

Martin Skaugen

Effekten av ulik varighet mellom endt oppvarming og konkurransesstart på et utholdenhetsarbeid

Masteroppgave i idrettsvitenskap
Seksjon for fysisk prestasjonsevne
Norges idrettshøgskole, 2012

Sammendrag

Hensikt

Varigheten mellom endt oppvarming og konkurransestart (kalt hvileintervall) har blitt foreslått å burde ha en varighet på mindre enn ca. 5 minutter. Dette er for om mulig å kunne bidra til å forbedre prestasjonsevnen i et påfølgende intensivt utholdenhetsarbeid (Bishop, 2003b). Den viten vi har i dag om dette problemområdet er sterkt begrenset med arbeider av varierende kvalitet. Hensikten med det foreliggende arbeidet har vært å undersøke effektene av ulike hvileintervaller med forskjellig varighet (enten 30 sek, 3 min eller 10 minutter) på prestasjonen (tid til utmattelse) og på utvalgte fysiologiske variabler som VO_2 , VE, HF, SpO_2 , La^- og TR under et arbeid til utmattelse tilsvarende 110 % av VO_{2maks} .

Metode

Syv FP ($27 \pm 4,5$ år og VO_{2maks} på $71,4 \pm 7,4$ ml·kg·min⁻¹±1SD) gjennomførte fire identiske prestasjonstester i tilfeldig rekkefølge. I forkant av tre av prestasjonstestene varmet FP opp aktivt i 20 minutter ved en moderat arbeidsbelastning (ca. 60 % av VO_{2maks}). Etter oppvarmingen hvilte FP i enten 30 sek, 3 min eller 10 min før de løp til utmattelse ved en hastighet tilsvarende 110 % av VO_{2maks} . FP gjennomførte også en fjerde prestasjonstest, men da uten oppvarming.

Resultater

Resultatene viste at FP startet prestasjonstesten med signifikant ($p < 0,05$) høyere VO_2 , HF og VE ved bruk av et hvileintervall på 30 sekunder sammenlignet med forsøkene hvor hvileintervallet var på både 3 min og 10 min. Rektaltemperaturen var ikke signifikant forskjellig ved start av prestasjonstestene ved bruk av de tre ulike hvileintervallene. Det ble ikke funnet noen statistisk forskjell i tid til utmattelse mellom forsøkene med de tre ulike hvileintervallene (30 sek, 3min eller 10min). Tid til utmattelse økte signifikant ($p < 0,05$) i forsøkene med de tre hvileintervallene sammenlignet med forsøket hvor ingen oppvarming ble benyttet.

Konklusjon

Det foreliggende arbeidet fant ingen signifikant forskjell i tid til utmattelse mellom forsøkene med de tre ulike hvileintervallene (30 sek, 3min eller 10min). Det bør bemerkes at prestasjonstesten som ble benyttet, trolig ikke var nøyaktig nok eller hadde en for stor usikkerhet til å avdekke eventuelle forskjeller i tid til utmattelse under forsøkene med de ulike hvileintervallene. Dette kan muligens ses på som en metodisk svakhet i det foreliggende arbeidet. På den annen side kan det naturligvis også tenkes at det faktisk ikke er noen signifikant forskjell i TTU ved bruk av de ulike hvileintervallene.

Forord

Etter ett år som informatikkstudent på NTNU forstod jeg raskt at det ikke var noe for meg. I dag angrer jeg ikke på at jeg satte meg på flyet fra Trondheim og møtte opp for opptaksprøven på Norges idrettshøgskole.

Jeg vil først og fremst takke Frank Ingjer for meget god veiledning og oppfølging gjennom hele prosessen. Du er en svært kunnskapsrik og omsorgsfull veileder Frank, og du har stilt opp for meg til nesten alle døgnets tider. Det var over all forventning. Jeg kunne ikke hatt noen bedre veileder og i mine øyne lever du svært godt opp til ditt positive renommé på NIH.

Jeg vil også få takke Erlend Hem og Svein Leirstein for god hjelp på laboratoriet. En ekstra takk til deg Erlend for at du hjalp meg med testresultatene og for at du tok meg med inn i varmen på Olympiatoppen. Jeg må videre få takke Kristoffer T. Cumming for nyttige tips og råd gjennom hele masterperioden.

Det er også viktig å takke alle forsøkspersoner som deltok i studien. Håper dere fant det spennende å delta samt at dere lærte noe nytt. Dere er tøffe som gjennomførte flere utmattende prestasjonstester på rad.

I tillegg må jeg få takke Kristian Helland, Geir Holden, Jenny Indby, Andreas Sørstrøm og Dag Aalvik for vennskapet på NIH. Det er utrolig at dere har holdt ut med all ski- og treningsprat min. Takk også til alle andre masterstudenter og ansatte på seksjonen for fysisk prestasjonsevne for et hyggelig samarbeid.

Sist, men ikke minst, takk til deg Thale for at du har oppmuntret meg og støttet meg underveis, spesielt på de ekstra tunge dagene. Det skal jo ikke legges under en stol at denne oppgaven ville inneholdt flere røde streker og skrivefeil hvis det ikke var for deg.

Martin Skaugen

Oslo, oktober 2012

Forkortelser

a-v O ₂ differanse	Arterio-venøs oksygen differanse
C °	Temperatur i celcius grader
Co ₂	Karbondioksid
CV	Variasjonskoeffisient
FP	Forsøksperson
H ⁺	Hydrogenion
[H ⁺]	Hydrogenkonsentrasjon
HB	Hemoglobin
[HB]	Hemoglobinkonsentrasjon
HF	Hjertefrekvens
HFmaks	Maksimal hjertefrekvens
K ⁺	Kalium
[K ⁺]	Kaliumkonsentrasjon
Kg	Kilogram
La ⁻	Laktat
[La ⁻ _{bl}]	Laktatkonsentrasjon i blod
L·min ⁻¹	Liter per minutt

MV	Minuttvolum
mmHG	Millimeter kvikksølv
O ₂	Oksygen
PH	Potentia hydrogenii
Q	Minuttvolum
R	Respiratorisk kvotient
SV	Slagvolum
TM	Temperatur i skjelettmuskulatur
TR	Temperatur i rektum
VE	Minuttventilasjon
VO ₂	Oksygenopptak
VO ₂ maks	Maksimalt oksygenopptak
2.3 DPG	2.3 Difosfoglyserat

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	3
Forord	5
Forkortelser	6
1. Innledning	10
1.1 Problemstillinger.....	12
2. Teori	13
2.1 Aktiv oppvarming.....	13
2.1.1 Fysiologiske effekter av aktiv oppvarming	13
2.2 Bruk av ulike hvileintervaller	16
2.2.1 Fysiologiske endringer etter aktiv oppvarming	17
2.2.2 Tidligere arbeider.....	23
2.3 Oppsummering.....	27
3. Metode	28
3.1 Studiedesign.....	28
3.1.1 Godkjennelse av studien.....	28
3.1.2 Forsøkspersoner.....	28
3.1.3 Prosjektets inklusjonskrav	29
3.1.4 Prosjektets eksklusjonskrav	29
3.2 Pilotstudie	29
3.3 Forsøksprotokoll	30
3.3.1 Målemetoder.....	31
3.4 Testprosedyrer	34
3.4.1 Submaksimal trappetest.....	34
3.4.2 Test av VO ₂ maks:	35
3.4.3 Prestasjonstestene	36
3.4.4 Prestasjonstest med NO-PE	38
3.4.5 Prestasjonstest med PE+30s, PE+3min og PE+10min	39
3.5 Databehandling	41
3.5.1 Programvare.....	41
3.5.2 Statistiske beregninger.....	41
4. Resultater	42
4.1 Tid til utmattelse	42
4.2 Bruk av aktiv oppvarming	43

4.3	Oksygenopptaket	44
4.4	Ventilasjon.....	45
4.5	Hjertefrekvensen.....	46
4.6	Oksygenmetning i blod	47
4.7	Rektaltemperaturen.....	48
4.8	Laktatkonsentrasjonen i blod	49
4.9	Høyeste og laveste verdier under prestasjonstesten.....	50
5.	Diskusjon	51
5.1	Metodiske vurderinger	51
5.1.1	Metodiske vurderinger av studiens prestasjonstest.....	52
5.1.2	Metodiske vurderinger av måten å måle rektaltemperaturen på.....	54
5.1.3	Statistiske vurderinger	55
5.2	Diskusjon av resultater.....	55
5.2.1	Tid til utmattelse	55
5.2.2	Oksygenopptaket, hjertefrekvensen og ventilasjonen	56
5.2.3	Rektaltemperaturen.....	59
5.2.4	Finnes det en optimal varighet på et hvileintervall?	61
5.3	Videre forskning	62
6.	Konklusjon.....	64
	Referanser.....	65
	Figuroversikt.....	69
	Tabelloversikt	71
	Vedlegg	72

1. Innledning

Aktiv oppvarming er normalt ansett å føre til større kardiovaskulære og metabolske endringer enn hva som forekommer ved bruk av passiv oppvarming (Åstrand, Rodahl, Dahl, & Stromme, 2003). Primært kan disse endringene relateres til både endring i kroppstemperatur og til en rekke fysiologiske parametere (blant annet oksygenopptak, ventilasjon, hjertefrekvens og oksygenmetning i blodet) som alle finner sted i løpet av en aktiv oppvarming (Bishop, 2003a, 2003b; Åstrand, et al., 2003). Det er dermed gode holdepunkter for at aktiv oppvarming setter organismen i bedre stand til å tåle et påfølgende hardt fysisk arbeide enn passiv eller ingen oppvarming (Ingjer & Stromme, 1974; Åstrand, et al., 2003).

Flere arbeider har undersøkt betydningen av arbeidsbelastning og tid benyttet under en aktiv oppvarmingsperiode før et påfølgende intensivt utholdenhetsarbeid (Beckenkamp & Lin, 2011; Bishop, 2003a, 2003b). Etter det forfatteren har kunnet bringe på det rene, eksisterer det derimot relativt få arbeider som har tatt for seg og studert hvilken og hvor stor betydning varigheten mellom endt oppvarming og konkurransesstart vil kunne ha å si på et påfølgende intensivt utholdenhetsarbeid. En slik tidsperiode vil videre omtales som et hvileintervall.

Betydningen av ulik varighet på hvileintervaller tas opp og belyses i et oppsummeringsarbeid av Bishop (2003a) og Bishop (2003b). Her drøftes det blant annet om et hvileintervall av relativt kort varighet (< 5 minutter) sammenlignet med bruk av lengre varighet, kan utgjøre den beste effekten på et påfølgende intensivt utholdenhetsarbeid. Mulige forklaringer som diskuteres er at flere opparbeidede kardiovaskulære og metabolske effekter som er forårsaket av aktiv oppvarming (i hovedsak et forhøyet oksygenopptak), ikke vil komme tilbake til sitt hvilenivå, før et nytt intensivt utholdenhetsarbeid har startet. Dette forholdet er dog avhengig av at varigheten på hvileintervallet er relativt kort og gjerne på mindre enn 5 minutter (Andzel, 1978; Andzel & Busuttill, 1982; Andzel & Gutin, 1976; Bishop, 2003a, 2003b). En slik forhøyet aerob energiomsetning som varer inn i en tidlig fase av et utmattende arbeid, vil som nevnt ovenfor kunne vurderes å være en fordel for prestasjonsevnen under arbeid. Blodflow og dermed oksygenforbruket vil da være på et

vesentlig høyere nivå enn i hvile. Dette vil kunne medføre at bidraget fra den anaerobe energifrigjøringen trolig vil være noe redusert under et påfølgende utholdenhetsarbeid som følge av de opparbeidede kardiovaskulære og metabolske effektene som nevnt ovenfor (Bishop, 2003b).

Flere av de arbeidene som Bishop (2003a) og Bishop (2003b) refererer til, har ofte benyttet et lite antall fysiologiske variabler, utilstrekkelige og/eller lite relevante oppvarmingsprotokoller (Andzel, 1978; Andzel & Busuttil, 1982; Andzel & Gutin, 1976). Videre mangler disse nevnte arbeidene også måling av kroppstemperaturen, samt at de har tatt i bruk hvileintervaller på mindre enn to minutter. Denne varigheten på et hvileintervall utgjør en så kort tid, at den må kunne sies å være lite relevant for idrettsutøvere i en konkurransesammenheng. Alle disse overnevnte forhold gjør at resultatene fra arbeidene til Andzel (1976), Andzel & Gutin (1978) og Andzel & Busuttil (1982) fremstår som mangelfulle, av varierende kvalitet og lite relevante for idretten. Man bør på bakgrunn av de kritiske bemerkningene som er gitt her derfor være noe forsiktig ved bruk av disse resultatene og de konklusjonene som kommer frem i disse studiene. Videre er det også et fortsatt klart behov for nye/flere arbeider innenfor disse problemområdene.

I en rekke arbeider har TK og TM blitt rapportert å holde seg på et forhøyet nivå opp mot 30 til 40 minutter etter arbeid på 60 til 70 % av VO_2 maks og med en varighet på ca. 15 til 20 minutter (Carter, Wilson, Watenpaugh, Smith, & Crandall, 2002; Kenny, Giesbrecht, & Thoden, 1996; Kenny, Reardon, Thoden, & Giesbrecht, 1999; Kenny et al., 2003; Kim, Ghim, & Lee, 2008; Thoden, Kenny, Reardon, Jette, & Livingstone, 1994). Dette forholdet indikerer at en rekke opparbeidede temperaturrelaterte effekter som forekommer som følge av aktiv oppvarming, holder seg på et forhøyet nivå og i mindre grad kommer tilbake til sitt hvilenivå i løpet av et hvileintervall før et nytt intensivt arbeid er påbegynt. Det virker derfor nærliggende å anta at opparbeidede temperatur-relaterte effekter vil være av ganske stor betydning for prestasjonsevnen, selv der utøvere tar i bruk lengre hvileintervaller enn anbefalt (<5 minutter).

Ut fra det som er nevnt ovenfor er det et klart behov for å gjennomføre nye intervensjonsarbeider som har til hensikt å studere et dekkende antall fysiologiske variabler (VO_2 , VE, HF, SpO_2 , La^- , TK, TR og TM) under et intensivt

utholdenhetsarbeid. Videre bør disse nye intervensjonsstudiene benytte en mer praktisk gjennomførbar oppvarmingsprotokoll og ta i bruk hvileintervaller med varigheter på to minutter og mer. Foreliggende arbeid har dermed til hensikt å undersøke effektene av ulike hvileintervaller med forskjellig varighet (henholdsvis 30 sek, 3 min og 10 minutter) på prestasjonen (tid til utmattelse) og på utvalgte fysiologiske variabler som VO_2 , VE, HF, SpO_2 , La^- og TR under et arbeid til utmattelse tilsvarende 110 % av VO_{2maks} .

1.1 Problemstillinger

1. Vil det bli noen forskjell i prestasjonsevnen (tid til utmattelse) under et arbeid tilsvarende 110 % av VO_{2maks} dersom ulikt hvileintervall (enten 30 sek, 3 min eller 10 minutter) tas i bruk i etterkant av moderat oppvarming?
2. Vil det bli noen forskjell blant utvalgte fysiologiske variabler (VO_2 , VE, HF, SpO_2 , La^- og TR) under et arbeid tilsvarende 110 % av VO_{2maks} til utmattelse dersom ulikt hvileintervall (enten 30 sek, 3 min eller 10 minutter) tas i bruk i etterkant av moderat oppvarming?

Null-hypoteser

1. Det er ingen forskjell i tid til utmattelse under et arbeid tilsvarende 110 % av VO_{2maks} ved bruk av ulikt hvileintervall (enten 30 sek, 3 min eller 10 minutter) i etterkant av en moderat oppvarming.
2. Det vil ikke bli noen endring blant utvalgte fysiologiske variabler (VO_2 , VE, HF, SpO_2 , La^- og TR) ved bruk av forskjellig hvileintervall (enten 30 sek, 3 min eller 10 minutter) under et arbeid tilsvarende 110 % av VO_{2maks} til utmattelse i etterkant av en moderat oppvarming.

2. Teori

2.1 Aktiv oppvarming

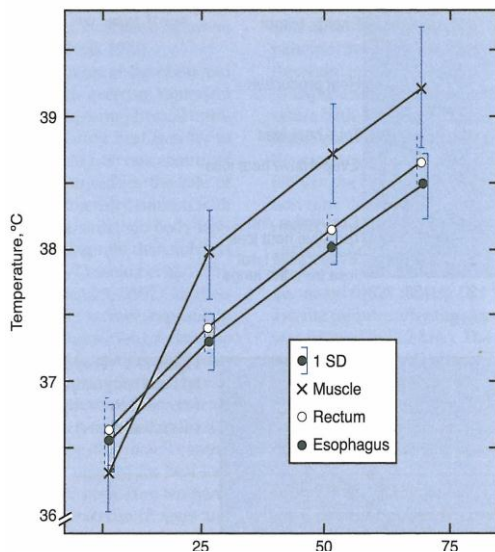
For å studere hvilken betydning forskjeller i tid benyttet på hvileintervallene kan ha å si på et intensivt utholdenhetsarbeid, vil det først være et godt utgangspunkt å beskrive en del av de viktigste fysiologiske endringene og effektene som forekommer som følge av aktiv oppvarming. I hovedsak foreslås disse å kunne relateres til både endring i kroppstemperatur og til selve aktiviteten under oppvarmingsperioden (Bishop, 2003a; Åstrand, et al., 2003). Psykologiske effekter vil også kunne spille en sentral rolle under aktiv oppvarming og dermed for prestasjonsevnen (Aronchick & Burke, 1977). Til tross for dette vil sistnevnte faktor ikke bli tatt opp i denne oppgaven.

2.1.1 Fysiologiske effekter av aktiv oppvarming

Det har lenge vært kjent at kroppstemperaturen øker som følge av muskelarbeid (Jurgensen, 1873; Pembrey & Nicol, 1898). Denne temperaturøkningen ble til å begynne med ansett som en svikt i reguleringen av kroppstemperaturen (Asmussen & Bøye, 1945). Nielsen (1938) anslo senere at temperaturøkningen skyldes en aktiv tilpasning, som innen normale grenser, var relativt lite avhengig av blant annet omgivelsenes luftfuktighet og temperatur. I 1945 konkluderte Asmussen & Bøye med at en bestemt arbeidsmengde kan utføres på kortere tid dersom organismen har fått en økning i kroppstemperaturen på forhånd.

Under arbeid vil normalt 75 % av energien som omsettes, bli omdannet til varme (Åstrand, et al., 2003). Dette kan føre til en betydelig varmeproduksjon under bestemte arbeidsbetingelser. I enkelte tilfeller kan kroppstemperaturen stige opp mot 40 °C i kroppskjernen (TK) og 41 °C i skjelettmuskulaturen (TM) uten at dette vil ha negativ innvirkning på prestasjonsevnen og andre fysiologiske funksjoner (Ruch & Patton, 1973; Åstrand, et al., 2003).

Fra hvile og opptil ca. 75 % av et individs relative arbeidsbelastning er det et tilnærmet lineært forhold mellom den relative arbeidsbelastningen (oksygenopptaket) og kroppstemperaturen (Saltin & Hermansen, 1966). Dette forløpet er illustrert i figur 2.1.



Figur 2.1: Viser temperatur i rektum, i øsofagus og i skjelettmuskel under et submaksimalt arbeid med en varighet på en time. Som det fremkommer av figuren er høyeste temperatur observert i arbeidende skjelettmuskel, der størstedelen av varmeproduksjonen pågår. Figuren er hentet fra Saltin & Hermansen (1966).

Ut fra dataene i denne figuren vil det f.eks. for en aktiv oppvarmingsperiode tilsvarende ca. 60 til 70 % av VO_2 maks medføre en betydelig økning i kroppstemperaturen opp mot ca. 39 °C eller noe mer. Det bør nevnes at kroppstemperaturen ved arbeidsbelastninger tilsvarende 75 % av et individs relative oksygenopptak eller noe høyere, antakeligvis flater av noe mer i forhold til hva som er beskrevet i figur 2.1 (Davies, Brotherhood, & Zeidifard, 1976; Åstrand, et al., 2003). Under langvarig arbeid oppstår normalt en adekvat varmebalanse etter ca. 20 til 30 minutter så lenge arbeidsbelastningen er konstant og befinner seg i området opp mot ca. 70 til 75 %

av VO_2 maks (Saltin, Gagge, & Stolwijk, 1968). Dette betyr at det oppstår en likevekt, som vil si at varmeproduksjonen da er tilnærmet lik varmeavgivelsen.

Med økt kroppstemperatur og på grunn av økt fysisk aktivitet, vil det inntre en rekke fysiologiske tilpasninger som følge av aktiv oppvarming. De mest omtalte forandringene vil bli tatt opp og diskutert i avsnittene nedenfor.

- A. *Omdistribusjon av blodvolum til arbeidende skjelettmuskler:* I hvile vil ca. 15 % av hjertets minuttvolum (Q) gå til tverrstripet skjelettmuskulatur, mens opp mot 80 til 85 % av Q vil kunne bli distribuert til arbeidende skjelettmuskler under dynamisk arbeid med bruk av store muskelgrupper, som f. eks ved løping (Åstrand, et al., 2003). Et bidrag til denne omdistribueringen av blodvolumet er forårsaket blant annet av temperaturens dilaterende effekt på de minste arteriolene i arbeidende skjelettmuskulatur (Barcroft & Edholm, 1946). Under muskelarbeidet vil det også frigis en rekke kjemiske substanser, som blant annet en økning i konsentrasjon av K^+ [K^+], konsentrasjonen av H^+ [H^+] (fall i PH) og

en økning i nitrogenoksidnivået. Disse forandringene vil i seg selv også i noen grad kunne tenkes å føre til en dilaterende effekt på glatt muskulatur i arteriolene til arbeidende skjelettmuskler, og på denne måten bidra til økt blodflow.

- B. *Høyreforskyvning av hemoglobinetts dissosiasjonskurve*: Aktiv oppvarming vil trolig føre til en høyreforskyvning av hemoglobinetts dissosiasjonskurve, kalt Bohr effekten (Barcroft & Camis, 1909). Denne effekten medfører at oksygen lettere vil kunne bli avgitt til blant annet arbeidende skjelettmuskulatur ved et gitt partialtrykk av oksygen. En høyreforskyvning av hemoglobinetts dissosiasjonskurve er blant annet forårsaket av økt $[H^+]$, høyere kroppstemperatur, økt konsentrasjon av karbondioksid (CO_2) og økt konsentrasjon av 2.3 difosfoglyserat⁶ under arbeid (Nielsen, 2003). Også myoglobinet vil lettere avgi oksygen som følge av aktiv oppvarming. Dette forholdet er trolig ikke på langt nær av like stor betydning som nevnt for hemoglobinet ovenfor (Asmussen & Bøye, 1945).
- C. *Transport av varme fra kroppskjerne til kroppsskall*: I hvile anslås ca. 5 % av Q å gå med til å transportere produsert varme til kroppsoverflaten eller hudsirkulasjonen. Med økt kroppstemperatur som følge av fysisk aktivitet (og opphold i varme omgivelser) kan så mye som 15 til 20 % av Q gå med til å transportere varme med blod fra kroppskjerne til hud (Åstrand, et al., 2003). Det ser dermed ut til at distribueringen av Q til transport av varme har en relativt høy prioritet i forhold til andre behov for oksygen under aktiv oppvarming.
- D. *Redusert viskositet av blodet*: Det er rapportert at blodets viskositet vil kunne bli redusert/nedsatt noe ved økt kroppstemperatur (Ruch & Patton, 1973). Det bør nevnes at blodets viskositet er blitt oppgitt ikke å øke noe vesentlig ved en økning i blodprosent (hematokritt) fra ca. 45 % til 65 %. Dette er bedre kjent under navnet Fahraeus-Lindquist effekten (Ruch & Patton, 1973). Ut fra det som oppgis her er det lite tenkelig at en nedsatt viskositet pga. økt kroppstemperatur ved aktiv oppvarming vil ha noen vesentlig påvirkning på blodflow under arbeid.

- E. *Temperaturrelaterte tilpasninger av kjemiske reaksjoner:* Kjemiske reaksjoner er temperaturavhengige, og opp mot temperaturer tilsvarende ca. 44- 45 °C vil de fleste kjemiske reaksjonene i organismen øke (Ruch & Patton, 1973). Først ved temperaturer over 44- 45 °C vil hastigheten på kjemiske reaksjoner normalt bli redusert, da enzymene kan bli utsatt for en betydelig termal denaturering (Åstrand, et al., 2003). Forhøyet kroppstemperatur vil dermed trolig medføre at hastighetene på de aerobe og anaerobe prosessene vil øke noe i en oppvarmet skjelettmuskulatur som følge av aktiv oppvarming.
- F. *Økt syntetisering og sekresjon av hormoner:* Syntetisering og sekresjon av hormoner, som blant annet katekolaminene insulin og glukagon, veksthormon og angiotensin, er antatt å øke som følge av muskelarbeid og økt kroppstemperatur (Galbo, 1992). Dermed vil aktiv oppvarming trolig øke syntetiseringen og sekresjonen blant annet av de overnevnte hormonene. Disse vil trolig være med å sette organismen i bedre beredskap i forkant av et utmattende utholdenhetsarbeid.
- G. *Andre forhold:* En temperaturøkning som følge av aktiv oppvarming vil trolig redusere viskositeten (Buchthal, Kaiser, & Knappeis, 1944) og øke nerveledningshastigheten i arbeidende skjelettmuskulatur (Binkhorst, Hoofd, & Vissers, 1977; Ranatunga, Sharpe, & Turnbull, 1987). Hvilken og hvor stor betydning dette kan ha å si for prestasjonsevnen under et utholdenhetsarbeid finnes det begrenset kunnskap og liten generell enighet om (Bishop, 2003a). Det er derfor vanskelig å ha en klar formening om hvilken betydning redusert viskositet og mulig økt nerveledningshastighet i skjelettmuskulaturen vil ha å si på et påfølgende intensivt utholdenhetsarbeid.

2.2 Bruk av ulike hvileintervaller

Som det ble nevnt innledningsvis i oppgaven ble det i oppsummeringsarbeidene til Bishop (2003a) og Bishop (2003b) diskutert hvorfor og hvordan et hvileintervall av relativt kort varighet (< 5 minutter) er å foretrekke i forkant av et intensivt utholdenhetsarbeid. Dette ble forklart med at opparbeidede kardiovaskulære og metabolske effekter som forekommer som følge av aktiv oppvarming i mindre grad vil greie å komme tilbake mot hvilenivå innen få minutter før et nytt intensivt arbeid har

startet. I arbeidene til Bishop (2003a) og Bishop (2003b) ble det foreslått at denne effekten i hovedsak er relatert til et forhøyet utgangsnivå på VO_2 , opparbeidet i oppvarmingsperioden. Ut ifra blant annet uttalelsene gitt ovenfor vil det i det følgende derfor være hensiktsmessig å gjøre rede for en del av de viktigste fysiologiske endringene som en kan anta vil finne sted i løpet av et hvileintervall.

2.2.1 Fysiologiske endringer etter aktiv oppvarming

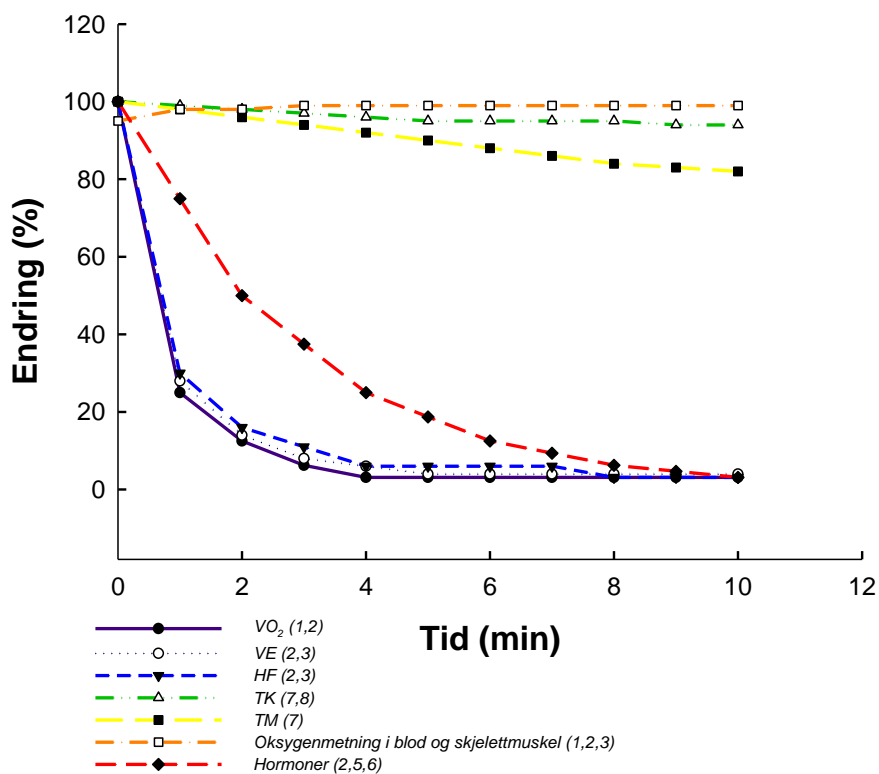
Ved oppstart av et muskelarbeid stiger oksygenopptaket (VO_2) målt over lungene langsommere enn energikravet (Krogh & Lindhard, 1913). Til å begynne med dekkes deler av dette energibehovet fra anaerob energifrigjøring, noe som fører til et oksygenunderskudd (O_2 underskudd).

I tiden etter et arbeid (som etter aktiv oppvarming) forbrukes en ekstra mengde oksygen utover den normale hvilemetabolismen (Benedict & Carpenter, 1910). Dette forholdet omtales i dag normalt som EPOC og står for excess postexercise oxygen consumption (Bahr, 1992; Borsheim & Bahr, 2003; Gaesser & Brooks, 1984). Årsaken til EPOC ble lenge forklart først og fremst ved tilbakebetaling av det opparbeidede O_2 underskuddet fra et nettopp avsluttet arbeid (Hill & Lupton, 1923). Denne forklaringen ble først og fremst fremsatt på grunn av den alaktasidiske og laktasidiske komponenten av O_2 underskuddet (Hill, 1924; Margaria, Edwards, & Dill, 1933). Resultater fra flere arbeider har i ettertid rapportert et økt forbruk av oksygen i tiden etter et arbeid, selv når laktatverdiene i blod og skjelettmuskel har returnert tilbake mot hvilenivå (Bahr, 1992; Gaesser & Brooks, 1984). Mye tyder derfor på at flere mekanismer, som blant annet høyere kroppstemperatur og et økt hormonnivå også kan være med på å bidra til det observerte økte oksygenforbruket i tiden etter et arbeid (Gaesser & Brooks, 1984).

Effektene av EPOC deles ofte inn i en rask (< 1 time) og en langsom (> 1 time) komponent. Dette blir gjort til tross for at det trolig ikke finnes noen klar overgang mellom disse to komponentene/tidsperiodene (Bahr, 1992; Gaesser & Brooks, 1984). Et hvileintervall som normalt kan vare opp mot 15 til 20 minutter vil ha et forløp som er tilnærmet lik eller lik den raske komponenten av EPOC. En kan derfor anta at en rekke av de fysiologiske effektene som finner sted under den første delen av EPOC også vil være sentrale og også gjøre seg gjeldende i løpet av et hvileintervall på 10 minutter eller

mer. Eksempler på forløpet på utvalgte fysiologiske variabler som kan være av betydning for EPOC, og dermed et hvileintervall, er forsøkt illustrert i figur 2.2.

Estimert forløp på utvalgte fysiologiske variabler i tiden etter arbeid



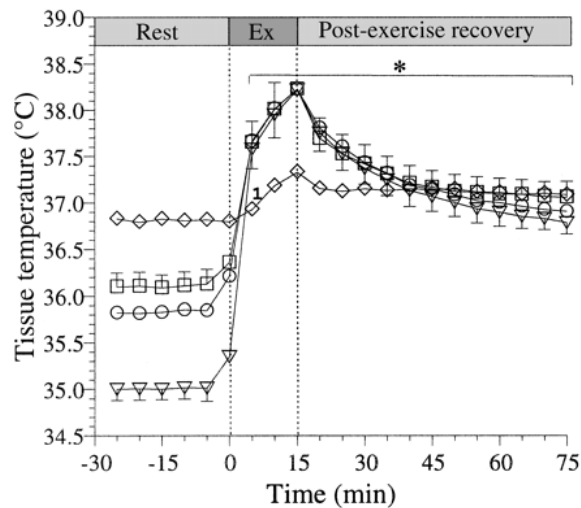
Figur 2.2: Viser et grovt forløp på VO₂ og endringene i flere utvalgte fysiologiske variabler som er viktige for EPOC og dermed et hvileintervall på ca. 10 minutter eller mer. Det er viktig å nevne at denne figuren er et grovt estimat dannet på bakgrunn av blant annet følgende kilder: 1-2; (Ruch & Patton, 1973; Åstrand, et al., 2003) 3; (Bangsbo, Krstrup, Gonzalez-Alonso, Boushel, & Saltin, 2000) 4; (Bahr, 1992) 5; (Gaesser & Brooks, 1984) 6; (Gladden, Stainsby, & MacIntosh, 1982) 7; (Kenny, et al., 2003) 8; (Kenny, Reardon, Giesbrecht, Jette, & Thoden, 1997).

Endringer i oksygenopptaket, hjertefrekvensen og ventilasjonen etter aktiv oppvarming: I løpet av et hvileintervall på noen få minutter vil en kunne anta at VO₂ faller ”omvendt eksponentielt” tilbake mot hvilenivået med en halveringstid på ca. 30 sekunder (Åstrand, et al., 2003). På tilsvarende måte som beskrevet for VO₂ får vi også et lignende fall i både HF og VE (Bahr, 1992). Det har blitt foreslått at det like før et nytt intensivt arbeid påbegynnes, er ønskelig med et forhøyet VO₂, VE og HF for om mulig å bidra til en bedret prestasjonsevne under et påfølgende intensivt utholdenhetsarbeid (Andzel, 1978, 1982; Andzel & Busuttil, 1982). Effekten av et forhøyet VO₂, HF og VE etter aktiv oppvarming kan ses på som en mulighet for en

såkalt ”flying start” inn i et påfølgende intensivt arbeid. Skal en flying start kunne finne sted, tyder mye på at hvileintervallet ikke bør vare mer enn noen få minutter for at blant annet VO_2 , VE og HF ikke skal falle tilbake mot tilnærmet hvilenivå (se figur 2.2). Hvorvidt en flying start vil være prestasjonsfremmende under et nytt intensivt utholdenhetsarbeid, er vanskelig å ha en klar formening om. Dette skyldes at effektene av EPOC naturlig nok representerer tilpasninger som gjenoppretter og som bidrar til å tilbakebetale det ekstra forbruket av oksygen forårsaket av den aktive oppvarmingen. Dermed vil restitusjonstilpasningene kunne øke VO_2 i tiden etter oppvarming uten at det forhøyede VO_2 nødvendigvis vil kunne medføre et større aerobt bidrag som mulig kan forbedre prestasjonsevnen. På bakgrunn av dette er det grunn til å stille spørsmål ved om utgangsnivået på VO_2 i løpet av et hvileintervall kan anses mer som en tilbakebetaling av oksygen (dvs. en restitusjonstilpasning) og/eller av prestasjonsfremmende betydning. Dette blant annet på grunn av et forhøyet aerobt bidrag. Per i dag finnes det lite eller ingen dokumentasjon som har tatt opp og belyst denne problemstillingen. Mer viten om dette er derfor påkrevd før dette kan forstås.

Endring av kroppstemperatur etter aktiv oppvarming: Høyere kroppstemperatur er antakeligvis en av de viktigste faktorene for det økte forbruket av oksygen i noe tid etter et arbeid (Brooks, Hittelman, Faulkner, & Beyer, 1971a, 1971b, 1971c; Gaesser & Brooks, 1984). Det er trolig at økt kroppstemperatur vil kunne være av vesentlig betydning for prestasjonsevnen under intensivt arbeid. Dette først og fremst dersom varigheten på et hvileintervall ikke er så langt, at det fører til at opparbeidede temperaturrelaterte effekter faller tilbake mot hvilenivå, før et nytt intensivt arbeid er påbegynt. I flere arbeider blir det rapportert at kroppstemperaturen forblir på et høyere nivå enn i hvile opp mot 30 til 40 minutter etter et arbeid tilsvarende 60 % til 70 % av $VO_{2\text{maks}}$ og med en varighet på ca. 20 minutter (Carter, et al., 2002; Kenny, et al., 1996; Kenny, et al., 1999; Kim, et al., 2008; Thoden, et al., 1994). En slik arbeidsbelastning og varighet på en aktiv oppvarmingsperiode som nettopp nevnt, representerer også en oppvarmingsprotokoll som ofte anbefales for idrettsutøvere i litteraturen (Bishop, 2003a, 2003b). Resultatene fra et arbeid av Kenny & Niedre (2002) rapporterte at temperaturen i øsofagus (TES) steg til respektive 38 °C og 39,2 °C som følge av et lett (70 % $VO_{2\text{maks}}$) og et tyngre (93 % $VO_{2\text{maks}}$) oppvarmingsarbeid med en varighet på 15 minutter. Videre registrerte Kenny & Niedre (2002) et fall i TES på henholdsvis ca. 0,4 °C og ca. 1 °C for de to ulike oppvarmingene etter 10 minutter med

passiv hvile. I et annet arbeid utført av Kenny (2003) varmet FP opp med et 15 minutters kneekstasjonsarbeid tilsvarende 60 % av VO_2 maks. Oppvarmingen medførte en økning i TES til 37,7 °C og en økning til henholdsvis ca. 38,1 °C, 38,2 °C og 38,2 °C målt ved muskeldybde 10mm, 25mm og 40mm med en termometer i m.vastus lateralis (se figur 2.3).



Figur 2.3: Viser forløpet til TM og TES ved oppmøte, under standardarbeidet og i løpet av 60 min med hvile. Temperaturen i skjelettmuskel ble målt i ulike dybder (10 mm (□) og 15 mm (○) 30 mm (▽) fra femur og dyp femoral arterie. ◇ indikerer målinger for TES (Kenny, et al., 2003).

Resultatene fra arbeidet til Kenny (2003) viste et fall i TES på ca. 0,3 °C og et fall i TM på henholdsvis ca. 0,8 °C, 0,6 °C og 0,7 °C for dybdene 10 mm, 15 mm og 30 mm i m.vastus lateralis i løpet av ti minutter passiv hvile. Selv 60 minutter etter arbeidet lå TES fortsatt på ca. 0,3 °C og TM på ca. 0,9 °C, 1 °C og 1,8 °C over temperaturene registrert ved oppmøte (i hvile). Resultatene fra ovennevnte arbeider representerer utvalgte eksempler som viser at kroppstemperaturen bevares på et høyere nivå enn i hvile i løpet av en relativt lang hvileperiode etter et muskelarbeid. På den annen side er det også viktig å påpeke at det finnes arbeider som viser et raskere forløp på kroppstemperaturen tilbake mot hvilenivå enn hva som er vist i de nevnte arbeidene ovenfor. I arbeidet til Saltin, Gagge & Stolwijk (1970) ble TR og TM målt, under og etter 30 minutters sykkelarbeid tilsvarende 25 %, 50 % og 75 % av VO_2 maks utført i varierende romtemperaturer (10 °C, 20 °C og 30 °C). Saltin, Gagge & Stolwijk (1970) observerte et fall i TR og TM tilbake mot hvilenivå innen de første 10 til 15 minuttene ved arbeid i romtemperatur på henholdsvis 10 °C og 20 °C. Også i et annet arbeid av

Kenny et al., (2002) ble det registrert et relativt raskt fall i kroppstemperaturen tilbake mot hvilenivå. Etter et 15 minutters kneekstensjonsarbeid tilsvarende 60 % av VO_2 maks steg TES til ca. 37,3 °C. Resultatene viste et fall i TES tilbake til hviletemperatur innen de første 15 minuttene av passiv hvile. Disse resultatene viste et betydelig raskere fall i kroppstemperaturen enn det som er omtalt i flere av studiene ovenfor (Carter, et al., 2002; Kenny, et al., 1996; Kenny, et al., 1999; Kim, et al., 2008; Thoden, et al., 1994). Det er ikke noen åpenbare årsaker som kan forklare hvorfor resultatene til Saltin, Gagge & Stolwijk (1970) og Kenny et al (2002) er i kontrast til resultatene fra andre arbeider som er nevnt tidligere (Carter, et al., 2002; Kenny, et al., 1996; Kenny, et al., 1999; Kim, et al., 2008; Thoden, et al., 1994). En mulig forklaring på disse forskjellene kan være at resultatene i arbeidet til Saltin, Gagge & Stolwijk (1970) kun ble fremstilt grafisk. Det ble dermed vanskelig å foreta en nøyaktig avlesning av forløpet på TES og TM i tiden etter arbeidene ved 25 %, 50 % og 75 % av VO_2 maks. Videre bør det også poengteres at oppvarmingsprotokollen i arbeidet til Kenny et al (2002), førte til en relativt beskjeden økning i TES på 0,3 °C fra hvilenivå. Dette kan være en medvirkende årsak til det observerte fallet i TES tilbake til hvilenivå allerede etter det 15 minutters lange kneekstensjonsarbeidet.

På bakgrunn av de overnevnte arbeider, virker det at kroppstemperaturen vil kunne holde seg på et høyere nivå i enn i hvile. Dette gjelder særlig om man er i ro i opp mot 10 til 15 minutter, eller noe mer dersom en adekvat oppvarmingsprotokoll har blitt gjennomført på forhånd (figur 2.3). De funnene som beskriver forløpet på kroppstemperaturen like etter et arbeid avviker en del i forhold til det forløpet som er rapportert blant annet for variablene VO_2 , HF og VE. Disse variablene er normalt oppgitt å returnere tilbake mot hvilenivå i løpet av få minutter (se figur 2.2). I motsetning til forløpet på enkelte parametere som VO_2 , HF og VE vil kroppstemperaturen, og antakeligvis opparbeidede temperatur-relaterte effekter, trolig holde seg oppe på et relativt høyt nivå i løpet av et hvileintervall helt til starten av et nytt arbeid. Dette ser også ut til å gjelde selv når en tar i bruk hvileintervaller med en varighet som er lenger enn det som ofte er blitt anbefalt i litteraturen (mindre enn ca. 5 min).

Endring av oksygeninnholdet i blodet og skjelettmuskulaturen etter aktiv oppvarming: I løpet av en moderat aktiv oppvarmingsperiode på ca. 60 til 70 % av VO_2 maks i ca. 20 minutter vil det trolig forbrukes opp mot ca. 10 ganger eller noe mer ekstra oksygen utover normalt hvilenivå (Åstrand, et al., 2003). Som følge av muskulært arbeid faller dermed oksygeninnholdet i mikset venøst blod progressivt med arbeidsintensiteten (McArdle, Katch, & Katch, 2010). Fra $120 \text{ ml}\cdot\text{l}^{-1}$ i hvile faller oksygeninnholdet i mikset venøst blod til ca. $40 \text{ ml}\cdot\text{l}^{-1}$ under et submaksimalt arbeid ved ca. 75 % av VO_2 maks (Åstrand, et al., 2003). I løpet av et arbeid med relativt høy eller høy arbeidsintensitet vil det være rimelig å tro at også en del oksygen bundet til myoglobinet i skjelettmuskel vil forbrukes (Coburn & Clark, 1976). For å bidra til at forsyningen av oksygen til arbeidende skjelettmuskler er best mulig allerede fra starten av et utholdenhetsarbeid, bør trolig et hvileintervall være av tilstrekkelig varighet til at oksygeninnholdet i blodet og skjelettmuskulaturen kommer tilbake mot normalt hvilenivå (se figur 2.2). Vanligvis foregår denne refyllingen raskt og innen få minutter etter et arbeid (Bangsbo, et al., 2000). Det virker dermed rimelig å anta at fallet i oksygenmetning i blodet under arbeid ganske raskt vil bli erstattet. Dette vil dermed føre til at VO_2 de første minuttene etter et arbeid vil være noe høyere enn behovet ved normalt hvilenivå (EPOC). Dersom et forhøyet VO_2 er å betrakte som en fordel ved starten av et nytt utholdenhetsarbeid med høy intensitet, burde altså hvileintervallet være av en relativt kort varighet (se figur 2.2). Hvorvidt dette vil være av betydning for prestasjonsevnen under et nytt påfølgende utholdenhetsarbeid, er vanskelig å avgjøre. Dette skyldes blant annet at et forhøyet VO_2 like etter et arbeid naturlig nok også utgjør en komponent av EPOC. Denne komponenten er hensiktsmessig og bidrar til å tilbakebetale det ekstra forbruket av oksygen etter det tidligere utførte arbeidet. Dermed er det vanskelig å forutsi om utgangsnivået på VO_2 i løpet av et hvileintervall kan anses mer som en tilbakebetaling av oksygen (dvs. restitusjonstilpasning), og/eller av betydning for prestasjonen på grunn av et forhøyet aerobt bidrag.

Resyntese av ATP og kreatinfosfat etter aktiv oppvarming: Avhengig av arbeidsbelastningen (i % av VO_2) vil det under submaksimale belastninger finne sted et større eller mindre fall i både konsentrasjonen av kreatin fosfat (CP) og intramuskulært adenosin trifosfat [ATP] (Knuttgen & Saltin, 1972). Resyntese av blant annet CP tilbake mot hvilenivå krever et ekstra forbruk av VO_2 og tar noen minutter (Harris et al., 1976), mens resyntese av ATP er foreslått bare å ta noen få sekunder (Ruch & Patton, 1973).

Denne resyntesen av CP og CrP vil i alle tilfeller kreve et ekstra oksygenforbruk og dermed utgjøre en komponent av EPOC i løpet av hvileintervallet.

Eliminasjon av laktat etter aktiv oppvarming: Det vil kunne finne sted en laktateliminasjon i løpet av de første minuttene etter aktiv oppvarming. Akkumulering av laktat for utholdenhetstrente individer har blitt foreslått å finne sted ved arbeidsbelastninger tilsvarende ca. 75 % av VO_2 maks eller noe høyere (Åstrand, et al., 2003). På bakgrunn av disse opplysningene virker det derfor rimelig å anta at kun en begrenset laktateliminasjon vil finne sted de første minuttene av et hvileintervall etter en mer normal oppvarmingsprotokoll (f. eks ved ca. 60 til 70 % av VO_2 maks). Laktateliminasjon vil trolig dermed være av mindre betydning når en ønsker å vurdere bruk av ulike hvileintervaller før et intensivt utholdenhetsarbeid. Dette nevnte forholdet er naturligvis avhengig av at forutgående oppvarming ikke har blitt gjennomført med en arbeidsintensitet og/eller varighet som medfører vesentlig akkumulering av laktat.

Størrelsen på hormonspeilet etter aktiv oppvarming: Alt avhengig av arbeidsbelastningen og varigheten vil en aktiv oppvarmingsperiode forårsake økt syntetisering og sekresjon av en rekke hormoner (se kapittel 2.1.1). Det økte speilet av hormoner har blitt foreslått å ha relativt kort halveringstid på 2 til 3 minutter eller mindre (Åstrand, et al., 2003). Bruk av relativt kort hvile kan dermed medføre, i likhet med blant annet høyere VO_2 , HF og VE, at organismen settes i bedre beredskap i forkant av et nytt intensivt utholdenhetsarbeid. Dette gjelder først og fremst dersom hvileintervallet er av relativt kort varighet, slik at nivået på blant annet sirkulerende hormoner ikke returnerer tilbake mot normalt hvilenivå før et nytt intensivt arbeid er påbegynt (se figur 2.2).

2.2.2 Tidligere arbeider

Etter hva forfatteren har kunnet bringe på det rene, eksisterer det få arbeider som har hatt til hensikt å undersøke betydningen av ulike hvileintervaller etter oppvarming, og hva dette eventuelt kan ha å si for et intensivt utholdenhetsarbeid. Flere av disse ender opp med å anbefale bruk av svært kort hvileintervall på 1 minutt eller mindre (Andzel, 1978; Andzel & Busuttill, 1982; Andzel & Gutin, 1976). Dette forholdet forklares med hvordan en rekke opparbeidede kardiovaskulære og metabolske tilpasninger som finner sted som følge av aktiv oppvarming, i mindre grad vil greie å komme tilbake til

hvilenivå innen få minutter før et nytt arbeid er påbegynt. I disse studiene blir det hovedsakelig hevdet at denne prestasjonsfremmende effekten er assosiert med det forhøyede utgangsnivået på VO_2 som holder seg på et relativt høyt nivå i noe tid etter aktiv oppvarming (se figur 2.2).

Et av de første arbeidene som støtter de synspunktene som er nevnt ovenfor, ble utført av Andzel & Gutin (1976). I denne studien varmet kvinnelige studenter opp ved stepp på kasse i ca. 2 minutter ved en arbeidsbelastning tilsvarende en hjerterefrekvens på ca. 140 slag per minutt. Det ble i denne studien med hensikt benyttet en kort varighet på oppvarmingen i et forsøk på å unngå en for stor økning i kroppstemperatur, og dermed mulige effekter på temperaturrelaterte mekanismer. Deretter hvilte FP i 0, 30 og 60 sekunder før de gjennomførte en 10 minutters prestasjonstest til utmattelse ved stepp på kasse. Prestasjonstesten ble også gjennomført uten at FP varmet opp. Andzel & Gutin (1976) fant signifikant forbedret prestasjonsevne ved stepp på kasse ved bruk av hvileintervall i 30 og 60 sekunder sammenlignet med bruk av både manglende hvileintervall og ingen oppvarming. Resultatene viste at FP i gjennomsnitt hadde høyere HF ved bruk av 30 og 60 sekunders hvileintervall i starten av prestasjonstestene sammenlignet med de andre forsøkene. Forfatterne av studien konkluderte med at forbedret prestasjonsevne (tid til utmattelse) som følge av kort hvileintervall (30 og 60 sekunder) primært var forårsaket av den observerte høyere HF i starten av arbeidet sammenlignet med de lavere HF verdiene fra de andre forsøkene. Ved bare å ha målt HF, uten VO_2 , antok de også at forbedret prestasjonsevne ved bruk av kort hvileintervall var årsaket av et forhøyet utgangsnivå på VO_2 som følge av aktiv oppvarming. Bruk av kort hvileintervall ble omtalt som en mulighet for å kunne oppnå et forhøyet VO_2 og at fallet i VO_2 ikke ville komme tilbake til sitt hvilenivå før det nye intensive arbeidet var påbegynt. Et slikt arbeid til utmattelse som allerede fra starten av har en forhøyet aerob energiomsetning, foreslo Andzel & Gutin (1976) å kunne begrense bidraget fra den anaerobe energifrigjøringen og dermed være av betydning for prestasjonsevnen. Det bør imidlertid nevnes at arbeidet til Andzel & Gutin (1976) inneholder noen metodiske svakheter som bør påpekes. I studien ble det blant annet benyttet en oppvarmingsprotokoll og prestasjonstest med en arbeidsform basert på stepp på kasse. En bør på bakgrunn av dette kunne anta at usikkerheten ved målingene i studien ble relativt store. I tillegg benyttet Andzel & Gutin (1976) en oppvarmingsprotokoll og en rekke hvileintervaller som var svært korte. Disse varighetene utgjør en så kort tid, at de

må kunne sies å være lite relevante for idretten. Det bør også nevnes at HF kan være en indirekte indikator for å beskrive forløpet på VO_2 . De vurderingene og konklusjonene som er presentert i studien til Andzel & Gutin (1976) om VO_2 , bør dermed muligens kunne ses noe bort ifra.

Liknende funn er også senere rapportert fra arbeidet til Andzel (1978). I denne studien varmet 12 kvinnelige studenter (VO_2 maks ukjent) opp ved løp på tredemølle ved tilsvarende arbeidsbelastning og varighet som beskrevet i arbeidet til Andzel & Gutin (1976). Etter påfølgende hvileintervall i 30, 60, 90 og 120 sekunder løp FP så til utmattelse ved en belastning tilsvarende 95 % til 100 % av HFmaks. Resultatene viste at FP løp signifikant lenger i forsøkene med 30 sekunder hvileintervall sammenlignet med ingen oppvarming og hvileintervall i 90 og 120 sekunder. Videre viste resultatene at når FP hvilte i 60 sekunder, løp FP signifikant lenger enn i forsøket med hvile i 90 sekunder. Forsøkspersonene startet prestasjonstesten med gjennomsnittlig høyere HF ved bruk av 30 og 60 sekunders hvileintervall sammenlignet med de andre betingelsene. I likhet med studien til Andzel & Gutin (1976) inneholder også arbeidet til Andzel (1978) metodiske svakheter (se ovenfor). De antakelsene og konklusjonene som trekkes i dette arbeidet må muligens derfor også ses noe bort ifra.

Også i et siste arbeid av Andzel & Busuttil (1982) løp kvinnelige FP signifikant lenger ved bruk av hvile i 30 sekunder sammenlignet med 90 sekunder og ingen oppvarming. Disse funnene antok studien var forårsaket av tilpasninger i HF, oksygenmetningen i blodet og VO_2 . Alle disse nevnte parameterne viste seg å være signifikant høyere i starten av prestasjonstesten med 30 sekunders hvile sammenlignet med 90 sek og ingen oppvarming. Videre viste resultatene at HF, VO_2 og VE allerede i løpet av 90 sek hvileintervall nesten var tilbake til normalt hvilenivå i starten av prestasjonstesten.

Så langt finnes det få/ingen gode arbeider som har tatt for seg og vurdert hvor stor betydning ulik varighet på et hvileintervall kan ha å si for prestasjonsevnen under et intensivt utholdenhetsarbeid. Tidligere arbeider (Andzel, 1978; Andzel & Busuttil, 1982; Andzel & Gutin, 1976) har benyttet ulike prestasjonstester der arbeidsbelastningen ble beregnet henholdsvis på bakgrunn av VO_2 maks og/eller HFmaks. Dette gjør resultatene fra disse arbeidene vanskelig å sammenligne. I tillegg ble det i arbeidet til Andzel & Gutin (1976) benyttet en prestasjonstest med en

arbeidsform basert på stepp på kasse, noe som bør antas å medføre at usikkerheten i målingene blir relativt store. Videre ser det ut til at arbeidet til Andzel (1982) er den eneste studien som har undersøkt fysiologiske variabler som VO_2 , VE og oksygenmetning i blodet i tillegg til HF. Oksygenopptaket ble ikke målt i arbeidene til Andzel & Gutin (1976) og Andzel (1978). De vurderingene og konklusjonene som er presentert i disse to studiene omkring VO_2 , bør muligens dermed kunne ses noe bort ifra. Tidligere arbeider som har hatt til hensikt å undersøke effekten av ulike hvileintervaller på et prestasjonsarbeid har altså benyttet et relativt lite antall variabler. Ut fra dette er det et klart behov for nye studier hvor blant annet flere fysiologiske parametere (som blant annet laktatverdier og kroppstemperatur) blir tatt med og undersøkt. For eksempel vil laktatverdier kunne bidra til å kvantifisere og kartlegge omfanget av den anaerobe energifrigjøringen under et prestasjonsarbeid der ulike hvileintervaller har blitt benyttet. Videre er hvileintervallene som er benyttet i disse arbeidene meget korte og bare opp mot ca. 2 minutter. Dette forsterker ytterligere behov for nye studier med hvileintervaller av lenger varighet opp mot 5 til 10 minutter eller noe mer. Disse må normalt sies å bli benyttet i idrettslige sammenhenger.

I arbeidene til Andzel (1978), Andzel & Busuttill (1982) og Andzel & Gutin (1976) ble det heller ikke studert endring i kroppstemperaturen under forsøkene. Dette gjør det enda mer vanskelig å kunne vurdere de forklaringene og begrunnelsene som ble hevdet omkring effekten av et forhøyet VO_2 , HF og VE ved bruk av de ulike hvileintervallene. Fordi temperaturen ikke ble målt i disse tidligere arbeidene, er det i tillegg også vanskelig å anslå hvilken betydning og i hvor stor grad endring i fysiologiske mekanismer som følge av oppvarmingsprotokollene er direkte relatert til den høyere kroppstemperaturen i seg selv.

Ut fra det som er nevnt flere steder ovenfor er det et klart behov for nye studier som blant annet benytter oppvarmingsprotokoller som er relevante for idretten. Så langt forfatteren har kunnet bringe på det rene, ser det ikke ut til at tidligere arbeider har benyttet en oppvarmingsprotokoll som har klart å oppnå en tilstrekkelig økning i kroppstemperaturen. Blant annet anbefalte Bishop (2003b) bruk av kortere hvileintervaller på mindre enn 5 minutter. Til tross for dette kan mye tyde på at en økning i kroppstemperaturen vil holde seg over relativt lang tid (minst 10 til 15 minutter), og ikke komme tilbake mot sitt hvilenivå før et nytt arbeid er påbegynt (se

figur 2.2 og 2.3). Denne fortsatt forhøyede kroppstemperaturen i minst 10 til 15 minutter etter et arbeid kan muligens fortsatt være til fordel for en utøver som ønsker å prestere optimalt i en idrettslig sammenheng. Hvileintervallene vil her normalt måtte vare 5 minutter eller noe mer.

2.3 Oppsummering

Kort hvile mellom endt oppvarming og frem mot konkurransstart (> 5 minutter) har blitt foreslått å være gunstig for prestasjonsevnen i et intensivt utholdenhetsarbeid. Det har videre blitt hevdet at denne effekten på prestasjonsevnen hovedsakelig er relatert til de mekanismene som forekommer under de første minuttene av et hvileintervall. Dette vil si den raske komponenten av EPOC.

Flere tidligere arbeider viste blant annet at temperaturen i skjelettmuskulaturen holdes på et relativt høyt nivå selv etter ca. 10 - 15 minutter eller mer med hvile etter et arbeid. Man kan på bakgrunn av dette tenke seg at opparbeidede temperaturrelaterte effekter i tillegg vil holde seg og være av betydning for prestasjonsevnen også dersom utøvere tar i bruk lenger hvileintervall enn anbefalt (<5 minutter). Det eksisterer få studier som har undersøkt effekten av ulike hvileintervaller på prestasjonsevnen under et påfølgende intensivt utholdenhetsarbeid. Per i dag har vi derfor langt ifra tilstrekkelig viten om bruk og effekter av aktiv oppvarming og påfølgende ulike hvileintervaller av forskjellig varighet på prestasjonsevnen i en idrettslig sammenheng. Det er derfor et fortsatt klart behov for nye intervensjonsstudier som tar med seg og studerer viktige fysiologiske parametere (blant annet VO_2 , HF, La^- , VE, og TR), og som benytter en oppvarmingsprotokoll som er relevant og kan la seg gjennomføre i en praktisk idrettslig situasjon.

3. Metode

All datainnsamling ble gjennomført i tidsperioden oktober 2011 til februar 2012 på Norges idrettshøgskoles (NIH) fysiologiske laboratorium. En gruppe utholdenhetstrente menn gjennomførte en submaksimal trappetest, test av VO₂maks og fire prestasjonstester fordelt på hver sin testdag. Ingen av forsøkspersonene hadde kjennskap til studien på forhånd.

3.1 Studiedesign

Problemstillingene i denne studien ble besvart ved hjelp av et randomisert dobbel-blindet cross-over design, med kontrollerte repeterte målinger. Forsøkspersonene ble randomisert til å utføre både en intervensjon og en kontroll.

3.1.1 Godkjenning av studien

Prosjektet ble godkjent av regional komité for medisinsk forskningsetikk Sørøst-Norge (Rek sørøst) og av datatilsynet. Forsøket startet etter at tilrådning fra komiteen forelå (vedlegg 1) og ble gjennomført i henhold til Helsinki deklarasjonen.

3.1.2 Forsøkspersoner

Totalt 15 forsøkspersoner (13 menn og 2 kvinner) henvendte seg og ønsket å delta i studien. Rekrutteringen av FP foregikk hovedsakelig ved annonsering i lokale idrettslag (se vedlegg 2). Av de som meldte sin interesse, tilfredsstilte ikke en mann og to kvinner studiens inklusjonskrav. Seks forsøkspersoner som deltok i studien ble ekskludert grunnet skader og/eller sykdom. Testresultater fra disse seks FP ble ikke tatt med i studien da de ikke fullførte alle prestasjonstestene.

Det medførte at totalt syv FP gjennomførte studien i henhold til prosjektplanen. Disse var i alderen 20 til 34 år og drev eller hadde drevet med utholdenhetsidretter (hovedsakelig langrenn eller løp). Forsøkspersonenes karakteristika er vist i tabell 3.1 under.

Tabell 3.1: Karakteristika av utvalget. Tabellen angir gjennomsnittsverdier \pm et standardavvik.

FP (n)	Alder (år)	Vekt (kg)	VO ₂ maks (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	VO ₂ maks (L·min ⁻¹)
7	27 \pm 4,5	78,1 \pm 5,4	71,4 \pm 7,4	5,5 \pm 0,4

FP deltok på frivillig grunnlag, og ble informert om at de når som helst kunne trekke seg fra studien uten å oppgi årsak til dette. I forkant av studien ble FP skriftlig og muntlig informert om deltakelse, metodebruk, hensikt og risiko ved å delta i studien. Disse forholdene måtte FP medgi skriftlig samtykke om (se vedlegg 2). Alle FP måtte også underskrive en egenerklæring vedrørende sin helsetilstand før forsøket startet første oppmøtedag (se vedlegg 2).

3.1.3 Prosjektets inklusjonskrav

Inklusjonskravet for menn var VO₂maks på ≥ 62 ml·kg⁻¹·min⁻¹ og VO₂maks for kvinner ≥ 53 ml·kg⁻¹·min⁻¹. Nedre aldersgrense for å delta i studien var 18 år. Forsøkspersonene skulle ikke være eldre enn 40 år.

3.1.4 Prosjektets eksklusjonskrav

Forsøkspersonene måtte møte opp for ny test dersom de hadde gjennomført hard fysisk aktivitet (trening) i løpet av 24 timer før test, ved tegn på sykdom eller manglende evne til å fullføre testen. Forsøkspersonene måtte også møte opp for ny test dersom sentralstimulerende midler (alkohol, koffein eller nikotin) var benyttet innen de siste 24 timene før test. Forsøkspersonene ble informert om overnevnte eksklusjonskrav i et informasjons- og registreringsskjema utlevert første oppmøtedag (vedlegg 3). På oppmøtedagen før hver prestasjonstest måtte FP krysse av i et spørreskjema (vedlegg 4) om disse gitte retningslinjene var fulgt.

3.2 Pilotstudie

Tidlig på høsten 2011 ble det foretatt innledende undersøkelser av foreliggende oppvarmingsprotokoll der løpshastighet, varighet og helningsvinkel på tredemøllen ble vurdert. Tilsvarende undersøkelser ble også gjort for valg av prestasjonstest med arbeid

til utmattelse. Det ble også i denne tidsperioden gjort innledende undersøkelser og vurderinger for ulike hvileintervall som skulle benyttes i studien.

Utover høsten 2011 ble det gjennomført en pilotstudie. Hensikten var å prøve ut testprotokoller og apparatur. Ingen testresultater fra pilotstudien ble inkludert i hovedmaterialet.

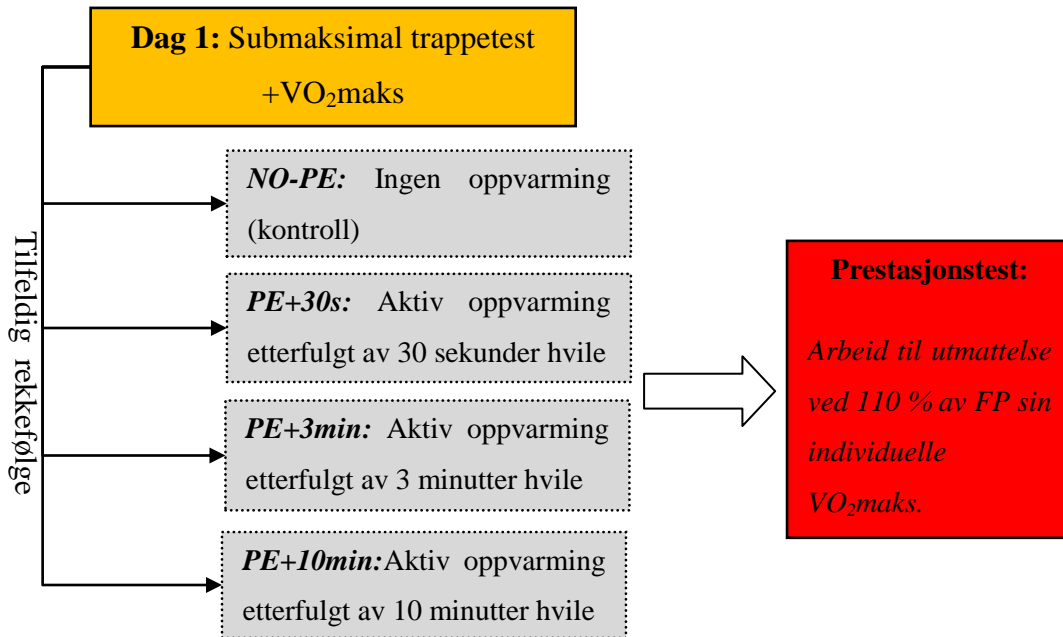
3.3 Forsøksprotokoll

Forsøksprotokollen bestod av fem ulike testdager.

Testdag 1: Første testdag omfattet en trappetest med submaksimale arbeidsbelastninger (Ingjer, Hem, & Leirstein, 2010). På bakgrunn av denne testen ble det etablert en regresjonsligning for den enkeltes oksygenopptak ved en progressiv økning i submaksimale arbeidsbelastninger. Det ble også gjennomført en test av VO_2 maks (Ingjer, et al., 2010). Regresjonsligningen for VO_2 ved submaksimale arbeidsbelastninger og VO_2 maks verdien ble benyttet til å beregne løpshastighet ($km \cdot t^{-1}$) tilsvarende 110 % av FP sin individuelle VO_2 maks under et utmattende arbeid (figur 3.3).

Testdag 2 til 5: I tilfeldig rekkefølge gjennomførte deretter FP fire identiske prestasjonstester fordelt på hver sin testdag. I forkant av tre av prestasjonstestene varmet FP opp aktivt i 20 minutter ved en moderat arbeidsbelastning (tilsvarende 55 %, 65 % og 85 % av VO_2 maks). FP tok deretter i bruk et hvileintervall på enten 30 sek (PE+30s), 3 min (PE+3min) eller 10 min (PE+10min) før de løp til utmattelse ved en hastighet tilsvarende 110 % av VO_2 maks. Forsøkspersonene gjennomførte også en prestasjonstest, men uten aktiv oppvarming (NO-PE). Denne prestasjonstesten fungerte som en kontrolltest.

Ved alle fem testdagene ble de fysiologiske variablene TR, VO_2 , VE, RER, $[La^-_{bl}]$ registrert. Hvert oppmøte på laboratoriet krevde i overkant av 90 minutter. Mellom hver prestasjonstest måtte det gå minimum 48 timer og maksimalt en uke. Under følger en illustrasjon av forsøksprotokollen (figur 3.1).



Figur 3.1: Viser en skjematisk fremstilling av forsøksprotokollen. Testdagene ble gjennomført i tilfeldig rekkefølge.

3.3.1 Målemetoder

Laboratorium: Alle testdagene ble gjennomført på fysiologisk laboratorium på Norges idrettshøgskole. For å holde laboratoriets temperatur mest mulig konstant ble laboratoriets klimaanlegg slått på ca. 2 timer før hver test. Gjennomsnittlig romtemperatur for alle prestasjonstestene var ca. 20 °C ved oppmøte og 20 °C ved avreise. Laboratoriet ble rengjort og ventilert med jevne mellomrom.

Tredemølle: Det ble benyttet en elektrisk drevet tredemølle (Woodway, modell Elg200 Sport, Weil am Rhein, Tyskland) ved alle testene. Tredemøllens hastighet reguleres trinnløst og har en variasjonsbredde på 0 – 30 km·t⁻¹. Helningsvinkelen på tredemøllen har en variasjonsbredde på 0 – 25 %. Hastighet og helningsvinkel på tredemøllen blir kalibrert rutinemessig hver sjetten måned.

Ergospirometriske målinger: Alle målingene av VO₂, V_E og R ble gjort med et automatisk ergospirometrisk system med miksekammer (Oxycon Pro Jaeger Instrument, Hoechberg, Tyskland). FP pustet i et munnstykke via en toveisventil (Hans Rudolph inc, USA) som var koblet til analysesystemets miksekammer med en slange. En neseklype hindret at FP pustet gjennom nesen. Ekspirert luft ble ledet gjennom miksekammeret der O₂ og CO₂ kontinuerlig ble analysert. Ekspirert volum ble målt med

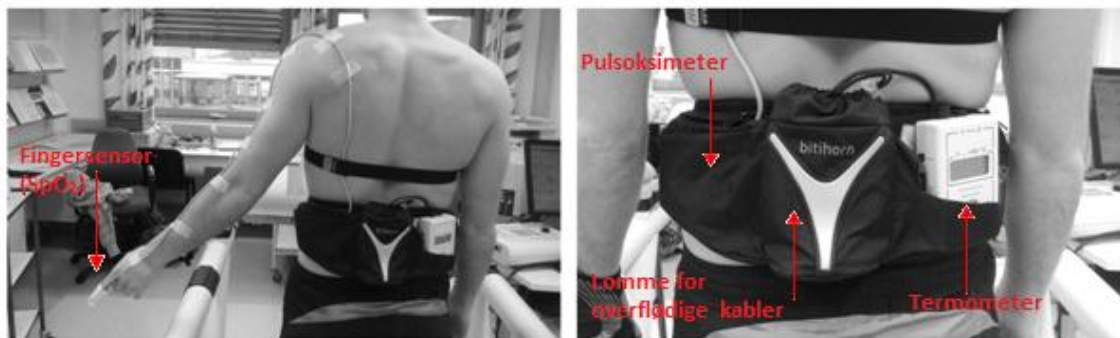
en turbin (TripleV volume transducer). Munnstykket ble alltid satt inn 30 sekunder før en ergospirometrisk måling ble foretatt.

Hver morgen og før hver test ble analysatoren kalibrert mot en kjent gass (95 % N og 5 % CO₂) og mot romluft og volumkalibrert med en 3 liters håndpumpe. Dette ble også gjort ved mistanke om at noe var galt med måleinstrumentet. Måleusikkerheten for O₂ og CO₂ er på 0,02 %, og som helhet har metoden en måleusikkerhet på ± 3 % (Mcardle et al., 2003).

Måling av laktatkonsentrasjon i blod: Laktatkonsentrasjon i blod [La⁻_{bl}] ble analysert med en laktatanalysator av typen YSI Sport 1500 (YSI incorporated, Yellow Springs Instrument CO, USA). Instrumentet er semiautomatisk og kan måle helblod og serum, både hemolysert og ikke-hemolysert blod. I denne studien ble det benyttet ikke-hemolysert helblod. Ved blodprøver ble finger først vasket og deretter punktert. Første bloddråpe ble tørket vekk for å minimere mulighet for kontaminering av blod. Ved lett klemming av finger ble blod samlet i en eller to micro hematokritrør. Blodprøven ble deretter umiddelbart injisert i instrumentets miksekammer ved hjelp av en 20 µL pipette (YSI modell 1501). I følge brukermanualen vil testleders presisjon og kvalitet på membranen avgjøre laktatmålingenes nøyaktighet.

Før hver test ble instrumentet kalibrert mot 5 mmol·l⁻¹ standardløsning. Dersom kalibreringskontrollen lå utenfor 4,9 - 5,1 mmol·l⁻¹, ble ny kalibrering foretatt. Instrumentet ble også sjekket med 15 mmol·l⁻¹ standardløsning for å kontrollere lineariteten mot høye verdier. I følge teknisk manual er måleusikkerheten anslått å være ± 2 % for laktatverdier mellom 0 og 5 mmol·l⁻¹ og ± 3 % ved laktatverdier mellom 5 og 15 mmol·l⁻¹.

Undersøkelse av kroppstemperatur: Rektal temperatur ble registrert ved hjelp av en probe (Rectal thermistor Type Y, Ellab Validation Solutions, Danmark) som ble ført 12 cm inn i rektum. Temperatursignalet ble overført via en anti-irriterende silikonkabel koblet til et håndholdt termometer (DM 852, Ellab Validation Solutions, Danmark) og lest av manuelt hvert minutt. Termometeret var festet til et elastisk hoftebelte (Bitihorn, Norrøna, Norge) som var modifisert av testleder (se figur 3.2).



Figur 3.2: Viser forsøksoppsettet for temperaturmåler og pulsoksimeter.

Forsøkspersonene løp med temperaturmåler under alle testdager. Det eksisterte ingen rutine for bruk og renhold av en slik temperaturmåler på NIH. Testleder måtte derfor utarbeide dette i forkant av studiestart. Etter bruk ble probe sterilisert i en alkoholholdig løsning (70 % alkohol, 0,5 % klorexdinine og 29,5 % vann). Videre ble den forseglet i en pakkepose (View-Pack, Amcor Flexibles, USA) og dampsterilisert ved 120 °C med autoklaving (Autoclave, Sanyo, USA).

For å sikre instrumentets usikkerhet foretok testleder jevnlig kontroll av temperaturmåler mot kjent temperatur i varmt vann. I henhold til brukermanualen har termometeret en oppløsning på 0,1 °C og en målenøyaktighet på ± 1 %. Responstiden (endring i temperatur) er anslått å være ca. to sekunder. I henhold til teknisk brukermanual tilsvarende probens målenøyaktighet $\pm 0,1$ °C ved temperaturer mellom 15 og 45 °C.

Måling av arteriell oksygenmetning: Arteriell oksygenmetning ble målt med et håndholdt selvkalibrerende pulsoksimeter (modell 901-M, Bitmos GmbH, Tyskland). En sensor av typen DCSC (Bitmos GmbH, Tyskland) ble festet på FP sin venstre pekefinger. Signalet fra sensoren ble overført til pulsoksimeteret via en pasientkabel. Kabelen ble teipet på kropp og pulsoksimeteret festet til hoftebeltet (figur 3.2). For å sikre god gjennomblødning løp FP med en ullvott (forvarmet i varmeskap) på venstre hånd.

Før hver test ble pulsoksimeteret synkronisert mot reell tid (puls klokken). Under testing registrerte instrumentet SpO₂-verdier automatisk hvert sekund. Data ble overført til PC og analysert i programmet "SatView" (Versjon 1.1.3). Testdata ble deretter eksportert

fra EDF-format til Ascii format (tabellformat) ved hjelp av et EDF til ASCII konverteringsprogram (EDF-to-ASCII converter, Marco Roessen). Data ble videre behandlet i Microsoft Excel (2010).

Ved bruk under aktivitet viser teknisk brukermanual til en måleusikkerhet på $\pm 3\%$ innenfor et målområde på 70 – 100 % for pulsoksimeteret.

Måling av hjertefrekvens: Hjertefrekvens ble registrert ved hjelp av en pulsklokke (RCX5, Polar, Finland) som mottok elektroniske HF signaler fra et elektronisk kodet pulsbelte (festet på FP sitt bryst). Alle data ble overført til PC ved hjelp av programmet Polar ProTrainer 5 (Versjon 5.40.172, Polar, Finland). HF målingene ble registrert hvert 5 sekund. Pulsbelte ble rengjort etter hver test med såpe og vann. Polars brukermanual oppgir en måleusikkerhet på $\pm 1\%$ under stabile forhold.

3.4 Testprosedyrer

3.4.1 Submaksimal trappetest

En submaksimal trappetest ble tatt i bruk for å etablere en profil for den enkeltes oksygenforbruk ved en progressiv økning i submaksimale arbeidsbelastninger. Dette forholdet er antatt å øke tilnærmet lineært.

Oppmøte: Ved oppmøte ble FP på ny informert om testene de skulle delta i, og de fikk anledning til å stille spørsmål. En egenerklæring ble signert (se vedlegg 2). Deretter ble FP veid (uten løpesko), vekt registrert og pulsbelte montert. FP stilte seg deretter på tredemøllen med et bein på hver side av løpebåndet, klar til test.

Oppvarming: Trappetesten ble innledet med 10 minutter oppvarming på lav arbeidsintensitet (ca. 50 % av VO₂maks) ved 5,3 % helning. Ergospirometriske målinger ble foretatt fra syv til ni minutter av oppvarmingsperioden. Hjertefrekvensen ble registrert hvert 30. sekund de siste 2 minuttene av oppvarmingen. Etter 10 minutter tok FP tak i rekkverket på tredemøllen, hoppet av og stod med et bein på hver side av løpebåndet. En blodprøve ble tatt innen 30 sekunder.

Hovedbelastning: Etter oppvarmingen gjennomførte FP fem til seks submaksimale arbeidsperioder med en varighet på fem minutter. I forkant av første arbeidsbelastning

ble helningsvinkelen på tredemøllen justert opp til 10,5 %. Hver arbeidsperiode på fem minutter ble etterfulgt av ett minutt pause der ny blodprøve ble tatt. I denne tidsperioden ble samtidig hastigheten på tredemøllen justert opp med 1 km·t⁻¹. For hver arbeidsperiode ble det foretatt ergospirometriske målinger fra to til fire minutter ut i arbeidsperioden. Hjerterefrekvens ble registrert fra tre til fem minutter. Påfølgende fem minutters arbeidsperioder ble repetert til FP oppnådde en [La⁻_{bl}] som var ≥ 1,5 mmol·l⁻¹ over gjennomsnittet av de to første laktatmålingene (oppvarming + 1 belastning). Forsøkspersonen startet på en påbegynnende arbeidsperiode mens blodprøve ble analysert. Det var ikke ønskelig med høy [La⁻_{bl}] før test av VO₂maks, og påbegynt arbeidsperiode ble stoppet dersom FP oppnådde overnevnte gjennomsnitt.

3.4.2 Test av VO₂maks:

Test av VO₂maks ble gjennomført innen fem minutter etter endt trappetest. Starthastighet på tredemøllen ble satt til 1 km·t⁻¹ lavere enn avsluttende løpshastighet på den submaksimale trappetesten, og helningsvinkelen ble satt til 10,5 %. Arbeidet foregikk som en trappetest med en hastighetsøkning på 1 km·t⁻¹ per minutt til utmattelse. Det ble løpt med neseclupe og munnstykke under hele VO₂maks testen.

Hvert 30. sekund gjennom hele testen ble FP informert om registrert VO₂. Etter ca. 45 sekunder av hvert belastningstrinn ble FP spurt om han tålte en ytterligere hastighetsøkning. Enkle tegn ble brukt som kommunikasjonsmiddel med tommel opp (øke med 1 km·t⁻¹), flat hånd (øke med 0,5 km·t⁻¹) og tommel ned (ingen hastighetsøkning). FP ble informert om at siste hastighetsøkning skulle holdes i minimum ett minutt. Av denne årsak valgte derfor enkelte FP å øke hastigheten med bare 0,5 km·t⁻¹ eller fortsette på samme belastningstrinn til utmattelse. Av erfaring var dette uproblematisk, da FP normalt på dette stadiet løper på en supramaksimal hastighet høyere enn VO₂maks. Testens høyeste gjennomsnitt av to påfølgende VO₂ registrert ble normalt definert som VO₂maks. Arbeidets totale varighet lå i gjennomsnitt mellom 4 til 6 minutter. En blodprøve for bestemmelse av [La⁻_{bl}] ble tatt tre minutter etter avsluttet test.

Hovedkriteriet for nådd VO₂maks var tydelig avflatning eller noe nedgang i VO₂ ved fremdeles økende belastning og nær utmattelse. Dersom FP løp ustøtt eller langt bak på møllen, og det ble vurdert uforsvarlig å fortsette av sikkerhetsmessige hensyn, ble testen

avbrutt. I etterkant av testen ble hjelpekriterier som blant annet RER tilsvarende 1,05 – 1,30, $[La_{bi}]$ på mer enn 7-8 $mmol \cdot l^{-1}$ og HF på minimum 97 % av HFmaks også benyttet for å vurdere om VO_2 maks var nådd (Ingjer, et al., 2010).

På bakgrunn av test av VO_2 maks ble FP ekskludert fra videre deltakelse i studien dersom studiens inklusjonskrav ikke ble tilfredsstilt (punkt 3.1.3). Inkluderte FP mottok et registreringsskjema for kosthold og aktivitetsnivå (vedlegg 3). Dette skulle fylles ut og leveres tilbake til testleder ved neste oppmøte på laboratoriet.

3.4.3 Prestasjonstestene

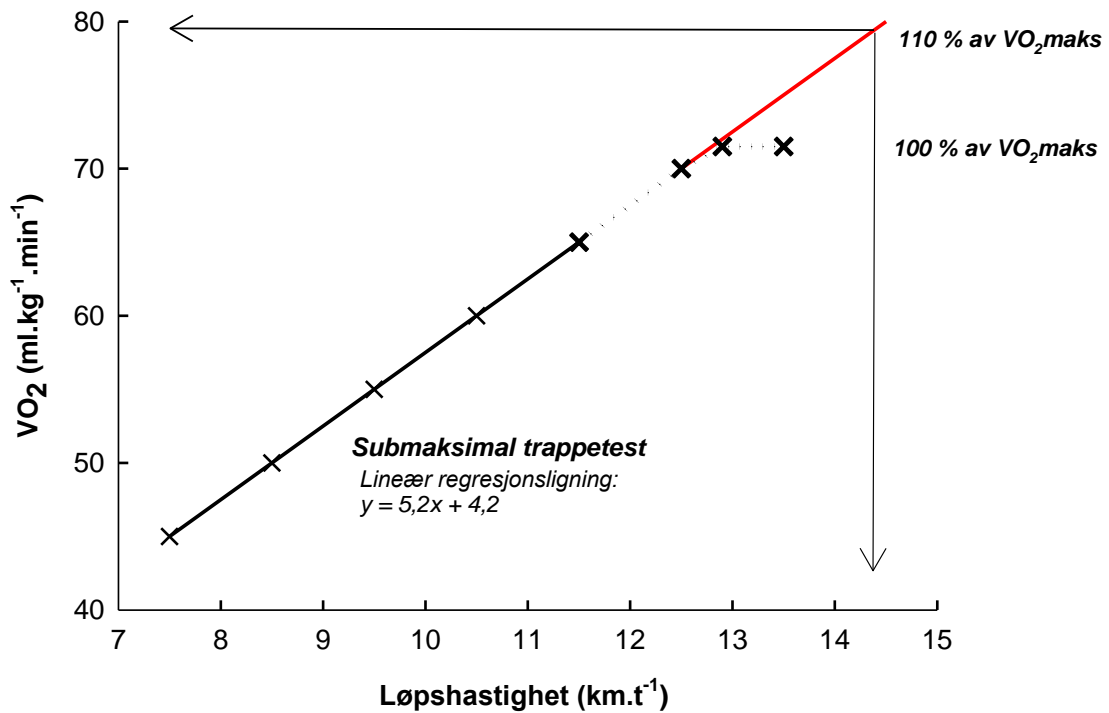
Alle de fire prestasjonstestene bestod av samme utmattende arbeid på en konstant løpshastighet ($km \cdot t^{-1}$) tilsvarende 110 % av FP sin individuelle VO_2 maks. For å beregne denne hastigheten ble løpshastighet ($km \cdot t^{-1}$) og oksygenopptak ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) fra den submaksimale trappetesten lagt inn som et x y plott i Microsoft Excel. Ved lineær regresjonsanalyse fikk FP hver sin VO_2 /løpshastighetsfunksjon (figur 3.3).

Et eksempel på en slik funksjon vises under:

$$y = 5,2x + 4,2$$

der $y = VO_2(ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1})$ og $x = løpshastighet (km \cdot t^{-1})$.

Oksygenopptak ved ulike løpshastigheter



Figur 3.3: Viser et eksempel på hvordan regresjonsligningen mellom løpshastighet og oksygenopptak ble brukt til å ekstrapolere linjen ut over 100 % av VO_2 maks.

Regresjonsligningen for oksygenopptakets lineære funksjon ble brukt til å ekstrapolere linjen til 110 % av VO_2 maks. På denne måten ble oksygenopptaket ved 110 % av VO_2 maks funnet ved å multiplisere det maksimale oksygenopptaket med 110 %. Et eksempel på dette vises under:

$$71,5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1} \times 1,1 = 78,7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}.$$

Oksygenopptaket ved 110 % av VO_2 maks ble deretter satt inn i regresjonsligningen, og løpshastigheten ble beregnet:

$$y = 5,2x + 4,2$$

$$78,7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1} = 5,2x + 4,2$$

$$(78,7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1} - 4,2) = 5,2x$$

$$(78,7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1} - 4,2) / 5,2 = \underline{\underline{14,3 \text{ km}\cdot\text{t}^{-1}}}$$

14,3 km·t⁻¹ tilsvarer estimert løpshastighet ved 110 % av VO₂maks for denne FP.

Gjennomføring av prestasjonstesten: Et minutt før prestasjonstesten startet, stod FP klar på tredemøllen med munnstykke i. Hølningsvinkelen ble satt til 10,5 %, og løpshastigheten ble justert opp til 110 % av VO₂maks. Puls klokke og tidtaker klokke ble nullstilt, og FP hoppet på tredemøllen. Det ble ikke informert om tid løpt underveis. Ved signal fra FP med hånden om ”nær utmattelse”, oppmuntret testleder FP de gjenværende sekundene av prestasjonstesten. Umiddelbart etter endt prestasjonstest ble TTU og TR notert. En blodprøve for bestemmelse av [La⁻_b] ble tatt 1, 3 og 5 minutter etter prestasjonstesten. FP besvarte et nytt spørreskjema før han fikk forlate laboratoriet (se vedlegg 4).

Definisjon på utmattelse: Utmattelse ble vurdert ved skjønn og etter følgende hjelpekriterier; løp langt bak på mølla og endring i løpsmønster (ubalanse). Tok FP tak i tredemøllen med hendene for å støtte seg opp, ble testen avbrutt. En høy R verdi ble benyttet som en indikator på utmattelse, men var ikke et avbrytelseskriterium.

3.4.4 Prestasjonstest med NO-PE

I forkant av prestasjonstest 1 ble ingen oppvarming (NO-PE) tatt i bruk. Ved ankomst ble personopplysninger registrert (høyde, vekt og fødselsdato), og et spørreskjema ble besvart (vedlegg 4). Etter å ha montert pulsbelte, temperaturmåler og pulsoksimeter, satt FP på en stol på tredemøllen i 20 minutter i løpsbekledning.

HF, SpO₂ og TR ble registrert kontinuerlig fra oppmøte og helt frem til avsluttet prestasjonstest. Etter 16 minutter av hvileperioden ved oppmøte ble en blodprøve tatt.

Fra 16 til 18 minutter ble spirometriske målinger foretatt. Etter endt hvile ble prestasjonstesten gjennomført som beskrevet under punkt 3.4.3.

3.4.5 Prestasjonstest med PE+30s, PE+3min og PE+10min

I forkant av prestasjonstest 2, 3 og 4 varmet FP opp aktivt i 20 minutter ved en moderat arbeidsbelastning. Mellom oppvarmingen og prestasjonstesten hvilte FP i 30 sekunder (PE+30s), 3 minutter (PE+10min) og 10 minutter (PE+10min) for henholdsvis prestasjonstest 2, 3 og 4.

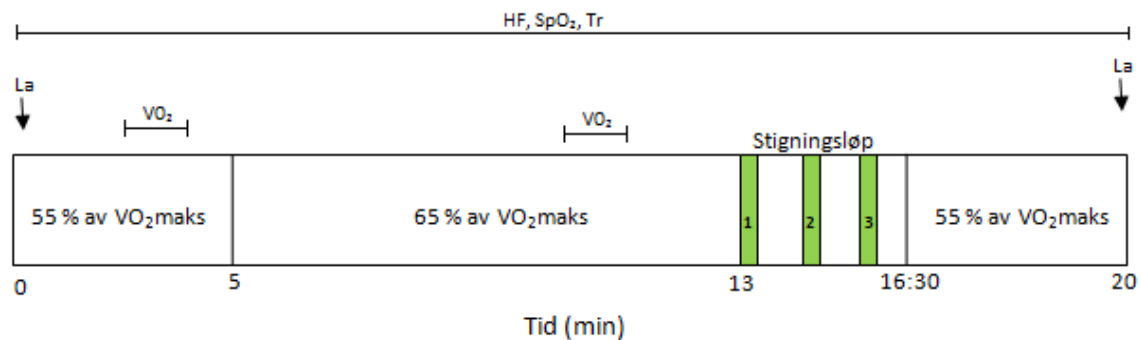
Oppmøte: Ved oppmøte for prestasjonstest 2, 3 og 4 ble vekt registrert, og et nytt spørreskjema besvart (vedlegg 4). Etter å ha montert pulsbelte, temperaturmåler og pulsoksimeter, satt FP deretter på en stol på tredemøllen i 10 minutter i løpsbekledning. De fysiologiske variablene HF, SpO₂ og TR ble registrert kontinuerlig fra oppmøte til avsluttet prestasjonstest. Etter fem minutter av hvilen ble en blodprøve tatt. Ergospirometriske målinger ble tatt fra fem til syv minutter av hvilen ved oppmøte.

Aktiv oppvarming: I forbindelse med prestasjonstest 2, 3 og 4 varmet FP opp aktivt i 20 minutter ved en moderat arbeidsbelastning tilsvarende 55 %, 65 % og 85 % av VO₂maks. Helningsvinkelen på tredemøllen var satt til 5,3 % under hele oppvarmingen. Løpshastigheten ved 5,3 % helning under oppvarmingen ble beregnet ved hjelp av en lineær regresjonsligning ($y = 4,1181x + 4,3752$).

Et minutt før oppvarmingen startet, stod FP klar på tredemøllen. Første del av oppvarmingsprotokollen foregikk ved en løpshastighet tilsvarende 55 % av VO₂maks. Tidtakerklokke og pulsklokke ble nullstilt, og på signal hoppet FP på tredemøllen. Etter fem minutter ble hastigheten justert opp tilsvarende 65 % av VO₂maks. Ved 13 minutter løp FP over i første av tre stigningsløp. Hastigheten tilsvarte 85 % av VO₂maks, og hvert stigningsløp varte i 30 sekunder¹. Det ble jogget rolig i ett minutt ved 55 % av VO₂maks mellom hvert stigningsløp. Fra 16,5 minutter og til endt oppvarming jogget FP rolig ved 55 % av VO₂maks. Kontrollmålinger for VO₂ ble målt fra tre til fire minutter og fra 10 til 11 minutter av oppvarmingsprotokollen. Dette var for å sikre at FP

¹ Hastighet ble justert opp ca 5 sekunder før hvert påbegynnende løp og justert ned etter ca 25 sekunder.

løp på korrekt oppvarmingshastighet. Forløpet på oppvarmingsprotokollen er illustrert i figur 3.4.



Figur 3.4: Viser de ulike arbeidsbelastningene for oppvarmingsprotokollen.

Bruk av ulike hvileintervall: I forkant av prestasjonstest 2 ble et hvileintervall på 30 sekunder tatt i bruk. Ergospirometriske målinger ble foretatt de siste tre minuttene av oppvarmingsprotokollen. Etter endt oppvarming ble FP stående over tredemøllen og beholdt munnstykket i. Hastigheten ble justert opp tilsvarende 110 % av VO_2 maks og helningsvinkelen til 10,5 %. Etter 30 sekunder ble prestasjonstesten gjennomført som beskrevet under punkt 3.4.3.

I forkant av prestasjonstest 3 tok FP i bruk et hvileintervall på 3 minutter. Ergospirometriske målinger ble foretatt fra 17 minutter til 19 minutter av oppvarmingsprotokollen. Etter endt oppvarming satte FP seg på en stol på tredemøllen, og en blodprøve ble tatt. Ett minutt før prestasjonstesten startet, reiste FP seg opp og stod klar over tredemøllen med munnstykke i. Hastighet og helningsvinkel ble justert opp. En ny blodprøve ble tatt 30 sekunder før start. Etter tre minutter med hvile ble prestasjonstesten gjennomført som beskrevet under punkt 3.4.3.

I forbindelse med prestasjonstest 4 hvilte FP i 10 minutter mellom endt oppvarming og prestasjonstesten. Ergospirometriske målinger ble foretatt fra 17 minutter og kontinuerlig til fem minutter inn i hvileintervallet. Ved endt oppvarming satte FP seg på en stol på tredemøllen. Ett minutt før prestasjonstesten startet, stod FP klar over tredemøllen med munnstykke i. En blodprøve for bestemmelse av $[La^-_{bl}]$ ble tatt 30 sekunder før start.

3.5 Databehandling

3.5.1 Programvare

Alle testresultatene fra studien ble lagt inn i Microsoft Excel 2007 (Windows). PASW statistics versjon 18 ble benyttet til statistiske beregninger. Tabeller ble laget i Excel 2007, mens figurer og grafer ble laget i Sigmaplot versjon 11.

3.5.2 Statistiske beregninger

Alle datasett ble kontrollert for normalfordeling i SPSS ved hjelp av Shapiro-Wilk. Ved normalfordelt materiale ble testen repeated measurements ANOVA brukt for å finne signifikante forskjeller i tallmaterialet. Signifikantsnivået for alle statistiske beregninger ble satt til $p < 0,05$. Et standardavvik (1 SD) ble brukt som spredningsmål.

4. Resultater

Resultatene i denne studien blir i hovedsak presentert som tabeller og figurer. Fremstillingen skiller i de fleste tilfeller mellom prestasjonstestene med NO-PE, PE+30s, PE+3min og PE+10min. Innledningsvis blir tid til utmattelse under prestasjonstestene lagt frem. Deretter blir fysiologiske data som VO_2 , VE, HF, SpO_2 , TR og $[\text{La}^-_{\text{bl}}]$ målt ved oppmøte og etter endt oppvarming vist. Etter dette blir endring i disse fysiologiske variablene ved bruk av de ulike hvileintervallene før prestasjonstesten lagt frem. Til slutt presenteres forløpet til VO_2 , VE, HF, SpO_2 , TR og $[\text{La}^-_{\text{bl}}]$ under de ulike prestasjonstestene.

4.1 Tid til utmattelse

Tabell 4.1: Viser tid til utmattelse ($\bar{x} \pm 1SD$) i sekunder under de ulike prestasjonstestene i forbindelse med NO-PE, PE+30s, PE+3min og PE+10min. * angir signifikant forskjell ($p < 0,01$) og ** angir signifikant forskjell ($p < 0,05$) for NO-PE i sammenlignet med PE+30s, PE+3min og PE+10min.

FP (n)	NO-PE	PE+30s	PE+3min	PE+10min
1	161	242	235	231
2	97	122	113	115
3	157	230	241	190
4	176	216	221	246
5	82	162	191	180
6	122	168	173	200
7	165	165	221	229
$\bar{x} \pm 1SD$	137±37	186±44**	199±45*	199±44*

Tid til utmattelse i sekunder var signifikant lenger under prestasjonstesten med PE+30s ($p < 0,05$), PE+3min ($p < 0,01$) og PE+10min ($p < 0,01$) sammenlignet med NO-PE (tabell 4.1). Ingen signifikante forskjeller i TTU ble observert under prestasjonstesten mellom PE+30s, PE+3min og PE+10min forsøkene.

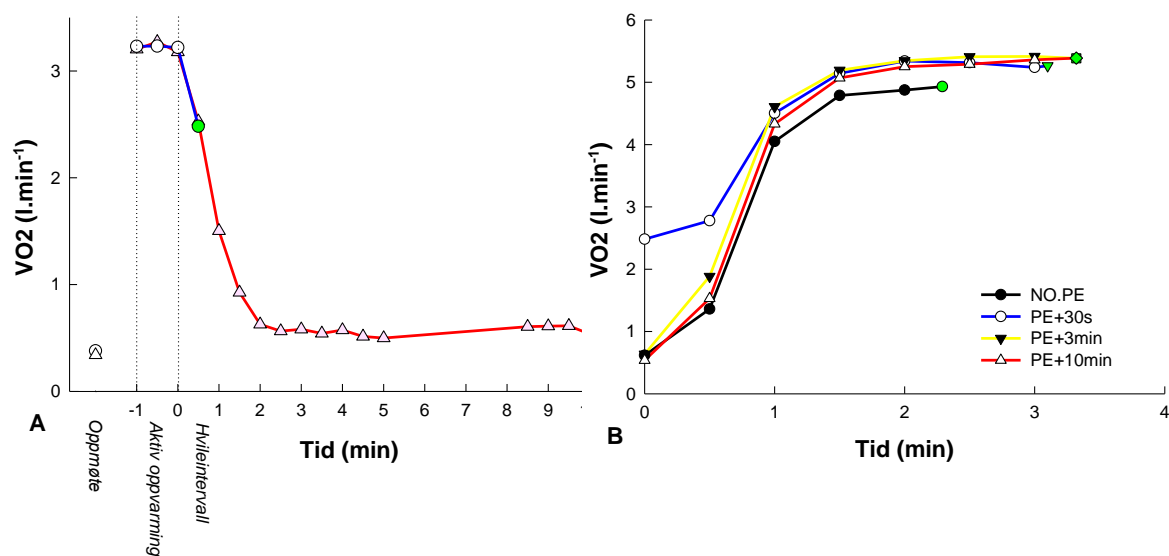
4.2 Bruk av aktiv oppvarming

Resultatene i tabell 4.2 viste ingen signifikant forskjell i VO₂, HF, VE, La⁻, SpO₂ og TR ved endt oppvarming i forbindelse med PE+30s, PE+3min og PE+10min forsøkene.

Tabell 4.2: Viser de ulike fysiologiske variablene fra oppmøte og til start av prestasjonstesten i forbindelse med NO-PE, PE+30s, PE+3min og PE+10min forsøkene ($\bar{x} \pm 1SD$). * markerer signifikant endring ($p < 0,01$) og ** markerer signifikant endring ($p < 0,05$) av de fysiologiske variablene fra oppmøte til endt oppvarming for de ulike forsøkene. # markerer signifikant endring ($p < 0,01$) og ## markerer signifikant endring ($p < 0,05$) av de fysiologiske variablene fra endt oppvarming til endt hvileintervall (dvs. start av prestasjonstesten) under de ulike forsøkene. I parentes vises endring i prosent for utvalgte variabler.

		Oppmøte	Endt oppvarming		Endt hvileintervall	
			endring		endring	
VO₂ (l·min ⁻¹)	NO-PE	0,4±0,1			0,6±0,2	0,2±0,2
	PE+30s	0,4±0,1	3,2±0,3*	2,9±0,3	2,5±0,2	-0,7±0,2 (23±6,2)
	PE+3min	0,4±0,0			0,6±0,1##	
	PE+10min	0,4±0,1	3,3±0,2*	2,9±0,3	0,5±0,1#	-2,7±0,4 (94±12,2)
VE (l·min ⁻¹)	NO-PE	17±6,6			27±17	10±14
	PE+30s	16,3±7,9	80,4±10,7*	64,1±12,75	70±7	(13±9,2)
	PE+3min	15±5,6			27±5 #	
	PE+10min	14,9±5,5	80±9*	65,2±10,37	24±3 ##	-56±10 (70±12,7)
HF (slag·min ⁻¹)	NO-PE	62±5			82±14	-20±10
	PE+30s	60±9	143±6*	83±8	143±7	0±2
	PE+3min	58±9	139±10*	80±10	104±13*	-35±08 (25±3,2)
						-44±10 (32±7,3)
SpO₂ (%)	NO-PE	98,9±0,07			99,4±0,56	0,5±0,93
	PE+30s	98,4±1,03	95,8±1,34*	-2,6±1,59	96,2±1,36 #	0,7±0,67
	PE+3min	98,5±0,78	95,8±1,34*	-2,8±1,28	96,9±1,53 #	1,2±1,86
	PE+10min	98,7±0,48	95,6±0,98*	-3,1±1,16	98,8±1,32 ##	3,3±0,87
TR (°C)	NO-PE	37,19±0,23			37,07±0,27	-0,11±0,12
	PE+30s	37,25±0,23	38,15±0,29*	0,90±0,21	38,15±0,29	0,00±0,00
	PE+3min	37,10±0,29	37,94±0,21*	0,78±0,18	37,86±0,29	-0,09±0,12
	PE+10min	37,10±0,29	38,02±0,22*	0,92±0,21	37,75±0,33	-0,27±0,18
[La⁻] (mmol·l ⁻¹)	NO-PE	0,81±0,29			0,81±0,29	
	PE+30s	0,65±0,51				
	PE+3min	0,70±0,16	0,96±0,58	0,26±0,61	0,68±0,33	-0,28±0,47
	PE+10min	0,72±0,26	0,67±0,20	-0,05±0,25	0,60±0,22	-0,07±0,19

4.3 Oksygenopptaket



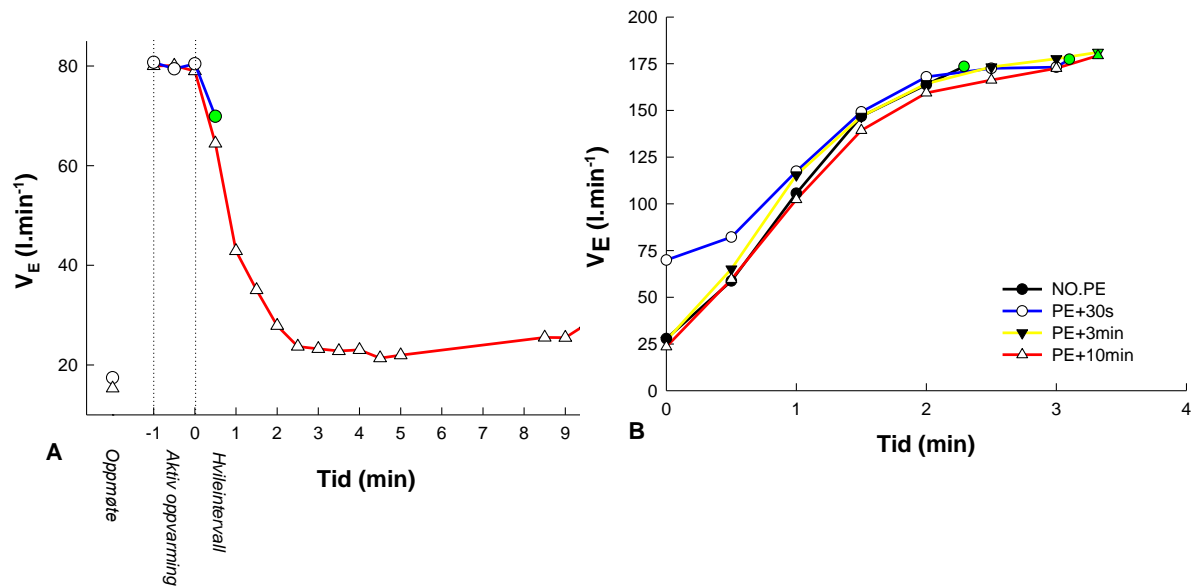
Figur 4.1a: Viser gjennomsnittsverdier for VO₂ i hvile (ved oppmøte), ved endt oppvarming og frem start av og i løpet av prestasjonstesten. En grønn markør er benyttet til endt hvileintervall. En grønn markør er benyttet for å markere endt hvileintervall for de ulike prestasjonstest for de ulike fysiologiske parameterne. Merk at VO₂ ikke ble målt ved endt oppvarming og i løpet av hvileintervallet for PE+3min forsøket.

Hvileintervall: Fra endt oppvarming til endt hvileintervall falt VO₂ ($p < 0,05$) signifikant med 23 % for PE+3min, og VO₂ falt signifikant ($p < 0,01$) med 94 % for PE+10min forsøket. Resultatene viste ingen signifikant endring i VO₂ i løpet av hele hvileintervallet for PE+30s (se figur 4.1A og tabell 4.2).

Prestasjonstest: Ved start av prestasjonstesten var VO₂ signifikant høyere ($p < 0,01$) i forbindelse med PE+30s sammenlignet med VO₂ i forbindelse med NO-PE, PE+3min og PE+10min forsøkene (figur 4.1B). Etter et halvt minutt var VO₂ under prestasjonstesten med PE+30s signifikant høyere ($p < 0,01$) sammenlignet med NO-PE, PE+3min og PE+10min. Fra ett minutt og til endt prestasjonstest viste resultatene ingen signifikante forskjeller i VO₂ mellom PE+30s, PE+3min og PE+10min. Oksygenopptaket var derimot signifikant lavere i forbindelse med NO-PE forsøket

sammenlignet med PE+30s ($p<0,01$), PE+3min ($p<0,01$) og PE+10min ($p<0,05$) fra ett minutt og til endt prestasjonstest.

4.4 Ventilasjon



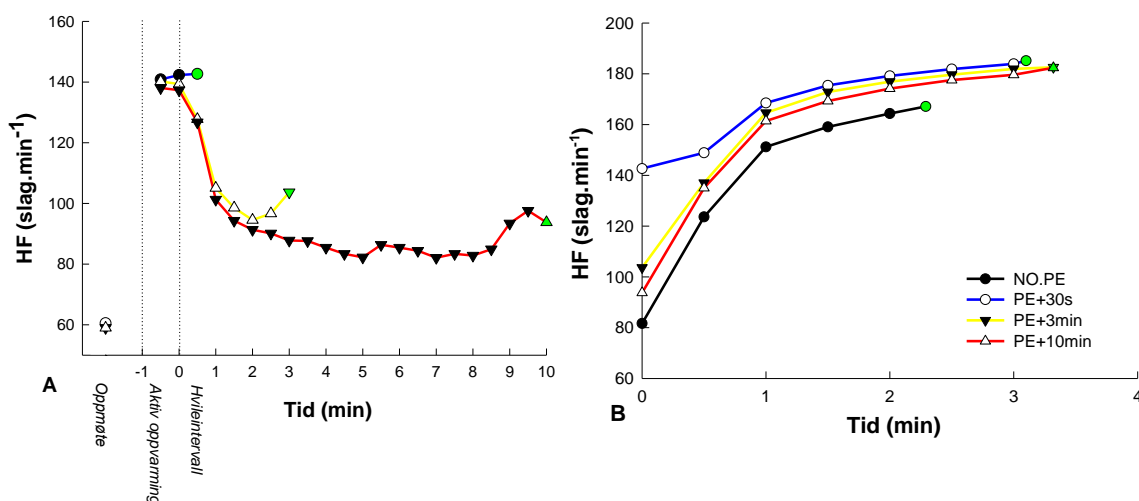
Figur 4.2a: Viser gjennomsnittsverdier for VE i hvile (ved oppmøte), ved endt oppvarming og frem start av og i løpet av prestasjonstesten. En grønn markør er benyttet for å markere endt hvileintervall for de ulike prestasjonstest for de ulike fysiologiske parameterne. Merk at V_E ikke ble målt ved endt oppvarming og i løpet av hvileintervallet for PE+3min forsøket.

Hvileintervall: Fra endt oppvarming til start av prestasjonstesten falt VE signifikant ($p<0,05$) med respektive $13\pm 9,2\%$ i forbindelse med PE+3min og signifikant ($p<0,01$) med $70\pm 12,7\%$ i forbindelse med PE+10min forsøket. Resultatene viste ingen signifikant endring i VE i løpet av hele hvileintervallet i forbindelse med PE+30s forsøket (figur 4.2A og tabell 4.2).

Prestasjonstest: Ved start av prestasjonstesten var V_E signifikant høyere ($p<0,01$) i forbindelse med PE+30s sammenlignet med VE under forsøkene med NO-PE, PE+3min og PE+10min (figur 4.2B og tabell 4.2). Etter et halvt og etter et minutt av prestasjonstesten viste resultatene at VE var signifikant høyere ($p<0,05$) for PE+30s

sammenlignet med V_E i forbindelse med NO-PE og PE+10min. Det ble ikke funnet noen signifikante forskjeller i VE mellom de ulike forsøkene etter ca. et minutt og frem til endt prestasjonstest.

4.5 Hjertefrekvensen

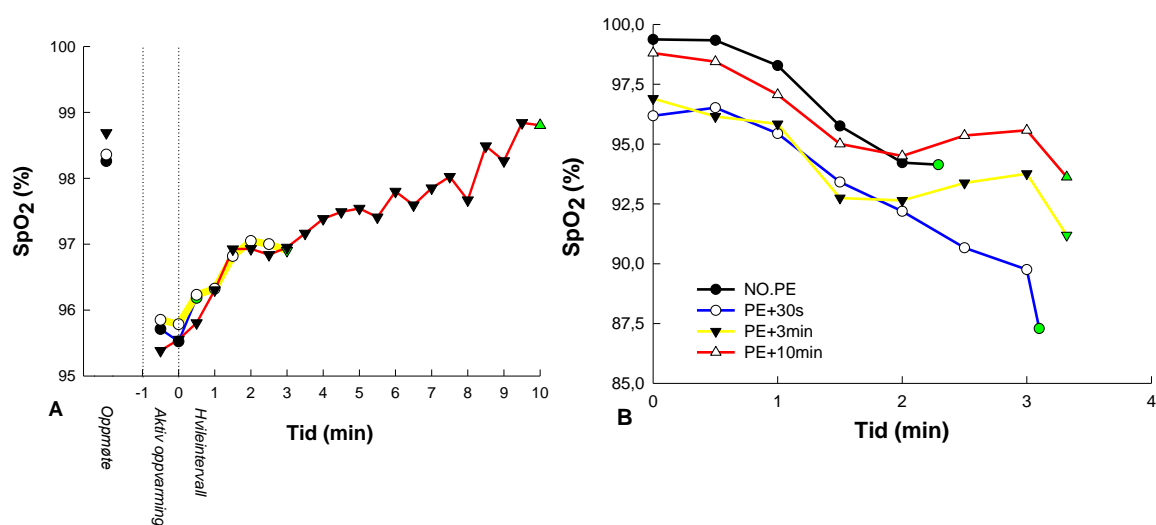


Figur 4.3a: Viser gjennomsnittsverdier for HF i hvile (ved oppmøte), ved endt oppvarming og frem start av og i løpet av prestasjonstesten. En grønn markør er benyttet for å markere endt hvileintervall. En grønn markør er benyttet for å markere endt prestasjonstest for de ulike fysiologiske parameterne.

Hvileintervall: Fra endt oppvarming til start av prestasjonstesten falt HF signifikant ($p < 0,01$) med 70 % i forbindelse med PE+3min og signifikant ($p < 0,01$) med 32 % i forbindelse med PE+10min. Resultatene viste ingen signifikant endring i HF i løpet av hele hvileintervallet for PE+30s (se tabell 4.2 og figur 4.3A).

Prestasjonstest: Ved start av prestasjonstesten var HF signifikant høyere ($p < 0,01$) i forbindelse med PE+30s forsøket sammenlignet med VO_2 for NO-PE, PE+3min og PE+10min. Hjertefrekvensen var også signifikant høyere ($p < 0,01$) ved start av prestasjonstesten i forbindelse med PE+3min sammenlignet med NO-PE. Etter et halvt minutt av prestasjonstesten var HF i forbindelse med PE+30s signifikant høyere sammenlignet med HF for NO-PE og PE+3min. Fra ett minutt og til endt prestasjonstest var HF i forbindelse med NO-PE signifikant lavere ($p < 0,01$) sammenlignet med PE-30s, PE-3min og PE+10min (figur 4.3B).

4.6 Oksygenmetning i blod

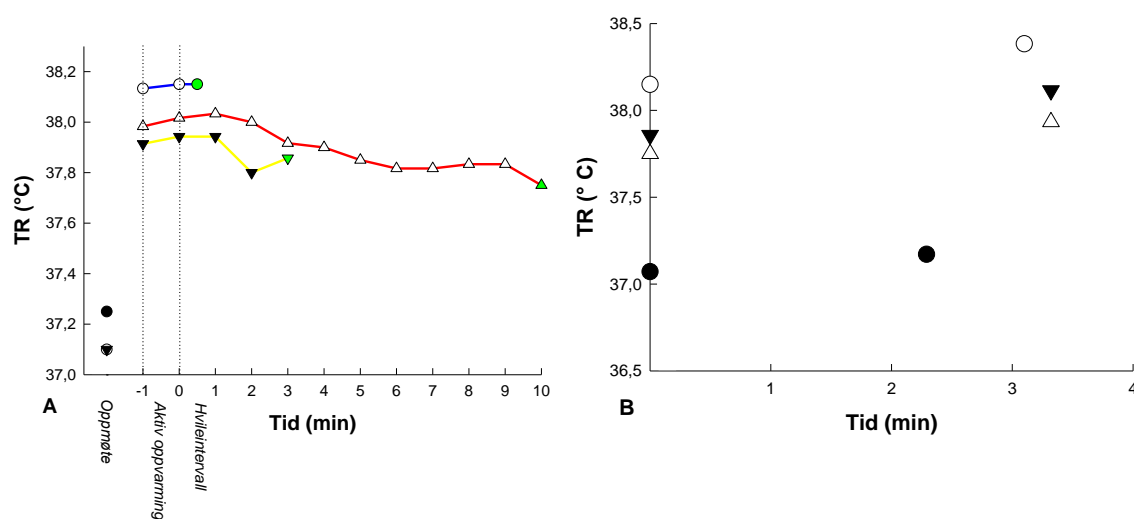


Figur 4.4a: Viser gjennomsnittsverdier for SpO₂ i hvile (ved oppmøte), ved endt oppvarming og start av og i løpet av prestasjonstesten. En grønn frem til endt hvileintervall. En grønn markør er benyttet for å markere endt prestasjonstest benyttet for å markere endt hvileintervall for de ulike fysiologiske parameterne.

Hvileintervall: Fra endt oppvarming til start av prestasjonstesten steg SpO₂ signifikant ($p < 0,05$) med 0,66 % i forbindelse med PE+30s, signifikant ($p < 0,05$) med 1,15 % for PE+3min og signifikant ($p < 0,01$) med 3,26 % for PE+10min forsøket (tabell 4.2 og figur 4.4A).

Prestasjonstest: Ved start av prestasjonstesten var SpO₂ signifikant høyere ($p < 0,05$) i forbindelse med NO-PE sammenlignet med PE+30s og PE+3min forsøkene. I tillegg var SpO₂ også signifikant høyere i forbindelse med PE+10min sammenlignet med PE+30s og ($p < 0,01$) og PE+3min ($p < 0,05$). Etter ett minutt av prestasjonstesten var SpO₂ i forbindelse med NO-PE signifikant høyere ($p < 0,01$) sammenlignet med PE+30s og PE+3min. Fra to til tre minutter av prestasjonstesten ble det ikke funnet signifikante forskjeller mellom de ulike prestasjonstestene (figur 4.4B).

4.7 Rektaltemperaturen

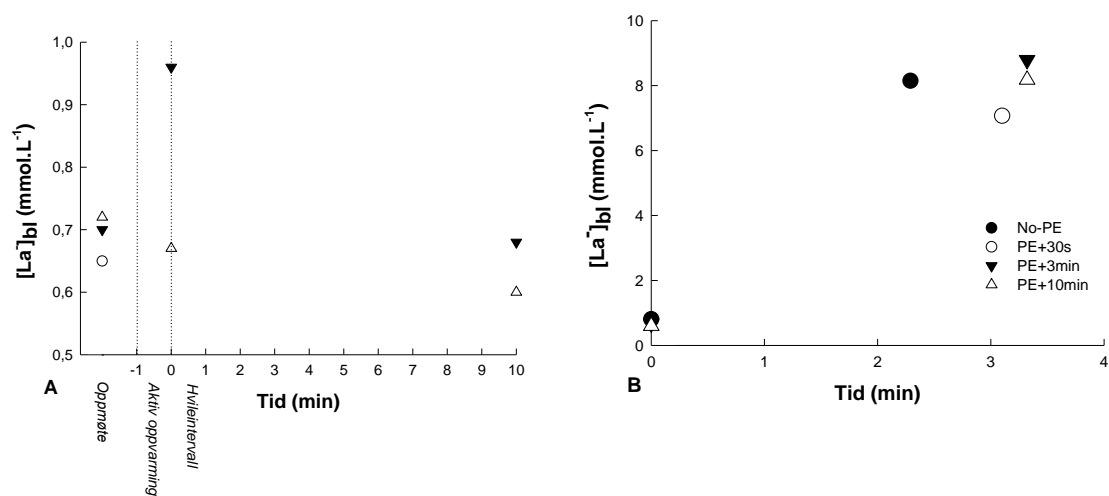


Figur 4.5a: Viser gjennomsnittsverdier for TR i hvile (ved oppmøte), ved endt oppvarming og frem **Figur 4-5b:** Viser gjennomsnittsverdier for TR ved start av og i løpet av prestasjonstesten. En grønn markør er benyttet til endt hvileintervall. En grønn markør er benyttet for å markere endt prestasjonstest for å markere endt hvileintervall for de ulike fysiologiske parameterne.

Hvileintervall: I løpet av hele hvileintervallet på 10 minutter falt TR signifikant ($p < 0,01$) med $0,27\text{ }^{\circ}\text{C}$ for PE+10min forsøket. Det ble ikke funnet noen signifikant endring i TR fra endt oppvarming til endt hvileintervall for PE+30s og PE+3min forsøkene (tabell 4.2 og figur 4.5A).

Prestasjonstest: Rektaltemperaturen var signifikant høyere ved start av prestasjonstesten i forbindelse med PE+30s ($p < 0,05$) og PE+3min ($p < 0,01$) sammenlignet med NO-PE (tabell 4.2 og figur 4.5B).

4.8 Laktatkonsentrasjonen i blod



Figur 4.6a: Viser gjennomsnittsverdier for $[La^-]_{bl}$ i hvile (ved oppmøte), ved endt oppvarming og frem til endt hvileintervall. Merk at $[La^-]_{bl}$ ikke ble målt ved endt hvileintervall i forbindelse med PE+30s forsøket.

Figur 4.6b: Viser gjennomsnittsverdier for $[La^-]_{bl}$ ved start av og i løpet av prestasjonstesten. Merk at $[La^-]_{bl}$ ikke ble målt ved start av prestasjonstesten i forbindelse med PE+30s forsøket.

Laktatkonsentrasjonen i blod ble ikke funnet å endre seg signifikant i løpet av hvileintervallet i forbindelse med PE+3 min og PE+10min forsøkene (tabell 4.2 og figur 4.6A). Det ble heller ikke funnet noen signifikant forskjell i $[La^-]_{bl}$ ved start av prestasjonstesten mellom NO-PE, PE+3min og PE+10min forsøkene (tabell 4.2 og figur 4.6B).

4.9 Høyeste og laveste verdier under prestasjonstesten

Tabell 4.3: Viser høyeste registrerte verdi (peak) målt over 30 sekunder for VO_2 , VE, HF, TR og $[La^-_{bl}]$. Tabellen viser også laveste målte SpO_2 (SpO_{2min}) verdi målt over et gjennomsnitt av 30 sekunder under prestasjonstesten for de ulike forsøkene. * markerer signifikante forskjeller ($p < 0,01$) i de ulike fysiologiske variablene for NO-PE sammenlignet med PE+30s, PE+3min og PE+10min forsøkene.

	NO-PE	PE+30s	PE+3min	PE+10min
VO_2peak ($l \cdot \text{min}^{-1}$):	5,0±0,27	5,5±0,23 *	5,6±0,25 *	5,5±0,24 *
VEpeak ($l \cdot \text{min}^{-1}$):	173,6±11,26	181,5±12,68	184,6±10,96 *	180,6±10,61
HFpeak (slag·min^{-1}):	166,3±6,26	183,4±5,32 *	182,3±5,41 *	180,9±6,09 *
SpO_{2min} (%):	94,3±4,13	90,1±6,20	90,0±6,29	91,4±7,07
TRpeak (°C):	37,17±0,24	38,38±0,42 *	38,11±0,23 *	37,93±0,26 *
$[La^-_{bl}]$ peak ($\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$):	8,2±1,85	7,07±1,12	8,8±1,96	8,7±1,75

Det ble funnet signifikant høyere ($p < 0,01$) VO_2 peak og TR under prestasjonstesten i forbindelse med PE+30s, PE+3min og PE+10min forsøkene sammenlignet med NO-PE (tabell 4.3) Videre var VEpeak under prestasjonstesten signifikant høyere ($p < 0,01$) i forbindelse med PE+3min forsøket sammenlignet med NO-PE (tabell 4.3).

Det ble ikke funnet noen signifikante forskjeller i de ulike målte fysiologiske variablene i tabell 4.3 under prestasjonstesten mellom PE+30s, PE+3min og PE+10min forsøkene. Det ble heller ikke funnet noen signifikante forskjeller i $[La^-_{bl}]$ og SpO_2 under prestasjonstesten mellom NO-PE, PE+30s, PE+3min og PE+10min forsøkene.

5. Diskusjon

Som tidligere nevnt var hensikten med denne studien å undersøke effektene ved bruk av ulike hvileintervaller (henholdsvis 30 sek, 3 min og 10 minutter) på prestasjonen (tid til utmattelse) og på fysiologiske variabler (VO_2 , VE, HF, SpO_2 , La^- og TR) under et arbeid til utmattelse tilsvarende 110 % av VO_2 maks.

Studiens hovedfunn var at det ikke ble funnet noen signifikante forskjeller i TTU ved bruk av hvileintervallene på verken 30 sekunder, 3 minutter eller 10 minutter (tabell 4.1). Et annet sentralt funn var at FP startet prestasjonstesten med signifikant ($p < 0,05$) høyere VO_2 , HF og VE i forbindelse med PE+30s forsøket sammenlignet med de andre testene. Videre ble TR også funnet ikke å være signifikant forskjellig ved start av prestasjonstestene med PE+30s, PE+3min eller PE+10min hvileintervallene. Tid til utmattelse var også signifikant lenger under prestasjonstesten med PE+30s ($p < 0,05$), PE+3min ($p < 0,01$) og PE+10min ($p < 0,01$) sammenlignet med NO-PE. Dette sistnevnte resultatet er i overensstemmelse med det tidligere litteratur tilsier, som f.eks. Ingjer & Stromme (1979). Bruk av manglende oppvarming hører direkte ikke med til problemstillingen i det foreliggende arbeidet og vil dermed ikke bli omtalt videre i denne diskusjonen.

5.1 *Metodiske vurderinger*

Til tross for de ca. samme gjennomsnittstidene som ble funnet i PE+30s, PE+3min og PE+10min forsøkene under prestasjonstestene, viste resultatene relativt store individuelle og tilfeldige forskjeller i TTU fra FP til FP (se tabell 4.1). Som et eksempel på dette løp FP 3 kortest og FP 6 lengst under de samme forsøksbetingelsene i PE+10 testen. Slike eksempler er med på å antyde at usikkerheten og/eller feilkildene ved denne type prestasjonstest er såpass stor at metoden benyttet ikke er nøyaktig. Dette kan gjøre det vanskelig å avdekke eventuelle forskjeller i TTU mellom de ulike forsøkene. Man kan derfor ikke se bort fra at disse individuelle endringene i TTU i noen grad ikke skyldes reelle relativt små forskjeller i resultatene som kommer av virkelige ulikheter mellom de forskjellige forsøksprotokollene. Det vil derfor i denne første delen av diskusjonen bli tatt opp og diskutert noen av de viktigste metodiske problemene som kan ha vært med på å influere de ulike testresultatene i det foreliggende arbeidet.

5.1.1 Metodiske vurderinger av studiens prestasjonstest

Forsøkspersonenes vilje/motivasjon samt dagsform til å prestere optimalt fra test til test vil kunne ha vært med å påvirke de individuelle løpstidene fra prestasjonstest til prestasjonstest. Det bør likevel nevnes at alle FP oppga at de var motiverte, og videre at de løp til full utmattelse for hver av testene. I tillegg viste gjennomsnittsmålingene av VO_2 peak, HFpeak og $[La_{bl}]$ peak ingen signifikante forskjeller under prestasjonstestene i forbindelse med PE+30s, PE+3min eller PE+10min forsøkene. Disse funnene burde kunne være med på å understøtte at FP presset seg ca. like mye fra prestasjonstest til prestasjonstest.

Som nevnt løp FP i det foreliggende arbeidet til utmattelse ved en konstant arbeidsbelastning tilsvarende 110 % av FP sin individuelle VO_2 maks. En alternativ prestasjonstest som kunne ha vært benyttet ville f. eks. vært å bruke time trials der FP gjennomfører et gitt arbeid, f. eks. i distanse, på kortest mulig tid (Jeukendrup, Saris, Brouns, & Kester, 1996). Bruk av time trials er rapportert normalt å ha en bedre nøyaktighet enn hva som gjelder for et konstant arbeid til utmattelse. Dette skyldes at denne type prestasjonstest blant annet blir regnet for å ha et bedre samsvar med forløpet i en idrettslig prestasjon (Albertus et al., 2005; Currell & Jeukendrup, 2008). Bruk av time trials er derimot antakeligvis best egnet på FP som har god erfaring med å beregne egen løps/arbeidsbelastning fra start til mål. Ved å ta i bruk et arbeid til utmattelse med konstant arbeidsbelastning slapp FP å foreta en slik vurdering av egen arbeidsbelastning for å oppnå et optimalt resultat. Det var dermed et bevisst valg å ta i bruk tid med en konstant arbeidsbelastning (TTU) fremfor time trials i det foreliggende arbeidet. Bruk av time trials kan også føre til muligheter for svingninger i løpshastigheten underveis for hver FP, og dermed mulighet til økt "støy" på de målte fysiologiske variablene. Dette ville gjort forløpet på de målte fysiologiske variablene under prestasjonstesten mer komplisert å tolke og sammenligne (Hinckson & Hopkins, 2005).

Enkelte forskningsarbeider har tatt opp og studert sammenhengen mellom den individuelle spredningen og usikkerheten i TTU for både hver enkelt FP og valgt arbeidsbelastning/varighet på en prestasjonstest med konstant arbeidsbelastning. Blant

annet er det rapportert at variasjonskoeffisienten² (CV) i TTU for prestasjonstester med en konstant arbeidsbelastning normalt er på noe mer enn 10 % av TTU der arbeidsbelastningen er lavere enn ca. 100 % VO₂maks. Dette vil si et utholdenhetsarbeid med en relativt lang varighet (Currell & Jeukendrup, 2008). Lavere CV enn dette rapporteres ved bruk av høyere konstante arbeidsbelastninger over 100 % av VO₂maks. I et arbeid av Coggan & Costill (1984) ble reproduserbarheten av et utmattende sykkelarbeid med en konstant arbeidsbelastning tilsvarende 125 % av VO₂maks undersøkt. Studien fant en variasjonskoeffisient på ca. 5 %. I et annet arbeid utført av Graham & McLellan (1989) viste resultatene en variasjonskoeffisient på ca. 10 % som følge av et utmattende sykkelarbeid med konstant arbeidsbelastning tilsvarende 120 % av VO₂maks gjentatt over fire ulike testdager. Det skal her nevnes at kun fire FP deltok i denne undersøkelsen til Graham & McLellan (1989), noe som kan ha hatt betydning for beregningen av variasjonskoeffisienten i dette arbeidet. I en annen undersøkelse utført av Lindsay et al (1996) syklet 12 trente FP til utmattelse på en arbeidsbelastning som tilsvarte 150 % av VO₂maks. Testen ble gjennomført på tre ulike testdager. Resultatene fra studien til Graham & McLellan (1989) viste en variasjonskoeffisient på bare ca. 2 %. Denne observerte lave VC i dette arbeidet skyldes trolig først og fremst arbeidets korte varighet på under ett minutt. Det er på bakgrunn av nevnte arbeider grunn til å tro at den individuelle spredningen i TTU mellom de ulike prestasjonstestene i det foreliggende arbeidet kunne ha vært redusert noe, dersom studien hadde benyttet en arbeidsbelastning som var noe høyere (det vil si kortere arbeidstid). Det bør bemerkes at nesten alle de tidligere arbeidene som er nevnt over, har benyttet sykling som arbeidsform. Det foreliggende arbeidet benyttet løping, og det bør nevnes at denne forskjellen i arbeidsform muligens kan ha hatt betydning for CV mellom de overnevnte og dette arbeidet. Det bør videre bemerkes at utregningen av løpshastigheten tilsvarende 110 % av VO₂maks (se metodedel) blant annet var avhengig av om FP nådde sin maksimale aerobe kapasitet under testdag 1 i studien. Med hensyn til den totale testmengden FP måtte igjennom, ble det kun gjennomført én test av VO₂maks. Om dette var riktig for å oppnå VO₂maks og dermed korrekt løpshastighet for alle FP, kan det stilles noe tvil om. Arbeidsbelastningen ser ut til å være av betydning for den individuelle spredningen i TTU for den enkelte FP (nevnt over). Dermed vil både en

² Variasjonskoeffisient = (standardavvik / gjennomsnittsverdi) · 100

over- eller underestimering av løpshastigheten tilsvarende 110 % av VO_2 maks kunne tenkes å ha ført til relativt store individuelle variasjoner i TTU mellom hver enkelt FP i det foreliggende arbeidet. Det ble på den annen side ansett som forsvarlig at hastigheten ble utregnet på bakgrunn av én test av VO_2 maks. Dette kan forsvares med at resultatene til hver FP ble benyttet som deres egne kontroller og med hensyn til den totale testmengde FP måtte gjennom.

Det er på den annen side også grunn til å tro at prestasjonstesten benyttet i det foreliggende arbeidet, var av en noe for lang varighet til å finne noen forskjeller i TTU eller i aerobt bidrag mellom de tre forskjellige hvileintervallforsøkene. Ved å benytte en prestasjonstest av kortere varighet kunne det muligens ha medført at FP hadde prestert bedre under PE+30s forsøket. Dette er sannsynligvis forårsaket av at VO_2 , VE og HF var signifikant høyere det første minuttet av prestasjonstesten ved bruk av et hvileintervall på 30 sekunder sammenlignet med de andre hvileintervallene.

5.1.2 Metodiske vurderinger av måten å måle rektaltemperaturen på

Målemetoden som ble benyttet i det foreliggende arbeidet for å estimere TR på, er trolig en noe mindre sensitiv målemetode enn om blodets temperatur ble målt direkte i lungearterien (Rupp, Heermann, & Uphoff, 2004). Denne metoden til å måle TK på krever imidlertid et kirurgisk inngrep (Lim, Byrne, & Lee, 2008) og ble av opplagte grunner derfor ikke benyttet i denne studien. Ulempen med målingene for TR som ble benyttet i det foreliggende arbeidet, er at denne metoden kan være utsatt for små temperaturforandringer i undersøkelsesområdet (El-Radhi & Barry, 2006). Dette skyldes blant annet at rektum kan bestå av områder med noe variasjon i temperaturen (Lim, et al., 2008). Videre vil det ved en del tilfeller også være en forskjell i temperatur og endring av denne mellom TK og TR i løpet av et arbeid (Greenes & Fleisher, 2004). Den primære årsaken til dette er sannsynligvis at den ekstra mengden varme som frigjøres under et arbeid finner sted i arbeidende skjelettmuskulatur. Dermed vil kroppstemperaturen først og fremst øke mest og raskest i de arbeidende skjelettmusklene. Blant annet på grunn av en tidsforsinkelse vil dette medføre en temperaturforskjell mellom TK og TR. Man kan derfor ikke se bort ifra at resultatene fra TR målingene i det foreliggende arbeidet kan ha vært noe forskjellig fra reell TK.

5.1.3 Statistiske vurderinger

Kun syv av 15 FP som deltok i foreliggende undersøkelse gjennomførte studien i henhold til prosjektplanen (se tabell 2.1 side 27). Resultater fra flere FP kunne tenkes å ha medført at det ble funnet flere signifikante endringer i TTU og de målte parameterne mellom de ulike forsøksbetingelsene. Dette synet forsvares blant annet med at flere av de statistiske beregningene som ble utført viste et signifikantnivå mellom $p < 0,05$ og $p > 0,1$. Det bør bemerkes at det var problematisk å rekruttere nye FP i det foreliggende arbeidet, mye på grunn av målemetoden for TR (Lim, et al., 2008; Lim, Chung, & Hock, 1997).

5.2 Diskusjon av resultater

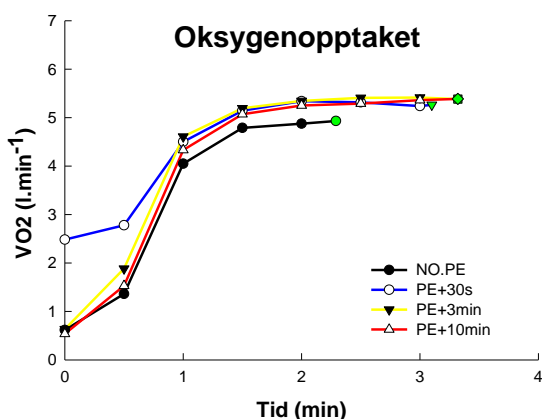
5.2.1 Tid til utmattelse

Det finnes så vidt forfatteren vet bare tre tidligere arbeider som har tatt opp og studert en lignende problemstilling som beskrevet i det foreliggende arbeidet (Andzel, 1978; Andzel & Busuttil, 1982; Andzel & Gutin, 1976). Disse tidligere arbeidene rapporterte at FP presterte signifikant bedre i TTU ved bruk av hvileintervaller på mindre enn 1 minutt sammenlignet med hvileintervaller av lengre varighet. Disse funnene er i kontrast til TTU resultatene fra det foreliggende arbeidet. Som nevnt tidligere ble det ikke funnet noen signifikant forskjell i TTU ved bruk av hvileintervallene på verken 30 sekunder, 3 minutter eller 10 minutter (se tabell 4.1). Denne nevnte forskjellen i resultater kan tenkes å skyldes både metodiske problemer i foreliggende og tidligere arbeider. Blant annet kan det tenkes at usikkerheten og/eller feilkildene ved prestasjonstestene benyttet i det foreliggende arbeidet var for store til å kunne avdekke eventuelle forskjeller i TTU (se diskusjon i kapittel 5.1). Det bør imidlertid også nevnes at arbeidene til Andzel (1978), Andzel & Busuttil (1982) og Andzel & Gutin (1976) hadde noen metodiske svakheter som kan ha hatt betydning for deres resultater og dermed de forskjeller i TTU som rapportert i disse arbeidene. Både varigheten og arbeidsbelastningen benyttet under oppvarmingene (ca. 2 min ved HF på ca. 140 slag·min⁻¹) i de tidligere studiene var vesentlig forskjellig fra det som var benyttet i det foreliggende arbeidet (ca. 20 min tilsvarende 60 – 85 % av VO₂maks). Dermed kan det se ut som om disse studiene har benyttet en oppvarmingsprotokoll som ikke kan ha klart å oppnå en like relevant temperaturøkning i kroppstemperaturen som i det foreliggende arbeidet. I tillegg er hvileintervallene som er benyttet meget korte og bare opp mot ca. 2

minutter. Disse forhold gjør det også svært vanskelig å sammenligne TTU resultatene mellom foreliggende og overnevnte arbeider. Dette skyldes at FP i disse arbeidene var vesentlig forskjellig varmet opp og benyttet svært forskjellige hvileintervaller i forkant av de ulike prestasjonstestene. Arbeidene til Andzel (1978), Andzel & Busuttil (1982) og Andzel & Gutin (1976) benyttet også ulike prestasjonstester der arbeidsbelastningen ble beregnet henholdsvis på bakgrunn av VO_2 maks og/eller HF maks. I tillegg ble det i arbeidet til Andzel & Gutin (1976) benyttet en prestasjonstest med en arbeidsform basert på stepp på kasse. Dette kan ha ført til relativt stor usikkerhet i målingene under de ulike prestasjonstestene. De sistnevnte forholdene vil ytterligere gjøre det mer komplisert å tolke og sammenligne resultatene i TTU mellom det foreliggende og overnevnte arbeidet.

5.2.2 Oksygenopptaket, hjertefrekvensen og ventilasjonen

Resultatene fra det foreliggende arbeidet viste at VO_2 , VE og HF returnerte relativt raskt tilbake mot tilnærmet hvilenivå etter oppvarmingsperioden. Under forsøkene med PE+30s falt VO_2 signifikant med ca. 23 % i løpet av hvileintervallet, mens det ble funnet et fall i VO_2 på ca. 94 % tilbake mot tilnærmet hvilenivå under PE+10min



Figur 5.1: Viser VO_2 ($l \cdot min^{-1}$) i gjennomsnitt for alle FP ved start av og i løpet av de ulike prestasjonstestene.

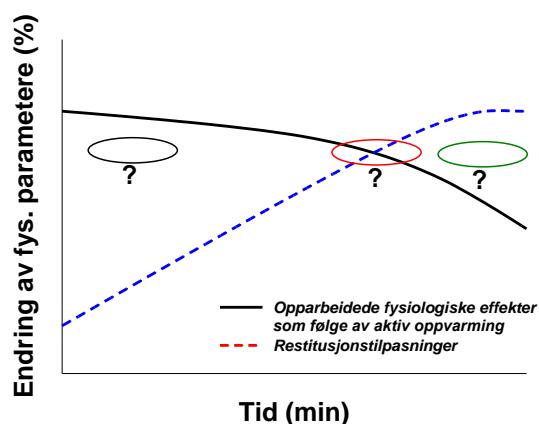
forbindelse med PE+30s falt signifikant med ca. 13 %, mens reduksjonen i VE var på ca. 70 % under hvileintervallet for PE+10min. Et tilsvarende forløp som nevnt over for VO_2 , VE og HF i tiden etter et arbeid er også blitt bekreftet i flere arbeider (Bahr, 1992; Borsheim & Bahr, 2003; Åstrand, et al., 2003). Årsaken til at FP startet prestasjonstestene med ganske så forskjellige utgangsnivåer på både VO_2 , HF og VE, skyldes hovedsakelig ulikheter i tid benyttet på de ulike hvileintervallene. Den relativt korte varigheten på PE+30

hvileintervallet førte dermed trolig til at både VO_2 , HF og VE ble opprettholdt på et vesentlig høyere nivå frem til start av prestasjonstesten, sammenlignet med PE+3min og PE+10min hvileintervallene.

I arbeidene til Andzel (1978), Andzel & Busuttill (1982) og Andzel & Gutin (1976) ble det foreslått at en prestasjonsfremmende effekt kan forekomme dersom hvileintervallet er så kort at det forhøyede utgangsnivået på VO_2 ikke rekker å komme tilbake mot sitt hvilenivå før et nytt intensivt arbeid er påbegynt (dvs. en flying start). Ut i fra disse påstandene skulle FP dermed ha hatt et bedre utgangspunkt for å ta opp mer oksygen og således kunne utnyttet en større prosentvis andel av sin maksimale aerobe kapasitet fra start av prestasjonstesten under PE+30s forsøket. Med utgangspunkt i en slik

begrunnelse er det derfor noe uventet at FP ikke løp signifikant lenger under PE+30s forsøket sammenlignet med de andre forsøkene i det foreliggende arbeidet. Man kan derfor stille seg noe tvilende til om det forhøyede utgangsnivået på blant annet VO_2 , HF og VE under PE+30s forsøket virkelig kan tenkes å ha hatt så stor betydning for prestasjonsevnen som tidligere foreslått. Dette kan muligens forklares med at det forhøyede oksygenforbruket i løpet av PE+30s hvileintervallet og første minuttet av prestasjonstesten også kan

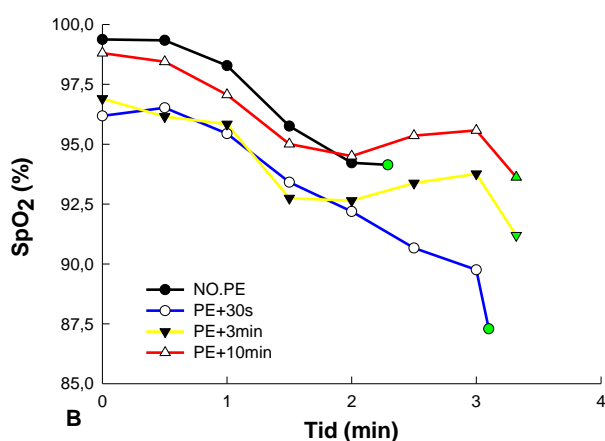
ses på som en mer ren tilbakebetaling av oksygen under den raske komponenten av EPOC. For eksempel krever resyntese av CP til ca. hvilenivå et ekstra forbruk av VO_2 og tar trolig noen minutter (Harris, et al., 1976). Denne resyntesen av CP vil som sagt i alle tilfeller kreve et ekstra oksygenforbruk og dermed utgjøre en komponent av EPOC i løpet av det korte hvileintervallet. En slik restitusjonstilpasning under PE+30s forsøket kan dermed bety at FP ikke benyttet seg av et større aerobt bidrag underveis i prestasjonstesten som var av betydning for prestasjonsevnen. Det er på bakgrunn av dette det er grunn til å stille spørsmål ved og være noe tvilende til om utgangsnivået på VO_2 i løpet av et hvileintervall egentlig heller bør anses mer som en tilbakebetaling av



Figur 5.2: Viser et estimert forløp på endringer av opparbeidede fysiologiske effekter og restitusjonstilpasninger som normalt finner sted i løpet av et hvileintervall. Svart, rød og grønn ring markerer områder som kan være av betydning for prestasjonsnivået. Merk at figuren ikke viser forløpet på enkeltparametere i løpet av hvileintervallet, men produktet av disse.

oksygen (dvs. en restitusjonstilpasning) fremfor å ha en prestasjonsfremmende betydning. Dette blant annet på grunn av det forhøyede aerobe bidraget like etter oppvarming. Dette noe motstridende forholdet er forsøkt illustrert i figur 5.2. Per i dag finnes det lite eller ingen kunnskap som har tatt opp og belyst denne problemstillingen. Mer viten om dette er derfor påkrevd før dette kan forstås.

Ut fra det som er nevnt ovenfor virker det rimelig å anta at FP under PE+30s forsøket ikke var fullt ut restituert sammenlignet med PE+3min og PE+10min forsøkene (se figur 5.4). Under PE+30s hvileintervallet ble SpO₂ funnet å stige i mindre grad (ca. 0,7 %) i motsetning til blant annet PE+10min forsøket (ca. 3 %). I tillegg til denne forskjellen i SpO₂, ventilerte FP betydelig mer i starten av prestasjonstesten under PE+30s forsøket sammenlignet med PE+10min forsøket (se figur 5.3). Det sistnevnte bør kunne ses i sammenheng med resultatene til Midtun (2009). Dette arbeidet viste at dersom man øker ventilasjonen voluntært opp mot arbeidsbelastningens beregnede



Figur 5.3: Viser SpO₂ (%) i gjennomsnitt for alle FP ved start av og i løpet av de ulike prestasjonstestene.

oksygen og ventilasjonskrav like før starten av et arbeid, så kan dette føre til høyere SpO₂ sammenlignet med normal ventilasjon. Antakeligvis var dette reduserte fallet i SpO₂ hovedårsaken til at Midtun (2009) fant en tendens (p=0,08) til økning i TTU under et arbeid tilsvarende 105

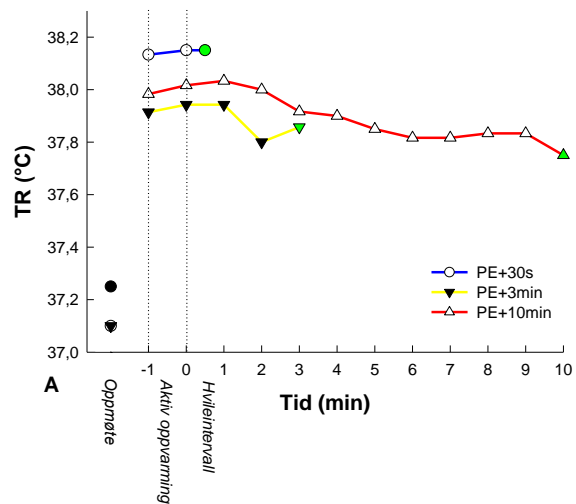
% av VO₂maks ved bruk av styrt ventilasjon sammenlignet med normal ventilasjon. I det foreliggende arbeidet ble ikke ventilasjon og oksygenkravet til hver enkelt FP beregnet. Det virker likevel rimelig å anta at FP under forsøket med PE+30s ikke ventilerte tilstrekkelig i forhold til de nevnte kravene som er angitt i arbeidet til Midtun (2009). FP lå derimot trolig betydelig nærmere dette oksygen- og ventilasjonskravet under PE+30s testen enn hva som var tilfelle under PE+3min og PE+10min forsøkene. Antakeligvis var varigheten på PE+30s hvileintervallet ikke langt nok til at blant annet oksygeninnholdet i blodet og skjelettmuskulaturen var kommet tilbake mot normalt hvilenivå før prestasjonstesten startet (se figur 5.3). Det virker dermed som om det er en fordel med en noe forhøyet ventilasjon etter den aktive oppvarmingsperioden i det foreliggende

arbeidet for å kunne tilbakebetale oksygenunderskuddet raskest mulig under den første komponenten av EPOC. Hvorvidt dette forholdet kan ha medvirket til at FP ikke løp signifikant lenger under prestasjonstesten i forbindelse med PE+30s forsøket sammenlignet med de andre testene, er derimot vanskelig å ha en klar formening om. Blant annet kan det tenkes at denne ”mangelfulle” restitusjonen under PE+30s forsøket ble kompensert med de fordelene som den aktive oppvarmingsprotokollen medførte (se figur 5.2). Det bør bemerkes at bruken av et pulsoksimeter (PO) til måling av hemoglobins arterielle oksygenmetning (SpO_2) i det foreliggende arbeidet er en mer indirekte målemetode og dermed mindre sensitiv enn hva som er tilfelle ved måling av arterielle blodgasser (H. B. Nielsen, 2003; Prefaut, Durand, Mucci, & Caillaud, 2000). Det vil dermed alltid kunne stilles noe tvil om hvor mye som egentlig skyldes en faktisk reduksjon i arteriell oksygenmetning under de ulike prestasjonstestene.

5.2.3 Rektaltemperaturen

Et sentralt funn i det foreliggende arbeidet var at TR ikke ble funnet å være signifikant forskjellig ved start av prestasjonstestene under forsøkene med PE+30s, PE+3min og PE+10min hvileintervaller (figur 5.4).

Fallet i TR i løpet av de ulike hvileintervallene var dermed betydelig mindre enn forløpet på både VO_2 , VE og HF som nevnt under kapittel 5.2.2. Antakeligvis er hovedårsaken til at TR ble opprettholdt på et relativt høyt nivå i løpet av de ulike hvileintervallene at det tar noe lenger tid å transportere og dermed avgi produsert varme i den aktive oppvarmingen (Kenny et al., 2006). Det er grunn til å tro at de foreliggende data som beskriver forløpet



Figur 5.4: Viser TR (°C) i gjennomsnitt for alle FP ved start av og i løpet av de ulike prestasjonstestene.

på TR i løpet av et hvileintervall er reelle. Dette til tross for at TR i noen grad kan antas å variere fra reell kroppstemperatur målt i lungearterien (se kapittel 5.1.2). Også i en rekke andre arbeider bekreftes et lignende forløp for TR i tiden etter et arbeid utført med tilsvarende oppvarmingsprotokoll som er benyttet i det foreliggende arbeidet (Carter, et

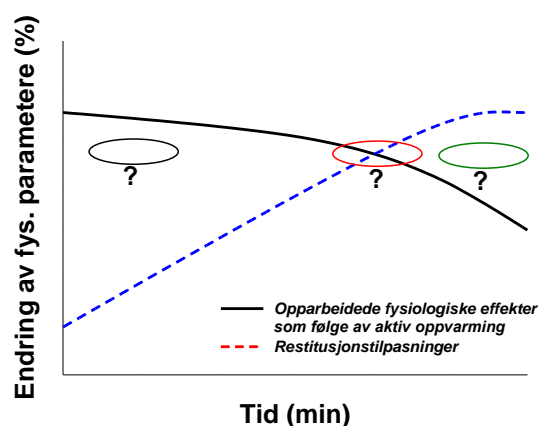
al., 2002; Kenny, et al., 1996; Kenny, et al., 1999; Kim, et al., 2008; Thoden, et al., 1994). Disse arbeidene rapporterte at TR holdt seg på et vesentlig høyere nivå opp mot 10 til 15 minutter etter en arbeidsvarighet på ca. 20 minutter og med en arbeidsbelastning på tilsvarende 60 – 70 % av VO₂maks.

Som nevnt under kapittel 5.2.1 ser det ut til at tidligere studier av Andzel (1978), Andzel & Busuttil (1982) og Andzel & Gutin (1976) ikke har benyttet en oppvarmingsprotokoll som har klart å oppnå en tilstrekkelig temperaturøkning i kroppstemperaturen som i det foreliggende arbeidet. Dermed gjør også dette det vanskelig å sammenligne og tolke tidene i TTU mellom foreliggende og overnevnte studier da forsøksprotokollene tilsier at FP forberedte seg til prestasjonstestene på helt forskjellige måter. Siden temperaturen ikke ble målt i arbeidene til Andzel (1978), Andzel & Busuttil (1982) og Andzel & Gutin (1976), er det også av denne årsak vanskelig å anslå i hvilken grad oppvarmingsprotokollene kan ha medført endring av betydning i FP sin kroppstemperatur. Ser man på resultatene for [La⁻]_{bl}peak fra prestasjonstestene i det foreliggende arbeidet, viste disse ingen signifikant forskjell ved endt prestasjonstest ved bruk av de ulike hvileintervallene (tabell 4.3). Dette indikerer ikke at det var noen vesentlig forskjell i bidraget fra den anaerobe energifrigjøringen under de ulike prestasjonstestene i forbindelse med PE+30s, PE+3min eller PE+10min forsøkene. Også gjennomsnittlige målinger av blant annet VO₂peak og HFpeak viste ingen signifikante forskjeller under prestasjonstestene i forbindelse med PE+30s, PE+3min eller PE+10min (se kapittel 4.9). Dette er som nevnt tidligere med på å understøtte at FP hadde ca. samme arbeidsbelastning, det vil si presset seg ca. like mye under alle prestasjonstestene. I det foreliggende arbeidet kan den observerte vedvarende forhøyede TR i minuttene etter oppvarmingene være en mulig forklaring på hvorfor det ikke ble funnet noen signifikant forskjell i TTU mellom PE+30s, PE+3min og PE+10min forsøkene. I motsetning til forløpet av VO₂, HF og VE ble TR funnet å holde seg på et relativt høyt nivå og var ikke signifikant forskjellig i løpet av de ulike hvileintervallene ved starten av prestasjonstestene. Høyere kroppstemperatur på grunn av aktiv oppvarming er blant annet kjent for å høyreforskyve hemoglobinetts dissosiasjonskurve, omdistribuere blodvolumet til arbeidende skjelettmuskler og øke hastighetene på de aerobe og anaerobe prosessene i skjelettmuskulaturen (se kapittel 2.1.1). Dette kan bety at ikke bare kroppstemperaturen, men også disse tilsvarende temperaturrelaterte effektene ikke vil falle tilbake mot normalt hvilenivå i løpet av et

hvileintervall. Slike faktorer kan ha medvirket til en prestasjonsforbedring på lik linje med den fortsatt forhøyede TR under PE+10min forsøket (figur 5.2). Samtidig vil hvileintervallet 10 minutter sannsynligvis ha medført at FP fikk mer tid til å restituere seg sammenlignet med hvileintervallet på 30 sekunder og 3 minutter. Dette kan også trolig ha vært med på å sette FP i bedre beredskap i forkant av prestasjonstesten blant annet under PE+10min forsøket sammenlignet med de andre testene (se figur 5.2).

5.2.4 Finnes det en optimal varighet på et hvileintervall?

Det er forsøkt blant annet ut ifra det som er diskutert ovenfor i kapittel 5.2.2 og 5.2.3, å lage en forklaringsmodell som er av betydning for en ulik varighet på et hvileintervall (figur 5.5). Som diskutert kan det forhøyede VO_2 i løpet av hvileintervallet se ut til å være lik første fase av EPOC, og dermed gå med på å tilbakebetale det opparbeidede oksygenunderskuddet fra oppvarmingsperioden. Ut fra dette synspunktet vil dermed ikke det økte VO_2 i noen vesentlig grad kunne være en prestasjonsfremmende faktor. Denne forklaringen representerer et noe motstridende syn på deler av det litteraturen



Figur 5.5: Viser et estimert forløp på endringer av opparbeidede fysiologiske effekter og restitusjonstilpasninger som normalt finner sted i løpet av et hvileintervall. Svart, rød og grønn ring markerer områder som kan være av betydning for prestasjonsnivået. Merk at figuren ikke viser forløpet på enkeltparametere i løpet av hvileintervallet, men summen av disse.

hevder. En fremstilling av disse to forskjellige synene på hva de fysiologiske tilpasningene i løpet av et hvileintervall vil kunne ha å si på et påfølgende intensivt utholdenhetsarbeid er forsøkt illustrert i figur 5.5. I figuren er prestasjonsnivået illustrert med en svart sirkel som representerer området som litteraturen har foreslått. Som nevnt tidligere kan bruk av et svært kort hvileintervall medføre at opparbeidede effekter som VO_2 , HF og VE opprettholdes på et høyere nivå i noe tid før et nytt intensivt arbeid er påbegynt

(Andzel, 1978; Andzel & Busuttil, 1982; Andzel & Gutin, 1976). På den annen side ser man av figur 5.5 at man i større eller mindre grad påbegynner det nye intensive utholdenhetsarbeidet uten å være fullt ut restituert. For å oppnå en mer fullstendig restitusjon bør trolig varigheten på hvileintervallet derfor være noe lenger enn hva litteraturen har foreslått (området mot grønn sirkel). Ulempen med en lenger varighet på

et hvileintervall er derimot at man risikerer at en rekke av de opparbeidede effektene (f.eks. relatert til temperaturen) fra den aktive oppvarmingsprotokollen, vil mer eller mindre ha returnert tilbake mot sitt hvilenivå før det nye utholdenhetsarbeidet er påbegynt. En kan på bakgrunn av disse noe motstridende synspunktene spekulere i om den ideelle varigheten på et hvileintervall eksisterer nær ”skjæringspunktet” mellom endringene av opparbeidede fysiologiske effekter og restitusjonstilpasningene som forekommer i løpet av et hvileintervall. Dette området er illustrert med en rød sirkel i figur 5.5. Det bør bemerkes at dette kurveforløpet trolig ganske sikkert er avhengig av mange forskjellige faktorer, som blant annet arbeidsbelastningen og varigheten på den utførte aktive oppvarmingsperioden. Slike faktorer vil kunne tenkes å forskyve dette skjæringspunktet i noen grad mot høyre eller venstre. Dette forholdet vil naturligvis gjøre det enda mer problematisk å kunne estimere hvor i tid det ”ideelle” hvileintervallet er for den enkelte utøver. Ut ifra den mangelfulle kunnskapen vi har om dette problemområdet i dag, er det vanskelig å vurdere hvilke fysiologiske forhold og tidsfaktorer som kan være optimale under et hvileintervall, og hva dette har å si for et påfølgende intensivt utholdenhetsarbeid. Mer viten er derfor påkrevd før dette problemområdet kan bli godt nok forstått og anvendt i en idrettslig sammenheng.

5.3 Videre forskning

Ut fra det som er diskutert ovenfor, burde det være klart at det gjenstår mye arbeid før man vil ha tilstrekkelig kunnskap om ulike hvileintervallers betydning for prestasjonsevnen. Dette gjelder både i en teoretisk og i en idrettslig sammenheng. Det bør bemerkes at det foreliggende arbeidet ikke tok i bruk hvileintervaller hvor FP var i fysisk aktivitet. Bruk av hvileintervaller der FP var inaktive var et bevist valg. Det ble på denne måten enklere å kontrollere og gjennomføre hvileintervallene, slik at de var mest mulig like fra test til test. Videre ville hvileintervaller som involverte fysisk aktivitet ha medført at aktiviteten i seg selv under hvileintervallet måtte tas i betraktning når testresultatene skulle tolkes. Hvilken betydning ulike hvileintervaller som involverer fysisk aktivitet kan ha å si for et påfølgende utholdenhetsarbeid, bør derfor studeres i fremtidige studier.

Nye studier bør også belyse hvorvidt varigheten på ulike hvileintervaller kan være av betydning for prestasjonsevnen i idretter som foregår i kaldere klima. Dette begrunnes

med at det under kalde forhold (f.eks. i langrenn) muligens vil foregå et større varmetap enn det som normalt er antatt å forekomme under normale omgivelser.

Fremtidige arbeider bør også prøve ut alternative prestasjonstester, som blant annet time trials. Dette er fordi bruk av time trials blant annet er rapportert å ha en bedre validitet enn hva som gjelder for et konstant arbeid til utmattelse. Blant annet kan slike time trials være styrt, det vil si at hastigheten blir kontrollert de første sekundene av testen. Dette kan ytterligere være med på å bedre blant annet validiteten på denne formen for test. Det kan også tenkes at prestasjonstesten benyttet i det foreliggende arbeidet hadde for lang varighet til å avdekke noen forskjeller i TTU eller ulikheter i det aerobe bidraget mellom de tre forskjellige forsøkene. Av denne grunn bør også nyere undersøkelser vurdere å benytte prestasjonstester med noe kortere løpsvarighet, for eksempel på 2 – 3 minutter eller kortere.

6. Konklusjon

Resultatene i det foreliggende arbeidet viste ingen signifikant forskjell i tid til utmattelse ved bruk av hvileintervaller på verken 30 sekunder, 3 minutter eller 10 minutter. Dette er til tross for at både VO_2 , VE og HF i forsøket med PE+30s var signifikant høyere inntil ca. det første minuttet av prestasjonstesten sammenlignet med forsøkene som involverte PE+3min og PE+10min.

En mulig fysiologisk forklaring på studiens hovedfunn kan tenkes å skyldes at TR forble forhøyet og ikke var signifikant forskjellig fra hverandre ved start av prestasjonstesten i forbindelse med både PE+30s, PE+3min og PE+10min forsøkene. Det er samtidig grunn til å anta at studiens hovedfunn delvis kan forklares med at benyttet prestasjonstest muligens ikke var nøyaktig nok, eller hadde en for stor usikkerhet til å kunne avdekke eventuelle forskjeller i TTU under prestasjonstestene med de ulike hvileintervallene. En annen mulighet er naturligvis at det ikke er noen forskjell i TTU ved bruk av de ulike hvileintervallene i det foreliggende arbeidet.

Referanser

- Albertus, Y., Tucker, R., St Clair Gibson, A., Lambert, E. V., Hampson, D. B., & Noakes, T. D. (2005). Effect of distance feedback on pacing strategy and perceived exertion during cycling. *Med Sci Sports Exerc*, 37(3), 461-468. doi: 00005768-200503000-00018 [pii]
- Andzel, W. D. (1978). The effects of moderate prior exercise and varied rest intervals upon cardiorespiratory endurance performance. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 18(3), 245-252.
- Andzel, W. D. (1982). One mile run performance as a function of prior exercise. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 22(1), 80-84.
- Andzel, W. D., & Busuttill, C. (1982). Metabolic and physiological responses of college females to prior exercise, varied rest intervals and a strenuous endurance task. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 22(1), 113-119.
- Andzel, W. D., & Gutin, B. (1976). Prior exercise and endurance performance: a test of the mobilization hypothesis. *Research quarterly*, 47(2), 269-276.
- Aronchick, J., & Burke, E. J. (1977). Psycho-physical effects of varied rest intervals following warm-up. *Research quarterly*, 48(2), 260-264.
- Asmussen, E., & Bøye, O. (1945). Body temperature and capacity for work. *Acta physiol. scand.*, 10(1), 22.
- Bahr, R. (1992). Excess postexercise oxygen consumption--magnitude, mechanisms and practical implications. *Acta physiologica Scandinavica. Supplementum*, 605, 1-70.
- Bangsbo, J., Krstrup, P., Gonzalez-Alonso, J., Boushel, R., & Saltin, B. (2000). Muscle oxygen kinetics at onset of intense dynamic exercise in humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 279(3), R899-906.
- Barcroft, H., & Edholm, O. G. (1946). Temperature and blood flow in the human forearm. *J Physiol*, 104(4), 366-376.
- Barcroft, J., & Camis, M. (1909). The dissociation curve of blood. *J Physiol*, 39(2), 118-142.
- Beckenkamp, P. R., & Lin, C. C. (2011). The effects of warm-up on physical performance are not clear. *British journal of sports medicine*, 45(6), 525-526. doi: 45/6/525 [pii]10.1136/bjsports-2011-090022
- Benedict, F. G., & Carpenter, T. H. (1910). The metabolism and energy transformations of healthy man during rest. . *The carnegie Institution of Washington*.
- Binkhorst, R. A., Hoofd, L., & Vissers, A. C. (1977). Temperature and force-velocity relationship of human muscles. *J Appl Physiol*, 42(4), 471-475.
- Bishop, D. (2003a). Warm up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports medicine*, 33(6), 439-454. doi: 3365 [pii]
- Bishop, D. (2003b). Warm up II: performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports medicine*, 33(7), 483-498. doi: 3372 [pii]
- Borsheim, E., & Bahr, R. (2003). Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. *Sports Med*, 33(14), 1037-1060. doi: 33142 [pii]
- Brooks, G. A., Hittelman, K. J., Faulkner, J. A., & Beyer, R. E. (1971a). Temperature, liver mitochondrial respiratory functions, and oxygen debt. *Med Sci Sports*, 3(2), 72-74.

- Brooks, G. A., Hittelman, K. J., Faulkner, J. A., & Beyer, R. E. (1971b). Temperature, skeletal muscle mitochondrial functions, and oxygen debt. *Am J Physiol*, 220(4), 1053-1059.
- Brooks, G. A., Hittelman, K. J., Faulkner, J. A., & Beyer, R. E. (1971c). Tissue temperatures and whole-animal oxygen consumption after exercise. *Am J Physiol*, 221(2), 427-431.
- Buchthal, F. E., Kaiser, E., & Knappeis, G. G. (1944). *Ibidem*. 8, 16.
- Carter, R., 3rd, Wilson, T. E., Watenpaugh, D. E., Smith, M. L., & Crandall, C. G. (2002). Effects of mode of exercise recovery on thermoregulatory and cardiovascular responses. *J Appl Physiol*, 93(6), 1918-1924. doi: 10.1152/jappphysiol.00056.200200056.2002 [pii]
- Coburn, R. F., & Clark, B. J. (1976). Mean myoglobin oxygen tension during exercise at maximal oxygen uptake. *Adv Exp Med Biol*, 75, 675-683.
- Coggan, A. R., & Costill, D. L. (1984). Biological and technological variability of three anaerobic ergometer tests. *Int J Sports Med*, 5(3), 142-145. doi: 10.1055/s-2008-1025896
- Currell, K., & Jeukendrup, A. E. (2008). Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. *Sports Med*, 38(4), 297-316. doi: 3843 [pii]
- Davies, C. T., Brotherhood, J. R., & Zeidifard, E. (1976). Temperature regulation during severe exercise with some observations on effects of skin wetting. *J Appl Physiol*, 41(5 Pt. 1), 772-776.
- El-Radhi, A. S., & Barry, W. (2006). Thermometry in paediatric practice. *Arch Dis Child*, 91(4), 351-356. doi: 91/4/351 [pii]10.1136/adc.2005.088831
- Gaesser, G. A., & Brooks, G. A. (1984). Metabolic bases of excess post-exercise oxygen consumption: a review. *Med Sci Sports Exerc*, 16(1), 29-43.
- Galbo, H. (1992). Exercise physiology: Humoral function. *Sports sc.Rev*, 1, 65 - 93.
- Gladden, L. B., Stainsby, W. N., & MacIntosh, B. R. (1982). Norepinephrine increases canine skeletal muscle VO₂ during recovery. *Med Sci Sports Exerc*, 14(6), 471-476.
- Graham, K., & McLellan, T. M. (1989). Variability of time to exhaustion and oxygen deficit in supramaksimal exercise. *Aust J Sci Med Sport*, 21(4), 11-14.
- Greenes, D. S., & Fleisher, G. R. (2004). When body temperature changes, does rectal temperature lag? *Journal of Pediatrics*, 144(6), 824-826. doi: DOI 10.1016/j.jpeds.2004.02.037
- Harris, R. C., Edwards, R. H., Hultman, E., Nordesjo, L. O., Ny Lind, B., & Sahlin, K. (1976). The time course of phosphorylcreatine resynthesis during recovery of the quadriceps muscle in man. *Pflugers Archiv : European journal of physiology*, 367(2), 137-142.
- Hill, A. V. (1924). Muscular exercise, lactic acid and the supply and utilization of oxygen. *Proc R Soc Lond (Biol)*, 96.
- Hill, A. V., & Lupton, H. (1923). Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen. *Q J Med*, 16.
- Hinckson, E. A., & Hopkins, W. G. (2005). Reliability of time to exhaustion analyzed with critical-power and log-log modeling. *Med Sci Sports Exerc*, 37(4), 696-701. doi: 00005768-200504000-00025 [pii]
- Ingjer, F., Hem, E., & Leirstein, S. (2010). Energiomsetning ved fysisk aktivitet, Norges idrettshøgskole.

- Ingjer, F., & Stromme, S. B. (1974). En sammenligning mellom fysiologiske forandringer som inntreer under et standardarbeide etter forutgående aktiv, passiv eller ingen oppvarming.
- Ingjer, F., & Stromme, S. B. (1979). Effects of active, passive or no warm-up on the physiological response to heavy exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 40(4), 273-282.
- Jeukendrup, A., Saris, W. H., Brouns, F., & Kester, A. D. (1996). A new validated endurance performance test. *Med Sci Sports Exerc*, 28(2), 266-270.
- Jurgensen. (1873). Die Körperwärme des ges. Menschen.
- Kenny, G. P., Giesbrecht, G. G., & Thoden, J. S. (1996). Post-exercise thermal homeostasis as a function of changes in pre-exercise core temperature. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 74(3), 258-263.
- Kenny, G. P., Jay, O., Zaleski, W. M., Reardon, M. L., Sigal, R. J., Journeay, W. S., & Reardon, F. D. (2006). Postexercise hypotension causes a prolonged perturbation in esophageal and active muscle temperature recovery. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 291(3), R580-588. doi: 00918.2005 [pii]10.1152/ajpregu.00918.2005
- Kenny, G. P., & Niedre, P. C. (2002). The effect of exercise intensity on the post-exercise esophageal temperature response. *European journal of applied physiology*, 86(4), 342-346.
- Kenny, G. P., Reardon, F. D., Ducharme, M. B., Reardon, M. L., & Zaleski, W. (2002). Tissue temperature transients in resting contra-lateral leg muscle tissue during isolated knee extension. *Can J Appl Physiol*, 27(6), 535-550.
- Kenny, G. P., Reardon, F. D., Giesbrecht, G. G., Jette, M., & Thoden, J. S. (1997). The effect of ambient temperature and exercise intensity on post-exercise thermal homeostasis. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 76(2), 109-115.
- Kenny, G. P., Reardon, F. D., Thoden, J. S., & Giesbrecht, G. G. (1999). Changes in exercise and post-exercise core temperature under different clothing conditions. *Int J Biometeorol*, 43(1), 8-13.
- Kenny, G. P., Reardon, F. D., Zaleski, W., Reardon, M. L., Haman, F., & Ducharme, M. B. (2003). Muscle temperature transients before, during, and after exercise measured using an intramuscular multisensor probe. *Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology*, 94(6), 2350-2357. doi: 10.1152/jappphysiol.01107.200201107.2002 [pii]
- Kim, H. S., Ghim, H. D., & Lee, Y. H. (2008). Effect of Clothing Constructions on Core Temperature during Exercise and Recovery at an Ambient Temperature. *Fibers and Polymers*, 9.
- Knuttgen, H. G., & Saltin, B. (1972). Muscle metabolites and oxygen uptake in short-term submaximal exercise in man. *J Appl Physiol*, 32(5), 690-694.
- Krogh, A., & Lindhard, J. (1913). The regulation of respiration and circulation during the initial stages of muscular work. *J Physiol*, 47(1-2), 112-136.
- Lim, C. L., Byrne, C., & Lee, J. K. (2008). Human thermoregulation and measurement of body temperature in exercise and clinical settings. *Ann Acad Med Singapore*, 37(4), 347-353.
- Lim, C. L., Chung, K. K., & Hock, L. L. (1997). The effects of prolonged passive heat exposure and basic military training on thermoregulatory and cardiovascular responses in recruits from a tropical country. *Military medicine*, 162(9), 623-627.

- Lindsay, F. H., Hawley, J. A., Myburgh, K. H., Schomer, H. H., Noakes, T. D., & Dennis, S. C. (1996). Improved athletic performance in highly trained cyclists after interval training. *Med Sci Sports Exerc*, 28(11), 1427-1434.
- Margaria, R., Edwards, H. t., & Dill, D. B. (1933). The possible mechanisms for contracting and paying the oxygen debt and the role of lactic acid in muscular contraction. *Am. J. Physiol*, 106.
- McArdle, D. W., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2010). *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance*. (Vol. 7). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Midtun, I. R. (2009). Effekten av viljestyrt økt ventilasjon under arbeid. [Masteroppgave i idrettsvitenskap].
- Nielsen, H. B. (2003). Arterial desaturation during exercise in man: implication for O₂ uptake and work capacity. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 13(6), 339-358. doi: 325 [pii]
- Nielsen, M. (1938). Die Regulation der Körpertemperatur bei Muskelarbeit. 79(193).
- Pembrey, M. S., & Nicol, B. A. (1898). *J. Physiol.*, 23.
- Prefaut, C., Durand, F., Mucci, P., & Caillaud, C. (2000). Exercise-induced arterial hypoxaemia in athletes: a review. *Sports Med*, 30(1), 47-61.
- Ranatunga, K. W., Sharpe, B., & Turnbull, B. (1987). Contractions of a human skeletal muscle at different temperatures. *J Physiol*, 390, 383-395.
- Ruch, T. C., & Patton, H. D. (1973). *Physiology and biophysics* (Vol. 20). Philadelphia Saunders.
- Rupp, M. E., Heermann, J., & Uphoff, M. E. (2004). Need for a reliable system to measure body temperature. *Am J Infect Control*, 32(3), 184.
- Saltin, B., Gagge, A. P., & Stolwijk, J. A. (1968). Muscle temperature during submaximal exercise in man. *Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology*, 25(6), 679-688.
- Saltin, B., Gagge, A. P., & Stolwijk, J. A. (1970). Body temperatures and sweating during thermal transients caused by exercise. *J Appl Physiol*, 28(3), 318-327.
- Saltin, B., & Hermansen, L. (1966). Esophageal, rectal, and muscle temperature during exercise. *Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology*, 21(6), 1757-1762.
- Thoden, J., Kenny, G., Reardon, F., Jette, M., & Livingstone, S. (1994). Disturbance of thermal homeostasis during post-exercise hyperthermia. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 68(2), 170-176.
- Åstrand, P. O., Rodahl, K., Dahl, H. A., & Stromme, S. B. (2003). *Textbook of work physiology : physiological bases of exercise* (Vol. 4): Champaign, Ill. : Human Kinetics.

Figuroversikt

- Figur 2.1:** Viser temperatur i rektum, i øsofagus og i skjelettmuskel under et submaksimalt arbeid med en varighet på en time. Som det fremkommer av figuren er høyeste temperatur observert i arbeidende skjelettmuskel, der størstedelen av varmeproduksjonen pågår. Figuren er hentet fra Saltin & Hermansen (1966). 14
- Figur 2.2:** Viser et grovt forløp på VO_2 og endringene i flere utvalgte fysiologiske variabler som er viktige for EPOC og dermed et hvileintervall på ca. 10 minutter eller mer. Det er viktig å nevne at denne figuren er et grovt estimat dannet på bakgrunn av blant annet følgende kilder: 1-2; (Ruch & Patton, 1973; Åstrand, et al., 2003) 3; (Bangsbo, Krstrup, Gonzalez-Alonso, Boushel, & Saltin, 2000) 4; (Bahr, 1992) 5; (Gaesser & Brooks, 1984) 6; (Gladden, Stainsby, & MacIntosh, 1982) 7; (Kenny, et al., 2003) 8; (Kenny, Reardon, Giesbrecht, Jette, & Thoden, 1997). 18
- Figur 2.3:** Viser forløpet til TM og TES ved oppmøte, under standardarbeidet og i løpet av 60 min med hvile. Temperaturen i skjelettmuskel ble målt i ulik dybde (10 mm (□) og 15 mm (o) 30 mm (▽) fra femur og dyp femoral arterie. ◇ indikerer målinger for TES (Kenny, et al., 2003). 20
- Figur 3.1:** Viser en skjematisk fremstilling av forsøksprotokollen. Testdagene ble gjennomført i tilfeldig rekkefølge. 31
- Figur 3.2:** Viser forsøksoppsettet for temperaturmåler og pulsoksimeter. 33
- Figur 3.3:** Viser et eksempel på hvordan regresjonsligningen mellom løpshastighet og oksygenopptak ble brukt til å ekstrapolere linjen ut over 100 % av VO_2 maks. 37
- Figur 3.4:** Viser de ulike arbeidsbelastningene for oppvarmingsprotokollen. 40
- Figur 4.1a:** Viser gjennomsnittsverdier for VO_2 i hvile (ved oppmøte), ved endt oppvarming og frem til endt hvileintervall. En grønn markør er benyttet for å markere endt hvileintervall for de ulike fysiologiske parameterne. Merk at VO_2 ikke ble målt ved endt oppvarming og i løpet av hvileintervallet for PE+3min forsøket. 44
- Figur 4.2a:** Viser gjennomsnittsverdier for VE i hvile (ved oppmøte), ved endt oppvarming og frem til endt hvileintervall. En grønn markør er benyttet for å markere endt hvileintervall for de ulike fysiologiske parameterne. Merk at V_E ikke ble målt ved endt oppvarming og i løpet av hvileintervallet for PE+3min forsøket. 45
- Figur 4.3a:** Viser gjennomsnittsverdier for HF i hvile (ved oppmøte), ved endt oppvarming og frem til endt hvileintervall. En grønn markør er benyttet for å markere endt hvileintervall for de ulike fysiologiske parameterne. 46
- Figur 4.4a:** Viser gjennomsnittsverdier for SpO_2 i hvile (ved oppmøte), ved endt oppvarming og frem til endt hvileintervall. En grønn markør er benyttet for å markere endt hvileintervall for de ulike fysiologiske parameterne. 47

Figur 4.5a: Viser gjennomsnittsverdier for TR i hvile (ved oppmøte), ved endt oppvarming og frem til endt hvileintervall. En grønn markør er benyttet for å markere endt hvileintervall for de ulike fysiologiske parameterne.	48
Figur 4.6a: Viser gjennomsnittsverdier for $[La^-_{bl}]$ i hvile (ved oppmøte), ved endt oppvarming og frem til endt hvileintervall. Merk at $[La^-_{bl}]$ ikke ble målt ved endt hvileintervall i forbindelse med PE+30s forsøket.	49
Figur 5.1: Viser VO_2 ($l \cdot min^{-1}$) i gjennomsnitt for alle FP ved start av og i løpet av de ulike prestasjonstestene.	56
Figur 5.2: Viser et estimert forløp på endringer av opparbeidede fysiologiske effekter og restitusjonstilpasninger som normalt finner sted i løpet av et hvileintervall. Svart, rød og grønn ring markerer områder som kan være av betydning for prestasjonsnivået. Merk at figuren ikke viser forløpet på enkeltparametere i løpet av hvileintervallet, men produktet av disse.	57
Figur 5.3: Viser SpO_2 (%) i gjennomsnitt for alle FP ved start av og i løpet av de ulike prestasjonstestene.	58
Figur 5.4: Viser TR ($^{\circ}C$) i gjennomsnitt for alle FP ved start av og i løpet av de ulike prestasjonstestene.	59
Figur 5.5: Viser et estimert forløp på endringer av opparbeidede fysiologiske effekter og restitusjonstilpasninger som normalt finner sted i løpet av et hvileintervall. Svart, rød og grønn ring markerer områder som kan være av betydning for prestasjonsnivået. Merk at figuren ikke viser forløpet på enkeltparametere i løpet av hvileintervallet, men summen av disse.	61

Tabelloversikt

Tabell 3.1: Karakteristika av utvalget. Tabellen angir gjennomsnittsverdier \pm et standardavvik..... 29

Tabell 4.1: Viser tid til utmattelse ($\bar{x}\pm 1SD$) i sekunder under de ulike prestasjonstestene i forbindelse med NO-PE, PE+30s, PE+3min og PE+10min. * angir signifikant forskjell ($p<0,01$) og ** angir signifikant forskjell ($p<0,05$) for NO-PE 1 sammenlignet med PE+30s, PE+3min og PE+10min. 42

Tabell 4.2: Viser de ulike fysiologiske variablene fra oppmøte og til start av prestasjonstesten i forbindelse med NO-PE, PE+30s, PE+3min og PE+10min forsøkene ($\bar{x}\pm 1SD$). * markerer signifikant endring ($p<0,01$) og ** markerer signifikant endring ($p<0,05$) av de fysiologiske variablene fra oppmøte til endt oppvarming for de ulike forsøkene. # markerer signifikant endring ($p<0,01$) og ## markerer signifikant endring ($p<0,05$) av de fysiologiske variablene fra endt oppvarming til endt hvilehvileintervall (dvs. start av prestasjonstesten) under de ulike forsøkene. I parentes vises endring i prosent for utvalgte variabler..... 43

Tabell 4.3: Viser høyeste registrerte verdi (peak) målt over 30 sekunder for VO_2 , VE, HF, TR og $[La^-_{bl}]$. Tabellen viser også laveste målte SpO_2 (SpO_{2min}) verdi målt over et gjennomsnitt av 30 sekunder under prestasjonstesten for de ulike forsøkene. * markerer signifikante forskjeller ($p<0,01$) i de ulike fysiologiske variablene for NO-PE sammenlignet med PE+30s, PE+3min og PE+10min forsøkene. 50

Vedlegg

Vedlegg 1



Region:	Saksbehandler:	Telefon:	Vår dato:	Vår referanse:
REK sør-øst	Katrine Ore	22845517	23.09.2011	2011/1331/REK sør-øst B
			Deres dato:	Deres referanse:
			15.06.2011	

Vår referanse må oppgis ved alle henvendelser

Professor Frank Ingjer
Norges idrettshøgskole

2011/1331b Effekten av ulike oppvarmingsprotokoller på en prestasjon

Vi viser til søknad om forhåndsgodkjenning av ovennevnte forskningsprosjekt. Søknaden ble behandlet av Regional komité for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk i møtet 17.08.2011.

Forskningsansvarlig: Norges idrettshøgskole ved øverste ledelse
Prosjektleder: Frank Ingjer

Prosjektomtale (revidert av REK)

Prosjektet har til hensikt å studere effekten av forskjellige oppvarmingsprotokoller (ingen, aktiv og spesifikk) på en maksimal prestasjonstest. Prosjektet vil inkludere 60 kvinnelige og mannlige utholdenhetsrente forsøkspersoner, fordelt på 3 ulike forsøk. Del A har til hensikt å se om spesifikt bevegelsesmønster under oppvarming vil påvirke prestasjonen ved en prestasjonstest i skøyting på rulleskimølle. Del B har til hensikt å studere effekten av ingen og aktiv oppvarming på prestasjon i sprint under hypobare forhold (simulert 2000 moh i et lavtrykkskammer). Del C har til hensikt å undersøke effekten av ulike oppvarmingsprotokoller i forkant av en prestasjonstest. Undersøkelsene vil måle prestasjonsevnen (tid til utmattelse) og fysiologiske parametere (HF, VO₂, SPO₂, La-, R, V). Forsøkene gjennomføres på ulike dager med sin spesifikke oppvarmingsprotokoll.

Forskningsetisk vurdering

Prosjektet har som formål å teste ut effekten av ulike former for oppvarming på prestasjon. Slik prosjektet er utformet vil ikke prosjektet gi ny kunnskap om sykdom eller helse, og prosjektet faller derfor utenfor REKs mandat.

Vedtak

Prosjektet faller utenfor helseforskningslovens virkeområde, jf. helseforskningsloven § 2 sammenholdt med § 4 a) og er dermed ikke fremleggingspliktig. Prosjektet kan gjennomføres uten godkjenning fra REK.

Komiteens avgjørelse var enstemmig.

Vi gjør oppmerksom på at den forskningsansvarlige institusjon er ansvarlig for at personopplysningene behandles forsvarlig og lovlig i henhold til personopplysningsloven og personopplysningsforskriftens bestemmelser, og må derfor vurdere om prosjektet må forelegges personvernombud eller Datatilsynet.

Besøksadresse:
Gullhaug torg 4 A, Nydalen,
0484 Oslo

Telefon: 22845511
E-post:
post@helseforskning.etikk.no

All post og e-post som inngår i saksbehandlingen, bes adressert til REK sør-øst og ikke til enkelte personer

Kindly address all mail and e-mails to the Regional Ethics Committee, REK sør-øst, not to individual staff

Komiteens vedtak kan påklages til Den nasjonale forskningsetiske komité for medisin og helsefag, jfr. helseforskningsloven § 10, 3 ledd og forvaltningsloven § 28. En eventuell klage sendes til REK sør-øst. Klagefristen er tre uker fra mottak av dette brevet, jfr. forvaltningsloven § 29.

Vi ber om at alle henvendelser sendes inn via vår saksportal: <http://helseforskning.etikkom.no> eller på e-post til: post@helseforskning.etikkom.no.

Vennligst oppgi vårt referansenummer i korrespondansen.

Med vennlig hilsen,

Stein Opjordsmoen Iler (sign.)
professor dr. med.
komitéleder

Katrine Ore
Komitésekretær/Rådgiver

Kopi til: hans.andresen@nih.no

Vedlegg 2:

Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjekt

”Forbedret prestasjonsevne under et høyintensivt arbeid som følge av kort hvile (tid mellom endt oppvarming og konkurransesstart)”

Bakgrunn og hensikt

Dette er en forespørsel til deg om å delta som forsøksperson i en forskningsstudie på Norges Idrettshøgskole.

Hensikten med studien å undersøke hvilken effekt ulik hvile (tid mellom endt oppvarming og konkurransesstart) har på prestasjonsevnen (tid til utmattelse) og følgende fysiologiske parametere; oksygenopptak (VO_2), ventilasjon (V), laktat (La^-), hjertefrekvens (HF), R-kvotient (R), oksygenmetning (SpO_2) og kroppens kjernetemperatur (T_R), under et utmattende høyintensivt arbeid (ved løp på tredemølle).

Prosjektet er et mastergradsarbeid som blir ledet av professor Frank Ingjer.

Hva innebærer studien?

Som deltaker i prosjektet må du være med på fem (seks hvis nødvendig) dager med testing på fysiologisk laboratorium på NIH. Alle testene foregår ved løp på tredemølle, og hver test tar ca. 60 minutter.

Første dag med testing omfatter tilvenning og kartlegging av deg som forsøksperson. Her gjennomfører du en laktatprofil med en påfølgende $VO_{2,max}$ test. De fire siste testdagene omfatter hver en prestasjonstest, der tid til utmattelse er mål på prestasjon (se figur 1). Rekkefølgen på prestasjonstestene vil trekkes tilfeldig ut. Alle prestasjonstestene gjennomføres ved løp på tredemølle og varigheten er til utmattelse (ca. 2 til 4 minutter).

Ytterligere informasjon om studien finnes i kapittel A – utdypende forklaring av hva studien innebærer.

Mulige fordeler og ulemper?

Studiets fordeler: Du vil som forsøksperson få kartlagt din fysiske form gjennom en laktatprofiltest med estimering av anaerob terskel, samt en måling av maksimalt oksygenopptak og maksimal hjertefrekvens. Du vil få innsikt i din egen fysiske prestasjonsevne når du tar i bruk ulike oppvarmingsprotokoller. Studiet tilbyr deg også veiledning i tolkning og bruk av testresultatene, noe som kan være nyttig for deg som idrettsutøver. Dette vil skje av masterstudent Skaugen og/eller av professor Ingjer. Videre får du muligheten til å bidra, og få et innblikk i forskning på et felt som er lite studert.

Studiets ulemper: Arbeid til utmattelse kan oppleves anstrengende både fysisk og psykisk. Du må forvente stikk i fingeren da blodlaktat (en dråpe eller to) måles under testene. Under testene måles kroppens kjernetemperatur (rektalt). Metoden vil normalt ikke skape ubehag for deg som FP. Alle testene vil bli forsøkt tilrettelagt slik at det får minst mulig påvirkning på din planlagte hverdag. Testing på kveldstid eller i helgene er fullt mulig, det forutsettes likevel at prestasjonstestene (1, 2 og 3 og 4) gjennomføres på samme tid på døgnet.

Personvern, hva skjer med prøvene og informasjon om deg

Prøvene tatt og informasjonen om deg skal kun bli brukt slik som beskrevet i hensikten med studien. Alle personopplysninger og prøver vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer. På denne måten vil det ikke være mulig å bli gjenkjent på grunnlag av testresultatene. Ditt navn knyttes til et ID-nummer og kun autorisert personell har tilgang til kodelisten. Blodprøver som tas under testing vil bli analysert på stedet og destruert når analyse er gjennomført, det vil si etter ca. 1 minutt. Når studien er ferdig vil navnelistene som knytter deg mot forsøket bli slettet.

Ytterligere informasjon om biobank, personvern og forsikring finnes i kapittel B – Personvern, biobank, økonomi og forsikring.

Krav til forsøkspersonen

Du kan som forsøksperson ikke bruke sentralstimulerende midler (alkohol, koffein eller nikotin) eller gjennomføre hard fysisk aktivitet 24 timer før test.

Det er en fordel å ha gjennomført test av maksimalt oksygenopptak og løp på tredemølle fra tidligere. Du vil på bakgrunn av første testdag bli tatt med videre i studien hvis du tilfredsstillers studiens minstekrav.

For menn er dette en $VO_{2\text{maks}}$ på ca. $\geq 62 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. For kvinner kreves $VO_{2\text{maks}}$ på ca. $\geq 53 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Grovt regnet betyr dette at du bør klare å løpe en 3 km test, ved flatt underlag, på minimum 12,00 til 12,30 minutter (for kvinner) og 10,00 – 10,30 min (for menn). Alderskravet for å delta på studien er 18 år.

Frivillig deltagelse

Det er frivillig å delta i studien. Du kan når som helst og uten å oppgi særskilt grunn trekke deg ditt samtykke til å delta i studien. Dette vil ikke få konsekvenser for deg. Dersom du ønsker å delta, undertegner du samtykkeerklæringen på siste side. Om du nå sier ja til å delta, kan du senere trekke tilbake ditt samtykke.

Dersom du ønsker å trekke deg, eller har spørsmål til studien kan du kontakte:

Professor	Frank Ingjer	Norges idrettshøgskole	Tlf: 90100407
Student	Martin Skaugen	Norges idrettshøgskole	Tlf: 93494491

- Ytterligere informasjon om studien følger nedenfor i kapittel A – utdypende forklaring av hva studien innebærer.
- Ytterligere informasjon om biobank, personvern og forsikring følger nedenfor i kapittel B – Personvern, biobank, økonomi og forsikring.
- Samtykkeerklæring følger etter kapittel B.

Kapittel A – utdypende forklaring av hva studien innebærer

Bakgrunn for studien

Under et høyintensivt arbeid (som skisprint og mellomdistanse løp) avgjøres ofte kampen om de første plasser med små marginer. Selv på høyt nasjonalt nivå benytter utøvere ofte individuelle oppvarmingsrutiner, basert på egen utprøving. Det er vanskelig å tro at alle disse variantene av aktiv oppvarming (med tanke på arbeidstid, intensitet og hvile) vil utgjøre en ”optimal” forberedelse til et påfølgende høyintensivt arbeid til full utmattelse. En relativt større interesse er blitt viet til valg av både arbeidsbelastning og varighet på en oppvarmingsprotokoll i forkant av et høyintensivt arbeid. På den annen side kan det se ut til at utøvere (og trenere) er mindre oppmerksomme på tidsperioden mellom endt oppvarming og konkurransstart (heretter kalt hvile/hvileintervall). Enkelte utøvere varmer opp tettere opptil start, mens andre har et opphold i aktivitet på flere minutter (mellom 5 til 10 minutter eller mer).

Aktiv oppvarming i forkant av et høyintensivt arbeid er relatert til endring i blant annet temperaturrelaterte mekanismer (f.eks. redusert stivhet i muskler og ledd, forbedret oksygentransport og oppjustering av metabolske reaksjoner). Det å ta i bruk aktiv oppvarming vil antakeligvis også føre til en såkalt mobiliserende effekt (som ikke er temperatur relatert) der blodstrøm og oksygenleveranse til arbeidende skjelettmuskler forbedres, og dermed større utgangsnivå på oksygenopptaket i forkant av et utmattende arbeid. Således kan kort hvile (> 5 minutter) være av betydning for prestasjonsevnen under et etterfølgende høyintensivt arbeid. Sannsynligvis skyldes dette forholdet at tiden er for knapp til at de opparbeidede fysiologiske effekter (som nevnt over) ikke ”rekker” å komme tilbake til hvilenivå før et nytt arbeid påbegynner. På denne måten kan man derfor anta at utøvere som benytter kortere hvile (> 5 minutter) fremfor lengre, sannsynligvis holder det ”fysiologisk hjul” i større gang frem mot konkurransstart.

På den annen side er den fysiologiske betydningen av hvilke og hvor mye hver av de overnevnte fysiologiske effekter har å si på prestasjonsevnen ved bruk av kort hvile vanskelig å forutsi. Foreliggende arbeider som har undersøkt bruk av ulik tid benyttet til hvile fremstår ofte med mangler og svake sider. Dette skyldes blant annet at det er få

studier som er gjennomført og at disse studier normalt innhenter lite fysiologiske data, og benytter utilstrekkelige og lite relevante oppvarmingsprotokoller.

Det er derfor viktig å gjennomføre nye studier som kartlegger flere viktige fysiologiske parametere (VO_2 , HF, La^- , V, R, SpO_2 og T_R) og som benytter en oppvarmingsprotokoll som kan la seg gjennomføres i en praktisk idrettslig situasjon.

Følgende vil derfor denne studie ha til hensikt å undersøke:

Vil prestasjonsevnen (tid til utmattelse) endres dersom ulike hvile taser i bruk i etterkant av moderat oppvarming?

Hvordan påvirkes de fysiologiske parameterne (VO_2 , HF, La^- , V, R, SpO_2 og T_R) ved bruk av ulike hvile?

Studiedesign

Undersøkelsen er en intervensjonsstudie med et randomisert kontrollert design. 20 forsøkspersoner ($n = 20$) vil bli randomisert til å gjennomføre både en intervensjon og kontroll. Deltakelse i studiet vil normalt kreve fem testdager (se figur 1).

Under samtlige tester vil det bli målt VO_2 , HF, la^- , V, R, T_R og SpO_2 . Prestasjon vurderes i forhold til tid til utmattelse.

Dag 1 innebærer tilvenning til utstyr, slik at du som forsøksperson får følelsen av hvordan det er å løpe på tredemølle i høy hastighet, og hvordan det er å ha et munnstykke i på samme tid. Du vil også denne dagen bli kjent med metoden for måling av kroppstemperatur. Siden kroppstemperatur målt i øre eller munn er ikke like nøyaktig som når det måles rektalt, vil du som forsøksperson derfor bli oppfordret til å løpe med en rektal termistor (probe) under alle prestasjonstestene. Denne termistoren er koblet til et elektronisk termometer og viser kontinuerlig kroppens kjernetemperatur underveis. Det er viktig å opplyse om at måling av kroppstemperaturen foregår etter strenge rutiner utviklet på Norges idrettshøgskole. Metoden er tilrettelagt på den måte at den ikke skal være til sjenanse og/eller skape ubehag for deg som forsøksperson.

Under dag 1 vil du også måtte gjennomføre en laktatprofil og maksimal oksygenopptak (VO_{2maks}) test. På bakgrunn av dette blir du tatt med videre i studien dersom du tilfredsstillter inklusjonskravet til studien. Test av laktatprofil og VO_{2maks} gjennomføres etter standardiserte protokoller som til daglig blir brukt på Norges Idrettshøgskole.

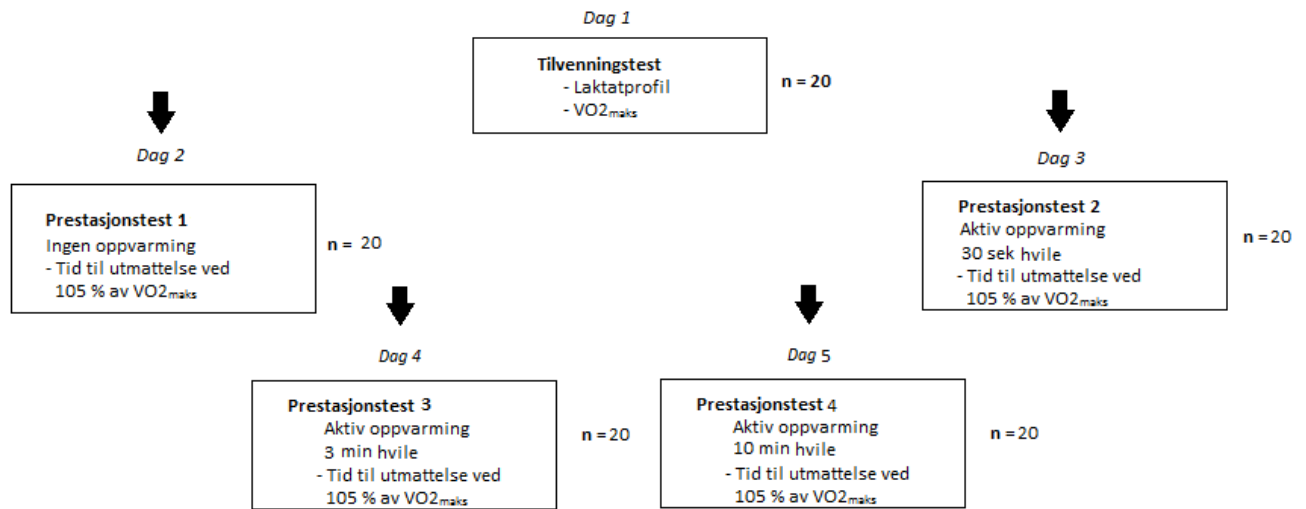
1. **Testing av laktatprofil:** En laktatprofil er en trappetest der man øker belastningen hvert femte minutt. Mellom hver belastningsøkning vil det være en 1 minutt pause hvor en blodprøve tas ved stikk i finger. Testen er ikke en utmattende test, og avsluttes normalt etter 4-5 belastningsøkninger. Denne testen kan være nyttig for deg som idrettsutøver da man på bakgrunn av denne testen kan estimere din aerobe terskel (AT).

2. **Testing av VO_{2maks}** blir gjennomført etter laktatprofil testen og er en trappetest med hastighetsøkning på $1 \text{ km}\cdot\text{t}^{-1}$ per minutt. Starthastighet er avsluttende hastighet på laktatprofil testen eller $1 \text{ km}\cdot\text{t}^{-1}$ under. Arbeidet er til utmattelse og testens varighet er på normalt 4 til 6 minutter.

Dag 2 til 5 består av en prestasjonstest hver som foregår ved løp på tredemølle (105 % av VO_{2maks}) til utmattelse. Arbeidets varighet tar om lag 2 til 4 minutter.

Ved dag 2 vil du som forsøksperson ikke gjennomføre noen form for oppvarming i forkant av prestasjonstesten.

Derimot skal du ved dag 3, 4 og 5 gjennomføre en aktiv oppvarming ved løp på tredemølle (30 minutter ved moderat oppvarmingsbelastning) i forkant av hver prestasjonstest. Avhengig av hvilken dag du skal gjennomføre en bestemt prestasjonstest, skal du etter endt oppvarming ta i bruk et spesifikt hvileintervall (enten 30 sekunder, 3 minutter eller 10 minutter). Dette er illustrert i detalj i figur 1). Som nevnt tidligere vil rekkefølgen på disse testdagene (2 til 5) trekkes tilfeldig ut.



Figur 1: Viser hvilke tester du som forsøksperson må gjennomføre ved de ulike dagene

NB: Hvis du har tid, hadde testleder satt pris om på du som forsøksperson kunne bli igjen (20 – 30 minutter) etter en av testdagene. Hensikten med dette er at testleder ønsker å registrere forløpet til de overnevnte fysiologiske parametere (blant annet HF og T_R) etter et arbeid. Dette vil ikke være fysisk anstrengende for deg som forsøksperson, og du vil etter endt prestasjonstest enten måtte ligge og slappe helt av på en benk, eller gå rolig på tredemølle.

Ditt ansvar som forsøksperson

På alle testdagene har du ansvar for å møte opp til avtalt tid på Norges idrettshøgskole (i resepsjonen) og følge de retningslinjene som blir gitt. Prosjektet har som målsetting å gjennomføre all testing i perioden oktober til desember 2011.

Du vil som forsøksperson ikke tilstås noen økonomisk kompensasjon som deltaker i studien.

Kapittel B – Personvern, biobank, økonomi og forsikring

Personvern

Opplysninger som registreres om deg er fødselsår, kjønn, høyde, vekt samt resultatene fra de ulike fysiologiske parameterne.

Norges idrettshøgskole ved administrerende direktør er databehandlingsansvarlig.

Rett til innsyn og sletting av opplysninger om deg

Hvis du sier ja til å delta i studien, har du rett til innsyn i hvilke opplysninger som er registrert om deg. Du har videre rett til å få korrigert feil i de opplysningene vi har registrert. Dersom du trekker deg fra studien, kan du kreve å få slettet innsamlede prøver og opplysninger, med mindre opplysningene allerede er inngått i analyser eller brukt i vitenskapelige publikasjoner.

Forsikring

Alle forsøkspersoner er forsikret ved NIH sin forsøkspersonforsikring.

Informasjon om utfallet av studien

Du vil få tilgang til dine egne testresultater og publikasjon av masteroppgave dersom dette er ønskelig.

Samtykke til deltakelse i studien:

Jeg er villig til å delta i studien

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Jeg bekrefter å ha gitt informasjon om studien

(Signert, rolle i studien, dato)

Etternavn:	Fornavn:	Født:
Studentadresse:		
Hjemmeadresse:		
Tlf.:	E-mailadresse:	
Idrettsbakgrunn (angi idrettsgrener og omtrent hvor mange timer du trener pr. uke):		

EGENERKLÆRING FOR FORSØKSPERSONER

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. Ved enkelte typer forsøk vil du uansett bli innkalt til legeundersøkelse.

JA	NEI	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. Kjenner du til at du har en hjertesykdom?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. Hender det du får brystmerter i hvile eller i forbindelse med fysisk aktivitet?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. Kjenner du til at du har høyt blodtrykk?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. Bruker du for tiden medisiner for høyt blodtrykk eller hjertesykdom (f.eks. vann drivende tabletter)?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. Har noen av dine foreldre, søsken eller barn fått hjerteinfarkt eller dødd plutselig (før fylte 55 år for menn og 65 for kvinner)?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. Røyker du?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. Kjenner du til om du har høyt kolesterolnivå i blodet?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8. Har du besvimt i løpet av de siste 6 måneder?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9. Hender det du mister balansen på grunn av svimmelhet?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10. Har du sukkersyke (diabetes)?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11. Kjenner du til <u>noen annen grunn</u> 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, får feber, eller blir gravid.

Sted - dato

Underskrift

Utholdenhetstrente forsøkspersoner søkes til forskningsprosjekt

Prosjektet søker utholdenhetstrente forsøkspersoner i alderen 20 – 40 år

Med utholdenhetstrent menes en $VO_{2\text{maks}} \geq 52 / 62$ ml (kvinne/mann). Grovt regnet betyr dette at du løper en 3 km test på minimum 12,00 til 12,30 minutter (for kvinner) og 10,00 – 10,30 min (for menn).



Du må gjennomføre følgende løpstester på tredemølle:

- Laktatprofiltest
- Test av maksimalt oksygenopptak
- Fire ulike prestasjonstester der tid til utmattelse måles ved 105 % av $VO_{2\text{maks}}$.

Studiets hensikt er å undersøke hvordan prestasjonsevnen endres under et arbeid med maksimal innsats (2 – 4 minutter) dersom man tar i bruk ulike hvile (tid mellom endt oppvarming og konkurransestart) etter aktiv oppvarming.

Fordeler ved å delta i studien:

- Du får teste oksygenopptak og laktatprofil gratis
- Du får kjennskap til kroppens fysiologiske reaksjon under et høyintensivt arbeid når du tar i bruk ulike oppvarmingsprotokoller. Kanskje kan dette hjelpe deg til å prestere bedre?
- Som forsøksperson får du også delta i et nytt og spennende forskningsfelt

Som deltaker i prosjektet må du være med på fem dager med testing på fysiologisk laboratorium på NIH. Hver test tar noe i overkant av en time. Testing vil foregå i perioden oktober – desember.

Hvis dette høres interessant ut eller du ønsker mer informasjon, kontakt:

Martin Skaugen

Tlf: 93494491

martin.skaugen@gmail.com

Vedlegg 3

FP-ID:

Dato:

Registrering av kosthold og aktivitetsnivå

Som forsøksperson må du registrere ditt kosthold (siste 24 timer) og aktivitetsnivå (siste 3 dager) før du møter til neste test. Hensikten med dette er å standardisere (kartlegge og kontrollere) de forberedelser du som forsøksperson gjør i forkant av hvert oppmøte. Registreringsskjema leveres tilbake til testleder (Martin) ved neste oppmøte på laboratoriet.

Hva bør du vite før du møter opp til test

Ved oppmøte på laboratoriet får du kun ved oppvarming anledning til å drikke vann (OBS: inntil 0,25 L). Det er ikke tillatt å spise etter at du har møtt opp på laboratoriet for testing. Du må derfor sørge for å spise og drikke tilstrekkelig i forkant av hver test. Siste måltid skal inntas senere enn 1 time før oppmøte.

Husk at all bruk av sentralstimulerende midler (eksempelvis nikotin, koffein og alkohol) 24 timer før test vil føre til eksklusjon.

1. Kostholdsregistrering

Om kostholdsregistreringen: Skriv ned det du drikker og spiser de siste 24 timer før test. Du skal så godt som mulig forsøke å følge det samme diettmønsteret før du møter til alle de andre prestasjonstestene (2, 3 og 4).

Kostholdsregistreringen skal føres opp på en enkel måte. Dette betyr at du ikke skal oppgi detaljerte opplysninger om hvert av produktene (mat /drikke) du inntar. Det er ikke nødvendig å veie mat/drikke du inntar. Det holder å oppgi antall.

Glem ikke:

- Det du spiser og drikker mellom hvert måltid (og før trening).
- Siste inntak av mat og drikke før oppmøte på laboratoriet.
- Kosttilskudd (f.eks. tran, multivitamin- og mineral tabletter).

Under ser du et eksempel på hvordan du kan føre opp kostholdsregistreringen.

KL	Mengde	Mat og drikke (type)	Beskrivelse av mat/drikke
08:00	1 skål	Frokostblanding	Havregryn, h-melk, rosiner, bananer, sukker
	1 glass	Vann	
	1 skje	Tran	
12:00	6 skiver	Grøvbred	smør, brunost, syltetøy, salami
	1 kopp	Juice	Appelsin
14:00	1 stk	Eple	

Skjema for kostholdsregistrering:

KL	Mengde	Mat og drikke (type)	Beskrivelse av mat/drikke

2. Registrering av aktivitetsnivå

Skriv ned ditt aktivitetsnivå (trening), - tidspunkt, type og varighet de 3 siste dager før test. Du skal ikke trene hardt de siste 24 timene før testing. Dersom du skulle velge å gjennomføre lett trening siste 24 timer før test, skal denne aktiviteten gjentas med samme intensitet og varighet før alle de andre prestasjonstestene (2,3 og 4).

Dato / KL	Type aktivitet	Intensitet (% av HF_{maks})	Varighet (min og sek)

Vedlegg 4

Spørreskjema – før prestasjonstest 2

Sett kun 1 kryss ved hvert spørsmål

1. Hvordan er motivasjonen din for å prestere maksimalt under prestasjonstesten?

- 1 Perfekt motivasjon
- 2 Veldig motivert
- 3 Motivert
- 4 Mindre motivert
- 5 Ikke motivert

2. Hvor opplagt føler du deg før prestasjonstesten?

- 1 Perfekt opplagt
- 2 Veldig opplagt
- 3 Opplagt
- 4 Mindre opplagt
- 5 Ikke opplagt

3. Hvordan mange timer sov du i natt?

- 1 > 8 timer
- 2 7 - 8 timer
- 3 6 - 7 timer
- 4 5 - 6 timer
- 5 < 6 timer

Har du fulgt de oppsatte retningslinjer som ble gitt i forkant av prestasjonstesten angående diettmønster?

- 1 Ja
- 2 Nei

hvis nei, hva ble gjort annerledes:

5. Har du fulgt de oppsatte retningslinjer som ble gitt i forkant av prestasjonstesten angående aktivitetsmønster?

- 1 Ja
- 2 Nei

Hvis nei: hva ble gjort annerledes:

Spørreskjema

etter prestasjonstest 2

Sett kun 1 kryss ved hvert spørsmål

1. Hvordan opplevde du intensiteten på oppvarmingsprotokollen?

- 1 Veldig høy intensitet
- 2 litt høy intensitet
- 3 Perfekt intensitet
- 4 Litt lav intensitet
- 5 Veldig lav intensitet

2. Hvordan opplevde du varigheten på oppvarmingsprotokollen?

- 1 Veldig lang varighet
- 2 Litt lang varighet

- 3 Perfekt varighet
- 4 Litt kort varighet
- 5 Veldig kort varighet

3. Hvordan opplevde du lengden på hvileintervallet?

- 1 Veldig lang varighet
- 2 Litt lang varighet
- 3 Perfekt varighet
- 4 Litt kort varighet
- 5 Veldig kort varighet

4. Hvor fornøyd er du med din gjennomføring under prestasjonstesten?

- 1 Perfekt gjennomføring
- 2 Veldig god gjennomføring
- 3 God gjennomføring
- 4 Mindre god gjennomføring
- 5 Ikke god gjennomføring

5. Hvor opplagt følte du deg under prestasjonstesten?

- 1 Perfekt opplagt
- 2 Veldig opplagt
- 3 Opplagt
- 4 Mindre opplagt
- 5 Ikke opplagt

6. Løp du til utmattelse?

- 1 Ja
- 2 Nei
- 3 Vet ikke/usikker

7. Opplevde du ubehag under prestasjonstesten på grunn av metoden for undersøkelse av kroppens kjernetemperatur?

- 1 Svært mye ubehag
- 2 Mye ubehag
- 3 Ubehag
- 4 Mindre ubehag
- 5 Ikke ubehag

8. Forstyrret metoden for undersøkelse av kroppens kjernetemperatur deg fra å prestere maksimalt under prestasjonstesten?

- 1 Ja
- 2 Nei
- 3 Vet ikke/usikker

