

Nathalie Cathrin Aluwini

Hvordan påvirkes prestasjonen ved et 25 minutters løp av korte innslag av anaerobe arbeid?

Masteroppgave i idrettsvitenskap
Seksjon for fysisk prestasjonsevne
Norges idrettshøgskole, 2021

Sammendrag

Introduksjon: De bestemmende faktorene for prestasjonen i kondisjonsidretter er grovt inndelt: Det maksimale oksygenopptaket, utnyttingsgraden, den anaerobe kapasiteten og arbeidsøkonomien. Hittil har melkesyrekonsentrasjonen i blodet blitt brukt som et indirekte mål på utnyttingsgraden, og utnyttingsgraden har i mindre grad blitt målt direkte. Alle studier av utnyttingsgraden så vidt oss bekjent, har blitt gjennomført med en konstant intensitet. I praksis er det derimot svært vanskelig å holde en jevn intensitet i idretter som f.eks. langrenn, orientering og terrengsykling. Hensikten med denne studien var derfor å måle utnyttingsgraden direkte, og undersøke hvordan prestasjonen ville påvirkes av tre anaerobe arbeidsinnslag, ved en prestasjonstest på ca. 25 minutter.

Metode: Syv godt trente løpere, en kvinne og seks menn (VO_{2maks} : $73 \pm 4,46$ ml/kg*min, alder: $27,9 \pm 2,85$ år, kroppsmasse: $66,7 \pm 9,02$ kg) gjennomførte en screening-, tilvenning-, og to eksperimentelle dager, hvor alle tester ble gjennomført på tredemølle. Dag 1 inneholdt en laktatprofil og VO_{2maks} -test. På bakgrunn av disse resultatene ble det beregnet en distanse til hver deltager, som ville ta om lag 25 minutter å gjennomføre. På dag 2 fikk deltagerne teste farten i 15-20 minutter, samt øvd på å styre farten selv. På dag 3 og 4 ble det gjennomført en prestasjonstest uten/med anaerobe arbeidsinnslag (105% av VO_{2maks}) på 30 sek x 3, med mål om å gjennomføre den beregna distansen (6500-7300 m) så raskt som mulig. Ventilasjonen og oksygenopptaket ble målt kontinuerlig ved begge tester. HF ble registrert hvert minutt og $[La^-]$ målt 1 minutt før hver spurt.

Resultater: Tiden var $25,4 \pm 0,925$ min og $25,2 \pm 0,894$ min ($p = 0,081$) henholdsvis for testen med og uten spurter, men ikke signifikant forskjellig. Det var heller ingen signifikante forskjeller i akkumulert VO_2 , gjennomsnittlig arbeidsøkonomi, utnyttingsgrad, hjerterefrekvens, ventilasjon eller laktat mellom prestasjonstesten uten og med spurter.

Konklusjon: Tre korte perioder (30 s) med anaerobt bidrag (105% av VO_{2maks}) har liten betydning for prestasjonen (0,9%; $p = 0,08$) ved løp mellom 6500-7300 m. Dette indikerer at korte spurter underveis i et løp, f.eks. for å hente inn teten eller rykke ifra, kan være en god «pacing-strategi», uten at det påvirker prestasjonen negativt.

Innhold

Sammendrag	3
Innhold.....	4
Forord.....	6
1. Introduksjon	7
1.1 Problemstillinger og hypoteser	8
2. Teori	9
2.1 Hva bestemmer prestasjonen i kondisjonsidretter	9
2.1.1 Det maksimale oksygenopptaket	9
2.1.2 Utnyttingsgrad.....	11
2.1.3 Arbeidsøkonomi.....	13
2.1.4 Anaerob kapasitet.....	14
2.2 Pacing-strategier i kondisjonsidretter	15
2.3 Målemetoder	16
3. Metode	18
3.1 Deltagere.....	18
3.2 Eksperimentelt design	19
3.3 Testprotokoller og målemetoder	20
3.3.1 Melkesyreprofil.....	20
3.3.2 VO ₂ maks.....	20
3.3.3 Tilvenning prestasjonstest.....	21
3.3.4 Prestasjonstest med/uten spurter	21
3.3.5 Kalibreringsrutiner	21
3.4 Statistikk.....	22

4. Resultater	23
4.1 Prestasjonstesten, gjennomsnittsdata	23
4.2 Prestasjonstesten, tidsutvikling	23
4.2.1 Laktat	23
4.2.2 Hastighet	24
4.3 Oksygenopptak	25
4.4 Ventilasjon og ventilasjons-ekvivalenten.....	25
4.5 Hjerterefrekvens	27
5. Diskusjon	29
5.1 Prestasjon	29
5.2 Arbeidsøkonomi.....	30
5.3 Utnyttingsgrad	31
5.4 Laktat.....	32
5.5 Oksygenopptak	33
5.6 Ventilasjon.....	34
5.7 Hjerterefrekvens	35
5.8 Styrker og svakheter	35
5.9 Videre studier.....	37
6. Konklusjon	38
Referanser	39
Tabelloversikt	46
Figuroversikt.....	47
Forkortelser.....	48
Vedlegg	50
I. Informasjonsskriv til deltagerne.....	50
II. Egenerklæring for deltagerne	50

Forord

Denne masteroppgaven ble gjennomført ved seksjonen for fysisk prestasjonsevne (NIH). Etter mange år på skolebenken var det fantastisk å fullføre min master her, ved å få dypdykke ned i fysiologien og lære enda mer om et spennende fagfelt. Det har vært en fin og lærerik reise, hvor jeg nå sitter igjen med masse kunnskap og erfaring jeg tar med meg videre. Derfor vil jeg benytte anledningen til å takke flere personer som har bidratt.

Aller først vil jeg gi en stor takk til min veileder **Jostein Hallén**, for å ha veiledet meg gjennom hele denne prosessen. Du har vært tålmodig og tilgjengelig for spørsmål og gitt meg gode og grundige tilbakemeldinger jeg ikke kunne vært foruten. Takk for fine faglige diskusjoner og alt jeg har fått lære og vært med på i løpet av masteren.

En stor takk til **Mali**, for de utallige timene vi har hatt på laboratoriet sammen. Det hadde ikke vært like morsomt uten deg og ditt gode humør. Takk for at du ofret fingrene dine for at jeg skulle mestre laktat-prøver, og takk for all støtte og hjelp. **Kristoffer, Ruben Cornelius, Tom** og **Espen** – Takk for at dere stilte opp som forsøkskaniner! Og tusen takk til **alle deltagere**, som tok seg tiden til å stille opp og bidro til at dette prosjektet kunne gjennomføres.

Sist, men ikke minst, vil jeg takke mine gode støttespillere gjennom mange år: **Jonar, mamma** og **pappa**. Takk for alt dere har bidratt med gjennom årene. Takk for motiverende samtaler, positivitet og troen på at jeg kunne få det til!

Nathalie Cathrin Aluwini

Oslo, mai 2021

1. Introduksjon

De bestemmende faktorene for prestasjonen i kondisjonsidretter er grovt inndelt: Det maksimale oksygenopptaket (VO_{2maks}), utnyttingsgraden, den anaerobe kapasiteten og arbeidsøkonomien (Joyner & Coyle, 2008, s. 35-37). Bak hver av disse er det tilknyttet ulike fysiologiske mekanismer, og målrettet trening kan forbedre de nevnte faktorene. VO_{2maks} er et mål for kroppens maksimale evne til å ta opp og omsette oksygen per tidsenhet (Basset & Howley, 2000, s. 70). Den laveste farten man oppnår VO_{2maks} kalles «den maksimale aerobe farten». Denne farten klarer man ikke å opprettholde i mer enn 10-15 minutter og hvor stor prosent av VO_{2maks} man klarer å utnytte, reduseres med arbeidsvarigheten (Basset & Howley, 2000; Costill et al., 1973; Hawley et al., 2018). Derfor er utnyttingsgraden definert som hvor mange prosent av VO_{2maks} kroppen kan ligge på, gjennom en gitt distanse (Basset & Howley, 2000, s. 78). Om arbeidet som kreves derimot overgår kroppens aerobe effekt, altså evnen til å forbrenne karbohydrater og fett vha. oksygen til ATP, må den anaerobe kapasiteten benyttes. Anaerob kapasitet er utøverens evne til å frigjøre energi, ved hjelp av de anaerobe energiprosessene, under en gitt konkurranse/test (Medbø et al., 1988, s. 50). Denne er nokså liten, og ved maksimalt arbeid brukes den opp i løpet av 2 minutter (Medbø et al., 1988, s. 55). Den siste faktoren som er viktig for prestasjonen i kondisjonsidretter, er arbeidsøkonomien. Det vil si mengden oksygen man forbruker, per kilo kroppsvekt, per meter og kan gjerne ses på som et fysiologisk mål på teknikk (Saunders et al., 2004, s. 466).

Tatt i betraktning de overnevnte faktorene, kan man nokså presist måle VO_{2maks} og arbeidsøkonomi, samt beregne teoretisk den anaerobe kapasiteten med dagens utstyr (Bahr et al., 1991). Når det gjelder utnyttingsgraden, har metodene vært noe varierende. Hittil har man benyttet både direkte og indirekte tester for å måle utnyttingsgraden, men studier viser at en direkte måling av utnyttingsgraden, ved en prestasjonstest, er den mest reliable målemetoden (Bosquet et al., 2002; Laursen et al., 2007). Hittil er alle studier av utnyttingsgraden så vidt oss bekjent, gjennomført med en konstant intensitet. I idrett er det derimot ofte varierende intensitet, med tidvise anaerobe innslag. På bakgrunn av dette var det ønskelig å studere utnyttingsgraden nærmere, ved en prestasjonstest med varierende intensitet underveis. I første omgang var det ønskelig å undersøke hvordan utnyttingsgraden og arbeidsøkonomien ble

påvirket av spurter underveis i et løp, hos godt trente løpere. Dermed ble følgende problemstillinger og hypoteser utarbeidet:

1.1 Problemstillinger og hypoteser

Problemstillinger

- *Vil utnyttingsgraden endres av korte perioder (30 s) med anaerobt arbeid under en 25 minutters prestasjonstest (time-trail) ved løp på tredemølle?*
- *Vil arbeidsøkonomien endres av korte perioder (30 s) med anaerobt arbeid under en 25 minutters prestasjonstest (time-trail) ved løp på tredemølle?*

Hypoteser

- *H_0 : Utnyttingsgraden vil ikke endres av korte perioder (30 s) med anaerobt arbeid under en 25 minutters prestasjonstest (time-trail) ved løp på tredemølle.*
- *H_1 : Utnyttingsgraden vil endres av korte perioder (30 s) med anaerobt arbeid under en 25 minutters prestasjonstest (time-trail) ved løp på tredemølle.*
- *H_0 : Arbeidsøkonomien vil ikke endres av korte perioder (30 s) med anaerobt arbeid under en 25 minutters prestasjonstest (time-trail) ved løp på tredemølle.*
- *H_1 : Arbeidsøkonomien vil endres av korte perioder (30 s) med anaerobt arbeid under en 25 minutters prestasjonstest (time-trail) ved løp på tredemølle.*

2. Teori

2.1 Hva bestemmer prestasjonen i kondisjonsidretter

Kondisjonsidretter er idretter der evnen til å opprettholde en høy aerob metabolisme gjennom distansen, er den viktigste faktoren for prestasjonen (Hawley et al., 2018, s. 963). Derfor er det viktig å ha et høyt maksimalt oksygenopptak, ha evnen til å nyttiggjøre så stor prosentandel som mulig av dette i løpet av en gitt distanse og forbruke så lite oksygen som mulig, per meter (Joyner & Coyle, 2008, s. 37). Anaerob kapasitet, evnen til å frigjøre energi uten tilgang på oksygen, er også en faktor som kan påvirke prestasjonen, men blir mindre viktig jo lenger distansen er (Burnley & Jones, 2018, s. 1-2).

Det er en rekke mekanismer som potensielt kan begrense VO_{2maks} , da oksygenet skal fraktes fra innåndingsluften til blodet og inn til mitokondriene i musklene. Det er lungenes diffusjonskapasitet, hjertets minuttvolum, oksygentransport-kapasiteten i blodet og oksygenekstraksjonen i muskelfibrene (Bassett & Howley, 2000, s. 72). De tre første faktorene kalles for sentrale faktorer og er viktigst for VO_{2maks} . Det synes derimot ut som om de perifere faktorene kan begrense utnyttingsgraden (Skattebo et al., 2020). Disse faktorene er blant annet kapillærtettheten i skjelettmuskulaturen, størrelsen og antall på mitokondriene, antall oksidative enzymer, samt myoglobin-mengden i muskulaturen (Joyner & Coyle, 2008, s. 37-39).

2.1.1 Det maksimale oksygenopptaket

Fick's likning: $MV_{maks} \times a-vO_{2diff_{maks}}$ definerer det maksimale oksygenopptaket (Mcardle et al., 2010, s. 466; Skattebo et al., 2020, s. 2). Minuttvolumet er produktet av hjertefrekvensen x slagvolumet. Hjertefrekvensen er ikke trenbar, men genetisk bestemt, mens slagvolumet derimot kan øke med mer enn 40% ved trening (Åstrand et al., 2003, s. 165-168). Dette er den viktigste bestemmende faktoren, som har påvirkning på det maksimale oksygenopptaket. Jo større arbeidsintensitet man arbeider på, jo større minuttvolum kreves det. Derfor øker både slagvolumet og hjertefrekvensen når intensiteten øker (Mcardle et al., 2010, s. 464-465).

Lungenes oppgave er å optimalisere gassutvekslingen av O₂ og CO₂. Forskjeller i partialtrykk gjør at gassene diffunderer fra stedet med høyest til lavest trykk. Derfor diffunderer O₂ fra lungealveolene til lungekapillærene og CO₂ diffunderer fra kapillærene til alveolene. Ved fysisk aktivitet øker kroppens O₂-forbruk og CO₂-produksjon. Derfor øker ventilasjonen i takt med økte O₂-krav (Sand et al., 2001, s. 378-398). Forholdet mellom ventilasjonen og oksygenopptaket kalles ventilatorisk ekvivalent. Det sier noe om hvor mye O₂ man tar opp, i forhold til hvor mye man ventilerer (Mcardle et al., 2010, s. 291). De fleste studier gjennomført til nå, viser ingen forbedring i diffusjonskapasiteten som følge av trening, med mindre man har en obstruktiv lungesykdom som KOLS eller astma (Armstrong & Vogiatzis, 2019, s. 854; Bassett & Howley, 2000, s. 72-73). Noen studier har derimot vist at O₂-metningen er noe redusert hos godt trente, sammenlignet med utrente, pga. at det kardiovaskulære systemet tilpasser seg trening, mens respirasjonssystemet ikke tilpasser seg på samme måte (Dempsey et al., 2020).

Hjertet er «motoren» som får blodet til å sirkulere i blodårene. De jernholdige heme-gruppene i hemoglobinet i de røde blodcellene, binder oksygen til seg når de passerer lungene. Derfor er [Hb] en viktig faktor for hvor mye oksygen blodet kan frakte (Sand et al., 2001, s. 340-344). Det er i midlertidig en balanse for hva som er det optimale hematokrit-nivået. Årsaken er at en økning i antall røde blodceller fører til tykkere blod, som dermed flyter tregere (Lundby et al., 2017, s. 220-222; Sand et al., 2001, s. 340-341). Men hvilket nivå som er det optimale, er foreløpig ikke kjent. Vanlig trening øker ikke [Hb], men trening i høyden kan bidra noe. Når blodet ankommer muskelfibrene må oksygenet ekstraheres fra de røde blodcellene, på samme måte som de måtte mettes i lungene (Sand et al., 2001, s. 344-345; Skattebo et al., 2020, s. 2). Forskjellene i oksygeninnholdet i musklens arterielle og venøse blodårer, er derfor en indikator på hvor mye oksygen skjelettmuskulaturen har tatt opp. Men da muskulaturen har en overkapasitet til å oppta oksygen, i forhold til det den sentrale sirkulasjonen tilbyr, tyder det på at minuttvolumet er den viktigste faktoren for VO_{2maks} (Skattebo et al., 2020).

2.1.2 Utnyttingsgrad

2.1.2.1 Kapillær-tetthet

Utnyttingsgraden bestemmes av forhold i skjelettmuskulaturen, i langt større grad enn hva som gjelder for det maksimale oksygenopptaket (Joyner & Coyle, 2008, s. 37-39). Mye tyder på at det er en større tilpasningsevne perifert og at en økning i kapillærtettheten, øker transittiden for de røde blodcellene. Dermed forbedres oksygentilførselen og oksygenekstraksjonen opprettholdes, tross kort gjennomstrømningstid ved arbeid på høye intensiteter (Bassett & Howley, 2000, s. 75). I en studie av Coyle et al., (1988) undersøkte de 14 konkurranse-syklister som hadde et tilnærmet likt maksimalt oksygenopptak for å sammenligne og se på blodlaktatrespons, glykogenbruk og utholdenhet ved arbeid på submaksimale intensiteter. Syv av deltagerne nådde laktat-terskelen på en lav intensitet relativt sett ($65,8 \pm 1,7\%$ av VO_{2maks}), mens de andre syv nådde laktat-terskelen på en høyere intensitet ($81,5 \pm 1,8\%$ av VO_{2maks}) (Coyle et al., 1988). Når man undersøkte tid til utmattelse i de to gruppene, ved en intensitet på 88% av VO_{2maks} , holdt gruppen med den høye laktat-terskelen ut mer enn dobbelt så lenge, som den andre gruppen. Det så ut til at utnyttingsgraden ved laktat-terskel og muskel-kapillær-tettheten var årsak til mer enn 93% av variasjonen i prestasjonen mellom de to gruppene (Coyle et al., 1988). Samspillet mellom den aerobe og anaerobe metabolismen ser altså ut til å være påvirket av skjelettmuskel-kapillær-tettheten, da en høy tetthet bidrar raskere til å resirkulere eller fjerne muskel-metabolitter som gir utmattelse. Denne studien indikerer dermed at utnyttingsgraden kan være direkte påvirket av skjelettmuskel-kapillær-tettheten, hvor evnen til å fjerne avfallsstoffer og dermed begrense acidose er en viktig faktor (Joyner & Coyle, 2008, s. 39).

2.1.2.2 Mitokondrietetthet, oksidative enzymer og myoglobin

Andre perifere fysiologiske faktorer som kan være begrensende for utnyttingsgraden er antallet og størrelsen på mitokondriene, oksidative enzymer, samt myoglobin-mengden i skjelettmuskulaturen. Mitokondriene er stedet der oksygenet forbrukes i det siste steget av elektron-transport-kjeden. Antallet mitokondrier kan øke med mer enn det dobbelte hos trente individer (Bassett & Howley, 2000, s. 75). Metabolske effekter som følge av en økning i mitokondrietettheten og oksidative enzymer er at muskler tilpasset kondisjonstrening i større grad vil oksidere fett, og dermed spare glykogen-lagre og blodglukose. I tillegg vil det være en lavere laktat-produksjon under trening, da man får en større kapasitet til å ta hånd om

pyruvat og mindre vil bli omdannet til laktat og H^+ -ioner. Hovedeffekten er derfor bedre utholdenhet (Bassett & Howley, 2000, s. 75). Myoglobin er derimot et protein i skjelett-muskulaturen som kan binde oksygen, samt frigjøre det i perioder med hyposki. Myoglobin fungerer altså som en intracellulær buffer idet muskel-aktiviteten øker. Resultatet blir dermed at den intracellulære konsentrasjonen av oksygen forblir relativt konstant, til tross for en dramatisk aktivitets-indusert O_2 -flux fra kapillærene til mitokondriene. Myoglobin fungerer derfor som en lett tilgjengelig kilde med oksygen, i starten av et arbeid (Ordway & Garry, 2004, s. 3441-3442). Daniels og medarbeidere (1978) undersøkte tiden på 3,2 km etter en treningsperiode med høyt volum. Resultatene viste at verken arbeidsøkonomien eller VO_{2maks} endret seg, men at tiden ble redusert. Dette indikerer en forbedring i utnyttingsgraden, og en mulig teori er at antall mitokondrier og konsentrasjon av oksidative enzymer økte, som dermed ga en glykogensparende effekt og mindre laktatproduksjon (Daniels et al., 1978).

2.1.2.3 Laktat-terskel

Laktatterskelen har blitt brukt som et indirekte mål på utnyttingsgraden. For å bestemme denne, utfører en utøver en serie tester i sin spesifikke kondisjonsidrett, med økende hastigheter og påfølgende blodprøver. Deretter blir det gjort en laktatanalyse. Den hastigheten hvor laktatkonsentrasjonen endres betydelig, blir brukt som et mål på terskelen (Bassett & Howley, 2000, s. 80). Det er derimot uenighet i fagmiljøet om hvilken endring man skal benytte, for å si at melkesyreterskelen er overskredet. I Norge er det nokså stor enighet om at intensiteten der melkesyreverdien er større enn 2,1 mmol/L enn i hvile, er definert som terskel. I andre land brukes det blant annet absolutte verdier, som f.eks. en overskridelse av 4,0 mmol/L (Hallén, 2018, s. 25).

Utnyttingsgraden vil reduseres med økt konkurransetid. De som er godt trente vil også ha en bedre utnyttingsgrad, enn de som er dårligere trent (Bassett & Howley, 2000, s. 79-80).

Utrente vil altså ha en høyere $[La^-]$ enn trente, ved samme hastighet. Den prosentandelen av VO_{2maks} man klarer å opprettholde gjennom en utholdenhetskonkurranse, er relatert til det oksygenopptaket der laktat starter å akkumulere i blodet (Coyle et al., 1988, s. 2622).

Forskjeller i prestasjon i utholdenhetskonkurranser mellom individer og forbedringer som følge av trening, kan i stor grad forklares av O_2 -opptaket ved laktatterskelen og arbeidsøkonomien (Coyle et al., 1988, s. 2622). Vanligvis vil man kunne se en økning av

[La⁻] i blodet hos utrente, ved 60% av VO_{2maks}. Godt trente kan derimot arbeide på opptil 75-90% av det maksimale oksygenopptaket, før man ser en økning (Joyner & Coyle, 2008, s. 38).

Det er altså stor usikkerhet i nøyaktig hvor laktatterskelen ligger, og det er heller ikke et direkte mål på utnyttingsgraden. En endring i laktatterskelen kan derimot brukes som informasjon på at trening har fungert (Faude et al., 2009, s. 39). En høyreforskyvning av melkesyrekurven etter trening, kan derfor ikke med sikkerhet tolkes som en endring av utnyttingsgraden. I de fleste tilfeller kommer dette av en økning i VO_{2maks}. Kun hvis man kontrollerer for VO_{2maks}, kan man vurdere at årsaken kan skyldes utnyttingsgraden (Bahr et al., 1991, s. 53-55). Det gjenstår derfor mye å lære om spesifikke faktorer som forsinker eller fremskynder trøtthet i muskulaturen, ved arbeid på høye intensiteter (Joyner & Coyle, 2008, s. 39). Samtidig er det uklart om laboratorietester kan oppdage fysiologiske adaptasjoner hos de aller beste utøverne, som allerede har et maksimalt effektivt metabolsk energibruk (Joyner & Coyle, 2008, s. 39-40).

2.1.3 Arbeidsøkonomi

Arbeidsøkonomien er også en prestasjonsbestemmende faktor i kondisjonsidretter.

Arbeidsøkonomien, er forholdet mellom arbeid utført og energi benyttet på arbeidet (Bassett & Howley, 2000, s. 78). Arbeidsøkonomien under løping omtales gjerne som løpsøkonomi og viser hvor mye oksygen som kreves ved ulike hastigheter eller per meter løpt. Sammenligner man to løpere med lik VO_{2maks} og utnyttingsgrad, vil den løperen som har best arbeidsøkonomi løpe raskest (Bassett & Howley, 1997, s. 591-603). Løping er en idrett der man forflytter sin egen kroppsvekt. Dermed er det også nyttig og se på arbeidsøkonomien i forhold til oksygen forbruket per kg kroppsvekt per meter (Saunders et al., 2004, s. 465-467). Det er flere biomekaniske og fysiologiske faktorer som ser ut til å påvirke løpsøkonomien hos godt trente løpere. Dette er blant annet metabolske tilpasninger muskulært, muskelens evne til å frigjøre og lagre elastisk energi ved økt muskulær stivhet, og mer effektiv mekanikk, som inkluderer mindre bremsekrefter og overdreven vertikal svingning. En god løpsteknikk er derfor grunnleggende for arbeidsøkonomien (Saunders et al., 2004, s. 470-472). Men til tross for at arbeidsøkonomien har blitt undersøkt grundig de siste ti-årene, er det fremdeles få intervensjoner som har vist en forbedring i arbeidsøkonomien hos eliteløpere. Noen intervensjoner har vist at eksplosiv styrketrening kan forbedre løpsøkonomien hos moderat

trente løpere, mens tung styrketrening har i noen få studier tendert til å forbedre arbeidsøkonomien hos godt trente triatleter. Trening eller soving i høyden har også vist å forbedre den submaksimale arbeidsøkonomien hos syklister og triatleter (Saunders et al., 2004, s. 480). Studier gjennomført hittil, har altså vist at trening har en begrenset effekt, for å forbedre arbeidsøkonomien. For å få mer innsikt i hvordan arbeidsøkonomien kan forbedres, kreves det større presisjon i målemetodene av de metabolske og mekaniske faktorene (Saunders et al., 2004, s. 480).

2.1.4 Anaerob kapasitet

Anaerob kapasitet kan defineres som den maksimale mengden ATP, som kommer fra de anaerobe prosessene, i løpet av en enkelt periode med maksimalt arbeid (Gastin, 2001, s. 726). Det aerobe og det anaerobe systemet fungerer i et tett samspill, for å tilfredsstille energikravet til musklene under arbeid. Det aerobe energi-systemet danner ATP ved forbrenning av karbohydrater og fett ved tilstedeværelse av oksygen. Det anaerobe systemet bryter ned fosfagenene; ATP og PCr og bryter ned karbohydrat non-aerobt, ved dannelse av melkesyre som sluttprodukt i glykolysen. De anaerobe prosessene kan regenerere ATP hurtig, men mengden energi som kan frigjøres i løpet av et enkelt arbeid er begrenset, da melkesyre vil akkumulere og lagrene brukes opp. Akkumulasjon av melkesyre i blodet fører til en reduksjon i pH, og dermed må enten arbeidet reduseres eller stanses (Gastin, 2001, s. 726). Til nå har man benyttet en ikke-invasiv metode, hvor man måler det totale akkumulerte O₂-underskuddet, som et mål på den anaerobe kapasiteten (Medbø et al., 1988). Til tross for at denne målemetoden har noen svakheter, er den et godt verktøy for å kvantifisere den anaerobe energifrigjøringen under arbeid til utmattelse (Gastin, 2001; Medbø et al., 1988).

I supramaksimal trening, er den ekstra energien som ikke kommer fra oksidasjon, hentet fra å splitte høy-energi-fosfater i muskulaturen. Under hardt, periodisk arbeid dannes det ikke melkesyre hvis oksygen-underskuddet som ble dannet under arbeids-perioden, kan fullstendig fylles ved splittelse av fosfagener. (Margarita et al., 1969, s. 752). Oksyngengjelden som opphoper seg under arbeidet må altså fullstendig hentes inn igjen i pausene. Under disse vilkårene kan tung, periodisk trening gjennomføres på ubestemt tid, noe som fører til et større arbeid gjennomført, enn om man skulle arbeidet kontinuerlig til utmattelse. Innhentingen av oksygen-underskudd uten opphoping av melkesyre, men oppbygging av fosfagener, viser seg

å være en rask prosess. Halv-reaksjonstiden er omtrent på 20-25 sekunder (Margaria et al., 1969, s. 752).

2.2 Pacing-strategier i kondisjonsidretter

Ser man på kravene i kondisjonsidretter, er evnen til å opprettholde en høy metabolsk rate over en lang periode, en avgjørende faktor for prestasjonen (Gløersen et al., 2020, s. 983; Losnegard, 2019, s. 1678). Årsaken er at energi frigjort ved aerob oksidasjon, er den eneste metabolske veien som kan opprettholdes over tid. Den gjennomsnittlige hastigheten på den aerobe energifrigjøringen er dermed en nøkkelfaktor i kondisjonsidretter (Gløersen et al., 2020, s. 983; Losnegard, 2019, s. 1678). Energi fra det anaerobe systemet kan også bidra noe, men jo lenger konkurransen er, jo mindre viktig blir dette bidraget. Det som derimot er interessant å se på, er kondisjonsidretter hvor løypeprofilen har varierende helningsgrad. I f.eks. baneløp, svømming og roing gjelder det å opprettholde en høyest mulig jevn intensitet, da det ikke er noen variasjon i løypeprofilen. I disse idrettene kan bidraget fra den anaerobe metabolismen kun benyttes i en kort periode, uten å måtte redusere intensiteten (Karlsson et al., 2018, s. 2). I langrenn og langdistansesykling på den andre siden, er det betydelige terrengforskjeller, noe som gir et ujevnt metabolsk energiforbruk og en varierende kraftfordeling i fremdriften. Nedoverbakkene, der arbeidskravet til fremdrift er redusert, gjør det mulig å delvis bygge opp de metabolske lagrene igjen (Andersson et al., 2016, s. 2544; Karlsson et al., 2018, s. 2; Losnegard, 2019, s. 1676-1677).

Tidligere studier har blant annet sett på denne metabolske energikostnadsforskjellen i motbakker og nedoverbakker i langrennsprint (Andersson et al., 2016; Andersson et al., 2010; Sandbakk et al., 2010). Ifølge disse studiene presterer utøvere som bruker en høyere metabolsk kostnad i motbakkene bedre, enn de som holder en lavere fart der. Ser man på estimater av arbeidshastigheten i en enkelt motbakke i langrenn på elitenivå, er den metabolske kostnaden opp mot 110-160% av maksimal aerob effekt. Dette innebærer et betydelig bidrag fra den anaerobe energiproduksjonen (Losnegard, 2019; Sandbakk et al., 2011). Løypeprofilen i langrenns-konkurranser gjør det mulig å gjentatte ganger akkumulere et O₂-underskudd, da nedoverbakkene med et lavt energiforbrukskrav, gjør det mulig å delvis bygge opp de anaerobe energilagrene igjen (Andersson et al., 2016, s. 2545).

På grunnlag av disse forskjellene i løypeprofilen til kondisjonsidretter, bør det derfor velges ulike pacing-strategier avhengig av idrett og konkurransevarighet. Varer den over 30 minutter og har en flat løypeprofil, er bidraget fra de anaerobe energikildene liten i forhold til det totale energikravet. Man bør dermed velge en jevn høy hastighet, som ligger nær den anaerobe terskelen. Her blir det derfor avgjørende å ha en høy utnyttingsgrad av det maksimale oksygenopptaket (Gløersen et al., 2020, s. 984). Ser man på langrenn og sykling derimot, som har et ujevnt metabolsk energiforbruk, velger mange en intensitet som er høyere enn den anaerobe terskelen, i noen deler av løypa (Gløersen et al., 2020, s. 983-984; Karlsson et al., 2018, s. 2).

Karlsson og medarbeidere (2018) var noen av de første til å måle oksygenunderskuddet, ved å kontinuerlig vurdere oksygenkrav og forbruk gjennom en simulert langrenns-konkurranse. Målingene viser at det relative anaerobe bidraget er lavt. Likevel viser resultatene, til tross for at internasjonale langrenns-konkurranser er nokså lange og ofte varer over 30 minutter, at muligheten til å bruke den anaerobe kapasiteten gjentatte ganger, kan være en avgjørende prestasjonsfaktor på elitenivå (Karlsson et al., 2018). Evnen til å hente seg inn og bygge opp lagrene i nedoverbakkene, ser dermed ut til å være viktig. Trolig vil også dette gjelde for utøvere i andre idretter, med lignende krav til de bioenergetiske systemene (Gløersen et al., 2020; Losnegard, 2019). Per dags dato er det fremdeles få studier på området, og de fysiologiske mekanismene er enda ikke fullstendig forstått. Det trengs altså mer forskning, og det kan være veldig interessant sett fra et treningsperspektiv, å forstå hvordan man kan forbedre kapasiteten til å hente seg inn, etter oksygen-underskudd (Gløersen et al., 2020, s. 991).

2.3 Målemetoder

Hittil har man benyttet både direkte og indirekte tester for å måle utnyttingsgraden i kondisjonsidretter. De direkte metodene har gitt indikasjoner fullstendig eller delvis på effektvarighetsforholdet ved et gitt arbeid, mens de indirekte metodene har vært knyttet til den anaerobe terskelen (Bosquet, et al., 2002, s. 675-676). De indirekte metodene har vært basert på forholdet mellom prosentvis bruk av $VO_{2\text{maks}}$ ved et gitt arbeid og biologiske variabler som ventilasjon, hjertefrekvens og laktat (Bosquet et al., 2002, s. 687-688). Den anaerobe terskelen / melkesyreterskelen defineres som den høyeste intensiteten man kan arbeide på,

hvor det er lik eliminasjon og produksjon av melkesyre, under konstant belastning (Åstrand et al., 2003, s. 258-259). Nøyaktig hvor denne grensen er, er derimot vanskelig å vite med sikkerhet. Dette har resultert i at forskere har benyttet ulike kritiske verdier eller vinkler på knekkpunktet til laktat-kurven, for å prøve å bestemme denne (Heuberger et al., 2018, s. 2). Mangfoldet i metoder har ført til feiltolkning og dermed kan bruk av ulike «vitenskapelige» teknikker på samme datasett, føre til en variasjon på mellom 79,40-91,91% av VO_{2maks} . Derfor er ikke dette en valid og reliabel metode, men en høyreforsyning av laktat-kurven etter en treningsperiode kan indikere treningseffekt (Bosquet et al., 2002, s. 693). Derfor bør man heller benytte en av de direkte metodene, for å undersøke utnyttingsgraden. De tre direkte metodene man kan bruke for å måle denne under et enkelt-arbeid er å benytte konstant-arbeid- (prestasjonstest), konstant-varighet- eller konstant-power-tester (Bosquet et al., 2002, s. 677).

Coyle et al. (1988) benyttet en konstant power-test hvor 14 syklister med lik VO_{2maks} , utførte et arbeid på 88% av VO_{2maks} til utmattelse. Men en metodologisk utfordring var blant annet det psykologiske aspektet, som kan ha påvirket utnyttingsgraden og prestasjonen (Bosquet et al., 2002, s. 678). Konstante power-tester gjennomføres på en konstant hastighet / effekt / % av VO_{2maks} til utmattelse, mens prestasjonstester derimot har et kjent endepunkt, hvor deltagerne skal fullføre en gitt distanse så raskt som mulig. Ved konstant varighets-tester skal man gjennomføre mest mulig arbeid i løpet av en gitt tidsperiode (Laursen et al., 2007, s. 1374). Foss og Hallén (2005) gjennomførte et slikt forsøk hvor tråkkfrekvens, arbeidsøkonomi og utnyttingsgrad ble undersøkt, i en prestasjonstest med varighet på om lag 30 minutter. I denne studien var dermed det psykologiske elementet ikke en like avgjørende faktor (Bosquet et al., 2002, s. 678). Laursen og medarbeidere (2007) undersøkte reliabiliteten i prestasjonstester sammenlignet med konstant-power-tester med åtte godt trente løpere som deltagere. De fant en mindre variabilitet og større absolutt reliabilitet i prestasjonstesten, sammenlignet med den konstante power-testen. Dermed kan det se ut til at prestasjonstester er den beste metoden å undersøke utnyttingsgraden (Laursen et al., 2007).

3. Metode

3.1 Deltagere

Det ble planlagt for tolv deltakere til dette prosjektet. På grunn av covid-19 måtte dette nedjusteres til ti. Ni mannlige og én kvinnelig deltaker mellom 18-40 år ble rekruttert. Inklusjonskriteriene var at deltagerne drev med systematisk utholdenhetstrening minst tre ganger i uken, var friske, skadefrie og uten kontraindikasjoner mot harde fysiske belastninger i form av løping på tredemølle. Med unntak av en deltager, var alle konkurrerende løpere. Av de ti rekrutterte var det tre frafall, grunnet årsaker som ikke var knyttet til prosjektet. Syv deltagere gjennomførte derfor alle testene, og disse syv er inkludert i dataanalysene. Karakteristika knyttet til deltagerne er beskrevet i tabellen under.

Tabell 1: Karakteristika til deltagerne.

Variabel	Gjennomsnitt \pm SD
Alder (år)	27,9 \pm 2,85
Høyde (cm)	179 \pm 5,29
Kroppsmasse (kg)	66,7 \pm 9,02
VO _{2maks} (ml/min)	4841 \pm 508
VO _{2maks} (ml/kg*min)	73 \pm 4,46

VO_{2maks}; Maksimalt oksygenopptak

Rekrutteringen ble gjennomført ved å kontakte det nasjonale løp-miljøet i Norge, samt via e-post og sosiale medier. Et detaljert informasjonsskriv om prosjektet ble sendt ut til samtlige deltagere før oppstart. De viktigste elementene rundt prosjektet ble repetert muntlig på testdag 1, før underskriften ble mottatt, for å forsikre at deltakerne hadde lest og forstått informasjonsskrivet. Det ble også understreket at de når som helst kunne trekke seg fra forsøket uten å oppgi en grunn. Før prosjektets oppstart ble behandling av personopplysninger vurdert av Norsk senter for forskningsdata (NSD, referansenummer 862820) og prosjektet godkjent av Norges idrettshøgskoles lokale etiske komité (referansenummer 152 – 270820).

3.2 Eksperimentelt design

Prosjektet ble designet som et randomisert kontrollert crossover studie, hvor alle deltagerne gjennomførte to intervensjoner, randomisert til hvilken av intervensjonene de startet med. Intervensjonene foregikk som kortvarige, akutte eksperiment. Deltagerne møtte opp fire ganger på Norges idrettshøgskole, med en varighet på ca. 1-1,5 time hver gang. Første oppmøte var en screening, hvor deltakerne gjennomførte en melkesyreprofiltest og en VO_{2maks} -test. Dag 2 var en tilvenningsdag, hvor deltakerne testet ut farten de skulle løpe med under prestasjonstesten i eksperimentet dag 3 og 4. Deltagerne øvde også på å styre farten på tredemøllen selv.

Det randomiserte eksperimentet foregikk på dag 3 og 4, der deltakerne gjennomførte en prestasjonstest, med mål om å løpe en gitt distanse så raskt som mulig. Distansen ble beregnet ut fra resultatene på test-dag 1, slik at varigheten ble om lag 25 minutter. En av dagene gjennomførte de prestasjonstesten uten spurter, og den andre dagen gjennomførte de prestasjonstesten med tre innlagte spurter på 30 sekunder. Rekkefølgen ble randomisert og balansert slik at halvparten av deltakerne startet med en prestasjonstest uten spurter, og den andre halvdel startet med en prestasjonstest med spurter. Ved å sammenligne utnyttingsgraden og arbeidsøkonomien fra de to prestasjonstestene, vil studiedesignet kunne gi svar på om utnyttingsgraden og arbeidsøkonomien påvirkes av korte perioder (30 s) med anaerobt arbeid under en prestasjonstest på om lag 25 minutter, ved løp på tredemølle.

Tabell 2: Eksperimentelt design.

	Hva	Tester
Dag 1	Screening	Melkesyreprofil VO_{2maks}
Dag 2	Tilvenning	Testing av fart og tilvenning prestasjonstest
Dag 3	Eksperiment	Prestasjonstest med/uten spurter
Dag 4	Eksperiment	Prestasjonstest med/uten spurter

3.3 Testprotokoller og målemetoder

For hver deltaker ble alle testene gjennomført i løpet av 4 uker med minimum 48 timer mellom hver test. Forsøksperioden foregikk fra 1. oktober til 12. desember 2020. I forkant av alle testene ble mat- og koffeininntak standardisert, og deltagerne ble bedt om å unngå tung fysisk aktivitet de siste 24 timene før oppmøte. Hvile-blodtrykk ble målt for å avdekke om det var indikasjoner mot at deltagerne kunne gjennomføre maksimale tester på tredemøllen. Hver dag før testene startet, ble deltakerne veid med klærne de skulle løpe i, men uten sko (Seca model 708, Hamburg, Tyskland). Hver dag gjennomførte deltagerne en oppvarming på tredemølle i 10 minutter på lett belastning, med en hjerterefrekvens på under 160 slag/min, etterfulgt av 3-4 minutters pause før testene startet. Oksygenopptak, laktat og hjerterefrekvens ble målt på dag 1, 3 og 4.

3.3.1 Melkesyreprofil

Melkesyreprofilen ble målt med en trappetest. Det ble gjennomført 5 minutters drag, med 1 minutt pause mellom hvert drag, hvor en blodprøve i fingeren ble tatt i hver pause for å måle laktat. Samme prosedyre ble repetert 4-6 ganger, med en økende hastighet på 1,5 km/h hver gang og en fast stigning på 1,5%. O₂-opptaket ble målt og registrert hvert 30. sekund fra 2.00-4.30 i hvert drag. Hjerterefrekvensen ble målt og registrert hvert 30. sekund fra 2.30-4.30 i hvert drag. Testen ble avbrutt når gjennomsnittet av de to første laktat-målingene + 2,1 mmol/L ble overskredet. Deretter fikk deltagerne 5 minutters pause før VO_{2maks}-testen.

3.3.2 VO_{2maks}

VO_{2maks}-testen ble gjennomført som en trappetrinnsprotokoll til utmattelse. Stigningen var på 5,3% og utgangsfarten ble beregnet til hver deltager, basert på melkesyreprofilen. Hastigheten ble deretter økt med 1 km/h for hvert minutt så lenge deltageren orket dette og justert til en økning på ½ km/h eller ingen økning den siste tiden deltageren orket å løpe. Den totale varigheten på testen varierte mellom 6-9 minutter. Deltagerne hadde munnstykket i munnen og neseklype på nesene, under hele testen. Det høyeste oksygenopptaket over ett minutt, ble registrert som det maksimale oksygenopptaket.

3.3.3 Tilvenning prestasjonstest

På dag 3 gjennomførte deltagerne en tilvenningstest. Målet var å løpe med tilnærmet lik fart som tiltenkt i forsøket. Deltagerne øvde også på å styre farten på tredemøllen selv. Stigningen var konstant på 1,5%. Etter 10 minutters oppvarming og 3 minutter pause, bestemte deltagerne selv om de ønsket å løpe i 15-20 minutter. De første 5 minuttene var farten bestemt og utregnet basert på prestasjonen på screeningdagen. Denne var satt til 80% av maksimal aerob hastighet. Deretter styrte deltagerne farten selv.

3.3.4 Prestasjonstest med/uten spurter

Testen uten spurter ble gjennomført som en prestasjonstest på om lag 25 minutter, hvor deltageren selv justerte og bestemte farten, etter de første 5 minuttene var gått. De første 5 minuttene ble utført med samme fart som på dag 2, for å unngå at deltagerne åpnet for hardt. Basert på det maksimale oksygenopptaket og melkesyreprofilen ble det regnet ut en distanse hver deltager skulle gjennomføre, som ville ta omtrent 25 minutter. Distansen varierte mellom 6500-7300 meter, avhengig av nivået til deltageren. Stigningen var konstant på 1,5%. Målet til deltagerne, var å tilbakelegge den gitte distansen så raskt som mulig. Underveis ble O₂-opptaket, hjerterefrekvensen og ventilasjonen målt kontinuerlig. O₂-opptaket og ventilasjonen ble registrert hvert 5. sekund, mens hjerterefrekvensen ble registrert hvert minutt. Blodlaktat ble målt ved 5, 11 og 17 minutter ut i testen, minuttet før tidspunktet for start av spurtene (se under). På det 15. minuttet fikk deltagerne muligheten til å ta ut munnstykket og av neseklypen i et minutt for å få en pause fra disse. De siste 200 meterne av testen fikk deltagerne ikke lov til å øke farten noe mer, av sikkerhetsmessige årsaker. Prestasjonstesten med anaerobe innslag ble gjennomført på samme måte, med unntak av tre spurter ved 6, 12 og 18 minutter ut i testen. Her ble farten økt til tilsvarende 105% av VO_{2maks}, i 30 sekunder. Foruten om disse periodene, styrte deltagerne selv fart og intensitet.

3.3.5 Kalibreringsrutiner

Blodtrykket ble målt på høyre overarm med et blodtrykksapparat (705CP-II, Omron, Bannockburn, USA) på dag 1. Alle testene ble gjennomført på en motorisert tredemølle (Woodway GmbH, Weil am Rein, Tyskland). Oksygenopptaket ble målt med et ergospirometriutstyr (Oxycon Pro, Jaeger Instr., Hoechberg, Tyskland). Før testing ble O₂ og CO₂ kalibrert med en kjent blandingsgass med 15% O₂ og 6% CO₂. Luftstrømturbinen (Triple

V; Erich jaeger GmbH, Hoechberg, Tyskland) ble kalibrert manuelt med en treliters pumpe (Calibration Syringe, series 5530, Hans Rudolph Inc., Kansas City, Missouri, USA). Deltagerne pustet gjennom et toveis munnstykke (Two-way Non Rebreathing T-shape, Hans Rudolph Instr., Kansas City, MO, USA) og hadde på en neseclip (NoseClip, Reusable Series 9015, Hans Rudolph, Kansas City, MO, USA) for å unngå pusting gjennom nesen. Hjertefrekvensen (HF) ble i de fleste tilfellene målt ved bruk av Polar M400 (Polar, Kempele, Finland). I de tilfellene deltagerne hadde egne pulsklokker, ble disse benyttet. Laktat ble målt på Biosen C_Line, EKF – diagnostic GmbH fra Tyskland. 20 µL kapillærblod ble deretter fortynt i en hemolyserende væske i forholdet 1:51 og instrumentet kalibrert med 12 mmol/L standardvæske. Lineariteten ble kontrollert for med 3 mmol/L og 15 mmol/L standardvæsker. Estimert melkesyreterskel ble regnet ut ved å ta gjennomsnittet av utgangspunktet i de to første målingene og legge til 2,1 mmol/L.

3.4 Statistikk

Dataen ble analysert og systematisert i Graphpad Prism 8 (GraphPad Software Inc., La Jolla, CA) og Microsoft Office Excel (versjon 2019, Microsoft, Redmond, USA). Førstnevnte ble benyttet til å teste normalfordelingen og uteliggere i datasettet. Samlingsmål og spredningsmål på rådataen er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik (SD). Det statistiske signifikansnivået er satt til $p \leq 0,05$. Det ble brukt paret t-tester for samtlige statistiske analyser.

4. Resultater

4.1 Prestasjonstesten, gjennomsnittsdata

Tiden var noe lenger under prestasjonstesten med spurter, sammenlignet med testen uten spurter (henholdsvis $25,4 \pm 0,925$ min og $25,2 \pm 0,894$ min), men forskjellen var ikke statistisk signifikant ($p = 0,081$). Det var ingen signifikante forskjeller i akkumulert VO_2 , gjennomsnittlig VO_2 , arbeidsøkonomi, utnyttingsgrad, hjerterefrekvens, ventilasjon, pustefrekvens og RER mellom prestasjonstesten uten og med spurter (tabell 3).

Tabell 3: Fysiologiske- og prestasjonsdata for eksperimentell dag 1 og 2.

Variabel	Test u/spurt	Test m/spurt
Tid (min)	$25,2 \pm 0,894$	$25,4 \pm 0,925$
Akk. VO_2 (L)	$100,6 \pm 12,08$	$100,4 \pm 12,05$
Gj.sn. VO_2 (L/min)	$4,00 \pm 0,439$	$3,94 \pm 0,419$
Gj.sn. arb.øk. (ml/m)	$14,6 \pm 2,13$	$14,5 \pm 2,07$
Gj.sn. arb.øk. (ml/kg*m)	$0,218 \pm 0,00814$	$0,218 \pm 0,0111$
Utnyttingsgrad (% av VO_{2maks})	$82,5 \pm 2,60$	$81,6 \pm 2,91$
HF f s. 3 min (slag/min)	$181 \pm 7,48$	$182 \pm 8,02$
Gj.sn. V'E (L/min)	$119 \pm 15,3$	$120 \pm 18,6$
Gj.sn. BF (l/min)	$45,7 \pm 4,50$	$46,0 \pm 4,84$
Gj.sn. RER	$0,984 \pm 0,0423$	$0,987 \pm 0,0297$

Data er presentert som gjennomsnitt \pm SD. * = signifikant forskjell mellom testene ($p \leq 0,05$). $n = 7$. Akk VO_2 ; akkumulert oksygenopptak, Gj.sn.; gjennomsnittlig, arb.øk.; arbeidsøkonomi, HF f s. 3 min; hjerterefrekvens de siste tre minuttene, V'E; ventilasjon, BF; pustefrekvens, RER; respiratorisk utvekslingsratio.

4.2 Prestasjonstesten, tidsutvikling

4.2.1 Laktat

Laktatkonsentrasjonen økte gjennom hele testen. Prøvene ble tatt rett før hver spurt. Det var på ingen tidspunkt signifikant forskjellig laktatkonsentrasjon mellom de to testene ($p = 0,778$). Ved testen uten spurter økte laktatkonsentrasjonen med like mye per minutt gjennom

hele testen, mens det var en tendens til at laktatkonsentrasjonen økte mer i starten enn på slutten ved testen med spurter (tabell 4).

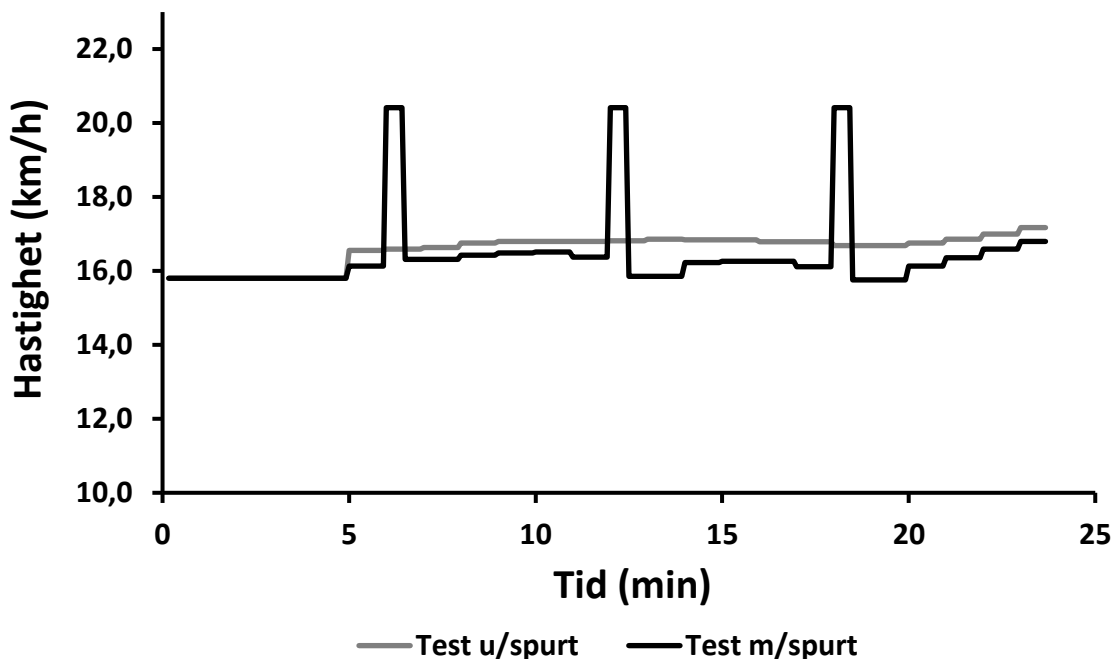
Tabell 4: Oversikt over $[La^-]$ på eksperimentell dag 1 og 2.

Tid	$[La^-]$ (mmol/L)	
	Test u/spurt	Test m/spurt
3 min før test	$1,10 \pm 0,423$	$1,09 \pm 0,363$
5 min	$2,38 \pm 1,03$	$2,58 \pm 1,28$
11 min	$4,21 \pm 1,14$	$4,75 \pm 1,79$
17 min	$5,65 \pm 1,59$	$6,01 \pm 1,60$
1 min post	$7,92 \pm 2,09$	$7,26 \pm 1,94$

Data er presentert som gjennomsnitt \pm SD. n = 7. $[La^-]$; Laktat.

4.2.2 Hastighet

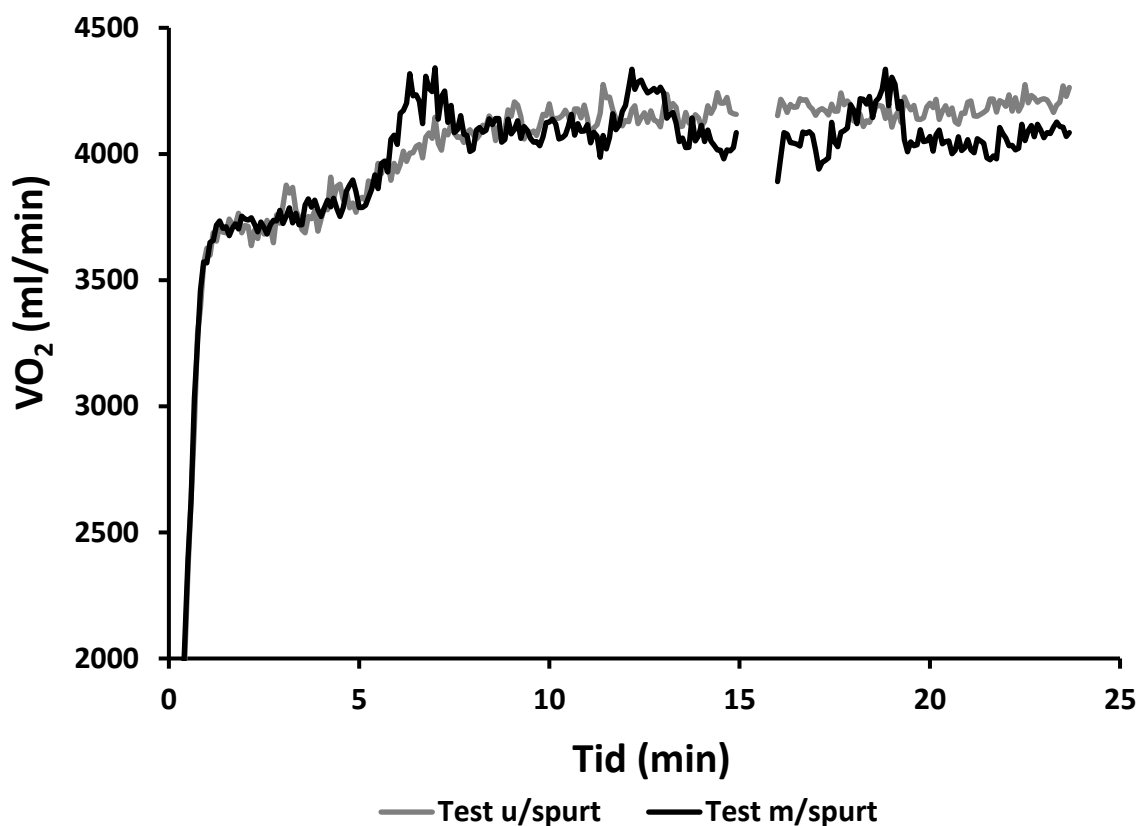
De første 5 minuttene var hastigheten satt til å være den samme ved de to testene, 80% av maksimal aerob hastighet. Etter 6, 12 og 18 minutter var hastigheten ved testen med spurter satt til å være 105% av maksimal aerob hastighet. For øvrig var hastigheten ved testen med spurter, lavere enn testen uten spurter på alle tidspunkt. Den gjennomsnittlige hastigheten under testen med spurter ble redusert etter spurt to og tre, sammenlignet med hastigheten rett før spurt. Hastigheten endret seg ikke nevneverdig etter spurt en (figur 1).



Figur 1: Hastighet ved prestasjonstesten uten og med spurter.

4.3 Oksygenopptak

Oksygenopptaket økte gradvis de første ti minuttene under begge prestasjonstestene. Deretter lå det nokså stabilt gjennom testen uten spurter. Under testen med spurter, var oksygenopptaket forhøyet under og omtrent 1 minutt etter hver spurt, sammenlignet med testen uten spurter. Den største forskjellen var ved den første spurten. De siste minuttene av testen var oksygenopptaket høyere under prestasjonstesten uten spurter, enn testen med spurter (figur 2).

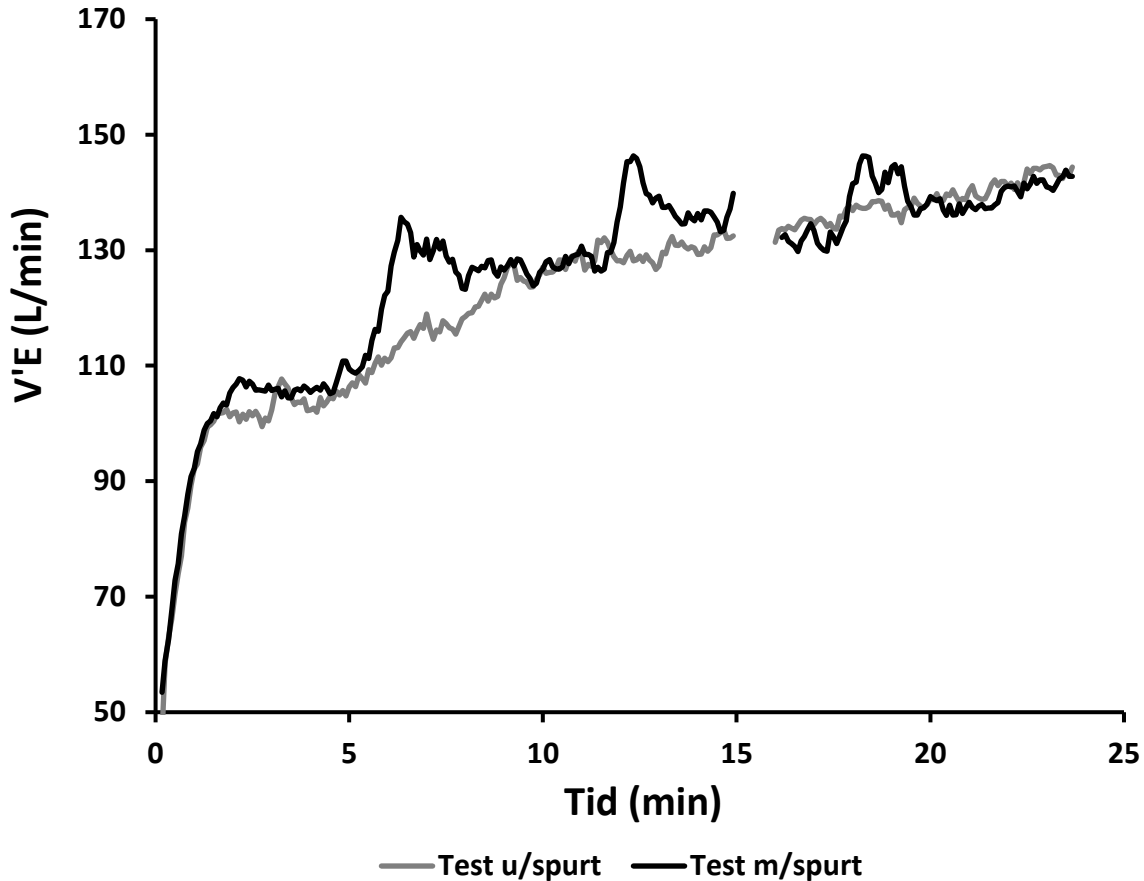


Figur 2: Gjennomsnittlig (n=7) oksygenopptak ved prestasjonstesten uten og med spurter.

4.4 Ventilasjon og ventilasjons-ekvivalenten

Ventilasjonen økte gradvis gjennom hele testen uten spurter. Ved testen med spurter var det også en gradvis økning, med en økning etterfulgt av en reduksjon i ventilasjonen under og ca. 1 minutt etter hver spurt. Nedgangen etter hver spurt, ble redusert utover i testen. Den største

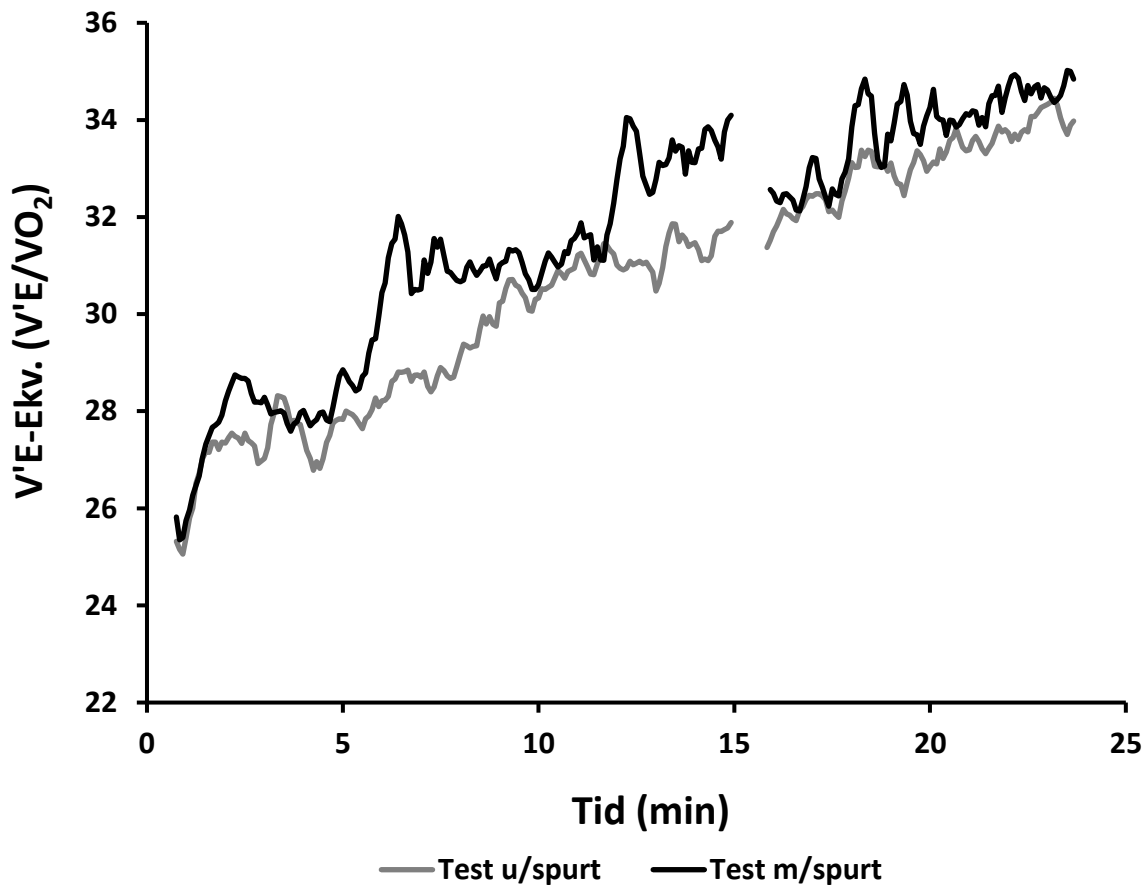
forskjellen i ventilasjonen mellom testen uten og med spurter var under spurt 1, og forskjellen ble gradvis mindre under spurt 2 og 3 (figur 3).



Figur 3: Gjennomsnittlig ventilasjon ved prestasjonstesten uten og med spurter.

Ventilasjonskvivalenten var i gjennomsnitt signifikant forskjellig mellom testen uten og med spurter ($30,6 \pm 2,73$ og $31,7 \pm 2,67$; $p = 0,02$). Ventilasjonsekvivalenten økte gjennom begge testene. Det var en økning etterfulgt av en nedgang under og ca. 1 minutt etter hver spurt.

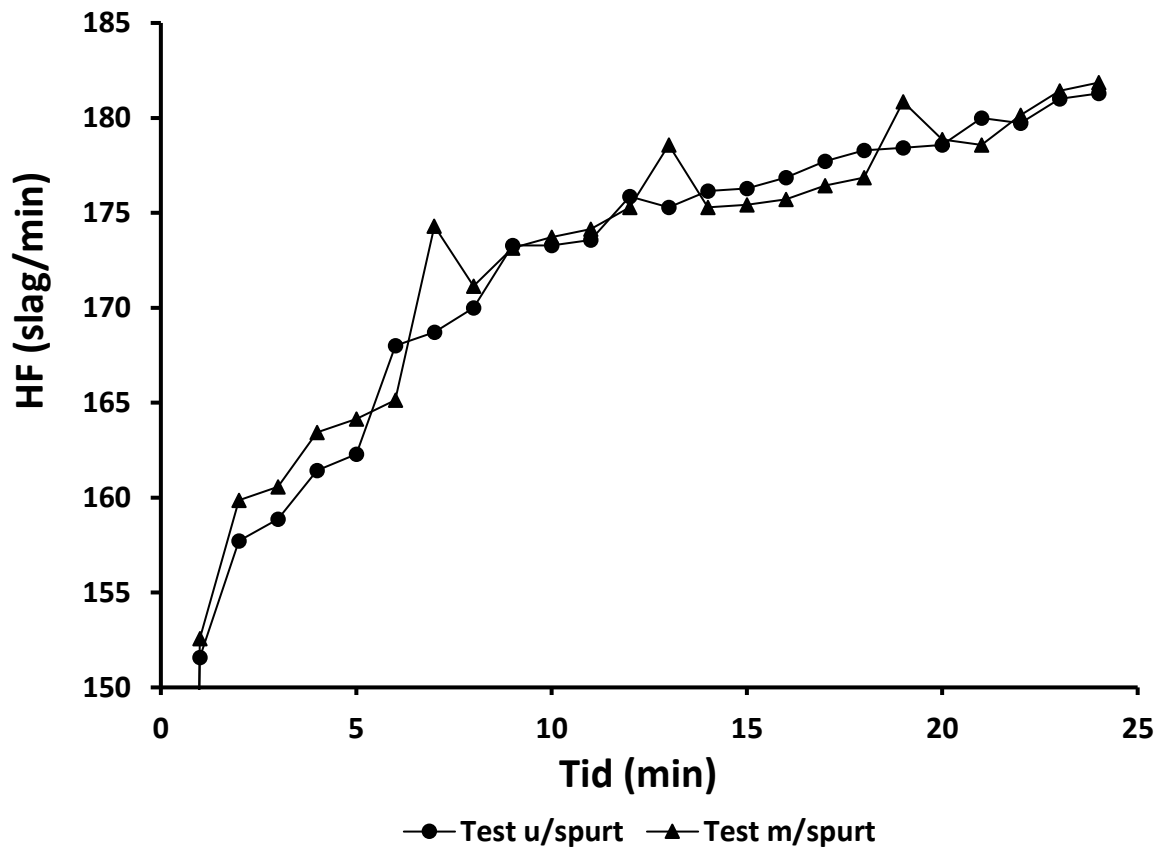
Forskjellene mellom testene under og rett etter hver spurt, var størst ved spurt en, for deretter å synke gradvis ved spurt to og tre (figur 4).



Figur 4: Ventilasjonsekvivalenten ved prestasjonstesten uten og med spurter.

4.5 Hjerterefrekvens

Hjerterefrekvensen økte gradvis gjennom hele arbeidet. Det var ingen forskjell mellom testene, med unntak i minuttet under spurtene. Denne forskjellen var signifikant forskjellig ved spurt 1 (169 ± 10 og 174 ± 10 ; $p = 0,01$). Hjerterefrekvensen under spurtene økte til en frekvens mellom 174-181 slag/min, etterfulgt av en nedgang. Forskjellen i nedgangen ble redusert for hver spurt. Deltagerne nådde på ingen tidspunkt sin maksimale hjerterefrekvens (188 ± 12 slag/min) under noen av prestasjonstestene (figur 5).



Figur 5: Hjerterefrekvens ved prestasjonstesten uten og med spurter.

5. Diskusjon

Denne studien viste at under en prestasjonstest på tredemølle der deltakerne løp en gitt distanse (ca. 6500-7300 m) så raskt som mulig, hadde tre korte perioder med anaerobt bidrag liten betydning på prestasjonen (0,9%; $p = 0,08$). Verken utnyttingsgrad eller arbeidsøkonomi var forskjellig mellom prestasjonstestene med og uten anaerobe innslag. Det var heller ingen signifikante forskjeller i det akkumulerte oksygenopptaket, ventilasjonen, ventilasjonsfrekvensen, laktatet eller RER.

5.1 Prestasjon

Deltagerne løp i gjennomsnitt 12 sekunder saktere på testen med spurter, sammenlignet med testen uten spurter, men denne forskjellen var ikke statistisk signifikant (tabell 3). En mulig forklaring på dette er at ved maksimalt arbeid, brukes den anaerobe kapasiteten opp i løpet av om lag 2 minutter (Medbø et al., 1988, s. 53). Da spurtene var på 30 sekunder ganger tre, kan det dermed tenkes at den anaerobe kapasiteten ikke ble brukt opp i løpet av denne perioden. Det kan være en medvirkende årsak til at deltagerne ikke måtte senke farten nevneverdig etter spurtene og klarte å opprettholde en høy utnyttingsgrad ved begge tester. Samtidig kan det hende at test-varigheten spiller en rolle, fordi det kun var noen kilometer igjen til mål etter spurt to og tre. Dermed er distansen såpass kort, at deltagerne ikke trenger å bygge opp de anaerobe lagrene fullstendig, for å klare å opprettholde en høy hastighet. Kanskje hadde en lenger test, på f.eks. 40-45 minutter med fire-fem spurter, eller lenger spurt-perioder, gitt et annet resultat med tanke på prestasjonen.

En viss variasjon i prestasjonen til deltagerne var å forvente, blant annet mtp. dagsform, væskeinntak, søvn og motivasjon (Hopkins et al., 2001, s. 231). En av deltagerne presterte bedre på testen med spurter. En mulig forklaring på dette kan være læringseffekten fra den første prestasjonstesten. Deltagerne hadde én tilvenningsdag før første prestasjonstest. De som ble randomisert til å gjennomføre prestasjonstesten uten spurter først, kan dermed tenkes å ha fått en læringseffekt av den første prestasjonstesten, som kan ha påvirket prestasjonen ved testen med spurter. Denne randomiseringen, med test uten spurter først, var tilfellet for deltageren som presterte litt bedre på testen med spurter. Seks av syv deltagere presterte bedre på testen uten spurter, men forbedringen (12 s) var veldig liten. Variasjonskoeffisienten

mellom prestasjonstestene var på 1,1%. Dette kan antyde at det var en relativt stor presisjon i målingene av prestasjonen.

5.2 Arbeidsøkonomi

Vi fant ingen signifikante forskjeller i arbeidsøkonomien mellom testen uten og med spurter (tabell 3). Vår hypotese var at denne ville være forskjellig mellom de to testene, da man kan tenke seg at spurter underveis i et løp, ville gjøre deltagerne såpass slitne at arbeidsøkonomien ble påvirket. Vår antagelse var dermed at når deltagerne ble utmattet i forbindelse med spurtene, ville det være vanskeligere å opprettholde god teknikk, og de ville forbruke mer energi per meter og arbeidsøkonomien bli dårligere.

Endringer i løpsøkonomien etter økter med høy intensitet, samt distanseløp, har blitt undersøkt på både mosjonist og elitenivå (Morgan & Craib, 1992). Morgan og medarbeidere (1990) undersøkte løpsøkonomien og løpsmekanikken til 16 mannlige løpere ($VO_{2maks} = 59,0 \pm 4,5$ ml/kg*min). De så på effektene av et 30 minutters kontinuerlig løp på tredemølle, med en gjennomsnittlig intensitet på 89% av VO_{2maks} . O_2 -opptaket ble målt mellom det 13.-15. og 28.-30. minuttet. Morgan og medarbeidere fant ingen signifikante forskjeller i løpsøkonomien (Morgan et al., 1990). Likevel har andre forskere kommet frem til at fysiologiske endringer i hjertefrekvens, ventilasjon, laktat og kjernetemperatur kan være assosiert til endringer i løpeøkonomien under en konkurranse (Saunders et al., 2004, s. 470). Thomas og medarbeidere (1999) undersøkte hvordan et 5km løp påvirket løpsøkonomien, hvor deltagerne hadde en intensitet på 80-85% av VO_{2maks} . I denne studien ble arbeidsøkonomien signifikant dårligere, samtidig som både kjernetemperaturen, ventilasjonen, hjertefrekvensen og laktatet økte signifikant gjennom hele løpet. I den studien var det imidlertid kun en økning i ventilasjonen, som hadde en positiv korrelasjon med den endrede arbeidsøkonomien (Thomas et al., 1999). I vår studie økte ventilasjonen underveis i begge løp, og det var variasjoner i ventilasjonen under og etter spurtperiodene (figur 3). Det var imidlertid ingen signifikant forskjell i gjennomsnittsentilasjonen mellom de to testene, noe som kanskje kan forklare funnene i arbeidsøkonomien.

Variasjonen i arbeidsøkonomien mellom deltagerne var på 14%. Sammenlignet med litteraturen forventet vi en viss variasjon, da studier har vist at det ofte er store variasjoner innad i et utvalg på samme nivå (Bassett & Howley, 2000; Morgan et al., 1995). Denne variasjonen finner man både mellom utrente individer og hos godt trente individer (Morgan et al., 1995). Morgan og medarbeidere undersøkte dette i fire forskjellige grupper på ulikt treningsnivå og fant at variasjonen i arbeidsøkonomi mellom den dårligste og beste i hver gruppe var på 20%. Variasjonen i gruppen med godt trente løpere ($VO_{2maks} = 70,5 \pm 4,0$ ml/kg*min) og elite-løpere ($VO_{2maks} = 75,6 \pm 3,2$ ml/kg*min) var på henholdsvis 21% og 17% (Morgan et al., 1995). Sammenlignet med disse studiene, var det noe overraskende at det ikke var en større variasjon i arbeidsøkonomien mellom deltagerne i vårt utvalg.

I gjennomsnitt endret altså ikke arbeidsøkonomien seg mellom prestasjonstesten uten og med spurter, men for den enkelte deltager var det en liten forskjell. Variasjonskoeffisienten var på 3,2% mellom de to målingene av arbeidsøkonomi. Årsaken til denne variasjonen kan skyldes biologisk variasjon eller målevariasjon av det akkumulerte O_2 -opptaket, da arbeidsøkonomien er direkte bestemt av denne variabelen. Uavhengig av grunn, var dette begrensende for å kunne detektere små forskjeller i arbeidsøkonomien, som respons på spurtene. Det kan derfor tenkes at det var en forskjell i arbeidsøkonomien, men at denne ikke ble avdekket grunnet måle metodens sensitivitet og et for lavt antall deltagere.

5.3 Utnyttingsgrad

Ingen signifikant forskjell ble målt i utnyttingsgraden mellom prestasjonstesten uten og med spurter (tabell 3). Det er flere mulige forklaringer på dette. Det første man kan tenke seg er at spurtene er såpass korte (30 sek), at deltagerne ikke trenger nevneverdig lang tid på å hente seg inn, etter hver spurt. Ser man nærmere på figur 1, som viser hastigheten ved testene, er det kun en liten nedgang i hastigheten i et halvt til et minutt etter spurt to og tre, før deltagerne klarer å øke farten igjen. Dette tyder på at de har fått tilstrekkelig tid på en lavere intensitet, slik at de klarer å fortsette å opprettholde en høy fart. Samme trend viser figur 2, med oversikten over oksygenopptaket. Deltagerne får en bratt stigning i O_2 -opptaket ved hver spurt, men klarer å holde ca. samme oksygenopptak mellom spurt en og to, som ved testen uten spurter. Etter spurt to og tre ligger oksygenopptaket noe lavere, enn ved testen uten spurter. Da utnyttingsgraden er prosentandelen av VO_{2maks} gjennom hele testen, vil trolig

spurt-periodene med et høyere O₂-opptak, kompensere for det noe lavere opptaket etter spurt to og tre, sammenlignet med testen uten spurter. Dermed vil det totalt sett ikke være noen signifikante forskjeller i utnyttingsgraden mellom de to testene.

Vi rekrutterte gode løpere til denne studien. Det kan være en mulig årsak til at vi ikke observerte noen signifikante forskjeller i utnyttingsgraden. Seks av syv deltagere hadde et oksygenopptak på over 70 ml/kg*min. Dermed var det forventet at deltagerne hadde en høyere utnyttingsgrad enn dårligere trente (Bassett & Howley, 2000, s. 79). Ser man på tendensen innad i utvalget, var det størst forskjell i utnyttingsgraden mellom testen med og uten spurter, for deltageren med lavest oksygenopptak på 64 ml/kg*min. Variasjonen i utnyttingsgraden mellom deltagerne var på 10%.

Forskjellen i utnyttingsgrad mellom prestasjonstesten uten og med spurter var på 1,2%. På samme måte som for arbeidsøkonomien, avhenger utnyttingsgraden av variasjonen i målingene av det akkumulerte O₂-opptaket. Variasjonskoeffisienten var på 3,2%. Med vårt utvalg med syv deltagere, kunne vi forvente å detektere enn forskjell på ca. et standardavvik mellom testene. Tar man denne måleusikkerheten i betraktning kan det derfor ikke utelukkes, men heller ikke bekreftes at utnyttingsgraden ble endret, som følge av spurter underveis i prestasjonstesten.

5.4 Laktat

Det var ingen signifikante forskjeller i [La⁻] mellom de to prestasjonstestene (tabell 4). På forhånd kunne man tenke seg at spurter underveis i løpet, ville gi bedre utnytting av den anaerobe kapasiteten og dermed høyere [La⁻]. Det var derimot ingen signifikante forskjeller, og dette kan kanskje antyde at det totale anaerobe bidraget var det samme på de to testene. Flere studier viser at konsentrasjonen av melkesyre i blodet, er en av faktorene som kan indikere hvor raskt man blir utmattet (Bassett & Howley, 2000; Lundby & Robach, 2015). Spesielt etter at melkesyreterskelen er passert, reduseres tiden man kan holde ut. Økes intensiteten ytterligere, til over «critical power», kan man holde ut i mindre enn ca. 40 minutter (Burnley & Jones, 2018, s. 5). En akkumulasjon av metabolitter som Pi, laktat, H⁺ og K⁺ i musklene og interstitiumet fører til inhibitorisk feedback på de motoriske enhetene og økt

respirasjon. Det kan dermed tenkes at den høye intensiteten på spurtene, gjorde at deltagerne måtte redusere arbeidet og justere ned farten i en liten periode etter hver spurt (Burnley & Jones, 2018, s. 7).

Samtidig kan det se ut til at løpernes pacing-strategi var god. Årsaken er at de ikke hadde signifikante forskjeller av $[La^-]$ underveis i løpet, sammenlignet med testen med spurter og tiden heller ikke var signifikant forskjellig. Løperne styrte farten selv, men holdt farten såpass høy ved testen uten spurter, at de fikk ca. samme laktatmåling i blodet underveis. Dermed kan det se ut til at begge pacing-strategier kan lønne seg, ved korte løp på mellom 5-10 kilometer. Både en jevn høy fart som ligger noe over terskel, samt en lavere fart med korte rykk underveis etterfulgt av en fartsnedgang i ca. 30 sekunder, ser ut til å være lønnsomt. Ifølge forskningen er bidraget fra de anaerobe energikildene liten i forhold til det totale energikravet, ved løp med flat løypeprofil på over 30 minutter. I slike tilfeller er det anbefalt å velge en jevn høy hastighet, nær terskel (Gløersen et al., 2020, s. 983-984). Da tiden på testene var under 30 minutter, kan det se ut til at dette var av betydning for at begge pacing-strategier fungerte.

5.5 Oksygenopptak

Oksygenopptaket økte raskt i starten av arbeidet og oppnådde relativt stabile verdier etter 1 minutt. De første 5 minuttene var farten konstant og fra 1 til 5 minutter økte oksygenopptaket i gjennomsnitt bare 47 ± 39 og 45 ± 25 ml/min per minutt for henholdsvis testen uten og med spurter ($p < 0,05$). Etter de første 5 minuttene økte 5 av 7 deltakere farten i testen uten spurter, og oksygenopptaket økte frem til cirka det 8. minuttet. Deretter var farten og oksygenopptaket relativt stabile frem til det 20. minuttet. Etter 20 minutter økte farten i gjennomsnitt 0,4 km/h frem til testslutt, uten at oksygenopptaket økte. Dette trass i at oksygenopptaket på slutten bare var $86,6 \pm 4,1\%$ av VO_{2maks} . I testen med spurter økte bare 2 av 7 deltakere farten etter 5 minutter, sannsynligvis fordi de visste at farten skulle økes til 105% av VO_{2maks} etter 6 minutter. Etter 8 minutter var det ingen forskjell i oksygenopptak mellom de to testene. Etter 20 minutter var farten og oksygenopptaket lavere under testen med spurter enn uten spurter. Fra 20 minutter til testslutt økte farten hos 5 av 7 deltakere og i gjennomsnitt var fartsøkningen 0,7 km/h. Imidlertid var det ingen tendenser til at oksygenopptaket økte i denne perioden (6 ± 6 ml/min per min). Igjen var oksygenopptaket langt lavere enn VO_{2maks} ($83,9 \pm$

6,0%). Dette kan indikere at deltakerne ikke var i stand til å øke sitt oksygenopptak og at dette kan bidra til utmattelsen.

O₂-opptaket økte under hver spurt, med en etterfølgende normalisering ca. 1 minutt etter spurtene. Det gjennomsnittlige O₂-opptaket ved det 6. 12. og 18. minuttet var 4227 ± 62 ml/min. Deltagerne lå derfor under sitt maksimale O₂-opptak på 4841 ± 508 ml/min under spurtene og nådde på ingen tidspunkt dette, til tross for en hastighet på 105% av VO_{2maks}. Da en høyere hastighet krever mer energi og dermed mer O₂, var det forventet en økning i O₂-opptaket under spurtene (Xu & Rhodes, 1999, s. 313-314). Elite kondisjonsutøvere har ofte en VO_{2maks} på mellom 70-85 ml/kg*min (Joyner & Coyle, 2008, s. 37). Eliteløpere kan også ha en høy utnyttingsgrad, opp mot ca. 90% av VO_{2maks} ved et ti kilometers løp (Costill, 1970, s. 251). Derfor var det forventet et generelt høyt oksygenopptak, nær det maksimale ved begge testene, da vi hadde med gode løpere med en gjennomsnittlig VO_{2maks} på 73 ± 4,46 ml/kg*min. Det som var overraskende, var at det ikke var større forskjeller i oksygenopptaket mellom testene. Mulige forklaringer på våre funn, kan tenkes å være at spurtene ikke var lange eller harde nok til å påvirke muskeltrøttheten i stor nok grad, og dermed ble ikke oksygenopptaket påvirket i særlig grad.

5.6 Ventilasjon

I motsetning til oksygenopptaket, økte ventilasjonen tydelig gjennom hele prestasjonstesten. Ventilasjonen økte også under hver spurt, med et gjennomsnitt på 143 ± 2,2 L/min, med en etterfølgende nedgang ca. 1 minutt etter spurtene. Vi forventet en forskjell i ventilasjonen mellom testen med og uten spurter. Årsaken er at de tre spurtene ble gjennomført med en intensitet i den anaerobe sonen. Når utøvere ligger over den anaerobe terskelen, produseres det mer melkesyre enn det elimineres. Dermed utvikles det metabolsk acidose, VO₂-kinetikken går tregere og respirasjonsfrekvensen øker på bakgrunn av bikarbonatlikningen: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ (Wasserman, 1987, s. 34-36; Åstrand et al., 2003, s. 131). [La⁻] ble målt rett før hver spurt, men det kan tenkes at den var høyere rett etter spurtene og kan kanskje forklare variasjonen i ventilasjonen under spurtene. Tabell 4 viser at [La⁻] økte gradvis gjennom begge tester. Dette samsvarer med figur 3, hvor man også ser at ventilasjonen øker utover løpet i begge tester. Økningen i ventilasjonen kan derfor tenkes å være forårsaket av økningen av [La⁻].

Samtidig forventet vi en økning i ventilasjonsekvivalenten utover i løpet. Årsaken skyldes likningen for ventilasjons-ekvivalenten $V'E/VO_2$ og ventilasjonsreguleringen, som styres både autonomt og viljestyrt. Den autonome delen reguleres av perifere og sentrale kjemoreseptorer som registrerer gasstrykk av CO_2 , O_2 og H^+ (pH) i blodet (Keir et al., 2019, s. 3282). Akutt hypoksi eller acidose vil dermed automatisk føre til en økning i respirasjonen, uten at O_2 -opptaket nødvendigvis øker av den grunn (Wasserman, 1987, s. 35-36). Dermed var det naturlig å forvente at ventilasjonsekvivalenten ville øke utover i løpet, spesielt ved testen med spurter. Dette viser figur 5, hvor man også kan se at de største forskjellene mellom testene er under spurtene.

5.7 Hjerterefrekvens

Det var ingen signifikante forskjeller i den gjennomsnittlige eller den den maksimale oppnådde hjerterefrekvensen, mellom prestasjonstesten uten og med spurter, selv om hjerterefrekvensen økte under hver spurt. Den maksimale oppnådde hjerterefrekvensen var henholdsvis $182 \pm 7,53$ og $183 \pm 7,72$ slag/min under testen uten og med spurter, og signifikant lavere enn den maksimale HF oppnådd under VO_{2maks} -testen ($188 \pm 11,5$ slag/min). Dermed nådde ikke deltagerne sin maksimale hjerterefrekvens ved noen av testene. Deltagerne nådde heller ikke sitt maksimale oksygenopptak på 4841 ± 508 ml/kg*min, ved noen tidspunkter under prestasjonstestene. Dette skyldes sannsynligvis at varigheten på spurtene ikke var lang nok til at deltagerne rakk å nå sitt maksimale opptak eller maksimale hjerterefrekvens ved disse disse (Bot & Hollander, 2000, s. 1578; Åstrand et al., 2003, s. 508). Likevel kunne det tenkes at deltagerne ville nå HF_{maks} på slutten av løpet, da de ikke trengte spare på kreftene eller være redde for å «sprekke». Figur 1 viser en tendens til en sluttspurt og fartsøkning de siste fire-fem minuttene. Figur 5 viser også hvordan hjerterefrekvensen responderer på denne fartsøkningen, ved å stige. Da deltagerne ikke rekker å nå sin maksimale hjerterefrekvens på slutten av løpet, kan det se ut til at de hadde trengt flere minutter med høy intensitet / hastighet for å nå denne. Derfor kan det diskuteres om deltagerne hadde mer å gå på, og hadde mulighet til en tidligere fartsøkning og startet sluttspurten før.

5.8 Styrker og svakheter

Covid-19-pandemien satte begrensninger. Derfor hadde vi noe få deltagere med i denne studien, som gav lav teststyrke på noen av variablene vi undersøkte. Blant annet var

variasjonskoeffisienten av det akkumulerte O₂-opptaket relativt stor, mens forskjellene mellom testene var små. Det akkumulerte O₂-opptaket var en av variablene vi benyttet for å regne ut utnyttingsgraden og arbeidsøkonomien. Derfor kan det være en av årsakene til at vi ikke kunne detektere en signifikant forskjell med en p-verdi på $\leq 0,05$. Dermed kan det ha forekommet en type-2 feil, på grunnlag av deltager-antallet. Derfor kan det tenkes at nullhypotesene våre ikke stemmer, og det hadde vært gunstigere for resultatene om vi kunne gjennomført prosjektet med tolv deltagere, slik vi planla for.

Andre svakheter med metoden, var at noen av deltagerne brukte forskjellige sko i de to prestasjonstestene, og vi hadde ikke en fast standardisert lengde mellom testene. Det kan tenkes at valg av sko kan ha påvirket arbeidsøkonomien i en positiv eller negativ retning, som påvirket resultatene (Saunders et al., 2004, s. 469). Varigheten mellom testdag 3 og 4 var satt til minimum 48 timer, men på bakgrunn av covid-19 og andre pågående studier, var det begrenset tilgang på test-laboratoriet. Derav fikk noen deltagere en lengre pause mellom de to testene, rakk å trene mer og mulig forbedret formen. En av deltagerne rapporterte om en opplevd formtopp mellom de to testene, og dette kan ha bidratt til forbedret prestasjon på den andre testen. Samtidig kunne man kontrollert for deltagerens opplevde anstrengelse underveis, f.eks. ved å benytte RPE, for å få en bedre forståelse av hvordan spurtene påvirket deres følelse av utmattelse.

Styrker ved denne studien var at vi hadde en kontinuerlig måling av O₂-opptaket ved begge prestasjonstestene. Dette gjorde at vi benyttet en av de beste måle metodene ifølge litteraturen, for å undersøke utnyttingsgraden (Bosquet et al., 2002; Laursen et al., 2007). Samtidig hadde vi presise målinger av tiden, som gav et reliabelt mål på prestasjon. Vi hadde flere laktatmålinger underveis i testene, og dette var en viktig parameter for å se om spurtene påvirket [La⁻] i blodet, samt en indikasjon på utmattelse. Samtidig tror vi protokollen med en tilvenningsdag var positivt, for å begrense læringseffekten mellom de to prestasjonstestene. I denne omgang rekrutterte vi noen av de beste løperne i Norge. Dette var positivt med tanke på populasjonen vi ønsket å studere. Våre funn er spesielt viktige for utøvere på et høyt nivå og konkurranse-løpere, og dermed var det viktig med et representativt utvalg.

5.9 Videre studier

Denne studien er den første så vidt oss bekjent, til å undersøke hvordan flere korte anaerobe arbeidsinnslag påvirker utnyttingsgraden ved løp. Derfor har vi med vår studie lagt et grunnlag for videre studier av utnyttingsgraden og arbeidsøkonomien, og hvilke metodiske forbedringer som kan vurderes å gjøres i neste omgang. Videre studier bør etterstrebe og rekruttere flere deltagere, for å få sikrere statistiske beregninger. Det kan også være fordelaktig og få en lik kjønnsbalanse i utvalget, og evt. undersøke om det er noen kjønnsforskjeller. I tillegg kan det vurderes å øke distansen på prestasjonstesten, samt legge inn flere spurter og kanskje noe lenger spurter. Andre og mer omfattende tilleggsundersøkelser, som kan være relevant å gjøre for å forstå utnyttingsgraden bedre er å gjøre muskelbiopsier.

6. Konklusjon

Funnene i denne studien viser at under en prestasjonstest på tredemølle der deltakerne løp en gitt distanse (ca. 6500-7300 m) så raskt som mulig, hadde tre korte perioder (30 s) med anaerobt bidrag (105% av VO_{2maks}) liten betydning på prestasjonen (0,9%; $p = 0,08$). Ingen signifikante forskjeller ble funnet i utnyttingsgraden eller arbeidsøkonomien, men en mulig årsak til dette kan være måleusikkerheten tilknyttet det akkumulerte O_2 -opptaket. Det var heller ingen signifikante forskjeller i gjennomsnittlig ventilasjon, ventilasjonsfrekvens, RER eller laktat. Sammenlignet med dagens praksis hvor de fleste velger en jevn «pacing» under løpskonkurranser, kan våre funn indikere at korte spurter underveis i et løp, f.eks. for å hente inn teten eller rykke ifra, også kan være en god «pacing-strategi» uten at det påvirker prestasjonen negativt.

Referanser

- Andersen, P. & Saltin, B. (1985). Maximal perfusion of skeletal muscle in man. *The Journal of physiology*, 366, 233–249. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1985.sp015794>
- Andersson, E., Holmberg, H. C., Ørtenblad, N. & Björklund, G. (2016). Metabolic Responses and Pacing Strategies during Successive Sprint Skiing Time Trials. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(12), 2544–2554. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001037>
- Andersson, E., Supej, M., Sandbakk, Ø., Sperlich, B., Stöggl, T. & Holmberg, H. C. (2010). Analysis of sprint cross-country skiing using a differential global navigation satellite system. *European journal of applied physiology*, 110(3), 585–595. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1535-2>
- Armstrong, M. & Vogiatzis, I. (2019). Personalized exercise training in chronic lung diseases. *Respirology (Carlton, Vic.)*, 24(9), 854–862. <https://doi.org/10.1111/resp.13639>
- Bahr, R., Hallén, J. & Medbø, J. (1991). *Testing av idrettsutøvere*. Universitetsforlaget.
- Bassett, D. R., Jr, & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(1), 70–84. <https://doi.org/10.1097/00005768-200001000-00012>
- Bassett, D. R., Jr, & Howley, E. T. (1997). Maximal oxygen uptake: "classical" versus "contemporary" viewpoints. *Medicine and science in sports and exercise*, 29(5), 591–603. <https://doi.org/10.1097/00005768-199705000-00002>

- Bosquet, L., Léger, L. & Legros, P. (2002). Methods to determine aerobic endurance. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 32(11), 675–700. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232110-00002>
- Bot, S. D. & Hollander, A. P. (2000). The relationship between heart rate and oxygen uptake during non-steady state exercise. *Ergonomics*, 43(10), 1578–1592. <https://doi.org/10.1080/001401300750004005>
- Burnley, M. & Jones, A. M. (2018). Power-duration relationship: Physiology, fatigue, and the limits of human performance. *European journal of sport science*, 18(1), 1–12. <https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1249524>
- Costill D. L. (1970). Metabolic responses during distance running. *Journal of applied physiology*, 28(3), 251–255. <https://doi.org/10.1152/jappl.1970.28.3.251>
- Costill, D. L., Thomason, H. & Roberts, E. (1973). Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. *Medicine and science in sports*, 5(4), 248–252.
- Coyle, E. F., Coggan, A. R., Hopper, M. K. & Walters, T. J. (1988). Determinants of endurance in well-trained cyclists. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 64(6), 2622–2630. <https://doi.org/10.1152/jappl.1988.64.6.2622>
- Daniels, J. T., Yarbrough, R. A. & Foster, C. (1978). Changes in VO₂ max and running performance with training. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 39(4), 249–254. <https://doi.org/10.1007/BF00421448>
- Dempsey, J. A., La Gerche, A. & Hull, J. H. (2020). Is the healthy respiratory system built just right, overbuilt, or underbuilt to meet the demands imposed by exercise? *Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 129(6), 1235–1256. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00444.2020>

- Faude, O., Kindermann, W. & Meyer, T. (2009). Lactate threshold concepts: how valid are they?. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 39(6), 469–490.
<https://doi.org/10.2165/00007256-200939060-00003>
- Foss, Ø. & Hallén, J. (2005). Cadence and performance in elite cyclists. *European journal of applied physiology*, 93(4), 453–462. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1226-y>
- Gastin, P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 31(10), 725–741.
<https://doi.org/10.2165/00007256-200131100-00003>
- Gløersen, Ø., Gilgien, M., Dysythe, D. K., Malthe-Sørensen, A. & Losnegard, T. (2020). Oxygen Demand, Uptake, and Deficits in Elite Cross-Country Skiers during a 15-km Race. *Medicine and science in sports and exercise*, 52(4), 983–992.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002209>
- Hallén, J. (2018). Det maksimale oksygenopptakets betydning i utholdenhetsidretter. I Tjelta, L. I., Enoksen, E. & Tønnesen, E. (red.), *Utholdenhetstrening: Forskning og beste praksis* (s. 15-26). CAPPELEN DAMM AKADEMISK.
- Hawley, J. A., Lundby, C., Cotter, J. D. & Burke, L. M. (2018). Maximizing Cellular Adaptation to Endurance Exercise in Skeletal Muscle. *Cell metabolism*, 27(5), 962–976. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2018.04.014>
- Heuberger, J., Gal, P., Stuurman, F. E., de Muinck Keizer, W., Mejia Miranda, Y. & Cohen, A. F. (2018). Repeatability and predictive value of lactate threshold concepts in endurance sports. *PloS one*, 13(11), e0206846.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206846wley>

- Hopkins, W. G., Schabort, E. J. & Hawley, J. A. (2001). Reliability of power in physical performance tests. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 31(3), 211–234.
<https://doi.org/10.2165/00007256-200131030-00005>
- Joyner, M. J. & Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of physiology*, 586(1), 35–44.
<https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.143834>
- Karlsson, Ø., Gilgien, M., Gløersen, Ø. N., Rud, B. & Losnegard, T. (2018). Exercise Intensity During Cross-Country Skiing Described by Oxygen Demands in Flat and Uphill Terrain. *Frontiers in physiology*, 9, 846.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00846>
- Keir, D. A., Duffin, J., Millar, P. J. & Floras, J. S. (2019). Simultaneous assessment of central and peripheral chemoreflex regulation of muscle sympathetic nerve activity and ventilation in healthy young men. *The Journal of physiology*, 597(13), 3281–3296.
<https://doi.org/10.1113/JP277691>
- Laursen, P. B., Francis, G. T., Abbiss, C. R., Newton, M. J. & Nosaka, K. (2007). Reliability of time-to-exhaustion versus time-trial running tests in runners. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(8), 1374–1379.
<https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31806010f5>
- Losnegard T. (2019). Energy system contribution during competitive cross-country skiing. *European journal of applied physiology*, 119(8), 1675–1690.
<https://doi.org/10.1007/s00421-019-04158-x>
- Lundby, C., Montero, D. & Joyner, M. (2017). Biology of VO₂ max: looking under the physiology lamp. *Acta physiologica (Oxford, England)*, 220(2), 218–228.
<https://doi.org/10.1111/apha.12827>

- Lundby, C. & Robach, P. (2015). Performance Enhancement: What Are the Physiological Limits? *Physiology (Bethesda, Md.)*, 30(4), 282–292.
<https://doi.org/10.1152/physiol.00052.2014>
- Margaria, R., Oliva, R. D., Di Prampero, P. E. & Cerretelli, P. (1969). Energy utilization in intermittent exercise of supramaximal intensity. *Journal of applied physiology*, 26(6), 752–756. <https://doi.org/10.1152/jappl.1969.26.6.752>
- McArdle, W. D., Katch, F. I. & Katch, V. L. (2010). *Exercise physiology: nutrition, energy and human performance* (7th ed.). Lippincott, Williams & Wilkins.
- Medbø, J. I., Mohn, A. C., Tabata, I., Bahr, R., Vaage, O. & Sejersted, O. M. (1988). Anaerobic capacity determined by maximal accumulated O₂ deficit. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 64(1), 50–60.
<https://doi.org/10.1152/jappl.1988.64.1.50>
- Morgan, D. W., Bransford, D. R., Costill, D. L., Daniels, J. T., Howley, E. T. & Krahenbuhl, G. S. (1995). Variation in the aerobic demand of running among trained and untrained subjects. *Medicine and science in sports and exercise*, 27(3), 404–409.
- Morgan, D. W. & Craib, M. (1992). Physiological aspects of running economy. *Medicine and science in sports and exercise*, 24(4), 456–461.
- Morgan, D. W., Martin, P. E., Baldini, F. D. & Krahenbuhl, G. S. (1990). Effects of a prolonged maximal run on running economy and running mechanics. *Medicine and science in sports and exercise*, 22(6), 834–840. <https://doi.org/10.1249/00005768-199012000-00016>

- Ordway, G. A. & Garry, D. J. (2004). Myoglobin: an essential hemoprotein in striated muscle. *The Journal of experimental biology*, 207(Pt 20), 3441–3446.
<https://doi.org/10.1242/jeb.01172>
- Sandbakk, O., Ettema, G., Leirdal, S., Jakobsen, V. & Holmberg, H. C. (2011). Analysis of a sprint ski race and associated laboratory determinants of world-class performance. *European journal of applied physiology*, 111(6), 947–957.
<https://doi.org/10.1007/s00421-010-1719-9>
- Sandbakk, Ø., Holmberg, H. C., Leirdal, S. & Ettema, G. (2010). Metabolic rate and gross efficiency at high work rates in world class and national level sprint skiers. *European journal of applied physiology*, 109(3), 473–481. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1372-3>
- Sand O., Sjaastad, Ø. V. & Haug, E. (2001). *Menneskets fysiologi*. Gyldendal akademisk.
- Saunders, P. U., Pyne, D. B., Telford, R. D. & Hawley, J. A. (2004). Factors affecting running economy in trained distance runners. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 34(7), 465–485. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434070-00005>
- Skattebo, Ø., Calbet, J., Rud, B., Capelli, C. & Hallén, J. (2020). Contribution of oxygen extraction fraction to maximal oxygen uptake in healthy young men. *Acta physiologica (Oxford, England)*, 230(2), e13486. <https://doi.org/10.1111/apha.13486>
- Svedenhag, J. (2000). Endurance conditioning. In: R.R Shephard & P.O. Åstrand. (Eds.), *Endurance in sport*. (2nded.) (The Encyclopaedia of sports medicine: an International Olympic Committee publication; in collaboration with the International Federation of Sports Medicine; 2.) (pp. 290-296). Oxford: Blackwell.

Thomas, D. Q., Fernhall, B. & Granat, H. (1999). Changes in Running Economy During a 5-km Run in Trained Men and Women Runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(2), 162–167.

Wasserman K. (1987). Determinants and detection of anaerobic threshold and consequences of exercise above it. *Circulation*, 76(6 Pt 2), VI29–VI39.

Xu, F. & Rhodes, E. C. (1999). Oxygen uptake kinetics during exercise. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 27(5), 313–327. <https://doi.org/10.2165/00007256-199927050-00003>

Åstrand, P. O., Rodahl K., Dahl H. A. & Strømme S. B. (2003). *Textbook of work physiology: physiological bases of exercise*. (4th ed.). Human kinetics.

Tabelloversikt

Tabell 1: Karakteristika til deltagerne.	18
Tabell 2: Eksperimentelt design.	19
Tabell 3: Fysiologiske- og prestasjonsdata for eksperimentell dag 1 og 2.	23
Tabell 4: Oversikt over $[La^-]$ på eksperimentell dag 1 og 2.	24

Figuroversikt

Figur 1: Hastighet ved prestasjonstesten uten og med spurter.....	24
Figur 2: Gjennomsnittlig (n=7) oksygenopptak ved prestasjonstesten uten og med spurter. .	25
Figur 3: Gjennomsnittlig ventilasjon ved prestasjonstesten uten og med spurter.....	26
Figur 4: Ventilasjonsekvivalenten ved prestasjonstesten uten og med spurter.....	27
Figur 5: Hjerterefrekvens ved prestasjonstesten uten og med spurter.....	28

Forkortelser

Akk.	Akkumulert
Arb.øk.	Arbeidsøkonomi
ATP	Adenosintrifosfat
BF	Pustefrekvens
CO ₂	Karbondioksid
a-vO ₂ diff _{maks}	Maksimal arteriovenøs oksygendifferanse
Gj.sn.	Gjennomsnitt
H ⁺	Hydrogenioner
[Hb]	Hemoglobin
HF	Hjertefrekvens
HF _{maks}	Maksimal hjertefrekvens
HCO ₃ ⁻	Bikarbonat
H ₂ CO ₃	Karbonsyre
H ₂ O	Vann
K ⁺	Kaliumioner
KI	Konfidensintervall
KOLS	Kronisk obstruktiv lungesykdom
[La ⁻]	Laktatkonsentrasjon
MV _{maks}	Maksimalt minuttvolum
O ₂	Oksygen
PCr	Kreatinfosfat
Pi	Uorganisk fosfat

RER	Respiratory exchange ratio; Respiratorisk utvekslingsratio
RPE	Rating of perceived exertion; Subjektiv følelse av utmattelse
SD	Standardavvik
V'E	Ventilasjon
VO ₂	Oksygenopptak
VO _{2maks}	Maksimalt oksygenopptak

Vedlegg

- I. Informasjonsskriv til deltagerne
- II. Egenerklæring for deltagerne



HVA PÅVIRKER UTHOLDENHETEN I KONDISJONS- IDRETTER?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forsøk, for å undersøke hva som skjer med utnyttingsgraden (andelen av det maksimale oksygenopptaket som utnyttes) når prestasjonstesten inneholder korte perioder med en intensitet over det maksimale oksygenopptaket (VO_2 maks), sammenlignet med når hele arbeidet foregår med intensitet under VO_2 maks. Kondisjonsidretter er idretter der prestasjonen i stor grad bestemmes av VO_2 maks. Ved øvelser som varer lengre enn 10 minutter må imidlertid farten være lavere enn det som utnytter 100% av VO_2 maks. Hva som bestemmer VO_2 maks er nøye studert, men vi vet mindre om hva som bestemmer utnyttingsgraden i kondisjonsidretter. I denne studien vil vi undersøke hvordan utnyttingsgraden påvirkes av at en 25 minutters prestasjonstest inneholder korte perioder (30-40 s) med anaerobt arbeid.

Vi søker til denne studien menn og kvinner i alderen 18-40 år, som er friske, skadefrie, driver aktivt med løping og er kjent med å løpe på tredemølle.

Om du har lest denne informasjonen og ønsker å delta som forsøksperson, ber vi deg skrive under og returnere den siste siden til oss. Du kan når som helst trekke deg fra studien uten å oppgi grunn.

Nathalie Cathrin Aluwini (97075285 ncaluwini@gmail.com) vil gjennomføre testing i prosjektet. Ansvarlig for studien er Norges idrettshøgskole og prosjektleder er Jostein Hallén.

HVA INNEBÆRER PROSJEKTET?

I dette prosjektet må du som forsøksperson møte til testing ved fire anledninger i tidsperioden 21. september – 15. desember ved Norges idrettshøgskole. Testene vil ta ca. 60-90 min, hver gang. Den første testdagen vil bestå av en melkesyreprofiltest og en VO_2 maks-test. Den andre testdagen er en tilvenningsdag, hvor du skal teste ut farten du skal løpe med under prestasjonstesten på dag 3 og 4.

På dag 3 og 4 skal du gjennomføre en prestasjonstest med varighet på om lag 25 minutter. Du skal selv bestemme hastigheten med mål om å gjennomføre en gitt distanse så raskt som mulig. En av dagene skal du gjennomføre testen uten innslag av anaerobe perioder, og den andre dagen skal du gjennomføre testen med innslag av 3-4 anaerobe perioder på 40 sekunder.

Før testingen starter må du fylle inn et skjema angående egen helse og blodtrykket ditt blir målt. Skjemaet blir makulert umiddelbart etter at det er kontrollert av prosjektleder. Ved melkesyreprofiltesten løper du 4 – 5 ikke-maksimale drag på 5 min hver. Det måles hjertefrekvens og oksygenopptak på hvert drag. Oksygenopptaket måles ved at du puster gjennom et munnstykke forbundet til en slange. Etter hvert drag

måles melkesyre ved at det tas en liten blodprøve fra et stikk i en finger. VO₂maks-testen utføres også med gradvis økende fart, men denne gang løpes det til utmattelse. Varigheten er 4 – 8 min. Utnyttingsgraden måles på dag 3 og 4 og også ved disse testene vil det utføres laktatmålinger og måling av oksygenopptak og hjerterefrekvens.

- Dag 1 - Melkesyreprofil, VO₂maks
- Dag 2 - Testing av fart til prestasjonstest
- Dag 3 - Prestasjonstest (med/uten anaerobt innslag)
- Dag 4 - Prestasjonstest (med/uten anaerobt innslag)

MULIGE FORDELER OG ULEMPER

Ved å delta i dette prosjektet vil du uten kostnader få testet ditt maksimale oksygenopptak, utnyttingsgrad og laktatprofil. Dette er variabler som ellers ville vært svært dyre å få informasjon om. Din deltakelse vil gi et innblikk i hvordan forskning bedrives og du vil bidra til ny kunnskap om temaet utnyttingsgrad, noe som er relevant om man driver med løping.

Deltakelse vil kreve noe tidsbruk i forbindelse med testene og testene vil også være ganske belastende. Imidlertid kan du i stor grad velge tidspunkt for testene selv, slik at det kan passe inn som en hard treningsøkt på tredemølle. For friske voksne vil det normalt ikke være noen risiko å delta.

FRIVILLIG DELTAKELSE OG MULIGHET FOR Å TREKKE SITT SAMTYKKE

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, undertegner du samtykkeerklæringen på siste side. Du kan når som helst og uten å oppgi noen grunn trekke ditt samtykke. Dersom du trekker deg fra prosjektet, kan du kreve å få slettet innsamlede prøver og opplysninger, med mindre opplysningene allerede er inngått i analyser eller brukt i vitenskapelige publikasjoner. Dersom du senere ønsker å trekke deg eller har spørsmål til studien, kan du kontakte prosjektleder Jostein Hallen (97039433, jostein.hallen@nih.no)

DITT PERSONVERN – HVORDAN VI OPPBEVARER OG BRUKER DINE OPPLYSNINGER?

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

Alle opplysningene vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer eller andre direkte gjenkjenner opplysninger. En kode knytter deg til opplysninger gjennom en navneliste som oppbevares innlåst og adskilt fra øvrige data. Det er kun autorisert personell knyttet til prosjektet som har adgang til navnelisten og som kan finne tilbake til deg. Det vil ikke være mulig å identifisere deg i resultatene av studien når disse publiseres.

Testperioden er fra september – desember 2020 og prosjektet avsluttes i 2022. Informasjon om deg vil bli oppbevart i 5 år etter prosjektslutt for etterprøvbarehet og kontroll før de slettes. Prosjektleder har ansvar for den daglige driften av forskningsprosjektet og at opplysninger om deg blir behandlet på en sikker måte.

DINE RETTIGHETER

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

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg,
- om det er aktuelt, 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 Norges idrettshøgskole 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:

- Prosjektansvarlig: Jostein Hallén, jostein.hallen@nih.no, telefon: 97039433
- Vårt personvernombud: Karine Justad, karine.justad@nih.no, telefon: 23 26 20 89/975 36 704
- NSD-Norsk senter for forskningsdata AS, personverntjenester@nsd.no eller telefon: 55 58 21 17.
-

FORSIKRING

Alle deltakerne er forsikret ved at NIH som statlig institusjon er selvassurandør.

GODKJENNING

Studien er godkjent av intern etisk komite ved Norges idrettshøgskole.

SAMTYKKE TIL DELTAKELSE I PROSJEKTET

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «Hva påvirker utholdenheten i kondisjonsidretter?» og har fått anledning til å stille spørsmål.

Jeg samtykker til å delta i datainnsamlingen som er beskrevet ovenfor.

Jeg samtykker også til at mine opplysninger oppbevares 5 år etter prosjektslutt til om lag 31. desember 2027.

Egenerklæring for deltakere alder 18 – 40 år i prosjekt med maksimal løping tredemølle

Etternavn:	Fornavn:
------------	----------

Takk for at du vurderer å delta som forsøksperson ved Norges idrettshøgskole! Før du kan delta, må vi imidlertid kartlegge om din deltakelse kan medføre noen form for helserisiko. Vær snill å lese gjennom alle spørsmålene nøye og svar ærlig ved å krysse av for JA eller NEI. Hvis du er i tvil, bør du be om å få snakke med legen som er ansvarlig for forsøket.

Hvis du krysser av for JA på ett eller flere av disse spørsmålene, må du gjennomgå en legeundersøkelse før forsøksstart.

Spørsmål	JA	NEI
1. Kjenner du til at du har en hjertesjukdom?		
2. Hender det du får brystmerter i hvile eller i forbindelse med fysisk aktivitet?		
3. Kjenner du til at du har høyt blodtrykk?		
4. Bruker du for tiden medisiner for høyt blodtrykk eller hjertesjukdom? (f.eks. vanndrivende midler)?		
5. Har noen av dine foreldre, søsken eller barn fått hjerteinfarkt eller dødd plutselig (før fylte 55 år for menn og 65 år for kvinner)?		
6. Røyker du?		
7. Har du besvimt i løpet av de siste seks månedene?		
8. Hender det du mister balansen på grunn av svimmelhet?		
9. Har du sukkersjuka (diabetes)?		
10. Får du allergiske eller hypersensitive reaksjoner av bedøvelse?		
11. Kjenner du til noen annen grunn til at din deltakelse i prosjektet kan medføre helse- eller skaderisiko?		

Gi beskjed straks dersom din helsesituasjon forandrer seg fra nå og til undersøkelsen er ferdig, f.eks. ved at du blir forkjølet eller får feber.

Blodtrykk: _____