

Vegard Øie

---

**Effekt av å bruke staver i bratt motbakke  
på  $VO_{2maks}$  og prestasjon for normal- og  
kondisjonstrente.**

---

Masteroppgave i idrettsvitenskap  
Seksjon for fysisk prestasjonsevne  
Norges idrettshøgskole, 2018



## Sammendrag

**Formål:** Formålet med denne studien var å undersøke effekten av å inkludere armarbeid til gange/løp i bratt motbakke på  $VO_{2maks}$  og prestasjon (TTU) for henholdsvis en normaltrent og en kondisjonstrent gruppe, samt sammenligne gruppene.

**Metode:** 10 godt kondisjonstrente forsøkspersoner [ $N=9♂$ ,  $1♀$ ,  $23 \pm 7$  år (gj.snitt  $\pm$  standardavvik),  $181 \pm 6$  cm,  $75 \pm 7$  kg,  $70 \pm 6$  mL $\cdot$ kg $^{-1}$  $\cdot$ min $^{-1}$ ] og 10 normaltrente forsøkspersoner ( $N=7♂$ ,  $3♀$ ,  $29 \pm 7$  år,  $177 \pm 5$  cm,  $84 \pm 13$  kg,  $48 \pm 8$  mL $\cdot$ kg $^{-1}$  $\cdot$ min $^{-1}$ ) deltok i studien. Fordelt på 3 dager gjennomførte FP tester på ulike hastigheter med 25 % stigning på tredemølle. Første testdag ble det gjennomført laktatprofil og  $VO_{2maks}$ -test ved gange/løp for beregning av belastninger i de påfølgende 2 testdager. Andre og 3. dag ble det gjennomført 3 submaksimale belastninger og en prestasjonstest på 100 %  $VO_{2maks}$  til utmattelse, henholdsvis med eller uten inkludert armarbeid (staver) i randomisert rekkefølge. Det ble gjort målinger av TTU,  $VO_2$ , HF,  $[La^-]$ , VE, RER og RPE.

**Resultat:** De kondisjonstrente oppnådde  $12,8 \pm 3,6$  % (gj.snitt  $\pm$  standardfeil) lengre TTU med bruk av staver enn uten ( $p<0,05$ ), mens de normaltrente tenderte til  $11,0 \pm 5,7$  % lengre TTU med staver enn uten ( $p=0,10$ ). Akkumulert  $VO_2$  var følgelig  $15,2 \pm 3,9$  % høyere med staver enn uten for de kondisjonstrente ( $p<0,05$ ), mens det ikke var noen forskjell for de normaltrente ( $p=0,17$ ).  $VO_{2peak}$  var imidlertid lik for de kondisjonstrente med og uten staver, mens de normaltrente hadde  $1,7 \pm 0,7$  % høyere  $VO_{2peak}$  med staver enn uten ( $p<0,05$ ). Det var ingen forskjeller mellom gruppene i effekten av å addere staver til beinarbeid verken i TTU,  $VO_{2peak}$  eller akkumulert  $VO_2$ . Ved submaksimalt arbeid hadde de kondisjonstrente lavere  $[La^-]$  med staver enn uten (4 km/t:  $16,0 \pm 6,6$  %,  $p<0,05$  og 5 km/t:  $26,1 \pm 6,8$  %,  $p<0,05$ ).

**Konklusjon:** I bratt motbakke oppnådde de normaltrente høyere  $VO_{2peak}$  ved kombinert arm- og beinarbeid sammenlignet med kun beinarbeid, men det var ingen forskjell i akkumulert oksygenopptak og prestasjon. Til sammenligning oppnådde de kondisjonstrente både lengre tid til utmattelse og høyere akkumulert oksygenopptak ved kombinert arm- og beinarbeid uten forskjell i  $VO_{2peak}$ . Effekten av å inkludere armer på  $VO_2$  og prestasjon var imidlertid ikke forskjellig mellom gruppene.

# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>4</b>
<b>Forord</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Innledning</b> .....	<b>7</b>
1.1 Problemstillinger og hypoteser .....	8
<b>2. Teori</b> .....	<b>9</b>
2.1 Hva bestemmer prestasjon i utholdenhetsaktiviteter? .....	9
2.1.1 Utnyttingsgrad .....	9
2.1.2 Arbeidsøkonomi .....	9
2.1.3 $VO_{2maks}$ .....	10
2.1.4 Anaerob kapasitet .....	11
2.2 Begrensende faktorer for $VO_{2maks}$ .....	11
2.2.1 Sentralt begrensende faktorer for $VO_{2maks}$ .....	11
2.2.2 Perifert begrensende faktorer for $VO_{2maks}$ .....	13
2.2.3 Sentral eller perifer begrensning mest gjeldende? .....	14
2.3 Armer versus bein.....	14
2.4 Forskjell mellom trente og utrente? .....	15
2.5 Oppsummering.....	16
<b>3. Metode</b> .....	<b>17</b>
3.1 Forsøkspersoner .....	17
3.2 Eksperimentelt design .....	17
3.2.1 Utstyr og testprosedyrer.....	18
3.2.2 Testdag 1.....	20
3.2.3 Testdag 2 og testdag 3 .....	21
3.3 Statistiske beregninger .....	22
<b>4. Resultater</b> .....	<b>23</b>
4.1 Submaksimale belastninger .....	23
4.1.1 Absolutt oksygenopptak ( $VO_2$ ).....	23
4.1.2 Laktatkonsentrasjon i blodet ( $[La^-]$ ) .....	23
4.1.3 Hjerterefrekvens (HF).....	24
4.1.4 Ventilasjon (VE), Respiratorisk utvekslingskvotient (RER), Borg skala 6-20 (RPE).....	25

<b>4.2</b>	<b>Maksimal belastning</b> .....	<b>26</b>
4.2.1	Tid til utmattelse (TTU).....	26
4.2.2	Akkumulert oksygenopptak ( $VO_{2akk}$ ) .....	27
4.2.3	Høyeste oksygenopptak ( $VO_{2peak}$ ).....	27
4.2.1	Anaerob kapasitet .....	28
4.2.2	Laktatkonsentrasjon i blodet ( $[La^-]$ ) .....	29
4.2.3	Maksimal hjertefrekvens ( $HF_{maks}$ ) .....	29
4.2.4	Ventilasjon (VE).....	30
4.2.5	Respiratorisk utvekslingskvotient (RER) .....	30
4.2.6	Borg skala 6-20 (RPE).....	31
<b>5.</b>	<b>Diskusjon</b> .....	<b>32</b>
<b>5.1</b>	<b>Prestasjon (TTU)</b> .....	<b>32</b>
<b>5.2</b>	<b><math>VO_2</math></b> .....	<b>34</b>
5.2.1	$VO_{2akk}$ .....	34
5.2.2	$VO_{2peak}$ .....	35
5.2.3	Submaksimalt arbeid .....	37
<b>5.3</b>	<b><math>[La^-]</math></b> .....	<b>37</b>
5.3.1	Submaksimalt arbeid .....	38
<b>5.4</b>	<b>HF</b> .....	<b>39</b>
<b>5.5</b>	<b>Metodiske betraktninger</b> .....	<b>40</b>
<b>5.6</b>	<b>Perspektiver</b> .....	<b>41</b>
<b>6.</b>	<b>Konklusjon</b> .....	<b>42</b>
	<b>Referanser</b> .....	<b>43</b>
	<b>Figuroversikt</b> .....	<b>50</b>
	<b>Tabelloversikt</b> .....	<b>52</b>
	<b>Forkortelser</b> .....	<b>53</b>
	<b>Vedlegg</b> .....	<b>54</b>
	Vedlegg 1: Meldeskjema til NSD .....	54
	Vedlegg 2: Søknad lokal etisk komite.....	61
	Vedlegg 3: Informert samtykke .....	68
	Vedlegg 4: Rekrutteringsplakat.....	71

## Forord

Dette prosjektet ble gjennomført ved *Seksjon for fysisk prestasjonsevne* ved Norges Idrettshøgskole. Prosessen fra idé til innlevering har vært spennende, lærerik, krevende og til tider slitsom. Prosjektet har ikke kunnet blitt gjort uten uunnværlig hjelp. I den anledning vil jeg takke min veileder Bjarne Rud for gode tanker og tilbakemeldinger gjennom hele prosessen. Jeg vil også takke biveileder Bent Rønnestad for å stille sitt laboratorium på Lillehammer til disposisjon for gjennomføringen av datainnsamlingen. En takk rettes også til Joar Hansen og Gudmund Storlien for god opplæring i laboratoriet. Førsøkspersonene som gledelig stilte opp punktlig og innsatsvillige på alle oppmøter, fortjener også en stor takk.

*Vegard Øie*

Oslo, oktober 18

# 1. Innledning

En rekke idretter utøves ved et helkroppsarbeid hvor store deler av kroppens muskulatur er aktivert i større eller mindre grad gjennom arbeidet. Langrenn er et eksempel på en idrett hvor dette er tilfellet, og det stilles høye krav til utøverens maksimale aerobe kapasitet for å oppnå gode prestasjoner (Sandbakk & Holmberg, 2014). Motbakkeløp og fjelløp med et høyt antall høydemeter underveis, er eksempel på andre idretter hvor det stilles høye krav til maksimal aerob kapasitet. I likhet med langrenn, benyttes gjerne staver med hensikt i å bedre prestasjonen i konkurransesammenheng (Jacobson, Wright, & Dugan, 2000).

I denne sammenheng vil det være interessant å se om et inkludert armarbeid til et allerede fysisk krevende beinarbeid vil påvirke individets maksimale aerobe kapasitet og/eller bedring i prestasjon. Forskning er gjort på dette feltet i mange år uten at man har kommet til en ensydig konklusjon. Allerede i 1961 undersøke Åstrand og Saltin  $VO_{2maks}$  ved ulike aktiviteter hvor man aktiverte ulik grad av arbeidende muskelmasse. Ved sittende sykling alene og sittende sykling med inkludert armarbeid så man ingen forskjell i  $VO_{2maks}$ , men derimot så man at dersom man erstattet noe av beinarbeidet med armarbeid økte tid til utmattelse. Samtidig så man at løping i motbakke gav et høyere maksimalt oksygenopptak enn sykling, sykling med inkludert armarbeid og langrenn (Åstrand & Saltin, 1961). En annen liknende studie fant indikasjoner på at man oppnådde et høyere maksimalt oksygenopptak på ergometersykkel ved å fordele den totale arbeidsbelastningen mellom bein og armer sammenliknet med å gjøre det samme arbeidet kun med beina (Bergh, Kanstrup, & Ekblom, 1976). Dette var gjeldende dersom armarbeidet bidro med 10 – 30 % av den totale arbeidsbelastningen. Ved armarbeid tilsvarende 40 % av total arbeidsbelastning, var det ingen forskjell i maksimalt oksygenopptak sammenliknet med kun beinarbeid på ergometersykkel (Bergh et al., 1976).

Treningsstilstand kan være med å påvirke evnen til å nyttiggjøre seg av armenes ressurser i et samlet arbeid. Armene er ikke like aktive gjennom den daglige aktiviteten enn hva beina normalt er. Dette kan være med på å forklare noe av årsaken til at man ved en utmattelsesprotokoll med armarbeid, så at forsøkspersonene ikke oppnådde mer enn cirka 70 % av hva man gjorde ved beinarbeid (Secher & Volianitis, 2006). Det ser

også ut til at dette kan trenes ved at man ser at utøvere som er aktive innen en idrett hvor armarbeid er en sentral del av bevegelsesyklusen, for eksempel langrenn, svømming og roing, har en større evne til å oppnå et tilsvarende maksimalt oksygenopptak ved armarbeid som ved beinarbeid (Secher & Volianitis, 2006).

En tidligere bacheloroppgave gjort på Norges Idrettshøgskole i 2016 undersøkte om inkludert armarbeid ved gange i bratt motbakke fører til økt  $VO_{2maks}$  og økt tid til utmattelse (Nilsen & Larsen, 2016). Oppgaven konkluderte med at ved samme ytre arbeidsbelastning øker den maksimale aerobe energiomsetningen og tid til utmattelse ved bruk av staver i bratt motbakke. Det har samtidig blitt sett en tendens gjennom et prosjekt ved Norges Idrettshøgskole at godt kondisjonstrete har vanskeligere for å oppnå effekt på tid til utmattelse og maksimalt oksygenopptak ved å inkludere armarbeid ved løp eller gange i bratt motbakke, enn hva som er tilfellet hos utrente. Protokollen for disse to prosjektene var lik, men det ytre absolutte arbeidet var større for de godt kondisjonstrete, grunnet sin høyere aerobe kapasitet.

Hensikten med dette prosjektet er å undersøke hvordan størrelsen på aktivert muskelmasse kan være bestemmende for det maksimale oksygenopptaket og prestasjon hos normaltrente og kondisjonstrete individer. Dette vil gi innsikt i hva som begrenser  $VO_{2maks}$ , og om det eventuelt vil kunne være forskjell i effekt mellom normaltrente og kondisjonstrete.

## **1.1 Problemstillinger og hypoteser**

- I. Er det noen effekt av å inkludere armarbeid til beinarbeid på  $VO_{2maks}$  og prestasjon i bratt motbakke for normal- eller kondisjonstrete?
- II. Er effekten av å inkludere armarbeid til beinarbeid på  $VO_{2maks}$  og prestasjon i bratt motbakke forskjellig mellom normal- og kondisjonstrete?

For å undersøke problemstillingene, ble følgende forskningshypoteser utarbeidet:

- I. **H<sub>0</sub>:** Det er ingen effekt av å inkludere armarbeid til beinarbeid på  $VO_{2maks}$  og prestasjon i bratt motbakke for normal- og kondisjonstrete.
- II. **H<sub>0</sub>:** Det er ingen forskjell i effekt av å inkludere armarbeid til beinarbeid på  $VO_{2maks}$  og prestasjon i bratt motbakke mellom normal- og kondisjonstrete.



## 2. Teori

### 2.1 *Hva bestemmer prestasjon i utholdenhetsaktiviteter?*

Prestasjon i utholdenhetsaktiviteter avhenger av tre hovedkomponenter;  $VO_{2maks}$ , utnyttingsgrad og arbeidsøkonomi (Bassett & Howley, 2000; Michael J. Joyner & Coyle, 2008).  $VO_{2maks}$  er kort fortalt den maksimale hastigheten på den aerobe energiomsetningen hos et individ. Utnyttingsgraden er prosentandelen av  $VO_{2maks}$  man kan holde over en gitt varighet eller distanse, mens arbeidsøkonomien er hvor effektivt man nyttiggjør seg av energi til å skape fremdrift (Bassett & Howley, 2000). Avhengig av lengden på utholdenhetsarbeidet er også det anaerobe energibidraget gjeldende. Ved korte arbeidsperioder vil det anaerobe energibidraget være en større del av det totale energibidraget enn ved lengre arbeidsperioder (Gastin, 2001).

#### 2.1.1 **Utnyttingsgrad**

Hvor lenge sedate og kondisjonstrete individer greier å holde en viss andel av sin  $VO_{2maks}$  over en viss varighet, er vist å være svært ulik (Bassett & Howley, 2000). Kondisjonstrete er vist å kunne arbeide på 87 % og 83 % av  $VO_{2maks}$  over henholdsvis 1 og 2 timer. Sedate som gjennomførte samme protokoll greide å ligge på en arbeidsbelastning tilsvarende 50 % og 35 % av sin  $VO_{2maks}$  over henholdsvis 1 og 2 timer (Bassett & Howley, 2000). Utnyttelsesgraden reduseres derfor med størrelsen på arbeidet. Oksidativ kapasitet til arbeidende muskulatur er bestemmende for individets utnyttelsesgrad. Det er vist at mengde og aktivitet av mitokondrielle enzymer er faktorer som er bestemmende for muskulaturens oksidative kapasitet (Holloszy & Coyle, 1984; Jacobs et al., 2013). Når  $VO_{2maks}$  etter hvert begynner å flate ut etter langvarig systematisk utholdenhets trening, kan utnyttelsesgraden stadig forbedres. Man kan med andre ord forvente en stadig forbedring i prestasjon, selv om tester av  $VO_{2maks}$  tyder på liten fremgang (Bassett & Howley, 2000).

#### 2.1.2 **Arbeidsøkonomi**

Arbeidsøkonomi blir definert som mengden energiforbruk over distanse på en gitt hastighet (di Prampero, 2003). Arbeidsøkonomi er med på å forklare hvorfor individer med samme  $VO_{2maks}$  kan prestere veldig ulikt over samme gitte distanse (Conley & Krahenbuhl, 1980). Det er vist at man har en gradvis bedret arbeidsøkonomi ved løping etter hvert som man kommer på et høyere nivå (Morgan et al., 1995). Eliteløpere ser

dermed ut til å ha den beste arbeidsøkonomien. Det som også er interessant, er at det er store individuelle forskjeller i arbeidsøkonomi innenfor hver enkelt gruppe, og at denne er gjeldene både hos de utrente og hos eliteutøverne (Conley & Krahenbuhl, 1980; Morgan et al., 1995).

I Morgan et al. (1995) uttrykkes løpsøkonomien som  $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{km}^{-1}$ . De utrente kontrollene i Morgan et al. (1995) sin studien hadde en gjennomsnittlig estimert løpsøkonomi på  $202,2 \pm 11,5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{km}^{-1}$ . Intensiteten tilsvarte 70,5 % av  $\text{VO}_{2\text{maks}}$ . De beste utøverne hadde til sammenlikning en gjennomsnittlig estimert løpsøkonomi på  $181,9 \pm 9,1 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{km}^{-1}$  med en arbeidsintensitet på 69,9 % av  $\text{VO}_{2\text{maks}}$ . Funnene til Morgan et al. (1995) støttes opp av en nyere sammenfatning som viser at kondisjonstrente har et lavere  $\text{O}_2$ -forbruk sammenliknet med normaltrente ved samme løpshastighet (Barnes & Kilding, 2015).

Det er som oftest i konkurransesammenheng interessant å optimalisere sin egen arbeidsøkonomi for bedret prestasjon. Samtidig kan man i et helsefremmende perspektiv ha interesser i å gjøre arbeidsøkonomien dårligere. «Nordic Walking» (NW), hvor staver inkluderes til vanlig gange, er eksempelvis en aktivitetsform hvor arbeidsøkonomien manipuleres. Korrekt utført NW har som hensikt å gjøre arbeidsøkonomien dårligere for å skape et høyere  $\text{O}_2$ -forbruk sammenliknet med tradisjonell gange (Hansen & Smith, 2009; Pellegrini et al., 2018).

### 2.1.3 $\text{VO}_{2\text{maks}}$

$\text{VO}_{2\text{maks}}$  definerer den øvre grensen for aerob energiomsetning per tidsenhet og kan uttrykkes ved Ficks likning (Bassett & Howley, 2000):

$$\text{VO}_{2\text{maks}} = \text{MV} \times \text{a-vO}_2\text{diff}$$

Minuttvolum (MV) er et produkt av individets slagvolum (SV) x hjertefrekvens (HF), og beskriver hjertes pumpekapasitet. Ved økende belastning vil man normalt se at SV og særlig HF øker, og dermed skape et høyere MV for å imøtekomme energikravet individet står ovenfor.

Arteriovenøs oksygendifferanse ( $a-vO_2\text{diff}$ ) er differansen mellom det arterielle oksygeninnholdet og det venøse oksygeninnholdet. Godt kondisjonstrete individer ser ut til å ha en større  $a-vO_2\text{diff}$  enn hva man ser hos mindre trente kontroller (Volianitis, Yoshiga, Nissen, & Secher, 2004).

#### **2.1.4 Anaerob kapasitet**

Anaerob kapasitet er en faktor som har blitt viktigere og viktigere etter hvert som idretten moderniseres. For eksempel i langrenn hvor egenskaper ved avsluttende spurter og korte kraftanstrengelser i mye større grad enn før, er bestemmende for prestasjonen (Losnegard & Hallen, 2014; Losnegard, Myklebust, & Hallen, 2012). Samtidig har lengden på utholdenhetsarbeidet betydning for hvor bestemmende den anaerobe kapasiteten har på prestasjonen. Sprint i langrenn krever for eksempel høyere anaerob kapasitet enn 15 km distanse (Losnegard & Hallen, 2014). Det samme ser man i løping, hvor prosentandelen anaerobt energibidrag er størst ved korte distanser (200 meter) og gradvis reduseres etter hvert som det aerobe energibidraget blir større ved lengre distanser (1500 meter) (Spencer & Gastin, 2001). Samtidig ser man i en homogen gruppe der laktatterskel og  $VO_{2\text{maks}}$  er lik, at anaerob kapasitet kan være bestemmende for prestasjonen ved en 5 km løpstest (Baumann, Rupp, Ingalls, & Doyle, 2012).

## **2.2 Begrensende faktorer for $VO_{2\text{maks}}$**

Helt siden (Hill, Long, & Lupton, 1924) introduserte sin teori om menneskets begrensende faktorer for maksimalt oksygenopptak har det blitt diskutert hvilke faktorer som er begrensende for menneskets maksimale oksygenopptak. I grove trekk kan man si at ulike faktorer er primærbegrensende for  $VO_2$  avhengig av hvor stor muskelmasse som er aktivert (Andersen & Saltin, 1985; Bassett & Howley, 2000; Rud & Hallen, 2009).

### **2.2.1 Sentralt begrensende faktorer for $VO_{2\text{maks}}$**

#### **Respirasjonssystemet**

Respirasjonssystemet er svært sjelden en begrensende faktor for  $VO_{2\text{maks}}$  ved havnivå (Powers, Lawler, Dempsey, Dodd, & Landry, 1989). Ved stor høyde vil oksygeninnholdet i luften man puster inn være betydelig lavere, som gjør at man ikke får den samme oksygenmetningen av blodet enn hva man ville gjort ved havnivå

(Faulkner, Kollias, Favour, Buskirk, & Balke, 1968; Vogel & Harris, 1967). Powers et al. (1989) undersøkte om oksygenmetningen i blodet kunne manipuleres ved å sammenlikne oksygenmetningen til en normaltrente gruppe og en kondisjonstrent gruppe ved henholdsvis normal oksygenkonsentrasjon i innåndingsluften og ved kunstig forhøyet oksygenkonsentrasjon i innåndingsluften. Ved å berike innåndingsluften med oksygen, økte den kondisjonstrente gruppen både oksygenmetningen i blodet og maksimalt oksygenopptak, mens for den normaltrente gruppen økte kun oksygenmetningen i blodet (Powers et al., 1989). Man kan merke seg at de kondisjonstrente individene ble rekruttert på bakgrunn av allerede noe lav oksygenmetning i blod ved høyintensitetsarbeid i normal innåndingsluft. Samtidig er det annen forskning som støtter at krevende helkroppsarbeid for eliteutøvere kan redusere  $VO_{2maks}$  med 5-10 % grunnet dårligere oksygenmetning (Dempsey, Hanson, & Henderson, 1984; Secher & Volianitis, 2006). En mulig forklaring på den observerte reduksjonen i oksygenmetning kan være at de godt trente utholdenhetsutøverne har et langt høyere MV enn normaltrente (~ 40 vs 25 L·min<sup>-1</sup>) (Bassett & Howley, 2000). Ved krevende helkroppsarbeid opp mot  $VO_{2maks}$  kan det høye MV føre til at MTT i lungene er for høy til at hemoglobinet rekker å mettes tilstrekkelig med O<sub>2</sub> fra alveolene (Bassett & Howley, 2000; Dempsey et al., 1984).

Andre årsaksmekanismer som kan forklare fenomenet er en kombinasjon av reduksjon i arterielt oksygentrykk (Nielsen, Boushel, Madsen, & Secher, 1999) og en reduksjon i arteriell pH (Nielsen, 1999) som følge av et krevende helkroppsarbeid (Secher & Volianitis, 2006). Dette fører til en høyreforskyvning av «oksygen-hemoglobin dissosiasjonskurven» (Bohr-effekt) (Secher & Volianitis, 2006).

### **O<sub>2</sub>-leveranse**

MV har lenge vært akseptert å være en sentralt begrensende faktor for oksygentransport til muskulaturen (Hill et al., 1924). HF endres ikke med trening. SV er vist å være den faktoren i Fick's likning som endres ved trening som en følge av en økning i hjertets volum og større totalt blodvolum, og dermed står for mesteparten av endringer man ser i  $VO_{2maks}$  gjennom en treningsintervensjon (Ekblom, Åstrand, Saltin, Stenberg, & Wallström, 1968). Likevel er det vist at dersom man senker HF ved hjelp av beta-

blokkere, som igjen reduserer MV, så vil kroppen kompensere for dette ved å øke  $a-vO_2$ diff (Tesch, 1985).

$O_2$ -leveransen kan lett manipuleres ved hjelp av ulovlige metoder for å fremprovosere en kunstig stor prestasjonsevne (Ekblom, Wilson, & Åstrand, 1976). Et eksempel er bloddoping, hvor man kort fortalt manipulerer blodmengden. Ved denne metoden kan man øke sin  $VO_{2maks}$  og oppleve en tydelig forbedring i tid til utmattelse (Gledhill, 1985). Dette tyder på at  $O_2$ -leveransen er en begrensende faktor for  $VO_{2maks}$  og prestasjonsevnen.

## **2.2.2 Perifert begrensende faktorer for $VO_{2maks}$**

### **Andel mitokondrier**

Det har vært spekulert i at andel mitokondrier i den aktive muskulaturen kan være en begrensende faktor for individets  $VO_{2maks}$ , og at man i teorien bør se en fordobling av muskulaturens oksygenforbruk hvis andelen mitokondrier fordobles (Bassett & Howley, 2000). Det man derimot har sett er at man opplever kun en moderat økning i  $VO_{2maks}$  hvis andelen mitokondrier fordobles, og at man dermed konkluderer med at det er  $O_2$ -leveransen som er begrensende ved intensivt helkroppsarbeid (Bassett & Howley, 2000). Derimot er det vist at mitokondrietettheten er sentral når det kommer til kroppens adaptasjon til utholdenhetstrening ved å forbrenne fett i stedet for karbohydrat, samt arbeide med lavere laktatverdier ved samme belastning (Holloszy & Coyle, 1984).

### **Kapillærtetthet**

Kapillærtettheten er en sentral adaptasjon til utholdenhetstrening. Økt kapillærtetthet fører til at man får et større diffusjonsareal hvor oksygen kan leveres fra blodbanen til aktiv muskulatur. Dette fører til man kan vedlikeholde eller forbedre blodets "mean transit time" (MTT), og dermed kunne holde  $a-vO_2$ diff høy selv ved intensivt arbeid med stor blodgjennomstrømning (Saltin, 1985). På denne måten vil diffusjonskapasiteten i mindre grad fungere som en begrensende faktor for det maksimale oksygenopptaket. Denne adaptasjonen ser ut til å være betydelig mer gjeldende i muskulaturen enn hva man ser i lungene (Dempsey, 1986).

### **2.2.3 Sentral eller perifer begrensning mest gjeldende?**

Om det er sentrale- eller perifere faktorer som er mest begrensende for  $VO_{2\text{maks}}$  ser ut til å være avhengig av hvor stor andel muskelmasse som er aktivert. Dersom man gjennomfører isolerte øvelser på en begrenset muskelmasse, ser det ut til at det er de perifere faktorene som er begrensende (Saltin, 1985). Dette skyldes at andelen muskelmasse som er aktivert, er tilstrekkelig liten til at man ikke har problemer med å forsyne muskulaturen med oksygenrikt blod. Dette er blant annet vist av Andersen og Saltin (1985) der man så et betydelig høyere massespesifikt oksygenopptak ved ettbeins kneekstensjoner (muskelmasse 2-3 kg) enn hva man så ved sykling, som involverer langt større muskelmasse (>19 kg). Ved helkroppsarbeid, vil man derimot se at det er de kardiorespiratoriske faktorene som er begrensende for individets maksimale oksygenopptak (Andersen & Saltin, 1985; Bassett & Howley, 2000; Rud & Hallen, 2009).

### **2.3 Armer versus bein**

Calbet et al. (2005) undersøkte om oksygenekstraksjonen var forskjellig mellom armer og bein hos seks langrennsløpere. De fant i sin studie lavere oksygenekstraksjon i armene enn i beina. Mekanismene som ligger til grunn for den observerte forskjellen i oksygenekstraksjon, kan være armenes mindre diffusjonsareal og større diffusjonsavstand enn i beina (J. A. L. Calbet et al., 2005). Det ser dermed ut til at armene må kompensere med å ha en høyere blodgjennomstrømning enn hva man ser i beina ved arbeid på samme  $O_2$ -krav (J. A. L. Calbet et al., 2015). Calbet et al. (2005) så også at armene hadde en lavere  $a-vO_2$ diff enn hva man fant i beina. Dette var gjeldende ved både diagonalgang og ved staking.

Forskning på staketeknikk viser at mye av arbeidet man utfører for å skape fremdrift kommer fra beina (Rud, Secher, Nilsson, Smith, & Hallen, 2014), og dermed involvere tilstrekkelig stor muskelmasse til at de samme kardiorespiratoriske faktorene er begrensende for det maksimale oksygenopptaket i staking som andre helkroppsarbeid. Rud et al. (2014) støtter opp under Calbet et al. (2005) sine funn ved å finne økt blodgjennomstrømning i armene, men ingen bedring i oksygenekstraksjon ved økende arbeidsbelastning på stakeergometer. Man så samtidig en økning i både blodgjennomstrømning og oksygenekstraksjon i beina hos de samme 8 moderat trente

langrennsløperne. Oksygenopptaket i beina økte følgelig med 53 %, mot kun en 20 % økning i armene ved økt arbeidsbelastning (Rud et al., 2014).

Bergh et al. (1976) konkluderte i sin studie med at økt  $VO_{2maks}$  ved inkludert armarbeid under sykling på ergometersykkel ikke kommer som følge av økt MV, men heller av en lokal økning i  $a-vO_{2diff}$  i armene. Økt  $VO_{2maks}$  ved inkludert armarbeid ser ut til å være avhengig av utvalget man tester, siden man ser en positiv korrelasjon mellom maksimalt oksygenopptak ved armarbeid og  $VO_{2maks}$  ved helkroppsarbeid. Dette indikerer at man kan forvente en økt  $VO_{2maks}$  ved å inkludere armarbeid hos godt utholdenhetstrente utøvere som bruker armene aktivt i sin aktivitet, for eksempel roere, langrennsløpere og svømmere (Bergh et al., 1976).

Bergh et al. (1976) bygger mye av sine resultater på bakgrunn av en sammenlikning av løping i motbakke med sykling på ergometersykkel hvor armarbeid er inkludert. Sykling på ergometersykling (med et inkludert armarbeid) er ikke nødvendigvis veldig overførbart til langrennsløpere eller løpere som benytter helt andre bevegelsesmønstre. Dette ble også vist ved at man så en god løper ikke oppnådde samme  $VO_{2maks}$  ved sykling og sykling med inkludert armarbeid, som  $VO_{2maks}$  ved løping i forhold til de mindre spesialtrente forsøkspersonene i studien (Bergh et al., 1976).

Samtidig konkluderer man med at løping i motbakke allerede belaster det kardiorespiratoriske systemet opp mot sin maksimale kapasitet. Inkludert armarbeid ved løping i motbakke fører derfor i beste fall til en liten økning i  $VO_{2maks}$  for utholdenhetsutøvere som bruker armene regelmessig i sin hverdagslige aktivitet, og lite sannsynlig til en økning i  $VO_{2maks}$  for individer som ikke benytter armene annet enn til hverdagslig arbeid (Bergh et al., 1976).

## **2.4 Forskjell mellom trente og utrente?**

Calbet et al. (2005) finner at godt trente langrennsløpere har en særdeles god oksygenekstraksjon i armene sammenlignet med normaltrente individer. Faktisk ser det ut til at langrennsløperne har en bedre oksygenekstraksjon i armene enn mange utrente individer har i beina (J. A. L. Calbet et al., 2005). Dette tyder på at oksygenekstraksjonen er høyst trenbart i både armer og bein ved langvarig strukturert trening, og at dette potensielt kan øke det maksimale oksygenopptaket. Dette samsvarer

med Volianitis et al. (2004) sin konklusjon om at armenes evne til å oppnå et høyere maksimalt oksygenopptak potensielt kan oppnås ved å bedre blodgjennomstrømning og/eller oksygenekstraksjonen. Volianitis et al. (2004) sammenliknet godt trente roere med gjennomsnittlig trente individer, uten noen utpreget spesialtrening av armene utover hverdagslig aktivitet, og fant ut at roerne hadde betydelig bedre egenskaper for å skape et høyt maksimalt oksygenopptak ved intensivt armarbeid.

Rud & Hallen (2009) studerte om det var forskjell mellom kondisjonstrente og normaltrente individer på skjelettmuskulaturens metabolske kapasitet og oksygenopptak. I studien fant de blant annet at det massespesifikke oksygenopptaket ved ett-beins kneekstensjon var betydelig høyere hos de godt kondisjonstrente enn kontrollene. Samtidig var det massespesifikke oksygenopptaket ved to-beins kneekstensjon og sykling sammenliknet med verdiene man så ved ett-beins kneekstensjon, ikke bedre hos de kondisjonstrente sammenlignet med de utrente kontrollene. Noe som tyder på at det kardiorespiratoriske systemet er like begrensende for de godt kondisjonstrente som det er for de ikke kondisjonstrente kontrollene (Rud & Hallen, 2009).

En begrensning ved denne studien er det er vanskelig å måle aktiv muskelmasse ved helkroppsøvelser som eksempelvis sykling. Siden resultatene baserer seg på massespesifikt oksygenopptak, vil dette ha innvirkning på resultatene hvis estimert aktiv muskelmasse ved sykling er feil. Det er langt enklere og mer valide metoder ved måling av aktiv muskelmasse ved isolert ett- og to-beins kneekstensjon.

## **2.5 Oppsummering**

Gange og løping med og uten inkludert armarbeid aktiverer tilstrekkelig muskelmasse til å kunne defineres som et helkroppsarbeid. Ved helkroppsarbeid er  $VO_{2maks}$  primært begrenset av sentrale kardiovaskulære faktorer, mens prestasjon bestemmes av både  $VO_{2maks}$ , utnyttingsgrad, arbeidsøkonomi og anaerob kapasitet. Godt utholdenhets-trente utøvere som benytter armene aktivt i sin idrett har utviklet armenes aerobe og anaerobe kapasitet ut over hva man ser hos sedate og normaltrente individer. Samtidig er armenes aerobe og anaerobe kapasitet dårligere enn i beina.



## 3. Metode

### 3.1 Forsøkspersoner

Totalt ble 20 forsøkspersoner (FP) mellom 18 og 40 år rekruttert til studien. 10 FP (9 menn, 1 kvinne) ble inkludert i en kondisjonsgruppe ( $VO_{2maks} \geq 65$  og  $60 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  for henholdsvis menn og kvinner) (Tabell 1). Samtlige FP i kondisjonsgruppen var aktive utøvere/mosjonister innenfor langrenn, skiskyting eller topptur. De resterende 10 FP (7 menn, 3 kvinner) ble definert som normaltrent ( $VO_{2maks} < 60 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  for menn og  $< 50 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  for kvinner). FP i den normaltrente gruppen hadde ulike bakgrunn med fysisk aktivitet, men ingen drev systematisk kondisjons- eller utholdenhetstrening.

**Tabell 1.** Antropometriske målinger og  $VO_{2maks}$  for inkluderte forsøkspersoner. Tallene er presentert som gjennomsnitt  $\pm$  SD. Asterisk (\*) =  $p < 0,05$  mellom gruppene.

	FP	Alder (år)	Høyde (cm)	Vekt (kg)	$VO_{2maks}$ ( $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ )
Kondisjonstrent	9♂, 1♀	22,5 $\pm$ 6,9	180,6 $\pm$ 5,5	74,5 $\pm$ 6,9	70,4 $\pm$ 5,8
Normaltrent	7♂, 3♀	28,6 $\pm$ 6,7	177,4 $\pm$ 5,2	84,0 $\pm$ 13,1	47,9 $\pm$ 7,9 *

Før første oppmøte fikk FP tilsendt et informasjonsdokument om bakgrunn og hensikten med studiet, samt eventuelle risikoer forbundet med deltakelsen. FP ble informert om at de til enhver tid hadde mulighet til å trekke seg fra prosjektet uten grunn, og et skriftlig samtykke av FP ble gitt før prosjektstart (vedlegg 3). Prosjektet er godkjent av Norsk senter for forskningsdata (NSD) (vedlegg 1) og lokal etisk komite ved NIH (vedlegg 2), og ble gjennomført i henhold til Helsinkideklarasjonen.

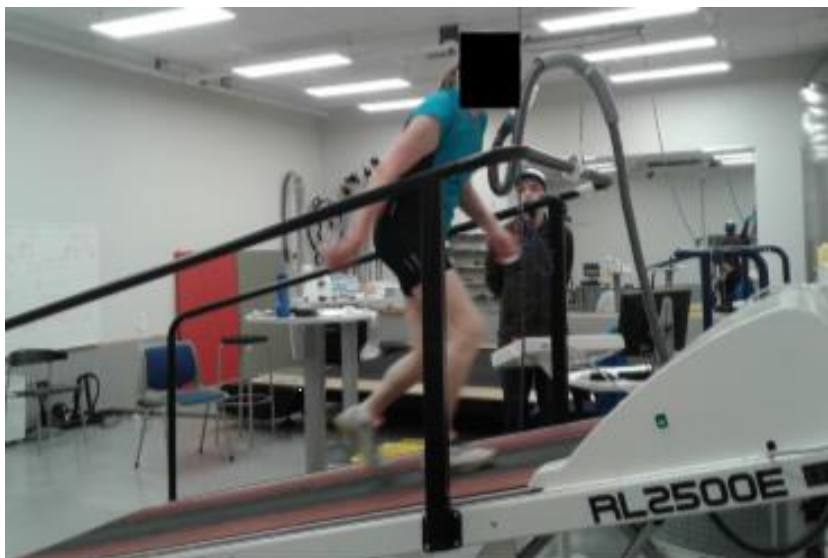
### 3.2 Eksperimentelt design

Testingen ble gjennomført på Høgskolen i Innlandet, campus Lillehammer i løpet av november 2017. FP gjennomførte tre oppmøter med minimum 1 dag og maksimalt 1 uke mellomrom mellom hver test. Tidspunkt på dagen FP gjennomførte testingen ble standardisert. Før testdag 2 og 3 ble FP anmodet om å standardisere matinntaket sitt kvelden før og eventuelt matinntak på testdag. Det ble anmodet om at trening innen 24 timer før testdag 2 og 3 var tilnærmet lik.

Hensikten med testdag 1 var å finne utgangshastighet på utmattelsesprotokollen testdag 2 og 3 som ble beregnet ved lineær regresjon fra tre submaksimale belastninger samt  $VO_{2\text{maks}}$ . Ved testdag 1 øvde FP også på gange og løp med 25% stigning på mølla med og uten staver. Testdag 2 og testdag 3 hadde som hensikt å sammenlikne FP i en utmattelsesprotokoll, henholdsvis med og uten stavbruk. Hvorvidt utmattelsesprotokollen ble gjennomført med staver på testdag 2 eller testdag 3 ble avgjort ved en randomisering.

### 3.2.1 Utstyr og testprosedyrer

Testlokalet var det samme gjennom hele datainnsamlingen (figur 1). Det foregikk ingen annen aktivitet i testlokalet som kunne forstyrre prosjektet.



*Figur 1. Illustrasjon av testlokalet.*

Testdagene startet alltid med innveiing med klær og sko (SECA 6mBH & co, Germany). For å justere for vekt av bekledding ble det trukket fra 0,5 kg av målt kroppsvekt i analysen.

Tredemøllen som ble brukt i prosjektet var en Rodby RL2500E (Rodby Innovation AB, Vänge, Sweden) med tilstrekkelig bredde til å kunne benytte staver. Alle tester ble gjennomført på en konstant helning tilsvarende 25 %. Helningen ble kontrollert i forkant av prosjektstart.

Analyse av  $VO_2$ , RER og VE på de ulike testene ble gjort med Oxycon Pro med miksekammer (Oxycon Pro, Erich Jaeger, Hoechberg, Germany). Måleinstrumentet var innstilt til å analysere ekspirasjonsgassen i miksekammeret med 30 s intervaller. For å samle utåndingsluften til FP ble et to-veis ventilmunnstykke (Two-Way Non-Rebreathing T-Shape, Hans Rudolph, Kansas City, MO, USA) benyttet sammen med neseclip (NoseClip, Reusable Series 9015, Hans Rudolph, Kansas City, MO, USA). Før hver test ble det datametabolske måleinstrumentet kalibrert med en sertifisert kalibreringsgass med kjent konsentrasjon (15,0 %  $O_2$ , 5,85 %  $CO_2$  og restgass N) og romluft. Volumet ble kalibrert manuelt med en 3-liters kalibreringspumpe (Calibration Syringe, series 5530, Hans Rudolph, Kansas City, MO, USA).

Hjertefrekvensen (HF) til FP ble målt med Polar M400 (Polar, Kempele, Finland). Puls klokken hang på rekkverket til mølla, vendt utover mot testleder (figur 1).

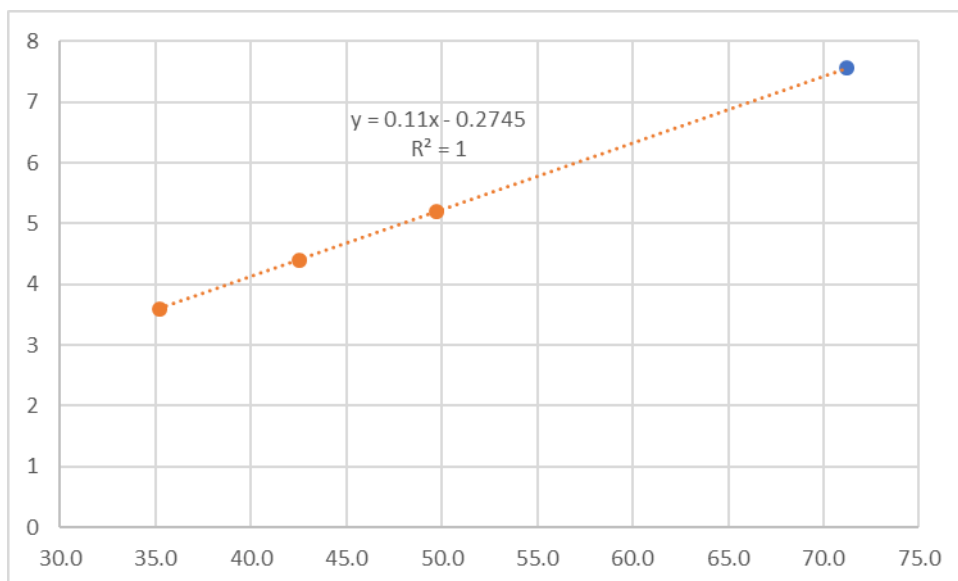
Analyse av  $[La^-]$  ble gjort med Biosen C-line lactate analyzer (EKF Diagnostic GmbH, Barleben, Germany). Fremgangsmåten ved laktatmåling var: 1. Tok av eventuell sportstape fra tidligere laktatmåling, 2. Tørket av fuktighet, 3. Stakk i fingertuppen, 4. Klemte ut og tørket bort den første dråpen, 5. Fylte røret med 20  $\mu$ l blod og la i beholderen, 6. Ristet ut blodet fra røret og satte beholderen i analysatoren for analyse. Laktatanalysatoren fulgte en automatisk 60 min kalibreringssyklus med en standardisert kalibreringsvæske.

Hastigheten på utmattelsestesten ble utregnet ved lineær regresjon av tre submaksimale arbeid på laktatprofiltesten og  $VO_{2maks}$  ( $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ). Utmattelsestesten ble gjennomført med en hastighet tilsvarende hastighet ved  $VO_{2maks}$ . Eksempel på utregning er gitt ved figur 2. I dette eksemplet vil hastigheten på utmattelsestesten bli 7,6 km/t:

$$X = VO_{2maks} = 71,2$$

$$Y = 0,11x - 0,2745 = 0,11 \times 71,2 - 0,2745 = \underline{7,6 \text{ km/t}}$$

---



**Figur 2.** Eksempel på lineær regresjon for utregning av utmattelseshastighet.

### 3.2.2 Testdag 1

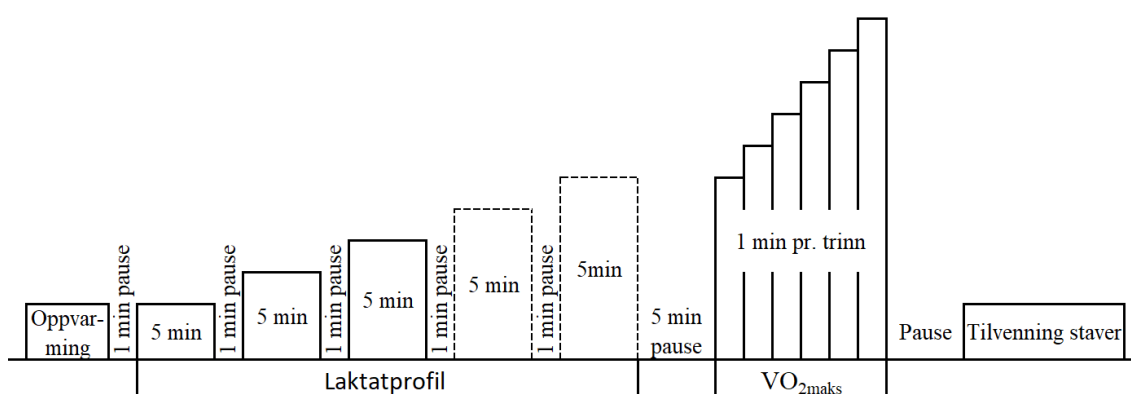
En 5 min standardisert oppvarming på 2 km/t ble gjennomført samtidig som en verbal gjennomgang av testprotokoll ble gitt. Etter oppvarming ble en laktatprofiltest uten bruk av staver gjennomført. De kondisjonstrete FP startet laktatprofiltesten på 2,8 km/t eller 3,6 km/t, avhengig av selvrapportert treningsstatus og en subjektiv vurdering av FP. De normaltrente FP startet laktatprofiltesten på 2 km/t eller 2,8 km/t. For hver gjennomført belastning i laktatprofiltesten, økte farten med 0,8 km/t mens helningen var konstant.

Fra 2 min til 4,5 min på hver belastning i laktatprofiltesten benyttet FP nesklype og pustet gjennom munnstykket for analyse av utåndingsluften. Gjennomsnittet av 4 «steady state»-målinger for  $VO_2$ , RER og VE ble brukt i den statistiske analysen. HF ble notert sammen med  $VO_2$ , RER og VE hvert 30. s. Snittet av 4 HF-målinger ble brukt i den statistiske analysen. 20 s før avsluttet belastning, oppgav FP sin subjektive opplevelse av anstrengelse ved hjelp av Borg 6-20 skala (Borg, 1982). FP var gjort kjent med skalaen på forhånd. Etter fullført belastning fikk FP 1 min pause hvor det ble tatt måling av  $[La^-]$  fra fingertuppen. Dersom  $[La^-]$  viste lavere enn  $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ , gjennomførte FP en høyere belastning. Noen unntak ble imidlertid gjort fordi FP var tilstrekkelig nær  $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  til å kunne estimere starthastighet ved  $VO_{2\text{maks}}$ -test.

Etter laktatprofiltesten fikk FP 5 min pause. Stigningen på mølle ble satt ned, slik at FP kunne gå rolig på denne. I pausen fikk FP ytterligere instruksjoner på gjennomføring av  $VO_{2\text{maks}}$ -testen.  $VO_{2\text{maks}}$ -testen ble igangsatt som en trappetrinnsprotokoll med

kontinuerlig måling av  $VO_2$ , RER og VE. 1 km/t under estimert hastighet ved  $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ , avrundet til nærmeste hele tall, ble brukt som starthastighet. For hver fullførte minutt, økte hastigheten med 0,8 km/t. FP fikk progressivt økende verbal oppmuntring i takt med økende belastning frem til utmattelse. Umiddelbart etter avsluttet  $VO_{2\text{maks}}$ -test oppgav FP sin opplevelse av anstrengelse ved Borgs 6-20 skala samtidig som måling av  $[La^-]$  ble tatt fra fingertuppen. Høyeste registrerte måling av  $VO_2$ , RER, VE og HF ble brukt i den statistiske analysen.

Etter en kort pause (1-5 min), fikk FP tildelt staver av typen Swix CT3 med Triac håndstrop (Swix, Lillehammer, Norway) som de skulle bruke testdag 2 eller testdag 3. Stavlengden ble utregnet etter formelen:  $\text{Kroppshøyde} \times 0,83 - 10 \text{ cm}$ . FP gikk 10 min med staver på mølla med en helning på 25 % for tilvenning.



**Figur 3.** Skjematisk fremstilling av testdag 1.

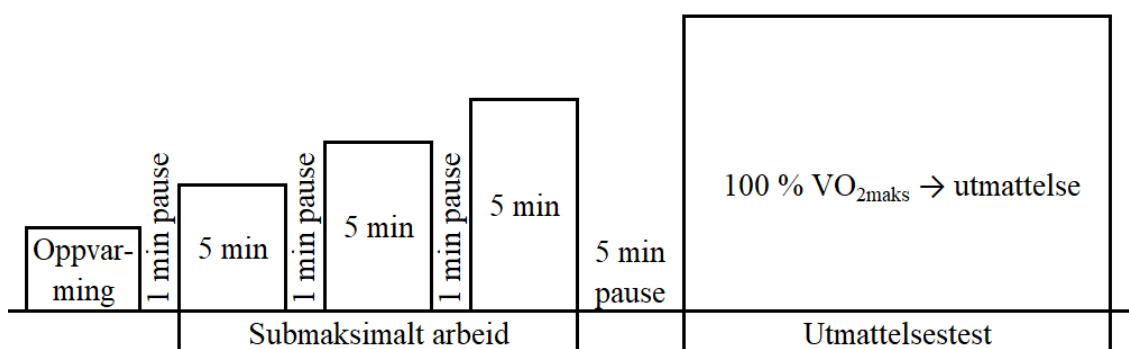
### 3.2.3 Testdag 2 og testdag 3

Oppvarming ble gjennomført i 5 min på 2 km/t. Staver ble brukt under oppvarmingen dersom det submaksimale arbeidet og utmattelsestesten skulle gjennomføres med staver. Verbal gjennomgang av dagens testing ble gitt.

FP gjennomførte 3 submaksimale arbeid á 5 min i forkant av utmattelsestesten. De normaltrente gjennomførte på 2 km/t, 2,5 km/t og 3 km/t, mens de kondisjonstrente gjennomførte det submaksimale arbeidet på 3 km/t, 4 km/t og 5 km/t. En FP i den normaltrente gruppen måtte på grunn av fysisk form gjennomføre det submaksimale arbeidet på 1,5 km/t, 2 km/t og 2,5 km/t. FP gjennomførte hele det submaksimale arbeidet med munnstykke for måling av  $VO_2$ , RER og VE, samt HF, men kun gjennomsnittet av 4 «steady state»-målinger ble brukt i analysen. 20 s før fullført

submaksimalt arbeid oppgav FP sin subjektive opplevelse av anstrengelse på Borg 6-20 skala. Etter gjennomført submaksimalt arbeid fikk FP 1 min pause hvor det ble tatt blod fra fingerstikk for analyse av  $[La^-]$ .

FP fikk 5 min pause før utmattelsestesten. Det var mulighet for å drikke, gå på toalettet, samt gå rolig på mølla med liten helning. Underveis i utmattelsestesten ble det gitt verbal oppmuntring for å få FP til å yte til utmattelse. Tidsbruk og annen informasjon som kunne motivere FP påfølgende testdag ble ikke gitt. Utmattelsestesten ble avbrutt ved total utmattelse. Munnstykke ble brukt hele utmattelsestesten for analyse av utåndingsluft, og puls ble kontinuerlig målt. Høyeste målte verdier ble brukt i analysen. Umiddelbart etter avsluttet test oppgav FP subjektiv opplevelse av anstrengelse ved Borgs 6-20 skala, og  $[La^-]$  ble målt.



**Figur 4.** Skjematisk fremstilling av testdag 2 og testdag 3.

### **3.3 Statistiske beregninger**

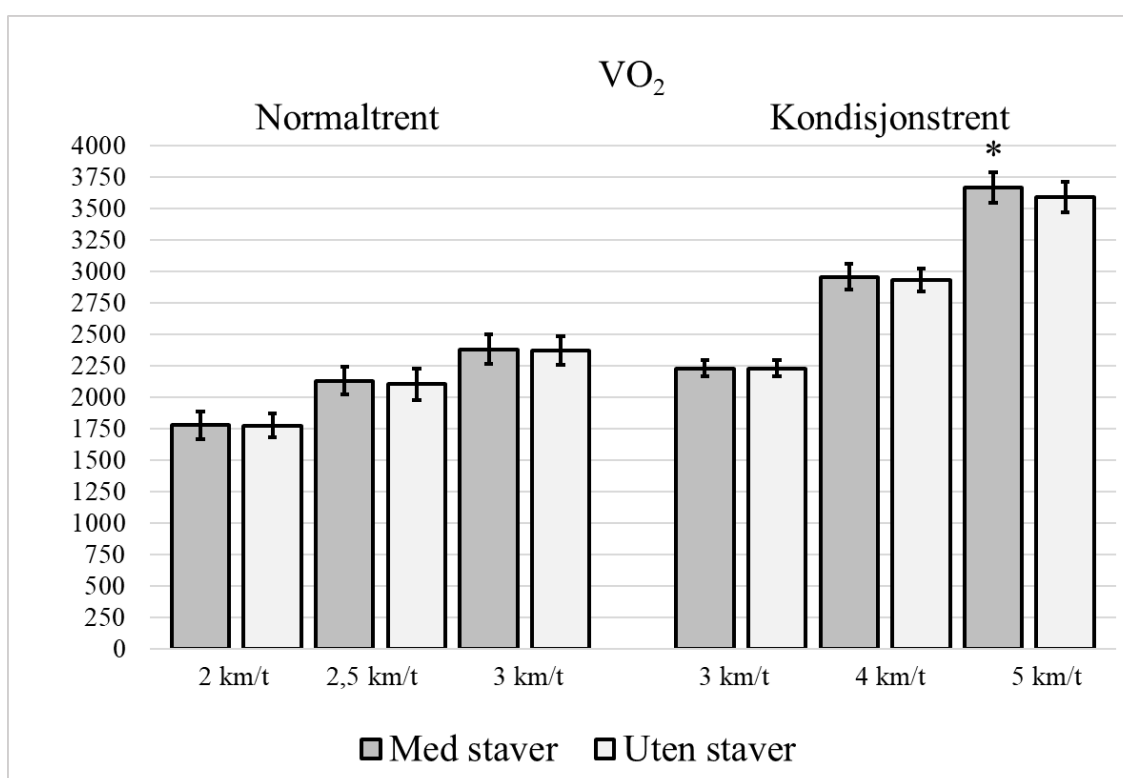
All analyse og utforming av figurer ble gjort med programmet Microsoft Office Excel 2016 (Microsoft, Redmond, USA). Tabeller ble laget i programmet Microsoft Office Word 2016 (Microsoft, Redmond, USA). I analysen ble Students t-test benyttet for å undersøke eventuelle effekter av å legge til staver ved et arbeid sammenliknet med samme arbeid uten staver. Students t-test ble også benyttet for å undersøke eventuelle forskjeller mellom gruppene. Signifikantnivået ble satt til  $p \leq 0,05$ . P-verdi på mellom 0,06 og 0,1 ble ansett som tendens. Standardavvik ble benyttet for å illustrere spredningen i utvalget. Standardfeil ble benyttet for å illustrere avviket fra gjennomsnittet i analysen.

## 4. Resultater

### 4.1 Submaksimale belastninger

#### 4.1.1 Absolutt oksygenopptak ( $VO_2$ )

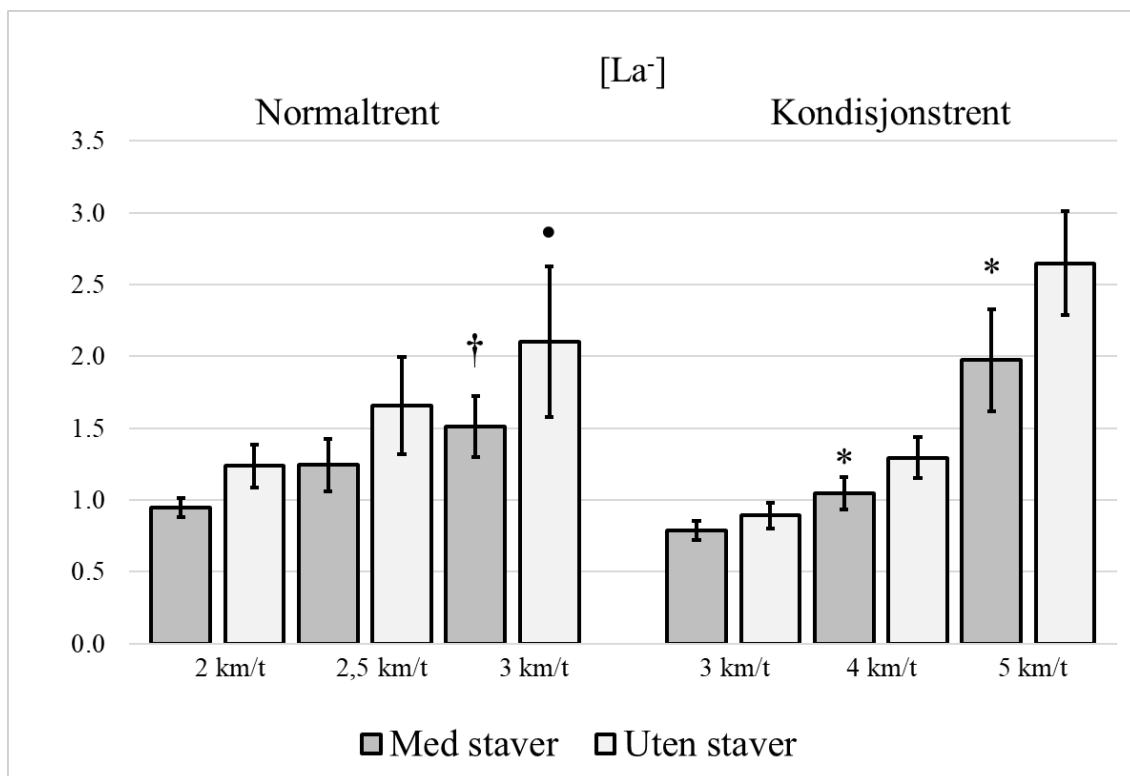
For de normaltrente var det ingen forskjell i  $VO_2$  med og uten staver på 2, 2,5 eller 3 km/t. For de kondisjonstrente var det heller ingen forskjell i  $VO_2$  med og uten staver på 3 og 4 km/t, men tenderte til å være  $2,1 \pm 1,1$  % ( $p=0,10$ ) høyere på 5 km/t med enn uten staver (figur 5). Det var ingen forskjell i  $VO_2$  på 3 km/t (lik belastning for gruppene) mellom de normal- og kondisjonstrente hverken med eller uten staver.



**Figur 5.** Gjennomsnittverdier i absolutt  $VO_2$  (mL min<sup>-1</sup>)  $\pm$  std.feil for hver submaksimal belastning for den normal- og den kondisjonstrente gruppen med og uten bruk av staver. Asteriks (\*) =  $p=0,10$  mellom med og uten staver ved samme submaksimale belastning.

#### 4.1.2 Laktatkonsentrasjon i blodet ( $[La^-]$ )

For de normaltrente var det ingen forskjell i  $[La^-]$  med og uten staver. For de kondisjonstrente var det ingen forskjell i  $[La^-]$  med staver og uten staver på 3 km/t, mens  $[La^-]$  med staver var  $16,0 \pm 6,6$  % ( $p<0,05$ ) og  $26,1 \pm 6,8$  % ( $p<0,05$ ) lavere enn uten staver på henholdsvis 4 og 5 km/t (figur 6). De kondisjonstrente hadde  $48,0 \pm 4,4$  % lavere  $[La^-]$  enn de normaltrente med staver ( $p<0,01$ ) og  $57,6 \pm 4,3$  % uten staver ( $p<0,05$ ) på 3 km/t (figur 6).

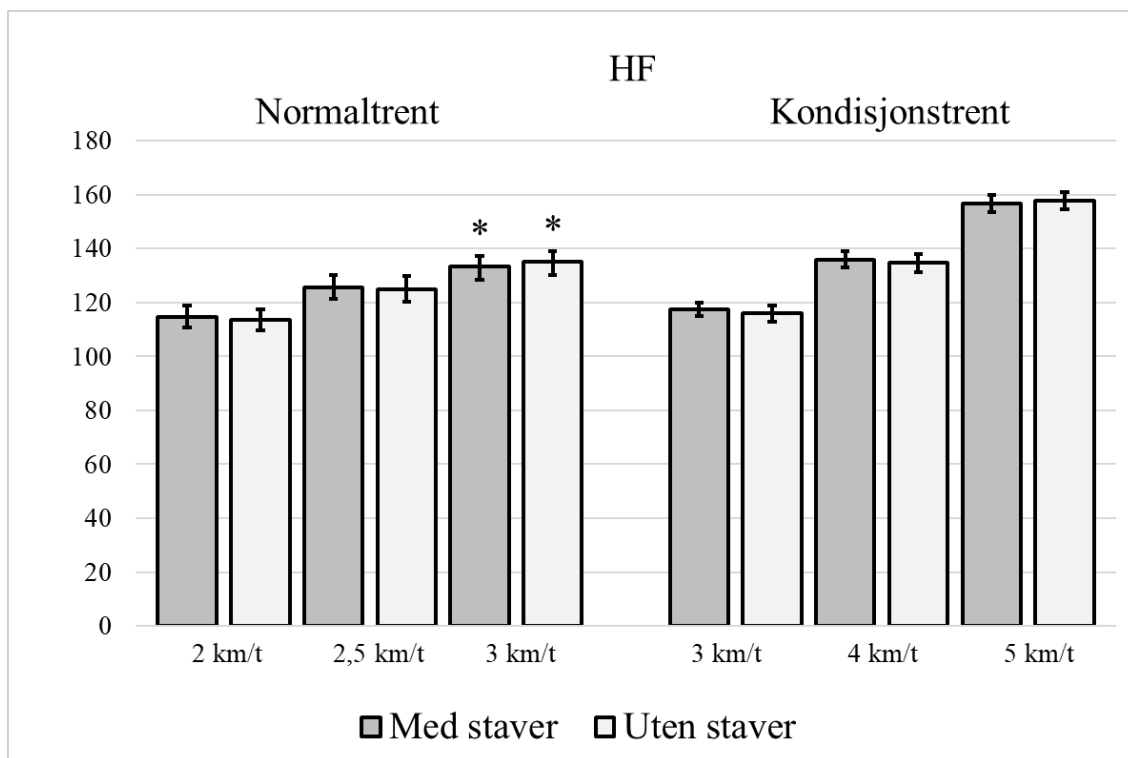


**Figur 6.** Gjennomsnittverdier for  $[La^-]$  ( $mmol L^{-1}$ )  $\pm$  std.feil for hver submaksimale belastning for den normal- og kondisjonstrente gruppen med og uten bruk av staver. Asteriks (\*) =  $p < 0,05$  mellom med og uten staver ved samme submaksimale belastning. Dagger (†) =  $p < 0,01$ , mellom normal- og kondisjonstrent med staver på 3 km/t. Bullet (•) =  $p < 0,05$ , mellom normal- og kondisjonstrent uten staver på 3 km/t.

#### 4.1.3 Hjerterefrekvens (HF)

Det var ingen forskjell i HF med eller uten staver verken for de normaltrente eller de kondisjonstrente. De kondisjonstrente arbeidet med  $12,1 \pm 1,9$  % lavere HF enn de normaltrente med staver ( $p < 0,01$ ) og  $14,2 \pm 2,2$  % uten staver ( $p < 0,01$ ) på 3 km/t (figur 7).





**Figur 7.** Gjennomsnittverdier i HF (HF/min) ± std.feil for hver submaksimale belastning for den normal- og kondisjonstrente gruppen med og uten bruk av staver. Asteriks (\*) =  $p < 0,01$  mellom de normal- og kondisjonstrente på 3 km/t.

#### 4.1.4 Ventilasjon (VE), Respiratorisk utvekslingskvotient (RER), Borg skala 6-20 (RPE)

De normaltrente tenderte til å ha  $3,9 \pm 2,0$  % lavere RPE med staver enn uten staver på 2 km/t ( $p=0,10$ ). Det var en svak tendens til lavere RER med staver enn uten staver for de kondisjonstrente. Tendensen styrket seg for hver belastningsøkning og var  $2,4 \pm 1,5$  % ( $p=0,14$ ),  $2,0 \pm 1,2$  % ( $p=0,12$ ),  $2,1 \pm 1,1$  % ( $p=0,09$ ) ved henholdsvis 3, 4 og 5 km/t. For øvrig var det ingen forskjell i VE, RER og RPE (tabell 2). På 3 km/t rapporterte de kondisjonstrente  $30,9 \pm 2,1$  % lavere RPE med staver ( $p < 0,01$ ),  $30,7 \pm 2,4$  % lavere RPE uten staver ( $p < 0,01$ ), og målte  $5,7 \pm 1,0$  % lavere RER med staver ( $p < 0,01$ ) enn de normaltrente. De kondisjonstrente tenderte til en  $12,5 \pm 2,4$  % lavere VE med staver ( $p=0,08$ ) og  $11,6 \pm 2,9$  % lavere VE uten staver ( $p=0,06$ ) enn de normaltrente på 3 km/t (tabell 2).

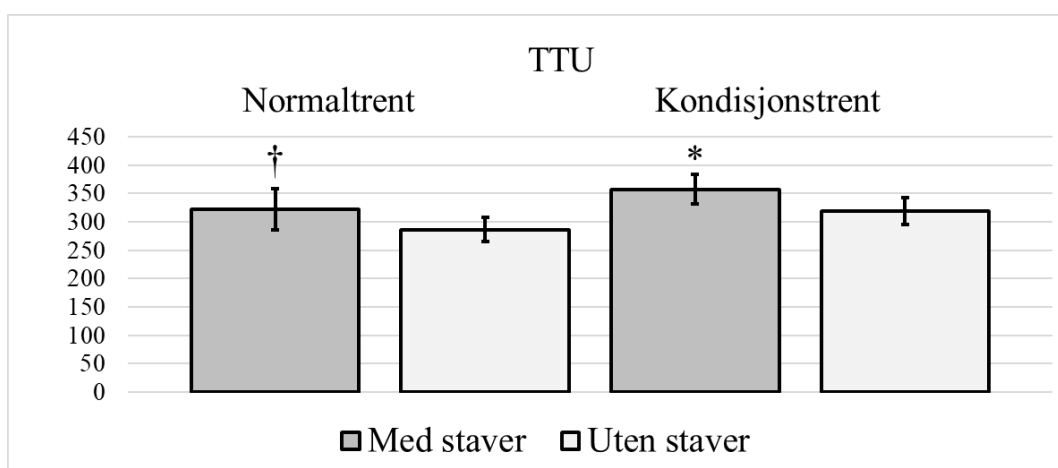
**Tabell 2.** VE ( $L \cdot \text{min}^{-1}$ ), RER og RPE sammenfattet med absolutte verdier  $\pm$  std.feil for hver submaksimale belastning for den normal- og kondisjonstrente gruppen med og uten bruk av staver. Asterisk (\*) =  $p < 0,01$  mellom de normal- og kondisjonstrente på 3 km/t.

Normaltrent	2 km/t		2,5 km/t		3 km/t	
	Med staver	Uten staver	Med staver	Uten staver	Med staver	Uten staver
VE	44,3 $\pm$ 3,1	43,8 $\pm$ 2,9	52,3 $\pm$ 3,9	52,2 $\pm$ 3,9	58,6 $\pm$ 3,8	57,8 $\pm$ 3,0
RER	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0*	0,9 $\pm$ 0,0
RPE	8,0 $\pm$ 0,4	8,4 $\pm$ 0,6	10,5 $\pm$ 0,4	10,7 $\pm$ 0,6	12,4 $\pm$ 0,5*	12,6 $\pm$ 0,6*
Kondisjonstrent	3 km/t		4 km/t		5 km/t	
	Med staver	Uten staver	Med staver	Uten staver	Med staver	Uten staver
VE	51,2 $\pm$ 1,4	51,0 $\pm$ 1,7	66,3 $\pm$ 1,7	66,6 $\pm$ 1,4	86,6 $\pm$ 1,7	86,8 $\pm$ 2,1
RER	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,0
RPE	8,6 $\pm$ 0,3	8,7 $\pm$ 0,3	11,4 $\pm$ 0,3	11,3 $\pm$ 0,4	13,9 $\pm$ 0,4	14,0 $\pm$ 0,3

## 4.2 Maksimal belastning

### 4.2.1 Tid til utmattelse (TTU)

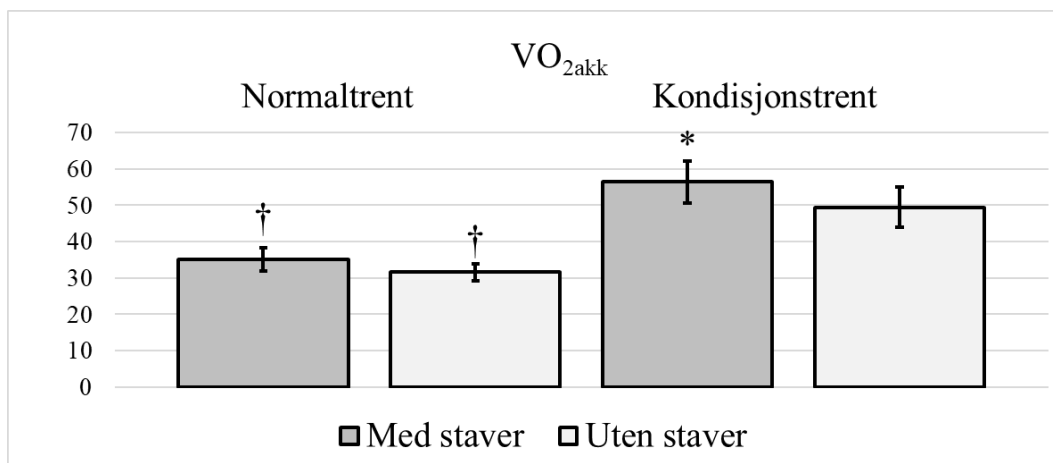
De normaltrente tenderte til  $11,0 \pm 5,7$  % lengre TTU med staver enn uten staver ( $p=0,10$ ). De kondisjonstrente hadde en  $12,8 \pm 3,6$  % forbedring i TTU med staver enn uten staver ( $p < 0,05$ ). Det var ingen forskjell i TTU mellom de normaltrente og de kondisjonstrente (figur 8).



**Figur 8.** Gjennomsnittverdier i TTU (s)  $\pm$  std.feil for den normal- og kondisjonstrente gruppen med og uten bruk av staver. Dagger (†) =  $p=0,10$  mellom med og uten staver innenfor den samme gruppen. Asteriks (\*) =  $p < 0,05$  mellom med og uten staver innenfor den samme gruppen.

#### 4.2.2 Akkumulert oksygenopptak ( $VO_{2akk}$ )

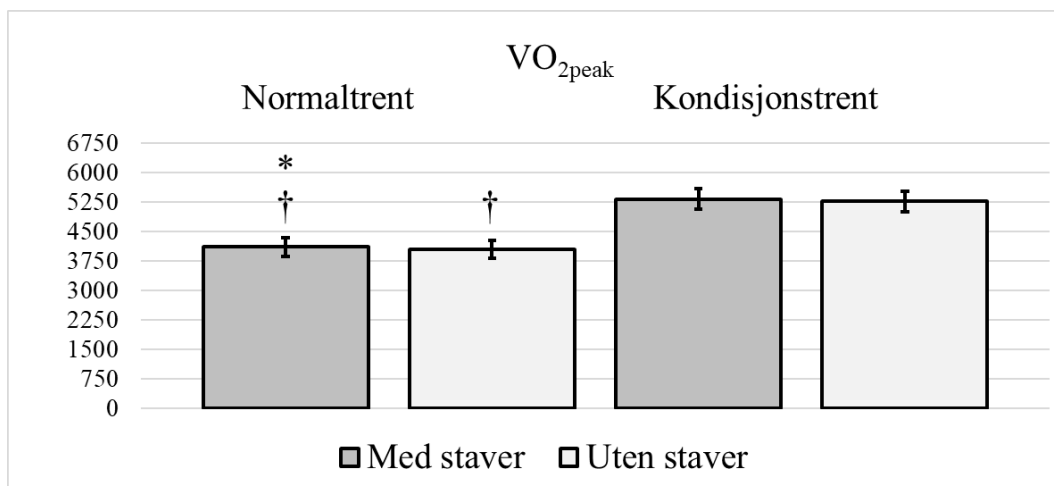
Det var ingen forskjell i  $VO_{2akk}$  for de normaltrente. De kondisjonstrente sin  $VO_{2akk}$  var  $15,2 \pm 3,9$  % høyere med staver enn uten staver ( $p < 0,05$ ). De kondisjonstrente hadde  $60,6 \pm 16,8$  % høyere  $VO_{2akk}$  med staver ( $p < 0,01$ ) og  $56,5 \pm 17,6$  % høyere  $VO_{2akk}$  uten staver ( $p < 0,01$ ) enn de normaltrente (figur 9).



**Figur 9.** Gjennomsnittverdier i  $VO_{2akk}$  ( $L \cdot min^{-1}$ )  $\pm$  std.feil for den normal- og kondisjonstrente gruppen med og uten bruk av staver. Asteriks (\*) =  $p < 0,05$  mellom med og uten staver innenfor den samme gruppen. Dagger (†) =  $p < 0,01$  mellom normal- og kondisjonstrent både med og uten staver.

#### 4.2.3 Høyeste oksygenopptak ( $VO_{2peak}$ )

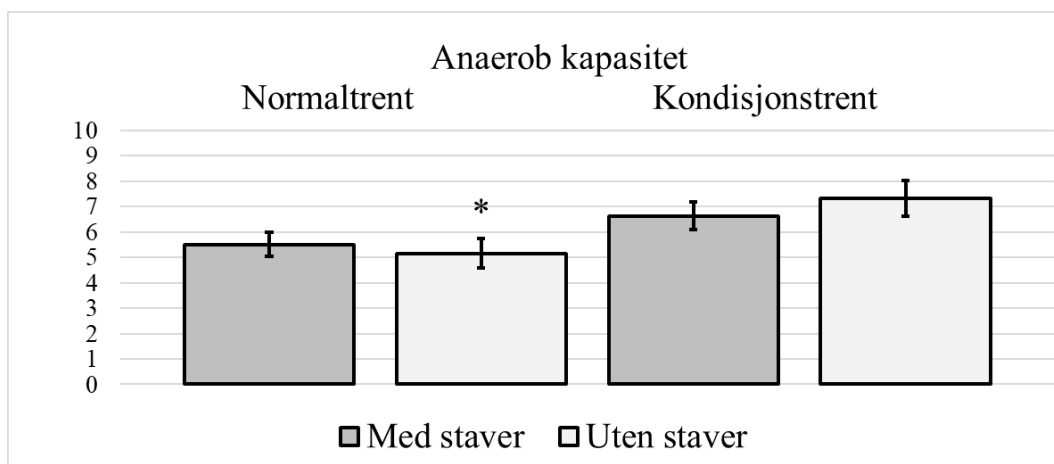
De normaltrente sin  $VO_{2peak}$  var  $1,7 \pm 0,7$  % høyere med staver enn uten staver ( $p < 0,05$ ). Det var ingen forskjell i  $VO_{2peak}$  for de kondisjonstrente. De kondisjonstrente hadde  $29,5 \pm 6,3$  % høyere  $VO_{2peak}$  med staver ( $p < 0,01$ ) og  $30,1 \pm 6,5$  % høyere  $VO_{2peak}$  uten staver ( $p < 0,01$ ) enn de normaltrente (figur 10). Samtlige FP oppnådde samme  $VO_{2peak}$  under utmattelsestesten som de målte på  $VO_{2maks}$ -testen.



**Figur 10.** Gjennomsnittverdier i  $VO_{2peak}$  ( $mL \cdot min^{-1}$ )  $\pm$  std.feil for den normal- og kondisjonstrente gruppen med og uten bruk av staver. Asteriks (\*) =  $p < 0,05$  mellom med og uten staver innenfor den samme gruppen. Dagger (†) =  $p < 0,01$  mellom normal- og kondisjonstrent både med og uten staver.

#### 4.2.1 Anaerob kapasitet

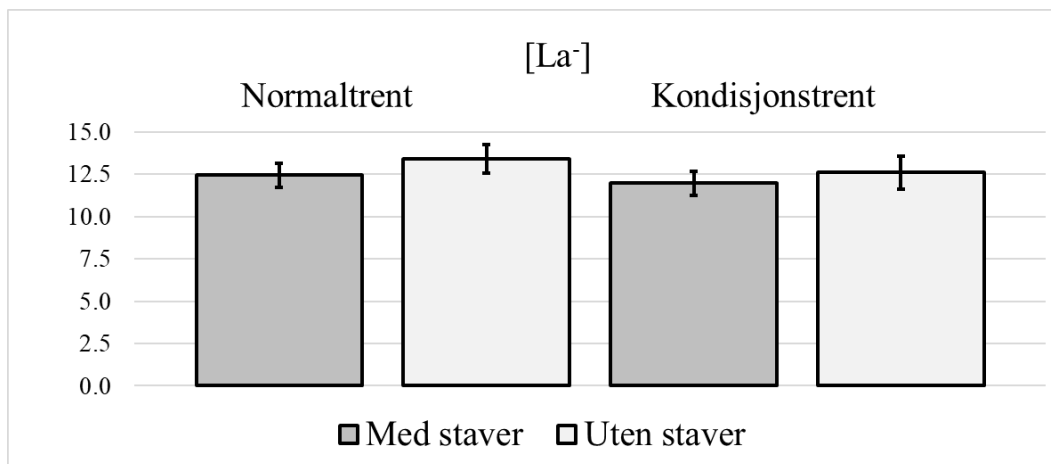
Det var ingen forskjell i anaerob kapasitet hverken for de normal- eller kondisjonstrente med eller uten staver. De kondisjonstrente hadde  $43,3 \pm 13,7$  % høyere anaerob kapasitet uten staver ( $p < 0,05$ ) enn de normaltrente (figur 11).



**Figur 11.** Gjennomsnittverdier i anaerob kapasitet ( $L \cdot min^{-1}$ )  $\pm$  std.feil for den normal- og kondisjonstrente gruppen med og uten bruk av staver. Asteriks (\*) =  $p < 0,05$  mellom normal- og kondisjonstrent.

#### 4.2.2 Laktatkonsentrasjon i blodet ( $[La^-]$ )

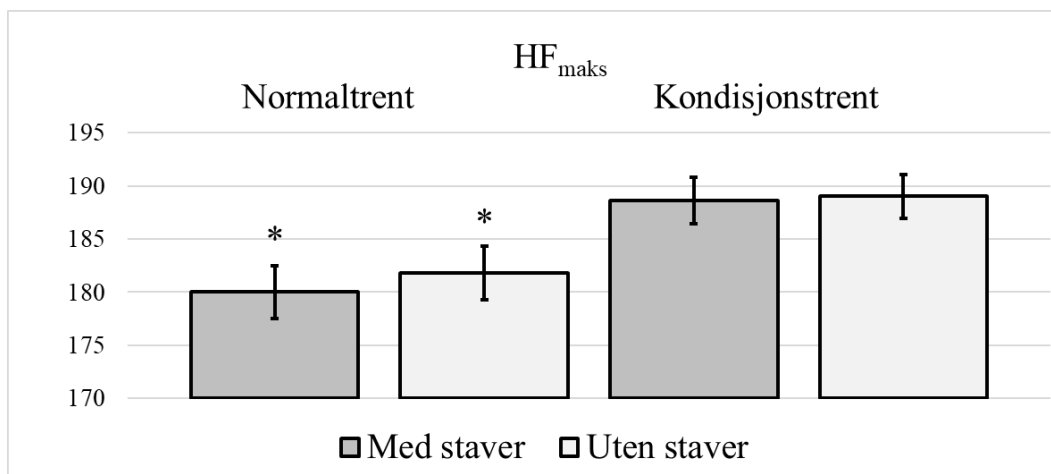
Det var ingen forskjell i  $[La^-]$  hverken for de normal- eller kondisjonstrente med eller uten staver. Det var heller ingen forskjell mellom de normal- og kondisjonstrente i  $[La^-]$  ved avsluttet TTU med eller uten staver.



**Figur 12.** Gjennomsnittverdier i  $[La^-]$  ( $mmol \cdot L^{-1}$ )  $\pm$  std.feil for den normal- og kondisjonstrente gruppen med og uten bruk av staver.

#### 4.2.3 Maksimal hjerterefrekvens ( $HF_{maks}$ )

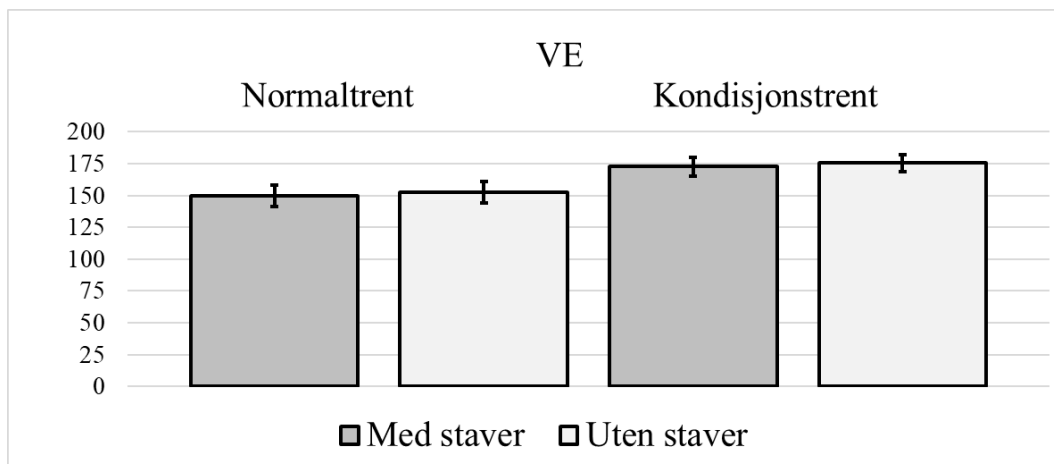
Det var ingen forskjell i  $HF_{maks}$  hverken for de normal- eller kondisjonstrente med og uten staver. De kondisjonstrente hadde  $4,8 \pm 1,2$  % høyere  $HF_{maks}$  med staver ( $p < 0,05$ ) og  $4,0 \pm 1,1$  % høyere  $HF_{maks}$  uten staver ( $p < 0,05$ ) enn de normaltrente (figur 13).



**Figur 13.** Gjennomsnittverdier i  $HF_{maks}$  ( $HF/min$ )  $\pm$  std.feil for den normal- og kondisjonstrente gruppen med og uten bruk av staver. Asteriks (\*) =  $p < 0,05$ , mellom normal- og kondisjonstrent både med og uten staver.

#### 4.2.4 Ventilasjon (VE)

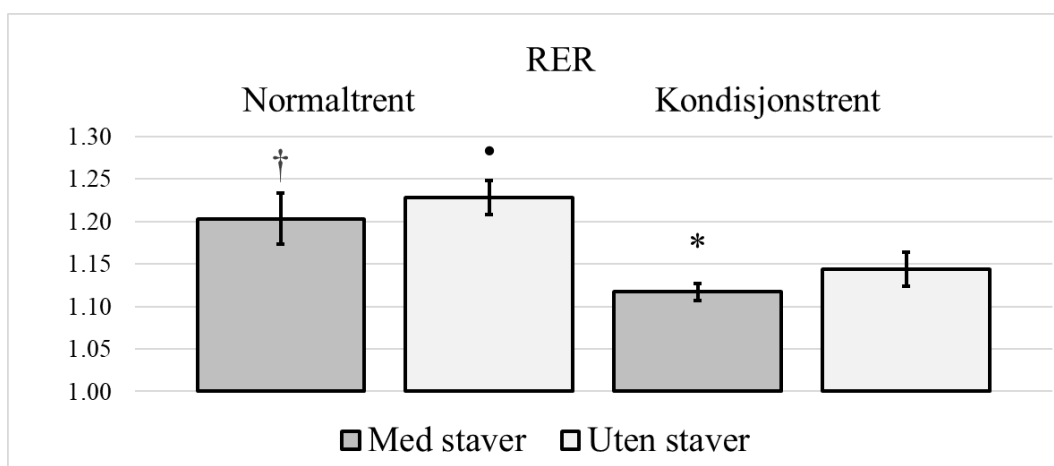
Det var ingen forskjell i VE hverken for de normal- eller kondisjonstrente med og uten staver. De kondisjonstrente tenderte til  $15,3 \pm 4,8$  % høyere VE med staver ( $p=0,06$ ) og  $15,0 \pm 4,5$  % høyere VE uten staver ( $p=0,05$ ) enn de normaltrente (figur 14)



**Figur 14.** Gjennomsnittverdier i VE (Lmin<sup>-1</sup>)  $\pm$  std.feil for den normal- og kondisjonstrente gruppen med og uten bruk av staver.

#### 4.2.5 Respiratorisk utvekslingskvotient (RER)

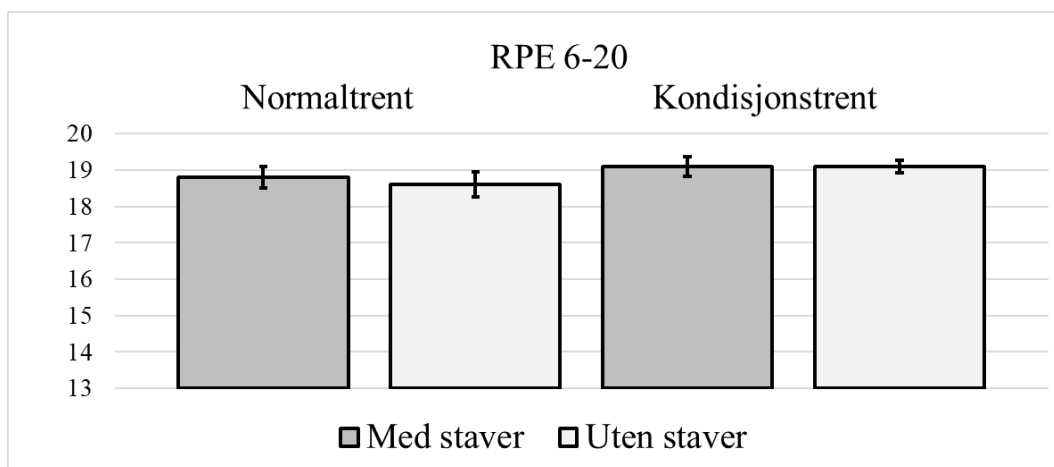
Det var ingen forskjell i RER hos de normaltrente med og uten staver. De kondisjonstrente hadde  $2,3 \pm 0,8$  % ( $p<0,05$ ) lavere RER med staver enn uten staver. De kondisjonstrente hadde  $7,1 \pm 1,1$  % lavere RER med staver ( $p<0,05$ ) og  $6,8 \pm 1,3$  % lavere RER uten staver ( $p<0,01$ ) enn de normaltrente (figur 15).



**Figur 15.** Gjennomsnittverdier i RER  $\pm$  std.feil for den normal- og kondisjonstrente gruppen med og uten bruk av staver. Asteriks (\*) =  $p<0,05$ , mellom med og uten staver innenfor den samme gruppen. Dagger (†) =  $p<0,05$ , mellom normal- og kondisjonstrent med staver. Bullet (•) =  $p<0,01$ , mellom normal- og kondisjonstrent uten staver.

#### 4.2.6 Borg skala 6-20 (RPE)

Det var ingen forskjell i RPE hos de normaltrente, de kondisjonstrente eller mellom de normaltrente og de kondisjonstrente med eller uten staver (figur 16).



**Figur 16.** Gjennomsnittverdier i RPE  $\pm$  std.feil for den normal- og kondisjonstrente gruppen med og uten bruk av staver.

## 5. Diskusjon

Hensikten med denne studien var å undersøke effekten av å inkludere armarbeid i gange/løp i bratt motbakke på  $VO_{2maks}$  og TTU for henholdsvis en normaltrente- og en kondisjonstrent gruppe, samt å sammenligne eventuelle forskjeller mellom med og uten bruk av armer mellom gruppene.

Hovedfunn var at de kondisjonstrente oppnådde lengre TTU, og at de normaltrente tenderte til lengre TTU med staver enn uten. For de kondisjonstrente var derfor  $VO_{2akk}$  høyere med enn uten staver, mens det ikke var noen forskjell for de normaltrente.  $VO_{2peak}$  var lik for de kondisjonstrente med og uten staver, mens de normaltrente oppnådde høyere  $VO_{2peak}$  med staver enn uten. Ved submaksimalt arbeid hadde imidlertid de kondisjonstrente lavere  $[La^-]$  med staver enn uten, mens  $[La^-]$  var lik for de normaltrente.

Effekten av å benytte staver på  $VO_2$  og prestasjon var imidlertid ikke forskjellig mellom gruppene.

### 5.1 Prestasjon (TTU)

I dette prosjektet fant vi at de kondisjonstrente økte sin TTU med å inkludere stavbruk til et allerede krevende beinarbeid i bratt motbakke. Samtidig så vi en tendens til at dette var gjeldene også for de normaltrente, selv om funnet ikke var signifikant. Økt TTU ved inkludert armarbeid samsvarer godt med Åstrand og Saltin (1961) sine funn. Åstrand og Saltin (1961) viser til i sin studie én forsøksperson som økte TTU med nesten 100 %, uten å øke sin  $VO_{2maks}$ , ved inkludert «arm cranking» til beinarbeidet på ergometersykkel sammenliknet med kun beinarbeid på ergometersykkel. En lignende studie av Bergh et al. (1976) hvor de sammenliknet TTU ved beinarbeid på ergometersykkel + «arm cranking» med kun beinarbeid på ergometersykkel, finner også økt TTU. Berg et al. (1976) så i samme studie på TTU ved ulike prosentandeler energibidrag fra armarbeidet på det totale arbeidet. Ved armarbeid tilsvarende 40 % av totalarbeidet var TTU lavere enn dersom armarbeidet tilsvarte 10 %, 20 % eller 30 % av totalarbeidet (Bergh et al., 1976). Dersom armarbeidet bidro med 40 % av totalarbeidet, var TTU lavere enn ved beinarbeid på ergometersykkel alene. I denne studien målte vi ikke prosentvist energibidrag fra armarbeidet, men med bakgrunn i Bergh et al. (1976)



sine funn, kan det antas å ha vært mellom 10 – 30 % siden vi så en økt TTU med bruk av staver. Man må i denne sammenheng være klar over at sykling på ergometersykel (med og uten inkludert «arm cranking») ikke nødvendigvis er overførbare resultater, siden gange/løping på tredemølle i bratt motbakke og sykling på ergometersykel er to forskjellige aktivitetsformer. Det er vist at løping i motbakke gir både høyere minuttvolum og oksygenopptak sammenliknet med sykling på ergometersykel (Bergh et al., 1976; Glassford, Baycroft, Sedgwick, & Macnab, 1965; Hermansen, Ekblom, & Saltin, 1970; Hermansen & Saltin, 1969; Åstrand & Saltin, 1961).

Den observerte forskjellen i effekt av å inkludere armarbeid til beinarbeidet på TTU kan potensielt forklares ved at FP i den kondisjonstrete gruppen var godt kjent med inkludert armarbeid ved fysisk aktivitet, mens de normaltrente i mindre grad var dette. De kondisjonstrete var aktive innen langrenn og skiskyting på vinterstid, og rapporterte om at «elghufs» og rulleski var en stor del av treningsarbeidet på vår, sommer og høst. Det er vist at godt kondisjonstrete utøvere som benytter armene til å skape fremdrift, har langt bedre muskulær metabolsk kapasitet i armene enn hva som er observert for normaltrente og sedate personer (Bergh et al., 1976; Rud & Hallen, 2009; Volianitis et al., 2004). Det kan derfor ikke utelukkes at de kondisjonstrete økte sin TTU i større grad enn de normaltrente som et produkt av større kjennskap til å benytte stavbruk inkludert til beinarbeid.

Samtidig som de kondisjonstrete økte sin TTU i større grad enn hva de normaltrente gjorde, var det ingen forskjell i TTU mellom gruppene verken med eller uten inkludert armarbeid. Selv om de kondisjonstrete arbeidet på en høyere ytre belastning, kunne man forvente en lengre TTU ved  $VO_{2maks}$  enn de normaltrente med bakgrunn i den rapporterte høyere muskulære metabolske kapasiteten (Bergh et al., 1976; Rud & Hallen, 2009; Volianitis et al., 2004). Samtidig vet vi også at kondisjonstrete gjerne har høyere utnyttingsgrad enn normaltrente (Bassett & Howley, 2000). Rud & Hallen (2009) sammenliknet det massespesifikke  $O_2$ -opptaket mellom normaltrente og kondisjonstrete ved ergometersykling. Ved ergometersykling oppnådde både de normaltrente og de kondisjonstrete 37 % av sitt massespesifikke  $O_2$ -opptak ved ettbeins kneekstensjon (Rud & Hallen, 2009). Dette tyder på at ved helkroppsarbeid er det andre faktorer enn muskulaturens metabolske kapasitet som er begrensende for prestasjon (J. A. Calbet & Joyner, 2010), og at disse begrensningene er tilnærmet like

for de normal- og kondisjonstrente (Rud & Hallen, 2009) siden det ikke ble observert noen forskjell i TTU mellom gruppene i denne studien.

## **5.2 VO<sub>2</sub>**

### **5.2.1 VO<sub>2akk</sub>**

Samtidig som TTU økte for de kondisjonstrente var også VO<sub>2akk</sub> høyere med staver enn uten, mens det var ingen forskjell i VO<sub>2akk</sub> for den normaltrente gruppen. Dette tyder på at de kondisjonstrente greier å nyttiggjøre seg av inkludert armarbeid ved at O<sub>2</sub>-forbruket går opp. Samtidig er TTU og VO<sub>2akk</sub> sterkt tilknyttet i denne studien. I og med det ble observert lengre TTU med staver enn uten, må man også forvente at VO<sub>2akk</sub> er høyere som en funksjon av arbeid over lengre tid.

Ved å inkludere armarbeid til beinarbeid, vil andelen aktivert muskelmasse gå opp (Pellegrini et al., 2015). Som et produkt av dette, er det nærliggende å tro at også O<sub>2</sub>-forbruket kan økes. Studien til Pellegrini et al. (2015) var et NW-studie hvor de så på ulike variabler ved 0 % og 15 % stigning på tredemølle med en hastighet på 4 km/t. De rekrutterte FP var NW-instruktører og det er dermed nærliggende å tro de utførte korrekt NW-teknikk, hvor målet er å gå uøkonomisk (Pellegrini et al., 2018). Pellegrini et al. (2015) så at ved inkludert armarbeid økte O<sub>2</sub>-forbruket både ved 0 % og 15 % stigning, men at det økte O<sub>2</sub>-forbruket var størst ved 0 % stigning. Samtidig så de at andel aktivert muskelmasse i overkroppen gikk ned ved 15 % stigning sammenliknet med 0 % stigning. I sum betyr dette at bidraget fra det inkluderte armarbeidet gikk ned ved 15 % stigning sammenliknet med 0 % stigning, og at redusert O<sub>2</sub>-forbruk kom som et produkt av dette (Pellegrini et al., 2015). I vår studie økte riktignok VO<sub>2akk</sub> ikke som en funksjon av høyere VO<sub>2peak</sub>, men som en funksjon av lengre TTU.

Lignende studier finner at ved å inkludere armarbeid til beinarbeid, ser man økt energikostnad (Butts, Knox, & Foley, 1995; Church, Earnest, & Morss, 2002; Grainer et al., 2017; Graves, Pollock, Montain, Jackson, & O'Keefe, 1987; Porcari, Hendrickson, Walter, Terry, & Walsko, 1997), mens andre studier finner ingen økt energikostnad ved inkludert armarbeid til beinarbeidet (Jacobson & Wright, 1998; Perrey & Fabre, 2008). Disse studiene er gjort ved submaksimale belastninger, og vil ikke være direkte overførbare til denne studien hvor vi har sett på O<sub>2</sub>-forbruk ved VO<sub>2maks</sub>. Graves et al.

(1987) fant ingen forskjell i O<sub>2</sub>-forbruk mellom gange i motbakke og gange i motbakke med inkludert håndvekt ved maksimal belastning.

Som forventet så man i denne studien høyere VO<sub>2akk</sub> hos de kondisjonstrente sammenliknet med de normaltrente. Dette var gjeldende både med og uten inkludert armarbeid. Årsaken til det observerte høyere VO<sub>2akk</sub> hos de kondisjonstrente kan forklares ved at de på VO<sub>2maks</sub> arbeider på et høyere absolutt O<sub>2</sub>-krav (Rud & Hallen, 2009; Volianitis et al., 2004). På samme submaksimale belastning (3 km/t) var det ingen forskjell i absolutt VO<sub>2</sub> mellom de normal- og kondisjonstrente med eller uten staver. Dette tyder på at belastningen på 3 km/t ikke var høy nok til at FP hadde problemer med å imøtekomme O<sub>2</sub>-kravet hverken med eller uten staver. Det var ingen forskjell i arbeidsøkonomi mellom de normal- og kondisjonstrente hverken med eller uten staver. Det var heller ingen forskjell i arbeidsøkonomi med staver sammenliknet med uten staver innen den samme gruppen (~ 0,6 mL·kg<sup>-1</sup>·m<sup>-1</sup>).

### 5.2.2 VO<sub>2peak</sub>

VO<sub>2peak</sub> var høyere med staver enn uten for den normaltrente gruppen. Samtidig var det ingen forskjell i VO<sub>2peak</sub> for den kondisjonstrente gruppen. At man kunne forvente en økt VO<sub>2maks</sub> ved inkludert armarbeid støttes av flere (Bergh et al., 1976; Reybrouck, Heigenhauser, & Faulkner, 1975; Taylor, Buskirk, & Henschel, 1955). Samtidig er det flere som ikke finner noen forskjell i VO<sub>2maks</sub> ved inkludert armarbeid til et beinarbeid på det samme ytre arbeidet (Bergh et al., 1976; Graves et al., 1987; Åstrand & Saltin, 1961).

Bergh et al. (1976) sammenliknet VO<sub>2maks</sub> på ergometersykling alene med ulike øvelser på ergometersykling med inkludert «arm cranking». Ved armarbeid tilsvarende 10-30 % av det totale arbeidet, var VO<sub>2maks</sub> høyere enn ved ergometersykling alene. Ved et armarbeid tilsvarende 40 % av det totale arbeidet, var VO<sub>2maks</sub> den samme som ved ergometersykling alene (Bergh et al., 1976). Samtidig sammenliknet de sykling på ergometersykkel med inkludert «arm cranking» med løping i motbakke, og finner samme eller lavere VO<sub>2maks</sub>. Ved stort (40 %), lite (10%) og uten armbidrag var VO<sub>2maks</sub> lavere enn ved løping i motbakke, mens ved moderat (20 % og 30 %) armbidrag, var VO<sub>2maks</sub> den samme som løping i motbakke (Bergh et al., 1976).

Reybrouck et al. (1975) fant større effekt på  $VO_{2maks}$  av inkludert armarbeid til et beinarbeid for normaltrente sammenlignet med kondisjonstrente. Det blir konkludert med at de normaltrente i denne studien får høyere  $VO_{2maks}$  grunnet høyere MV som en følge av høyere HF og en større  $a-vO_2diff$  med inkludert armarbeid enn uten (Reybrouck et al., 1975). Det er kjent at ved helkroppsarbeid som aktiverer muskelmasse tilsvarende > 7-10 kg (J. A. Calbet & Joyner, 2010) definerer terskelen for når de kardiorespiratoriske faktorene er mer bestemmende for individets  $VO_{2maks}$  enn muskulaturens metabolske kapasitet (Bassett & Howley, 2000). Samtidig er det et paradoks at både denne studien og Reybrouck et al. (1975) finner økt  $VO_{2maks}$  hos normaltrente, men ikke kondisjonstrente, ved inkludert armarbeid når vi vet kondisjonstrente har høyere metabolsk kapasitet i armene som følge av treningsadaptasjon (Volianitis et al., 2004).

Ved helkroppsarbeid er det ikke noen forskjell i kardiorespiratoriske begrensninger mellom normal- og kondisjonstrente (Rud & Hallen, 2009). Rud og Hallen (2009) viser til at både normal- og kondisjonstrente hadde et kraftig redusert massespesifikt  $O_2$ -opptak ved helkroppsarbeid tilsvarende 37 % av det maksimale massespesifikke oksygenopptaket ved ett-bein kneekstensjon. En forutsetning for å beregne massespesifikt  $O_2$ -opptak ved helkroppsarbeid er å finne riktig andel aktiv muskelmasse både ved isolerte øvelser og ved helkroppsarbeid. Spesielt ved helkroppsarbeid kan dette være en utfordring som kan ha vært med å påvirke resultatet til Rud & Hallen (2009).

Den observerte økningen i  $VO_{2peak}$  ved inkludert armarbeid for de normaltrente kommer lite trolig av en bedring i  $O_2$ -ekstraksjon. Ekstraksjonskapasiteten for oksygen i armene er vist å være vesentlig dårligere enn hva man ser i beina (J. A. L. Calbet et al., 2005; Rud et al., 2014). Samtidig har utholdenhetstrente utøvere, som benytter armene aktivt i sin bevegelsesyklus, høyere ekstraksjonskapasitet i armene enn normaltrente (Bergh et al., 1976; Volianitis et al., 2004). Dette er grunnleggende fysiologiske adaptasjoner som kommer av utholdenhetstrening. Reybrouck et al. (1975) sin konklusjon om at økt  $VO_{2maks}$  ved inkludert armarbeid kommer som følge av blant annet økt  $a-vO_2diff$  virker dermed lite trolig. Samtidig viser Volianitis & Secher (2002) med sin studie hvor sykling på ergometersykkel ble inkludert til krevende «arm cranking», økt  $a-vO_2diff$  i armene enn ved «arm cranking» alene. Selv om  $a-vO_2diff$  økte ved helkroppsarbeid,

gikk oksygenforbruket i armene ned. Dette skyldes en redusert blodgjennomstrømning og oksygenleveranse til armene som en følge av helkroppsarbeidet (Volianitis & Secher, 2002). Det er derfor trolig at den observerte økte a-vO<sub>2</sub>diff kom som et produkt av at forsøkspersonene arbeidet på en større belastning ved kombinert «arm cranking» og ergometersykling enn «arm cranking» alene.

### 5.2.3 Submaksimalt arbeid

Ved submaksimalt arbeid var VO<sub>2</sub> lik med og uten staver for både normal- og kondisjonstrente. Dette samsvarer godt med andre studier (Reybrouck et al., 1975) som ikke finner noen forskjell i VO<sub>2</sub> ved inkludert armarbeid enn uten på submaksimale belastninger. Samtidig ser man at ved staking på submaksimale belastninger bidrar armene like mye som beina for å imøtekomme O<sub>2</sub>-kravet, men ved økende belastning bidrar beina i større grad enn armene (Bojsen-Møller et al., 2010; Rud et al., 2014). Selv om studiene ble gjort med en helt annen teknikk enn løping/gange i motbakke med eller uten staver, tyder dette på at armene potensielt kan ha en avlastende effekt på beina ved submaksimale belastninger (Willson, Torry, Decker, Kernozek, & Steadman, 2001). Ved submaksimalt arbeid på samme belastning (3 km/t) var det ingen forskjell i absolutt VO<sub>2</sub> mellom de normal- og kondisjonstrente med eller uten staver. Dette støttes av (Volianitis et al., 2004) som ikke finner noen forskjell mellom normal- og kondisjonstrente hverken i blodgjennomstrømning eller oksygenopptak i armene ved samme submaksimale belastning.

### 5.3 [La<sup>-</sup>]

Det var ingen forskjell i [La<sup>-</sup>] hverken for de normal- eller kondisjonstrente med og uten staver etter utmattelsestesten. Dette støttes av Bergh et al. (1976) som ikke fant noen forskjell i [La<sup>-</sup>] ved kombinert armarbeid og beinarbeid sammenliknet med kun sykling på ergometersykkel og løping i motbakke på tredemølle. En hypotese kunne være at armarbeid inkludert til et beinarbeid kunne føre til lavere [La<sup>-</sup>] som en konsekvens av at totalarbeidet fordeles over en større andel muskelmasse og dermed ha en avlastende effekt på beina (Willson et al., 2001). Volianitis & Secher (2002) så blant annet lavere laktatutskillelse fra armene ved inkludert beinarbeid enn ved armarbeid alene. Noe som samsvarer godt med at arbeidende muskulatur ser ut til å ta opp og nyttiggjøre seg av laktat i større grad enn passiv muskulatur (Van Hall et al., 2003). Samtidig ser man at armene jobber på sin maksimale aerobe kapasitet allerede ved lave belastninger

(Bojsen-Møller et al., 2010), noe som fører utskillelse av laktat (J. A. L. Calbet et al., 2005; Jensen-Urstad & Ahlborg, 1992; Rud et al., 2014) som benyttes som energisubstrat av annen arbeidende muskulatur ved helkroppsarbeid (Rud et al., 2014; Secher & Volianitis, 2006; Van Hall et al., 2003) og organer (Secher & Volianitis, 2006). I motsetning til Bergh et al. (1976) og Rud et al. (2014) hvor de kontrollerte armbidraget, ble ikke dette gjort i denne studien. Det er derfor usikkert hvor mye FP nyttiggjorde seg av det inkluderte armarbeidet i denne studien. Som nevnt tidligere i diskusjonene er det nærliggende å tro armbidraget i denne studien var 10 – 30 % av det totale arbeidet basert på lignende funn på TTU som Bergh et al. (1976) hadde ved dette armbidraget.

Det var ingen forskjell i  $[La^-]$  mellom de normal- og kondisjonstrente ved avsluttet utmattelsestest. Dette kan indikerer at utholdenhetstrening ikke har noen effekt på individets maksimale anaerob kapasitet (Pendergast, Cerretelli, & Rennie, 1979). Samtidig er det andre studier som konkluderer med at utholdenhetstrening øker individets anaerobe kapasitet (Volianitis et al., 2004). Imidlertid ser vi i denne studien at de kondisjonstrente hadde høyere anaerob kapasitet enn de normaltrente uten inkludert armarbeid. Ved inkludert armarbeid var det ingen forskjell i anaerob kapasitet mellom gruppene. Dette samsvarer godt med Volianitis et al. (2004) sine funn om at kondisjonstrente har bedre anaerob kapasitet. Volianitis et al. (2004) fant i sin studie en nær tredobling i anaerob kapasitet hos kondisjonstrente (roere) sammenliknet med normaltrente ved «arm cranking». I denne studien observerte vi forskjell i anaerob kapasitet uten inkludert armarbeid, men ingen forskjell ved inkludert armarbeid. Dette kan dermed tyde på at den observerte høyere anaerobe kapasiteten er tydeligst ved et arbeid som aktiverer mindre andel muskelmasse, og gradvis reduserer ettersom større andel muskelmasse blir aktivert.

### **5.3.1 Submaksimalt arbeid**

Ved submaksimalt arbeid var det ingen forskjell i  $[La^-]$  for de normaltrente. De kondisjonstrente derimot hadde lavere  $[La^-]$  med staver enn uten både ved 4 km/t og 5 km/t, men ikke ved 3 km/t. Forskjellen i  $[La^-]$  med og uten staver ble tydeligere ved økende belastning. Dette samsvarer godt med Van Hall et al. (2003) som viser lavere  $[La^-]$  ved inkludert armarbeid til et beinarbeid for godt kondisjonstrente individer. Van Hall et al. (2003) forklarer dette med at arbeidende muskulatur tar opp og forbruker  $La^-$

som energisubstrat i mye større grad enn hva man ser i passiv muskulatur (Van Hall et al., 2003). Samtidig så spekuleres det i at kondisjonstrente nyttiggjør seg av  $\text{La}^-$  i større grad enn normaltrente på grunn av høyere metabolsk kapasitet (Van Hall et al., 2003). Det er tidligere vist at armene har et netto frislipp av  $\text{La}^-$ , mens beina har et netto opptak av  $\text{La}^-$  (J. A. L. Calbet et al., 2005; Rud et al., 2014). Både frislipp av  $\text{La}^-$  fra armene og opptak av  $\text{La}^-$  fra beina blir større ved økt belastning (J. A. L. Calbet et al., 2005; Rud et al., 2014). I denne studien hadde vi ikke kontroll på FP sitt armbidrag. Det kan tenkes at man ser lavere  $[\text{La}^-]$  på 4 km/t og 5 km/t med inkludert armarbeid sammenliknet med uten, som et produkt av at FP kontrollerte armbidrag sitt slik at de hadde en netto aerob energiomsetning i armene. Hvis dette er tilfellet, kan i så fall armene også benytte  $\text{La}^-$  som energisubstrat og dermed potensielt observere en lavere  $[\text{La}^-]$ .

Et annet interessant poeng som kan være med å forklare den lavere  $[\text{La}^-]$  ved inkludert armarbeid for de kondisjonstrente ved 4 km/t og 5 km/t, er en eventuell avlastning av beina ved inkludert armarbeid. Dette blir bekreftet av Willson et al. (2001) hvor det blir sett en avlastning av beina ved inkludert armarbeid til beinarbeid sammenliknet med beinarbeid alene. En avlastning av beina lignende det Willson et al. (2001) så i form av mindre kraftutvikling per steg, betyr at beina potensielt kan rekruttere færre mindre utholdende muskelfibre. Som et produkt av dette kan det tenkes at det blir observert en lavere  $[\text{La}^-]$  ved inkludert armarbeid.

På samme submaksimale belastning hadde de kondisjonstrente lavere  $[\text{La}^-]$  enn de normaltrente både med og uten staver. Dette understreker at utholdenhetstrening fører til en forbedring av muskulaturens aerobe kapasitet (Van Hall et al., 2003). Samtidig må man være klar over at den submaksimale belastningen på 3 km/t var på lavere relativ intensitet for de kondisjonstrente enn for de normaltrente. Pendergast et al. (1979) viser likevel at kondisjonstrente har lavere  $[\text{La}^-]$  enn sedate kontroller både ved like absolutte og relative submaksimale belastninger.

## **5.4 HF**

Det var ingen forskjell i  $\text{HF}_{\text{maks}}$  hverken for de normal- eller kondisjonstrente med eller uten staver. Heller ikke ved det submaksimale arbeidet, var det noen forskjell i HF med eller uten staver for noen av gruppene. Dette indikerer at det ikke er noen forskjell i hjertets pumpekapasitet ved inkludert armarbeid til et beinarbeid enn beinarbeid alene.

Studier som er gjort med fokus på NW, finner både høyere HF (Grainer et al., 2017; Knight & Caldwell, 2000) og ingen forskjell i HF (Jacobson & Wright, 1998; Perrey & Fabre, 2008) med staver enn uten. Metodiske forskjeller og teknisk gjennomføring kan være med å forklare disse sprikende funnene.

Ved utmattelsestesten oppnådde de kondisjonstrente en høyere  $HF_{maks}$  enn de normaltrente både med og uten staver. Dette kan muligens forklares ved at de kondisjonstrente gjennomsnittlig var cirka 6 år yngre enn de normaltrente. Det er godt kjent at  $HF_{maks}$  synker ettersom man blir eldre (Ogawa et al., 1992; Tanaka, Monahan, & Seals, 2001; Trappe, Costill, Vukovich, Jones, & Melham, 1996). Samtidig var ikke aldersforskjellen større enn at  $HF_{maks}$  kunne forventes å være lik ved arbeid på  $VO_{2maks}$  (M. J. Joyner & Casey, 2015).

De kondisjonstrente arbeidet med en lavere HF ved 3 km/t både med og uten staver, enn de normaltrente. Dette kan forklares ved at de kondisjonstrente arbeidet på en prosentvis lavere intensitet av sin  $VO_{2maks}$  ved 3 km/t enn de normaltrente. Noe som bekreftes ved at de kondisjonstrente også hadde lavere  $La^-$  og RPE med og uten staver, og lavere RER med staver enn de normaltrente.

## **5.5 Metodiske betraktninger**

Denne studien har sin største styrke ved at den er designet ved at FP er sine egne kontroller. Samtidig foregikk datainnsamlingen over et kort tidsperspektiv, slik at noen treningsadaptasjoner mellom testdager ikke kunne forstyrre resultatene. Like fullt var testdagene over et stort nok tidsperspektiv til at FP var fullt restituert fra forrige test. Testtidspunkt og miljø for øvrig var også lik mellom testdagene.

Videre forskning bør inkludere kraftmåling fra stavene, slik at armbidraget kan kontrolleres. Det kunne også vært interessant å se hvordan ulike stavlengder kan påvirker ulike variabler. I denne studien ble det benyttet typisk stavlengde som brukes ved «elghufs». Det vil si kroppshøyde x 0,83 – 10 cm. Samtidig er rådene innen NW kroppshøyde x 0,68, noe som gir en betydelig lavere stavlengde. De normaltrente kontrollene var i liten grad kjent med å benytte staver. Det kan derfor spekuleres i om tilvenningen på 10 min avslutningsvis på testdag 1 var tilstrekkelig, og om tilvenningen var av god nok kvalitet.



Det kan diskuteres om vi traff 100 % av  $VO_{2maks}$  ved utregning av hastighet ved utmattelsestesten. Samtidig var FP sine egne kontroller, så belastningen var lik under både testdag 2 og 3 uavhengig om den var på 100 % av  $VO_{2maks}$ , 97 % av  $VO_{2maks}$  eller 103 % av  $VO_{2maks}$ . Det kan også kritiseres at  $VO_2$  målingene ved utmattelsestesten foregikk med 30 sek mellomrom. Målingene ble også brukt i for stor grad i feedback til FP undervis i utmattelsestesten. Det kan derfor tenkes at FP ikke løp til utmattelse med tanke på at nesten samtlige FP gav seg rett etter "siste" måling. Målinger hvert 5. eller 10. sek ville trolig gitt høyere oppløsning i akkumulert oksygenopptak og TTU. Om dette ville ført til en ytterligere effekt av inkludert armarbeid på TTU og akkumulert oksygenopptak eller om effekten hadde blitt mindre, er vanskelig å si. Flere FP ytret en liten bekymring for å eventuelt falle av tredemøllen ved total utmattelse, og derfor er det trolig at disse gav seg med en liten sikkerhetsmargin. Det kan derfor kritiseres at sikkerhetssele ikke ble brukt i prosjektet. Dette ville trolig hjulpet FP til å yte til total utmattelse.

Det ville være interessant å implementere en prestasjonstest i form av tidsbruk på en gitt distanse i tillegg til prestasjonstesten som ble gjort i denne studien. Dette kunne for eksempel være tidsbruk opp en bratt motbakke. Det ville hatt stor verdi for forståelsen av å inkludere stavbruk ved for eksempel et motbakkeløp.

## **5.6 Perspektiver**

Funnene i denne studien tyder på at det kan være fordelaktig for både normal- og kondisjonstrengte og inkludere armarbeid til et typisk beinarbeid i trening- og konkurranseøyemed. Ved å inkludere armarbeid til beinarbeidet i bratt motbakke, kan det se ut til at trøtthetsutviklingen i muskulaturen utsettes samtidig som belastningen på hjertet opprettholdes. Dette betyr at treningskvaliteten kan styrkes ved at stimuleringstiden kan forlenges både på det kardiovaskulære systemet og skjelettmuskulaturen. Å maksimere treningskvaliteten kan ha stor betydning både i et toppidrettsperspektiv og ikke minst i et rehabiliteringsperspektiv.

## 6. Konklusjon

De normaltrente oppnådde høyere  $VO_{2peak}$  ved kombinert arm- og beinarbeid ved arbeid tilsvarende  $VO_{2maks}$  i bratt motbakke sammenlignet med kun beinarbeid, men det var ingen forskjell i akkumulert oksygenopptak og prestasjon. De kondisjonstrente oppnådde både lengre tid til utmattelse og høyere akkumulert oksygenopptak ved kombinert arm- og beinarbeid. Effekten av å inkludere armene på  $VO_2$  og prestasjon var imidlertid ikke forskjellig mellom gruppene.

## Referanser

- Andersen, P., & Saltin, B. (1985). Maximal perfusion of skeletal muscle in man. *The Journal of physiology*, *366*, 233–249.
- Barnes, K. R., & Kilding, A. E. (2015). Running economy: measurement, norms, and determining factors. *Sports Medicine - Open*, *1*, 8. doi:10.1186/s40798-015-0007-y
- Bassett, D. R. J., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *32*, 70-84.
- Baumann, C. W., Rupp, J. C., Ingalls, C. P., & Doyle, J. A. (2012). Anaerobic work capacity's contribution to 5-km-race performance in female runners. *Int J Sports Physiol Perform*, *7*(2), 170-174.
- Bergh, U., Kanstrup, I. L., & Ekblom, B. (1976). Maximal oxygen uptake during exercise with various combinations of arm and leg work. *Journal of Applied Physiology*, *41*, 191-196.
- Bojsen-Møller, J., Losnegard, T., Kemppainen, J., Viljanen, T., Kalliokoski, K. K., & Hallén, J. (2010). Muscle use during double poling evaluated by positron emission tomography. *Journal of Applied Physiology*, *109*(6), 1895-1903. doi:10.1152/jappphysiol.00671.2010
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*, *14*(5), 377-381.
- Butts, N. K., Knox, K. M., & Foley, T. S. (1995). Energy costs of walking on a dual-action treadmill in men and women. *Med Sci Sports Exerc*, *27*(1), 121-125.
- Calbet, J. A., & Joyner, M. J. (2010). Disparity in regional and systemic circulatory capacities: do they affect the regulation of the circulation? *Acta Physiol (Oxf)*, *199*(4), 393-406. doi:10.1111/j.1748-1716.2010.02125.x
- Calbet, J. A. L., Gonzalez-Alonso, J., Helge, J. W., Søndergaard, H., Munch-Andersen, T., Saltin, B., & Boushel, R. (2015). Central and peripheral hemodynamics in exercising humans: leg vs arm exercise. *Scand J Med Sci Sports*, *25*, 144-157.

- Calbet, J. A. L., Holmberg, H.-C., Rosdahl, H., van Hall, G., Jensen-Urstad, M., & Saltin, B. (2005). Why do arms extract less oxygen than legs during exercise? *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, 289, 1448-1458.
- Church, T. S., Earnest, C. P., & Morss, G. M. (2002). Field testing of physiological responses associated with Nordic Walking. *Res Q Exerc Sport*, 73(3), 296-300. doi:10.1080/02701367.2002.10609023
- Conley, D. L., & Krahenbuhl, G. S. (1980). Running economy and distance running performance of highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 12(5), 357-360.
- Dempsey, J. A. (1986). Is the lung built for exercise? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 18, 143-155.
- 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.
- di Prampero, P. E. (2003). Factors limiting maximal performance in humans. *Eur J Appl Physiol*, 90(3-4), 420-429. doi:10.1007/s00421-003-0926-z
- Eklblom, B., Wilson, G., & Åstrand, P.-O. (1976). Central circulation during exercise after venesection and reinfusion of red blood cells. *Journal of Applied Physiology*, 40, 379-383.
- Eklblom, B., Åstrand, P.-O., Saltin, B., Stenberg, J., & Wallström, B. (1968). Effect of training on circulatory response to exercise. *Journal of Applied Physiology*, 24, 518-528.
- Faulkner, J. A., Kollias, J., Favour, C. B., Buskirk, E. R., & Balke, B. (1968). Maximum aerobic capacity and running performance at altitude. *Journal of Applied Physiology*, 24, 685-691.
- Gastin, P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med*, 31(10), 725-741.
- Glassford, R. G., Baycroft, G. H., Sedgwick, A. W., & Macnab, R. B. (1965). Comparison of maximal oxygen uptake values determined by predicted and actual methods. *J Appl Physiol*, 20(3), 509-513. doi:10.1152/jappl.1965.20.3.509

- Gledhill, N. (1985). The Influence of Altered Blood Volume and Oxygen Transport Capacity on Aerobic Performance. *Exercise & Sport Sciences Reviews*, 13, 75-94.
- Grainer, A., Zerbini, L., Reggiani, C., Marcolin, G., Steele, J., Pavei, G., & Paoli, A. (2017). Physiological and Perceptual Responses to Nordic Walking in a Natural Mountain Environment. *Int J Environ Res Public Health*, 14(10). doi:10.3390/ijerph14101235
- Graves, J. E., Pollock, M. L., Montain, S. J., Jackson, A. S., & O'Keefe, J. M. (1987). The effect of hand-held weights on the physiological responses to walking exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 19(3), 260-265.
- Hansen, E. A., & Smith, G. (2009). Energy expenditure and comfort during Nordic walking with different pole lengths. *J Strength Cond Res*, 23(4), 1187-1194. doi:10.1519/JSC.0b013e31819f1e2b
- Hermansen, L., Ekblom, B., & Saltin, B. (1970). Cardiac output during submaximal and maximal treadmill and bicycle exercise. *J Appl Physiol*, 29(1), 82-86. doi:10.1152/jappl.1970.29.1.82
- Hermansen, L., & Saltin, B. (1969). Oxygen uptake during maximal treadmill and bicycle exercise. *J Appl Physiol*, 26(1), 31-37. doi:10.1152/jappl.1969.26.1.31
- Hill, A. V., Long, C. N. H., & Lupton, H. (1924). Muscular Exercise, Lactic Acid and the Supply and Utilisation of Oxygen. *Proceedings of the Royal Society of London*, 96, 438-475.
- Holloszy, J. O., & Coyle, E. F. (1984). Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*, 56, 831-838.
- Jacobs, R. A., Fluck, D., Bonne, T. C., Burgi, S., Christensen, P. M., Toigo, M., & Lundby, C. (2013). Improvements in exercise performance with high-intensity interval training coincide with an increase in skeletal muscle mitochondrial content and function. *J Appl Physiol (1985)*, 115(6), 785-793. doi:10.1152/jappphysiol.00445.2013
- Jacobson, B. H., & Wright, T. (1998). A field test comparison of hiking stick use on heartrate and rating of perceived exertion. *Percept Mot Skills*, 87(2), 435-438. doi:10.2466/pms.1998.87.2.435

- Jacobson, B. H., Wright, T., & Dugan, B. (2000). Load Carriage Energy Expenditure With and Without Hiking Poles During Inclined Walking. *International Journal of Sports Medicine*, 21, 356-359.
- Jensen-Urstad, M., & Ahlborg, G. (1992). Is the high lactate release during arm exercise due to a low training status? *Clin Physiol*, 12(4), 487-496.
- Joyner, M. J., & Casey, D. P. (2015). Regulation of increased blood flow (hyperemia) to muscles during exercise: a hierarchy of competing physiological needs. *Physiol Rev*, 95(2), 549-601. doi:10.1152/physrev.00035.2013
- Joyner, M. J., & Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of physiology*, 586(1), 35-44. doi:10.1113/jphysiol.2007.143834
- Knight, C. A., & Caldwell, G. E. (2000). Muscular and metabolic costs of uphill backpacking: are hiking poles beneficial? *Med Sci Sports Exerc*, 32(12), 2093-2101.
- Losnegard, T., & Hallen, J. (2014). Physiological differences between sprint- and distance-specialized cross-country skiers. *Int J Sports Physiol Perform*, 9(1), 25-31. doi:10.1123/ijsp.2013-0066
- Losnegard, T., Myklebust, H., & Hallen, J. (2012). Anaerobic capacity as a determinant of performance in sprint skiing. *Med Sci Sports Exerc*, 44(4), 673-681. doi:10.1249/MSS.0b013e3182388684
- Morgan, D. W., Bransford, D. R., Costill, D. L., Daniels, J. T., Howley, E. T., & Krahenbuhl, G. S. (1995). Variation in the aerobic demand of running among trained and untrained subjects. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 27, 404-409.
- Nielsen, H. B. (1999). pH after competitive rowing: the lower physiological range? *Acta Physiol Scand*, 165(1), 113-114. doi:10.1046/j.1365-201x.1999.00485.x
- Nielsen, H. B., Boushel, R., Madsen, P., & Secher, N. H. (1999). Cerebral desaturation during exercise reversed by O<sub>2</sub> supplementation. *Am J Physiol*, 277(3), H1045-1052. doi:10.1152/ajpheart.1999.277.3.H1045
- Nilsen, E. T. F., & Larsen, A. V. (2016). *Effekt av å bruke staver ved gange i bratt motbakke på VO<sub>2</sub>maks og tid til utmattelse.* , Bacheloroppgave ved Norges Idrettshøgskole, Oslo.

- Ogawa, T., Spina, R. J., Martin, W. H., 3rd, Kohrt, W. M., Schechtman, K. B., Holloszy, J. O., & Ehsani, A. A. (1992). Effects of aging, sex, and physical training on cardiovascular responses to exercise. *Circulation*, *86*(2), 494-503.
- Pellegrini, B., Boccia, G., Zoppirolli, C., Rosa, R., Stella, F., Bortolan, L., . . . Schena, F. (2018). Muscular and metabolic responses to different Nordic walking techniques, when style matters. *PLoS One*, *13*(4), e0195438. doi:10.1371/journal.pone.0195438
- Pellegrini, B., Peyre-Tartaruga, L. A., Zoppirolli, C., Bortolan, L., Bacchi, E., Figard-Fabre, H., & Schena, F. (2015). Exploring Muscle Activation during Nordic Walking: A Comparison between Conventional and Uphill Walking. *PLoS One*, *10*(9), e0138906. doi:10.1371/journal.pone.0138906
- Pendergast, D., Cerretelli, P., & Rennie, D. W. (1979). Aerobic and glycolytic metabolism in arm exercise. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*, *47*(4), 754-760. doi:10.1152/jappl.1979.47.4.754
- Perrey, S., & Fabre, N. (2008). Exertion during uphill, level and downhill walking with and without hiking poles. *J Sports Sci Med*, *7*(1), 32-38.
- Porcari, J. P., Hendrickson, T. L., Walter, P. R., Terry, L., & Walsko, G. (1997). The physiological responses to walking with and without Power Poles on treadmill exercise. *Res Q Exerc Sport*, *68*(2), 161-166. doi:10.1080/02701367.1997.10607992
- 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*, *66*, 2491-2495.
- Reybrouck, T., Heigenhauser, G. F., & Faulkner, J. A. (1975). Limitations to maximum oxygen uptake in arms, leg, and combined arm-leg ergometry. *J Appl Physiol*, *38*(5), 774-779. doi:10.1152/jappl.1975.38.5.774
- Rud, B., & Hallen, J. (2009). Is the balance between skeletal muscular metabolic capacity and oxygen supply capacity the same in endurance trained and untrained subjects? *European Journal of Applied Physiology*, *105*, 679–685.
- Rud, B., Secher, N. H., Nilsson, J., Smith, G., & Hallen, J. (2014). Metabolic and mechanical involvement of arms and legs in simulated double pole skiing. *Scand J Med Sci Sports*, *24*, 913-919.

- Saltin, B. (1985). Hemodynamic adaptations to exercise. *American Journal of Cardiology*, 55, 42-47.
- Sandbakk, Ø., & Holmberg, H.-C. (2014). A Reappraisal of Success Factors for Olympic Cross-Country Skiing. *Int J Sports Physiol Perform*, 9, 117-121.
- Secher, N. H., & Volianitis, S. (2006). Are the Arms and Legs in Competition for Cardiac Output? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38, 1797-1803.
- Spencer, M. R., & Gatin, P. B. (2001). Energy system contribution during 200- to 1500-m running in highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 33(1), 157-162.
- Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*, 37(1), 153-156.
- Taylor, H. L., Buskirk, E., & Henschel, A. (1955). Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. *J Appl Physiol*, 8(1), 73-80. doi:10.1152/jappl.1955.8.1.73
- Tesch, P. A. (1985). Exercise performance and beta-blockade. *Sports Medicine*, 2, 389-412.
- Trappe, S. W., Costill, D. L., Vukovich, M. D., Jones, J., & Melham, T. (1996). Aging among elite distance runners: a 22-yr longitudinal study. *J Appl Physiol* (1985), 80(1), 285-290. doi:10.1152/jappl.1996.80.1.285
- Van Hall, G., Jensen-Urstad, M., Rosdahl, H., Holmberg, H. C., Saltin, B., & Calbet, J. A. (2003). Leg and arm lactate and substrate kinetics during exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 284(1), E193-205. doi:10.1152/ajpendo.00273.2002
- Vogel, J. A., & Harris, C. W. (1967). Cardiopulmonary responses of resting man during early exposure to high altitude. *Journal of Applied Physiology*, 22, 1124-1128.
- Volianitis, S., & Secher, N. H. (2002). Arm blood flow and metabolism during arm and combined arm and leg exercise in humans. *J Physiol*, 544(Pt 3), 977-984.
- Volianitis, S., Yoshiga, C. C., Nissen, P., & Secher, N. H. (2004). Effect of fitness on arm vascular and metabolic responses to upper body exercise. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 286(5), H1736-1741. doi:10.1152/ajpheart.01001.2003



Willson, J., Torry, M. R., Decker, M. J., Kernozek, T., & Steadman, J. R. (2001). Effects of walking poles on lower extremity gait mechanics. *Med Sci Sports Exerc*, 33(1), 142-147.

Åstrand, P.-O., & Saltin, B. (1961). Maximal oxygen uptake and heart rate in various types of muscular activity. *Journal of Applied Physiology*, 16, 977-981.

## Figuroversikt

<b>Figur 1.</b> Illustrasjon av testlokalet. ....	18
<b>Figur 2.</b> Eksempel på lineær regresjon for utregning av utmattelseshastighet. ....	20
<b>Figur 3.</b> Skjematisk fremstilling av testdag 1. ....	21
<b>Figur 4.</b> Skjematisk fremstilling av testdag 2 og testdag 3. ....	22
<b>Figur 5.</b> Gjennomsnittverdier i absolutt $\text{VO}_2$ ( $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$ ) $\pm$ std.feil for hver submaksimal belastning for den normal- og den kondisjonstrete gruppen med og uten bruk av staver. Asteriks (*) = $p<0,10$ mellom med og uten staver ved samme submaksimale belastning. ....	23
<b>Figur 6.</b> Gjennomsnittverdier for $[\text{La}^-]$ ( $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) $\pm$ std.feil for hver submaksimale belastning for den normal- og kondisjonstrete gruppen med og uten bruk av staver. Asteriks (*) = $p<0,05$ mellom med og uten staver ved samme submaksimale belastning. Dagger (†) = $p<0,01$ , mellom normal- og kondisjonstrent med staver på 3 km/t. Bullet (•) = $p<0,05$ , mellom normal- og kondisjonstrent uten staver på 3 km/t. ....	24
<b>Figur 7.</b> Gjennomsnittverdier i HF ( $\text{HF}/\text{min}$ ) $\pm$ std.feil for hver submaksimale belastning for den normal- og kondisjonstrete gruppen med og uten bruk av staver. Asteriks (*) = $p<0,01$ mellom de normal- og kondisjonstrete på 3 km/t. ....	25
<b>Figur 8.</b> Gjennomsnittverdier i TTU (s) $\pm$ std.feil for den normal- og kondisjonstrete gruppen med og uten bruk av staver. Dagger (†) = $p=0,10$ mellom med og uten staver innenfor den samme gruppen. Asteriks (*) = $p<0,05$ mellom med og uten staver innenfor den samme gruppen. ....	26
<b>Figur 9.</b> Gjennomsnittverdier i $\text{VO}_{2\text{akk}}$ ( $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) $\pm$ std.feil for den normal- og kondisjonstrete gruppen med og uten bruk av staver. Asteriks (*) = $p<0,05$ mellom med og uten staver innenfor den samme gruppen. Dagger (†) = $p<0,01$ mellom normal- og kondisjonstrent både med og uten staver. ....	27
<b>Figur 10.</b> Gjennomsnittverdier i $\text{VO}_{2\text{peak}}$ ( $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$ ) $\pm$ std.feil for den normal- og kondisjonstrete gruppen med og uten bruk av staver. Asteriks (*) = $p<0,05$ mellom med og uten staver innenfor den samme gruppen. Dagger (†) = $p<0,01$ mellom normal- og kondisjonstrent både med og uten staver. ....	28
<b>Figur 11.</b> Gjennomsnittverdier i anaerob kapasitet ( $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) $\pm$ std.feil for den normal- og kondisjonstrete gruppen med og uten bruk av staver. Asteriks (*) = $p<0,05$ mellom normal- og kondisjonstrent og uten staver. ....	28
<b>Figur 12.</b> Gjennomsnittverdier i $[\text{La}^-]$ ( $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) $\pm$ std.feil for den normal- og kondisjonstrete gruppen med og uten bruk av staver. ....	29
<b>Figur 13.</b> Gjennomsnittverdier i $\text{HF}_{\text{maks}}$ ( $\text{HF}/\text{min}$ ) $\pm$ std.feil for den normal- og kondisjonstrete gruppen med og uten bruk av staver. Asteriks (*) = $p<0,05$ , mellom normal- og kondisjonstrent både med og uten staver. ....	29

**Figur 14.** Gjennomsnittverdier i VE ( $L \cdot \text{min}^{-1}$ )  $\pm$  std.feil for den normal- og kondisjonstrete gruppen med og uten bruk av staver. .... 30

**Figur 15.** Gjennomsnittverdier i RER  $\pm$  std.feil for den normal- og kondisjonstrete gruppen med og uten bruk av staver. Asteriks (\*) =  $p < 0,05$ , mellom med og uten staver innenfor den samme gruppen. Dagge (†) =  $p < 0,05$ , mellom normal- og kondisjonstrent med staver. Bullet (•) =  $p < 0,01$ , mellom normal- og kondisjonstrent uten staver. .... 30

**Figur 16.** Gjennomsnittverdier i RPE  $\pm$  std.feil for den normal- og kondisjonstrete gruppen med og uten bruk av staver..... 31

## Tabelloversikt

**Tabell 1.** Antropometriske målinger og  $VO_{2\text{maks}}$  for inkluderte forsøkspersoner. Tallene er presentert som gjennomsnitt  $\pm$  SD. Asterisk (\*) =  $p < 0,05$  mellom gruppene..... 17

**Tabell 2.** VE ( $L \cdot \text{min}^{-1}$ ), RER og RPE sammenfattet med absolutte verdier  $\pm$  std.feil for hver submaksimale belastning for den normal- og kondisjonstrengte gruppen med og uten bruk av staver. Asterisk (\*) =  $p < 0,01$  mellom de normal- og kondisjonstrengte på 3 km/t..... 26

## Forkortelser

Forkortelse	Forklaring
a-vO <sub>2</sub> diff	arteriovenøs oksygendifferanse
FP	Forsøksperson
HF	Hjertefrekvens
HF <sub>maks</sub>	Maksimal hjertefrekvens
La <sup>-</sup>	Laktat
[La <sup>-</sup> ]	Laktatkonsentrasjon i blodet
MTT	Mean transit time
MV	Minuttvolum
NW	Nordic walking
O <sub>2</sub>	Oksygen
RER	Respiratorisk utvekslingskvotient
RPE	Borg skala 6-20
SD	Standardavvik
Std.feil	Standardfeil
SV	Slagvolum
TTU	Tid til utmattelse
VE	Ventilasjon
VO <sub>2</sub>	Oksygenopptak
VO <sub>2akk</sub>	Akkumulert oksygenopptak
VO <sub>2maks</sub>	Maksimalt oksygenopptak
VO <sub>2peak</sub>	Høyeste oksygenopptak

# Vedlegg

## Vedlegg 1: Meldeskjema til NSD

### MELDESKJEMA

Meldeskjema (versjon 1.6) for forsknings- og studentprosjekt som medfører meldeplikt eller konsesjonsplikt (jf. personopplysningsloven og helseregisterloven med forskrifter).



1. Intro		
Samles det inn direkte personidentifiserende opplysninger?	Ja • Nei ○	En person vil være direkte identifiserbar via navn, personnummer, eller andre personentydige kjennetegn.
Hvis ja, hvilke?	<input checked="" type="checkbox"/> Navn <input type="checkbox"/> 11-sifret fødselsnummer <input type="checkbox"/> Adresse <input type="checkbox"/> E-post <input type="checkbox"/> Telefonnummer <input type="checkbox"/> Annet	Les mer om hva <a href="#">personopplysninger</a> er. NB! Selv om opplysningene skal anonymiseres i oppgave/rapport, må det krysses av dersom det skal innhentes/registreres personidentifiserende opplysninger i forbindelse med prosjektet.
Annet, spesifiser hvilke		Les mer om hva <a href="#">behandling av personopplysninger</a> innebærer.
Skal direkte personidentifiserende opplysninger kobles til datamaterialet (koblingsnøkkel)?	Ja ○ Nei •	Merk at meldeplikten utløses selv om du ikke får tilgang til <a href="#">koblingsnøkkel</a> , slik fremgangsmåten ofte er når man benytter en <a href="#">databehandler</a> .
Samles det inn bakgrunnsopplysninger som kan identifisere enkeltpersoner (indirekte personidentifiserende opplysninger)?	Ja ○ Nei •	En person vil være <a href="#">indirekte identifiserbar</a> dersom det er mulig å identifisere vedkommende gjennom bakgrunnsopplysninger som for eksempel bostedskommune eller arbeidsplass/skole kombinert med opplysninger som alder, kjønn, yrke, diagnose, etc.
Hvis ja, hvilke		NB! For at stemme skal regnes som personidentifiserende, må denne bli registrert i kombinasjon med andre opplysninger, slik at personer kan gjenkjennes.
Skal det registreres personopplysninger (direkte/indirekte/via IP-/epost adresse, etc) ved hjelp av nettbaserte spørreskjema?	Ja ○ Nei •	Les mer om <a href="#">nettbaserte spørreskjema</a> .
Blir det registrert personopplysninger på digitale bilde- eller videoopptak?	Ja ○ Nei •	Bilde/videoopptak av ansikter vil regnes som personidentifiserende.
Søkes det vurdering fra REK om hvorvidt prosjektet er omfattet av helseforskningsloven?	Ja ○ Nei •	NB! Dersom REK (Regional Komité for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk) har vurdert prosjektet som helseforskning, er det ikke nødvendig å sende inn meldeskjema til personvernombudet (NB! Gjelder ikke prosjekter som skal benytte data fra pseudonyme helseregistre). <a href="#">Les mer.</a>

		Dersom tilbakemelding fra REK ikke foreligger, anbefaler vi at du avventer videre utfylling til svar fra REK foreligger.
--	--	--

## 2. Prosjektittel

Prosjektittel	Effekt av å addere armer til beinarbeid på VO2maks og prestasjon hos normal- og kondisjonstrente	Oppgi prosjektets tittel. NB! Dette kan ikke være «Masteroppgave» eller liknende, navnet må beskrive prosjektets innhold.
---------------	--	---

## 3. Behandlingsansvarlig institusjon

Institusjon	Norges idrettshøgskole	Velg den institusjonen du er tilknyttet. Alle nivå må oppgis. Ved studentprosjekt er det studentens tilknytning som er avgjørende. Dersom institusjonen ikke finnes på listen, har den ikke avtale med NSD som personvernombud. Vennligst ta kontakt med institusjonen.  Les mer om <a href="#">behandlingsansvarlig institusjon</a> .
Avdeling/Fakultet	Seksjon for fysisk prestasjonsevne	
Institutt		

## 4. Daglig ansvarlig (forsker, veileder, stipendiat)

Fornavn	Bjarne	Før opp navnet på den som har det daglige ansvaret for prosjektet. Veileder er vanligvis daglig ansvarlig ved studentprosjekt. Les mer om <a href="#">daglig ansvarlig</a> .
Etternavn	Rud	
Stilling	1.amanuensis	Daglig ansvarlig og student må i utgangspunktet være tilknyttet samme institusjon. Dersom studenten har ekstern veileder, kan biveileder eller fagansvarlig ved studiestedet stå som daglig ansvarlig.
Telefon	23262333	
Mobil	90250802	Arbeidssted må være tilknyttet behandlingsansvarlig institusjon, f.eks. underavdeling, institutt etc.
E-post	bjarne.rud@nih.no	
Alternativ e-post	bjarne.rud@nih.no	NB! Det er viktig at du oppgir en e-postadresse som brukes aktivt. Vennligst gi oss beskjed dersom den endres.
Arbeidssted	Norges idrettshøgskole	
Adresse (arb.)	Sognsveien 220	
Postnr./sted (arb.sted)	0806 Oslo	

## 5. Student (master, bachelor)

Studentprosjekt	Ja ● Nei ○	Dersom det er flere studenter som samarbeider om et prosjekt, skal det velges en kontaktperson som føres opp her. Øvrige studenter kan føres opp under pkt 10.
Fornavn	Vegard	

Etternavn	Øie	
Telefon	41416978	
Mobil		
E-post	vegardoeie@hotmail.no	
Alternativ e-post	vegado@student.nih.no	
Privatadresse	Rokosjøvegen 535	
Postnr./sted (privatadr.)	2340 Løten	
Type oppgave	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Masteroppgave</li> <li>○ Bacheloroppgave</li> <li>○ Semesteroppgave</li> <li>○ Annet</li> </ul>	
<b>6. Formålet med prosjektet</b>		
Formål	Hensikten er å teste hvorvidt å bruke armer i tillegg til beina for å utføre et arbeid sammenlignet med å gjøre arbeidet med bare beina påvirker det maksimale oksygenopptaket og prestasjon. Armene har i hvert fall hos normaltrente dårligere forutsetninger for oksygenoptak enn beina. Det er derfor paradoksalt at pilotstudier og en tidligere studie har vist bedre utholdenhet og til dels like høyt eller høyere VO2maks ved kombinert arm og beinarbeid. Vi vil i tillegg teste om treningsstatus i forhold til utholdenhet og kondisjon gir andre resultater ved å benytte armene sammenlignet med normaltrente. Nytteverdi er forståelse av hva som begrenser VO2maks og hva som er effektiv trening.	Redegjør kort for prosjektets formål, problemstilling, forskningsspørsmål e.l.
<b>7. Hvilke personer skal det innhentes personopplysninger om (utvalg)?</b>		
Kryss av for utvalg	<input type="checkbox"/> Barnehagebarn <input type="checkbox"/> Skoleelever <input type="checkbox"/> Pasienter <input type="checkbox"/> Brukere/klienter/kunder <input type="checkbox"/> Ansatte <input type="checkbox"/> Barnevernsbarn <input type="checkbox"/> Lærere <input type="checkbox"/> Helsepersonell <input type="checkbox"/> Asylsøkere <input checked="" type="checkbox"/> Andre	Les mer om forskjellige <a href="#">forskningstematikker og utvalg</a> .
Beskriv utvalg/deltakere	Normal- og kondisjons/utholdenhetstrente menn og kvinner med alder 18-40 år.	Med utvalg menes dem som deltar i undersøkelsen eller dem det innhentes opplysninger om.
Rekruttering/trekking	Rekrutteres gjennom plakater og kontakter i student- og idrettsmiljøet i lokalmiljøet Lillehammer.	Beskriv hvordan utvalget trekkes eller rekrutteres og oppgi hvem som foretar den. Et utvalg kan rekrutteres gjennom f.eks. en bedrift, skole, idrettsmiljø eller eget nettverk, eller trekkes fra registre som f.eks. Folkeregisteret, SSB-registre, pasientregistre.



Førstegangskontakt	Mulige forsøkspersoner får en muntlig forespørsel fra masterstudenten. Hvis de ønsker å delta får de utfyllende skriftlig informasjon om forsøkene og formålet.	Beskriv hvordan førstegangskontakten opprettes og oppgi hvem som foretar den.  Les mer om førstegagskontakt og forskjellige utvalg på våre <a href="#">temasider</a> .
Alder på utvalget	<input type="checkbox"/> Barn (0-15 år) <input type="checkbox"/> Ungdom (16-17 år) <input checked="" type="checkbox"/> Voksne (over 18 år)	Les om forskning som involverer <a href="#">barn</a> på våre nettsider.
Omtrentlig antall personer som inngår i utvalget	20	
Samles det inn sensitive personopplysninger?	Ja ● Nei ○	Les mer om <a href="#">sensitive opplysninger</a> .
Hvis ja, hvilke?	<input type="checkbox"/> Rasemessig eller etnisk bakgrunn, eller politisk, filosofisk eller religiøs oppfatning <input type="checkbox"/> At en person har vært mistenkt, siktet, tiltalt eller dømt for en straffbar handling <input checked="" type="checkbox"/> Helseforhold <input type="checkbox"/> Seksuelle forhold <input type="checkbox"/> Medlemskap i fagforeninger	
Inkluderes det myndige personer med redusert eller manglende samtykkekompetanse?	Ja ○ Nei ●	Les mer om <a href="#">pasienter, brukere og personer med redusert eller manglende samtykkekompetanse</a> .
Samles det inn personopplysninger om personer som selv ikke deltar (tredjepersoner)?	Ja ○ Nei ●	Med opplysninger om tredjeperson menes opplysninger som kan identifisere personer (direkte eller indirekte) som ikke inngår i utvalget. Eksempler på tredjeperson er kollega, elev, klient, familiemedlem, som identifiseres i datamaterialet. <a href="#">Les mer</a> .
<b>8. Metode for innsamling av personopplysninger</b>		
Kryss av for hvilke datainnsamlingsmetoder og datakilder som vil benyttes	<input type="checkbox"/> Papirbasert spørreskjema <input type="checkbox"/> Elektronisk spørreskjema <input type="checkbox"/> Personlig intervju <input type="checkbox"/> Gruppeintervju <input type="checkbox"/> Observasjon <input type="checkbox"/> Deltakende observasjon <input type="checkbox"/> Blogg/sosiale medier/internett <input type="checkbox"/> Psykologiske/pedagogiske tester <input type="checkbox"/> Medisinske undersøkelser/tester <input type="checkbox"/> Journaldata (medisinske journaler)	Personopplysninger kan innhentes direkte fra den registrerte f.eks. gjennom spørreskjema, intervju, tester, og/eller ulike journaler (f.eks. elevmapper, NAV, PPT, sykehus) og/eller registre (f.eks. Statistisk sentralbyrå, sentrale helseregistre).  NB! Dersom personopplysninger innhentes fra forskjellige personer (utvalg) og med forskjellige metoder, må dette spesifiseres i kommentarboksen. Husk også å legge ved relevante vedlegg til alle utvalgs-gruppene og metodene som skal benyttes.  Les mer om <a href="#">registerstudier</a> . Dersom du skal anvende registerdata, må variabeliste lastes opp under pkt. 15 Les mer om <a href="#">forskningsmetoder</a> .
	<input type="checkbox"/> Registerdata	
	<input checked="" type="checkbox"/> Annen innsamlingsmetode	

Oppgi hvilken	Testing ved submaksimale og maksimale belastninger samt prestasjonstest under gange på tredemølle.	
Tilleggsopplysninger		
<b>9. Informasjon og samtykke</b>		
Oppgi hvordan utvalget/deltakerne informeres	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Skriftlig</li> <li>■ Muntlig</li> <li><input type="checkbox"/> Informeres ikke</li> </ul>	<p>Dersom utvalget ikke skal informeres om behandlingen av personopplysninger må det begrunnes.</p> <p><a href="#">Les mer.</a> Vennligst send inn mal for skriftlig eller muntlig informasjon til deltakerne sammen med meldeskjema.</p> <p>Last ned en veiledende mal <a href="#">her</a>.</p> <p>Les om <a href="#">krav til informasjon og samtykke</a>.</p> <p>NB! Vedlegg lastes opp til sist i meldeskjemaet, se punkt 15 Vedlegg.</p>
Samtykker utvalget til deltakelse?	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ja</li> <li>○ Nei</li> <li>○ Flere utvalg, ikke samtykke fra alle</li> </ul>	<p>For at et samtykke til deltakelse i forskning skal være gyldig, må det være frivillig, uttrykkelig og <a href="#">informert</a>.</p> <p>Samtykke kan gis skriftlig, muntlig eller gjennom en aktiv handling. For eksempel vil et besvart spørreskjema være å regne som et aktivt samtykke.</p> <p>Dersom det ikke skal innhentes samtykke, må det begrunnes. <a href="#">Les mer.</a></p>
<b>10. Informasjonssikkerhet</b>		
Spesifiser	Alle data på PC avidentifiseres og koblingsnøkkel oppbevares i papirformat i safe til forskningsansvarlig i 5 år. Deretter makuleres koblingsnøkkelen.	<p>NB! Som hovedregel bør ikke direkte personidentifiserende opplysninger registreres sammen med det øvrige datamaterialet. Vi anbefaler <a href="#">koblingsnøkkel</a>.</p>
Hvordan registreres og oppbevares personopplysningene?	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> På server i virksomhetens nettverk</li> <li>■ Fysisk isolert PC tilhørende virksomheten (dvs. ingen tilknytning til andre datamaskiner eller nettverk, interne eller eksterne)</li> <li><input type="checkbox"/> Datamaskin i nettverkssystem tilknyttet Internett tilhørende virksomheten</li> <li><input type="checkbox"/> Privat datamaskin</li> <li><input type="checkbox"/> Videoopptak/fotografi</li> <li><input type="checkbox"/> Lydopptak</li> <li>■ Notater/papir</li> <li><input type="checkbox"/> Mobile lagringsenheter (bærbar datamaskin, minnepenn, minnekort, cd, ekstern harddisk, mobiltelefon)</li> <li><input type="checkbox"/> Annen registreringsmetode</li> </ul>	<p>Merk av for hvilke hjelpemidler som benyttes for registrering og analyse av opplysninger.</p> <p>Sett flere kryss dersom opplysningene registreres på flere måter.</p> <p>Med «virksomhet» menes her behandlingsansvarlig institusjon.</p> <p>NB! Som hovedregel bør data som inneholder personopplysninger lagres på behandlingsansvarlig sin forskningsserver.</p>
Annen registreringsmetode beskriv		<p>Lagring på andre medier - som privat pc, mobiltelefon, minnepinne, server på annet arbeidssted - er mindre sikkert, og må derfor begrunnes. Slik lagring må avklares med behandlingsansvarlig institusjon, og personopplysningene bør krypteres.</p>

Hvordan er datamaterialet beskyttet mot at uvedkommende får innsyn?	Datafilen som inneholder (ikke-identifiserende) personopplysninger krypteres. Alle datamaskiner hvor informasjon lagres er passordbeskyttet og står i låsbart rom.	Er f.eks. datamaskintilgangen beskyttet med brukernavn og passord, står datamaskinen i et låsbart rom, og hvordan sikres bærbare enheter, utskrifter og opptak?
Samles opplysningene inn/behandles av en databehandler (ekstern aktør)?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	Dersom det benyttes eksterne til helt eller delvis å behandle personopplysninger, f.eks. Questback, transkriberingsassistent eller tolk, er dette å betrakte som en <a href="#">databehandler</a> . Slike oppdrag må kontraktsreguleres.
Hvis ja, hvilken		
Overføres personopplysninger ved hjelp av e-post/Internett?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	F.eks. ved overføring av data til samarbeidspartner, databehandler mm.
Hvis ja, beskriv?		Dersom personopplysninger skal sendes via internett, bør de krypteres tilstrekkelig.  Vi anbefaler ikke lagring av personopplysninger på nettskytjenester. Bruk av nettskytjenester må avklares med behandlingsansvarlig institusjon.  Dersom nettskytjeneste benyttes, skal det inngås skriftlig databehandleravtale med leverandøren av tjenesten. <a href="#">Les mer</a> .
Skal andre personer enn daglig ansvarlig/student ha tilgang til datamaterialet med personopplysninger?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	
Hvis ja, hvem (oppgi navn og arbeidssted)?		
Utleveres/deles personopplysninger med andre institusjoner eller land?	<input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/> Andre institusjoner <input type="radio"/> Institusjoner i andre land	F.eks. ved nasjonale samarbeidsprosjekter der personopplysninger utveksles eller ved internasjonale samarbeidsprosjekter der personopplysninger utveksles.
Spesifiser hvordan utleveringen foregår og hvilke institusjoner som skal ha tilgang.	Datainnsamlingen vil foregå ved idrettsfysiologisk testlaboratorium på Høgskolen i Lillehammer. Innsamling av oksygenopptakdata på PC gjøres aidentifisert.	
<b>11. Vurdering/godkjenning fra andre instanser</b>		
Søkes det om dispensasjon fra taushetsplikten for å få tilgang til data?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	For å få tilgang til taushetsbelagte opplysninger fra f.eks. NAV, PPT, sykehus, må det søkes om <a href="#">dispensasjon fra taushetsplikten</a> . Dispensasjon søkes vanligvis fra aktuelt departement.
Hvis ja, hvilke		
Søkes det godkjenning fra andre instanser?	Ja <input checked="" type="radio"/> Nei <input type="radio"/>	I noen forskningsprosjekter kan det være nødvendig å søke flere tillatelser. Søkes det f.eks. om tilgang til data fra en registreier? Søkes det om tillatelse til forskning i en virksomhet eller en skole? <a href="#">Les mer om andre godkjenninger</a> .
Hvis ja, hvilken	Norges idrettshøgskoles lokale etiske komite	

<b>12. Periode for behandling av personopplysninger</b>		
Prosjektstart Planlagt dato for prosjektslutt	15.10.2017 31.12.2017	Prosjektstart Vennligst oppgi tidspunktet for når kontakt med utvalget skal gjøres/datainnsamlingen starter.  Prosjektslutt: Vennligst oppgi tidspunktet for når datamaterialet enten skal anonymiseres/slettes, eller arkiveres i påvente av oppfølgingsstudier eller annet.
Skal personopplysninger publiseres (direkte eller indirekte)?	<input type="checkbox"/> Ja, direkte (navn e.l.) <input type="checkbox"/> Ja, indirekte (identifiserende bakgrunnsopplysninger) <input checked="" type="checkbox"/> Nei, publiseres anonymt	Les mer om <a href="#">direkte</a> og <a href="#">indirekte</a> personidentifiserende opplysninger.  NB! Dersom personopplysninger skal publiseres, må det vanligvis innhentes eksplisitt samtykke til dette fra den enkelte, og deltakere bør gis anledning til å lese gjennom og godkjenne sitater.
Hva skal skje med datamaterialet ved prosjektslutt?	<input checked="" type="checkbox"/> Datamaterialet anonymiseres <input type="checkbox"/> Datamaterialet oppbevares med personidentifikasjon	NB! Her menes datamaterialet, ikke publikasjon. Selv om data publiseres med personidentifikasjon skal som regel øvrig data anonymiseres. Med anonymisering menes at datamaterialet bearbeides slik at det ikke lenger er mulig å føre opplysningene tilbake til enkeltpersoner.  Les mer om <a href="#">anonymisering av data</a> .
<b>13. Finansiering</b>		
Hvordan finansieres prosjektet?	Prosjektet finansieres av Norges idrettshøgskole.	Fyller ut ved eventuell ekstern finansiering (oppdragsforskning, annet).
<b>14. Tilleggsopplysninger</b>		
Tilleggsopplysninger	Norges idrettshøgskole har opprettet en lokal etisk komitee som alternativ til REK for de prosjekter som faller utenom Helseforskriftsloven. Dette prosjektet er nå meldt inn til lokal etisk komitee og avventer tilbakemelding.	Dersom prosjektet er del av et prosjekt (eller skal ha data fra et prosjekt) som allerede har tilrådning fra personvernombudet og/eller konsesjon fra Datatilsynet, beskriv dette her og oppgi navn på prosjektleder, prosjektittel og/eller prosjektnummer.
<b>15. Vedlegg</b>		
Vedlegg	Antall vedlegg: 3. <ul style="list-style-type: none"> <li>● prosjektbeskrivelse_voeie_8sept2017.docx</li> <li>● informasjonsskriv_og_samtykkeerklæring_vegardoeie_2017.docx</li> <li>● soeknad_etisk_komite_vegard_oeie_nih_7sept2017.docx</li> </ul>	

## **Vedlegg 2: Søknad lokal etisk komite**

# **Prosjektsøknad** Skjema for søknad om godkjenning av forskningsprosjekt i de regionale komiteer for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk (REK)

## **1. Generelle opplysninger**

<b>1.1 Prosjektleder</b>	
Navn:	Bjarne Rud
Akademisk grad:	PhD
Klinisk kompetanse:	
Stilling:	1.amanuensis
Hovedarbeidsgiver/institusjon:	Norges idrettshøgskole
Avdeling/Institutt:	Seksjon for fysisk prestasjonsevne
Postnummer:	0806
Sted:	Oslo
Telefon:	23262333
Mobiltelefon:	90250802
E-post adresse:	bjarne.rud@nih.no

<b>1.2 Prosjekttittel</b>
Norsk tittel Effekt av å addere armer til beinarbeid på VO <sub>2</sub> maks og prestasjon hos normal- og kondisjonstrente
Vitenskapelig tittel Effekt av å addere armer til beinarbeid på VO <sub>2</sub> maks og prestasjon

<b>1.3 Forskningsansvarlig</b>			
Institusjon	Kontaktperson	Stilling	E-postadresse
Norges idrettshøgskole	Bjarne Rud	1.amnuensis	bjarne.rud@nih.no

### 1.4 Initiativtaker

Hvem er initiativtaker til prosjektet?

- Prosjektleder og/eller forskningsansvarlig institusjon (bidragsforskning)

### 1.5 Utdanningsprosjekt

Er prosjektet del av en utdanning eller doktorgrad?

- Ja, Master

### 1.6 Prosjektmedarbeidere

Navn	Stilling	Institusjon	Akademisk grad	Prosjektrolle
Vegard Øie	Student, Master	Norges Idrettshøgskole	Bachelor	Masterstudent

### 1.7 Tidsramme for prosjektet

Prosjektstart dato: 15.10.17

Prosjektslutt dato: 31.12.2018

### 1.8 Offentlig innsyn

Søkes det om unntak fra offentlig innsyn i søknad eller vedlegg?

- Nei

### 1.9 Samarbeid med utlandet

Har prosjektet noen form for samarbeid med utlandet?

- Nei

### 1.10 Annet prosjekt med betydning for vurderingen

Er det noe annet prosjekt som kan ha betydning for vurderingen av det aktuelle prosjektet? F.eks. et hovedprosjekt eller delprosjekt

- Nei

## 2. Prosjektopplysninger

### 2.2 Oppsummering av forskningsprosjektet

#### Prosjektbeskrivelse

Det er tidligere vist at å addere armsykling til vanlig sykling med beina neste doblet tid til utmattelse, uten økning i VO<sub>2</sub>maks, selv om samlet ytre arbeidet er likt med og uten bruk av armer. Dette kan synes paradoksalt i et arbeidsfysiologisk

perspektiv fordi armene har, i hvert fall hos normaltrente, dårligere forutsetninger for å ta opp oksygen enn beina. Ved addert armarbeid vil armene «stjele» blod fra beinmuskulaturen, noe som er vanskelig å forså skal øke det totale oksygenopptaket målt over lungene dersom oksygenutnyttelsen i armene er dårligere enn i beina. I 2015 gjennomførte vi et studentprosjekt for å teste ut om bruk av staver i meget bratt motbakke (25% stigning) påvirket tid til utmattelse og VO<sub>2</sub>maks sammenlignet med gange eller løp uten staver. I dette studiet oppnådde fire FP med ulik treningsbakgrunn lengre tid til utmattelse og tendens til både høyere VO<sub>2</sub>maks og lavere blodlaktat med staver, sammenlignet med uten staver, selv om farten var lik ved de to arbeidsformene. Senere testet vi samme protokoll på to kondisjonstrente, men fant ingen forskjeller verken i prestasjon eller VO<sub>2</sub>maks. Dette kan derfor indikere at treningsstatus kan påvirke effekten av å addere armene. Derfor er det interessant å studere om effekten av å addere armer til beinarbeid er forskjellig hos utrente sammenlignet med kondisjonstrente.

### 2.3 Legemiddelutprøving

Legemiddelutprøving?

Nei

### 2.4 Forskningsdata

#### 2.4.1 Tidligere registrerte opplysninger?

Nei

#### 2.4.2 Nye helseopplysninger

Ja

Spesifiser hvilke helseopplysninger

Høyde, vekt, maksimalt oksygenopptak, laktatverdier og prestasjon på fysiske tester.

#### 2.4.3 Humant biologisk materiale

Materiale som allerede er samlet inn eller som skal samles inn i prosjektet. Humant biologisk materiale er organer, deler av organer, celler og vev og bestanddeler av slikt materiale fra levende og døde mennesker.

Nei

### 2.5 Studiepopulasjonen

#### 2.5.1 Antall forskningsdeltakere og styrkeberegning

Oppgi antall forskningsdeltakere i Norge og evt. i utlandet. Begrunn antallet. Redegjør for styrkeberegning ved statistiske analysemetoder.

Vi ønsker 20 forsøkspersoner, 10 i hver gruppe. Dette vil være tilstrekkelig til å fange opp forskjeller av betydning. Høy presisjon i målingene minimaliserer behovet for stort antall forsøkspersoner. For å nærme oss en statistisk styrke på 80% og ha et alfanivå på <5%, må vi ha forskjeller på 5-15% mellom variablene (baserte på forventet SD). Dette er akseptabelt for å avdekke betydningsfulle forskjeller.

#### Beskrivelse av forskningsdeltakere/utvalg

Andre personer

Spesifiser hvilke personer:

Friske menn og kvinner fra 18-40 år normaltrente og kondisjonstrente. Inklusjonskriterier som kondisjonstrent er en relativ  $VO_2$ maks på minimum  $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  for menn og  $50 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  for kvinner. De normaltrente bør minst ha  $VO_2$ maks 10% lavere enn trent gruppe.

Begrunn hvorfor disse personene:

Det bør være tydelig forskjell i treningsstatus mellom gruppene for å teste ut problemstillingen.

## 2.6 Forskningsmetode

### 2.6.1 Metode for analysering av data

- Statistiske (kvantitative) analysemetoder

### 2.6.2 Metode for innhenting av data

Randomisert (counterbalansert), kontrollert intervensjonsstudie der vi sammenligner effekten av å addere armer til gange i motbakke hos normaltrente og kondisjonstrente.

## 2.7 Begrunnelse for valg av data og metode

Studiet har to hovedfokus, det ene er å teste om å dele det ytre arbeidet mellom bein og armer sammenlignet med kun beinarbeid påvirker  $VO_2$ maks og prestasjon ved tid til utmattelse ved 105% av  $VO_2$ maks. Videre ønsker vi å teste om effekten av å benytte armer for å utføre et arbeid er forskjellig mellom normal-trente og kondisjonstrente. Lignende eksperimenter er gjennomført på ergometersykkel, men datagrunnlaget er meget tynt, dessuten er gjennomføring av armarbeid under sykling på ergometersykkel en teknisk utfordrende øvelse. Stavgang på mølle er lettere å administrere og krever også mindre tilvenning sammenlignet med sykling og armarbeid. Presis ergospirometri for oksygenmålinger og analyse av laktat sikrer data med liten usikkerhet og vi kan derfor holde antall FP overkommelig lavt for praktisk gjennomførbarhet innenfor rammene av et masterprosjekt. Forsøkspersonene er sin egen kontroll for sammenligningen av oksygenopptak og prestasjon ved gange uten og med armarbeid, mens de to gruppene med ulik kondisjonsstatus blir sammenlignet for innvirkningen av treningsstatus.



### 3. Informasjon, samtykke og personvern

#### 3.2 Samtykke vil bli innhentet

Ja

For hvilke deltakere, opplysninger og evt. prøver vil samtykke bli innhentet?

Informert samtykke vil bli innhentet for det funne eksperimentelle design fra alle deltakere som rekrutteres til studien.

Hvordan vil deltakerne bli identifisert, kontaktet og rekruttert? Beskriv rekrutteringsprosedyre og begrunn evt. Avvik fra skriftlig samtykke.

Det vil ikke forekomme noen avvik fra informert samtykke.

Beskriv inklusjonskriterier

Friske, normal trente og kondisjonstrente menn og kvinner mellom 18 og 40 år.

Beskriv eksklusjonskriterier

Individer under 18 og over 40 år. Ikke friske.

#### 3.3 Samtykke er allerede innhentet

Nei

#### 3.4 Det søkes om fritak fra kravet om å innhente samtykke

Nei

### 4. Avveining av nytte og risiko ved prosjektet

#### 4.2 Fordeler

Angi fysisk, psykisk, sosial og/eller praktisk fordel/nytte/gagn nå eller i fremtida for den enkelte pasient/deltaker, grupper av personer, samfunnet og/eller vitenskapen.

Prosjektet vil gi kunnskap om hvordan størrelse på aktivert muskelmasse påvirker VO<sub>2</sub>maks og prestasjon under helkroppsarbeid. Stavgang er hyppig benyttet blant langrennsutøvere i treningsarbeidet, foruten at det er populært blant mosjonister. Effekten av stavgang på VO<sub>2</sub>maks og prestasjon og utholdenhet er interessant både for å forstå hva som fysiologisk begrenser VO<sub>2</sub>maks, samt addere kunnskap om hvordan man kan trene effektivt.

Deltakerne får gjennomføre flere avanserte og kostbare tester som man vanligvis ikke får anledning til, dette inkludere flere tester av VO<sub>2</sub>maks og laktatprofil.

#### 4.3 Ulemper

Angi fysisk, psykisk, sosial og/eller praktisk risiko/skade/ubehag/belastning/uileilighet nå eller i fremtida for den enkelte pasient/deltaker, grupper av personer, samfunnet og/eller miljø

Testene i laboratoriet er fysisk krevende og innebærer blodprøver fra fingerstikk. Det er alltid en viss helserisiko ved all fysisk belastning og spesielt maksimale belastninger, men allikevel ikke større enn personer utsetter seg for i trening og konkurranser. Vi regner derfor denne risikoen for akseptabel.

#### 4.4 Tiltak

Redegjør for tiltak for å ivareta og beskytte deltakerne i forskningsprosjektet og for å begrense mulig risiko/ulempe. Diskuter beredskap ved uventede hendelser og uventede funn der dette er aktuelt. Tiltak for å ivareta og beskytte deltakere i prosjektet kan for eksempel være, styrking av samtykkekompetanse, ekstra beskyttelse av deltakere i en sårbar eller avhengig situasjon, sikring av konfidensialitet ved kvalitative metoder og lite antall deltakere, eksklusjonskriterier, klinisk forundersøkelse, beredskap, interimanalyser eller oppfølging av deltakere.

Alle tester administrert gjennom idrettshøgskolen blir gjennomført etter utarbeidede prosedyrer for å ivareta testpersonenes sikkerhet og helse.

#### 4.5 Forsvarlighet

Vi har gjennomført svært mange tester som beskrevet ovenfor i de siste årene og har ikke opplevd alvorlige skader eller problemer. Det skjer at utøverne blir kvalme etter utmattende belastningen, men dette er å anse som normalt. Testene er belastende, men vurderes å være innenfor forsvarlighet. Vi anser ulempene for akseptable og ser derfor ingen etiske betenkeligheter i å gjennomføre forsøket.

## 5. Sikkerhet, interesser og publisering

#### 5.2 Personidentifiserbare opplysninger

I hvilken form skal personidentifiserbare opplysninger og prøver brukes i prosjektet?

- Aidentifisert med koblingsnøkkel

Gi informasjon om hvordan koblingsnøkkelen skal oppbevares og hvem som har tilgang til denne:

Koblingsnøkkelen oppbevares på papir innlåst i en safe. Kun prosjektmedarbeidere har tilgang til denne informasjonen.

#### 5.3 Internkontroll og sikkerhet

Hvordan skal personidentifiserbare opplysninger og prøver oppbevares?

- Koblingsnøkkel og data oppbevares atskilt fra hverandre

#### 5.4 Forsikring av forskningsdeltakere

- Særskilt forsikring

Redegjør for den særskilte forsikringen

Norges idrettshøgskole (NIH) er en statlig institusjon og er dermed selvassurandør. Eventuelle skader på deltakere i forbindelse med forskningsprosjekt av NIH blir dekket av NIH.

#### 5.5 Vurdering av andre instanser

Vurdering av andre instanser skal vedlegges hvis det anses relevant for søknaden.

Prosjektet har blitt vurdert/skal vurderes av:

- Egen institusjon
- Norsk senter for forskningsdata (NSD)

#### 5.6 Interesser

- 5.6.1 **Finansieringskilder**  
Hvem finansierer prosjektet?

Prosjektet finansieres gjennom interne midler.

#### 5.6.2 Godtgjøring til institusjon

Prosjektet tilknyttes ingen form for godtgjørelser til institusjon.

#### 5.6.3 Honorar prosjektleder/-medarbeidere

Prosjektet tilknyttes ingen form for godtgjørelser til prosjektmedarbeidere.

#### 5.6.4 Kompensasjon til pasienter/deltakere

Deltakerne vil ikke motta honorar for å delta i studien, men studien vil ikke påføre ekstra kostnader. Reiseutgifter kan derfor dekkes av Norges idrettshøgskole dersom dette avklares på forhånd.

#### 5.6.5 Eventuelle interessekonflikter for prosjektleder/-medarbeidere

Det eksisterer ingen interessekonflikter.

### 5.7 Publisering

Er det restriksjoner med hensyn til offentliggjøring og publisering av resultatene fra prosjektet?

Nei

Redegjør for hvordan resultatene skal gjøres offentlig tilgjengelig:

Resultatene skal i første omgang publiseres i Masteroppgave som etter godkjenning blir offentlig ved vårt bibliotek og våre nettsider. Resultatene skal også publiseres i en internasjonalt fagfelleurdert forskningsjournal. Vi vil eventuelt lage en populærfremstilling på norsk som blir publisert på våre nettsider eller en egnet norsk journal.

### 5.8 Håndtering av data etter prosjektslutt

Hvordan skal personopplysninger håndteres etter prosjektslutt?

Alle data anonymiseres etter 5 år ved at koblingsnøkkel destrueres. Årsaken til oppbevaring av koblingsnøkkel (adskilt fra data) og biologisk materiale i 5 år er at det foreligger et styrevedtak ved Norges idrettshøgskole som sier at forskningsdata skal oppbevares for kontroll og etterprøvbarehet i 5 år.

## 6. Vedlegg

Forskningsprotokoll

Forespørsel om deltakelse

## 7. Ansvarserklæring

Jeg erklærer at prosjektet vil bli gjennomført

- I henhold til gjeldende lover, forskrifter og retningslinjer
- I samsvar med opplysninger gitt i denne søknaden
- I samsvar med eventuelle vilkår for godkjenning gitt av REK

### Vedlegg 3: Informert samtykke



Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjektet

## Testing av tid til utmattelse ved gange i motbakke med og uten staver

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forsøk for å undersøke om hvorvidt det er effekt av å addere stavgang til gange i bratt motbakke på prestasjon og det maksimale oksygenopptaket ( $VO_2$ maks), og om det er forskjellig effekt for utrente sammenlignet med kondisjonstrente. Tid til utmattelse kan øke betydelig når man deler noe av det ytre arbeidet på armene i tillegg til beina sammenlignet med når man kun benytter beina. Det er derimot uklart om utrente har ulik effekt av å involvere en større muskelmasse sammenlignet med kondisjonstrente.

Vi søker til denne studien menn og kvinner i alderen 18-40 år til én gruppe med «utrente» og til én gruppe med kondisjons- og utholdenhetstrente. Dersom du trener utholdenhetstrening mer enn 2-3 ganger per uke regnes du utholdenhetstrent, men dette tester vi ved første gangs oppmøte.

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

Vegard Øie (**4141697**, [vegardo@student.nih.no](mailto:vegardo@student.nih.no)) vil gjennomføre testingen i prosjektet. Ansvarlig for studien er Norges idrettshøgskole og Høgskolen i Lillehammer, prosjektleder er Bjarne Rud.

### Hva innebærer prosjektet?

Som forsøksperson vil det bli lagt opp til tre oppmøter i laboratoriene ved Høgskolen i Lillehammer i november-desember.

#### Første oppmøte:

Man vil gjennomgå en standardisert oppvarming, med 3-5 submaksimale belastninger uten bruk av staver på en tredemølle med 25 % stigning. Laktatmålinger vil bli gjennomført etter hver submaksimal belastning for å finne din laktatterskel (anaerob terskel). Etter en kort pause, vil det bli gjennomført  $VO_2$ maks til utmattelse. Denne følger en såkalt standard trappetrinnsprotokoll hvor stigningen (25 %) holdes konstant mens hastigheten øker med 0.8 km/t for hvert minutt. Laktatmåling vil bli gjennomført ved utmattelse. Det vil tilslutt gjennomføres en tilvenning til bruk av staver frem til forsøkspersonen har

funnet rett stavlengde og føler seg trygg på å bruke disse på tredemøllen. Totalt vil første oppmøte vil ha en varighet på cirka 60 minutter.

#### **Andre og tredje oppmøte:**

Det gjennomføres en standardisert oppvarming med tre påfølgende submaksimale belastninger med eller uten staver, avhengig av om man skal gjennomføre selve utmattelsestesten med eller uten staver. Etter en kort pause vil man i randomisert rekkefølge enten gjennomføre en utmattelsesprotokoll ved gange i bratt motbakke (25 % stigning) med staver først eller uten staver først. Dersom man gjennomfører utmattelsesprotokollen med staver ved andre oppmøte, skal man altså gjennomføre utmattelsesprotokollen uten staver ved tredje oppmøte, og motsatt. Utmattelsesprotokollen gjennomføres som en konstant belastningsprotokoll på en belastning tilsvarende ditt VO<sub>2</sub>maks frem til utmattelse (3-6 min). Laktatmåling vil bli gjennomført umiddelbart etter fullført test. Andre og tredje oppmøte vil hver for seg ha en varighet på cirka 45 minutter.

### Mulige fordeler og ulemper

Total varighet på totalt tre oppmøter vil til sammen være cirka 2,5-3 timer. Ved alle tre oppmøtene gjennomføres tester til utmattelse, og vil oppleves svært anstrengende.

Som deltaker i dette prosjektet vil du få målt ditt maksimale oksygenopptak ved gange i bratt motbakke, samt få innsikt i hvordan du selv responderer på å addere et armarbeid til et allerede stort beinarbeid og dermed potensielt kunne benytte dette i ditt eget treningsarbeid. Dersom det er interesse kan man få informasjon om resultater av prosjektet, samt utskrift av dine individuelle testresultater. Du vil også få innblikk i hvordan forskning gjennomføres på mennesker.

### Frivillig deltakelse og mulighet for å trekke sitt samtykke

Det er frivillig å delta i prosjektet. Du kan når som helst og uten å oppgi noen grunn trekke ditt samtykke. Dersom du trekker deg fra prosjektet, kan du kreve å få slettet innsamlede resultater og opplysninger, med mindre opplysningene allerede er inngått i analyser eller brukt i vitenskapelige publikasjoner. Dersom du senere ønsker å deg eller har spørsmål til studien, kan du kontakte **Vegard Øie**, tlf **4141697**, e-post **vegardo@student.nih.no** eller Bjarne Rud (telefon 23262333, e-post: [bjarne.rud@nih.no](mailto:bjarne.rud@nih.no)).

### Hva skjer med informasjonen om deg?

Som forsøksperson vil din anonymitet bli ivaretatt ved at all informasjon som registreres behandles uten navn og fødselsnummer eller andre gjenkjennende opplysninger. Tall og koder vil bli brukt i stedet for personopplysninger. All data vil dermed behandles anonymt og kun du og testledere kan knytte datamaterialet til deg. Ved publisering vil det dermed ikke være mulig for andre å identifisere deg til resultatene som presenteres.

Prosjektleder har ansvar for den daglige driften av forskningsprosjektet og at opplysninger om deg blir behandlet på en sikker måte. Informasjon om deg vil bli oppbevart i 5 år etter prosjektslutt for etterprøvbarehet og kontroll før de slettes.

## Hva skjer med prøver som blir tatt av deg?

Blodprøvene som tas av deg ved fingerstikk for laktatanalyse blir destruert umiddelbart etter analyse.

## Forsikring

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

## Godkjenning

Studien er meldt til Personvernombudet for forskning, NSD - Norsk senter for forskningsdata AS (saksnummer 55792) og godkjent av intern etisk komite ved Norges idrettshøgskole (saksnummer 23 - 260917).

## Samtykke til deltakelse i PROSJEKTET

Jeg har mottatt informasjon om studien, og er villig til å delta

.....  
Sted og dato

.....  
Deltakers signatur

.....  
Deltakers navn med trykte bokstaver

## Vedlegg 4: Rekrutteringsplakat

# Forsøkspersoner søkes!

## Testing av tid til utmattelse ved gange i motbakke med og uten staver

### Forskningsprosjekt–Masteroppgave

- Når:** November og desember 2017  
**Hvor:** Høgskolen i Innlandet avd. Lillehammer  
**Hvem:** Ikke-kondisjonstrener/utrente og kondisjonstrener i alderen 18-40 år, begge kjønn.

### Bakgrunn

Det er tidligere vist at å addere armsykling til vanlig sykling med beina nesten doblet tid til utmattelse, uten økning i VO<sub>2</sub>max, selv om det samlede ytre arbeidet var likt.

Prosjekter gjennomført ved NIH har funnet en tendens til at utrente har størst effekt av å addere armbruk ved gange i bratt motbakke sammenliknet med kondisjonstrener. Dette kan derfor indikere at treningsstatus kan påvirke effekten av å addere armbruk.

Derfor er det interessant å studere om effekten av å addere armer til beinarbeid er forskjellig hos utrente sammenliknet med kondisjonstrener.

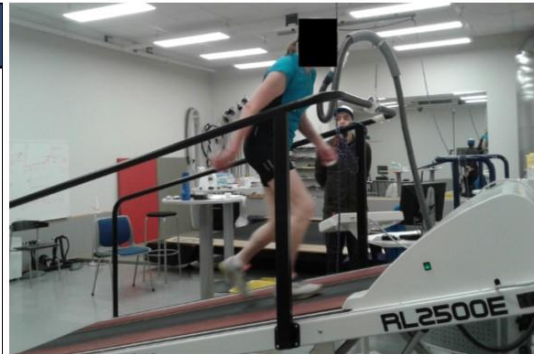
### Metode

-Totalt 3 oppmøter med maksimalt 1 ukes mellomrom

-Dag 1: Laktatprofil og VO<sub>2</sub>maks for å finne belastning ved utmattelsesprotokoll

-Dag 2: 3 submaksimale belastninger og utmattelsesprotokoll med/uten addert armbruk

-Dag 3: 3 submaksimale belastninger og utmattelsesprotokoll med/uten addert armbruk avhengig av om man gjennomførte dag 2 med/uten staver.



Protokollen gjennomføres på tredemølle med 25% stigning med tilstrekkelig lengde og bredde for bruk av staver.

### Fordeler ved å delta:

- Måle ditt maksimale oksygenopptak
- Avdekke individuell effekt av å addere armbruk til anstrengende beinarbeid
- Innblikk i en forskningsprosess
- Bidra med å skaffe nyttig informasjon om hvordan trening bør gjennomføres!

### Ulemper:

- Krever tre oppmøter på til sammen i underkant av 3 timer på testlab ved Høgskolen i Innlandet avd. Lillehammer
- Forsøket gjennomføres med en belastning som oppleves anstrengende til svært anstrengende.

**Interessert? Kontakt: Vegard Øie**

**(E-post: [vegardo@student.nih.no](mailto:vegardo@student.nih.no))**