

# Høgskolen i Innlandet

Fakultet for helse- og sosialvitenskap

Lars Østli Nymoen

Masteroppgave

## **Varying work intensity through an interval session accumulates more time $\geq 90\%$ of maximum oxygen uptake compared to constant intensity**

Varying work intensity through an interval session accumulates more time  $\geq 90\%$  of  
maximum oxygen uptake compared to constant intensity

Mastergrad i treningsfysiologi

2022

## Forord

Først og fremst vil jeg rette en stor takk til Bent R. Rønnestad for at vi fikk stå for planlegging og gjennomføring av prosjektet. Takk for gode samtaler, diskusjoner, tilbakemeldinger og veiledning under skriveprosessen. Og en stor takk til medstudent Ingvill Odden for strålende samarbeid underveis i prosjektet. Mange lange kvelder og mye frustrasjon, men det gikk til slutt.

Takk til Simen Næss Berge for hjelp i lab og med innhenting av hemoglobinmassemålinger. Og Joar Hansen for å ha gjort gjennomføringen litt lettere etter god opplæring gjennom flere år, og brannslukking i hektiske situasjoner.

Jeg vil også rette en takk til bachelor-studentene ved Høgskolen Innlandet avd. Lillehammer: Anders Sørensen, Torkil Rogneflåten, Andreas Øhrn, Halvor Taalesen Tjøntveit, Malin Aannestad, Martine Søgård Hasle, Maria Jacobsen og Aida Besic. Samt mine medstudenter for mange timer med seriøst arbeid på Montenegro.

En takk skal også sendes til NTG Lillehammer terrengsykkel/landevei og Olympiaparken for godt samarbeid og leie av lokaler til gjennomføring av prosjektet.

Til slutt vil jeg rette en stor takk til forsøkspersonene som meldte seg til å være med på vårt omfattende prosjekt, uten dere hadde det aldri gått!

Denne oppgaven blir sluttet på min utdanning her på Lillehammer, og jeg er godt fornøyd med denne reisen og for å ha vært meg selv 110%.

## Innhold

Forord.....	2
Sammendrag.....	5
1. Teori.....	6
1.1 VO <sub>2maks</sub> .....	6
1.2 Utnyttingsgrad.....	7
1.3 Arbeidsøkonomi.....	8
1.4 Trening på høy % av VO <sub>2maks</sub> for å øke utholdenhetsprestasjon.....	9
2 Introduksjon.....	12
Problemstilling:.....	13
Hypoteser:.....	13
3 Metode.....	14
3.1 Etisk godkjenning og søknader.....	14
3.2 Forsøkspersonene.....	14
3.3 Intervalløktene.....	15
3.4 Selvrappoertert trening.....	17
3.5 Testene.....	17
3.5.1 Beinpress.....	18
3.5.2 Test av utholdenhetsvariabler.....	19
3.5.3 40 minutter all-out.....	20
3.6 Prestasjonsindeks.....	20
3.7 Statistikk.....	21
4 Resultater.....	22
4.1 Tid (sekunder) $\geq 85$ , 90 og 95% av VO <sub>2maks</sub> per intervalløkt.....	22
4.2 VO <sub>2maks</sub> og W <sub>maks</sub> .....	23
4.3 Effekt ved 4 mmol [La <sup>-</sup> ], GE og 15 minutter all-out.....	23
4.4 40 minutter all-out og beinpresstest.....	25
4.5 Prestasjonsindeks.....	26
5 Diskusjon.....	27
5.1 Tid $\geq 90\%$ av VO <sub>2maks</sub> .....	27
5.2 Intensitetsstyring.....	29
5.3 Tradisjonell organisering.....	30
5.4 Nivåforskjeller.....	32
Metodiske betraktninger.....	32
Praktiske vurderinger.....	32

6 Konklusjon .....	33
Perspektiver .....	33
7 Referanseliste: .....	34

## Sammendrag

**Formål:** Formålet med denne studien var å undersøke hvilken påvirkning utforming av arbeidsintensiteten underveis i to intervallprotokoller hadde på tid  $\geq 90\%$  av maksimalt oksygenopptak ( $VO_{2maks}$ ), når gjennomsnittlig arbeid var det samme. Videre undersøke hvordan dette påvirket prestasjonsvariabler.

**Metode:** 25 trente syklister (22 menn og 3 kvinner) med gjennomsnittlig  $VO_{2maks}$  ved pretest på  $66,5 \pm 7,0$  mL/min/kg ble rekruttert til studien. I tilfeldig rekkefølge ble 2 ulike øktedesign gjennomført, begge organisert som fem 8 minutters arbeidsperioder; i) 8 minutter med vekselvis 30 sekunder arbeid og 15 sekunder aktiv pause på hhv. 118%/60% av gjennomsnittlig effekt på en 40 minutter all-out test ( $40min_{effekt}$ ) (30/15), ii) 8 minutter på 100% av  $40min_{effekt}$  (FLAT). Det ble målt oksygenopptak ( $VO_2$ ) under alle arbeidsperioder på alle økter. Hvert øktedesign besto av 7 økter som ble gjennomført over 3 uker.

**Resultat:** 30/15 akkumulerte signifikant mer tid på  $\geq 90\%$  av  $VO_{2maks}$  ( $p = 0,013$ ) med  $625 \pm 633$  sekunder sammenlignet med  $476 \pm 601$  sekunder for FLAT, med påfølgende høyere gjennomsnittlig  $VO_2$ , hjerterefrekvens, opplevd anstrengelse,  $[La^-]$  og opplevd anstrengelse av hele økta. Det ble ikke sett noen forskjell i prestasjonsvariabler mellom protokollene, men beregnet effektstørrelse (ES) viste liten effekt i favør 30/15 på effekt ved 4 mmol  $[La^-]$  fra pre til post.

**Konklusjon:** 30/15 fører til mer akkumulert tid  $\geq 90\%$  av  $VO_{2maks}$  sammenlignet med FLAT. Begge protokollene førte til like endring i utholdenhetsvariablene, men det ble sett en liten ES i effekt ved 4 mmol  $[La^-]$  i favør 30/15.

# 1. Teori

Det er liten tvil om at sykkel er en kompleks idrett, med mange ulike grener og disipliner. Blant de egenskapene en syklist må inneha, på tvers av alle utholdenhetspregede grenene, er den aerobe kapasiteten viktigst.

Denne teoridelen vil ta for seg de viktigste faktorene som er med på å bestemme en syklists utholdenhetsprestasjon. Det er gjennomført utallige studier på ulikt trente personer og ulike typer arbeidsintervaller. Denne oppgaven vil i hovedsak ta for seg trente til elite utøvere og ulike former for intervalltrening. Deretter undersøke hvordan arbeidsperiodene er organisert, for å akkumulere mest mulig tid  $\geq 90\%$  av maksimalt oksygenopptak ( $VO_{2maks}$ ).

Det er i hovedsak tre faktorer som er med på å bestemme utholdenhetsprestasjonen;  $VO_{2maks}$ , arbeidsøkonomi og utnyttingsgrad (Bassett & Howley, 2000; Jones & Carter, 2000). Hvis en av disse faktorene øker, vil en i teorien være i stand til å utføre et arbeid over lengre tid på en gitt belastning, eller utføre et større arbeid på en gitt tid (Jones & Carter, 2000).

## 1.1 $VO_{2maks}$

Innen utholdenhetstrening er en økning i  $VO_{2maks}$  den vanligste måten å definere om et treningsstimuli har gitt effekt, fordi den setter en grense for utholdenhetsprestasjon (Bassett & Howley, 2000).  $VO_{2maks}$  blir påvirket av fire faktorer: lungene, (hjertet herunder minuttvolum), blodet og skjelettmusklene (Bassett & Howley, 2000; Tønnessen & Rønnestad, 2018). Transporten av oksygen starter i lungene med gassutveksling, og ved lav belastning eller i hvile blir blodet tilnærmet fullstendig mettet (~98%) med oksygen (Mortensen et al., 2005). Ved høy intensitet faller metningsgraden til 90-95%, som kan argumenteres for å være en begrensende faktor for godt trente individer (Mortensen et al., 2005). Grunnen til at metningsgraden i blodet faller ved høy anstrengelse er at minuttvolumet øker, noe som reduserer diffusjonstiden fra lunger til blodet (Dempsey et al., 1984).

Det har blitt undersøkt om oksygenberiket luft (26% oksygen) tilført ved maksimal anstrengelse ville føre til forbedring i  $VO_{2maks}$  hos godt trente og normalt trente personer. Det ble observert at  $VO_{2maks}$  steg fra 70 mL/min/kg i normal luft (21% oksygen) til 74 mL/min/kg i den oksygenberikede luften (Powers et al., 1989). Disse forbedringene ble ikke sett hos de normalt trente personene. Dette kan tyde på at lungene og diffusjonskapasiteten kan være en begrensende faktor, men kun for godt trente utøvere.

Hjertets evne til å pumpe blodet ut til de arbeidende musklene per minutt defineres som minuttvolumet (MV) (hjertefrekvens (HF) x slagvolum (SV)) (Lundby & Robach, 2015). Beregninger tilsier at MV og blodets evne til å binde oksygen står for ~75% av begrensningen for  $VO_{2maks}$  nedstrøms for lungene (Bassett & Howley, 2000; di Prampero, 2003). Blodets evne til å transportere oksygen avhenger i stor grad mengden hemoglobin (Lundby & Robach, 2015; Bassett & Howley, 2000; Montero & Lundby, 2018). Hemoglobin er proteinet som binder oksygen, som vi finner inne i de røde blodcellene og er sett å være prestasjonsfremmende (Tønnessen & Rønnestad, 2018; Heinicke et al., 2001). Dette støttes av Jacobs et al. (2011) som fant en sterk sammenheng mellom prestasjon og hemoglobinmasse, ved å undersøke 16 syklister på 26 km tempo på sykkel og  $VO_{2maks}$ . Det er observert økning i PV ved utholdenhetstrening etter kort tid (Sawka et al., 2000; Montero & Lundby, 2018; Skattebo et al., 2020), dette fordi væske blir holdt tilbake i kroppen som følge av utholdenhetstrening, og videre øker plasmavolum (Convertino et al., 1980). Hos utrente ser det ut til at en økning i plasmavolum alene, uten en økning i volum av røde blodceller kan føre til økning i  $VO_{2maks}$ . Dette er ikke observert hos trente utøvere, fordi de har et høyt plasmavolum i utgangspunktet (Laursen & Jenkins, 2002). Det er sannsynlig at et økt plasmavolum kan stimulere til økt produksjon av oksygentransporterende røde blodceller (Montero & Lundby, 2018).

## 1.2 Utnyttingsgrad

En belastning som tilsvarer  $VO_{2maks}$  kan ikke opprettholdes spesielt lenge (5-7 minutter) (Mortensen et al., 2005). Hvis en konkurranse varer lengere enn dette, vil det være fordelaktig å kunne utnytte seg av en så høy prosentandel av  $VO_{2maks}$  som mulig. Dette kalles i de fleste tilfeller utnyttingsgraden. Utnyttingsgraden sier noe om i hvor stor grad en utøver klarer å benytte seg av sin egen  $VO_{2maks}$ , dette blir som oftest uttrykt som en prosentandel av  $VO_{2maks}$ . Det er tidligere sett en god sammenheng mellom utnyttingsgrad og arbeidsbelastning på blodlaktatterskel (Bassett & Howley, 2000; Lundby & Robach, 2015). Teorien bak denne sammenhengen er at når energiomsetningen øker ved et arbeid er oksygenopptaket ved laktatterskel på det nivået hvor homeostasen blir forstyrret tilstrekkelig til at glykogenforbruket og laktatproduksjonen tydelig øker (Coyle, 1999). Hvis man øker blant annet de aerobe enzymene og antallet mitokondrier, vil man kunne arbeide på en høyere  $VO_2$  før dette inntreffer (Bassett & Howley, 2000; Coyle, 1999). Utrente personer har lavere utnyttingsgrad (~60% av  $VO_{2maks}$ ) enn trente, som kan ha opp mot ~70-95% av  $VO_{2maks}$

(Lundby & Robach, 2015). Det er flere måter å vise utnyttingsgrad på, en av dem er for eksempel å måle oksygenopptaket ved 4 mmol [La<sup>-</sup>], som blir gjort i denne oppgaven (Bassett & Howley, 2000; Sjødin & Jacobs., 1981).

Hastigheten på 4 mmol [La<sup>-</sup>] er sett å ha en sterk korrelasjon med hastighet på maraton (Farrell et al., 1979; Sjødin & Jacobs 1981). De observerte også at desto lengere distansen ble jo lavere ble utnyttingsgraden. Sjødin & Jacobs, (1981) konkluderte samtidig med at høy prosent type-I muskelfibre og kapillærtetthet også korrelerte med hastigheten på maraton.

Kapillærtettheten er observert å kunne påvirke tiden til utmattelse på 88% av VO<sub>2maks</sub> hos syklister som i utgangspunktet hadde lik VO<sub>2maks</sub> (Joyner & Coyle, 2008). Høyere muskelkapillærtetthet sørger for kortere avstand og større overflate mellom blodet og muskelfibrene, slik at mer oksygen kan diffundere til musklene og avfallsprodukter motsatt vei (Coyle, 1999; Basset & Howley, 2000; Joyner & Coyle, 2008).

Kontinuitet i trening over flere år er trolig viktig for å forbedre i utnyttingsgraden (Rønnestad & Tønnessen, 2018). En tidligere studie med over 100 unge skiløpere observerte dette, og observerte en forbedring i utnyttingsgraden fra ~73 til ~78 % over en 4 års periode (Rusko, 1987).

### 1.3 Arbeidsøkonomi

Mens VO<sub>2maks</sub> og utnyttingsgrad sier noe om hvor mye oksygen kroppen bruker til enhver tid, sier arbeidsøkonomien noe om hvor mye oksygen som kreves ved et gitt arbeid (Rønnestad & Tønnessen, 2018). Innenfor sykling brukes ofte «gross efficiency» (GE) som mål på arbeidsøkonomien, og det er dette målet som blir brukt i denne oppgaven. Det uttrykker hvor stor del av den totale energiomsetningen som går med til å skape en ytre effekt, og vises oftest som en prosent (Hopker et al., 2009). GE er sett å ligge på mellom 18-23% hos godt trente syklister (Coyle et al., 1992). Flere faktorer er med å bestemme arbeidsøkonomien, blant dem er andelen energieffektive type I-muskelfibre (Coyle, 1995; Coyle et al., 1992; Bottinelli & Reggiani, 2000). Godt trente utholdenhetsutøvere ser ut til å ha større andel type-I fibre enn type-II, og har med det også bedre arbeidsøkonomi (Joyner & Coyle, 2008). Horowitz et al, (1994) undersøkte en homogen gruppe godt trente syklister med en stor andel type-I fibre (~73%) mot en gruppe med færre (~48%) og så en positiv korrelasjon mellom større andel type-I fibre og GE. Videre har Jeukendrup et al, (2000) beregnet seg til at 1% forbedring i arbeidsøkonomien til en elitesyklist på 70 kg med funksjonell terskeeffekt (FTP) på 1 time på



400W førte til 48 sekunder forbedring på 40 kilometer tempo. En høy arbeidsøkonomi har mye å si for prestasjon, noe som støttes av Coyle (1995) som observerte at en høy arbeidsøkonomi er vist å kunne gjøre opp for en lavere  $VO_{2maks}$  hos eliteutøvere.

I likhet med utnyttingsgraden ser det ut til at arbeidsøkonomien tar tid å forbedre, med små prosentpoengs økning i løpet av et år (Joyner & Coyle, 2008; Tønnessen & Rønnestad, 2018).

#### 1.4 Trening på høy % av $VO_{2maks}$ for å øke utholdenhetsprestasjon

Det er tidligere gjennomført mange studier der ulike utformingen av intervalløkter er prøvd ut, denne oppgaven vil i hovedsak ta for seg ulike design innad i arbeidsperiodene i en intervalløkt for å øke tid  $\geq 90\%$   $VO_{2maks}$ . Høyintensitetstrening (HIT)-økter er av mange sett på som en av de bedre og mest effektive måten å forbedre prestasjon på (Midgley et al., 2006; Tønnessen & Rønnestad, 2018; Buchheit & Laursen, 2013; Billat, 2001). Det er godt kjent at trening er å utsette kroppens systemer for et arbeid, slik at den ved en senere anledning vil kunne utføre samme type arbeid på en mer effektiv og bedre måte (Caspersen et al., 1985). Utfordringen er å vite hvor mye stress som skal tilføres for å få den beste effekten på prestasjonsvariabler. Det har blitt foreslått at å akkumulere lengst mulig tid på en høy prosent av  $VO_{2maks}$ , gir de beste tilpasningene (Wenger & Bell, 1986; Midgley et al., 2006; Buchheit & Laursen, 2013). For å oppnå forbedring må intensiteten på treningen overskride  $50\%$   $VO_{2maks}$  (Gaesser & Rich, 1984; Davies & Knibbs, 1971). Nyere studier tilsier at de beste tilpasningene skjer  $\geq 90\%$   $VO_{2maks}$ . (Wenger & Bell, 1986; Buchheit & Laursen, 2013; Turnes et al., 2015; Midgley et al., 2006). Overskrider intensiteten  $VO_{2maks}$  vil en ikke oppnå et stort nok volum til å få de samme adaptasjonene (Wenger & Bell, 1986). Det kan argumenteres for at kun intensitet nær  $VO_{2maks}$  er et godt nok stimuli for adaptasjoner i hjertemuskulaturen og for at både type-I og type-II fibre skal rekrutteres, noe som fører til adaptasjoner i begge fibertyper (Gollnick et al., 1974; Altenburg et al., 2007; Midgley et al., 2006). Likevel foreslår MacDougall & Sale, (1981) at en intensitet på  $\sim 75\%$   $VO_{2maks}$  er godt nok for adaptasjoner i hjertemuskulaturen, som direkte er med på å påvirke SV. Økt kapillærtetthet er også sett å bli påvirket ved utholdenhetstrening, og øker ytterligere ved økt intensitet (Midgley et al., 2006).

En intensitet på  $\geq 95\%$  av hastighet eller effekten ved  $VO_{2maks}$  ( $p/vVO_{2maks}$ ) er anbefalt for å akkumulere tid på  $VO_{2maks}$ , men er sjeldent gjennomførbart over tid når  $VO_{2maks}$  ikke kan opprettholdes i mer enn 5-7 minutter (Mortensen et al., 2005; Buchheit & Laursen, 2013).

Likevel er det undersøkt om en varierende intensitet styrt av  $p/vVO_{2maks}$  kan være en metode å komme rundt dette på (diskuteres senere). Vanligvis utføres HIT-økter som intervaller, hvor en lavere  $p/vVO_{2maks}$  er anbefalt ( $\geq 90\%$ ), grunnet utviklingen av en  $VO_2$  slow component ved flere repeterte arbeidsperioder (Astrand et al., 1960). Dette indikerer at det ikke er nødvendig å arbeide på  $v/pVO_{2maks}$  for å opparbeide tid på  $VO_{2maks}$ , men heller en prosent (Astrand et al., 1960). Likevel observerte Millet et al, (2003) på 7 godt trente triatleter at spesielt de som hadde en tregere  $VO_2$  kinetikk dro nytte av en høyere intensitet. De sammenlignet repeterte 30 sekunders arbeidsperioder på enten 100% eller 105% av  $vVO_{2maks}$ .

Stepito et al, (1999) sammenlignet 5 forskjellige intervallformer med ulike prosenter av peak power output (PPO), fra 175% til 80% og arbeidsperioder fra 30 sek til 8 minutter. De observerte en signifikant forbedring i tid på 40 km time-trail hos gruppen som trente på 85% PPO med arbeidsperioder på 4 minutter. Det er uklart hvilken prosent av  $VO_{2maks}$  85% PPO tilsvarer, men de antyder at i gjennomsnitt gjennomføres en 40 km TT på en prosent av  $VO_{2maks} \geq 90\%$  (Stepito et al., 1999). Antall forsøkspersoner i denne studien var lavt, med 4 i hver gruppe, men det kan likevel gi en liten indikasjon. Andre studier har undersøkt om varierende belastning innad i arbeidsintervallen kan påvirke prestasjonsvariabler (Bossi et al., 2020; Rønnestad et al., 2020; Rønnestad et al., 2015; Billat et al., 2013; Turnes et al., 2015).

Det har blitt undersøkt av Billat et al, (2013) om en varierende testprotokoll vil gi mer tid  $\geq 95\% VO_{2maks}$  enn ved en konstant protokoll som tilsvarte den laveste effekten sett å oppnå  $VO_{2maks}$  ( $PVO_{2maks}$ ). Den varierende protokollen brukte  $PVO_{2maks}$  som utgangspunkt for belastningen og justert ned/opp for å opprettholde  $>95\% VO_{2maks}$ . Protokollen ble avsluttet hvis  $VO_2$  falt under  $95\% VO_{2maks}$  eller til utmattelse. I motsetning var den konstante protokollen satt til  $PVO_{2maks}$  og utført til utmattelse. Den variable protokollen førte til signifikant mer tid  $\geq 95\% VO_{2maks}$ , enn ved konstant belastning og de konkluderte med at ved variabel intensitetsstyring er det mulig og oppnå over 15 minutter  $\geq 95\% VO_{2maks}$  (Billat et al., 2013). Funnene er i tråd med nyere studier som også sammenlignet variabel intensitet og konstant belastning innad i arbeidsperioden (Rønnestad et al., 2015; Rønnestad et al., 2020; Bossi et al., 2020; Turnes et al., 2015). Zadow et al, (2015) observerte mer tid  $\geq 85\% VO_{2maks}$  ved bruk av all-out start på 3 minutters intervaller, sammenlignet med en konstant intensitet som var basert på gjennomsnittet fra all-out økten. Dette tilsier at selv ved lik gjennomsnittseffekt vil den høye intensiteten i starten av draget føre til en forhøyet  $VO_2$  gjennom resten av arbeidsperioden.

Rønnestad et al, (2015) undersøkte om korte arbeidsperioder (3x(13x30 sekunder)) ga større forbedringer i prestasjon enn lengre arbeidsperioder (4x5 minutter) over en 10 ukers periode. De observerte en større økning hos gruppen som gjennomførte korte arbeidsintervaller i  $VO_{2maks}$ , maksimal aerob effekt ( $W_{maks}$ ) og gjennomsnittlig effekt på 40 minutter time-trail enn lange arbeidsperioder. Også over en 3 ukers periode ble det sett større forbedringer i prestasjon i favør korte arbeidsperioder (Rønnestad et al., 2020). Begge studiene ble gjennomført på godt trente eller elite-syklister. Det er samtidig usikkert hvilken prosent av  $VO_{2maks}$  som ble oppnådd i disse studiene, men ved høyere intensitet vil naturlig nok en høyere prosent av  $VO_{2maks}$  nås (Buccheit & Laursen, 2013). Det støttes av en annen studie av Rønnestad & Hansen, (2013) som så høyere tid  $\geq 90\%$  av  $VO_{2maks}$  ved bruk av 30 sekunders arbeidsperioder sammenlignet med  $\sim 3 - 4,5$  minutter på maksimal aerob effekt. Almquist et al, (2020) undersøkte i likhet med Rønnestad et al, (2015) hvordan 2 forskjellige intervallprotokoller påvirket tid  $\geq 90\%$  av  $VO_{2maks}$  og observerte 54% mer tid  $\geq 90\%$  av  $VO_{2maks}$  ved bruk av korte arbeidsperioder (3x(13x30 sekunder)). De konkluderte med at korte arbeidsperiode var assosiert med større responser på fysiologiske og endokrine faktorer. Arbeidsperioder mellom 30 og 60 sekunder er rapportert å gi mer tid  $\geq 90\%$  av  $VO_{2maks}$  enn både 15 sekunder og konstant belastning på en intensitet tilsvarende  $VO_{2maks}$  (Rozenek et al., 2007; Buchheit et al., 2013; Wakefield & Glaister, 2009). Lignende funn med intensitet på  $v/pVO_{2maks}$  ga større fremgang på prestasjonsvariabler og mer tid på  $VO_{2maks}$  enn lengre arbeidsperioder støttes også av Turnes et al, (2015). Også Bossi et al, (2020) observerte mer tid på  $VO_{2maks}$  ved varierende arbeidsintensitet sett opp mot konstant arbeidsintensitet, det skal nevnes at dette kun var akutt under en økt. Det er likevel sett at 15 sekunders arbeidsperioder akkumulerer mer tid både på  $VO_{2maks}$  og mellom 90 og 100% av  $VO_{2maks}$ , hvis intensiteten ligger på 110-120% av maksimal aerob hastighet sammenlignet med kontinuerlig arbeid på 100% (Dupton et al, 2002).

## 2 Introduksjon

Utholdenhetsprestasjon bestemmes av en rekke faktorer (Bassett & Howley, 2000; Lundby et al., 2017). Det er i dag mange forskjellige intervallprotokoller som brukes av utholdenhetsutøvere, og det er en stor interesse blant utøvere og trenere for å optimalisere intervalløktene for å oppnå et høyt stimuli som mulig for å utvikle utholdenhetsprestasjonen. Man har visst lenge at submaksimal kontinuerlig trening øker utholdenhetsprestasjon, men det er mye som tyder på at for allerede godt trente individer trengs ytterligere stimuli (Laursen & Jenkins, 2002). Intervalltrening som HIT har en rekke ganger vist å være en god måte å gjøre nettopp dette på (Rønnestad et al., 2015; Wenger & Bell, 1986; Midgley et al., 2006; Smith et al., 1999; Esfarjani & Laursen, 2007). Når vi da vet at utholdenhetsprestasjon avhenger av mange faktorer, vil det være svært gunstig for utholdenhetsutøvere å vite hvordan de skal organisere intensiteten i arbeidsperiodene på. Og på den måten oppnår et så stort treningsstimuli på den totale utholdenhetsprestasjonen.

Med denne kunnskapen er det en del studier som tyder på at det kan være fordelaktig å ligge på en intensitet som akkumulerer tid  $\geq 90\%$   $VO_{2maks}$  underveis i arbeidsintervallene (Bossi et al., 2020; Buchheit et al., 2013; Wenger & Bell, 1986, Rozenek et al., 2007; Turnes et al., 2015). Studiene er gjennomført forskjellig, men kortere arbeidsperioder med høy intensitet ser ut til å være en fellesnevner. Rønnestad et al, (2015; 2020) har en rekke ganger funnet fremgang i prestasjonsvariabler ved bruk av 30 sekunders arbeidsperioder. Dette underbygges av Rønnestad & Hansen, (2013) som observerte mer akkumulert tid  $\geq 90\%$   $VO_{2maks}$  også ved bruk av 30 sekunders arbeidsperioder sammenlignet med lengre kontinuerlige arbeidsperioder. Billat et al, (2013) undersøkte om det lot seg gjøre å opprettholde  $VO_{2maks}$  over en lengre periode hvis arbeidsperioden var styrt av  $VO_{2maks}$ , sammenlignet med den laveste effekten på  $VO_{2maks}$  ( $PVO_{maks}$ ). De observerte at hvis arbeidsperioden var styrt etter  $VO_{2maks}$  kunne forsøkspersonene opprettholde  $VO_{2maks}$  seks ganger så lenge. Funn fra Bossi et al, (2020) tyder også på at godt trente syklister oppnår mer tid  $\geq 90\%$   $VO_{2maks}$  hvis arbeidsintensiteten varieres underveis i draget. I denne studien observerte de i tillegg lik opplevd anstrengelse, [La.] og gjennomsnittlig HF, hvilket tyder på at arbeidet som ble utført kan sammenlignes. Buchheit et al, (2013) konkluderer med at en intensitet på 100-120% av hastigheten assosiert med  $VO_{2maks}$  er optimalt for å akkumulere tid på  $VO_{2maks}$ .

Det foreligger ikke mye forskning på akkurat denne type variasjon i arbeidsbelastning og da heller ikke over en lengre periode, noe som gjør det interessant å se på. Typisk blir det sett forbedring i  $VO_{2maks}$  etter 2-4 uker (MacInnis & Gibala, 2017). Det er få eller ingen studier på

dette feltet som varer  $>2$  uker og som har målt  $VO_2$  på alle øktene i perioden. Derfor vil vi i denne studien se nærmere på om det utgjør en forskjell på tid  $\geq 90\%$   $VO_{2maks}$  og prestasjonsvariabler. Dersom en gjennomfører 7 økter med  $5 \times 8$  minutters arbeidsperioder på 100% av gjennomsnittlig effekt på en 40 minutter all-out test ( $40min_{effekt}$ ). Den eneste forskjellen på utformingen av øktene er organiseringen av intensiteten underveis i arbeidsperioden. Enten: i) 8 minutter med vekselvis 30 sekunder arbeid og 15 sekunder aktiv pause på hhv. 118%/60% av  $40min_{effekt}$  (30/15). ii) 8 minutter på 100% av  $40min_{effekt}$  (FLAT).

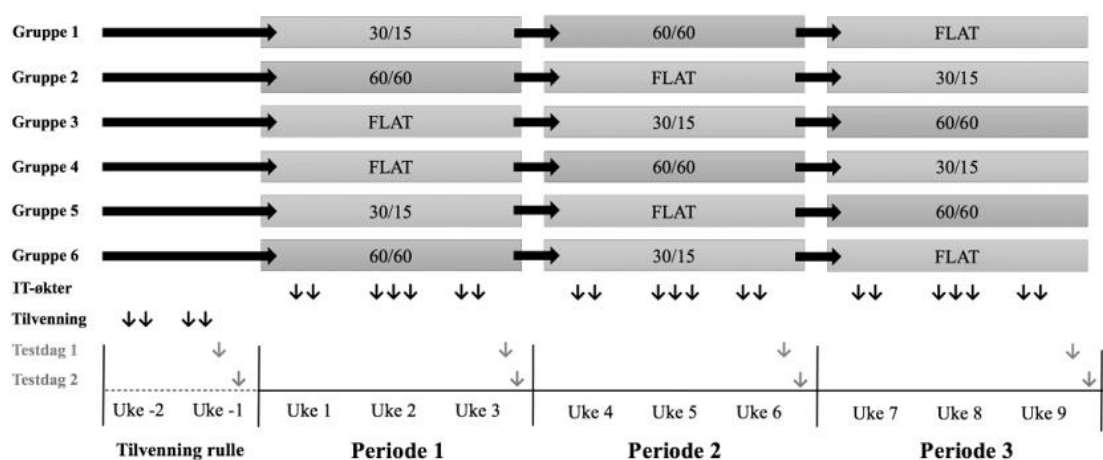
**Problemstilling:** Har varierende intensitet underveis i arbeidsintervallen noe å si for akkumulert tid  $\geq 90\%$   $VO_{2maks}$ , og videre prestasjonsforbedringen hos trente syklister over en tre ukers periode?

**Hypoteser:**

1. "Tre uker med 30/15 intervaller akkumulerer mer tid  $\geq 90\%$   $VO_{2maks}$  enn en tradisjonell intervallprotokoll (FLAT)".
2. "Tre uker med 30/15 intervaller fører til større fremgang i utholdenhetsvariabler enn en tradisjonell intervallprotokoll (FLAT)".

### 3 Metode

Denne oppgaven er en del av en større studie ved Høgskolen Innlandet hvor målet var å undersøke om forskjellig design underveis i arbeidsperiodene i en intervalløkt har påvirkning på  $\geq 90\%$   $VO_{2maks}$  og prestasjonsvariabler. De tre intervalløktene som ble gjennomført var: i) 8 minutter med jevn belastning som tilsvarer 100% av  $40min_{effekt}$ , ii) 8 minutter der belastningen endres mellom 110% og 90% hvert minutt slik at gjennomsnittlig belastning blir 100%, iii) 8 minutter med elleve 30 sekunder på 118% og 15 sekunder på 60% mellom hver 30 sekunder, slik at gjennomsnittlig belastning blir 100%. Denne oppgaven tar for seg 30/15 og FLAT (Figur 3.1).



**Figur 3.1:** Oversikt over organisering av de ulike protokollene (30/15, FLAT og 60/60), testtidspunkter og økter i studien for alle de 6 gruppene. Intervalløkter (IT). I denne oppgaven brukes kun 30/15 og FLAT.

#### 3.1 Etisk godkjenning og søknader

Før gjennomføring av studien ble alle forsøkspersonene fortalt hva det ville innebære for dem å delta og ga skriftlig samtykke (vedlegg 1). Alle fikk beskjed om at de kunne trekke seg når som helst uten videre begrunnelse. Studien ble gjennomført i henhold til Helsinkideklarasjonen av 2013, det ble også søkt til Lokal etisk komité for forskning ved Høgskolen Innlandet.

#### 3.2 Forsøkspersonene

Denne studien tar for seg hovedsakelig sykklister, 3 kvinner og 22 menn, totalt 25 forsøkspersoner ( $VO_{2maks}$  (mL/min/kg):  $66,5 \pm 7,0$ , høyde (cm):  $180,2 \pm 7,9$ , vekt (kg):  $72,7 \pm 9,0$ , alder (år):  $21,9 \pm 5,7$ ) i en randomisert crossoverstudie. Basert på Jeukendrup et al,

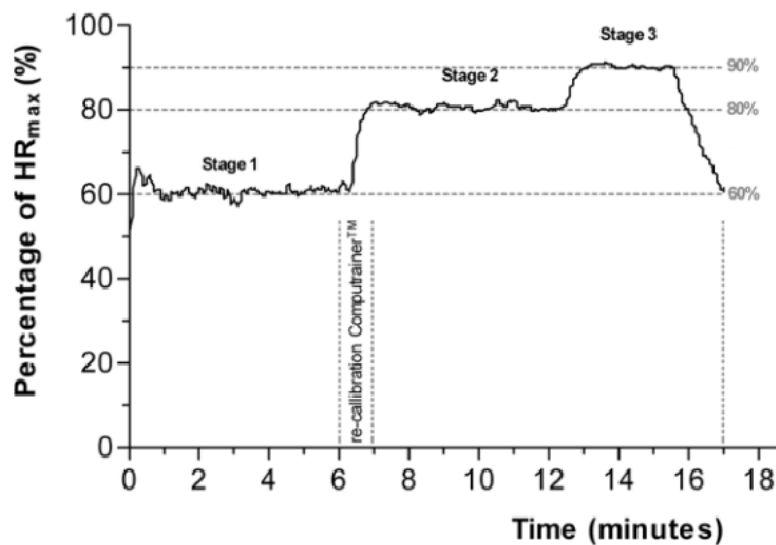
(2000) inndeling av nivå til syklister, ble disse klassifiseres som "trente syklister". Det ble rekruttert personer fra sykkelmiljøer på Lillehammer og Kongsvinger mellom 17 og 40 år som hadde trent i gjennomsnitt 7 timer eller mer med utholdenhetstrening per uke de siste tre månedene. Ved hjelp av stratifisert randomisering basert på relativ  $VO_{2maks}$  ved pretest ble forsøkspersonene delt inn i 6 ulike grupper. Hver gruppe gjennomførte alle intervalldesignene, men i ulik rekkefølge for å ta høyde for nettopp rekkefølgen. Intervensjonsperioden varte i 9 uker, hvor det ble gjennomført pre-tester i uke -1. Hver enkelt forsøksperson gjennomførte først tre uker (7 økter) med et design, denne prosedyren gjennomførte de totalt tre ganger slik at det samlede antallet ble 9 uker med til sammen 21 økter (figur 3.1). Forsøkspersonene utførte til sammen fire testbatterier (testdag1 og testdag2), testbatteri to og tre ble brukt som både pre- og post-test for forrige og til kommende tre ukers periode. Hvis en forsøksperson gjennomførte < 5 økter ble vedkommende ekskludert fra datasettet.

### 3.3 Intervalløktene

Gjennomføring av de tre typene intervalløkter ble gjort på egen sykkel og den samme rullen (T2800 NEO Smart Trainer, T2875 NEO 2T Smart Trainer, Tacx, Wassenaar, Netherlands) hver enkelt forsøksperson gjennomførte 40 minutter all-out testen på. Det ble målt  $VO_2$  underveis i alle arbeidsperiodene ved hjelp av et måleinstrument med miksekammer (Oxycon Pro, Erich Jaeger, Hoechberg, Tyskland). Kalibrering av Oxycon Pro ble utført før hver forsøksperson, gassanalysatoren ble kalibrert med en kalibreringsgass med kjent konsentrasjon. Luftstrømturbinen (Triple V, Erich Jaeger, Hoechberg, Tyskland) ble kalibrert med en 3 L, 5530 series, kalibreringspumpe (Hans Rudolph, Kansas City, USA). Luftfuktighet og temperatur (Termometer/hygrometer, Biltema, Norge) ble også kalibrert før hver forsøksperson.

Alle øktene startet med en forkortet versjon av Lamberts Submaximal Cycling Test (LSCT) som oppvarming på egen sykkel (Lamberts et al., 2009d). Denne oppvarmingen besto av to steg som skulle styres etter HF, der steg 1 skulle gjennomføres på 60% av maksimal HF fra testdag 1, og steg 2 skulle gjennomføres på 80% av maksimal HF (figur 3.2).

Forsøkspersonene styrte selv belastningen gjennom treningsappen til Tacx (Tacx Training app, Wassenaar, Netherlands) for å holde HF stabil. Fra endt oppvarming fikk forsøkspersonene 5 minutters pause hvor de kunne gå på toalettet etc.



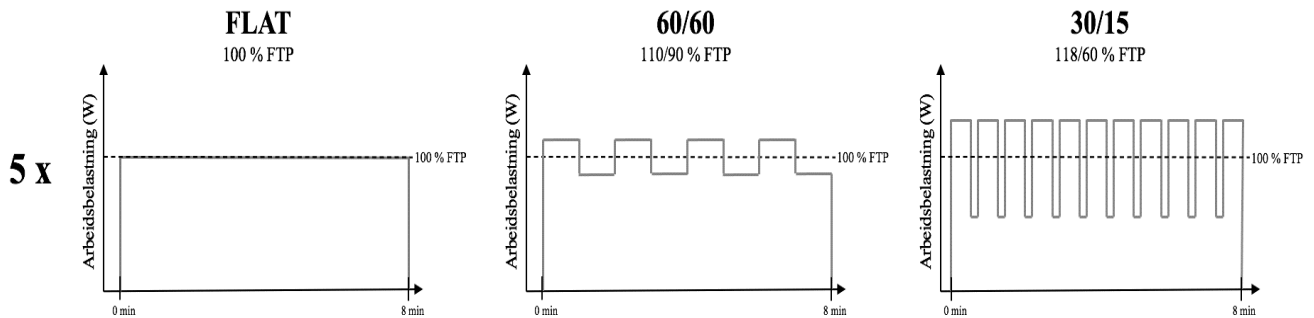
**Figur 3.2:** Illustrasjonsbilde over HF respons på LSCT oppvarmings protokoll, hentet fra Lamberts et al, (2009d). I denne studien ble kun steg 1 og 2 gjennomført, det ble heller ikke gjennomført kalibrering av sykkelrulle etter steg 1 fordi dette ikke var en funksjon på Tacx NEO. Maksimal hjertefrekvens (HR<sub>max</sub>),

Før start på økten skulle forsøkspersonene ha i munnstykke og neseclippe 1 minutt før første arbeidsperiode startet, for å sørge for at alt var koblet opp riktig. Alle de tre forskjellige øktene ble gjennomført som 5x8 minutter, med 3 minutters pause mellom arbeidsperiodene. Øktene ble designet i treningsappen til Tacx på testledernes telefoner og koblet opp mot rullen. Belastningen på rullen ble justert kontinuerlig av appen underveis i øktene, både i arbeidsperiodene og i pausene for å treffe den gitte belastningen programmert i appen. Det ble registrert VO<sub>2</sub>, HF og tråkkfrekvens (RPM) underveis i hele arbeidsperiodene, utenom i pausene. Etter hvert drag ble Borg (6-20) (Borg, 1982) notert, på økt 2, 5 og 7 ble i tillegg blodlaktat tatt fra fingertuppen ved hjelp av fingerstikk og analysert i Biosen C-line laktatanalysator (EKF diagnostic GmbH, Barleben, Tyskland). Underveis i alle øktene ble det spilt musikk, fra den samme spillelisten satt på tilfeldig avspilling, for å oppmuntre forsøkspersonene.

Intervalløktene som ble gjennomført var: 8 minutter med belastning som tilsvarte 100% av 40min<sub>effekt</sub>. 8 minutter med elleve 30 sekunder på 118% og 15 sekunder på 60% mellom hver 30 sekunder, slik at gjennomsnittlig belastning ble 100% (figur 3.3). Hvis Borg etter drag 1 eller 2 var 16 eller høyere ble gjennomsnittswatten justert ned i samråd med testleder og ansvarlig for studien. Det samme var gjeldende hvis Borg var 12 eller lavere, ble



gjennomsnittswatten justert opp. 10 minutter etter gjennomføring av økt ble øktscore (0-10) notert: 0 – hvile, 1 – veldig, veldig lett, 2 – lett, 3 – moderat, 4 – noe hardt, 5 – hardt, 6 -, 7 – veldig hardt, 8 -, 9 -, 10 – maksimal (Foster et al., 2001). Det ble estimert 3,8% VO<sub>2</sub>-tall fra Oxycon Pro der det var manglende data. De estimerte tallene ble hentet fra tidligere arbeidsperioder under samme intervalltype, for å unngå for overestimering.



**Figur 3.3:** Oversikt over de 3 forskjellige arbeidsintervallene i studien. Funksjonell terskeffekt (FTP). I denne oppgaven brukes kun 30/15 og FLAT.

### 3.4 Selvrappertert trening

All trening forsøkspersonene gjorde i løpet av intervensjonen førte de selv i ferdiglagde treningsdagbøker (vedlegg 2). Her noterte de varighet i ulike intensitetssoner, bevegelsesform, øktscore, følelse i bein (0-10), varighet på styrketrening og hvilken type styrketrening (maksstyrke eller generell styrke). Utholdenhetstrening ble rapportert etter Dr. Andrew Coggan's 5 soneinndelte intensitetsskala, basert på prosent av FTP eller HF assosiert med prosent av FTP (HF@FTP): sone 1 (< 55% FTP / < 68% HF@FTP), sone 2 (56-75% FTP / 69-83% HF@FTP), sone 3 (76-90% FTP / < 84-94% HF@FTP), sone 4 (91-105% FTP / 95-105% HF@FTP) and sone 5 (106-120% FTP / > 106% HF@FTP). De ble instruert å ikke skulle trene hardøkter utenom de intervalløktene i studien, og at så mye som mulig av annen trening skulle være på sykkel. Data fra treningsdagbok er basert på 24 forsøkspersoner (tabell 3.1). Det er grunn til å tro at den numeriske forskjellen i tid i sone 4 kommer av en høyere effekt underveis i 30/15, som fører til mer av tiden havner i sone 5.

### 3.5 Testene

Dagen før alle testdag 1 ble standardisert ved å ha treningsfri dagen før. Kostholdet de to siste måltidene før testdag 1 og 2 ble notert og sendt til forsøkspersonene før hver testdag slik at de repeterte det. Alle testene ble også gjennomført på samme tid på døgnet med maksimal forskyvning på 2,5 timer. Oppmuntring underveis ble gitt under alle de fysiske testene og på

samme nivå hver gang. Testene ble gjennomført ved fysiologisk testlaboratorium ved Høgskolen Innlandet avdeling Lillehammer. Den første testdagen (testdag 1) startet med en standardisert oppvarming før 1 repetisjon maksimum (1 RM) i en keisermaskin. Videre gjennomførte de testing av utholdenhetsvariabler. Den påfølgende dagen (testdag 2) besto kun av en all-out test på egen sykkel montert til en sykkelrulle.

**Tabell 3.1:** Total treningsmengde for begge protokollene (30/15 og FLAT) i de 3 ukene studien pågikk. Hvor mye treningstid i de ulike intensitetssonene, antall treningsøkter styrke, total treningsmengde.

	<b>30/15</b>	<b>FLAT</b>	<b>p</b>
<b>Sone 1</b> (timer:min)	07:51 ± 04:51	08:50 ± 05:05	0,26
<b>Sone 2</b> (t:m)	08:01 ± 04:27	09:05 ± 05:13	0,26
<b>Sone 3</b> (t:m)	03:09 ± 01:16	03:18 ± 01:33	0,67
<b>Sone 4</b> (t:m)	03:30 ± 01:35	04:18 ± 01:37¶	0,08
<b>Sone 5</b> (t:m)	01:54 ± 01:30	01:17 ± 01:53	0,13
<b>Total treningsmengde</b> (t:m)	25:29 ± 08:19	28:35 ± 11:04	0,18
<b>Totalt antall styrkeøkter</b>	1,2 ± 1,7	2,1 ± 3,8	0,17

¶ Tendens til signifikant forskjell mellom 30/15 og FLAT ( $p < 0,10$ ). Verdier er oppgitt i gjennomsnitt ± standardavvik.

### 3.5.1 Beinpress

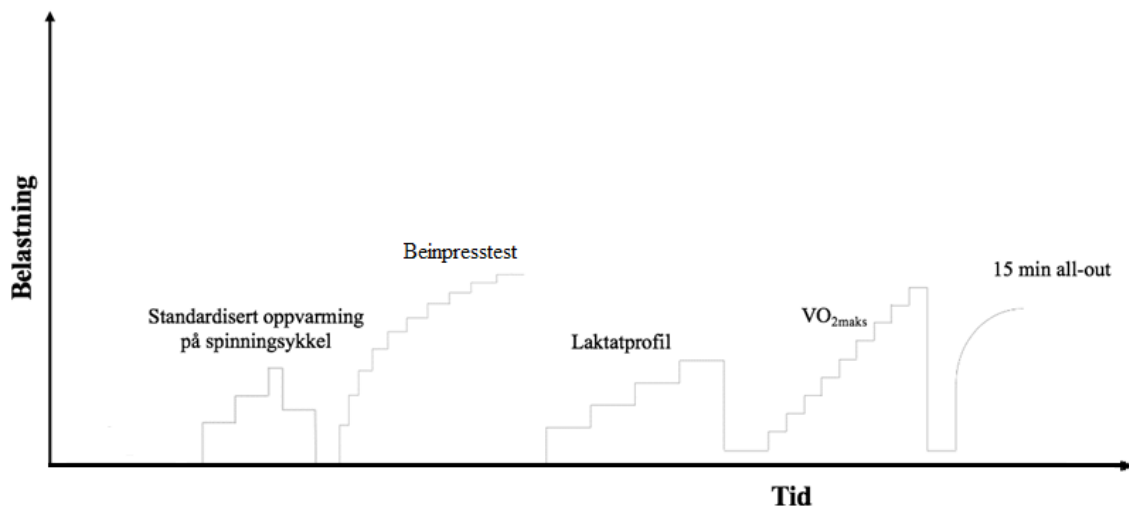
For å undersøke om forsøkspersonenes beinstyrke endret seg underveis i intervensjonen ble det gjennomført beinpresstest i en keisermaskin (Keiser AIR300 Leg Press, Keiser corporation, Fresno, USA). Før testen ble forsøkspersonene instruert til å følge en standardisert oppvarming på 7 minutter styrt etter Borg (2 minutter på 11, 2 minutter på 13, 1 minutt på 15 og 2 minutter på 12) på en ergometersykel. Deretter justerte testleder keiser apparatets sittestilling slik at vinkelen i kneleddet var så nære 90° som mulig, denne seteinnstillingen ble notert og brukt ved alle testtidspunktene. Det ble gjennomført en pre-programmert trinnvis økende test i keiserapparatet, som hadde til hensikt å få forsøkspersonen til å avslutte på den 10'ende repetisjonen, men fortsette helt til de ikke klarte flere. Belastningen på trinnene var programmert basert på om de var menn eller kvinner og hvorvidt forsøkspersonen veide mer eller mindre enn 75 kg. Maksimal effekt ( $P_{maks}$ ) ble beregnet fra skjæringspunktet der produktet av kraft og hastighet (kraft x hastighet) var høyest. Maksimal kraft ( $F_{maks}$ ) ble beregnet som den høyeste kraften produsert.

### 3.5.2 Test av utholdenhetsvariabler

Gjennomføringen av testen på utholdenhetsvariablene ble gjort på en elektromagnetisk bremsset sykkelergometer (Lode Excalibur Sport, Lode B. V., Groningen, The Nederland). Denne testen besto av 3 deler: laktatprofil,  $VO_{2maks}$  og en 15 minutter all-out (figur 3.4). Laktatprofilen startet enten på 125 watt (W) ved selvrapportert FTP under 325 W eller 175 W ved FTP over 325 W for menn, eller på 75 W for kvinner. Hvert profildrag varte i 5 minutter, og økte med 50 W helt til laktatkonsentrasjonen i blodet passerte 2 mmol  $[La^-]$ . Etter dette økte belastningen med 25 W til forsøkspersonen passerte 4 mmol  $[La^-]$  hvor testen ble stoppet. Blodlaktat ble tatt fra fingertuppen og analysert ved hjelp av Biosen C-line. Fra minutt 2 til 4:30 ble det målt oksygenopptak, med måling hvert 30. sekund ved hjelp av Oxycon Pro. Gjennomsnittlig HF ble beregnet fra 2:30 til 5 minutter målt gjennom hele draget med forsøkspersonenes egne pulsmålere, etter hvert drag ble forsøkspersonene spurt om Borg. Forsøkspersonene ble instruert til å trække under hele testen. Etter siste belastning på laktatprofilen fikk de 5 minutters pause på 75-100 W og fri tråkkfrekvens, forsøkspersonene fikk også mulighet til å gå på toalettet.

Etter pausen ble det gjennomført en trappetrinnstest for å finne  $VO_{2maks}$ , som enten startet på 200 W eller 250 W også ut ifra selvrapportert FTP og 160 W eller 200 W for kvinner. Hvert hele minutt underveis i testen økte belastningen med 25 W eller 20 W for kvinner til utmattelse eller til tråkkfrekvensen havnet under 60 RPM. Under hele  $VO_{2maks}$ -testen ble det målt  $VO_2$  med samme utstyr som under laktatprofilen. Borg skala ble notert rett etter slutt og blodlaktat ble målt 1 minutt etter testslutt. Underveis ble det gitt informasjon om hvor lenge det var til neste belastning og oppmuntring,  $VO_{2maks}$  ble definert som de to høyeste  $VO_2$ -målingene etter hverandre. Maksimal effekt ved  $VO_{2maks}$  ( $W_{maks}$ ) ble beregnet som gjennomsnittlig effekt i løpet av det siste minuttet av testen. Forsøkspersonene fikk en ny pause på 10 minutter før neste del på samme belastning som pausen før trappetrinnstesten. 6 minutter ut i pausen gjennomførte forsøkspersonene et drag på 1 minutt på den belastningen som tilsvarte 15 i Borg fra laktatprofilen. Videre ble det gjennomført en all-out på 15 minutter hvor målet var å oppnå så høy gjennomsnittlig effekt som mulig, her justerte forsøkspersonene belastningen selv hvert hele eller halve minutt. Hele all-out-testen ble gjennomført med  $VO_2$ -målinger med samme utstyr og prosedyrer etter testen ( $[La^-]$  og Borg)

som tidligere deler. Det ble notert alt forsøkspersonene spiste og drakk underveis, noe som ble repetert ved hver testrunde.



Figur 3.4: Oversikt over innhold på testdag 1. Maksimalt oksygenopptak ( $VO_{2maks}$ ),

### 3.5.3 40 minutter all-out

Dagen etter test av utholdenhetsvariabler, gjennomførte alle forsøkspersonene en 40 minutters all-out test på egen sykkel montert til sykkelrulle begge deler ble brukt på alle intervalløktene og 40 minutter all-out. Målet var å oppnå den høyeste gjennomsnittlig effekt, de justerte selv belastningen gjennom appen. Testen startet med den samme oppvarmingen som ble brukt under alle intervalløktene, og med 5 minutters pause før testen. Underveis og ett minutt etter ble det målt  $[La^-]$ , Borg ble også notert rett etter testslutt. Det ble notert hva de fikk i seg av væske underveis, slik at det kunne repeteres ved kommende testtidspunkter.

### 3.6 Prestasjonsindeks

Det ble regnet ut en prestasjonsindeks for hver gruppe ved pre- og posttest basert på effekt ved 4 mmol  $[La^-]$ ,  $W_{maks}$  og gjennomsnittlig effekt på 15 min all-out. For hver enkelt variabel ble hver forsøksperson sitt resultat delt på den høyeste verdien fra både pre og post, deretter ble det regnet ut gjennomsnitt av variablene hvor resultatet ble et tall mellom 0-1.

### 3.7 Statistikk

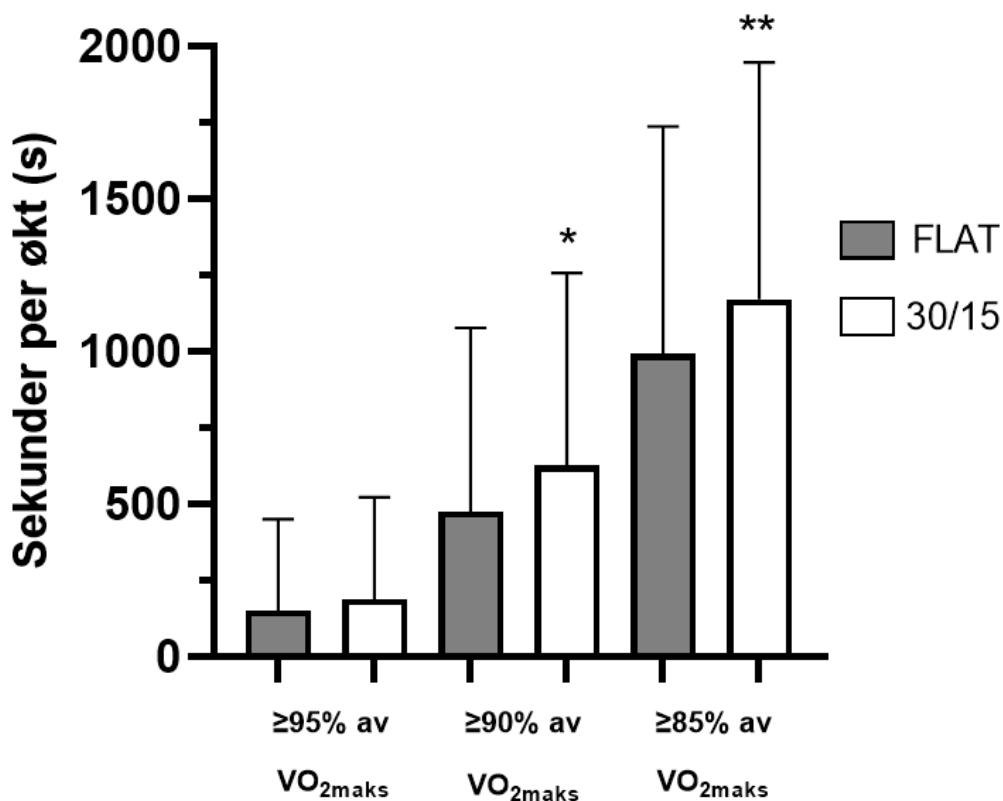
Plotting av alle data og de statistiske beregningene av p-verdier er gjort i Microsoft Office Excel versjon 2021 (Microsoft, Redmond, USA) ved bruk av Students paret t-test. Endring mellom pre- og post ble analysert ved bruk av tosidig paret Students t-test, det samme gjelder prosent endring mellom de ulike protokollene. Signifikansnivået ble satt til  $p < 0,05$ , mens tendens ble satt til mellom 0,05 og 0,10. Effektstørrelse ble beregnet med Cohen's d (ES). ES ble beregnet på prosentvis endring fra pre til post innad i samme periode. ES ble definert som: 0,2 - 0,5 = liten effekt, 0,5 - 0,8 = moderat effekt og  $> 0,8$  = stor effekt (Cohen, 1977). Grafer ble fremstilt ved hjelp av GraphPad Prism 9 (GraphPad Software Inc., California, USA). Alle resultater er oppgitt som gjennomsnittsverdier  $\pm$  standardavvik (SD), hvis det ikke er oppgitt noe annet.

## 4 Resultater

Det var ingen forskjell mellom protokollene på kroppsvekt ved pretest. Heller ikke i Borg, [La<sup>-</sup>] eller maksimal HF etter VO<sub>2maks</sub> testen var det forskjell mellom eller innad i protokollene som tyder på lik innsats ved hvert testtidspunkt.

### 4.1 Tid (sekunder) ≥85, 90 og 95% av VO<sub>2maks</sub> per intervalløkt

Det var signifikant ( $p < 0,01$ ) forskjell i tid  $\geq 85\%$  av VO<sub>2maks</sub> mellom protokollene. 30/15 oppnådde  $1171 \pm 776$  sekunder (s) noe som tilsvarte  $15,3 \pm 3,8\%$  mer tid enn FLAT med  $992 \pm 746$  s. Tid  $\geq 90\%$  av VO<sub>2maks</sub> viste også signifikant ( $p = 0,013$ ) forskjell i favør 30/15 med  $625 \pm 633$  s mot  $476 \pm 601$  s for FLAT ( $23,8 \pm 5,0\%$  mer i favør 30/15). På tid  $\geq 95\%$  av VO<sub>2maks</sub> var det ingen ( $p = 0,18$ ) forskjell mellom oppnådde, 30/15 oppnådde  $188 \pm 355$  s og FLAT med  $151 \pm 300$  s. Dette tilsvarte  $19,3 \pm 10,5\%$  mer i favør 30/15 (figur 4.1). Ytterligere data fra øktene fremstilles i tabell 4.1.



**Figur 4.1:** Oversikt over gjennomsnittlig antall sekunder (s)  $\geq 85, 90$  og  $95\%$  av maksimalt oksygenopptak (VO<sub>2mak</sub>) per økt. Stolpene representerer gjennomsnittlig antall sekunder, med barer for standardavvik. \*Forskjell i antall sekunder mellom 30/15 og FLAT ( $p < 0,05$ ). \*\*Forskjell i antall sekunder mellom 30/15 og FLAT ( $p < 0,01$ ).

## 4.2 VO<sub>2maks</sub> og W<sub>maks</sub>

Det var ingen signifikant forskjell mellom de to protokollene i VO<sub>2maks</sub> ( $p = 0,82$ ) (figur 5). Både FLAT- og 30/15-gruppen viste signifikant økning med hhv.  $1,9 \pm 3,0\%$  ( $p = 0,004$ ) og  $2,1 \pm 2,1\%$  ( $p = 0,003$ ). Heller ikke i W<sub>maks</sub> var det noen forskjell mellom protokollene ( $p = 0,67$ ). Begge protokollene hadde signifikant økning (hhv.  $2,0 \pm 4,6\%$ ,  $p = 0,04$  og  $2,9 \pm 6,0\%$ ,  $p = 0,03$ ). Ytterligere data fra testdag 1 og 2 er fremstilt i tabell 4.2.

## 4.3 Effekt ved 4 mmol [La<sup>-</sup>], GE og 15 minutter all-out

I effekt ved 4 mmol [La<sup>-</sup>] ble det ikke sett forskjell mellom protokollene ( $p = 0,263$ ), men ES viste liten effekt i favør 30/15 i forhold til FLAT (ES = 0,32). 30/15 hadde en signifikant økning på  $2,9 \pm 6,0\%$  ( $p = 0,042$ ), mens FLAT ikke viste noen endring  $0,9 \pm 4,2\%$ , ( $p = 0,371$ ) (figur 5). Arbeidsøkonomi målt i «gross efficiency» ved 175 W fra laktatprofilen viste ingen signifikante forskjeller hverken mellom ( $p = 0,713$ ) eller innad i protokollene (30/15:  $0,9 \pm 5,2\%$ , FLAT:  $0,2 \pm 3,4\%$ ). Ved 225 W ble det heller ikke sett noen forskjell hverken mellom ( $p = 0,728$ ) eller innad i protokollene (30/15:  $1,1 \pm 3,3\%$ , FLAT:  $0,6 \pm 4,3\%$ ) (tabell 4.2).

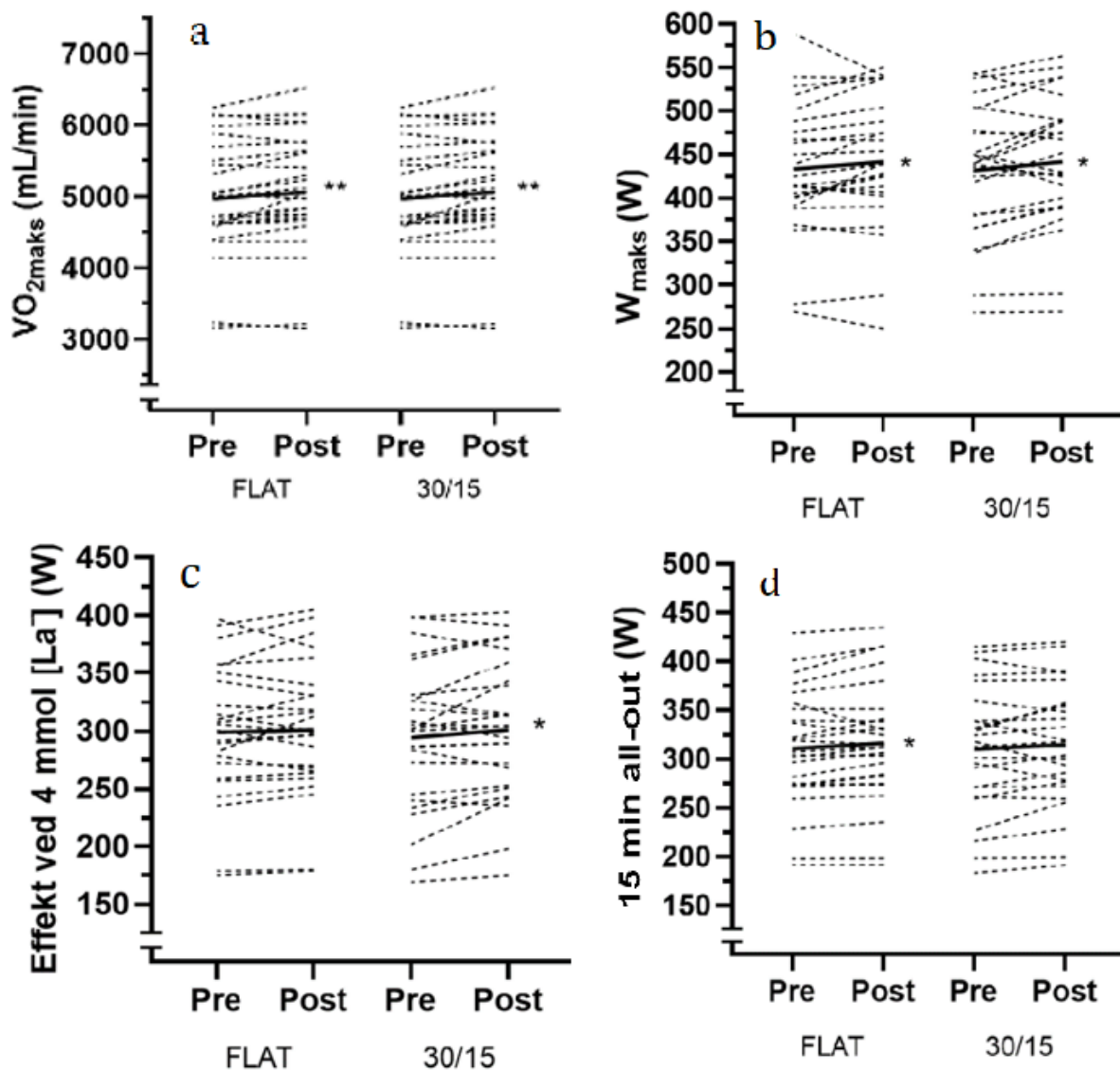
På 15 minutter all-out var det ingen forskjell mellom protokollene ( $p = 0,984$ ). FLAT viste en signifikant økning i gjennomsnittlig effekt på  $1,8 \pm 3,2\%$  ( $p = 0,019$ ). 30/15 var uendret med  $1,8 \pm 4,9\%$ , ( $p = 0,131$ ) (figur 5). ES viste ingen effekt i favør av noen av protokollene (ES = 0,006).

**Tabell 4.1:** Data fra øktene for begge protokollene 30/15 og FLAT.

	<b>30/15</b>	<b>FLAT</b>	<b>p</b>
<b>Øktscore</b>	6,7 ± 1,5**	6,3 ± 1,8	>0,01
<b>HF drag 1</b>	164 ± 8,2	163 ± 8,9	
<b>HF drag 1</b>	169 ± 8,5	167 ± 8,9	
<b>HF drag 2</b>	170 ± 8,4	169 ± 8,4	
<b>HF drag 4</b>	170 ± 8,5	169 ± 8,2	
<b>HF drag 5</b>	171 ± 8,4	170 ± 8,2	
<b>HF Mean</b>	169 ± 8,4**	168 ± 8,5	>0,01
<b>[La<sup>-</sup>] drag 1</b>	5,54 ± 1,93	4,92 ± 1,53	
<b>[La<sup>-</sup>] drag 2</b>	6,17 ± 2,37	5,16 ± 1,79	
<b>[La<sup>-</sup>] drag 3</b>	6,30 ± 2,49	5,23 ± 2,14	
<b>[La<sup>-</sup>] drag 4</b>	6,19 ± 2,55	5,30 ± 2,19	
<b>[La<sup>-</sup>] drag 5</b>	6,30 ± 2,66	5,34 ± 2,32	
<b>[La<sup>-</sup>] Mean</b>	6,10 ± 2,40**	5,19 ± 1,99	>0,01
<b>% W<sub>maks</sub></b>	63 ± 4	63 ± 4	0,17
<b>Borg (6-20) Mean</b>	16,7 ± 1,1¶	16,0 ± 1,1	0,054
<b>Mean VO<sub>2</sub> (mL/min)</b>	4086 ± 714¶	4050 ± 685	0,051
<b>Mean VE (L/min)</b>	122 ± 26**	115 ± 21	>0,01
<b>Temperatur (°C)</b>	15 ± 4,5	15 ± 4,8	0,74
<b>Luftfuktighet (%)</b>	49 ± 12,4	49 ± 12,1	0,60

Hjertefrekvens mean (HF), oksygenopptak mean (VO<sub>2</sub>) og ventilasjon per minutt mean (VE) er gjennomsnitt for alle dragene. Blodlaktatkonsentrasjon [La<sup>-</sup>] og Borg er gjennomsnitt for alle dragene og tatt rett etter arbeidsperioden. Arbeidsperiode (drag), maksimal effekt fra VO<sub>2maks</sub> testen (W<sub>maks</sub>), gjennomsnittlig effekt fra hvert drag i prosent av W<sub>maks</sub> (% W<sub>maks</sub>). Temperatur og luftfuktighet fra rommet der øktene ble gjennomført. Kun beregnet p-verdi for gjennomsnitt fra alle arbeidsperiodene. ¶ Tendens til signifikant forskjell mellom protokollene (p < 0,10). \*Forskjell mellom protokollene (p < 0,05). \*\* Forskjell mellom protokollene (p < 0,01). Verdier er oppgitt i gjennomsnitt ± standardavvik.





**Figur 5:** Individuelle (stiplede linjer) og gjennomsnittlige verdier (heltrukken linje) for a) maksimalt oksygenopptak ( $VO_{2maks}$ ), b) maksimal effekt fra  $VO_{2maks}$  testen ( $W_{maks}$ ), c) effekt ved 4 mmol blodlaktatkonsentrasjon  $[La^-]$ , og d) gjennomsnittlig effekt fra 15 minutter all-out, før (Pre) og etter (Post) intervensjonen. \*Forskjell i relativ endring fra pre ( $p < 0,05$ ). \*\* Forskjell i relativ endring fra pre ( $p < 0,01$ ).

#### 4.4 40 minutter all-out og beinpresstest

Fra pre til post var det ingen forskjell mellom protokollene i gjennomsnittlig effekt på 40 minutter all-out ( $p = 0,627$ ). 30/15 hadde numerisk økning på  $1,3 \pm 3,3\%$ , men det var kun en tendens til signifikant endring ( $p = 0,090$ ). FLAT viste en signifikant ( $p < 0,01$ ) økning på  $1,9 \pm 3,4\%$ . Det var ingen forskjell mellom protokollene i  $P_{maks}$  ( $p = 0,685$ ). Både FLAT og 30/15 viste tendens til nedgang (hhv.  $-1,9 \pm 4,2\%$ ,  $p = 0,068$  og  $-1,5 \pm 3,4\%$ ,  $p = 0,083$ ). I  $F_{maks}$  var det heller ingen forskjell mellom protokollene ( $p = 0,497$ ).

## 4.5 Prestasjonsindeks

Det ble ikke sett noen endring i prestasjonsindeks mellom protokollene ( $p = 0,42$ ), basert på effekt ved 4 mmol  $[La^-]$ ,  $W_{maks}$ , gjennomsnittlig effekt på 15 min all-out. Det ble observert en signifikant endring fra pre til post hos 30/15 ( $0,745 \pm 0,148$  vs.  $0,760 \pm 0,144$ ,  $p = 0,02$ ). Også hos FLAT ble det sett en signifikant bedring ( $0,730 \pm 0,135$  vs.  $0,741 \pm 0,139$ ,  $p = 0,049$ ) ES viste heller ingen effekt i favør noen av protokollene ( $ES = 0,14$ ).

**Tabell 4.2:** Data fra testdag 1 og 2 for begge protokollene, før (pre) og etter (post) intervensjonen.

	30/15		FLAT		ES
	Pre	Post	Pre	Post	
<b>VO<sub>2maks</sub></b> <b>(mL/min)</b>	4966 ± 843	5060 ± 823**	4971 ± 811	5063 ± 824**	0,06
<b>HF<sub>maks</sub>VO<sub>2</sub></b>	192 ± 7	193 ± 6	192 ± 7	192 ± 7	
<b>[La<sup>-</sup>]vo<sub>2</sub></b>	12,27 ± 2,39	12,58 ± 1,73	12,19 ± 2,06	12,48 ± 2,58	
<b>Borg (6-20)</b>	19 ± 1	19 ± 1	19 ± 1	19 ± 1	
<b>VO<sub>2maks</sub></b>					
<b>W<sub>maks</sub></b>	431 ± 76	441 ± 75*	433 ± 74	441 ± 76*	0,12
<b>Effekt ved 4 mmol [La<sup>-</sup>]</b>	294 ± 63	301 ± 61*	299 ± 58	301 ± 58	0,32
<b>GE ved 175 W</b>	19,0 ± 1,0	19,3 ± 1,2	19,1 ± 1,0	19,1 ± 1,0	0,14
<b>GE ved 225 W</b>	19,9 ± 1,0	20,1 ± 1,0	20,0 ± 0,9	20,1 ± 1,0	0,11
<b>15 min all-out (W)</b>	310 ± 64	315 ± 62	311 ± 59	317 ± 62*	0,07
<b>Utnyttingsgrad 4 mmol [La<sup>-</sup>] (%VO<sub>2maks</sub>)</b>	80,6 ± 5,4	80,0 ± 4,7	81,2 ± 5,3	80,1 ± 5,5	0,12
<b>Utnyttingsgrad 15 min (%VO<sub>2maks</sub>)</b>	84,8 ± 4,4	83,2 ± 3,5**	84,6 ± 4,4	84,0 ± 4,9	-0,31
<b>40 min all-out (W)</b>	274 ± 54	277 ± 52¶	276 ± 50	281 ± 53**	0,06
<b>P<sub>maks</sub></b>	1320 ± 289	1304 ± 306	1323 ± 315	1298 ± 312	0,08
<b>F<sub>maks</sub></b>	2157 ± 383	2164 ± 431	2159 ± 413	2144 ± 434	0,14

Maksimal kraft ( $F_{maks}$ ) og maksimal effekt ( $P_{maks}$ ) er hentet fra beinpresstesten, maksimalt oksygenopptak ( $VO_{2maks}$ ), maksimal hjerterefrekuensi etter  $VO_{2maks}$  testen ( $HF_{maks}VO_2$ ), maksimal effekt fra  $VO_{2maks}$  testen ( $W_{maks}$ ), blodlaktatkonsentrasjon  $[La^-]$ , gross efficiency (GE). ¶ Tendens til signifikant forskjell i absolutt endring fra pre til post ( $p < 0,10$ ). \*Forskjell i absolutt endring fra pre til post ( $p < 0,05$ ). \*\* Forskjell i absolutt endring fra pre til post ( $p < 0,01$ ). Effektstørrelse (ES) ble beregnet på prosent endring fra pre til post mellom 30/15 og FLAT. Verdier er oppgitt i gjennomsnitt ± standardavvik.

## 5 Diskusjon

Hovedfunnene fra denne studien støtter hypotesen om at 30/15 protokollen gir mer tid  $\geq 90\%$   $VO_{2\text{maks}}$  sammenlignet med en mer tradisjonell protokoll (FLAT) på trente syklister. Dette samsvarer med en tendens til høyere gjennomsnittlig  $VO_2$  underveis i øktene,  $[La^-]$ , HF, Borg og øktscore, noe som tilsier en større energikostnad innad i 30/15 i forhold til FLAT til tross for samme gjennomsnittlige effekt i arbeidsintervallene. På tross av dette var det ingen forskjeller i noen av prestasjonsvariablene mellom protokollene, noe som ikke støtter hypotesen om at 30/15 fører til større fremgang i prestasjonsvariabler.

### 5.1 Tid $\geq 90\%$ av $VO_{2\text{maks}}$

30/15 protokollen ga i gjennomsnitt signifikant mer tid  $\geq 90\%$   $VO_{2\text{maks}}$  per økt med 10,4 minutter mot 7,9 minutter ved FLAT protokoll. Dette er foreslått som en gunstig intensitet for økning i nettopp  $VO_{2\text{maks}}$  (Wenger & Bell, 1986; Buccheit & Laursen, 2013; Turnes et al., 2015; Midgley et al., 2006). Funnene i denne studien samsvarer med funnene til Billat et al, (2013), hvor de observerte over 15 minutter på  $VO_{2\text{maks}}$  ved variabel belastning der intensiteten ble styrt etter  $VO_{2\text{maks}}$ . I den studien ble testen riktignok gjennomført som én arbeidsperiode til utmattelse uten pauser, likevel så vi ikke den samme akkumulerte tiden på 40 minutter arbeidstid. Almquist et al, (2020) gjennomførte en akuttstudie som sammenlignet en 30/15 protokoll med lengre kontinuerlig arbeid (4x5 minutters arbeidsintervaller). De observerte i likhet med vår studie lengre tid  $\geq 90\%$   $VO_{2\text{maks}}$  ved bruk av 30/15, med lik Borg og  $[La^-]$  etter arbeidsperioden.

Det som skiller vår studie fra andre er intensiteten som er brukt til å styre intervalløktene. Der andre har brukt en høyere intensitet (Rønnestad et al., 2015; Rønnestad et al., 2020; Rønnestad et al., 2021; Almquist et al., 2020; Turnes et al., 2015; Bossi et al., 2020), ble det brukt  $40\text{min}_{\text{effekt}}$  i denne studien. Det er grunn til å tro at de første 30 sekundene av 30/15 protokollen er med på å "kick-starte"  $VO_2$  grunnet intensiteten på 118% av  $40\text{min}_{\text{effekt}}$ , og at med kun 15 sekunders aktiv pause rekker ikke  $VO_2$  å falle tilstrekkelig før neste 30 sekunders "topp" kommer. En økt  $VO_2$  i starten av arbeidsintervallen ble også observert av Turnes et al, (2015) og Millet et al, (2009) ved korte og høyintensive arbeidsperioder. I vår studie blir dette synlig ved høyere ventilasjon (VE) og tendens til høyere gjennomsnittlig  $VO_2$  per økt under 30/15, noe som også er observert tidligere (Bossi et al., 2020). Dette kan være med på å forklare mer tid på  $\geq 90\%$   $VO_{2\text{maks}}$ .

Den lille effektstørrelsen vi observerte i favør 30/15 på effekt ved 4 mmol [La<sup>-</sup>], samsvarer med høyere [La<sup>-</sup>] sett ved 30/15 protokollen. Lengere tid på en høyere [La<sup>-</sup>] vil kunne føre til at kroppen forbedrer sin evne til å arbeide med økt [La<sup>-</sup>] i blodet grunnet økt bufferkapasitet (Weston et al., 1997). Dette er i tråd med endringen Rønnestad et al, (2020) så ved en lik protokoll over 3 uker. Den studien ble imidlertid gjennomført på elitesyklister (72-80 VO<sub>2maks</sub>, Jeukendrup et al., (2000)), som trenger et høyere stimuli for å oppnå forbedring i prestasjonsvariabler enn syklistene på lavere nivå (Laursen & Jenkins, 2002). Likevel observerte de større fremgang hos 30/15 protokollen og evne til å tåle høyere [La<sup>-</sup>] over en 20 minutters all-out test. I likhet med vår studie fant Poole & Gaesser, (1985) en økning i terskeeffekt ved kontinuerlig arbeid på 70% av vVO<sub>2maks</sub> og 10x2 minutter arbeidsperioder på en intensitet som skulle tilsvare 105% av VO<sub>2maks</sub>.

Esfarjani & Laursen, (2007) gjennomførte en studie over 10 uker hvor 30 sekunders arbeidsperioder på 130% av vVO<sub>2maks</sub> ble brukt som intensitet sammenlignet med 4,5 minutt konstant intensitet på 75% av vVO<sub>2maks</sub>. De observerte større økning i VO<sub>2maks</sub> og forbedret hastighet på laktattærskel i favør 30 sekunders arbeidsperioder. Dette samsvarer med funnene i vår studie, selv om antall forsøkspersoner i studien til Esfarjani & Laursen, (2007) var lavt. Andre perifere tilpasninger som er sett å bli forbedret med korte høyintensive arbeidsperioder er enzymaktiviteten og et økt antall mitokondrier (Sloth et al., 2013; Gist et al., 2013; Midgley et al., 2006). Dette blir påvirket av en aktivering av type-II fibre som er sett ved intensitet  $\geq 90\%$  VO<sub>2maks</sub> (Gollnick et al., 1974). Disse endringene er med på å påvirke skjelettmuskulaturen direkte. Dette aspektet hadde vært interessant å undersøke også i vår studie, men studiedesignet tillot ikke denne type testing. Men uendret utnyttingsgrad og GE ved begge protokollene er med på å underbygge oppfatningen om at de tar lang tid å forbedre. Selv om økt enzymaktivitet og aktivering av type-II fibre kan være forklarende årsaker til funnene i vår studie (Joyner & Coyle, 2008; Tønnessen & Rønnestad, 2018; Rusko, 1987). Uendret GE er også observert i Rønnestad et al, (2013; 2015; 2021), noe som ikke er uventet grunnet relativt korte intervensjonsperioder (1-10 uker). Parmar et al, (2021) konkluderer i en reviewartikkel at  $> 15$  minutter på VO<sub>2maks</sub> fører til de største forbedringene hos godt trente løpere i VO<sub>2maks</sub>. Men de påpeker samtidig at det må gjennomføres flere studier på dette feltet før vi har full oversikt over hva som gir best effekt. Tilpasninger i hematologiske variabler som følge av intervensjonen kan også være med på å forklare noen av forbedringene i prestasjonsvariablene, dessverre var ikke det mulig i dette tilfellet (Heinicke et al., 2001; Lundby & Robach, 2015).

## 5.2 Intensitetsstyring

Vår studie skiller seg fra andre studier ved at intervallprotokollene er matchet basert på  $40\text{min}_{\text{effekt}}$  og ikke anstrengelsesmatchet. Dette kan tenkes å påvirke treningsstimuliet som er lavere enn i andre studier, hvor det også er sett større forbedringer i prestasjonsvariabler (Rønnestad et al., 2015; Rønnestad et al., 2020; Rønnestad et al., 2021; Turnes et al 2015). Ved at begge protokollene er gjennomført på 100% av  $40\text{min}_{\text{effekt}}$ , skulle dette tilsi at arbeidet ville føre til de samme adaptasjonene, noe vi også observerte og støttes av beregnet prestasjonsindeks. Rønnestad et al, (2015; 2020) målte likevel ikke  $\text{VO}_2$  underveis i øktene, men det er grunn til å anta at tid  $\geq 90\%$  av  $\text{VO}_{2\text{maks}}$  var lik eller høyere enn i vår studie med tanke på en høyere gjennomsnittlig intensitet. I liket med Rønnestad et al, (2015; 2020) gjennomførte Bossi et al, (2020) arbeidsintervallene i begge protokollene med en høyere gjennomsnittlig belastning sammenlignet med vår studie ( $\sim 324$  W vs. 270 (30/15), 275 W (FLAT)) likevel ikke like høy som i Rønnestad et al, (2015; 2020).

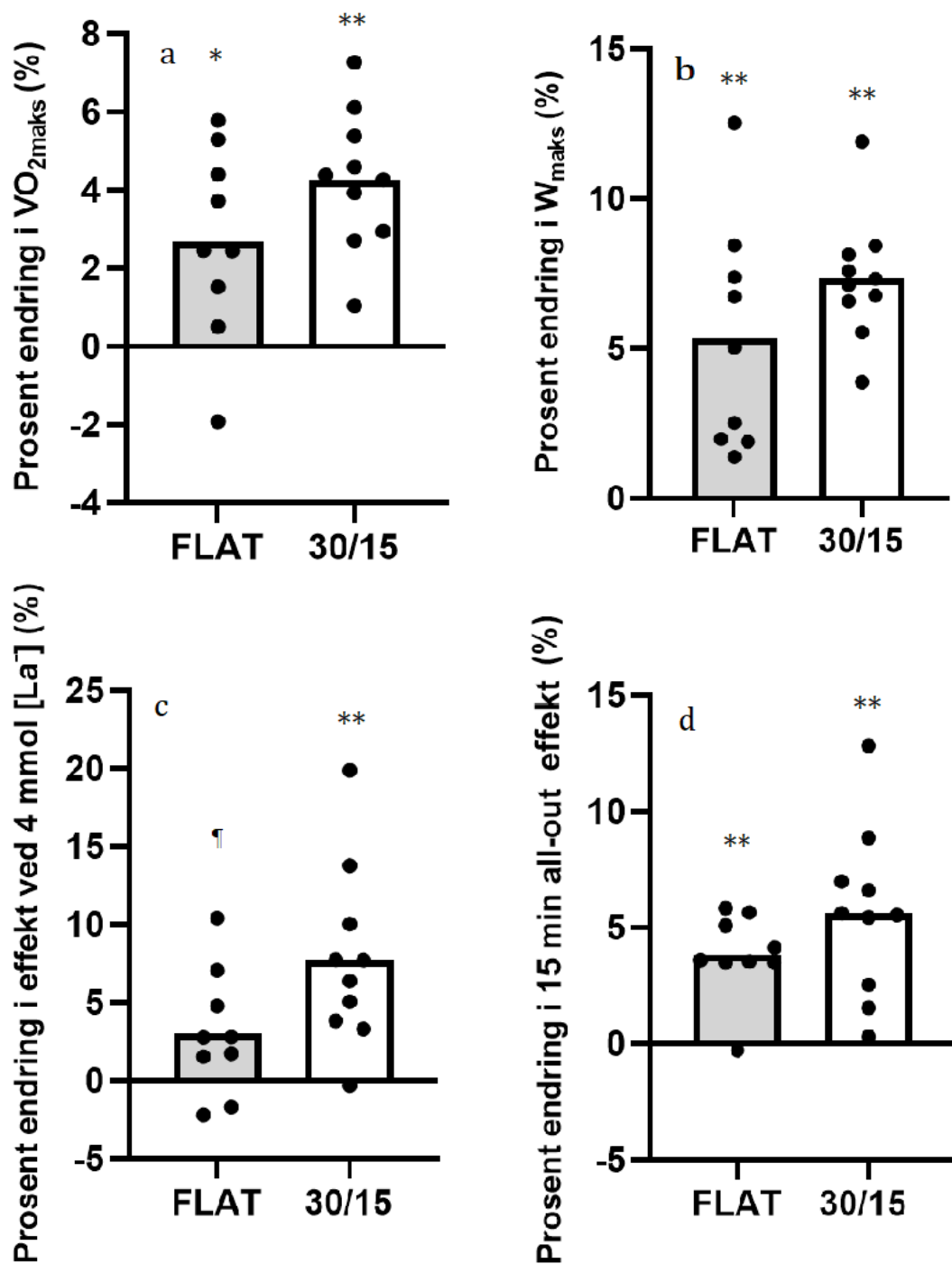
Totalbelastningen 30/15 protokollen basert på gjennomsnittlig  $\text{VO}_2$ , høyere  $[\text{La}^-]$ , HF, Borg og øktscore underveis i og etter øktene, samsvarer ikke med det Bossi et al, (2020) observerte, da de ikke så noen forskjell mellom varierende og kontinuerlig arbeidsperioder på disse variablene. Zadow et al, (2015) observerte mer tid  $\geq 85\%$  av  $\text{VO}_{2\text{maks}}$  ved en all-out start på 3x3 minutters intervaller sett opp mot en kontinuerlig effekt-matchet protokoll. I likhet med vår studie så de en økt Borg og gjennomsnittlig HF ved høyere intensitet i starten av draget, som førte til mer tid  $\geq 85\%$  av  $\text{VO}_{2\text{maks}}$ . Rønnestad et al, (2015) sammenlignet en 30/15 protokoll med 5 minutter kontinuerlig arbeid basert på den høyeste gjennomsnittlige effekten hver enkelt klarte å oppnå, og så større forbedringer i  $W_{\text{maks}}$ ,  $\text{VO}_{2\text{maks}}$  og gjennomsnittlig effekt på 40 minutter all-out. Dette ble gjennomført over en betydelig lengre periode enn vår (10 vs. 3 uker), og forskjellen i gjennomsnittlig effekt underveis i 30/15 var høyere i deres studie. Sammenlignet med Bossi et al, (2020) oppnådde vår studie mer  $\geq 90\%$  av  $\text{VO}_{2\text{maks}}$  ( $\sim 23\%$  vs. 26% tid  $\geq 90\%$  av  $\text{VO}_{2\text{maks}}$ ), til tross for en lavere relativ intensitet. En høyere gjennomsnittlig intensitet under en 30/15 protokoll fra Almquist et al, (2020) førte imidlertid til 54% mer tid  $\geq 90\%$  av  $\text{VO}_{2\text{maks}}$ . Dette kan tyde på at 30/15 protokollen med en høyere intensitet enn i vår studie er det optimale for tid  $\geq 90\%$  av  $\text{VO}_{2\text{maks}}$ .

### 5.3 Tradisjonell organisering

Rekkefølgen intervallene ble gjennomført på er det ingen andre studier som har gjort tidligere. Det har imidlertid blitt gjennomført tilsvarende intervalldesign tidligere, men med en annen gjennomsnittlig arbeidsbelastning (Rønnestad et al., 2015; Rønnestad et al., 2020; Rønnestad et al., 2021). I denne studien gjennomførte forsøkspersonene de ulike protokollene i forskjellig rekkefølge. Vår tilnærming kan potensielt tilføre mer støy ved at ikke alle har den samme inngangen til de ulike protokollene. Utfordringen med ulik inngang til de 2 protokollene kan være at treningsstatusen ikke er den samme, og at det påvirker hvilke endringer hver enkelt forsøksperson oppnår. Samtidig ble dette tatt hensyn til ved å dele opp i flere grupper som gjennomførte protokollene i forskjellig rekkefølge. Sammenligner vi kun forsøkspersonene som gjennomførte 30/15 i den første perioden med de som gjennomførte FLAT i den første perioden, ble det kun observert en tendens til signifikant større endring i effekt ved 4 mmol  $[La^-]$  i favør 30/15 ellers ingen forskjeller<sup>1</sup>. Samt liten til stor effekt i favør 30/15 på  $VO_{2maks}$  og effekt ved 4 mmol  $[La^-]$ ,  $W_{maks}$  og gjennomsnittlig effekt på 15 minutter all-out (figur 5.1). Denne organiseringen av forsøkspersoner blir riktignok med et lavere antall enn det totale antallet i studien og reduserer den statistiske styrken (30/15,  $n = 9$ , FLAT,  $n = 8$ ). Tross dette førte denne tilnærmingen til større effekt på flere av variablene i favør 30/15. Rønnestad et al, (2021) fant større fremgang i  $VO_{2maks}$  og effekt ved 4 mmol  $[La^-]$  etter 5 HIT-økter med en 30/15 protokoll sett opp mot 5 minutter med kontinuerlig belastning. De 5 HIT- og kontinuerlige-øktene ble gjennomført over 7 dager som en bolk for å undersøke påvirkningen på prestasjonsvariabler. På tross av den korte perioden oppnådde de større fremgang enn i vår studie. Selv om målet deres var å øke prestasjonsvariablene så mye som mulig. Andre studier som også har gjennomført intervensjoner av lik karakter har gjennomført protokollene enten som to grupper parallelt (Turnes et al., 2015), eller ved akutte studier med en wash-out periode mellom øktene (Bossi et al., 2020; Rønnestad & Hansen, 2013; Almquist et al., 2020). Sammenligner vi disse funnene fra disse studiene med våre funn, basert på forsøkspersonene som gjennomførte 30/15 og FLAT i periode 1, peker de i samme retning.

---

<sup>1</sup> Denne tilnærmingen (med kun de som gjennomførte 30/15 og FLAT i periode 1) er med på å belyse en annen side av datasettet, og er ikke en del av problemstilling eller hypotesene. Hvilket er grunnen til at det kun er tatt opp i diskusjonsdelen.



**Figur 5.1:** Prosentvis endring fra før (pre) til etter (post) for; a) maksimalt oksygenopptak ( $VO_{2maks}$ ), b) maksimal effekt fra  $VO_{2maks}$  testen ( $W_{maks}$ ), c) effekt ved 4 mmol blodlaktatkonsentrasjon  $[La^-]$ , og d) gjennomsnittlig effekt fra 15 minutter all-out. Individuelle punkter per forsøksperson og markert boks for gjennomsnitt. † Tendens til signifikant forskjell fra pre ( $p < 0,10$ ). \*Forskjell i prosentvis endring fra pre ( $p < 0,05$ ). \*\* Forskjell i prosentvis endring fra pre ( $p < 0,01$ ).

## 5.4 Nivåforskjeller

I vår studie var syklistene trente ( $VO_{2maks} = 66,5$  mL/min/kg), men det var relativt stor spredning i  $VO_{2maks}$  ved pretest (54,8 – 80,4 mL/min/kg). Siden godt trente utøvere trenger et høyere stimuli for å oppnå tilpasninger som det utrente trenger, kan det tenkes at intensiteten i studiene til Rønnestad et al, (2015; 2020) gir bedre effekt. Treningstatusen til syklistene i Rønnestad et al, (2020) var høyere enn i vår studie (elite vs. trente syklist, basert på Jeukendrup et al., (2000)). Prosent av  $W_{maks}$  underveis i øktene var også høyere (94 vs. 79%) under 30/15 protokollen i deres studie, i motsetning til vår studie der begge protokollene hadde gjennomsnittlig belastning på  $63 \pm 4\%$  av  $W_{maks}$ . Dette er lavere enn begge protokollene brukt i Rønnestad et al, (2020). Hvilket kan være med på å forklare forskjellene i økning av prestasjonsvariabler.

### Metodiske betraktninger

Noe av grunnen til at spriket i nivå var så stort var at det i utgangspunktet er vanskelig å få med godt trente eller elitesyklister på en intervensjon som er så omfattende og inngripende som vår. Dette fordi syklistene på elitenivå ikke er like ivrige når det kommer til påvirkning på sitt eget treningsopplegg. Med et høyere gjennomsnittlig nivå, kunne det potensielt blitt lettere å sett eventuelle endringer påvirket av tid  $\geq 90\%$  av  $VO_{2maks}$ .

### Praktiske vurderinger

I sum er arbeidslengden i praksis kortere under 30/15 sammenlignet med kontinuerlig arbeid (5,5 vs. 8 minutter), hvilket gjør den til en mer effektiv økt. 30/15 kan også være en mer rittspesifikk økt for sykkelgrener der det er hyppige akselerasjoner eller spurter. For eksempel i et rundbaneritt hvor en syklist må trække på en veldig høy belastning i korte periode eller i et landeveisritt der det skal byttes på å "dra" eller for å tette "luker" eller "brudd". I tillegg kan 30/15 oppleves mer spennende enn kontinuerlig arbeid, og kan virke lettere og morsommere å gjennomføre (Thum et al., 2017). 30/15 kan også være mer praktisk enn tidligere sprint intervall-protokoller fordi denne kombinerer høyintensive korte arbeidsperioder med flere repetisjoner (Sloth et al., 2013). Men når et treningsopplegg skal planlegges for utholdenhetsutøvere burde en blanding av ulike intervallprotokoller impliseres, for å utvikle ulike prestasjonsvariabler.



## 6 Konklusjon

Konklusjonen fra denne studie er at 3 uker med 30/15 intervall-protokollen fører til mer akkumulert tid  $\geq 90\%$  av  $VO_{2\text{maks}}$ , enn tradisjonell kontinuerlig intervalltrening (FLAT) ved bruk av lik gjennomsnittlig belastning underveis. Til tross for denne forskjellen ble det ikke observert noen forskjeller i utholdenhetsvariabler, kun en liten effekt i favør 30/15 i effekt ved 4 mmol  $[La^-]$ .

### Perspektiver

Det har ikke blitt gjennomført noen lignende studier som denne tidligere av en slik dimensjon. Både varigheten på intervensjonen og aspektet ved å måle  $VO_2$  på alle økter, ville vært interessant å sett på godt trente og elite utøvere. Flere prestasjonsfremmende faktorer burde også inkluderes i en videre forskningen på feltet slik som hematologiske adaptasjoner og andre perifere adaptasjoner.

## 7 Referanseliste:

- Almquist, N. W., Nygaard, H., Vegge, G., Hammarström, D., Ellefsen, S., & Rønnestad, B. R. (2020). Systemic and muscular responses to effort-matched short intervals and long intervals in elite cyclists. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 30(7), 1140–1150. <https://doi.org/10.1111/sms.13672>
- Altenburg, T. M., Degens, H., van Mechelen, W., Sargeant, A. J., & de Haan, A. (2007). Recruitment of single muscle fibers during submaximal cycling exercise. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 103(5), 1752–1756. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00496.2007>
- ASTRAND, I., ASTRAND, P. O., CHRISTENSEN, E. H., & HEDMAN, R. (1960). Intermittent muscular work. *Acta physiologica Scandinavica*, 48, 448–453. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1960.tb01879.x>
- Bassett, D. R., Jr. & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc*, 32(1), 70-84.
- Billat L. V. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: aerobic interval training. *Sports medicine* (Auckland, N.Z.), 31(1), 13–31. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131010-00002>
- Billat, Véronique., Petot, Hélène., Karp, Jason R., Sarre, Guillaume., Morton, R. Hugh., Mille-Hamard, Laurence. (2013). The sustainability of VO<sub>2</sub>max: effect of decreasing the workload. *European Journal of Applied Physiology*, 113(2), 385–394. doi:10.1007/s00421-012-2424-7
- Bossi, A. H., Mesquida, C., Passfield, L., Rønnestad, B. R., & Hopker, J. G. (2020). Optimizing Interval Training Through Power-Output Variation Within the Work Intervals. *International journal of sports physiology and performance*, 1–8. Advance online publication. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0260>
- Bottinelli, R., & Reggiani, C. (2000). Human skeletal muscle fibres: molecular and functional diversity. *Progress in biophysics and molecular biology*, 73(2-4), 195–262. [https://doi.org/10.1016/s0079-6107\(00\)00006-7](https://doi.org/10.1016/s0079-6107(00)00006-7)
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports* (Washington, D.C. : 1974), 100(2), 126–131.

- Cohen, J. (1977). The t Test for Means. I Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2. utg., s. 19-74). New York: Routledge.
- Convertino, V. A., Brock, P. J., Keil, L. C., Bernauer, E. M., & Greenleaf, J. E. (1980). Exercise training-induced hypervolemia: role of plasma albumin, renin, and vasopressin. *Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology*, 48(4), 665–669. <https://doi.org/10.1152/jappl.1980.48.4.665>
- Coyle E. F. (1999). Physiological determinants of endurance exercise performance. *Journal of science and medicine in sport*, 2(3), 181–189. [https://doi.org/10.1016/s1440-2440\(99\)80172-8](https://doi.org/10.1016/s1440-2440(99)80172-8)
- Coyle, E. F., Sidossis, L. S., Horowitz, J. F., & Beltz, J. D. (1992). Cycling efficiency is related to the percentage of type I muscle fibers. *Medicine and science in sports and exercise*, 24(7), 782–788.
- Davies, C. T., & Knibbs, A. V. (1971). The training stimulus. The effects of intensity, duration and frequency of effort on maximum aerobic power output. *Internationale Zeitschrift für angewandte Physiologie, einschliesslich Arbeitsphysiologie*, 29(4), 299–305.
- di Prampero P. E. (2003). Factors limiting maximal performance in humans. *European journal of applied physiology*, 90(3-4), 420–429. <https://doi.org/10.1007/s00421-003-0926-z>
- Dempsey, J. A., Hanson, P. G., & Henderson, K. S. (1984). Exercise-induced arterial hypoxaemia in healthy human subjects at sea level. *The Journal of physiology*, 355, 161–175. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1984.sp015412>
- Dupont, G., Blondel, N., Lensele, G., & Berthoin, S. (2002). Critical velocity and time spent at a high level of VO<sub>2</sub> for short intermittent runs at supramaximal velocities. *Canadian journal of applied physiology = Revue canadienne de physiologie appliquee*, 27(2), 103–115. <https://doi.org/10.1139/h02-008>
- Ekblom, B., & Hermansen, L. (1968). Cardiac output in athletes. *Journal of applied physiology*, 25(5), 619–625. <https://doi.org/10.1152/jappl.1968.25.5.619>
- Esfarjani, F., & Laursen, P. B. (2007). Manipulating high-intensity interval training: effects on VO<sub>2max</sub>, the lactate threshold and 3000 m running performance in moderately trained males. *Journal of science and medicine in sport*, 10(1), 27–35. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.05.014>
- Farrell, P. A., Wilmore, J. H., Coyle, E. F., Billing, J. E., & Costill, D. L. (1979). Plasma lactate accumulation and distance running performance. *Medicine and science in sports*, 11(4), 338–344.

- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of strength and conditioning research*, 15(1), 109–115.
- Gaesser, G. A., & Rich, R. G. (1984). Effects of high- and low-intensity exercise training on aerobic capacity and blood lipids. *Medicine and science in sports and exercise*, 16(3), 269–274.
- Gollnick, P. D., Piehl, K., & Saltin, B. (1974). Selective glycogen depletion pattern in human muscle fibres after exercise of varying intensity and at varying pedalling rates. *The Journal of physiology*, 241(1), 45–57. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1974.sp010639>
- Heinicke, K., Wolfarth, B., Winchenbach, P., Biermann, B., Schmid, A., Huber, G., ... Schmidt, W. (2001). Blood volume and hemoglobin mass in elite athletes of different disciplines. *Int J Sports Med*, 22(7), 504-512. <https://doi.org/10.1055/s-2001-17613>
- Hopker, J., Passfield, L., Coleman, D., Jobson, S., Edwards, L., & Carter, H. (2009). The effects of training on gross efficiency in cycling: a review. *International journal of sports medicine*, 30(12), 845–850. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1237712>
- Horowitz, J. F., Sidossis, L. S., & Coyle, E. F. (1994). High efficiency of type I muscle fibers improves performance. *International journal of sports medicine*, 15(3), 152–157. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1021038>
- Jacobs, R. A., Rasmussen, P., Siebenmann, C., Díaz, V., Gassmann, M., Pesta, D., Gnaiger, E., Nordsborg, N. B., Robach, P., & Lundby, C. (2011). Determinants of time trial performance and maximal incremental exercise in highly trained endurance athletes. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 111(5), 1422–1430. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00625.2011>
- Jeukendrup, A. E., Craig, N. P., & Hawley, J. A. (2000). The bioenergetics of World Class Cycling. *Journal of science and medicine in sport*, 3(4), 414–433. [https://doi.org/10.1016/s1440-2440\(00\)80008-0](https://doi.org/10.1016/s1440-2440(00)80008-0)
- Jones, A. M., & Carter, H. (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 29(6), 373–386. <https://doi.org/10.2165/00007256-200029060-00001>
- Lamberts RP, Swart J, Woolrich RW, Noakes TD, Lambert MI (2009d) Measurement error associated with performance testing in well-trained cyclists; application to the precision of monitoring changes in training status. *Int Sport Med J* 10:33–44
- Laursen, P. B. & Jenkins, David G. (2002). The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training. *Sports Medicine*, 32(1), 53–73. doi:10.2165/00007256-200232010-00003

- Lundby, C., Montero, D. & Joyner, M. (2017). Biology of VO<sub>2</sub> max: looking under the physiology lamp. *Acta Physiol (Oxf)*, 220(2), 218-228.  
<https://doi.org/10.1111/apha.12827>
- Lundby, C., & Robach, P. (2015). Performance Enhancement: What Are the Physiological Limits?. *Physiology (Bethesda, Md.)*, 30(4), 282–292.  
<https://doi.org/10.1152/physiol.00052.2014>
- MacDougall, D., & Sale, D. (1981). Continuous vs. interval training: a review for the athlete and the coach. *Canadian journal of applied sport sciences. Journal canadien des sciences appliquees au sport*, 6(2), 93–97
- MacInnis, M. J. & Gibala, M. J. (2017). Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *The Journal of physiology*, 595(9), 2915–2930.  
<https://doi.org/10.1113/JP273196>
- Midgley, A.W., McNaughton, L.R., Wilkinson, M. (2006). Is there an optimal training intensity for enhancing the maximal oxygen uptake of distance runners?: empirical research findings, current opinions, physiological rationale and practical recommendations. *Sports Med.*, 36(2), 117-32. Review. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636020-00003>
- Millet, G. P., Libicz, S., Borrani, F., Fattori, P., Bignet, F., & Candau, R. (2003). Effects of increased intensity of intermittent training in runners with differing VO<sub>2</sub> kinetics. *European journal of applied physiology*, 90(1-2), 50–57. <https://doi.org/10.1007/s00421-003-0844-0>
- Montero, D., Cathomen, A., Jacobs, R. A., Fluck, D., de Leur, J., Keiser, S., . . . Lundby, C. (2015). Haematological rather than skeletal muscle adaptations contribute to the increase in peak oxygen uptake induced by moderate endurance training. *J Physiol*, 593(20), 4677-4688. doi: 10.1113/jp270250
- Montero, D., & Lundby, C. (2018). Regulation of Red Blood Cell Volume with Exercise Training. *Comprehensive Physiology*, 9(1), 149–164.  
<https://doi.org/10.1002/cphy.c180004>
- Mortensen, S. P., Dawson, E. A., Yoshiga, C. C., Dalsgaard, M. K., Damsgaard, R., Secher, N. H. & González-Alonso, J. (2005). Limitations to systemic and locomotor limb muscle oxygen delivery and uptake during maximal exercise in humans. *J Physiol*, 566(1), 273-285. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2005.086025>
- Parmar, A., Jones, T. W., & Hayes, P. R. (2021). The dose-response relationship between interval-training and VO<sub>2</sub>max in well-trained endurance runners: A systematic review.

*Journal of sports sciences*, 39(12), 1410–1427.

<https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1876313>

- Poole, D. C., & Gaesser, G. A. (1985). Response of ventilatory and lactate thresholds to continuous and interval training. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 58(4), 1115–1121. <https://doi.org/10.1152/jappl.1985.58.4.1115>
- Powers, S. K., Lawler, J., Dempsey, J. A., Dodd, S., & Landry, G. (1989). Effects of incomplete pulmonary gas exchange on VO<sub>2</sub> max. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 66(6), 2491–2495. <https://doi.org/10.1152/jappl.1989.66.6.2491>
- Rozenek, R., Funato, K., Kubo, J., Hoshikawa, M., & Matsuo, A. (2007). Physiological responses to interval training sessions at velocities associated with VO<sub>2</sub>max. *Journal of strength and conditioning research*, 21(1), 188–192. <https://doi.org/10.1519/R-19325.1>
- Rønnestad, B. R., & Tønnessen, E. (2018). Utholdenhetstrening. I *Trening; fra barneidrett til toppidrett* (s. 22-41): Gyldendal.
- Rønnestad, B. R. & Hansen, J. (2013). Optimizing interval training at power output associated with peak oxygen uptake in well-trained cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research*, (), 1–. doi:10.1519/JSC.0b013e3182a73e8a
- Rønnestad, B. R., Hansen, J., Nygaard, H., & Lundby, C. (2020). Superior performance improvements in elite cyclists following short-interval vs effort-matched long-interval training. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 30(5), 849–857. <https://doi.org/10.1111/sms.13627>
- Rønnestad, B. R., Hansen, J., Vegge, G., Tønnessen, E., Slettaløkken, G. (2015). Short intervals induce superior training adaptations compared with long intervals in cyclists - An effort-matched approach. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(2), 143–151. doi:10.1111/sms.12165
- Rønnestad, B. R., Øfsteng, S. J., Zambolin, F., Raastad, T., & Hammarström, D. (2021). Superior Physiological Adaptations After a Microcycle of Short Intervals Versus Long Intervals in Cyclists. *International journal of sports physiology and performance*, 16(10), 1432–1438. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0647>
- Sawka, M. N., Convertino, V. A., Eichner, E. R., Schnieder, S. M., & Young, A. J. (2000). Blood volume: importance and adaptations to exercise training, environmental stresses, and trauma/sickness. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(2), 332–348. <https://doi.org/10.1097/00005768-200002000-00012>
- SHEPARD R. H. (1958). Effect of pulmonary diffusing capacity on exercise tolerance. *Journal of applied physiology*, 12(3), 487–488. <https://doi.org/10.1152/jappl.1958.12.3.487>

- Sjödin, B., & Jacobs, I. (1981). Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *International journal of sports medicine*, 2(1), 23–26.  
<https://doi.org/10.1055/s-2008-1034579>
- Skattebo, Ø., Bjerring, A. W., Auensen, M., Sarvari, S. I., Cumming, K. T., Capelli, C., & Hallén, J. (2020). Blood volume expansion does not explain the increase in peak oxygen uptake induced by 10 weeks of endurance training. *European journal of applied physiology*, 120(5), 985–999. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04336-2>
- Smith, T. P., McNaughton, L. R. & Marshall, K. J. (1999). Effects of 4-wk training using  $V_{\max}/T_{\max}$  on  $VO_{2\max}$  and performance in athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(6), 892–896. <https://doi.org/10.1097/00005768-199906000-00019>
- Steputo, N. K., Hawley, J. A., Dennis, S. C., & Hopkins, W. G. (1999). Effects of different interval-training programs on cycling time-trial performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(5), 736–741. <https://doi.org/10.1097/00005768-199905000-00018>
- Thum, J. S., Parsons, G., Whittle, T., & Astorino, T. A. (2017). High-Intensity Interval Training Elicits Higher Enjoyment than Moderate Intensity Continuous Exercise. *PloS one*, 12(1), e0166299. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166299>
- Turnes, T., de Aguiar, R. A., Cruz, R. S., & Caputo, F. (2016). Interval training in the boundaries of severe domain: effects on aerobic parameters. *European journal of applied physiology*, 116(1), 161–169. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3263-0>
- Wakefield, B. R., & Glaister, M. (2009). Influence of work-interval intensity and duration on time spent at a high percentage of  $VO_{2\max}$  during intermittent supramaximal exercise. *Journal of strength and conditioning research*, 23(9), 2548–2554.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181bc19b1>
- Wenger, H. A. & Bell, G. J. (1986). The interactions of intensity, frequency and duration of exercise training in altering cardiorespiratory fitness. *Sports Med*, 3(5), 346-356.  
<https://doi.org/10.2165/00007256-198603050-00004>
- Weston, A. R., Myburgh, K. H., Lindsay, F. H., Dennis, S. C., Noakes, T. D., & Hawley, J. A. (1997). Skeletal muscle buffering capacity and endurance performance after high-intensity interval training by well-trained cyclists. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 75(1), 7–13. <https://doi.org/10.1007/s004210050119>
- Zadow, E. K., Gordon, N., Abbiss, C. R., & Peiffer, J. J. (2015). Pacing, the missing piece of the puzzle to high-intensity interval training. *International journal of sports medicine*, 36(3), 215–219. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1389973>



## Vil du delta i forskningsprosjektet:

”Sykkelforskning – akutt effekt av ulik arbeidsbelastningsdistribuering under intervalløkta på tid over 90% av maksimalt oksygenopptak hos syklister”

Dette er et spørsmål til deg om å delta i dette forskningsprosjektet som studere den akutte betydningen av arbeidsbelastningsdistribueringen under intervalløkta på tid over 90% av maksimalt oksygenopptak ved tre ulike intervalløkter med samme snittbelastning. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

### Formål

Flere studier tyder på at til lenger tid over 90% av maksimalt oksygenopptak ( $VO_{2maks}$ ) man har i en intervalløkt til bedre treningseffekt oppnår man. I denne studien vil vi derfor studere den akutte effekten av tre ulike 6x8 minutters intervalløkter på tid over 90% av  $VO_{2maks}$ , der alle 8-min arbeidsintervallene vil ha en snittwatt tilsvarende det maksimale effekten du klarer når du sykler alt du har i 40 min (FTP). De tre ulike variantene skal gjennomføres på tre påfølgende dager i tilfeldig rekkefølge: i) multiple kortintervaller (5 serier á 8 min med vekselvis 30 sek arbeid/15 sek restitusjon på hhv. 129%/49% av FTP); ii) 5 serier á 8 min med vekselvis 1 min på 110% av FTP/1 min på 90% av FTP; iii) 5 serier á 8 min på 100% av FTP. Forskjellen mellom intervalløktene er altså bare hvordan watten distribueres innad i hvert 8 minutters drag (se figur 2). Snittwatten under arbeidsintervallene vil snittwatten du klarer under 40 minutters sykkeltest til utmattelse. Denne testen, samt andre tester for å karakterisere forsøkspersonene gjennomføres på to påfølgende dager (se figur 1) for å kunne beskrive de ulike fysiologiske egenskapene til forsøkspersonene samt gjennomføre en mikrobiopsi for å kunne se om muskelfibertypesammensetning påvirker hvilken intervallform som gir lengst tid over 90% av  $VO_{2maks}$ .

Dataene fra prosjektet skal inngå i en bacheloroppgave. På baselinetestingen gjennomføres én mikrobiopsi på lårets ytterside, testing av styrke/muskelmasse, utholdenhet og blodvariabler. Dette prosjektet er nært relatert til ett forutgående prosjekt som fokuserer på effektene av varme og høydetrening og det er biopsiene fra dette forutgående prosjektet som benyttes i dette styrketreningssprosjektet. Alle testene for den enkelte blir gjennomført på samme sted, under tilnærmet like forhold for alle forsøkspersonene og innenfor samme tidsrom på døgnet ( $\pm 1$  timer) for hver person. All testing vil skje ved Høgskolen i Innlandet sitt idrettsfysiologiske testlaboratorium på Lillehammer. Vi ønsker derfor 30 syklister som vil ta del i dette prosjektet.

### Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Høgskolen i Innlandet er ansvarlig for prosjektet.

### Hvorfor får du spørsmål om å delta?

I prosjektet ønsker vi totalt 30 godt trente syklister (trent 7 timer eller mer utholdenhet per uke de siste 6 månedene før prosjektstart og  $VO_{2maks}$  over 65 mL/min/kg for menn og over 50 mL/min/kg for kvinner, i alderen 18-45 år. Forespørselen sendes til aktuelle trenere og utøvere på Innlandet/Østlandet/Sørlandet.

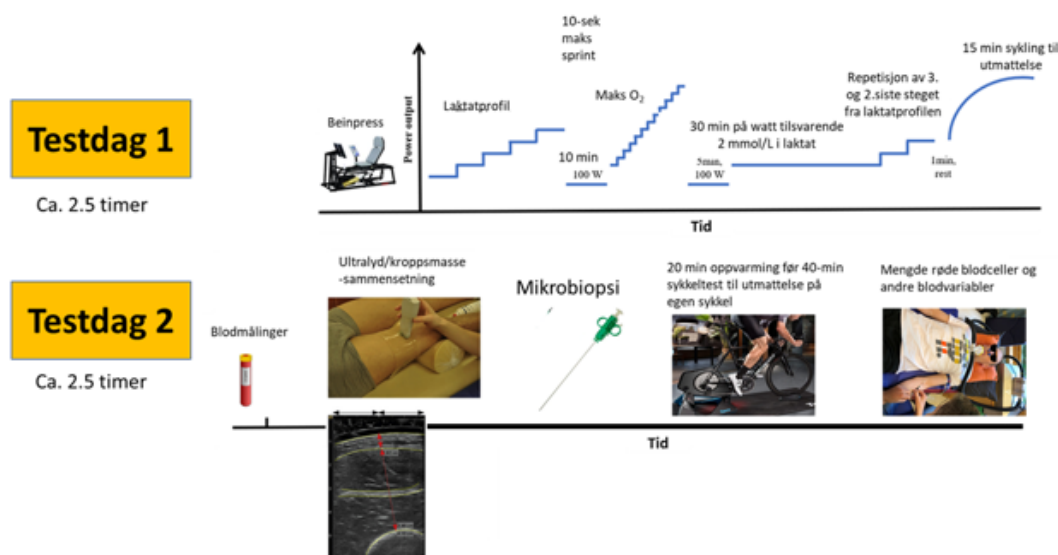
### Hva innebærer det for deg å delta?

Alle forsøkspersonene må gjennom en baseline test i desember, der de gjennomfører to påfølgende testdager på styrke- og utholdenhetsvariabler, samt blodvariabler og muskelbiologiske trekk som muskelfibertypesammensetning. På den påfølgende testdag 2 gjennomføres det først måling av kroppsmassesammensetning/ultralyd på låret etterfulgt av én mikrobiopsi på lårets utside før man gjennomfører en 40 min all-out sykkeltest på egen sykkel montert på en Tacx Neo 2 sykkelrulle (se figur 1 for hovedtrekkene på testdag 1 og 2). Noen vil kunne synes at blodprøver og mikrobiopsier er ubehagelig. I forbindelse med muskelbiopsitaking vil man typisk bli litt støl i muskelen 1-2 dager i etterkant. I sjeldne tilfeller vil muskelbiopsitaking kunne føre til tydelig arrdannelse eller at følelsen i huden omkring inngangspunktet forsvinner for en lengre periode, i ytterst sjeldne tilfeller på permanent basis. Biopsitaking er forbundet med en viss infeksjonsfare. Risikoen for disse komplikasjonene er svært små ved bruk av prosedyrene som benyttes i dette prosjektet. Du vil få klare instruksjoner om hvordan du skal behandle såret i etterkant av prøvetagningen. Under baselinetestingen vil vi også karakterisere



sentrale blodvariabler. Blodvariablene undersøkes hovedsakelig via en metode som kalles «karbonmonoksid-gjenpustingsmetoden» som brukes til å bestemme mengden røde blodceller, hemoglobinmassen, blodvolum og plasmavolum. En liten mengde karbonmonoksid pustes inn som en del av testen, men denne er liten og svarer cirka til den mengde karbonmonoksid man innånder ved å røyke en sigarett hvilket ikke kan anses som helseskadelig. Vi måler opptaket av karbonmonoksid i blodet ved hjelp av fingerstikk og en blodprøve. De fysiologiske testene innebærer hard fysisk anstrengelse over en periode og oppleves som ubehag som kan sammenliknes med en hard treningsøkt. Siste to dager før test skal det ikke gjennomføres hard trening. Selve intervalløktene gjennomføres i starten av januar i tilfeldig rekkefølge via 3 påfølgende dager (se figur 2 for nærmere beskrivelse). Under arbeidsintervallene måles oksygenopptaket og hjertefrekvens kontinuerlig, men ikke under 3 minutters pausene mellom intervallene. Etter hver arbeidsintervall måles laktatverdier. Intervallene gjennomføres på egen sykkel koplet til Tacx Neo 2.

Alle testresultat blir registrert elektronisk. Alle testene for den enkelte blir gjennomført på samme sted, under tilnærmet like forhold for alle forsøkspersonene og innenfor samme tidsrom på døgnet ( $\pm 1$  timer) for hver person. All testing vil skje ved Høgskolen i Innlandet sitt idrettsfysiologiske testlaboratorium på Lillehammer.



Figur 1: Hovedelementene i testen for utholdenhetsprestasjon på testdag 1 og 2.

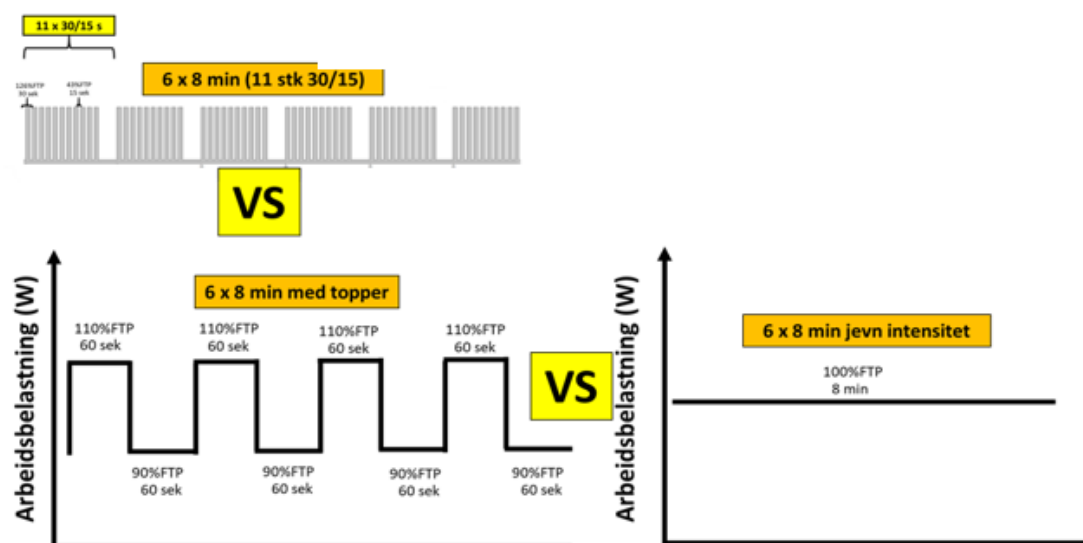
### Det er frivillig å delta

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

### Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil kun bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Det er bare medlemmer i prosjektgruppa som får tilgang på disse dataene. Navnet og kontaktopplysningene dine vil erstattes med en kode som lagres på egen navneliste adskilt fra øvrige data, samt at biomaterialet er innelåst. Det er kun anonyme testresultater som publiseres, slik at du vil ikke kunne gjenkjennes i publikasjon. De biologiske prøvene som tas av deg skal analyseres rett etter de er innsamlet og destrueres senest etter 2 mnd. Ved å delta i prosjektet, samtykker du også til at kodet muskelbiopsimaterial kan overføres til Syddansk Universitet (Danmark) der det skal analyseres for bl.a. muskelfibertypesammensetning som ledd i forskningssamarbeid og publisering. Koden som knytter deg til dine

personidentifiserbare opplysninger vil ikke bli utlevert. Alle data skal oppbevares på sikker server «Tjenester for sensitive data (TSD)» ved Universitetet i Oslo som Høgskolen i Innlandet har databehandleravtale med.



Figur 2: Illustrasjon av de 3 ulike intervalløktene med samme snittbelastning i arbeidsintervallene (6x8 min på 100% av FTP) som skal gjennomføres i tilfeldig rekkefølge på tre påfølgende dager.

### Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Prosjektgruppa skal arbeidet videre med de innsamlede dataene etter at masteroppgavene er levert slik at selve prosjektet skal i sin helhet avsluttes 30.08.2027. Da skal datamaterialet anonymiseres.

### Dine rettigheter

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

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

### Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

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

### Hvor kan jeg finne ut mer?

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

- Høgskolen i Innlandet ved professor Bent Rønnestad ([bent.ronnestad@inn.no](mailto:bent.ronnestad@inn.no), Tel: 61 28 81 93) eller professor Carsten Lundby ([carsten.lundby@inn.no](mailto:carsten.lundby@inn.no), Tel 61 28 81 96)
- Høgskolen i Innlandets kontaktperson for personvern i forskning: Anne S. Lofthus, [anne.lofthus@inn.no](mailto:anne.lofthus@inn.no), telefon: 61288277
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost ([personvernombudet@nsd.no](mailto:personvernombudet@nsd.no)) eller telefon: 55582117.

Med vennlig hilsen

Carsten Lundby  
Prosjektansvarlig, forsker

Bent Rønnestad  
Prosjektmedarbeider, forsker

---

## **Samtykkeerklæring**

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet ”*Sykkelforskning - akutt effekt av ulik arbeidsbelastningsdistribuering under intervalløkta på tid over 90% av maksimalt oksygenopptak hos syklister*”, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til å ha lest og forstått hva prosjektet innebærer og mine rettigheter.

Jeg samtykker til å delta i dette prosjektet med fysiologisk testing på Høgskolen i Innlandet, Lillehammer.

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet, ca. 30.07.2027 og at kodet muskelbiopsimaterial kan overføres til Syddansk Universitet (Danmark).

---

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

## Vedlegg 2: Treningsdagbok

1	FP	Periode	Dato	Aktivitet	Sone 1	Sone 2	Sone 3	Sone 4	Sone 5	Maksstyrke	Basisstyrke	Øktscore	Følelse bein	Total trening	
2														0	
3														0	
4														0	
5														0	
6														0	
7														0	
8														0	
9														0	
10														0	
11														0	
12														0	
13														0	
14														0	
15														0	
16														0	
17														0	
18														0	
19														0	
20														0	
21														0	
22														0	
23														0	
24														0	
25														0	
26														0	
27														0	
28														0	
29														0	
30														0	
31														0	
32														0	
33														0	
34														0	
35														0	
36														0	
37														0	
38			3											0	
39			3											0	
40			3											0	
41			3											0	
42			3											0	
43			3											0	
44	FP	Periode	Dato	Aktivitet	Sone 1	Sone 2	Sone 3	Sone 4	Sone 5	Maksstyrke	Basisstyrke	Øktscore	Følelse bein	Total trening	
45	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	0

Øktscore	
0	Hvile
1	Veldig, veldig lett
2	Lett
3	Moderat
4	Noe hardt
5	Hardt
6	
7	Veldig hardt
8	
9	
10	Ekstremt hardt

Opplevd følelse i beina	
9	Veldig, veldig dårlig
8	Veldig dårlig
7	Dårlig
6	Litt dårlig
5	Normal
4	Litt bra
3	Bra
2	Veldig bra
1	Veldig, veldig bra

### Hvordan føre treningsdagbok

#### Utholdenhetstrening

Før antall minutter trening i de forskjellige sonene (utholdenhetstrening).

Velg riktig bevegelsesform i rullgardina.

#### Styrketrening

Før antall minutter med maksimal/generell styrketrening.

#### Øktscore og opplevd følelse i beina

Velg riktig verdi i rullgardina.

