste HF under test av VO_{2maks} . Forsøkspersonen fikk 10 minutter pause fra slutt på VO_{2maks} til start på 15 minutt all-out der de sto fritt til å benytte tiden som de ville.

Test av 15 minutt all-out ble gjennomført med en starthastigheten satt til terskelhastighet for hver forsøksperson, og ble utregnet etter fullført laktatprofil. Hastigheten var låst det første minuttet av testen og etter det sto forsøksperson fritt til å justere hastighet hvert hele eller halve minutt gjennom hele testen. Hastigheten ble justert av testleder på kommando av forsøksperson, som ble avtalt før testen startet. Tommel opp = 0,5 km/t opp, og tommel ned = 0,5 km/t ned. Distansen på testen ble lest av på distansen på tredemøllen ved start av test og etter 15 minutter. Resultatet ble distanse slutt – distanse start på tredemøllen. [la] ble målt 1 minutt etter at testen var ferdig. Forsøksperson hadde en klokke synlig slik at de under hele testen hadde kontroll på gjenværende tid.

For hver forsøksperson ble Oxycon Pro kalibrert to ganger. Det ble gjort i forkant av laktatprofil og mellom test av VO_{2maks} og 15 minutt all-out. Gassanalysatoren ble kalibrert med en sertifisert kalibreringsgass med kjent konsentrasjon. Luftstrømturbinen (Triple V, Erich Jaeger, Hoechberg, Tyskland) ble kalibrert med en 3 L kalibreringspumpe (5530 series, Hans Rudolph, Kansas City, USA). Programvaren som ble benyttet under testing var Lab Manager v5,31 (Laboratory Systems Group, Arizona, USA).

3.7 Statistikk

Plotting og statistikk er gjennomført ved bruk av Microsoft Office Excel 2016 (Microsoft, Redmond, USA). Testing som er gjennomført mellom gruppene, er om det er forskjell i prosentvis endring fra pre til post. Testene mellom gruppene er gjort med en tosidig uparet Students t-test. Test mellom pre og post innad i hver gruppe er gjort med en tosidig paret Students t-test. Test av repeterte målinger gjennomført i varmeøktene ble gjort med en 1-veis ANOVA, og ved signifikante funn også Tukey post hoc-test i GraphPad Prism 9 (GraphPad Software Inc., California, USA). Alle tall er oppgitt som gjennomsnitt $\pm$ standardavvik om

ikke noe annet er oppgitt. Signifikansnivået ble satt til $p\text{-verdi} < 0,05$, men $p > 0,05 < 0,10$ ble definert som en tendens.

4 Resultater

4.1 Pretest

Det var ingen signifikant forskjell mellom gruppene i utholdenhetsvariabler eller blodverdier (tabell 4.1). Det var ingen signifikant forskjell mellom gruppene i alder, høyde eller vekt (tabell 3.1).

4.2 Blodvariabler

Varmegruppe hadde signifikant større økning enn kontrollgruppe i hb_{masse} (hhv. $1,8 \pm 1,9\%$ og $-0,9 \pm 2,8\%$, $p = 0,01$, Figur 4.1) og RBCV (hhv. $3,8 \pm 3,1\%$ og $-2,2 \pm 5,3\%$, $p = ,002$, tabell 4.1). Det er tendens til at varmegruppe har en økning i HCT i forhold til kontrollgruppe (hhv. $1,7 \pm 2,8\%$ og $-1,4 \pm 5,2\%$, $p = 0,07$, tabell 4.1). Det er ingen signifikant forskjell mellom varmegruppe og kontrollgruppe i gram hemoglobin per desiliter blod [Hb] (hhv. $-0,4 \pm 2,6\%$ og $0,6 \pm 7,4\%$, $p = 0,67$, tabell 4.1), PV (hhv. $0,7 \pm 4,0\%$ og $1,0 \pm 11\%$, $p = 0,91$, tabell 4.1) og BV (hhv. $2,1 \pm 2,6\%$ og $-0,8 \pm 7,0\%$, $p = 0,18$, tabell 4.1).

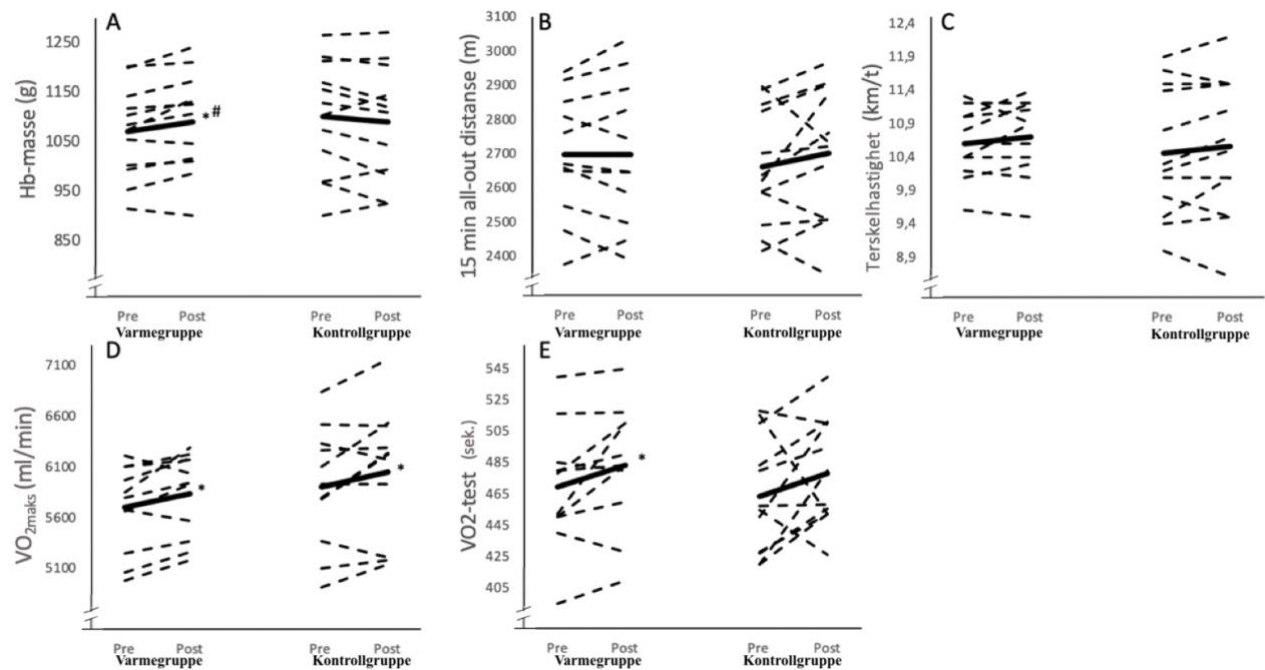
Tabell 4.1: Data for fysisk test og blodvariabler pre og post for både varmegruppe og kontrollgruppe. p-verdi – p-verdi viser p-verdien for prosentvis endring fra pre til post mellom gruppene.

	Varmegruppe		Kontrollgruppe		p-verdi
	Pre	Post	Pre	Post	
VO_{2maks} (mL/min)	5698 ± 428	5830 ± 414*	5903 ± 565	6050 ± 613*	0,93
HF_{maksVO2}	196 ± 12	195 ± 12	198 ± 7	196 ± 8	0,55
[la]_{VO2} (mmol/L)	10,96 ± 1,08	11,64 ± 1,89	11,97 ± 1,64	12,16 ± 2,17	0,79
RPE_{O2} (6-20)	19,1 ± 0,5	19,2 ± 0,6	19,0 ± 0,7	19,3 ± 0,6	0,47
[la]_{15min} (mmol/L)	8,75 ± 1,96	8,86 ± 2,25	10,14 ± 3,90	9,38 ± 3,33	0,74
Borg_{15min} (6-20)	18,9 ± 0,5	19,1 ± 1,0	19,0 ± 0,6	18,8 ± 0,8	0,29
Utnyttingsgrad_{4mmol} (%VO_{2maks})	84,8 ± 4,5	83,4 ± 4,4	84,9 ± 5,6	83,4 ± 6,2*	0,90
Volum røde blodceller (L)	2,99 ± 0,34	3,10 ± 0,36*	3,22 ± 0,46	3,14 ± 0,35#	0,002
Blodvolum (L)	6,53 ± 0,68	6,68 ± 0,78*	7,09 ± 0,99	6,99 ± 0,76	0,18
Plasmavolum (L)	3,54 ± 0,38	3,57 ± 0,46	3,86 ± 0,58	3,87 ± 0,46	0,91
Hematokrit (%)	45,7 ± 1,8	46,5 ± 1,7*	45,5 ± 2,2	44,8 ± 2,0&	0,07
[Hb] (g/dl)	16,1 ± 0,8	16,0 ± 0,9	15,6 ± 0,9	15,7 ± 0,9	0,67

VO_{2maks} – Maksimalt oksygenopptak, HF_{maksVO2} – Maksimal hjerterefrekvens under VO_{2maks}-test, [la]_{VO2} (mmol/L) – Blodlaktat 1 minutt etter endt VO_{2maks}-test, Borg_{VO2} (6-20) – Opplevd anstrengelse rett etter gjennomført VO_{2maks}-test, [la]_{15min} (mmol/L) – Blodlaktat 1 minutt etter endt 15 minutt all-out, Borg_{15min} (6-20) – Opplevd anstrengelse rett etter gjennomført 15 minutt all-out, Utnyttingsgrad_{4mmol} (%VO_{2maks}) – utnyttingsgrad ved belastning 4mmol/L blodlaktat i % av VO_{2maks}, p-verdi – p-verdi viser p-verdien for prosentvis endring fra pre til post mellom gruppene. * Forskjell i endring fra pre til post innad i samme gruppe ($p < 0,05$). # Forskjell i prosentvis endring ved samme tid mellom varmegruppe og kontrollgruppe ($p < 0,05$). & Tendens til prosentvis endring ved samme tid mellom varmegruppe og kontrollgruppe ($p < 0,10$).

4.3 Fysiske tester

Det er ingen signifikante forskjeller mellom varmegruppe og kontrollgruppe på verken terskelhastighet (hhv. $0,9 \pm 2,5\%$ og $0,9 \pm 3,0\%$, $p = 0,95$, Figur 4.1), 15 minutt all-out distanse (hhv. $0,1 \pm 2,5\%$ og $1,4 \pm 4,2\%$, $p = 0,35$, Figur 4.1), VO_{2maks} -test (tid på hele testen) (hhv. $3,0 \pm 4,5\%$ og $3,5 \pm 7,6\%$, $p = 0,84$, Figur 4.1) og VO_{2maks} (hhv. $2,4 \pm 2,9\%$ og $2,5 \pm 3,8\%$, $p = 0,93$, Figur 4.1).



Figur 4.1: Gjennomsnittlige verdier (tykk linje) og individuelle verdier (prikkete linjer) for A) hb-masse, B) 15 minutt all-out distanse (m), C) terskelhastighet (km/t), D) VO_{2maks} mL/min, E) VO_{2maks} -test (sek.) tid på hele testen for varmegruppe og kontrollgruppe pre-test og post-test. * Forskjell innad i gruppen mellom pre- og posttest ($p < 0,05$). # Forskjell mellom gruppene i prosentvis endring fra pre til post ($p < 0,05$).

Det var signifikant forskjell mellom varmegruppe og kontrollgruppe på belastning $8,4\text{km/t}$ under laktatprofil i pustefrekvens ($PF^{8,4}$) (hhv. $-7,9 \pm 17,2\%$ og $5,6 \pm 8,5\%$, $p = 0,03$, tabell 4.2). Det var ingen forskjeller i hjerterfrekvens ($HF^{8,4}$) (hhv. $-3,6 \pm 5,9\%$ og $-0,4 \pm 4,7\%$, $p = 0,16$), laktatkonsentrasjon ($[la]^{8,4}$) (hhv. $9,0 \pm 26,7\%$ og $0,0 \pm 26,5\%$, $p = 0,43$), opplevd anstrengelse ($Borg^{8,4}$) (hhv. $-1,3 \pm 5,0\%$ og $0,2 \pm 6,1\%$, $p = 0,52$), oksygenopptak ($VO_2^{8,4}$) (hhv. $-0,5 \pm 3,2\%$ og $-0,3 \pm 1,9\%$, $p = 0,85$), respiratorisk utvekslingskvotient ($RER^{8,4}$) (hhv. $-0,2 \pm 4,7\%$ og $1,1 \pm 3,6\%$, $p = 0,50$) og ventilasjon ($V^E^{8,4}$) (hhv. $-1,9 \pm 7,6\%$ og $2,6 \pm 7,1\%$, $p = 0,17$).

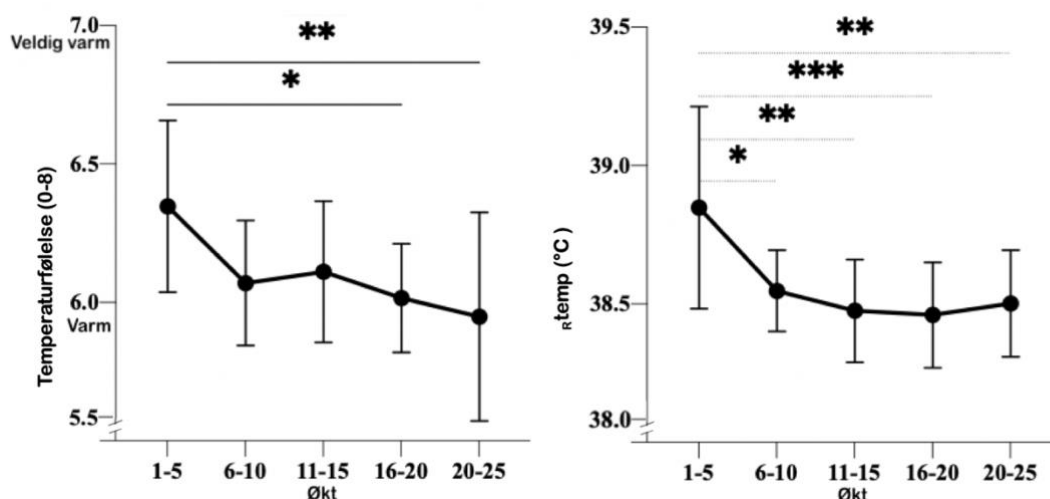
Tabell 4.2: Data for belastning 8,4km/t under laktatprofil pre og post for varmegruppe og kontrollgruppe.

	Varmegruppe		Kontrollgruppe		p-verdi
	Pre	Post	Pre	Post	
	8,4km/t		8,4km/t		
HF ^{8,4} (slag/min)	154,9 ± 13,9	149,2 ± 15,0	155,6 ± 13,6	154,8 ± 13,0	0,16
[la-] ^{8,4} (mmol/L)	1,43 ± 0,34	1,53 ± 0,41	1,79 ± 0,78	1,73 ± 0,84	0,43
Borg ^{8,4} (6-20)	12,3 ± 0,8	12,1 ± 0,7	12,7 ± 1,4	12,7 ± 1,3	0,52
VO ₂ ^{8,4} (mL/min)	3924 ± 294	3904 ± 319	4082 ± 272	4083 ± 254	0,85
RER ^{8,4}	0,92 ± 0,04	0,92 ± 0,04	0,90 ± 0,03	0,90 ± 0,02	0,50
V ^{8,4} (L/min)	102 ± 13	100 ± 15	99 ± 10	102 ± 9	0,17
PF ^{8,4}	35 ± 6	31 ± 6	33 ± 5	35 ± 5 [#]	0,03

HF^{8,4} (slag/min) – Gjennomsnitt hjerterefrekvens siste 30 sekunder av belastning 8,4 km/t, [la-]^{8,4} (mmol/L) – Blodlaktat rett etter 5 minutt med belastning 8,4 km/t, Borg^{8,4} (6-20) – opplevd anstrengelse etter 5 minutt med belastning 8,4 km/t, VO₂^{8,4} (mL/min) – Gjennomsnitt VO₂ siste 3 minutt ved belastning 8,4 km/t, RER^{8,4} – Gjennomsnitt Respiratorisk utvekslingskvotient (VCO₂ ut i forhold til VO₂ inn) siste 3 minutt ved belastning 8,4 km/t, V^{8,4} (L/min) – Ventilasjon gjennomsnitt siste 3 minutt ved belastning 8,4 km/t, PF^{8,4} – Pustefrekvens gjennomsnitt siste 3 minutt ved belastning 8,4 km/t, p-verdi – p-verdi viser p-verdien mellom post varmegruppe og post kontrollgruppe. * Forskjell innad i gruppen mellom pre- og posttest (p < 0,05). # Forskjell i prosentvis endring ved samme tid mellom varmegruppe og kontrollgruppe (p < 0,05). & Tendens til prosentvis endring ved samme tid mellom varmegruppe og kontrollgruppe (p < 0,10).

4.4 Varmeøkter

Det var signifikante forskjeller i temperetaurfølelse i økt 16-20 og økt 21-25 i forhold til økt 1-5 (hhv. -5,0 ± 5,2%, p = 0,03, Tabell 3.3, figur 4.2) og (hhv. -6,3 ± 21,5%, p = ,005, Tabell 3.3, Figur 4.2). Det var også en signifikant forskjell i rtemp i økt 6-10, økt 11-15, økt 16-20 og økt 21-25 i forhold til økt 1-5 (hhv. -0,8 ± 0,7%, p = 0,01, -1,0 ± 0,9%, -1,0 ± 1,1%, p = 0,001, -1,0 ± 1,1%, p = < ,001 og -0,9 ± 1,0%, p = ,003, Tabell 3.3, Figur 4.2). Det var ingen signifikante forskjeller i variablene Watt, HF, Borg, temperatur, Luftfuktighet, svetterate og økt-score.



Figur 4.2: Gjennomsnittlige verdier under alle varmeøkter for A) temperaturfølelse (0-8) B) rtemp (°C). * Relativ endring i forhold til økt 1-5 (p = 0,05). ** Relativ endring i forhold til økt 1-5 (p = 0,01). *** Relativ endring i forhold til økt 1-5 (p = 0,001).

4.5 Gjennomført trening

Der er en signifikant forskjell mellom varmegruppe og kontrollgruppe i antall timer med sykling (hhv. $4,06 \pm 1,44$ og $1,18 \pm 1,17$, $p = <0,001$, tabell 3.2). Det er ingen andre forskjeller i verken total tid, tid i i-sone, bevegelsesform, styrke, spenst/hurtighet, annet, dagsform eller belastning (tabell 3.2).

5 Diskusjon

Hovedfunn i studien samsvarer med hypotesen om at lavintensiv trening med varmedrakt øker hb_{masse} hos elite langrennsløpere og skiskyttere med at varmegruppe økte hb_{masse} med 19 g ($\sim 2\%$) samtidig som kontrollgruppe hadde en nedgang på 10 g ($\sim -1\%$). Hypotesen om forbedret utholdenhetsprestasjon i normaltemperatur ved å trene med varmedrakt stemmer ikke siden det ikke var noen forbedret prestasjon i varmegruppe i forhold til kontrollgruppe.

5.1 Varmetrening

Varmegruppe ser ut til å ha tilpasset seg det å trene i varmen gradvis med at temperaturfølelsen går jevnt nedover etter hver uke som går, og det er signifikant forskjell fra uke 1 (økt 1-5) til uke 4 (økt 16-20) og uke 5 (20-25) som stemmer overens med Tyler et al. (2016). Tyler et al. (2016) nevner at man ved å trene gjentatte ganger i varme, vil personen tilpasse seg ved at man svetter mer, noe man ser i studien til Karlsen et al. (2015) der varmegruppen økte svetteraten med 22%. I denne studien er det ingen signifikante forskjeller på svetterate mellom ukene, som samsvarer med funnene til Rønnestad et al. (2021); Urianstad (2020) og Mikkelsen et al. (2019) som også har gjennomført varmetrening i 5 uker uten noen økning i svetterate. I denne studien er at antall liter svettet på en treningsøkt tilnærmet likt som i Rønnestad et al. (2021); Urianstad (2020) og Mikkelsen et al. (2019). Det er en økning i watt og svetterate samtidig som det er en nedgang i HF, økt-score og borgskala. Dette er indikasjoner på tilpasning til varmen, selv om ingen av forandringene er signifikant

På forhånd så var et av kriteriene for riktig stimulus under varmeøkt at forsøksperson skulle oppnå en r_{temp} på $\sim 38,5^{\circ}C$, som forsøkspersonene stort sett traff bra på. Noe høyere r_{temp} den første uken kan skyldes litt for høy belastning på den første økten, som ble nedjustert i samråd med veileder og forsøksperson det gjaldt. Den høye belastningen kommer ikke like tydelig frem da fem og fem økter er slått sammen for gjennomsnitt. Erfaringsmessig kan det tyde på at man burde ha ned watt-belastning mer enn man tror når man begynner å trene i varme, og spesielt om man til vanlig ikke har så stor andel av treningen sin på sykkel. Fordi at varmen er en hardere påkjenning for kroppen enn det veldig mange tror.

I tidligere studier har man sett at grupper som har trent i varme har rapportert høyere opplevd belastning, og lik opplevd belastning som de som har vært i en kontrollgruppe, men vi kan i denne studien ikke se noen forskjell i opplevd belastning mellom kontrollgruppe og varmegruppe (Holen, 2019; Urianstad, 2020). Vi har i denne studien ikke gjennomført

kontrolløtkter standardisert på sykkelrulle inne for kontrollgruppen, så vi har ingen tall som sammenligner restitusjonsøtktene for de to forskjellige gruppene. Det vi ser er at det ikke er noen forskjell mellom gruppene i opplevd belastning på hele prosjektet som blir diskutert senere i 5.6 *Trening*.

5.2 Blodvariabler

Det ble observert en økning i hb_{masse} hos varmegruppe som var signifikant større enn kontrollgruppe. Varmegruppe hadde en økning på $\sim 2\%$, som er noe lavere enn det som har blitt observert i tidligere studier med en like lang intervensjonstid. Tidligere studier har rapportert økninger i hb_{masse} fra ~ 3 til $\sim 5\%$, men det er studier som har blitt gjennomført på syklister (Rønnestad et al., 2021; Urianstad, 2020). Karlsen et al. (2015) og Oberholzer et al. (2019) har observert en tendens på økt hb_{masse} for varmegruppen i forhold til en kontrollgruppen. En mulig årsak til at det er en lavere økning i hb_{masse} kan være at de i Urianstad (2020) og Rønnestad et al. (2021) i utgangspunktet hadde lavere hb_{masse} og hb_{masse}/kg enn det de hadde i denne studien. På individnivå er det ikke observert at noen med lave eller høye hb -verdier skiller seg ut ved å øke hb_{masse} veldig mye. Det er trolig ikke grunnen til forskjellig økning i forhold til andre studier, selv om man ikke kan avskrive det. Forsøkspersonene i denne studien var bedre trent (~ 77 mL/min/kg) enn det de var i studien til Oberholzer et al. (2019) der de hadde VO_{2maks} på ~ 59 mL/min/kg, som også kan være en mulig forklaring til mindre økning av hb_{masse} . Det vil si at de i denne studien trolig er nærmere sitt maksimale nivå, enn hos Oberholzer et al. (2019). Denne studien er gjennomført på sensommer og høst som er rett før konkurransesesong for forsøkspersonene i studien, i forhold til syklister som på høsten avslutter sin sesongen. Banfi, Lundby, Robach og Lippi (2011) har sett at man gjennom en konkurransesesong kan gå ned 3 til 8% i hb_{masse} , og at det kan være en grunn til at syklistene øker mer i hb_{masse} enn det forsøkspersonene gjør i denne studien. Visst syklistene grunnet konkurransesesong allerede har lavere verdier enn de ville hatt før sin konkurransesesong, så vil de trolig ha en høyere økning etter at sesongen deres er ferdig som kanskje ikke bare skyldes varmetrening.

I denne studien var det ingen endring i PV, som skiller seg ut fra andre studier der man har sett økning i PV etter varmetrening (Karlsen et al., 2015; Lorenzo et al., 2010; Oberholzer et al., 2019; Rønnestad et al., 2021). Urianstad (2020) har derimot i sin studie en nedgang i PV, og forklarer det med at det ikke kan utelukkes en tidlig økning i PV som har ført til økt utskillelse av EPO og dermed økningen av hb_{masse} og RBCV, men i ettertid en nedgang igjen

til nivået ved pre-test. Det kan vi heller ikke utelukke i denne studien, siden det ikke ble tatt noen hematologiske målinger underveis i treningsintervensjonen. Siden Patterson et al. (2004) har observert en økning i PV på dag 8 og 22 etter varmetrening så er det mulig å tenke seg at en økning i hb_{masse} og RBCV som observert i studien her, muligens skjer i etterkant av dag 22 som stemmer med observasjonene til Montero et al. (2017).

Det kan heller ikke utelukkes at det er andre grunner til at hb_{masse} og RBCV øker hos varmegruppe. Ved lavt oksygentrykk (hypoksi), ser man at det kan påvirke Hypoksi-induserbar faktor (HIF) som stimulerer gener relatert til EPO, dannelsen av nye blodkar og glykolysen (Hawley, Lundby, Cotter & Burke, 2018). Det kan ha betydning på treningstilpasning og -ytelse, med en oppregulering av HIF-1 α og HIF-2 α (Hawley et al., 2018). Det er også observert at varmestimuli kan påvirke HIF-1 α (Hawley et al., 2018), så det kan dermed ikke utelukkes at det kan være en av grunnene til økning i hb_{masse} og RBCV.

5.3 Maksimalt oksygenopptak

I følge Bassett og Howley (2000) er blodets evne til å transportere oksygen en av den største begrensningen for VO_{2maks} , og en økning i hb_{masse} skulle tilsi at VO_{2maks} også økte. Selv om hb_{masse} øker i varmegruppe og synker i kontrollgruppe, kan vi ikke se noen resultater som tilsier at varmetreningen forbedrer VO_{2maks} . Både i varmegruppe og kontrollgruppe øker VO_{2maks} , men det er ingen forskjell mellom gruppene. Visst en økning i hb_{masse} for varmegruppe skulle vært grunnen til økningen i VO_{2maks} , ville da kontrollgruppe hatt en nedgang i VO_{2maks} , noe de ikke har. Den teoretiske økningen på VO_{2maks} mL/min for søkspersonene skulle hatt med en økning i hb_{masse} er i følge Schmidt og Prommer (2010) ~4 mL/min per gram hb. Dette ville tilsvart en økning på 76 mL/min for varmegruppe og -40 mL/min for kontrollgruppe. Økningen på 130 mL/min for varmegruppe, og 147 mL/min for kontrollgruppe i VO_{2maks} samsvarer dermed ikke med økning og reduksjonen i hb_{masse} .

Resultatene samsvarer med tidligere studier som ikke viser noe økning i VO_{2maks} etter gjennomført trening i varme i forhold til en kontrollgruppe (Karlsen et al., 2015; Mikkelsen et al., 2019; Rønnestad et al., 2021; Urianstad, 2020). I studien til Urianstad (2020) så øker VO_{2maks} mer en det som kan forklares i variasjon i hb_{masse} , mens i studien til Karlsen et al. (2015) øker både kontroll og varme hb_{masse} uten noe forandring i VO_{2maks} . I studien til Rønnestad et al. (2021) øker varmegruppen VO_{2maks} og hb_{masse} med 4,6%, men kontrollgruppen øker også VO_{2maks} uten at hb_{masse} øker. Vi ser med andre ord at det er

variasjoner i VO_{2maks} som ikke kan forklares med endringen i hb_{masse} etter varmetrening, og mye tyder derfor på at det er andre faktorer enn bare hb_{masse} som påvirker VO_{2maks} hos forsøkspersonene i vår studie, og de tidligere studiene som er gjennomført.

Varmegruppe springer signifikant lengre under post-test av VO_{2maks} uten at det er signifikant forskjell i forhold til kontrollgruppe. Mulig forklaring er at de enten har blitt bedre til å presse seg eller hadde mer å gå på ved pre-test selv om det ikke er noen signifikant forandring i hva de oppgir som opplevd belastning. Om de likevel skulle ha presset seg mer ved post-test, så er det nok en mulighet for at det vil spille negativt inn på 15 minutt all-out som kommer 10 minutter etter test av VO_{2maks} .

5.4 Utnyttingsgrad

Det er ingen forandring i utnyttingsgrad uttrykt som % av VO_{2maks} ved $[la]$ på 4 mmol/L mellom gruppene, som samsvarer med tidligere studier (Mikkelsen et al., 2019; Rønnestad et al., 2021; Urianstad, 2020). Noe som også er forventet siden utnyttingsgraden trenger systematisk med trening over lang tid for å forbedres (Rusko, 1987). Dermed er 5 uker for lite for å se en forandring. Forsøkspersonene i denne studien hadde også likt fysisk utgangspunkt som i studien til Rønnestad et al. (2021); Urianstad (2020), som man da muligens kan forvente seg at det kreves mye systematisk trening over en lang periode for å forbedre utnyttingsgraden når man allerede er på et så høyt utholdenhetstrengt fysisk nivå.

Man skulle tro at utnyttingsgraden har stor betydning på test av 15 minutt all-out siden distansen er lengre enn de 5-7 minuttene man greier å opprettholde en belastning tilsvarende VO_{2maks} (Coyle, 1995). Men i følge Støa, Støren, Enoksen og Ingjer (2010) ser det ut til at man må på en distanse som er lengre en 20 minutt for at utnyttingsgraden skal kunne påvirke prestasjonen, siden forbruket er så tett opp mot 100% uansett på en så kort distanse at det vil ha veldig lite betydning på prestasjon. Det ville dermed mest sannsynlig ikke vært store forandringen på 15 minutt all-out grunnet utnyttingsgraden uansett om den hadde blitt bedre eller dårligere i løpet av intervensjonsperioden. En eventuell forbedring ville trolig kunne tenke seg hadde skyltes en bedre løpsdisponering. Siden man har sett at ulik løpsdisponering kan gi ulikt sluttresultat (Gosztyla, Edwards, Quinn & Kenefick, 2006).

5.5 Arbeidsøkonomi

Det er ingen endring i hvor mye oksygen de to gruppene benytter seg av ved hastighet 8,4 km/t under laktatprofilen. Dette samsvarer med tidligere studier som ikke har sett noen effekt på GE på 100, 175 og 200 watt (Karlsen et al., 2015; Mikkelsen et al., 2019). Både Rønnestad et al. (2021) og Urianstad (2020) har vist at varmedrakt eller -kammer kan se ut til å ha moderat større effekt på arbeidsøkonomi enn trening i normaltemperatur har. Den eneste signifikante forskjellen mellom gruppene er pustefrekvens der varmegruppe har en lavere pustefrekvens enn det kontrollgruppe har. Der var det tilsynelatende store individuelle forskjeller innad i hver gruppe.

Siden den totale varigheten i den aktiviteten man skal konkurrere i, ser ut til å være den viktigste treningen for å påvirke arbeidsøkonomien har varmetreningen på sykkel da trolig veldig liten effekt på arbeidsøkonomien for en som konkurrerer på langrennsski og tar laktatprofil på løping (Scrimgeour et al., 1986). Varmetrening med langrennsteknikk ville nok med fordel blitt gjennomført i enten ett varmt rom med rulleskimølle/stakeergometer, eller utendørs i et varmt klima. Ingen forbedring på arbeidsøkonomi er som forventet på kun 5 uker med trening hos så godt trente utøvere.

5.6 Trening

I løpet av treningsintervensjonen var tid på sykkel eneste forskjell, men ingen forskjell mellom gruppene på verken treningsmengde, eller tid i intensitetssone som tilsier at det ikke skal være noen forskjell på gruppene. Forskjellen i tid med sykling skyldes nok at varmegruppe gjennomførte fem restitusjonsøker i uka på sykkel, der kontrollgruppe valgte fritt. Rønnestad et al. (2021) nevner at utholdenhetstrening og spesielt høyintensiv utholdenhetstrening kan forbedre utholdenhetsprestasjon, men det er ingen forskjell mellom gruppene. Det var ikke forskjell mellom gruppene i tid med styrketrening. Så det skal ikke være en faktor som skiller gruppene på f.eks. utholdenhetsprestasjon, terskelhastighet, arbeidsøkonomi (Rønnestad & Mujika, 2014). Siden vi vet at styrketrening kan ha effekt på utholdenhetsprestasjon (Rønnestad & Mujika, 2014).

I løpet av 5 ukers perioden er det ingen forskjell på rapportert dagsform eller rapportert belastning som er positivt med tanke på at det i denne studien og tidligere studier ikke ser ut til å være noen negative effekter av å trene i varme. Tilbakemelding fra noen av

forsøkspersonene er også at de hadde følt seg i god form i perioden etter varmetreningen, selv om det kan være tilfeldig.

5.7 Praktiske Vurderinger

Det å trene med varmedrakt på en sykkel som er tilkoblet en sykkelrulle er ikke vanskelig rent praktisk. Det kan også se ut til at effekten av å trene med drakt i forhold til kammer også muligens er noe bedre (Urianstad, 2020). Det er også mulig at varmetrening også kan bevare eller forbedre effekten av trening i høyde (White et al., 2014). Varmetrening kan trolig bli mentalt tungt å gjennomføre siden treningen inne er veldig monoton. Så det kan kanskje være lurt å gjøre det sammen med noen. For å gjennomføre treningen mer ski-lik ville nok et varmekammer og rulleskimølle vært det beste, da det trolig vil gå ut over teknisk utførelse å gå på rulleski med den type varmedraktdrakt vi har brukt.

5.8 Konklusjon

I denne studien økte varmegruppe hb_{masse} og RBCV i forhold til kontrollgruppe. Vi så ingen andre positive eller negative sider på verken andre hematologiske variabler, eller utholdenhetsprestasjon. Det kan med andre ord virke som at lavintensitets utholdenhetstrening med varmedrakt fører til økt mengde hb_{masse} og RBCV uten at det påvirker utholdenhetsprestasjon på elite langrennsløpere og skiskyttere.

5.9 Perspektiver

Etter hva vi vet er dette den første studien gjennomført på langrennsløpere og skiskyttere i varme. Studiene som har blitt gjennomført tidligere har hatt ulik grad på treningsintervensjonen og lengde på øktene. I de siste årene har det kommet flere studier som har vart lengre en 4 uker og gitt like resultater som i denne studien. Det er flere aspekter som kan gjennomføres annerledes for å muligens optimalisere trening i varme. Disse aspektene kan for eksempel være lengde på økter, lengde på treningsintervensjon, antall økter på en uke og mer spesifikk bevegelsesform med tanke på hvilken konkurranseidrett man holder på med. En tettere oppfølging med mål av hematologiske variabler underveis hadde også vært spennende å se nærmere på. For langrennsløpere og skiskyttere er nok et stake-ergometer den letteste metoden for å gjøre det mer likt det å gå på ski. I denne studien er det ikke noen sammenheng mellom de personene som responderer bra og de som ikke responderte. Trening i varme ser derfor ut til å være likt som med annen trening med at det vil oppleves og ha ulik

effekt fra person til person. Varmetrening burde testes ut i forkant av mindre viktige konkurranser for å se hvordan man vil reagere og respondere. Som nevnt er det ingen negative effekter av å trene i varme, så det er trening som du med stor sannsynlighet ikke gjør deg dårligere av å prøve når du allerede er veldig bra utholdenhetstrent. Det er uansett viktig at man tar sine forhåndsregler før man eventuelt prøver.

Referanseliste

- Adamson, J. W. (1996). Regulation of red blood cell production. *Am J Med*, 101(2a), 4s-6s. [https://doi.org/10.1016/s0002-9343\(96\)00160-x](https://doi.org/10.1016/s0002-9343(96)00160-x)
- Ainegren, M., Carlsson, P., Tinnsten, M. & Laaksonen, M. S. (2013). Skiing economy and efficiency in recreational and elite cross-country skiers. *J Strength Cond Res*, 27(5), 1239-1252. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31824f206c>
- Banfi, G., Lundby, C., Robach, P. & Lippi, G. (2011). Seasonal variations of haematological parameters in athletes. *European journal of applied physiology*, 111, 9-16. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1641-1>
- Baranauskas, M. N., Constantini, K., Paris, H. L., Wiggins, C. C., Schlader, Z. J. & Chapman, R. F. (2021). Heat Versus Altitude Training for Endurance Performance at Sea Level. *Exerc Sport Sci Rev*, 49(1), 50-58. <https://doi.org/10.1249/jes.0000000000000238>
- Bassett, D. R., Jr. & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc*, 32(1), 70-84. <https://doi.org/10.1097/00005768-200001000-00012>
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*, 14(5), 377-381.
- Conley, D. L. & Krahenbuhl, G. S. (1980). Running economy and distance running performance of highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 12(5), 357-360.
- Convertino, V. A. (2007). Blood volume response to physical activity and inactivity. *The American journal of the medical sciences*, 334(1), 72-79.
- Coyle, E. F. (1995). Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. *Exerc Sport Sci Rev*, 23, 25-63.
- Coyle, E. F. (1999). Physiological determinants of endurance exercise performance. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2(3), 181-189. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1440-2440\(99\)80172-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1440-2440(99)80172-8)
- Dempsey, J. A., Hanson, P. G. & Henderson, K. S. (1984). Exercise-induced arterial hypoxaemia in healthy human subjects at sea level. *J Physiol*, 355, 161-175. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1984.sp015412>
- Donnelly, S. (2001). Why is erythropoietin made in the kidney? The kidney functions as a critmeter. *Am J Kidney Dis*, 38(2), 415-425. <https://doi.org/10.1053/ajkd.2001.26111>
- Ekblom, B. & Hermansen, L. (1968). Cardiac output in athletes. *J Appl Physiol*, 25(5), 619-625. <https://doi.org/10.1152/jappl.1968.25.5.619>
- Farley, A., Hendry, C. & McLafferty, E. (2012). Blood components. *Nurs Stand*, 27(13), 35-42. <https://doi.org/10.7748/ns2012.11.27.13.35.c9449>
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., ... Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res*, 15(1), 109-115.
- Gasmann, P. O. (2012). *Effekter av åtte ukers aerob utholdenhetstrening under anaerob terskel på prestasjonsevne, maksimalt oksygenopptak, utnyttingsgrad og arbeidsøkonomi hos godt trente mannlige langrennsutøvere* Norges idrettshøgskole, Oslo.
- Gløersen, Ø., Gilgien, M., Dysthe, D., Malthe-Sørenssen, A. & Losnegard, T. (2019). Oxygen Demand, Uptake, and Deficits in Elite Cross-Country Skiers during a 15-km Race. *Med Sci Sports Exerc*. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002209>
- Gosztyla, A. E., Edwards, D. G., Quinn, T. J. & Kenefick, R. W. (2006). The impact of different pacing strategies on five-kilometer running time trial performance. *J Strength Cond Res*, 20(4), 882-886. <https://doi.org/10.1519/r-19275.1>

- Hawley, J. A., Lundby, C., Cotter, J. D. & Burke, L. M. (2018). Maximizing Cellular Adaptation to Endurance Exercise in Skeletal Muscle. *Cell Metab*, 27(5), 962-976. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2018.04.014>
- Heinicke, K., Wolfarth, B., Winchenbach, P., Biermann, B., Schmid, A., Huber, G., ... Schmidt, W. (2001). Blood volume and hemoglobin mass in elite athletes of different disciplines. *Int J Sports Med*, 22(7), 504-512. <https://doi.org/10.1055/s-2001-17613>
- Holen, E. H. (2019). *Fører 5 uker varmetrening til økt hemoglobinmasse og forbedret utholdenhetsprestasjon i normaltemperatur hos elitesyklister?* Høgskolen i Innlandet, Lillehammer.
- Holmberg, H. C. (2015). The elite cross-country skier provides unique insights into human exercise physiology. *Scand J Med Sci Sports*, 25 Suppl 4, 100-109. <https://doi.org/10.1111/sms.12601>
- Kanstrup, I. L. & Ekblom, B. (1982). Acute hypervolemia, cardiac performance, and aerobic power during exercise. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*, 52(5), 1186-1191. <https://doi.org/10.1152/jappl.1982.52.5.1186>
- Karlsen, A., Racinais, S., Jensen, M. V., Nørgaard, S. J., Bonne, T. & Nybo, L. (2015). Heat acclimatization does not improve VO₂max or cycling performance in a cool climate in trained cyclists. *Scand J Med Sci Sports*, 25 Suppl 1, 269-276. <https://doi.org/10.1111/sms.12409>
- Lorenzo, S., Halliwill, J. R., Sawka, M. N. & Minson, C. T. (2010). Heat acclimation improves exercise performance. *J Appl Physiol* (1985), 109(4), 1140-1147. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00495.2010>
- Losnegard, T. (2019). Strength Training for Cross-Country Skiers: Scientific Basics and Practical Applications. I(s. 357-368).
- Losnegard, T. & Hallén, J. (2014). Physiological differences between sprint- and distance-specialized cross-country skiers. *Int J Sports Physiol Perform*, 9(1), 25-31. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0066>
- Lundby, C. & Robach, P. (2015). Performance Enhancement: What Are the Physiological Limits? *Physiology (Bethesda)*, 30(4), 282-292. <https://doi.org/10.1152/physiol.00052.2014>
- Laaksonen, M. S., Finkenzeller, T., Holmberg, H.-C. & Sattlecker, G. (2018). The influence of physiobiomechanical parameters, technical aspects of shooting, and psychophysiological factors on biathlon performance: A review. *Journal of Sport and Health Science*, 7(4), 394-404. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jshs.2018.09.003>
- Mikkelsen, C. J., Junge, N., Piil, J. F., Morris, N. B., Oberholzer, L., Siebenmann, C., ... Nybo, L. (2019). Prolonged Heat Acclimation and Aerobic Performance in Endurance Trained Athletes. *Front Physiol*, 10, 1372. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01372>
- Montero, D., Breenfeldt-Andersen, A., Oberholzer, L., Haider, T., Goetze, J. P., Meinild-Lundby, A. K. & Lundby, C. (2017). Erythropoiesis with endurance training: dynamics and mechanisms. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 312(6), R894-r902. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00012.2017>
- Montero, D., Cathomen, A., Jacobs, R. A., Flück, D., de Leur, J., Keiser, S., ... Lundby, C. (2015). Haematological rather than skeletal muscle adaptations contribute to the increase in peak oxygen uptake induced by moderate endurance training. *J Physiol*, 593(20), 4677-4688. <https://doi.org/10.1113/jp270250>
- Montero, D. & Lundby, C. (2018). Regulation of Red Blood Cell Volume with Exercise Training. *Compr Physiol*, 9(1), 149-164. <https://doi.org/10.1002/cphy.c180004>
- Mortensen, S. P., Dawson, E. A., Yoshiga, C. C., Dalsgaard, M. K., Damsgaard, R., Secher, N. H. & González-Alonso, J. (2005). Limitations to systemic and locomotor limb

- muscle oxygen delivery and uptake during maximal exercise in humans. *J Physiol*, 566(Pt 1), 273-285. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2005.086025>
- Oberholzer, L., Siebenmann, C., Mikkelsen, C. J., Junge, N., Piil, J. F., Morris, N. B., ... Lundby, C. (2019). Hematological Adaptations to Prolonged Heat Acclimation in Endurance-Trained Males. *Frontiers in physiology*, 10, 1379-1379. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01379>
- Olympiatoppen. (2020). *OLT I-skala, 2020* [Brosjyre]. Oslo: Olympiatoppen.
- Patterson, M. J., Stocks, J. M. & Taylor, N. A. (2004). Sustained and generalized extracellular fluid expansion following heat acclimation. *J Physiol*, 559(Pt 1), 327-334. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2004.063289>
- Powers, S. K., Lawler, J., Dempsey, J. A., Dodd, S. & Landry, G. (1989). Effects of incomplete pulmonary gas exchange on VO₂ max. *J Appl Physiol* (1985), 66(6), 2491-2495. <https://doi.org/10.1152/jappl.1989.66.6.2491>
- Robach, P., Hansen, J., Pichon, A., Meinild Lundby, A.-K., Dandanell, S., Slettaløkken Falch, G., ... Lundby, C. (2018). Hypobaric live high-train low does not improve aerobic performance more than live low-train low in cross-country skiers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(6), 1636-1652. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/sms.13075>
- Rusko, H. (1987). The effect of training on aerobic power characteristics of young cross-country skiers. *J Sports Sci*, 5(3), 273-286. <https://doi.org/10.1080/02640418708729782>
- Rønnestad, B. R., Hamarsland, H., Hansen, J., Holen, E., Montero, D., Whist, J. E. & Lundby, C. (2021). Five weeks of heat training increases haemoglobin mass in elite cyclists. *Experimental Physiology*, 106(1), 316-327. <https://doi.org/https://doi.org/10.1113/EP088544>
- 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 Physiol*, 108(5), 965-975. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1307-z>
- Rønnestad, B. R. & Mujika, I. (2014). Optimizing strength training for running and cycling endurance performance: A review. *Scand J Med Sci Sports*, 24(4), 603-612. <https://doi.org/10.1111/sms.12104>
- Sandbakk, O., Ettema, G. & Holmberg, H.-C. (2012). Efficiency in cross-country skiing. A brief review. *I(s)* 557-567).
- Saunders, P. U., Garvican-Lewis, L. A., Chapman, R. F. & Périard, J. D. (2019). Special Environments: Altitude and Heat. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 29(2), 210-219. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0256>
- Sawka, M., Convertino, V. A., Eichner, E. R., Schnieder, S. M. & Young, A. J. (2000). Blood volume: importance and adaptations to exercise training, environmental stresses, and trauma/sickness. *Med Sci Sports Exerc*, 32(2), 332-348. <https://doi.org/10.1097/00005768-200002000-00012>
- Sawka, M. & Wenger, C. (1988). Physiological Responses to Acute Exercise-Heat Stress, 84.
- Schmidt, W. & Prommer, N. (2010). Impact of alterations in total hemoglobin mass on VO₂ max. *Exerc Sport Sci Rev*, 38(2), 68-75. <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e3181d4957a>
- Scrimgeour, A. G., Noakes, T. D., Adams, B. & Myburgh, K. (1986). The influence of weekly training distance on fractional utilization of maximum aerobic capacity in marathon and ultramarathon runners. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 55(2), 202-209. <https://doi.org/10.1007/bf00715006>

- Shephard, R. J., Åstrand, P.-O., Commission, I. O. C. M. & International Federation of Sports, M. (2000). Endurance in sport. Hentet fra <http://site.ebrary.com/id/10297560>
- Sjödin, B. & Jacobs, I. (1981). Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *Int J Sports Med*, 2(1), 23-26. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1034579>
- Støa, E. M., Støren, Ø., Enoksen, E. & Ingjer, F. (2010). Percent utilization of VO₂ max at 5-km competition velocity does not determine time performance at 5 km among elite distance runners. *J Strength Cond Res*, 24(5), 1340-1345. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181cc5f7b>
- Svedenhag, J. (2001). *Running economy*. København: Institut for Idræt og Ernæring, Københavns Universitet.
- Toner, M. M., Drolet, L. L. & Pandolf, K. B. (1986). Perceptual and physiological responses during exercise in cool and cold water. *Percept Mot Skills*, 62(1), 211-220. <https://doi.org/10.2466/pms.1986.62.1.211>
- Tyler, C. J., Reeve, T., Hodges, G. J. & Cheung, S. S. (2016). The effects of heat adaptation on physiology, perception and exercise performance in the heat: a meta-analysis. *Sports Medicine*, 46(11), 1699-1724.
- Urianstad, T. (2020). *Fem uker med varmetrening gir samme økning i hemoglobinmasse, enten man trener i et varmekammer eller med en varmedress hos elitesykklister* Høgskolen i Innlandet, Lillehammer.
- White, A. C., Salgado, R. M., Schneider, S., Loepky, J. A., Astorino, T. A. & Mermier, C. M. (2014). Does heat acclimation improve exercise capacity at altitude? A cross-tolerance model. *International journal of sports medicine*, 35(12), 975-981. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1368724>

Vedlegg

Vedlegg 1: Samtykkesskjema

Vil du delta i forskningsprosjektet:

”Effekten av 5 uker trening med varmedrakt vs. kontroll hos langrennsløpere og skiskyttere”

Dette er et spørsmål til deg om å delta i dette forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke hvordan varmestimulus påvirker blodvariabler, sentrale fysiologiske variabler for utholdenhetsprestasjon og utholdenhetsprestasjon etter 5 uker med trening. I dette skrevet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

I tidligere studier ser det ut til at 5 uker med trening i varmekammer kan øke hemoglobinmasse og ulike fysiologiske variabler som kan være med på å forbedre utholdenhetsprestasjon. Imidlertid er det økonomisk kostnadskreven og praktisk vanskelig å gjennomføre daglige treningsøkter i et varmekammer. Formålet med denne studien er derfor å studere effekten av 5 uker med varmetreninger i normal temperatur, men via en varmedrakt indusere økt kroppstemperatur og svetterate og se hvordan dette påvirker blodvariabler som hemoglobinmasse og utholdenhetsvariabler. Trening med varmedrakt er praktisk enklere og mindre økonomisk krevende enn å benytte seg av et varmekammer.

Prosjektet er en del av en masteroppgave. Både før og etter treningsperioden gjennomfører begge gruppene testing av styrke, utholdenhet og blodvariabler. Videre vil blodvariabler bli målt før og etter treningsperioden. All trening skal loggføres i utlevert treningsdagbok. Alle testene for den enkelte blir gjennomført på samme sted, under tilnærmet like forhold for alle forsøkspersonene og innenfor samme tidsrom på døgnet (± 1 timer) for hver person. All testing vil skje ved Høgskolen i Innlandet sitt idrettsfysiologiske testlaboratorium på Lillehammer.

Vi ønsker derfor 30 skiskyttere og langrennsløpere som vil ta del i dette prosjektet, der 15stk. vil gjennomføre normal trening + 5 ukentlige restitusjonsøkter med varmedrakt, og 15 stk. Normal trening og 5 ukentlige restitusjonsøkter uten varmedrakt.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Høgskolen i Innlandet er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

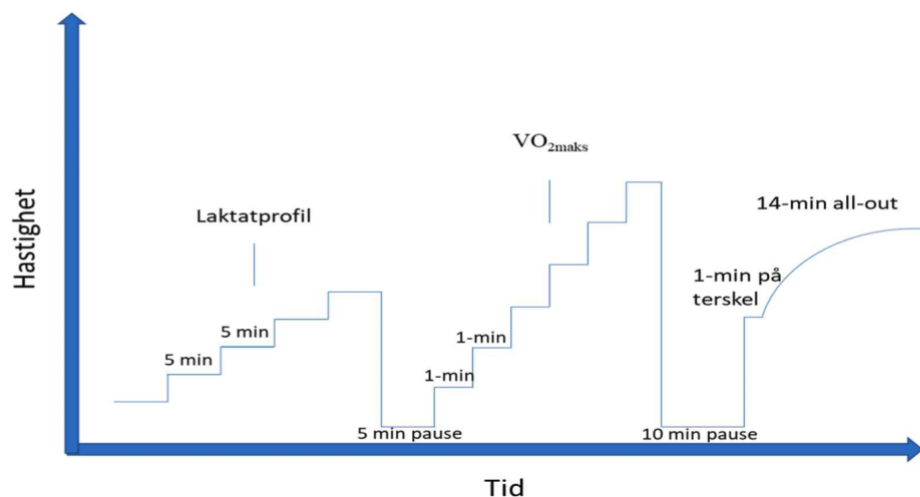
I prosjektet ønsker vi 15 mannlige skiskyttere og langrennsløpere i 2 ulike grupper (Normal trening + trening i varmedrakt og normal trening og trening uten varmedrakt). Vi ønsker totalt 30 godt trente utøvere (trent 7 timer eller mer utholdenhet per uke de siste 6 månedene før prosjektstart, alder 18-40 år). Forespørselen sendes til aktuelle trenere og utøvere i Innlandet og Oslo regionen.

Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du velger å delta i prosjektet innebærer det at du i en periode på 5 uker gjennomfører 5 restitusjonsøkter i uka med varmedrakt på ca. 45% av terskelwatten (4mmol/L blodlaktatkonsentrasjon) og en varighet på 50 min. Minimum de tre første varmeøkter skal gjennomføres under veiledning i Høgskolens lokaler, for å sikre riktig gjennomføring av øktene. Deretter kan enkeltøkter gjennomføres på egen hånd, men det er ønskelig med flest mulig varmeøkter under veiledning i Høgskolens lokaler. Hvis noen under varmeøkta besvimer på grunn av overopphetning (noe som i teorien ikke skal skje pga. retningslinjene for svetterate, rektal temperatur og opplevd anstrengelse), så tar man av varmedrakta på personen og kjøler den ned, samtidig som personen legges i stabilt sideleie. Se eget skriv om gjennomføring av varmeøkt i slutten av infoskrivet. Ved øktslutt ønsker vi en rektal temperatur på rundt 38.5°C, noe som er normal temperatur ved avslutte hardøkt innendørs. Hvis det oppstår ubehagelige og bekymringsfulle symptomer i forbindelse med varmetrening skal du straks kontakte Ole Martin Lid mob: 959 66 505 eller Bent Rønnestad mob: 951 69 656).

Kontrollgruppa skal gjennomføre restitusjonsøkt uten varmedrakt på egenhånd. Utenom dette står du fritt til å gjennomføre trening i henhold til egen treningsplan. Begge gruppene testes før og etter treningsperioden på styrke- og utholdenhetsvariabler i normal temperatur, samt blodvariabler (se figur 1). Utholdenhetstestene gjennomføres som løping på løpemølle. Testene er fysiologiske tester som innebærer hard fysisk anstrengelse over en periode og oppleves som ubehag som kan sammenliknes med en hard treningsøkt. Siste to dager før test skal det ikke gjennomføres hard trening. I tillegg til de fysiske testene vil vi, for å studere nærmere hvordan blodvariabler påvirkes av trening i varmen, undersøke blodvariabler to ganger før treningsperioden starter og to ganger etter treningsperioden er ferdig. Blodvariablene undersøkes hovedsakelig via karbonmonoksid-rebreathingmetoden for måling av hemoglobinmasse, blodvolum og plasmavolum.

All trening skal loggføres i utlevert treningsdagbok. Alle testresultat og treningsdata blir registrert elektronisk. Alle testene for den enkelte blir gjennomført på samme sted, under tilnærmet like forhold for alle forsøkspersonene og innenfor samme tidsrom på døgnet (± 1 timer) for hver person. All testing vil skje ved Høgskolen i Innlandet sitt idrettsfysiologiske testlaboratorium på Lillehammer. Forsøkspersonene i begge gruppene skal daglig innta 100 mg jerntilskudd i intervensjonsperioden. Dette gir risiko for mage/tarmbivirkninger, oftest i beskjeden grad og i form av diare, forstoppelse eller magesmerter og kan ha en viss negativ innvirkning på trening og livskvalitet.



Figur 1: Hovedelementene i testen for utholdenhetsprestasjon i normaltemperatur.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykke tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle opplysninger om deg vil da bli anonymisert. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil kun bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Det er bare medlemmer i prosjektgruppa som får tilgang på disse dataene. Navnet og kontaktopplysningene dine vil erstattes med en kode som lagres på egen navneliste adskilt fra øvrige data, samt at datamaterialet er innelåst. Det er kun anonyme testresultater som publiseres, slik at du vil ikke kunne gjenkjennes i publikasjon.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Prosjektgruppa skal arbeidet videre med de innsamlede dataene etter at masteroppgaven er levert slik at selve prosjektet skal i sin helhet avsluttes 30.07.2027. Da skal datamaterialet anonymiseres

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- få slettet personopplysninger om deg,
- få utlevert en kopi av dine prøveresultater og personopplysninger (dataportabilitet), og
- å sende klage til personvernombudet eller Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Høgskolen i Innlandet har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Høgskolen i Innlandet ved professor Bent Rønnestad (bent.ronnestad@inn.no, Tel: 61 28 81 93) eller Masterstudent Ole Martin Lid (ole.martin.lid@icloud.com, Tel 959 66 505)
- Høgskolen i Innlandets kontaktperson for personvern i forskning: Anne S. Lofthus, anne.lofthus@inn.no, telefon: 61288277
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost (personvernombudet@nsd.no) eller telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Bent Rønnestad
Prosjektansvarlig
(Forsker/veileder)

Ole-Martin Lid
Masterstudent

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet ” *Effekten av 5 uker trening med varmedrakt vs. kontroll hos langrennsløpere og skiskyttere*”, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til å ha lest og forstått hva prosjektet innebærer og mine rettigheter

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet, ca. 30.07.2027.

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Retningslinjer for gjennomføring av varmedraktøkt

Bekledning for 50 minutters økt i romtemperatur på rundt 20°C er i rekkefølge fra innerst til ytterst på kroppen: sykkelshorts, ullstillongs, ulltrøye, det tette laget på ben og overkropp, lue og til slutt primaloft/varm jakke. Anbefaler også plastikkpose på føttene for å samle opp svetten og spare gulvet og skoene.

1. 10 første min på 50-55% av FTP (terskelintensitet). Deretter 40 min på 40-50% av FTP (hvis store problemer med å holde watten bør den reduseres)
2. Hvis man ved øktslutt har Borg ≤ 10 , skal belastningen økes med 25 watt til neste økt. Hvis man ved øktslutt har Borg ≥ 15 , skal belastningen reduseres med 20 W til neste økt. Borg skala får du utlevert.
3. Rektal temperatur rett etter økta bør være rundt 38,5-38,8°C; måles via termometer (dette er vanlig temperatur etter en hardøkt inne).
4. Det skal drikkes 0.5 L vann under økta.
5. Du bør svette mellom 0.8 og 2 L vann i løpet av økta (dette undersøker du ved å veie deg naken før økta og tørke av deg svette før du veier deg rett etter økta (husk å innta nøyaktig 0.5 L vann, slik at vi tar hensyn til dette når vi beregner svetteraten). Svetteraten vil øke etter 4-6 varmeøkter.
6. Under alle varmeøkter skal det noteres hjerterefrekvens, varmefølelse og Borg skår - etter 5, 10, 20, 30, 40 og 50 minutter i utlevert skjema.
7. Minimum 25 minutter og maksimum 30 minutter etter alle varmeøkter er ferdig skal det noteres ned en øktskår (0-10) for å beskrive hvor belastende økta var: 0 – hvile, 1 – veldig, veldig lett, 2 – lett, 3 – moderat, 4 – noe hardt, 5 – hardt, 6 til 7 – veldig hardt, 8 -, 9 -, 10 – maksimal.
8. Etter økta husk å drikk ekstra mye væske, gjerne melk, helt til du tisser normal lys urin.
9. Prøv å få den ønskede svetteraten og rektal temperatur via riktig bekledning/romtemperatur og ikke via økt watt – «få riktig stimuli på så lav watt som mulig»
10. Vær oppmerksom på at noen få graders temperaturøkning i rommet kan gjøre økta mye tyngre og watten må da reduseres.
11. Hvis noen under varmeøkta besvimer på grunn av overopphetning (noe som i teorien ikke skal skje pga. retningslinjene for svetterate, rektal temperatur og opplevd anstrengelse), så tar man av varmedrakta på personen og kjøler den ned, samtidig som personen legges i stabilt sideleie. Se eget skriv om gjennomføring av varmeøkt i slutten av infoskrivet. Hvis det oppstår ubehagelige og bekymringsfulle symptomer i forbindelse med varmetrening skal du straks kontakte Ole Martin Lid mob: 959 66 505 eller Bent Rønnestad mob: 951 69 656).

Vedlegg 2: Skjema varmetrening

		<u>Varmeøkt</u>				
Navn:			Vekt før:	Vekt etter (Husk tørk av svette):		
Dato:	Klokkeslett:	Kommentar:				
Kjernetemp før økt:		Kjernetemp. etter økt:			Svetterate:	0,5 Liter
TID	Watt	HF	BORG (6-20)	Temperatur- følelse (0-8)	Temperatur i rommet	Luftfuktighet i rommet
5 min			I det 5. min.			
10 min			I det 10. min.			
15 min			I det 15. min.			
20 min			I det 20. min			
25min						
30 min			I det 30.min			
35 min						
40 min			I det 40.min			
45 min						
50 min			I det 50.min			
Økt-score (I det de skal til å gå):						