

# BACHELOROPPGAVE

**Hvilken sammenheng er det mellom den opplevde anstrengelsen ved laktatterskelen og varigheten for å nå dette punktet?**

av

10

Vegard Birkeland

Bacheloroppgave, Idrett og Kroppsøving  
ID3-302  
Desember 2010

# Sammendrag

Hovedmålet med denne studien var å sammenligne den opplevde anstrengelsen (Borg RPE) ved laktatterskelen i to protokoller med ulik varighet, henholdsvis 25 og 40 minutter.

Til sammen 7 mannlige forsøkspersoner deltok i studien. Alder:  $24,0 \pm 2,9$  år, vekt:  $77,0 \pm 5,0$  kg og høyde:  $182,5 \pm 6,1$  cm. Det ble først gjennomført en standard laktatprofiltest som var identisk for alle, med starthastighet på 6,0 km/t, stigning 1,5 % og belastningsøkning på 1,5 km/t for hvert trinn. Oksygenopptak, hjerterefrekvens og Borg RPE ble registrert gjennom hele testen. På grunnlag av resultatene ble løpehastigheten på laktatterskel beregnet.

Forsøkspersonene gjennomførte så i tilfeldig rekkefølge to nye tester med samme stigning og starthastighet hvor man nådde opp til terskelhastighet på tre (kort protokoll=25 min varighet) eller seks (lang protokoll=40 min varighet) belastningsøkninger. Oksygenopptak, hjerterefrekvens, blodlaktatkonsentrasjon og RPE ble også her registrert gjennom hele testen. Til å sammenligne kort og lang protokoll ble Student t-test benyttet. Signifikansnivået ble satt til  $p=0,05$ .

Resultatene viste en høyere opplevd anstrengelse ( $p < 0,05$ ) ved terskelpunktet i den lange protokollen. For de andre parametrene var det ikke signifikante forskjeller mellom de to protokollene.

Resultatene indikerer at den opplevde anstrengelsen ved laktatterskel påvirkes av lengden det tar å nå dette punktet.

# Forord

Denne bacheloroppgaven er skrevet som en del av studiet Idrett og Kroppsøving ved Høyskolen i Sogn og Fjordane. Den baserer seg på tester gjennomført i fysiologisk testlaboratorium på Høyskolen, utført i løpet av høsten 2010. Skriveprosessen har funnet sted i Sogndal og Bergen.

Med det vil jeg takke:

**Veileder Asgeir Mamen**, for god hjelp og veiledning under hele prosessen, og for å tilby meg å være en del av dette prosjektet.

**Christian Frøyd**, for sin hjelp til den praktiske utførelsen av testene.

Og tilslutt, alle testpersonene som valgte å bruke sin verdifulle fritid på utmattende tester.

Sogndal, 16. desember 2010

Vegard Birkeland

# Innhold

1.0 Innledning .....	5
1.1 Problemstilling .....	6
2.0 Teori .....	7
2.1 Tidligere forskning .....	7
2.1.1 Borgs RPE- skala .....	7
2.1.2 Annen forskning .....	9
2.1.3 Sammenheng mellom laktat, VO <sub>2</sub> og RPE .....	10
2.2 Laktat .....	11
2.3 Oksygenopptak .....	12
2.3.1 Det akkumulerte oksygenopptaket .....	12
3.0 Metode .....	13
3.1 Valg av metode .....	13
3.2 Forsøkspersoner .....	14
3.3 Pilottest .....	14
3.4 Prosedyre .....	14
3.5 Reliabilitet og validitet .....	15
3.6 Statistiske analyser .....	15
4.0 Resultater .....	16
4.1 Opplevd anstrengelse (RPE) .....	16
4.2 Oksygenopptak .....	18
4.2.1 Akkumulert oksygenopptak .....	18
4.3 Hjerterefreknens .....	18
4.4 Laktat .....	18
5.0 Diskusjon .....	20
5.1 Hovedfunn .....	20
5.2 Opplevd anstrengelse (RPE) .....	20
5.2.1 Varigheten på arbeidet .....	20
5.2.2 Sammenheng med intensitet .....	21
5.2.3 Det totale energiforbruket .....	22
5.2.4 Laktatkonsentrasjon .....	22
5.2.5 Andre forhold .....	23
5.3 Oksygenopptak og hjerterefreknens .....	23
5.4 Laktat .....	24
5.5 Vurdering av feilkilder .....	24
5.5.1 RPE-skalaen .....	24
5.5.2 Utvalget .....	24
5.5.3 Informasjon om testing .....	24
5.5.4 Utførelsen av testene .....	25
5.6 Oppsummering .....	26
6.0 Konklusjon .....	27
7.0 Litteratur .....	28

# 1.0 Innledning

Fysisk aktivitet og idrett er et stadig økende interessefelt i samfunnet. Vi har de siste årene opplevd en kraftig vitenskapeliggjøring av idrett, og det utvikles stadig ny viten på mange ulike områder. Ett av disse områdene er opplevd anstrengelse.

Kunnskap om hvordan man subjektivt oppfatter fysisk anstrengelse, kan bidra til å forbedre metoder for trening. I tillegg kan den forenkle beregning av intensitet, som vil være en fordel om man ikke har tilgang på pulsmålere.

Opplevd anstrengelse har i lang tid vært et tema som har interessert forskerne. Så tidlig som i 1834 utviklet Ernst Heinrich Weber metoder for å kvantifisere sensorisk opplevelse (brit.). I senere tid har det blitt forsket mye på dette temaet. I 1970 utviklet Gunnar Borg den velkjente Borg RPE- skalaen som beskriver graden av opplevd anstrengelse (Borg, 1998). I dag blir denne skalaen anvendt innen forskning på mange forskjellige felt. I tillegg brukes den blant annet på helsestudioer for nettopp å beregne intensiteten på treningen.

Forskning har vist at skalaen gir svært korrekte målinger, selv om den baserer seg på subjektive angivelser. I følge Borg (1998), er opplevd anstrengelse en konkret følelse som kan sammenlignes med oppfattelsen av farger eller smaken på mat. Skalaen har også en lineær sammenheng med hjertefrekvensen, noe som forklarer hvorfor den kan brukes til beregning av intensitet.

Men selv om Borg- skalaen har en nær forbindelse med intensiteten, er det grunn til å tro at opplevd anstrengelse på et gitt punkt vil variere etter varigheten på arbeidet.

For det første kan et lengre arbeid virke inn psykologisk. Man kan rett og slett oppleve kjedsomhet underveis, noe som særlig gjelder for utrente personer. I tillegg vil et lengre arbeid føre til et høyere energiforbruk, som igjen vil bidra til at glykogenlagrene i musklene blir mindre. Dette kan også påvirke opplevelsen av tretthet (Sahlin et. al, 1998). Andre forhold som trolig virker inn på opplevd anstrengelse ved lengre varighet, er for eksempel høyere kroppstemperatur og større væsketap.

Alle disse antagelsene gjør derfor at en sammenligning mellom varigheten til et gitt punkt og opplevd anstrengelse vil være et interessant tema.

## 1.1 Problemstilling

Opplevd anstrengelse har blitt utforsket i mange sammenhenger, men forbindelsen med varigheten av anstrengelsen har ikke blitt studert så nøye. Derfor har vi valgt følgende problemstilling:

- *Hvilken sammenheng er det mellom den opplevde anstrengelsen ved laktatterskelen og varigheten for å nå dette punktet?*

## 2.0 Teori

### 2.1 Tidligere forskning

Det gjennomføres årlig flere hundre studier som tar for seg opplevd anstrengelse (Borg og Kaijser, 2006). Tiltross for dette, er det lite som er gjort med hensyn til anstrengelsesopplevelsen og anstrengelsesvarighet i forhold til laktatterskel. Men det finnes mange studier som har sett på sammenhengen mellom RPE og ulike fysiologiske parametre som hjertefrekvens, laktatkonsentrasjon i blodet og oksygenopptak. Slike studier vil ha en relevans for denne oppgaven.

#### 2.1.1 Borgs RPE- skala

Hovedvariabelen i denne studien er angivelse av opplevd anstrengelse med Borgs 15 punkts RPE- skala (Borg, 1970). Borg- skalaen går fra 6 til 20, hvor 6 tilsvarer ”ingen anstrengelse” og 20 tilsvarer ”maksimal anstrengelse” (Figur 1).

En slik personlig vurdering vil tilsynelatende kunne gi uklare og varierende resultater, men allerede på 1800- tallet oppdaget man måter å kvantifisere sensorisk opplevelse. E.H. Weber fant ut at man kan regne ut den minste endringen i fysisk stimuli som fremstår for forsøkspersonen som ”så vidt merkbar”. Dette tallet kan så deles på selve stimuleringen, som for eksempel kan være belastning på en ergometersykkel, og dermed vil man få et tall som er konstant. Det tallet kan fortelle hvilken stimulus som må til for å gi ”så vidt merkbar” økning i stimuleringen uansett størrelse på stimuleringen. Denne utregningen kalles Webers lov (Noble og Robertson, 1996: 47).

Slike måter å kvantifisere sensorisk opplevelse ligger til grunn for Borg sitt arbeid. For å utvikle ny kunnskap om opplevd anstrengelse er det viktig å kunne skalere anstrengelsen (Noble og Robertson, 1996). En skala gir bedre grunnlag for analysering av data, og i tillegg vil det være lettere å se på sammenhengen med fysiologiske observasjoner.

S.S. Stevens beskrev i 1946 fire ulike typer skalaer og hvilke målenivå de hadde (Stevens, 1946). I arbeidet med statistiske analyser er det en fordel å vite hvilket målenivå skalaen har. Jo høyere målenivå, desto bedre og flere muligheter for analysering av data. For RPE- skalaen har målenivå vært et omdiskutert tema. Gamberale (1985 i: Noble og Robertson, 1996) hevdet

at denne skalaen ikke gir like intervaller mellom tallene i skalaen, noe som kun gir muligheter for analysering på ordinalnivå, som er det nest laveste nivået. Andre, blant annet Borg selv (Borg 1978 i: Noble og Robertson, 1996), hevder derimot at intervallene i skalaen er like og dermed gir et intervall- målenivå, som er det nest høyeste målenivået (Noble og Robertson 1996). Personlig er jeg enig med Borg på dette området. Det kommer av RPE- skalaens lineære sammenheng med hjerterefrekvens og oksygenopptak.

<b>6</b>	<b>No exertion at all</b>
<b>7</b>	<b>Extremely light</b>
<b>8</b>	
<b>9</b>	<b>Very light</b>
<b>10</b>	
<b>11</b>	<b>Light</b>
<b>12</b>	
<b>13</b>	<b>Somewhat hard</b>
<b>14</b>	
<b>15</b>	<b>Hard (heavy)</b>
<b>16</b>	
<b>17</b>	<b>Very hard</b>
<b>18</b>	
<b>19</b>	<b>Extremely hard</b>
<b>20</b>	<b>Maximal exertion</b>

*Figur 1. Borgs RPE skala. (Borg, 1998)*



Da Borg utviklet RPE- skalaen, hadde han et ønske om å kunne skalere intensiteten i fysisk aktivitet. Dette ville være en fordel for hjertepasienter og lignende, men også for vanlige folk. Dersom en pasient burde mosjonere med moderat intensitet, kunne man for eksempel anbefale en intensitet tilsvarende 12 på skalaen. I tillegg viste det seg at skalaen hadde en sterk korrelasjon med hjerterefrekvensen (Borg, 1998).

Spesielt med tanke på den subjektive vurderingen, bør man stille spørsmål ved reliabiliteten til bruken av RPE- skalaen. Men i følge Borg (1998: 31 min oversettelse), er ”den opplevde anstrengelsen en veldig konkret følelse som kan sammenlignes med surheten på en frukt eller fargen på en blomst”. I tillegg er det siden skalaen første gang ble presentert i 1970, gjennomført en rekke studier som bekrefter dens reliabilitet (Borg 1998, Chen et al 2002). Denne reliabiliteten forutsetter at riktig og nøyaktig instruksjon gis til forsøkspersonene hver gang.

### **2.1.2 Annen forskning**

I 2004 undersøkte Borg og Kaijser sammenhengen mellom de tre skalaene utviklet av Gunnar Borg (Borg og Kaijser, 2004). Her ble blant annet laktat og hjerterefrekvens også registrert, sammen med opplevd anstrengelse. Undersøkelsen ble foretatt på ergometersykkel med gradvis stigende belastning. Hjerterefrekvens og opplevd anstrengelse ble registrert hvert minutt og laktat hvert tredje minutt. En slik design ligner på det som ble brukt i denne oppgaven.

Nilsson et. al foretok i 2002 en studie av brytere, hvor laktatverdier i blodet og opplevd anstrengelse (RPE) ble målt i 94 kamper i løpet av et verdensmesterskap. De fant blant annet en sammenheng mellom RPE og varigheten på kampene, som ble delt inn i tre grupper; kort, vanlig og lang. De lengste kampene hadde klart høyest RPE (rundt 16 i gjennomsnitt), mens de korteste hadde lavest RPE med omkring 12 i gjennomsnitt. I tillegg var det en sammenheng mellom laktatverdiene og varigheten på kampene. Som med RPE var disse verdiene lavest i de korte kampene og høyest i de lengste.

I 2008 undersøkte Faulkner et. al sammenhengen mellom blant annet hjerterefrekvens og RPE i to konkurranser med ulik distanse og løypeprofil. Den første konkurransen var et 7 miles langt løp på flat vei, mens den lange bestod av et løp med ujevn løypeprofil på 13.1 miles. Tidsbruken var også omtrent det dobbelte i det lange løpet. I konkurransen som var på 7 miles

økte RPE raskest, men dersom RPE og % av den totale tiden ble sammenlignet, fant de ingen forskjell mellom de to ulike konkurransene. RPE som ble registrert ved målgang i den korte og den lange konkurransen var henholdsvis  $18,4 \pm 0,5$  og  $18,9 \pm 0,6$ .

Sjursen og Seiler (2003) sammenlignet løpshastighet, forskjellige fysiologiske parametre og RPE ved intervalltrening. Varigheten på intervallene var 1,2,4 eller 6 minutter, men den totale tiden med intervall var lik for alle (24 minutter). Alle intervallene skulle utføres med høyest mulig intensitet. Studiet viste blant annet at RPE økte jevnt utover i hver intervalløkt. I tillegg var RPE noe lavere ved slutten av 1- minutters intervallene, sammenlignet med de på 4 og 6 minutter.

Sammenhengen mellom økning i RPE og EMG (elektromyografi) på ergometersykkel ved ulike konstante belastninger, ble studert i juni 2010 av Fontes. et al. EMG viser hvor stor grad de brukte musklene er aktivert. Alle testene ble avsluttet når testpersonen ikke klarte å opprettholde tråkkfrekvensen. Ett av funnene de gjorde var at den minste belastningen (190 W), ga lavest økning i RPE, og den største belastningen (280 W) ga raskest økning i RPE. Men selv om de forskjellige belastningene ga ulik økning, endte alle opp på omtrent samme RPE- verdier tilslutt. Forskjellen var at testen på den laveste belastningen varte lenger.

Denne undersøkelsen viste også en klar sammenheng mellom økning i EMG og RPE, noe som tyder på at den opplevde anstrengelsen kan brukes som et indirekte mål på muskelaktivitet.

### **2.1.3 Sammenheng mellom laktat, VO<sub>2</sub> og RPE**

Noble et al. (1983 i: Noble og Robertson, 1996) undersøkte sammenhengen mellom opplevd anstrengelse og laktatverdier i blodet. Studien viste at RPE og laktat økte etter hvert som belastningen økte, noe som tyder på en sammenheng mellom disse to verdiene.

En annen undersøkelse utført av Løllgen et. al (1980 i: Noble og Robertson, 1996) viste blant annet at ved 70 % av VO<sub>2</sub>- maks lå laktatverdiene omkring 5 mmol/l. Ved samme prosentvise VO<sub>2maks</sub>- verdi, oppga testpersonene en RPE mellom 12 og 14. RPE ved belastning lik VO<sub>2maks</sub> ble oppgitt omkring 18, mens laktatverdiene ble målt til mellom 9 og 12 mmol/l. Borg et. al fant i 1987( i: Noble og Peterson, 1996) også en sammenheng mellom

laktatverdier og RPE. For laktatverdier mellom 2 og 4 mmol/l ble det oppgitt RPE- verdier fra omkring 12 til omkring 14.

Et problem som har vist seg i forbindelse med RPE- skalaen er at den ikke alltid gir nøyaktig samsvar med laktatakkumuleringen i blodet (Noble og Peterson, 1996). Laktatverdiene øker eksponentielt med belastningen, men RPE- skalaen har en mer lineær økning slik som hjertefrekvensen. Dette var noe av grunnen til at Borg også utviklet CR10 skalaen i 1982, nettopp for å få et bedre samsvar med laktatakkumuleringen (Borg, 1998).

## 2.2 Laktat

Laktat er et molekyl som dannes ved at hydrogenatomer fra NADH midlertidig binder seg til pyruvat (McArdle et. al, 2008). Pyruvat er produktet av glykolysen, som er første fasen i nedbrytingen av glukosemolekyl i cellene. Laktat produseres hovedsakelig dersom det er mangel på oksygen i cellen. Det vil si at når energibehovet i musklene er så stort at det ikke kan dekkes bare av aerobe prosesser, vil det ikke være nok oksygen tilgjengelig til å binde seg til hydrogenatomene fra NADH. Dermed vil hydrogenatomene binde seg til pyruvat og danne laktat.

Under hvile og moderat aktivitet dannes det som regel noe laktat, men da tilsvarer produksjonen av laktat eliminasjonen. Under denne typen aktivitet vil ikke laktat akkumuleres i cellen (McArdle et. al, 2008).

Men dersom belastningen overskrider en viss grense, vil ikke laktatkonsentrasjonen kunne stabilisere seg, og vil da stige helt til utmattelse. Den høyeste belastningen med stabil laktatkonsentrasjon kan dermed kalles *laktatterskelen*. En slik definisjon blir også brukt i denne oppgaven. Laktatterskelen ligger som regel mellom 70 – 90 % av det maksimale O<sub>2</sub>-opptaket (Bahr, 1991:27).

Det finnes flere ulike metoder å bestemme det eksakte punktet for laktatterskel, men i denne studien er terskelpunktet satt til å være 2 mmol/l over lavest målte verdi. I følge Mamen og Roland (2009), gir denne målingsmetoden verdier som ligger nærmest laktatterskelen ved bruk av *Lactate Pro LP1710 analyser*.

## 2.3 Oksygenopptak

Oksygenopptaket er et mål på hvor mye oksygen kroppen klarer å ta opp (Bahr, 1991), og måles som oftest i liter oksygen per minutt eller ml/ kg/ min. Det er hovedsakelig tre faktorer som påvirker opptaket: hjerterefrekvensen (HF), slagvolumet (SV) til hjertet og den arterielle-venøse O<sub>2</sub>- differansen, også kalt a-v O<sub>2</sub>- differansen. Denne oppgis som oftest i ml og forteller forskjellen på oksygenmengden i det arterielle og det venøse blodet.

Oksygenopptaket kan man finne ved å bruke Ficks ligning:  $VO_2 = HF \times SV \times a-v O_2$  differansen (McArdle, 2008).

I denne studien blir betegnelsen  $VO_{2peak}$  brukt på de høyeste opptaksverdiene som måles hos den enkelte forsøksperson.

### 2.3.1 Det akkumulerte oksygenopptaket

Den totale mengden oksygen som kroppen tar opp i løpet av et arbeid, kalles *det akkumulerte oksygenopptaket* (Bahr, 1991). Ved å summere det opptaket som registreres per minutt, kan man regne ut hvor mye oksygen kroppen har tatt opp. Denne verdien oppgis som regel i liter oksygen.

Ved bruk av det akkumulerte oksygenopptaket kan man også regne hvor mye energi som blir brukt i løpet av et arbeid. En vanlig metode er å regne ca 5 kcal per liter oksygen (McArdle et al, 2008).

## 3.0 Metode

### 3.1 Valg av metode

Den vitenskapelige metoden som anvendes i denne oppgaven er en form for empirisk kvantitativ forskningsmetode, og kalles en tverrsnittstudie. Tverrsnittstudier er datainnsamling hos et spekter av respondenter på et gitt tidspunkt (Befring, 2002). En slik forskningsmetode egner seg godt til undersøkelser om for eksempel fysisk aktivitet (kbp.no).

Metoden har sin bakgrunn fra kunnskapssynet *forklarende kunnskap*, eller bedre kjent som *positivisme* (Dalland, 2007). Positivismen er en del av den naturvitenskapelige tradisjon hvor man fokuserer det fysiske og målbare (Befring, 2002). Her er det sterkt krav om vitenskapelig rasjonalitet (Dalland, 2007: 48). I denne type forskning er det viktig at forskeren er objektiv og saklig. Her skal vurderinger og bedømmelser erstattes av målinger, og i tillegg må kunnskapen være troverdig og oppfylle kravene til validitet og reliabilitet (Dalland, 2007).

Karl Popper kom på 1950- tallet med et kritisk syn på positivismen. Han mente at man ikke kan finne en absolutt, objektiv sannhet på linje med det positivistene hevdet (Befring, 2002). I følge Popper (i: Befring, 2002) vil forskingen og kunnskapen gå fremover gjennom utprøving av hypoteser. Ved hjelp av testing og logisk kritikk vil man prøve å finne feil ved hypotesen. Dersom man finner feil vil hypotesen *falsifiseres*, og dermed forkastes den. Hvis ikke, verifiseres hypotesen og den nye kunnskapen blir gjeldende, inntil hypotesen eventuelt blir falsifisert basert på ny empiri. Denne forskningsmetoden kalles hypotetisk- deduktiv metode (Befring, 2002).

Med utgangspunkt i problemstillingen, er det en empirisk forskningsmetode som egner seg best for å kunne verifisere eller falsifisere hypotesen denne oppgaven er bygget på.

## 3.2 Forsøkspersoner

I denne studien deltok 7 fysisk aktive menn (2-5 treninger i uken med mosjonstrening). Gjennomsnittsverdier var følgende: alder  $24 \pm 2,89$  år, vekt  $77 \pm 5,0$  kg og høyde  $182,5 \pm 6,1$  cm. Flere av testpersonene hadde tidligere utført lignende undersøkelser som innebar løping på tredemølle, måling av oksygenopptak og laktatverdier i blodet.

## 3.3 Pilottest

I forkant av selve testingen ble det foretatt en *pilottest* for å prøve ut de protokollene som var planlagt. På denne måten fikk vi undersøkt om det var behov for endringer før den egentlige testingen begynte.

## 3.4 Prosedyre

Hver forsøksperson gjennomførte tre ulike protokoller. Etter et 10 minutters oppvarmingsdrag på 6 km/t, ble RPE og laktat målt hvert 5. minutt i alle protokollene. RPE ble registrert 30 sekunder før laktatverdiene ble registrert. Alle testene ble utført på tredemølle (Woodway PPS 55, Woodway GmbH, Weil am Rhine, Tyskland) med konstant 1, 5 % stigning. RPE ble registrert med Borgs 15 punkts RPE- skala (Borg, 1970). Skalaen var synlig for forsøkspersonen under hele testen. Laktatkonsentrasjonen i blodet ble målt med *Lactate Pro LP1710 analytator* (Arkray Inc, Kyoto, Japan). Utåndingsluften ble fortløpende analysert med en Meta- Max II metabolismeanalysator (*Cortex Biophysik, Leipzig, Tyskland*) og hjertefrekvensen med Polarutstyr (*Polar Electro OY, Kempele, Finland*).

Den første protokollen ble gjennomført til total utmattelse. Hensikten med denne protokollen var hovedsaklig å bestemme hastigheten ved laktatterskel (vLT), og å få en  $VO_{2peak}$  -verdi. Etter oppvarming økte farten 1, 5 km/t hvert 5. minutt til utmattelse. vLT ble beregnet med polynom regresjon.

De to andre protokollene bestod av løping til den utregnende vLT med enten 3 (kort protokoll), eller 6 (lang protokoll) fartsøkninger hvert 5. minutt fra 6 km/ t. Fartsøkningen til

de ulike protokollene fant vi ved å ta terskelfarten (vLT) til testpersonen, og så trekke fra 6 (som var oppvarmingshastigheten). Dette tallet delte vi på enten 3 eller 6, for å finne hvor mye farten skulle øke med hvert 5. minutt i de to forskjellige protokollene. Hvilken protokoll som skulle benyttes ble avgjort med loddtrekning første gang. Det var minst 20 timer restitusjon mellom hver test. I tillegg ble forsøkspersonene bedt om å holde seg borte fra utmattende fysisk aktivitet dagen før testing. De ble også bedt om ikke å innta mat den siste timen før testing.

### **3.5 Reliabilitet og validitet**

Innenfor all forskning stilles det krav til reliabilitet og validitet. Reliabilitet dreier seg om graden av målenøyaktighet eller målefeil (Befring, 2002). Validitet betyr at en test er gyldig, det vil si at den måler det vi ønsker den skal måle (Bahr, 1992).

For at dette prosjektet skal oppnå høyest mulig reliabilitet og validitet, var det viktig å være kritisk til målingene under hele testprosessen og ikke minst i analysen av dataene. Av den grunn har avvik, uhell og andre nevneverdige hendelser blitt loggført underveis i testingen.

Analysatorene som er benyttet har blitt nøye undersøkt (Medbø et. al 2000, Medbø et. al. 2002).

### **3.6 Statistiske analyser**

De statistiske analysene i denne studien ble utført i Excel 2007 (Microsoft Inc, Redmond, WA, USA). Kun parametrene oksygenopptak, hjertefrekvens og laktat ble analysert sammen med RPE- verdiene. Selv om det finnes andre relevante målinger ble disse fire ansett som de viktigste variablene med tanke på problemstillingen.

Parametrene ble sammenlignet mot seg selv i den korte og lange protokollen ved bruk av paret t- test. Signifikantnivået ble satt til ( $p \leq 0,05$ ). Resultatene er presentert som gjennomsnitt  $\pm$  standardavvik om ikke annet er nevnt.

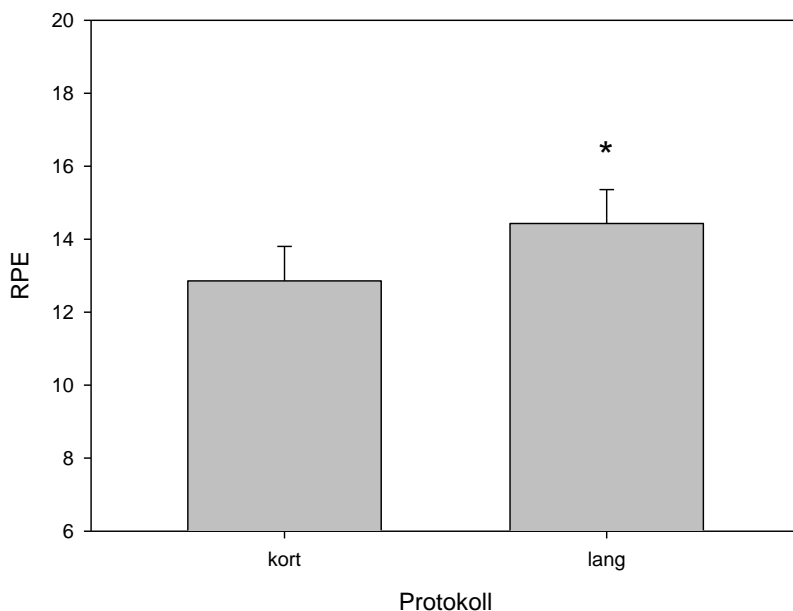
Følgende arbeidshypotese ble brukt som utgangspunkt for vår studie: ”Den opplevde anstrengelsen vil være høyere ved laktattærskelen dersom tidsbruken til dette punktet er lenger.”

## 4.0 Resultater

Resultatene i denne studien viser forskjeller mellom kort og lang protokoll i opplevd anstrengelse ( $p=0,004$ ). RPE-verdiene var betydelig lavere i den korte protokollen. For parametrene oksygenopptak, hjerterefrekvens og laktatkonsentrasjon ved terskelpunktet var det ikke signifikante forskjeller.

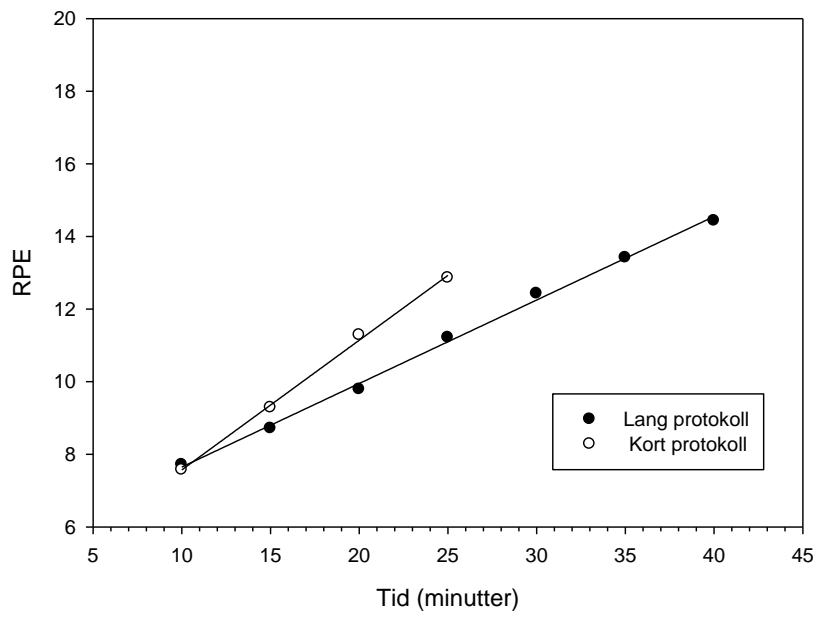
### 4.1 Opplevd anstrengelse (RPE)

Analysen viser en signifikant forskjell mellom opplevd anstrengelse på den korte og den lange protokollen. Gjennomsnittet for RPE i den korte protokollen var  $12 \pm 0,9$ , mens det var  $14,4 \pm 0,9$  i lang protokoll. Dette gir en signifikant forskjell  $p=0,004$ . Se figur 2.



Figur 2. Forskjeller i RPE ved terskelpunktet for kort (25 min varighet) og lang protokoll (40 min. varighet). \* viser til signifikant forskjell mellom gruppene,  $p<0,05$ .





*Figur 3. Stigning i RPE for kort og lang protokoll.*

## 4.2 Oksygenopptak

Resultatene viser en lineær sammenheng mellom RPE og oksygenopptak i alle protokoller.

For den lange protokollen var gjennomsnittlig oksygenopptak  $3,60 \pm 0,50$  l/min ved terskelpunktet. Tilsvarende verdi for kort protokoll var  $3,40 \pm 0,6$ . Denne forskjellen er ikke signifikant.

Den prosentvise andelen av  $VO_{2peak}$  ved terskelpunktet varierer noe mellom protokollene, men det var ikke signifikante forskjeller. Her var gjennomsnittet  $76,1 \pm 8,6$  % og  $81,2 \pm 10,3$  % for henholdsvis kort og lang protokoll.

Ved 100 % av  $VO_{2peak}$  var gjennomsnittet for RPE- verdiene  $18,1 \pm 0,3$ , og ved 75 % var de  $12,6 \pm 1,2$ .

### 4.2.1 Akkumulert oksygenopptak

Det gjennomsnittlige oksygenopptaket var  $60,4 \pm 9,65$  liter i kort protokoll, og  $104,85 \pm 13,10$  liter for den lange protokollen. Dette gir et omtrentlig energiforbruk på henholdsvis 300 og 500 kcal.

## 4.3 Hjerterefrekvens

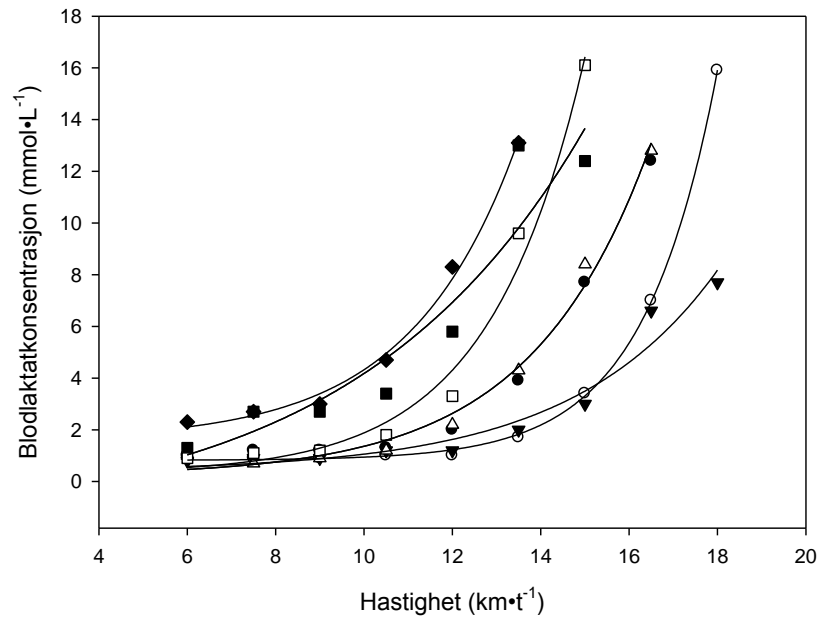
Hjerterefrekvensen ved terskelpunktet var heller ikke signifikant forskjellig. Gjennomsnittlig hjerterefrekvens var  $166,3 \pm 11,2$  slag/min i kort protokoll, og  $170 \pm 10,8$  slag/ min i lang protokoll.

Hjerterefrekvensen hadde en lineær økning sammen med RPE- verdiene i alle protokoller.

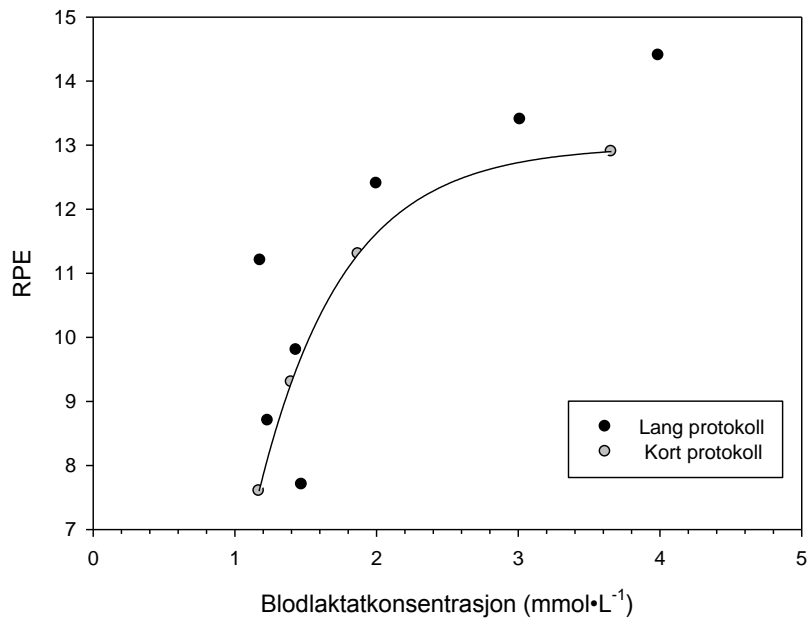
## 4.4 Laktat

Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i laktatverdier mellom protokollene.

Gjennomsnittlig blodlaktatkonsentrasjon ved terskelpunktet var  $3,7 \pm 1,7$  mmol/l for kort protokoll, og  $3,9 \pm 1,6$  mmol/l for den lange protokollen.



Figur 4. Laktatprofil for alle testpersonene



Figur 5. Forhold mellom RPE og laktatkonsentrasjon i de to protokollene.

## 5.0 Diskusjon

### 5.1 Hovedfunn

Hovedfunnene i denne studien viser en statistisk signifikant forskjell i opplevd anstrengelse mellom kort og lang testprotokoll. I tillegg ble det funnet tendenser til variasjon for variablene oksygenopptak, laktat, hjerterefrekvens og prosentvis andel av  $VO_{2peak}$ .

### 5.2 Opplevd anstrengelse (RPE)

Verdiene for opplevd anstrengelse ved laktatterskel var betydelig høyere i den lange protokollen.

#### 5.2.1 Varigheten på arbeidet

Våre funn tyder dermed klart på at den opplevde anstrengelsen påvirkes av varigheten på arbeidet som utføres: Lengre arbeidstid gir høyere angivelse av anstrengelse. Dette samsvarer med Nilsson et al (2002) sine funn, som blant annet sammenlignet varigheten på brytekamper og RPE under et verdensmesterskap. Kampene ble delt i tre; kort (ca 3 min), middels (ca 5 min) og lang (ca 7 min). Her viste resultatene at RPE var signifikant høyere i de lengste kampene.

Sjursen & Seiler (2003) har også funnet en forbindelse mellom varighet og den opplevde anstrengelsen. De undersøkte sammenhengen mellom blant annet RPE og intervaller med ulik lengde (1, 2,4 og 6 min). Den akkumulerte varigheten på intervallene var 24 min for alle testene. RPE ble oppgitt noe lavere på slutten av intervallene som varte i ett minutt, sammenlignet med de som varte i fire eller seks minutter.

Som i vår studie, viser altså resultatene til Nilsson et al og Sjursen & Seiler høyest RPE i det arbeidet som hadde lengst varighet. Men selv om disse resultatene samsvarer, vil de ikke direkte kunne sammenlignes med resultatene våre. Både for Sjursen & Seiler og Nilsson et al sine undersøkelser var det påkrevd *maksimal* innsats i alle testene. Mens i vår studie ble

testene (foruten den første) avsluttet da belastningen var tilsvarende laktatterskel. Tiltross for dette blir RPE oppgitt høyest i den lange protokollen.

### 5.2.2 Sammenheng med intensitet

Borgs RPE- skala har en lineær sammenheng mellom den opplevde anstrengelsen og intensiteten på arbeidet som utføres (Borg, 1998). For Borg var denne sammenhengen noe av målet med å lage skalaen. Da den ble utviklet, brukte Borg hjertefrekvensen som en sammenligningsparameter. For en gjennomsnittlig voksen person er hvilepuls omkring 60, og makspuls opp i mot 200. Dersom man deler disse tallene med ti, vil man se den nære forbindelsen med Borg- skalaen (Borg, 1998).

Fordi hjertefrekvensen har en nær forbindelse med oksygenopptaket, er det er også en klar sammenheng mellom oksygenopptaket og RPE- skalaen. Løllgen et. al (1980 i: Noble og Robertson 1996) fant blant annet at ved 70 % av  $VO_{2maks}$ , lå RPE- verdiene mellom 12 og 14. I vår studie fant vi lignende resultater, der RPE lå omkring 13 (noe hardt) da opptaket var ca 75 % av  $VO_{2peak}$ .

Som Borg og Løllgen et. al viste, har også våre resultater en sammenheng mellom intensiteten på arbeidet og den opplevde anstrengelsen: RPE- verdiene øker etter hvert som hjertefrekvensen og oksygenopptaket stiger.

Vi fant i tillegg en forskjell mellom de to testprotokollene. Den opplevde anstrengelsen hadde en høyere stigningsrate for RPE i kort protokoll, noe som samsvarer med funnene til Faulkner et. al (2008). De undersøkte sammenhengen mellom blant annet hjertefrekvensen og RPE i to konkurranser med ulik lengde, henholdsvis 7 og 13, 1 miles. Resultatene deres viste at den opplevde anstrengelsen økte hurtigst i den korte konkurransen.

Sammenhengen mellom RPE- verdiene og intensiteten, kunne dermed tilsi at den opplevde anstrengelsen er konstant ved samme ytre belastning. Funnene vi har gjort viser derimot at denne antagelsen ikke stemmer. Nettopp fordi verdiene vi sammenligner er registrert under lik ytre belastning, blir funnene våre ekstra interessante.

### 5.2.3 Det totale energiforbruket

Resultatene viser at det akkumulerte oksygenopptaket i kort protokoll er omkring 60 % av opptaket i lang protokoll. Det betyr at antallet kalorier som forbrukes også er forskjellig. Denne forskjellen i energiforbruk kan være med å forklare forskjellene i opplevd anstrengelse. Mengden glykogen i musklene (m. vastus lateralis) vil under sykling synke en fjerdedel etter omkring 20 minutter, og etter 40 minutter vil lagrene være mer enn halvert (McArdle et al 2008: 232). Ved løping vil også en tilsvarende reduksjon oppstå.

Mengden muskelglykogen er en viktig faktor i opplevelse av tretthet (Sahlin et. al, 1998). Det er rimelig å anta at våre forsøkspersoner har fått redusert sine muskelglykogenlagre under testene, siden det ikke var anledning til å tilføre næring underveis.

Mangel på energi er et velkjent problem i idrettsverden. Maratonløpere snakker om å ”møte veggen”, som beskrives som en ubehagelig følelse og kommer som regel på grunn av betydelig fall i mengden i glykogen i musklene (McArdle et al, 2008). Ingen av forsøkspersonene opplevde dette under testingen (som vi kjenner til), men vi ser likevel at energiforbruket kan ha påvirket den opplevde anstrengelsen.

Væsketap kan også påvirke anstrengelsesopplevelsen (McArdle et. al, 2008). Men i denne studien, grunnet den korte varigheten på testene, er det ikke grunn til å tro at mangelen på væske har vært stor nok til å påvirke anstrengelsen

### 5.2.4 Laktatkonsentrasjon

Noble et al. (1983 i: Noble og Robertson 1996) undersøkte blant annet sammenhengen mellom opplevd anstrengelse og laktatverdier i blodet. Studien viste at RPE økte etter hvert som laktatkonsentrasjonen økte.

Våre funn viser også en sammenheng mellom disse variablene, men den er ikke lineær. Tvert imot øker RPE kraftig ved laktatverdier mellom 1 og 2 mmol/l, deretter flater kurven ut. RPE- verdiene har således en lav økning etter laktatkonsentrasjonen overstiger 2 mmol/l. Disse funnene strider mot den generelle oppfatningen om laktat. Folk flest forbinder høy konsentrasjon av laktat med tretthet og ”stive” muskler.

Borg og Kaijser (2004) har også funnet sammenhenger mellom laktat og den opplevde anstrengelsen. De sammenlignet ulike skalaer for opplevd anstrengelse, hvor blant annet laktatkonsentrasjonen i blodet ble målt. Konsentrasjonen økte eksponentielt med intensiteten. Ved utmattelse lå laktatverdiene mellom 6 og 12 mmol/l og RPE opp mot 20. Dette stemmer rimelig godt med våre funn.

### **5.2.5 Andre forhold**

Psykologiske faktorer kan også være en av grunnene til at den opplevde anstrengelsen er høyere i lang protokoll. For det første fikk forsøkspersonene beskjed hvor lenge de skulle løpe før testen begynte. Denne informasjonen kan ha preget motivasjonen hos den enkelte, og dermed virket inn på angivelsen av anstrengelse. I tillegg kan selve varigheten ha vært en påkjenning i seg selv, særlig fordi ingen av testpersonene driver med løping til daglig. Blant annet hadde den lange protokollen flere fartsøkninger. Den nest siste hastigheten var derfor også nærmere den utregnede terskelhastigheten, noe som viser at i den lange protokollen brukte testpersonene mer tid på belastning i nærheten av laktatterskelen. Dette vil virke inn på anstrengelsesopplevelsen.

En annen årsak til forskjellen i RPE- verdier kan være dagsformen til forsøkspersonene. Siden testene ble utført i løpet av flere uker, er det usannsynlig at dagsformen har vært den samme under hver test. Sykdom, annen trening, matinntak eller sinnstilstanden er faktorer som helt klart kan være med å påvirke den opplevde anstrengelsen. For å minimere dette problemet, var rekkefølgen på testprotokollene randomisert, men det begrensede utvalget gjør likevel at dagsformsvariasjoner kan ha påvirket resultatene.

## **5.3 Oksygenopptak og hjerterefrekvens**

Analysen av dataene viste ikke signifikant forskjell i oksygenopptaket ved terskelpunktet mellom kort og lang protokoll. Det samme gjelder den prosentvise andelen av  $VO_{2peak}$ - verdiene. Men vi ser at endring i dataene fra en av forsøkspersonene kan bidra sterkt til å forandre skilnaden i oksygenopptaket mellom protokollene. Det viser noe av svakheten i denne undersøkelsen: Et større utvalg kunne bidratt til mindre usikkerhet på dette punktet.

Vi finner også samme tendensen til variasjon mellom protokollene for hjerterefrekvensen.

## **5.4 Laktat**

Resultatene våre viser at laktatkonsentrasjonen i blodet steg som en positivt økende funksjon av intensiteten. For de fleste forsøkspersonene var laktatverdiene stabile inntil et sted mellom 10 og 13 km/ t. Da økte verdiene kraftig helt til utmattelse (dette gjelder for den første testen; standardprotokollen). Slike funn samsvarer med tidligere forskning (Bahr, 1991, Borg og Kaijser, 2004).

Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i laktatverdier mellom testprotokollene.

## **5.5 Vurdering av feilkilder**

### **5.5.1 RPE-skalaen**

I følge Borg (1998), bør instruksjonen i bruken av RPE- skalaen være identisk hver gang. Den skal inneholde informasjon om graderingen på skalaen og ordene som beskriver de forskjellige tallene. I min studie fikk ikke alle testpersonene lik instruksjon, og i tillegg fikk de kun instruksjon før den første testen. Reliabiliteten kunne kanskje ha vært større dersom forsøkspersonene ble instruert i bruken av skalaen før hver test. På den måten ville detaljer ved skalaen blitt repetert og lagt nært i minne for testpersonene.

### **5.5.2 Utvalget**

Utvalget i denne studien er relativt lite, noe som skyldes praktiske begrensninger. Endringer i dataene for en kun person kan være med å forandre resultatene som gjelder for hele oppgaven. Derfor må man være forsiktig med å generalisere.

### **5.5.3 Informasjon om testing**

En annen mulig feilkilde er informasjon om testing. Testpersonene fikk noe diffuse forklaringer angående testforløpet. Basert på dialog med testpersonene i etterkant, viser det seg at flere av testpersonene hadde ved en av testene trent fotball noen timer i forkant av testingen. Dette tyder på for dårlig instruksjon med tanke på kravet om ingen utmattende



trening dagen før testing. Slik aktivitet bare timer før testingen kan påvirke resultatene, særlig den opplevde anstrengelsen på grunn av manglende hvile og restitusjon.

I tillegg har en av testpersonene spist mat i kort tid før testingen (ca 30 min), noe som også er et tegn på for dårlig instruksjon. Inntaket av mat kan gi en ”tung” følelse i kroppen, noe som altså kan være en feilkilde til RPE- verdiene.

#### **5.5.4 Utførelsen av testene**

Grunnet en regnefeil, utførte en av testpersonene kun fem fartsøkninger (og ikke seks) til terskelpunktet. Men RPE- verdiene hadde like variasjoner som hos de andre forsøkspersonene, derfor har vi valgt å bruke dataene i oppgaven. Det kan være verdt å nevne at RPE- verdiene er signifikant forskjellig også uten resultatene fra denne forsøkspersonen. Samme person mangler hjertefrekvensmålinger for hele den korte protokollen. Derfor ble hjertefrekvens- resultatene fra kort protokoll analysert med dataene fra de seks andre testpersonene.

Det har også oppstått noen små ”uhell” og episoder under selve testingen. En av forsøkspersonene snublet under oppvarmingen, men dette påvirket ikke de fysiologiske variablene så vidt vi kunne observere. Målingsutstyret forble riktig plassert på personen.

## 5.6 Oppsummering

Resultatene i denne studien viser at den opplevde anstrengelsen ikke har en konstant verdi ved laktatterskelfart, men at tiden det tar å nå terskelen er med å påvirke anstrengelsesopplevelsen. Arbeidshypotesen i oppgaven blir dermed verifisert. Men som Popper (i: Befring 2002) hevder, kan den bare være gjeldende inntil ny viten kommer frem.

For å forbedre kunnskapen om opplevd anstrengelse ytterligere, trengs derfor videre forskning. For eksempel hadde det vært interessant å se hvordan langdistanseløpere på elitenivå hadde opplevd de samme testene som vi har brukt. Kanskje forskjellene i opplevd anstrengelse ville vært mindre for en slik gruppe?

Tiltross for gjentatte søk i bibliotekets databaser, kan vi ikke finne noen studier som er utført på grunnlag av samme problemstilling som vi har. Opplevd anstrengelse har tilsynelatende blitt sett på som en konstant verdi, som ikke påvirkes av lengden på protokollen som utføres. Resultatene våre tyder altså på at en slik oppfatning ikke stemmer. For å gi et korrekt bilde av resultatene, burde man derfor i fremtiden presisere lengden på protokollen når RPE ved terskelpunktet skal angis.

Men det er flere svakheter ved denne studien som gjør at vi ikke kan være for bastante i konklusjonene. Det trengs derfor videre forskning for å styrke funnene som er gjort. Både et større utvalg og mer variasjon (alder, treningstilstand, kjønn osv) blant forsøkspersonene ville bidratt til en bedre forståelse.

## **6.0 Konklusjon**

Funnene i denne studien viser at det er en sammenheng mellom den opplevde anstrengelsen ved laktatterskelen, og tiden man bruker på å nå dette punktet. Testpersonene oppga RPE-verdier som var signifikant høyere i den lange protokollen sammenlignet med den korte. Den praktiske betydningen av dette funnet er at varigheten på protokollen også bør presiseres når resultatene presenteres.

## 7.0 Litteratur

- Bahr, R., Hallén, J., & Medbø, J. I. (1991). *Testing av idrettsutøvere*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Borg, E. & Kaijser, L. (2004). A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests. *Scand J Med Sci Sports*, 16, 57–69
- Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Champaign, IL, USA: Human Kinetics.
- Borg, G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehab Med*, 2, 92–98.
- Chen, M.J., Fan, X. & Moe, S.A. (2002). Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta analysis. *J Sports Sci*, 20, 873–899.
- Faulkner, J. Parfitt, G., & Eston, R. (2008). The rating of perceived exertion during competitive running scales with time. *Psychophysiology*, 45, 977–985
- Fontes, E. B., Smirmaul, B. P. C., Nakamura, F. Y., Pereira, G. Okano, A. H., Altimari, L.R., Dantas, J. L. & de Moraes, A. C. (2010). The Relationship Between Rating of Perceived Exertion and Muscle Activity During Exhaustive Constant-Load Cycling. *Int J Sports Med*, 31, 683–688
- Mamen, A. & Roland, T. (2009). Estimating the Maximal Lactate Steady State power from an Incremental Test Using Lactate Pro LP 1710. *International Journal of Applied Sports Science*, 1, 74–85.
- McArdle, W. D., Katch, F. I. & Katch, V. L. (2008). *Exercise Physiology*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins

- Medbø, J. I., Mamen, A., Holt Olsen, O., & Evertsen, F. (2000). Examination of four different instruments for measuring blood lactate concentration. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, *60*, 367–380.
- Medbø, J.I., Mamen, A., Welde, B., von Heimburg, E., & Stokke, R. (2002). Examination of the Metamax I and II oxygen analysers during exercise studies in the laboratory. *Scandinavian Journal of Clinical & Laboratory Investigation*, *62*, 585–598.
- Nilsson, J., Csereg, S., Gullstrand, L., Tveit, P. & Refsnes, P. E. (2002). Work-time profile, blood lactate concentration and rating of perceived exertion in the 1998 Greco-Roman wrestling World Championship. *Journal of Sports Sciences*, *20*, 939–945.
- Noble, B. J. & Robertson, R. J. (1996). *Perceived Exertion*. Champaign, IL, USA: Human Kinetics.
- Sahlin, K., Tonkonogi, M. & Söderlund, K. (1998). Energy supply and muscle fatigue in humans. *Acta Physiol Scand*, *162*, 261–266
- Seiler, S. & Sjursen, J. E. (2003). Effect of work duration on physiological and rating scale of perceived exertion responses during self-paced interval training. *Scand J Med Sci Sports*, *14*, 318–325.
- Stevens, S.S. (1946). On the Theory of Scales of Measurement. *Science*, *103*, 677–680
- Tverrsnittstudie. (2010). In Kunnskapsbasert praksis. Retrieved November 6, 2010, from Kunnskapsbasert praksis Online:  
<http://kunnskapsbasertpraksis.no/index.php?action=static&id=161>
- Weber's law. (2010). In Encyclopædia Britannica. Retrieved December 14, 2010, from Encyclopædia Britannica Online:  
<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/638610/Webers-law>

