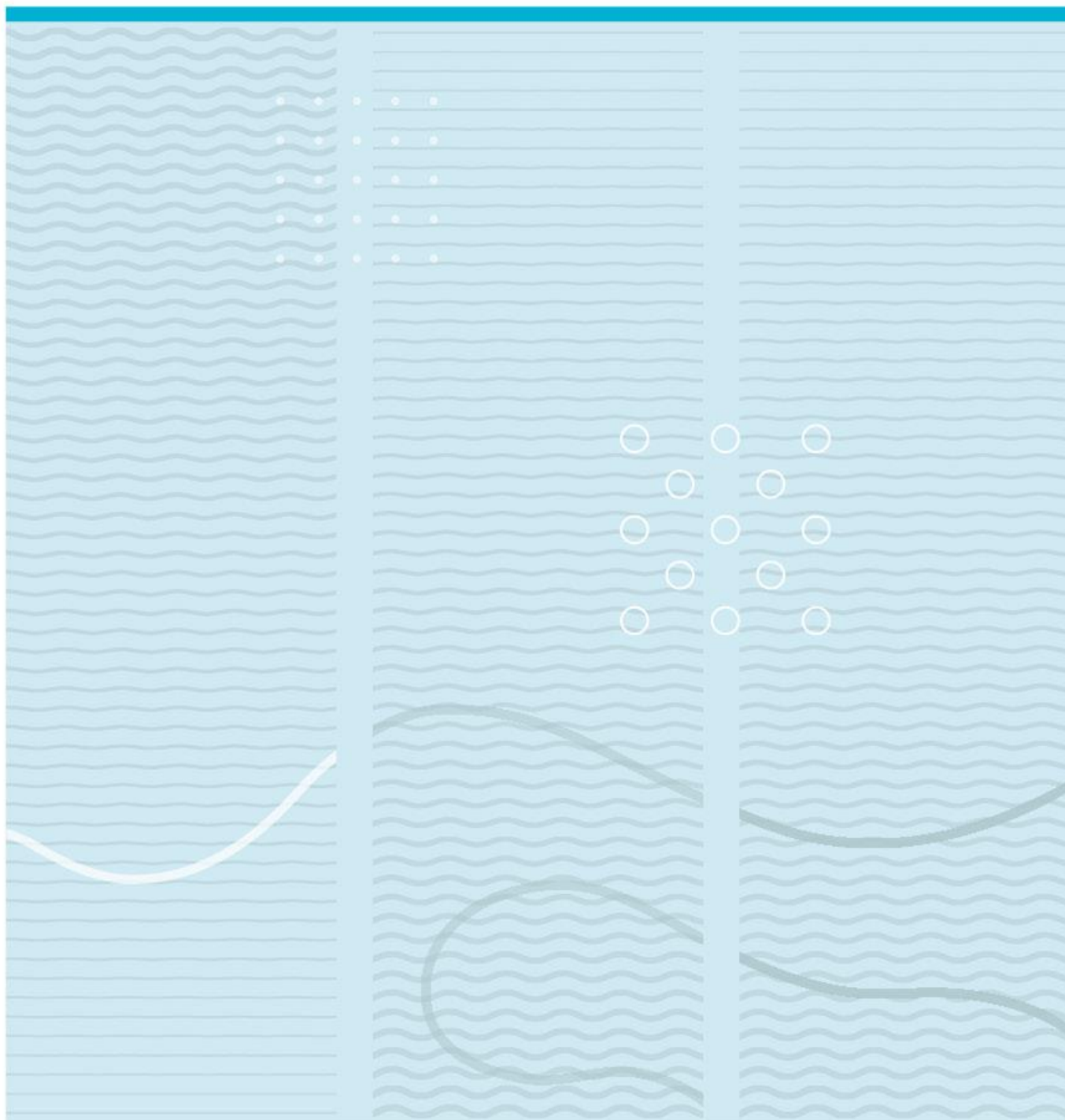


Christer Kaland

Nedsatt total treningsmengde, men opprettholdt mengde høyintensiv aerob intervalltrening; effekt på maksimalt oksygenopptak og prestasjon hos en skiskytter på internasjonalt nivå.

Dette er en Case-studie



Universitetet i Sørøst-Norge
Fakultet for Allmennvitenskapelige fag
Institutt for Kroppsøving-, idretts- og friluftslivsfag
Postboks 235
3603 Kongsberg

<http://www.usn.no>

© 2019 Christer Kaland

Denne avhandlingen representerer 60 studiepoeng

Sammendrag

Formål: Formålet var å se på hvilken effekt forholdet mellom total treningsmengde, andel moderat trening og andel high aerobic intensity interval training (HAIT) hadde på det maksimale oksygenopptaket (VO_{2max}) og en prestasjonstest på rulleski i rulleskiløype (TT) hos en internasjonalt konkurrerende skiskytter. **Metode:** Dette case-studie fulgte treningen til en enkelt mannlig internasjonalt konkurrerende skiskytter gjennom et halvt år. I tillegg gjennomførte forsøkspersonen en bolk på 10 økter med 8·4 minutters løpsintervall på 90 – 95 % av maksimal hjerterefrekvens (Hf_{max}), med 3 minutter aktiv pause på 70 % av Hf_{max} over 15 dager. Treningen i perioden mai – oktober ble registrert for å se hvordan mengde moderat trening og mengde HAIT påvirker prestasjonen i skiskyting. Det ble gjennomført tester av VO_{2max} etter RAMP-protokoll og en 6.58km prestasjonstest skøyting i rulleskiløype. Testene ble gjennomført medio juni, samt pre- og post – HAIT-periode (september/oktober). **Resultat:** Total treningsmengde i perioden mai 18 til september 18 ble redusert med 16 %, mens mengden med HAIT ble opprettholdt, uten en reduksjon av VO_{2max} . HAIT-trening med 10 økter på 15 dager økte VO_{2max} med 2.7 % og forbedret prestasjonen på rulleski skøyting med 7.2 %. **Konklusjon:** Det var mulig å opprettholde VO_{2max} med en redusert mengde moderat trening, så lenge mengden HAIT ble opprettholdt. Det var også mulig å øke VO_{2max} og forbedre prestasjonen på rulleski skøyting med en intensiv periode med økt mengde HAIT og en ytterlig reduksjon i mengde moderat trening.

Forord

Først og fremst vil jeg takke Nina for at du har holdt fortet hjemme mens jeg har jobbet med masteroppgaven. Øyvind Støren, uten deg hadde ikke dette vært mulig, du fikk meg interessert i fysiologi og har vært en god veileder og samtalepartner gjennom mange år med studier. Til slutt vil jeg rette en takk til forsøkspersonen som stilte opp slikt at det var mulig for meg å gjennomføre studiet.

Bø i Telemark 20.05.2019

Christer Kaland

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	3
Forord	4
Innholdsfortegnelse	5
1 Teori	6
1.1 Aerob Energifrigjøring	7
1.2 Faktorer som påvirker en aerob utholdenhetsprestasjon	8
1.2.1 Maksimalt oksygenopptak	8
1.2.2 Arbeidsøkonomi	11
1.2.3 Laktatterskel	12
1.2.4 Utnyttingsgrad	13
2 Bakgrunn for problemstilling	14
2.1 Problemstillinger	17
3 Metode	18
3.1 Forsøksperson	18
3.2 Testprotokoll	18
3.2.1 Test av maksimalt oksygenopptak (VO_{2max}) løping	19
3.2.2 Prestasjonstest i rulleskiløype	20
3.3 Trening i perioden mai-september	20
3.4 Trening i HAIT – bolk (september/oktober)	21
3.5 Statistiske analyser	21
3.6 Allometrisk skalering	21
4 Resultater	23
5 Diskusjon	26
5.1 Styrker og svakheter ved studiet	29
6 Konklusjon	33
7 Litteraturliste	34
Vedlegg	39

1 Teori

Skiskyting er en Olympisk vinteridrett som kombinerer langrenn med skyting. Man går tre til fem runder langrenn med teknikken skøyting der man veksler mellom stilartene *enkeldans*, *dobbeldans* og *padling*. Lengden på rundløypa varierer mellom 2.5 og 4 kilometer avhengig av distanse¹. Underveis i langrennet bærer skiskytteren med seg et minimum 3.5 kg tungt våpen av typen .22 Long Rifle og stopper på standplass for å skyte fem skudd liggende eller stående mellom hver runde. Avhengig av distanse skytes det to eller fire serier (Luchsinger et al., 2018; Luchsinger et al., 2019). Skiskyting er en utholdenhetsidrett som stiller svært store krav til aerob utholdenhet, uavhengig av distanse. For en seniorløper i skiskyting vil 95% eller mer av energifrigjøringen foregå aerobt (Rusko, 2003). Konkurransetid for en mannlig seniorløper vil ligge mellom 25 (sprint) og 50 (Normaldistanse) minutt avhengig av distanse (IBU, 2018). Under en konkurranses med varighet på 30 min vil 95 % eller mer av energifrigjøringen foregår aerobt (Rusko, 2003; Åstrand et al., 2003). Dette støttes av Støren et al., (2012) som viser at under en «time-trail» på sykkel med en varighet mellom 25-45 minutter vil aerob utholdenhet bestemme ca. 95 % av prestasjonen. Bergh (1982) har på bakgrunn av pulsmålinger gjort på 10 og 20 km langrenn, konkludert med at en langrennsløper sjelden er under 85% av maksimalt oksygenopptak (VO_{2max}) i løpet av en konkurranse, noe som tilsvarer omtrent 90 % av maksimal hjertefrekvens. Hvor stor den totale arbeidsbelastningen i en konkurranse er, vil variere ut ifra løypas terreng og lengden på konkurransen (Åstrand et al., 2003).

Felles for konkurranseløypene i skiskyting og langrenn er at de skal inneholde omtrent 1/3 motbakke, 1/3 flatt terreng og 1/3 nedoverbakke (Sandbakk & Holmberg, 2017). I følge Bolger et al., (2015) vil den totale løpstiden i en langrennskonkurranse være fordelt på; motbakke 55 %, flatt terreng 15-20 % og nedoverbakke 25-30 %. Under OL – sprinten i skiskyting for menn i Pyeongchang bestemte motbakke 34 %, flatt terreng 14 %, nedoverbakke 27 % og tid brukt på arena inkludert standplassopphold 25 % av den totale konkurransetiden. Tar man bort tiden brukt på arena ble konkurransetiden bestemt av motbakker 45 %, flatt terreng 19 % og nedoverbakke 36 % (Kuvås, 2019). Arbeidsintensiteten vil være gjennomgående høyere i motbakker enn på flater og i

¹ Distanser skiskyting menn senior: Mix-stafett 7,5km, Stafett 7,5km, Sprint 10km, Jaktstart 12,5km, Fellesstart 15km, Normaldistanse 20km (Norges Skiskytterforbund, 2018).

nedoverbakker (Bolger et al., 2015; Sandbakk & Holmberg, 2017).

Gjennomsnittshastigheten i distanselangrenn har økt de siste årene, eksempelvis har den totale hastigheten under en 15-km økt med 5 til 8 %. Dette kan forklares med at raskere ski og nye konkurranseformer setter høyere krav til anaerob utholdenhet, styrke, teknikk og hurtighet (Losnegard, 2013). En langrennsløper skifter mellom de forskjellige underteknikkene flere hundre ganger i løpet av en konkurranse (Sandbakk & Holmberg, 2017), hvilket sannsynligvis også vil være gjeldende for skiskyting.

1.1 Aerob Energifrigjøring

Under den aerobe energifrigjøringen, blir glykogen og fett brutt ned og frigjør energi som igjen brukes til å koble adenosindifosfat (ADP) og fritt uorganisk fosfat, og dermed danne adenosintrifosfat (ATP) (McArdle et al., 1994; Sand et al., 2001; Åstrand et al., 2003). ATP-molekylet er bygd opp av adenin, ribose og tre fosfatgrupper (Sand et al., 2001). Det er bindingene mellom fosfatgruppene som er energirike, og spaltningen av den siste fosfatgruppen gir energi, som igjen kan utnyttes til å skape bevegelse. Når bindingen mellom de to siste fosfatgruppene spaltes, frigjøres det nok energi til at myosinhodene festet på aktinfilamentet, kan skyve på aktinet og så slippe taket (McArdle et al., 1994; Sand et al., 2001; Åstrand et al., 2003). Etter spaltningen av ATP sitter vi igjen med ADP + en fri fosfatgruppe (P) (Sand et al., 2001). Den aerobe nedbrytinga av glukose kan deles inn i tre trinn, *Glykolysen, sitronsyresyklusen og elektrontransportkjeden*. Første trinn er glykolysen, som foregår i cellas cytosol. Etter en rekke reaksjoner sitter vi igjen med ATP, NAD-2H (reduert koenzym) og pyrodruesyre. Dette foregår anaerobt (McArdle et al., 1994; Sand et al., 2001; Åstrand et al., 2003). Pyrodruesyra inneholder det meste av energien som var lagra i glukosemolekylene. Denne energien kan frigjøres gjennom en rekke reaksjoner dersom cellene har tilgang på oksygen (Sand et al., 2001). I denne sitronsyresyklusen blir det produsert karbondioksid (CO₂) og hydrogen (H⁺). CO₂ blir fraktet til lungene og ventilert ut, mens H⁺ fester seg til koenzymene FAD og NAD og fraktes lengre inn i mitokondriets membran. Siste ledd i nedbrytinga av glukose kalles elektrontransportkjeden. I elektrontransportkjeden spaltes elektroner og protoner. Elektronene gjennomgår en rekke reaksjoner som frigjør energi, og som fører til at ADP blir fosforlyert slik at nytt ATP blir dannet. Overskuddet av H⁺ binder seg til oksygen (O₂) og det dannes vann. Ved for liten tilgang på O₂ vil prosessen stoppe opp grunnet

opphopning av H^+ . Denne siste prosessen kalles også oksidativ fosforylering (Hoffman, 2002; Åstrand et al., 2003).

1.2 Faktorer som påvirker en aerob utholdenhetsprestasjon

Det er flere faktorer som påvirker en utholdenhetsprestasjon. Pate & Kriska (1984) og di Prampero (2003) har utviklet formler for hva som er avgjørende for å prestere i utholdenhetsidretter. De viser at VO_{2max} (aerob kapasitet), anaerob kapasitet, arbeidsøkonomi og utnyttingsgrad i stor grad er avgjørende for prestasjonen. Varigheten på konkurransene gjør at den anaerobe kapasiteten vil spille liten rolle sett i forhold til den aerobe kapasiteten når det gjelder å prestere i skiskyting (Hoffman & Clifford, 1992, Rusko, 2003, Åstrand et al., 2003). Til tross for dette, kan anaerob kapasitet spille en viktig rolle under en konkurranse, fordi etterspørselen etter oksygen kan overstige det maksimale oksygenopptaket, i korte eksplosive bakker, rykk og ved spurt. I motsetning til løping kan man i skiskyting bruke nedoverbakkene og lettere terreng til å hente seg inn igjen. (Hoffman & Clifford, 1992; Rusko, 2003, Bolger et al., 2015; Sandbakk & Holmberg, 2017). Formlene til Pate & Kriska og di Prampero (2003) viser at den som har det høyeste maksimale oksygenopptaket (VO_{2max}), som klarer å ligge på den høyeste prosentandelen av VO_{2max} (utnyttingsgrad) over tid, og har det laveste oksygenforbruket per meter tilbakelagt (arbeidsøkonomi), mest sannsynlig vil prestere best i en utholdenhetskonkurranse (Foster & Lucia, 2007; Støa et al, 2010). Det er en utbredt enighet at VO_{2max} er den viktigste enkeltfaktoren for gode utholdenhetsprestasjoner (Conley&Krahenbuhl,1980; Basset & Howley, 2000; Rusko, 2003; Åstrand et al., 2003; Helgerud et al., 2007; Foster & Lucia, 2007; Levine, 2008). Imidlertid vil arbeidsøkonomi få mer og mer betydning jo mer homogent et utvalg er med tanke på VO_{2max} (Støren et al 2009). Siden utnyttingsgraden er avhengig av konkurransetid, og de med høyest VO_{2max} og best arbeidsøkonomi går fortest, har utnyttingsgraden i seg selv liten betydning i konkurranser med varighet under omtrent 30 minutter (Støa et al 2010).

1.2.1 Maksimalt oksygenopptak

Maksimalt oksygenopptak (VO_{2max}) blir definert som *den høyeste mengden oksygen som kan tas opp og utnyttes av kroppen under svært krevende fysisk aktivitet* (Basset & Howley, 2000, s. 70). VO_{2max} bestemmer i stor grad gjenoppbygginga av ATP-molekylene, selv ved intensiteter opp mot det maksimale (Basset & Howley, 2000).

Kroppens evne til et høgt oksygenopptak er avhengig av både sentrale (supply) og perifere (demand) faktorer (Wagner, 2000). Fiks prinsipp sier således at oksygenopptaket er produktet av minuttvolum ganger den arteriovenøse oksygendifferansen (a-v O₂ diff) i venene (McArdle et al., 1994; Åstrand et al., 2003). a-v O₂ diff defineres som oksygeninnholdet i arterielt blod minus oksygeninnholdet i venøst blod (McArdle et al., 1994; Åstrand et al., 2003). Det vil si at supply relatert til Fiks prinsipp representerer minuttvolumet, mens demand representerer a-v O₂ diff (Åstrand et al., 2003). De sentrale faktorene har som hovedoppgave å levere oksygen til de arbeidende muskler og organer, og består av lunger, hjertet, og blod, altså respirasjons og sirkulasjonssystemene. De perifere faktorene handler om muskelfibrenes evne til å ta opp og utnytte oksygenet de blir tilbudt (Basset & Howley, 2000; Levine 2008). Anderson & Saltin (1985) viste at musklene klarer å ta opp og utnytte mer enn det oksygenet de får tilbudt ved helkroppsarbeid. Oksygenleveransen til hver enkelt muskelcelle bestemmes av hvor stor «konkurransen» om oksygenet er, altså hvor stor muskelmasse som er i aktivitet (Anderson & Saltin, 1985; Richardson et al., 1999). Begrensningen ved helkroppsarbeid synes derfor ikke å ligge på de perifere faktorene, men på leveransen og de sentrale faktorene og spesielt hjertets slagvolum ved helkroppsarbeid, selv om det også virker å være en fordel med en mitokondrisk overkapasitet (Anderson & Saltin, 1985; Basset & Howley, 2000; Helgerud et al., 2007). I følge Rusko (2003) bør en langrennsløper ha et kondisjonstall, dvs. en relativ VO_{2max} på minimum 85 ml·kg⁻¹·min⁻¹ for å kunne hevde seg internasjonalt. For å kunne utføre skøyteteknikken i langrenn og skiskyting på en hensiktsmessig og effektiv måte, må man inkludere mange av de største muskelgruppene i kroppen. Hele kroppen er i aktivitet med høy intensitet over lengre tid, altså et typisk helkroppsarbeid. Kravet til O₂ supply er derfor svært stort (Rusko, 2003; Åstrand et al., 2003). Det er vist en klar sammenheng mellom VO_{2max} og prestasjonene i langrenn (Ingjer, 1991) og løping (Støa et al., 2010).

1.2.1.1 Hjertets slagvolum

Ifølge Basset & Howley (2000) er hjertets minuttvolum den viktigste enkeltfaktoren for en høy VO_{2max}. Ved hvile vil minuttvolumet av blod være på ca. 5 liter per minutt, mens hos topptrente utholdenhetsutøvere kan det øke til mer enn 40 liter per minutt under maksimalt aerobt arbeid, noe avhengig av kroppsstørrelse (McArdle et al., 1994). Hjertets minuttvolum bestemmes av pumpefrekvens (hjertefrekvens) og blodmengden

pumpet per slag (slagvolum). Minuttvolum = Hjerterefrekvens · Slagvolum. Den maksimale hjerterefrekvensen (Hf_{max}) er ikke trenbar, hjertes slagvolum er derfor den trenbare faktoren av minuttvolumet (McArdle et al., 1994; Åstrand et al., 2003). I følge di Prampero (2003) og Basset & Howley (2000) kan 70 – 85 % av begrensningen til VO_{2max} linkes til slagvolumet. Hjerterets slagvolum bestemmes i hovedsak av endediastolsk volum (McArdle et al., 1994; Åstrand et al., 2003), og blir også påvirket av ventriklens størrelse og elastisitet og hjertermuskelens kontraksjonskraft (McArdle et al., 1994; Sand et al., 2001; Åstrand et al., 2003). Dette beskrives i Starlings hjertelov, som sier at økt blodmengde inn i ventriklene fører til økt slagvolum. For at blodet skal kunne fraktes tilbake til hjertet kreves det et stort trykk, fordi blodet fraktes mot tyngdekraften. Muskel-vene-pumpa fungerer slik at kontraksjonen av skjelettmusklene presser venene sammen, og trykket mot hjertet øker. Veneklaffene forhindrer blodet fra å renne «ned igjen» (McArdle et al., 1994; Sand et al., 2001; Åstrand et al., 2003; Wilmore & Costill, 2004).

Trening vil kunne øke den venstre ventrikkelens diameter ved endediastolen (Rusko, 2003; Åstrand et al., 2003). Ved økt blodvolum fra venesiden og inn i hjertet under diastolen strekkes muskelcellene i hjertet slik at de når sin optimale lengde, de vil da være i stand til å kontrahere med maksimal kraft (Sand et al., 2001; Åstrand et al., 2003). Dette fører til at hjertet kan jobbe mer økonomisk fordi strekkingen av hjertet øker kontraksjonskraften til hjertermusklene og øker slagvolumet, uten at den sympatiske aktiveringen og produksjonen av stresshormon øker (Rusko, 2003; Åstrand et al., 2003). For å få adaptasjoner på høyt endediastolsk blodvolum, kreves trening som stimulerer til dette. Det har derfor vist seg å være mest effektivt å trene på en så høy intensitet at sirkulasjonen og dermed naturligvis også den venøse tilbakestrømmingen er stor, noe tidligere forskning på høyintensiv aerob intervalltrening mellom 85 – 95 % av Hf_{max} har vist seg å gi (Helgerud et al., 2001; Billat et al., 2002; Rognmo et al., 2004; McMillan et al., 2005; Helgerud et al., 2007; Tjønnå et al., 2008; Breil et al., 2010; Helgerud et al., 2012; Seiler et al., 2013). Ifølge Stolt et al., (2000) har utholdenhetsutøvere omtrent 15 – 25 % større hjerterevolum sammenlignet med utrente.

1.2.1.2 Blod

Blodvolumet vil kunne være en begrensning for VO_{2max} hos skiskyttere siden hele kroppen brukes aktivt, og muskelmassen derfor konkurrerer om blodleveransen

(Anderson & Saltin, 1985; Richardson et al., 1999). Trening som innebærer helkroppsarbeid som eksempelvis skøyting på ski i motbakke, der den involverte muskelmassen er så stor at det er for lite blod til å forsyne hele den aktive muskelmassen, vil kunne gi et sterkt signal om å øke blodvolumet. Produksjonen av hormonet erythropoietin (EPO) vil da stimulere til økt produksjon av røde blodlegemer. Siden blodet er viskositetsregulert, vil flere røde blodlegemer stimulere til økt plasmaproduksjon, og nettogevinsten vil være et noe større blodvolum (Åstrand et al., 2003). Et økt blodvolum vil igjen føre til et større slagvolum fordi den venøse returen vil øke (Sand et al., 2001; Åstrand et al., 2003; Wilmore & Costill, 2004). Mengden hemoglobin i blodet har også vist seg å være av betydning for O₂-supply til de arbeidende musklene (McArdle et al., 1994; Basset & Howley., 2000; Åstrand et al., 2003).

1.2.1.3 Kapillærtetthet

En viktig forutsetning for aerobt arbeid med stor belastning over lengre tid, er at musklene får en god blodgjennomstrømning (Rusko, 2003; Åstrand et al., 2003, Wilmore & Costill, 2004). Kapillærtettheten hos godt trente utholdenhetsutøvere er 37-50 % større sammenlignet med utrente (Hoffmann, 2002). Kapillærtettheten er større i muskelfibertype I (3-4 kapillærer per muskelfiber) enn ved muskelfibertype II (2-3 kapillærer per muskelfiber) (Hoffman, 2002). Utholdenhetstrening over tid vil kunne øke kapillærtettheten med mellom 15 % (Hoffman, 2002; Wilmore & Costill, 2004) og 20 % (Klausen et al., 1981). En økning i kapillærtettheten er en viktig effekt av utholdenhetstrening fordi oksygendiffusjonen mellom kapillærer og mitokondrier vil bli bedre (Wilmore & Costil, 2004).

1.2.2 Arbeidsøkonomi

Arbeidsøkonomi blir ofte definert som steady-state VO₂ ved en gitt belastning. Ved å måle oksygenopptak og dele på hastighet eller arbeid, får man et resultat på oksygenforbruk per distanse forflyttet eller for eksempel per watt (Bahr et al., 1991; Conley & Krahenbuhl, 1980). Siden oksygenforbruk indirekte representerer energiforbruk, kan man si at arbeidsøkonomi er den energikostnaden som kreves for å flytte kropp og utstyr en gitt distanse (Rusko, 2003; Kent, 2006). Arbeidsøkonomi og

teknikk er to begreper som henger tett sammen. Kent (2006:505) definerer god teknikk som «*et mønster av bevegelser som er hensiktsmessige for å løse en bevegelsesoppgave med utgangspunkt i fysiske forutsetninger og varierende ytre forhold*». Teknikken bør være så effektiv som mulig, «*timinga*» bør være mest mulig lik mellom de arbeidende kroppsdelene og underlaget, samtidig som «*posisjonen*» mellom kroppsdelene er riktig. Klarer man å få en så god timing som mulig med gode posisjoner vil utgangspunktet for en effektiv teknikk være til stede (Holmberg et al., 2005). Ved lik VO_{2max} og utnyttingsgrad, vil man ved å forbedre arbeidsøkonomien kunne utføre et gitt ytre arbeid med et lavere indre energiforbruk enn tidligere (Støren et al., 2008). Under eksempelvis en normaldistanse (20 km), vil man kunne holde høyere snittfart eller kunne gå like fort på et lavere energiforbruk, som en følge av en bedret arbeidsøkonomi (Åstrand et al., 2003). Antall bevegelsespesifikke repetisjoner har vist seg å være av betydning for arbeidsøkonomien (Helgerud et al., 2001; McMillan et al., 2005). eksempelvis viste Scrimgeour et al., (1986) at de som løper over 100 km i uka har bedre arbeidsøkonomi enn de som løper under 100 km i uka. Andre studier har også vist en bedring av arbeidsøkonomi i utholdenhetsidretter som langrenn (steking) (Hoff et al., 2002), løping (Støren et al., 2008) og sykkel (Sunde et al., 2010) ved å trene maksimal styrketrening.

1.2.3 Laktatterskel

Laktatterskel er det høyeste intensitetsnivået, der det er likevekt mellom produksjon og eliminasjon av laktat (Hoffmann, 2002; Rusko, 2003; Åstrand et al., 2003; Wilmore & Costill, 2004; Kent, 2006). Laktatterskelen vil sannsynligvis ligge på en relativt fast prosent av det maksimale oksygenopptaket (Bangsbo, 1994; Helgerud et al., 2001). Ifølge Helgerud et al., (2007) vil laktatterskelen hos godt trente ligge på ca 85% av VO_{2max} ved løping. Laktatterskelen er imidlertid relativt individuell (Åstrand et al., 2003). Ved å øke VO_{2max} , eller bedre arbeidsøkonomien, vil man kunne heve terskelfarten (Bangsbo, 1994; Helgerud et al., 2001) selv om terskelen i prosent av VO_{2max} er den samme. Jeg har ikke funnet noen studier som har vist at trening kan gi en bedring av laktatterskel i prosent av VO_{2max} , men tidligere studier har vist at man kan bedre farten man har på laktatterskel (Evertsen et al., 2001; Helgerud et al., 2001; Helgerud et al., 2007; Støren et al., 2012).

1.2.4 Utnyttingsgrad

Utnyttingsgrad vil si den gjennomsnittlige prosenten av det VO_{2max} en utøver klarer å ligge på i løpet av en konkurranse (Åstrand et al., 2003). Hvor lenge konkurransen varer har mye å si for hvor høy utnyttingsgraden er. Eliteløpere vil kunne ligge på en utnyttingsgrad opp mot hundre prosent av VO_{2max} ved arbeidstid opp til femten minutter (Åstrand et al., 2003; Støa et al, 2010). Ved løpskonkurranser på 5 km vil utnyttingsgraden være mellom 92 – 98 % av VO_{2max} og ved maraton (42.2 km) vil utnyttingsgraden ligge mellom 80 – 87 % av VO_{2max} hos eliteutøvere. Utnyttingsgraden vil synke ytterligere ved lengre distanser (Davies & Thompson, 1979). Ifølge Støa et al., (2010) vil ikke utnyttingsgraden være av avgjørende betydning for en konkurransestid på 30 minutter eller mindre for eliteutøvere i løping. Konkurransetiden i skiskyting ligger som nevnt tidligere mellom 25 og 50 minutt (IBU, 2018). Det vil være nærliggende å tro at utnyttingsgraden derfor vil spille en mindre rolle for prestasjonen i langrennssporet og under en skiskytterkonkurranse, på grunn av varigheten på konkurransen, og «pausene» man har under skyting. De beste, dvs. de med høyest VO_{2max} og best arbeidsøkonomi vil bruke kortest tid, og kortest tid vil gi best utnyttingsgrad (Støa et al 2010).

2 Bakgrunn for problemstilling

Lucia et al., (2002) spekulerer i at profesjonelle syklistar har god arbeidsøkonomi som en følge av at de har store treningsmengder på sykkel. Samme studie viser også at arbeidsøkonomi og laktatterskel kan være viktigere enn VO_{2max} for å bestemme utholdenhetsprestasjoner på sykkel, vel å merke i et svært homogent materiale med tanke på VO_{2max} . Scrimgeour et al., (1986) har vist gjennom sin kartleggingsstudie at maratonløpere som løper over 100 km i uka har bedre arbeidsøkonomi enn de som løper under 100 km i uka. Et spørsmål man kan stille seg her, er om de ville hatt bedre arbeidsøkonomi om de løper over 200 km i uka? Pollock (1977) viste at langdistanseløpere har bedre arbeidsøkonomi enn mellomdistanseløpere ved hastigheter under 19 km/t. Valg av bevegelsesform kan ha stor betydning også for utviklingen av bevegelsesspesifikk VO_{2max} . Magel et al (1975) viste at 10 uker med høyintensiv aerob intervalltrening i svømming ga en forbedring av VO_{2max} med 11 % i svømming, mens de samme forsøkspersonene kun forbedret VO_{2max} med 1.5 % på løp. På bakgrunn av dette vil det være naturlig å tenke at hovedvekten av treningen bør foregå i så konkurranselik bevegelsesform og hastighet som mulig. På den annen side viste en case-studie av en elitesyklist (Støren et al 2012) at intervalltrening utført som løping også ga stor fremgang i VO_{2max} i sykling. En stor del av barmarkstreningen i skiskyting vil foregå i andre bevegelsesformer enn skøyting, dette skyldes i stor grad mangelen av snø i sommerhalvåret (Kuvås, 2019). I tillegg til rulleski som er en veldig konkurranselik bevegelsesform, vil en stor del av barmarkstreningen til langrennsløpere og skiskyttere foregår som løping, løp med staver, skigang og elghufs. Dette vil kunne gi en like stor eller større belastning på det kardiovaskulære system sammenlignet med skøyting på ski (Rusko, 2003).

Farten i langrennssporet forklarer 72 – 74 % forskjellen på prestasjon mellom nr.1 og nr.10 under en verdenscup-sprint i skiskyting (Luchsinger et al., 2018). Hele 86 % av prestasjonen på en 3000m løp kan bestemmes av VO_{2max} og løpsøkonomi (Støren et al 2009). Av dette bestemmes 73 % av prestasjonen av VO_{2max} (Støren, 2009). Dette indikerer at hovedvekten av treningen for en utholdenhetsutøver som en skiskytter bør ta sikte på å øke VO_{2max} , som igjen vil føre til at hastigheten i langrennssporet trolig vil øke.

Tradisjonelt foregår hovedvekten av langrenn og skiskyttertrening ved moderat til lav intensitet. Norske verdensmestere i langrenn har tradisjonelt trent mellom 750 – 900 timer i året (Sandbakk et al., 2017), dette sammenfaller med skiskyting der de beste norske seniorutøvere har mellom 700 – 900 timer med fysisk trening i året (Kuvås, 2019). Seiler og Kjerland (2006) viste i sin studie at omtrent 75 % av den totale treningsmengden til juniorutøvere i langrenn ligger på ca. 65 % av VO_{2max} . Olympiatoppen anbefaler skiskyttere som skal prestere på et høyt internasjonalt nivå å gjennomføre omtrent 80 % av utholdenhetstreninga med en intensitet tilsvarende 60 – 72 % av Hf_{max} (Tønnesen & Rønnestad, 2018). Til tross for dette har mange studier på alt fra hjertepasienter, studenter, fotballspillere og elite maratonløpere vist at high aerobic intensity interval training (HAIT) på 85 – 95 % av Hf_{max} er mer effektiv for å øke VO_{2max} enn trening med moderat og lav intensitet. (Helgerud et al., 2001; Billat et al., 2002; Rognmo et al., 2004; McMillan et al., 2005; Helgerud et al., 2007; Tjønnå et al., 2008). Store treningsmengder moderat trening kombinert med store mengder HAIT kan føre til overtreningstendenser. Ved å gjennomføre tre eller flere HAIT-økter i uka kombinert med fortsatt opprettholdt mengde lav til moderat trening viste Billat et al., (1999) at mellom- og langdistanseløpere kunne oppleve tendenser til overtrening. På bakgrunn av dette kan det være lurt å redusere total treningsmengde i perioder med økt mengde HAIT.

Breil et al (2010) viste at unge alpinister kunne forbedre VO_{2max} med 7.5 %, ved å trene 15 økter med 4·4 minutts høyintensive aerobe intervaller (90 – 95 % av Hf_{max}) med 3 min pause (70 % av Hf_{max}) på 11 dager, uten tendenser til overtrening.

Støren et al., (2012) gjennomførte en case-studie på en elitesyklist der de undersøkte virkningen av HAIT med redusert treningsmengde vil ha på VO_{2max} og en prestasjonstest på sykkel (TT). Det ble gjennomført to perioder med stor hyppighet av HAIT. Periode en hadde 14 HAIT-økter på 9 dager, og periode to hadde 15 HAIT-økter på 10 dager, HAIT-øktene i begge periodene ble utført som løping. Periodene ble gjennomført med omtrent to måneders mellomrom. Mellom periodene ble det gjennomført tre sykkeløkter med HAIT i uka. HAIT ble utført som 4·4 minutts intervall på 90 – 95 % av Hf_{max} med tre minutt aktiv pause på 70 % av Hf_{max} . Det månedlige treningsvolumet ble redusert med 10 % og mengden HAIT ble økt fra 4 til 7 % i forsøksperioden. VO_{2max} økte med 10.5 % på sykkel og TT ble forbedret med 14.9 %.

Seiler et al., (2013). sammenlignet effekten av tre forskjellige typer høyintensiv aerob intervalltrening 4·4 min, 4·8 min og 4·16 min 2 ganger i uka. Studien ble utført på trente syklister ($VO_{2peak} 52 \pm 6 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). Intervallene ble gjennomført med en intensitet mellom 88 og 94 % av Hf_{peak} (høyeste målte hjerterefrekvens). Det viste seg at gruppa som gjennomførte 4·8 minutts intervalltrening fikk signifikant bedre økning i VO_{2peak} enn de to andre gruppene. Seiler et al., (2013) konkluderte med at 32 minutter (4·8 min) i totalt dragtid på omtrent 90 % av Hf_{max} viste seg å være optimalt for å øke VO_{2max} , forbedre laktatterskelen og øke tiden til utmattelse.

Forbedringer i VO_{2max} kan linkes direkte til intensitet, varighet og hyppigheten av trening (Pollock, 1977). Treningen har blitt anbefalt å være såpass lang at man belaster VO_2 , minuttvolum (slagvolum · hjerterefrekvens) og ventilasjon nært maksimale verdier i minst 15 til 30 minutter (Rusko, 2003). Slagvolumet øker i takt med hjerterefrekvensen fram til en intensitet tilsvarende 40 til 50 % av VO_{2max} hos utrente, og opp til 100 % av VO_{2max} hos svært godt trente utholdenhetsutøvere (Zhou et al., 2001; Åstrand et al., 2003). Treningsintensiteten må således være høy nok for å trene det maksimale slagvolumet (Zhou et al., 2001; Helgerud et al., 2001; Billat et al., 2002; Rusko, 2003, Åstrand et al., 2003; McMillan et al., 2005; Helgerud et al., 2007). For å gi gunstige treningstilpasninger til hjertet på en god måte vil det derfor være viktig at man har en høy puls og et høyt slagvolum, noe som nødvendigvis fører til et høyt minuttvolum og en stor venøs tilbakestrømming (Rognmo et al., 2004; Tjønnå et al., 2008). Den laveste treningsintensiteten som har vist en positiv innvirkning det VO_{2max} og laktatterskel, er omtrent 55 til 65% av Hf_{max} på utrente (Åstrand et al., 2003). Imidlertid synes det som om trente utøvere må ha en belastning på minimum 80 % av VO_{2max} tilsvarende 85 % av Hf_{max} for at minuttvolumet skal være stort nok til å gi en økning i VO_{2max} (Helgerud et al., 2007). Tidligere studier har vist at man kan forvente en forbedring av VO_{2max} per økt på mellom 0.3 % hos godt trente studenter (Helgerud et al., 2007), 0.35 % elitesyklist (Støren et al., 2012) og 0.5 % hos fotballspillere (McMillan et al., 2005) og alpinister (Breil et al., 2010) ved 4·4min høyintensiv intervalltrening på 90 – 95 % av Hf_{max} .

På bakgrunn av dette ønsket jeg derfor å se på forholdet mellom total treningsmengde og treningsmengde med HAIT hos en eliteutøver i skiskyting, og kom frem til følgende problemstillinger:

2.1 Problemstillinger

Langsiktig:

«Hvilken effekt hadde oppretthold treningsmengde med høy aerob intensitet, men redusert treningsmengde med lav til moderat aerob intensitet på VO_{2max} og prestasjon i skiskyting?»

Akutt:

«Hvilken effekt hadde 10 høyintensive aerobe intervalløkter med 8·4 min på 90 – 95 % av Hf_{max} på 15 dager på VO_{2max} og prestasjonstest skøyting i en rullerulleskiløype?»

3 Metode

Formålet med studiet var dels å se på hvordan effekten av redusert total treningsmengde, med opprettholdt mengde HAIT gjennom et halvt år har på VO_{2max} og prestasjonen i skiskyting. Videre å se på akutteffekten av en intensiv HAIT-bolk på VO_{2max} og prestasjon på rulleski skøyting. Dette var en case-studie på en enkelt person, der det således ikke ville være mulig å generalisere funnene.

3.1 Forsøksperson

Forsøksperson (FP) var en 24 år gammel aktiv mannlig skiskytter. Han var 184 cm høy hadde en vekt på omtrent 73 – 74 kilogram. Han har drevet aktivt med skiskyting i mange år og har mange gode resultater. FP har deltatt og hatt mange gode plasseringer i junior-VM og IBU-cup i skiskyting. FP ble rekruttert gjennom muntlig forespørsel. FP hadde ingen kjente ventilatoriske begrensninger, og brukte da heller ikke noen medisiner mot luftveisrestriksjoner. Før testing startet mottok og signerte FP et informasjons- og samtykkeskjema (vedlegg 3) om å være med i studiet, der underskriften bekreftet at han hadde forstått hva studien og testene innebar. Det ble fylt ut et egenerklæringsskjema (vedlegg 2) for å gi testpersonell en oversikt over helsetilstand og sykdomshistorikk, slik at eventuelle tilpasninger kunne bli gjort under testene, samtidig som man sikret at helsetilstanden tillot deltakelse i studiet. Studiet er godkjent av Norsk Senter for Forskningsdata (NSD) ref. 280727.

3.2 Testprotokoll

Det ble gjennomført to tester, VO_{2max} test løping og prestasjonstest i rulleskiløype. Testene ble gjennomført tre ganger; i midten av juni, i slutten av september (pre-HAIT) og i midten av oktober (post-HAIT). Test av VO_{2max} ble gjennomført ved idrettsfysiologisk testlaboratorium ved Universitet i Sørøst-Norge, avdeling Bø i Telemark. Prestasjonstest på rulleski ble gjennomført i en rulleskiløype på Nordbøåsen i Bø i Telemark, en kort biltur fra testlaboratoriet. FP ble i forkant av testene informert om hvilke tester som skulle gjennomføres og framgangsmåte. FP hadde ikke drevet hard fysisk aktivitet eller drukket alkohol de siste 48 timene før test. Siste måltid ble inntatt minst 2 timer før VO_{2max} test. På de tre testdagene ble VO_{2max} test gjennomført ca. klokka 10.00 og prestasjonstesten i rulleskiløype startet to timer etter endt VO_{2max} test. Etter VO_{2max} test hadde FP 10 minutt nedjogging. Matinntak mellom testene måtte være

inntatt minst en time før start av prestasjonstest i rulleskiløype. FP var godt kjent med prosedyrene for gjennomføring av testene, hadde gjennomført tilsvarende tester før, det ble derfor ikke gjennomført tilvenningsøkter i forkant av første test. For å registrere gjennomført trening og kontrollere puls under testene ble det benyttet en Garmin Forerunner 920XT (Garmin Ltd. Kansas, USA).

3.2.1 Test av maksimalt oksygenopptak (VO_{2max}) løping.

VO_{2max} test ble utført på tredemølle (Woodway PPS55, Waukesha, WI, USA). I forkant av testen ble det gjennomført en oppvarmingsdel på 15 min. Oppvarminga var egenstyrt, men FP ble anbefalt å legge inn en kort periode med middels til høy intensitet (omtrent 1 min), for å være best mulig forberedt. Etter endt oppvarming ble utøver veid, og testleder monterte tilpasset maske (Hans Rudolph ink. Kansas USA). Testleder gikk videre gjennom testprosedyrene en siste gang. Tredemøllen ble justert til den fastsatte stigninga på 10.5 % og utgangshastigheten ble satt til 10 km/h. Testen ble gjennomført som en RAMP-utmattelsestest, som innenbærer en fast økning av belastning fram til utmattelse. Hastigheten på tredemølla ble økt med 0.5 km/t for hvert 30 sekund uavhengig av forsøkspersonens utmattelsesgrad. Testen ble avsluttet ved utmattelse. Ved å utføre testen etter RAMP-protokoll var det mulig å måle og sammenligne tid til utmattelse. Tid til utmattelse ble registrert ved å bruke stoppeklokke. Hjerterefrekvens, hastighet på tredemølle, puls, VO_2 , sluttid, slutfart og RER ble registret på eget skjema. Etter endt test ble FP umiddelbart spurt om hvor på Borgs skala han lå, dette for å sikre at testen ble avsluttet ved utmattelse. Følgende kriterier ble brukt for å vurdere om FP hadde tatt seg helt ut, og om VO_{2max} var reel: Borgsskala ≥ 18 , $H_f \geq 95 \% H_{fmax}$, $RER \leq 1,1$ og en eventuell avflating av VO_2 kurven. Målinger av oksygenopptaket ble gjort med en Cortex Metalyzer II (CORTEX Biophysik GmbH, Leipzig, Germany). Apparatet måler oksygenopptaket hvert tiende sekund (mixekammer), og produsenten opererer med en måleunøyaktighet på $\pm 3 \%$. Test-retest – målinger ved idrettsfysiologisk testlaboratorium ved Universitet i Sørøst-Norge, avdeling Bø i Telemark viser imidlertid at måleunøyaktigheten (standard error) er på mindre enn $\pm 1 \%$. I forkant av testene ble Cortex Metalyzer II klargjort til bruk; kalibrering av gass (ambient 20.93%, fabrikk-gass 24 / 16% og volumkalibrering ved bruk av en 3 L kalibreringspumpe fra Hans Rudolph Ink. (Kansas, USA)).

3.2.2 Prestasjonstest i rulleskiløype

Prestasjonstesten på rulleski ble gjennomført med en total lengde på 6.58 km. Det ble gått 7 runder i en 940 meter lang rulleskiløype med kupert terreng. Løypa ble markert med kjepler for å forsikre at det ble gått like langt på alle testene. FP benyttet sine egne rulleski med 2'er hjul. Rulleskiene som ble benyttet er av typen IDT Skate Elite Herre RM2 (Lena, Norway), og har en lengde på 71,5 cm og en vekt på 860 g uten binding. Produsenten opplyser at lengden på rulleskiene skal gi en mer riktig skifølelse i motsetning til kortere ski (IDTsports.com, u.d). Før testene gjennomførte FP omtrent 20 min oppvarming. Det ble ikke gjennomført sekundering eller tekniske tilbakemeldinger underveis i testen. Det ble kun gitt verbal oppmuntring og beskjed om hvor mange runder som var igjen. Det ble brukt eget registrerings skjema for værforhold, dagsform, temperatur og tid brukt på prestasjonstesten. For å kontrollere at prestasjonstestene ble gjennomført under mest mulig like forhold, ble det i forkant av testene gjennomført en rulletest. Rulletesten ble gjennomført i en slak nedoverbakke over en distanse på 46.64 meter. Det ble brukt fotoceller (Ergo Test Innovation, Porsgrunn, Norway) for å måle tid. Rulletesten ble gjennomført fem ganger, og gjennomsnittet av testene ble brukt som resultat. Det viste seg å være stor forskjell i rullemotstand som en følge av forskjeller i temperatur, og resultatene ble korrigert i forhold til dette. Rullemotstandsresultatene ble validert mot tilsvarende målinger foretatt ved Universitet i Sørøst-Norge avdeling Bø i forbindelse med et større langrennsprosjekt (vedlegg 4).

3.3 Trening i perioden mai-september

FP har registrert gjennomført trening med utgangspunkt i Olympiatoppens intensitetsskala (tabell 1). Gjennomført trening blir presentert som «moderat trening» (sone 1-3) og HAIT (sone 4-5). Ved å presentere gjennomført trening på denne måten, er man sikker på at gjennomført HAIT vil være over de 85 % av $H_{f_{max}}$ som Helgerud et al., (2007) mener er minimumsbelastninga for å kunne øke VO_{2max} hos godt trente. Trening ble ført som faktisk gjennomført trening, og ikke intendert trening. FP gjennomførte trening etter ønske, med fokus på redusert mengde, men opprettholdt HAIT.

Tabell 1: Olympiatoppens intensitetsskala (Sandbakk et al., 2017:126)

Intensitetssone	% av Hf_{max}
1	60 – 72%
2	72 – 82%
3	82 - 87%
4	87 - 92 %
5	92 - 97%

Hf_{max} , maksimal hjerterefrekvens

3.4 Trening i HAIT – bolk (september/oktober)

Treninga ble gjennomført som løping på tredemølle, med en stigning mellom 10 og 11 % og en fart mellom 11 og 13 km/h. Ved å trene i motbakke trenger ikke farten være veldig høy for å oppnå en høy puls og høyt slagvolum under treningen (Rusko, 2003). Det ble gjennomført 10 økter med 8·4 minutters løpsintervall på 90 – 95 % av Hf_{max} med 3 minutter aktiv pause på 70 % av Hf_{max} over 15 dager. Første HAIT-økt ble gjennomført første dag etter pretest. I løpet av de 15 dagene hadde FP 5 dager med rolig trening eller treningsfri, det ble heller ikke gjennomført mer enn 3 HAIT-økter på rad uten hviledag. Hver treningsøkt starta med omtrent 15 minutters oppvarming og sluttet med omtrent 10 minutters nedjogging. FP førte treningsdagbok for hele HAIT-perioden. Etter endt HAIT-periode gjennomførte FP 6 dager med lett til moderat trening. Treningsdagbok for HAIT-periode er presentert i vedlegg 1.

3.5 Statistiske analyser

Dette er en case-studie over en kort periode, alle data er derfor kun presentert deskriptivt.

3.6 Allometrisk skalering

Størrelsen på energiforbruket som kreves for å forflytte kroppsvekta er avhengig av bevegelsesformen (Bergh, 1987). Verdier for FP sitt maksimale oksygenopptak (VO_{2max}) er uttrykt som $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ og $ml \cdot kg^{-0,75} \cdot min^{-1}$. Grunnen til at de ulike uttrykksmåtene er valgt, er for å ta bedre hensyn til deltakernes kroppsvekt når prestasjon og VO_{2max} skal ses i sammenheng. I følge Chamari et al., (2005) kan VO_{2max} uttrykt i $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ favorisere utøvere med lav kroppsvekt, når det skal ses i sammenheng med prestasjon, fordi oksygenopptaket per kilogram ikke øker proporsjonalt med kroppsvekta. Åstrand et al., (2003) foreslår derfor å se VO_{2max} i

forhold til kroppsvekt. For å få en mer presis vurdering av VO_{2max} i forhold til idretten som utøves anbefaler Chamari et al., (2005) at en bruker en verdi som er skalert ut fra kroppsmassen som skal forflyttes. For å gjøre dette på en best mulig måte foreslår Bergh et al., (1991) at VO_{2max} målt ved løping bør opphøyres i 0,75.

4 Resultater

FP trente totalt 40920 min i sesongen 2017 – 2018, med en treningsfordeling på omtrent 94.4 % moderat trening og 5.6 % HAIT. Deskriptivt total treningsmengde er presentert i tabell 2, for å kunne sammenligne gjennomført trening per uke se tabell 3.

Tabell 2: Total treningsmengde gjennomført.

	Ses. 17-18	Mai 18	Jun – Sept 18	Bolk tot.	Bolk (HAIT)
MOD (min.)	38640	3564	11150	1454	1019
HAIT (min.)	2280	161	829	154	154

Alle resultater er oppgitt i minutter. MOD, moderat intensitet (Intensitetszone 1-3). HAIT, høy intensiv aerob intervalltrening (intensitetszone 4-5). Ses, sesongen. Min, minutter. Bolk tot. (10 HAIT-økter på 15 dager, inkl. 6 rolige dager) Bolk (HAIT), Bolk tot. eksklusive de 6 rolige dagene.

Det ukentlige treningsvolumet i sesongen 17 – 18 og mai 18 ble redusert med omtrent 16 % sammenlignet med perioden mellom juni til september 18. Mengden HAIT i sesongen 17-18 og juni til september 18 var omtrent lik (ca. 3 % økning), mens mengden moderat trening ble redusert med omtrent 18 % i samme periode. I løpet av hele HAIT-perioden (Bolk tot.) kan vi se at mengden moderat trening falt ytterligere, med omtrent 42 % sammenlignet med sesongen 17 – 18. Mengden HAIT i samme periode var omtrent 7 % høyere sammenlignet med sesongen 17 – 18. Tar man bort de seks rolige dagene mellom siste økt i HAIT-periode og posttest (Bolk (HAIT)) har mengden HAIT økt med omtrent 51 % sammenlignet med sesongen 17 – 18.

Tabell 3: Total treningsmengde omregnet til minutter per uke.

	Ses. 17-18	Mai 18	Jun – Sept 18	Bolk tot.	Bolk (HAIT)
MOD (min.)	807,4	804,8	661,4	464,7	475,5
HAIT (min.)	47,6	36,4	49,2	51,3	71,8

Alle resultater er oppgitt i minutter. MOD, moderat intensitet (Intensitetszone 1-3). HAIT, høy intensiv aerob intervalltrening (intensitetszone 4-5). Ses, sesongen. Min, minutter. Bolk tot. (10 HAIT-økter på 15 dager, inkl. 6 rolige dager) Bolk (HAIT), Bolk tot. eksklusive de 6 rolige dagene.

Det ble ikke vist noen forbedring av prestasjon mellom juni og pre HAIT. VO_{2max} ble redusert med 0.86 %, tid til utmattelse falt med 1.4 % og tid brukt på prestasjonstest rullleski skøyting økte med 3.73 %. Mellom pre- og post-test HAIT ser vi at FP har hatt en forbedring av VO_{2max} på 2.71 %, tid til utmattelse har økt med 6.25 % og tiden brukt

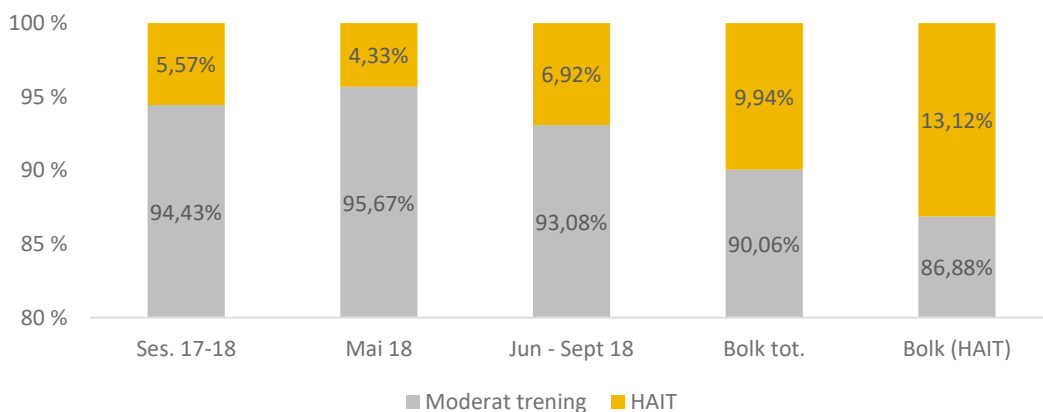
prestasjonstest rulleski skøyting har gått ned med 7.19 %. Resultater fra VO_{2max}test inkludert tid til utmattelse og prestasjonstest rulleski er presentert i tabell 4.

Tabell 4: Resultater fra VO_{2max}test og prestasjonstest skøyting i rulleskiløype

	Resultater			Endring	
	Juni	Pre HAIT	Post HAIT	Juni/Pre HAIT	Pre/Post HAIT
VO_{2max}test løping					
VO _{2max}					
L/min ⁻¹	5.80	5.75	5.91	-0.05	0.16
ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹	78.7	78.3	80.0	-0.4	1.7
ml·kg ^{-0.75} ·min ⁻¹	230.6	229.1	234.5	-1,5	5.4
Hf	192	196	198	4	2
RER	1.17	1.13	1.12		
TTU (sek)	350	345	368	-5	23
UG	20	20	20		
Vekt (kg)	73.7	73.5	73.9	-0.2	0.4
Prestasjon testløp skøyting					
Tid (sek)	805	835	779	30	-56

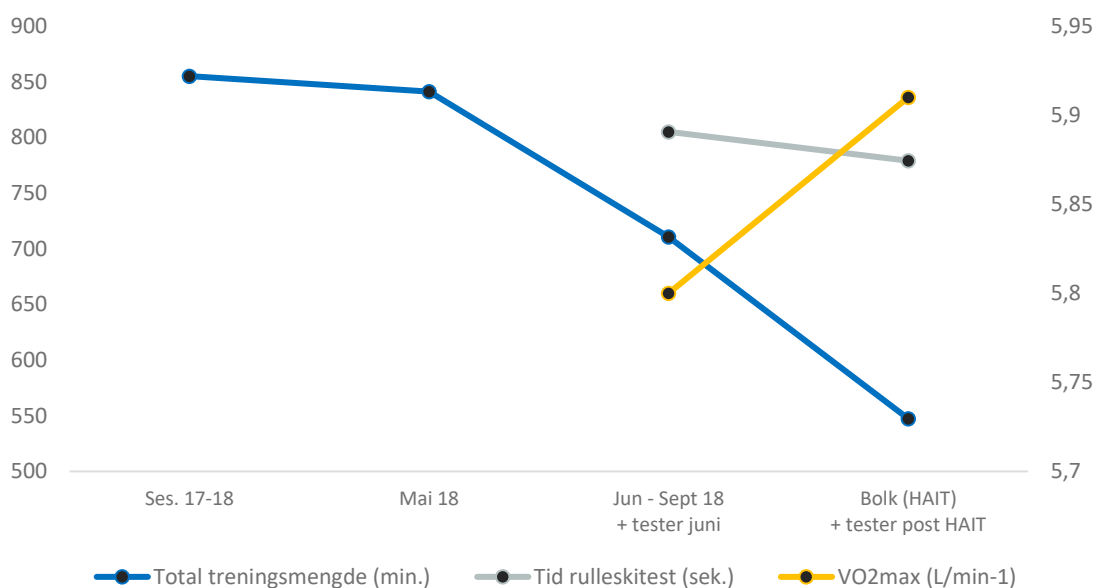
VO_{2max}, maksimalt oksygenopptak. Hf, hjertefrekvens. RER, Respiratory Exchange Ratio (forholdet mellom CO₂ produsert og O₂ brukt). TTU, tid til utmattelse. UG, utmattelsesgrad (Borgs skala). Sek, sekunder. Kg, kilogram.

Størrelse på prosentandelen gjennomført HAIT, varierte mellom 4.33 % i mai 18 og 13.12 % i Bolk (HAIT). Figur 1 viser prosentandelen av gjennomført moderat trening og HAIT i de forskjellige periodene.



Figur 1: Prosentvis fordeling av gjennomført trening. HAIT, høy intensiv aerob intervalltrening (intensitetszone 4-5). Ses, sesongen. Bolk tot. (10 HAIT-økter på 15 dager, inkl. 6 rolige dager) Bolk, Bolk tot. eksklusive de 6 rolige dagene.

Figur 2 viser forholdet mellom totalt gjennomført treningsmengde, VO_{2max} og prestasjonstest på rulleski skøyting.



Figur 2: Utviklingen av total treningsmengde, prestasjon rulleski og VO_{2max} . Y-akse en viser minutter (treningsmengde) og sekunder (tid rulleskitest (sek.)). Y-akse to viser L/min^{-1} (VO_{2max}). HAIT, høy intensiv aerob intervalltrening (intensitetssone 4-5). Ses, sesongen. Bolk (HAIT), Bolk tot. eksklusive de 6 rolige dagene. Min, minutter. Sek, sekunder.

5 Diskusjon

Hovedfunnene i denne studien var at FP reduserte total treningsmengde med omtrent 40 % fra mai til september/oktober 2018, og at mengden HAIT og VO_{2max} i denne perioden ble opprettholdt. Videre ble det i HAIT-bolken (september/oktober) gjennomført 10 HAIT-økter, til sammen 154 minutter over 87 % av Hf_{max} på 15 dager, som resulterte i en økning i VO_{2max} på 2.7% og forbedring på rulleskitest skøyting på 7.2 % i selve bolken, og hhv 1.9% og 3.3% fra juni til oktober.

Trening:

Den totale gjennomførte treningsmengden på 682 timer fysisk trening i sesongen 17 – 18, ligger noe under den totale treningsmengden til de beste seniorutøverne i langrenn og skiskyting i Norge, hvor snittet av fysisk trening ligger mellom henholdsvis 750 – 900 timer i langrenn (Sandbakk et al., 2017) og 700 – 900 timer i skiskyting (Kuvås, 2019). Utgangspunktet var altså i tråd med «normalen», dog noe lavere. I perioden juni – september ble den totale treningsmengden redusert med omtrent 16 % og i september/oktober (Bolk tot.) med omtrent 40 % sammenlignet med sesongen 17 – 18. Ser man den totale treningsmengden i september/oktober (Bolk tot.) i sammenligning med normalen for de beste langrennsløperne og skiskytterne i landet, ble treningsmengden redusert til omtrent en halvpart. Mengden gjennomført HAIT var på 47.6 min i sesongen 17 – 18, 49.2 min mellom juni – september 18 og 51.3 min i september oktober (Bolk tot.). Det var en økning av mengde HAIT mellom sesongen 17 – 18 og Bolk tot. på omtrent 8 %. I selve HAIT-bolken (eksklusivt 6 rolige dager) økte mengden HAIT med 39 % sammenlignet med den totale HAIT bolk, og da enda mer i forhold til normal trening. Den totale treningsbelastningen i Bolk tot. var noe høyere enn vist i tabell 2 og 3, da pretestene i VO_{2max} og prestasjonstest rulleski skøyting ble gjennomført dagen før første HAIT-økt i samme periode. Mengden intendert HAIT i HAIT-bolken var på 149.3 minutter per uke (tabell 5), mens mengden oppnådd HAIT (Bolk (HAIT)) var på 71.8 min per uke (tabell 3). Altså ga kun 48 % av intendert HAIT en belastning over de 85 % av Hf_{max} som Helgerud et al., (2007) legger til grunn for å øke VO_{2max} hos godt trente.

Prestasjon rulleski

I perioden mellom juni og slutten av september (pre HAIT bolk) falt prestasjonen på rulleski skøyting med 3.7 %, mens den økte fra start HAIT-bolk til slutt HAIT-bolk med

7.2 %. Dette gir en total forbedring mellom juni og oktober på 3.6 %. Ifølge formlene til Pate & Kriska (1984) og di Prampero (2003) vil en bedret prestasjon komme av økt VO_{2max} og/eller en bedring i arbeidsøkonomi, siden varigheten på konkurransen tilsier at den anaerobe kapasitet (Rusko, 2003; Åstrand et al., 2003) og utnyttingsgrad (Støa et al., 2010) vil kunne være av mindre betydning. Dersom man er godt kjent med en bevegelsesform (rulleski skøyting), vil ikke trening i bevegelsesformen gi en radikal forbedring av arbeidsøkonomi (Støren, 2009). Det vil være naturlig å anta at FP i løpet av de siste sesongene har gjennomført en betydelig mengde trening i form av skøyting. I Bolk tot. ble hovedvekten av treningen utført som løping, og kun tre økter som rulleski skøyting på 21 dager (vedlegg 1). På bakgrunn av dette kan det være nærliggende å tro at hyppigheten av rulleskiøkter var for lav til å gi en forbedret arbeidsøkonomi (Støren, 2009), og at forbedringen på prestasjonstest rulleski i Bolk tot. kan krediteres økningen i VO_{2max} . Reduksjonen i total treningsmengde kan ha gitt en nedgang i mengden trening gjennomført som skøyting på rulleski. Dette kan ha ført til en dårligere arbeidsøkonomi, siden treningsmengde i spesifikt bevegelsesmønster har vist seg å være av betydning for bedring av arbeidsøkonomi (Scrimgeour et al., 1986; Helgerud et al., 2001; McMillan et al., 2005; Helgerud et al., 2007). Dog vil det ikke være mulig å si med sikkerhet om fallet i prestasjonen på rulleski skøyting mellom juni 18 og september 18 (pre HAIT bolk) skyldes en redusert treningsmengde i skøyting med informasjonen som er tilgjengelig i dette studiet.

VO_{2max} :

Dette case-studie viste at en reduksjon i treningsmengde i perioden fram til juni 18 og slutten av september 18 på omtrent 16 % ikke gir en reduksjon² på VO_{2max} , så lenge mengden HAIT opprettholdes. Videre kan man se at en periode med 10 HAIT-økter med 8·4 min. løpsintervall på 90 – 95% av Hf_{max} på 15 dager ga en forbedring av VO_{2max} på 2.7%, selv med en ytterlig reduksjon av treningsmengde på omtrent 40 % sammenlignet med perioden fram til mai 18. Det kan tyde på treningsmengden kan være av mindre betydning for utviklingen av VO_{2max} så lenge mengden HAIT er stor nok. Dette støttes av case-studiet til Støren et al., (2012) som viste at en redusert total treningsmengde på 10 % med en økning i mengde HAIT fra 4 til 7 % er nok til å

² Reduksjonen i maksimalt oksygenopptak mellom test i juni og slutten av september (preHAIT) er lavere enn måleunøyaktigheten (standard error) på ± 1 % som idrettsfysiologisk testlaboratorium ved Universitetet i Sørøst-Norge, avdeling Bø i Telemark opererer med.

forbedre VO_{2max} med 10.5 % hos en elitesyklist. Flere andre studier har også vist at HAIT er mer effektivt for å øke VO_{2max} enn trening med lav til moderat intensitet (Helgerud et al., 2001; Billat et al., 2002; Rognmo et al., 2004; McMillan et al., 2005; Helgerud et al., 2007; Tjønnå et al., 2008). I bolk-studiet til Breil et al., (2010) kunne man som i dette studiet se at en periode med stor økning av HAIT viste en bedring av VO_{2max} uten tendenser til overtrening. Forbedringen av VO_{2max} vil trolig komme som en følge av et økt minuttvolum (Åstrand et al., 2003). Helgerud et al., (2007) viste at en forbedring av slagvolum på 10 % ga en økning av VO_{2max} på 7.2 % i løping. Det ble ikke målt slagvolum i dette studiet, men det kan være naturlig å tro at bedringen av VO_{2max} skyldes et økt slagvolum og ikke en økt hjertefrekvens, selv om Hf_{peak} økte med 1 % mellom pre og post HAIT-bolk.

Selv om den totale tiden med intendert HAIT per økt var det dobbelte (32 min (8·4 min) kontra 16 min (4·4 min)) sammenlignet med McMillan et al., (2005), Helgerud et al., (2007), Breil et al., (2010) og Støren et al., (2012) og FP hadde en høyere VO_{2max} målt i $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, var forbedringen per økt noe lavere. Forbedring av VO_{2max} per økt i dette studiet var på 0.27% per økt, Helgerud et al., (2007) viste en økning på 0.3 % per økt med tre økter i uka og McMillan et al., (2005) 0.5 % per økt med to økter i uka med HAIT. Bolk-studiene til Breil et al., (2010) og Støren et al., (2012) viste henholdsvis en økning på 0.5 % og 0.35 % per økt, dog med en større hyppighet av HAIT-økter (tabell 5). Dette kan tyde på at størrelsen på ens aerobe kapasitet (VO_{2max}), kan være av betydning for utviklingen av VO_{2max} per HAIT-økt.

Trening, VO_{2max} og prestasjon rulleski

Ville en økt mengde HAIT med opprettholdt mengde moderat trening gitt et bedre resultat på utviklingen av VO_{2max} , og bedret prestasjonen på rulleski? En stor treningsmengde kunne gitt en bedring i prestasjonen på rulleski skøyting, som en følge av en bedret arbeidsøkonomi så lenge andelen trening gjennomført på rulleski skøyting er stor nok (Scrimgeour et al., 1986; Helgerud et al., 2001; Helgerud et al., 2007). Dette kan også støttes av dette studiet, som viste 10 løpeøkter med 8·4 min HAIT på 15 dager, ga en bedring i tid til utmattelse på løp på 6.25 %. Det er ikke sikkert en opprettholdt mengde moderat trening ville ført til en positiv utvikling av VO_{2max} . Billat et al., (1999) viste at mellomdistanse og langdistanseløpere tålte opprettholdt mengde moderat trening med to HAIT-økter i uka, men at tre eller flere HAIT-økter i uka kunne føre til

overtreningstendenser. Til sammenligning kan vi i dette studiet se at reduksjonen i treningsmengde var for stor eller hyppigheten av HAIT-økter i Bolk tot. kan ha vært for liten til å kunne gi en optimal forbedring av VO_{2max} og prestasjonen på rulleski. I Breil et al., (2010) og case-studiet til Støren et al., (2012) ble det gjennomført flere minutter med HAIT per uke enn i dette studiet. FP i dette studiet hadde en høyere VO_{2max} enn FP i studiet til Breil et al., (2010) og Støren et al., (2012) (tabell 5). Siden forbedringer i VO_{2max} kan linkes direkte til intensitet, varighet og hyppigheten av trening (Pollock, 1977), kan det derfor ikke være utenkelig å anta at FP i dette studiet kunne tålt flere minutter HAIT per uke. Dette underbygges av at FP opplevde at siste HAIT-økt i HAIT-bolk (vedlegg 1) var den med best subjektiv opplevelse, og ga mest tid oppnådd i intensitetssone 4 og 5, og at under halvparten (48 %) av den gjennomførte HAIT-treninga per uke i Bolk tot, ga stor nok belastning til å forbedre VO_{2max} (Helgerud et al., 2007). På bakgrunn av dette kan det være nærliggende å anta at enten økt hyppighet av HAIT-økter eller lengre drag ville gitt en endre større forbedring av VO_{2max} og forbedret resultat på prestasjonstesten på rulleski.

Tabell 5: Sammenligning av intendert HAIT

Støren et al., (2012)	HAIT totalt	HAIT per uke
14 økter på 9 dager (4x4 min på 90 -95% av Hf_{max})	224 min.	174.2 min.
15 økter på 10 dager (4x4 min på 90 -95% av Hf_{max})	240 min.	168 min.
Breil et al., (2010)		
15 økter på 11 dager (4x4 min på 90 -95% av Hf_{max})	240 min	152.3 min
Dette studiet		
10 økter på 15 dager (8x4 min på 90 -95% av Hf_{max})	320 min.	149.3 min.

Min, Minutter. Hf_{max} , maksimal hjertefrekvens, HAIT, høyintensiv aerob intervalltrening.

5.1 Styrker og svakheter ved studiet

En stor svakhet med studiet er at det er en case-studie med en enkelt forsøksperson, det vil derfor ikke være mulig å generalisere funnene.

Trening

En styrke ved studien har vært å følge treningen til en internasjonalt konkurrerende skiskytter over en såpass lang periode, spesielt siden det finnes lite forskning på utøvere på dette nivået. Det at forsøkspersonen var en internasjonalt konkurrerende skiskytter

kan også ha vist seg å være en svakhet, da han hadde bekymringer tilknyttet at en HAIT-bolk kunne føre til overtreningssymptomer.

Gjennomført trening ble registrert i Olympiatoppens treningsdagbok, men i september 18 denne sluttet å virke. Som en følge av problemene med treningsdagboka til Olympiatoppen ble det kun registrert hvor mye av treninga som gjennomført i de forskjellige intensitetssonene (1-5). Det er derfor ikke registrert hvor mye av treninga som har blitt gjennomført i forskjellige bevegelsesformer. Det ville vært interessant å se på hvor mye av treninga i perioden juni og september som ble gjennomført som skøyting, samtidig som det ble gjennomført en arbeidsøkonomitest på både løp og skøyting.

Noe som kan være både en styrke og svakhet med studiet, er at HAIT-treninga i HAIT-perioden ble gjennomført som løp. En styrke kan være at man antakeligvis vil få en større økning i VO_{2max} ved løping enn ved skøyting, eksempelvis viste Støren et al., (2012) at å gjennomføre HAIT-treninga som løping, ga en positiv utvikling på både VO_{2max} løp og sykkel, samt en bedret prestasjonen på en «Time-Trail» på sykkel. På den andre siden vil man kunne få en mindre perifer belastning av skøytemuskulaturen ved løping enn ved skøyting (Rusko, 2003).

Det kan ligge en mulig feilkilde i hvordan den gjennomførte treninga har blitt registrert. FP registrerte gjennomført trening med utgangspunkt i hva pulsklokka (Garmin Forerunner 920XT (Garmin Ltd. Kansas, USA)) viste. Erfaringsmessig har jeg sett at hjertefrekvensen ikke faller like fort som den kinetiske VO_{2max} . Gjennomført HAIT kan derfor være noe lavere enn hva som er presentert i dette studiet.

Testmetodikk

En styrke ved studien er at testene ble gjennomført på omtrent samme tidspunkt på dagen, med like lang tid mellom VO_{2max} - og prestasjonstest. Dette gir et tilnærmet likt utgangspunkt for hver test, og et godt sammenligningsgrunnlag mellom de tre testdagene. Det kan derimot diskuteres om testene burde vært gjennomført over to dager for å gi et enda bedre utgangspunkt for prestasjonstesten på rulleski skøyting. Det hadde vært en fordel om det ble gjennomført en testdag til i forkant av mai 18, for å gi et enda bedre sammenligningsgrunnlag.

VO_{2max}-test

Det at VO_{2max}-test er utført etter RAMP-protokoll kan være en potensiell svakhet, fordi farten på tredemølla ble økt med 0.5 km for hvert 30 sekund uavhengig av forsøkspersons subjektive opplevelse, dette for å kunne sammenligne tid til utmattelse. Dette innebærer at utøver potensielt ikke når sin høyeste VO_{2max} ved løping, pga. for rask økning av belastningen. Det er ikke utenkelig at enkelte vil kunne oppleve en følelse av utmattelse i beina, før man når en optimal VO_{2max}, sammenlignet med en fartsøkning styrt ut fra FP sitt ønske. Stigningsgraden ble bestemt ut fra Olympiatoppen sin testguide, som viser at langrennsløpere og skiskyttere normalt sett bør gjennomføre en VO_{2max}-løptest med en stigning 10.5% (Hem & Leirstein, u.d). En av grunnene til dette kan være at mange langrennsløpere og skiskyttere har en for dårlig teknikk/arbeidsøkonomi til å løpe så fort som det krever for å oppnå VO_{2max} på flatt underlag. Eksempelvis vil en utøver med 80 ml·kg⁻¹·min⁻¹ og en arbeidsøkonomi på 0.22 ml·kg⁻¹·meter⁻¹ måtte løpe 363 meter per min, som igjen tilsvarer 22 km/h, noe som kan være vanskelig for en langrennsløper og skiskytter å gjennomføre over så lang tid (Bahr et al., 1991; Rusko, 2003; Åstrand et al 2003).

Prestasjonstest rulleski

Det at rulleskitestene ble gjennomført utendørs kan by på både fordeler og ulemper. En fordel kan være at man får testet i en løype som er mer konkurranselik enn det en tilsvarende test på en innendørs skøytemølle vil være. En ulempe kan være påvirkningene elementene som værforholdene i form av vind, temperatur og nedbør kan gi. Det var tørr asfalt under alle rulleskitestene, våt asfalt vil derfor ikke være en faktor. Temperaturforskjellen viste seg derimot å være en viktig faktor å ta hensyn til. For å kompensere for forskjellen temperatur gir på rullemotstand ble resultatet på prestasjonstesten korrigert med henholdsvis 8.2 % mellom juni og pre-HAIT og 6.4 % mellom pre- og post-HAIT. Det vil ikke være unaturlig å anta at her vil det ligge en feilmargin. Ved å gjennomføre flere rulletester i ulike deler av løypa, ville man trolig fått et mer nyansert bilde av hvordan temperaturforskjellene kunne påvirke rullemotstanden.

Praktiske implikasjoner

Det var mulig for en internasjonalt konkurrerende skiskytter å opprettholde VO_{2max} med en redusert mengde moderat trening på omtrent 18 % så lenge mengden HAIT

oppretholdes. Det var også mulig å øke VO_{2max} og forbedre prestasjonen på rulle ski skøyting med en kort intensiv HAIT-bolk, dette på tross av en reduksjon i total treningsmengde på omtrent 40 %. Dette er en case-studie, det vil derfor være vanskelig å generalisere funnene. På tross av dette vil det ikke være unaturlig å stille spørsmål om den store treningsmengden anbefalt av Olympiatoppen, Norges Skiforbund (Sandbakk et al., 2017) og Norges Skiskytterforbund (Kuvås, 2019) vil være nødvendig for å prestere på et internasjonalt nivå? Spesielt når tidligere forskning har vist at høyintensiv aerob intervalltrening har gitt en stor effekt på forbedring av VO_{2max} (Helgerud et al., 2001; Billat et al., 2002; Rognmo et al., 2004; McMillan et al., 2005; Helgerud et al., 2007; Tjønnå et al., 2008; Breil et al., 2010; Helgerud et al., 2012; Seiler et al., 2013), som igjen har vist seg å være den viktigste enkeltfaktoren for en god prestasjon i aerobe utholdenhetsidretter som langrenn og skiskyting (Conley & Krahenbuhl, 1980; Basset & Howley, 2000; Rusko, 2003; Åstrand et al., 2003; Helgerud et al., 2007; Foster & Lucia, 2007; Levine, 2008; Støren, 2009).

Det ville vært av stor interesse å gjennomføre en tilsvarende studie på en større homogen gruppe på samme nivå, for å se om den totale treningsmengden (innenfor rimelige grenser) faktisk kan være en begrensende faktor for utviklingen av VO_{2max} .

6 Konklusjon

Det var mulig for en enkelt internasjonal skiskytter å opprettholde maksimalt oksygenopptak med en redusert mengde moderat trening, så lenge mengden høyintensiv aerob intervalltrening ble opprettholdt. Videre var det med en ytterlig reduksjon av mengde moderat trening, mulig å øke det maksimale oksygenopptaket og forbedre prestasjonen på rulleski skøyting, med økt mengde høyintensiv aerob intervalltrening over en kortere periode.

7 Litteraturliste

- Andersen, P., & Saltin, B. (1985, Sep). Maximal perfusion of skeletal muscle in man. *J Physiol*, ss. 366: 233-49.
- Bahr, R., & Hallèn, J. (1991). *Testing av idrettsutøvere*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Bangsbo, J. (1994). Estimation of lactat release from contracting muscles in man. *Acta Physiol Scand*, ss. 150(3):349-50.
- Basset, D., & Howley, E. (2000, Jan). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc*, ss. 32(1):70-84.
- Bergh, U. (1982). *Physiology of Cross-Country Skiing*. United States of America: Human Kinetics.
- Bergh, U. (1987). The influence of body mass in cross-country skiing. *Med Sci Sports Exerc*, ss. 19(4):324-31.
- Bergh, U., Sjødin, B., Forsberg, A., & Svedenhag, J. (1991, Feb). The relationship between body mass and oxygen uptake during running in humans. *Med Sci Sports Exerc*, ss. 23(2):205-11.
- Billat, V., Demarle, A., Paiva, M., & Koalsztein, J. (2002, Jul). Effect of training on the physiological factors of performance in elite marathon runners. *Int J Sports Med*, ss. 23(5): 336-41.
- Billat, V., Flechet, B., Petit, B., Muriaux, G., & Koralsztein, J. (1999). Interval training at VO₂max: effects on aerobic performance and overtraining markers. *Med Sci Sports Exerc.*, ss. 31(1):156-63.
- Bolger, C., Kocbach, J., A.M, H., & Sandbakk, Ø. (2015, Okt). Speed and heart-rate profiles in skating and classical cross-country skiing competitions. *Int J Sports Physiol Perform.*, ss. 10(7):873-80.
- Breil, F., Weber, S., Koller, S., Hoppeler, H., & Voigt, M. (2010). Block training periodization in alpine skiing: effects of 11-day HIT on VO₂max and performance. *Eur J Appl Physiol*, ss. 109(6):1077-86.
- Chamari, K., Moussa-Chamari, I., Boussaidi, L., Hachana, Y., Kaouech, F., & Wisløff, U. (2005). Appropriate interpretation of aerobic capacity: allometric scaling in adult and young soccer players. *Br J Sports Med*, ss. 39(2):97-101.
- Conley, D., & Krahenbuhl, G. (1980). Running economy and distance running performance of highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc*, ss. 12(5):357-60.

- di Prampero, P. (2003, Okt). Factors limiting maximal performance in humans. *Eur J Appl Physiol*, ss. 90(3-4):420-9.
- Evertsen, F., Medbø, J., & Bonen, A. (2001). Effect of training intensity on muscle lactate transporters and lactate threshold of cross-country skiers. *Acta Physiol Scand.*, ss. 173(2):195-205.
- Foster, C., & Lucia, A. (2007). Running Economy, The Forgotten Factor in Elite Performance. *Sports Med*, ss. 37(4-5): 316-19.
- Helgerud, J., Engen, L., Wisløff, U., & Hoff, J. (2001, Nov.). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc*, ss. 33(11):1925-31.
- Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., . . . Hoff, J. (2007, Apr.). Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc*, ss. 39(4):665-71.
- Helgerud, J., Støren, Ø., & Hoff, J. (2010). Are there differences inn running economy at different velocitites for well trained distance runners? *Eur J Appl Physiol*, ss. 108(6):1099-105.
- Hem, E., & Leirstein, S. (u.d). *Olympiatoppen*. Hentet 04 08, 2019 fra <https://olympiatoppen.no/fag/utholdenhhet/testlaboratoriet/tester/media3223>.
media
- Hoff, J., Gran, A., & Helgerud, J. (2002). Maximal strength training improves aerobic endurance performance. *Scand J Med Sci Sports.*, ss. 12(5):288-95.
- Hoffman, J. (2002). *Physiological aspects of sports training and performance*. United States of America: Human Kinetics.
- Hoffman, M., & Clifford, P. (1992, Feb.). Physiological aspects of competitive cross-country skiing. *J Sports Sci*, ss. 10(1):3-27.
- IBU. (2018, 09 19). *Biathlonresults*. Hentet fra IBU CUP/OECH:
<http://biathlonresults.com/>
- IDTSPORTS. (u.d.). *IDTSPORTS*. Hentet 04 09, 2019 fra <https://www.idtsports.com/no/produkt/skate/skate-elite-sort-rm2/>
- Kent, M. (2006). *The Oxford dictionary of sports & medicine*. Oxford: Oxford University Press.

- Klausen, K., Andersen, L., & Pelle, I. (1981, Sep.). Adaptive changes in work capacity, skeletal muscle capillarization and enzyme levels during training and detraining. *Acta Physiol Scand*, ss. 113(1):9-16.
- Kuvås, K. (2019). *Utviklingstrapp for Skiskyting* (1.. utg.). Norges Skiskytterforbund.
- Levine, B. (2008, Jan.). VO2max: what do we know, and what do we still need to know. *J Physiol*, ss. 586(1):25-34.
- Losnegard, T. (2013). *Physiological determinants of performance in modern elite cross-country skiing*. Oslo: NIH.
- Luchsinger, H., Kochbach, J., Ettema, G., & Sandbakk, Ø. (2018). Comparison of the Effects of Performance Level and Sex on Sprint Performance in the Biathlon World Cup. *Int J Sports Physiol Perform*, ss. 13(3):360-366.
- Luchsinger, H., Kochbach, J., Ettema, G., & Sandbakk, Ø. (2019). The Contribution From Cross-Country Skiing and Shooting Variables on Performance-Level and Sex Differences in Biathlon World Cup Individual Races. *Int J Sports Physiol Perform*, ss. 14(2):190-195.
- Lucia, A., Hoyos, J., Perez, M., Santalla, A., & Chicharro, J. (2002, Dec). Inverse relationship between VO2MAX and economy/efficiency in world-class cyclists. *Med Sci sports Exerc*, ss. 34(12): 2079-2084.
- Magel, J., Foglia, G., McArdle, W., Gutin, B., Pechar, G., & Katch, F. (1975, Jan.). Specificity of swim training on maximum oxygen uptake. *J Appl Physiol*, ss. 38(1):151-5.
- McArdle, W., Katch, F., & Katch, V. (1994). *Essentials og Wxercise Physiology*. Malvern, Pennsylvania: Lea & Febiger.
- McMillan, K., Helgerud, J., Mcdonald, R., & Hoff, J. (2005, Mai.). Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *Br J Sports Med*, ss. 39(5):273-7.
- Norges Skiskytterforbund. (2018, 11 1). *Skiskyting.no*. Hentet 04 08, 2019 fra <http://www.skiskyting.no/filestore/Arrangrkonferanser/2018/NasjonalekonkurranseeglerNSSF2018-19versjon1.november2018.pdf>
- Pate, R., & Kriska, A. (1984). Physiological basis of the sex difference in cardiorespiratory endurance. *Sports Med*, ss. 1(2):87-98.

- Pollock, M. (1977). Submaximal and maximal working capacity of elite distance runners. Part I: Cardiorespiratory aspects. *Ann N Y Acad Sci.*, ss. 301:310-22.
- Richardson, R., Grassi, B., Gavin, T., Haseler, L., Tagore, K., Roca, J., & Wagner, P. (1999, Mar.). Evidence of O₂ supply-dependent VO₂ max in the exercise-trained human quadriceps. *J Appl Physiol*, ss. 86(3):1048-53.
- Rognmo, Ø., Hetland, E., Helgerud, J., Hoff, J., & Slørdahl, S. (2004, Jun.). High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, ss. 11(3):216-22.
- Rusko, H. (2003). *Cross Country skiing* (1.. utg.). Massachusetts: Blackwell Science.
- Sand, O., Sjaastad, Ø., & Haug, E. (2001). *Menneskets Fysiologi*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Sandbakk, Ø., & Holmberg, H. C. (2017, Sep). Physiological Capacity and Training Routines of Elite Cross-Country Skiers: Approaching the Upper Limits of Human Endurance. *Int J Sports Physiol Perform*, ss. 12(8):1003-1011.
- Sandbakk, Ø., Rise, P., & Nymoen, P. (2017). *Utviklingstrappa i Langrenn* (2.. utg.). Norges Skiforbund og Olympiatoppen .
- Scrimgeour, A., Noakes, T., 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*, ss. 55(2):202-9.
- Seiler, K., & Kjellerud, G. (2006). Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an "optimal" distribution? *Scand J Med Sci Sports*, ss. 16(1):49-56.
- Seiler, S., Jørganson, K., Olesen, B., & Hetlelid, K. (2013). Adaptations to aerobic interval training: interactive effects of exercise intensity and total work duration. *Scand J Med Sci Sports*, ss. 23(1):74-83.
- Stolt, A., Karjalainen, J., Heinonen, O., & Kujala, U. (2000, Feb.). Left ventricular mass, geometry and filling in elite female and male endurance athletes. *Scand J Med Sci Sports*, ss. 10(1):28-32.

- Støa, E., Støren, Ø., Enoksen, E., & Ingjer, F. (2010, Mai.). 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*, ss. 24(5):1340-5.
- Støren, Ø. (2009). *Running and cycling economy in athletes; determining factors, training interventions and testing*. Trondheim: Doctoral theses at NTNU.
- Støren, Ø. (2010). Are there differences in running economy at different velocities for well-trained distance runners? *Eur J Appl Physiol*, ss. 108(6):1099-105.
- Støren, Ø. B.-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 Red*, ss. 26(10):2705-11.
- Støren, Ø., Helgerud, J., Støa, E., & Hoff, J. (2008). Maximal strength training improves running economy in distance runners. *Med Sci Sports Exerc*, ss. 40(6):1087-92.
- Sunde, A., Støren, O., Bjerkaas, M., Larsen, M., J, H., & J., H. (2010). Maximal strength training improves cycling economy in competitive cyclists. *J Strength Cond Res.*, ss. 24(8):2157-65.
- Tjønnå, A., Lee, S., Rognmo, Ø., Stølen, T., Bye, A., Haram, P., . . . Wisløff, U. (2008). Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. *Circulation*, ss. 118(4):346-54.
- Tønnesen, E., & Rønnestad, B. (2018). *Trening fra Barneidrett til Toppidrett* (1.. utg.). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Wagner, P. (2000). New ideas on limitations to VO₂max. *Exerc Sport Sci Rev.*, ss. 28(1):10-4.
- Wilmore, J., & Costill, D. (2003). *Physiology of sports and exercise* (3.. utg.). United States of America: Human Kinetics.
- Zhou, B., Conlee, R., Jensen, R., Fellingham, G., George, J., & Fisher, A. (2001). Stroke volume does not plateau during graded exercise in elite male distance runners. *Med Sci Sports Exerc*, ss. 3(11):1849-54.
- Åstrand, P.-O., Rodahl, K., Dahl, H., & Strømme, S. (2003). *Textbook of Work Physiology* (4.utg.). United States of America: Human Kinetics.

Vedlegg

Vedlegg 1: Treningsdagbok HAIT bolk.

Treningsdagbok xxxxxxxxxxxxxxxx 27.09 - 19.10									
Dato	Økt 1	varighet (tid)	tid i pulssoner minutt					høyeste puls på økt	Dagsform
			soner 1	soner 2	soner 3	soner 4	soner 5		
27. sep	pretest. Vo2max test + testløp skate7 km	48,23	16,50	4,37	1,37	2,30	1,23	200	8
28. sep	hardøkt 8x4 min 90/95% hf max	1,18	20,52	8,39	8,24	18,11	0,04	192	7
29. sep	rolig gåtur i fjell	1,30							
30. sep	hardøkt 8x4 min 90/95% hf max	1,20	26,11	12,23	13,52	13,31	0,11	191	7
01. okt	hardøkt 8x4 min 90/95% hf max	1,16	36,41	13,49	12,53	13,26	0	185	7
02. okt	Fri								
03. okt	hardøkt 8x4 min 90/95% hf max	1,08	36,24	5,37	9,08	16,37	0,15	189	8
04. okt	hardøkt 8x4 min 90/95% hf max	1,15	32,25	10,17	10,06	14,39	0	187	8
05. okt	hardøkt 8x4 min 90/95% hf max	1,26	31,44	12,06	15,16	9,51	0	186	8
06. okt	rolig jogg	36,22	36,22						

07.o kt	hardøkt 8x4 min 90/95% hf max	1,17	38,1 3	9,11	9,53	13,0 9	0	187	7
08.o kt	Rolig sykkel	1,21	1,21					148	8
09.o kt	hardøkt 8x4 min 90/95% hf max	1,18	23,0 9	12,0 5	10,0 6	16,2 3	0,2	190	8
10.o kt	Rolig skate	46,17	46,1 7						
11.o kt	hardøkt 8x4 min 90/95% hf max	1,13	28,3 1	9,11	12,1 5	13,3 7	0	188	8
12.o kt	hardøkt 8x4 min 90/95% hf max.	1,21	21,4 5	16,5 8	7,02	22,1 9	0,04	192	9
13.o kt	fri								
14.o kt	gårtur i fjell	1,30							
15.o kt	rolig kombinasjonst rening 2 drag på 8 min i3	2,06	1,20	3,25	15,1 2			179	
16.o kt	langtur løp i1	1,38	1,38					148	
17.o kt	langtur skate rulleski i1	2,08	2,08					150	
18.o kt	rolig løp	1,33	1,33					153	
19.o kt	vo2maxtest	46,54	13,1 6	5,50	1,14	3,31	0,58	199	

Økt 2	varighet (tid)	tid i pulssoner minutt					høyeste puls på økt	Dags- fom
		sone 1	sone 2	sone 3	sone 4	sone 5		
testløp skate 7 km	51,45	28,16	0,55	0,21	12,50	0,43	192	7
Staking	47,30	36,49	0,36				151	

testløp 7 km skate	45,57	13,45	5,14	1,33	12,41	0,02	190	9

Vedlegg 3: informasjonsskriv og samtykkeerklæring

Vil du delta i forskningsprosjektet: ” Hvilken effekt gir høyintensiv intervalltrening på en internasjonalt konkurrerende mannlig skiskytter?”?

Jeg skriver en mastergrad i kroppsøving-, Idretts- og friluftsfag ved Universitetet i Sørøst-Norge. Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å se på *hvilken effekt høyintensiv intervalltrening har på prestasjonen i skiskyting*. I Dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Dette masterstudiet har som formål å finne svar på følgende problemstillinger;

- «Hvilken effekt har 10 høgintensive intervalløkter på 8x4 min ved 90-95% av H_{fmax} på 15 dager på VO_{2max} og prestasjonstest i en rulleskiløype?»

- «Hvilken effekt hadde oppretthold mengde med høy aerob intensitet, men redusert mengde med lav til moderat aerob intensitet på VO_{2max} og prestasjon i skiskyting?»

For å finne svar på problemstillingene skal du i perioden mai – september 2018 gjennomføre trening som normalt. Fra slutten av september skal du gjennomføre en periode med høyintensiv intervalltrening. I løpet av perioden skal du gjennomføre 10 økter med 8x4 minutters intervalltrening på 90-95% av maksimal hjertefrekvens, med tre minutters aktiv pause på 70% av maksimal hjertefrekvens gjennomføres i løpet av 15 dager. Øktene skal foregå på løpemølle for best å kontrollere intensiteten. Noen av øktene vil være under ledelse av instruktør, noen økter må du gjennomføre alene. Du må registrere all trening i Olympiatoppens treningsdagbok. Det er ingen krav til gjennomføring, da dette er en analyse av din gjennomførte trening.

Testprotokoll

For å kontrollere effekten av den gjennomførte treninga, det vil bli gjennomføre to tester. Maksimalt oksygenopptak (VO_{2max}) løping og en 6,58-km lang prestasjonstest skøyting i rulleskiløype, med to timers mellomrom. Testene vil bli gjennomført tre ganger. VO_{2max} - og prestasjonstesten krever maksimal innsats og du må påberegne å bli sliten. VO_{2max} -test løping vil vare 4-8 minutter og prestasjonstesten 11 – 15 minutter. All testing vil foregå ved idrettsfysiologisk testlaboratorium ved Universitetet i Sørøst-Norge avdeling Bø i Telemark og i en rulleskiløype på Nordbøåsen i Bø.

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 timer, og ellers er frisk. For øvrig skal det ikke spises eller inntas kaffe de siste to timene før testing. Alle forsøkspersoner må fylle ut egenerklæringsskjema for helse første testdag. Disse skjemaene vil bli behandlet og oppbevart konfidensielt.

Universitet i Sørøst-Norge er ansvarlig for prosjektet. Kontaktinformasjon til prosjektansvarlig finner du nederst i dette skrivet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du får spørsmål om å delta fordi du er en internasjonalt konkurrerende skiskytter. Dette er en case-studie, som vil si at du er den eneste deltakeren i studiet. [REDACTED]

Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du velger å delta i studiet, innebærer dette at gir meg tillatelse til å bruke din registrerte treningsdata, samt resultatene fra testene som gjennomføres i forbindelse med masteroppgaven. For mer utdypende beskrivelse se formål på første side. Du vil ikke motta noen form for kompensasjon for å delta i studier, utover tilgang til din egne testdata.

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. Det er viktig å presisere at om du skulle velge å trekke deg fra studiet, vil det ikke under noen omstendigheter påvirke vår utøver – trenerrelasjon. Dersom du velger å trekke deg fra prosjektet kan du gi muntlig eller skriftlig beskjed om dette til meg eller veileder (kontakinformasjon nederst i dette skrivet).

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Jeg vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Jeg behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Foruten deg, masterstudent Christer Kaland og veileder Øyvind Støren vil databehandler ved Olympiatoppens treningsdagbok ha tilgang til din registrerte trening. Masterstudent Christer Kaland og veileder Øyvind Støren tilgang til testresultatene. Treningsdata blir hentet fra Olympiatoppen sin treningsdagbok, og testresultatene oppbevares ikke sammen med navnet ditt eller andre personopplysninger.

Du vil i all presentasjon av treningsdata og testresultater være aidentifisert og kun figureres som Forsøksperson eller FP. I masteroppgaven vil vekt, høyde, alder, et gjennomsnitt av gjennomført trening i sesongen 2017/2018 og perioden mai – oktober 18 og resultater fra gjennomførte tester bli presentert. Det vil komme fram at du har deltatt i Junior-VM og IBU-cup, men spesifikk resultater nevnes ikke.

Prosjektet skal etter planen avsluttes i løpet av juni 2019. Skulle vår trener-utøverrelasjon avsluttes ved samme tidspunkt, vil alle testdata makuleres, og min tilgang til din treningsdagbok vil bli tatt bort.

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 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 Universitetet i Sørøst-Norge 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:

- Mastergradsstudent Christer Kaland, Ckaland@hotmail.com, telefon: 45229123

Eventuelt

- Universitetet i Sørøst-Norge ved Øyvind Støren (veileder),
Oyvind.storen@usn.no, telefon: 35952612
- Personvernombud ved Universitetet i Sørøst-Norge Paal Are Solberg,
Paal.a.solberg@usn.no, telefon: 35575353
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost
(personverntjenester@nsd.no) eller telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Christer Kaland
Student

Øyvind Støren
Prosjektansvarlig
(Forsker/veileder)

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Hvilken effekt gir høyintensiv intervalltrening på en internasjonalt konkurrerende mannlig skiskytter*, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta på 10 høgintensive økter på 15 dager
- å gi tilgang til mine treningsdata registrert i Olympiatoppens treningsdagbok
- at mine treningsdata og testresultater kan analyseres i prosjektet

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet, ca. juni 2019

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg 4; Tester av rullemotstand fra Universitetet i Sørøst-Norge avdeling Bø.

Rulletester

TØRT

Dato	14.05.2018		30.05.2018		06.06.2018		02.08.2018	
Temp.	24,5 C / sol / lite vind		28,5 C / sol / litt vind		17 C / sol / litt vind		21,2 C / overskyet / ingen vind	
	Slak	Bratt	Slak	Bratt	Slak	Bratt	Slak	Bratt
1	13,58	12,45		12,29	13,69		14,3	12,6
2	13,78	12,45	13,44	12,3	13,94		14,4	12,4
3	13,93	12,47	13,38	12,72			14,3	12,4
4		12,42	13,39	12,62			14,3	12,4
5	13,59	12,28	13,57		13,6	12,66	14,2	12,4
6	13,73	12,18	13,82	12,57	13,72	12,69	14,2	12,4
7	13,72	12,27	13,96	12,45	13,74	12,64	14,2	12,5
8	13,7	12,24	13,73	12,4	13,74	12,53	14,2	12,5
9	13,64	12,53	13,49	12,36	13,67	12,66	14,2	12,4
10	13,58	12,32	13,66	12,6			14,1	12,5
Snitt av alle ti målingene	13,69	12,36	13,60	12,48	13,73	12,64	14,24	12,45
Snitt av de to målestedene	13,03		13,04		13,18		13,35	
Temp.		24,5		28,5		17		21,2

VÅTT

Dato	14.06.2018		08.08.2018		27.08.2018		02.11.2018	
Temp.	13,2 C / regn / lite vind		19,2 C / overskyet / ingen vind		9,5 C / regn / ingen vind		4,5 C / opphold / ingen vind	
	Slak	Bratt	Slak	Bratt	Slak	Bratt	Slak	Bratt
1	14,79	12,83	14,58	12,67	15,25	13,14	15,5	13,27
2	14,82	12,81	14,64	12,7	15,43	13,07	15,71	13,24
3	14,71	12,71	14,5	12,66	15,42	13,06	15,63	13,22
4	14,74	12,82	14,47	12,69	15,5	12,92	15,65	13,14
5	14,89	12,71	14,47	12,59	15,58	12,96	15,69	13,2
6	14,77	12,73	14,54	12,66	15,73	13	15,72	13,13
7	14,77	12,76	14,43	12,62	15,52	13,01	15,66	13,2
8	14,8	12,75	14,46	12,61	15,51	13,05	15,78	13,11
9	14,75	12,82	14,39	12,59	15,64	13,08	15,95	13,21
10	14,79	12,82	14,51	12,65	15,54	13,09	15,93	
Snitt av alle ti målingene	14,78	12,78	14,5	12,6	15,5	13,0	15,7	13,2
Snitt av de to målestedene	13,78		13,57		14,28		14,46	
Temp.		13,2		19,2		9,5		4,5

TØRT

VÅTT

Slak utforbakke		Bratt utforbakke		Snitt Tid	Slak utforbakke		Bratt utforbakke		Snitt Tid
Tid	Temp.	Tid	Temp.		Tid	Temp.	Tid	Temp.	
13,6	28,5	12,5	28,5	13,0	14,5	19,2	12,6	19,2	13,6
13,7	24,5	12,4	24,5	13,0	14,8	13,2	12,8	13,2	13,8
14,2	21,2	12,5	21,2	13,4	15,5	9,5	13	9,5	14,3
13,7	17	12,6	17	13,2	15,7	4,5	13,2	4,5	14,5

