

Bacheloroppgave

Er høyintensiv sirkeltrening like effektivt til å øke maksimalt oksygenopptak som 4 x 4 høyintensiv intervalltrening?

av

Ane Sund Sjøvold og Patrick Carlos Olsen
18.02.2015

VF200 – Vitenskapelig forskning 200

Fysisk aktivitet og ernæring

11 212 ord

Mai, 2015

Norges Helsehøyskole – Campus Kristiania

Forord

Hensikten med denne studien var at vi ønsket å utføre en praktisk rettet bacheloroppgave hvor vi så på resultater relatert til direkte målinger. Maksimalt oksygenopptak er et tema som vi lenge har hatt lyst til å utforske med tanke på fysisk form. Med bakgrunn i det teoretiske vi har lært på skolen og de diskusjonene som har vært i media valgte vi derfor å sammenligne to ulike treningsmetoder som vi synes var spennende.

I følge professor Jostein Hallen er all trening bra så lenger man er motivert til å trene dagen etterpå. En slik tilnærming fikk oss til å skape denne oppgaven.

En stor takk til Asgeir Mamen for veiledning, kunnskap og ikke minst tålmodighet med oss i løpet av det siste halvåret. En spesiell takk rettes til John Magne Kalhovde for nødhjelp og rådgivning på fysiologisk laboratorium i de sene kveldstimer.

Vi vil også takke hele bachelorkullet 2012 for tre fantastiske, lærerike år på Norges Helsehøyskole. En stor takk spesielt til Trude Mentzoni Håkonsen og Tonje Svenningsen Lium som har vært med på å skape en givende bacheloroppgave, og et forrykende og upåklagelig samarbeid. We salute you!

Sist, men ikke minst, takk til alle forsøkspersonene som tok seg tid til å være med på treningen og forsøkene. Dere svettet ikke forgjeves. Uten dere hadde ikke denne oppgaven blitt skrevet så tusen, tusen takk!

Patrick Carlos Olsen
Ane Sund Sjøvold

Oslo, mai 2015.

FORORD	2
SAMMENDRAG	5
1.0 INNLEDNING.....	6
1.1 PROBLEMSTILLING.....	7
2.0 TEORI.....	7
2.1 DEFINISJON HELSE	7
2.2 DEFINISJON FYSISK FORM	7
2.3 GENERELL ARBEIDSFYSIOLOGI	8
2.3.1 Maksimalt oksygenopptak	8
2.3.2 Betydning av oksygenopptak	9
2.3.3 Styrketrening og oksygenopptak	9
2.3.4 Annen litteratur	10
3.0 METODE.....	11
3.1 LITTERATURSØK.....	11
3.2 UTVALG	12
3.2.1 Inklusjonskriterier	13
3.2.2 Eksklusjonskriterier	13
3.2.3 Utrekning av utvalg	13
3.3 UTSTYR	14
3.3.1 Oksygenopptak.....	14
3.3.2 Testing av utstyr	14
3.3.3 Annet utstyr	14
3.4 PROSEDYRER.....	15
3.4.1 Sirkeltrening.....	15
3.4.2 4 x 4 intervaller	15
3.4.3 Protokoll VO_{2maks}	16
3.4.4 Måling av VO_{2maks}	16
3.4.5 Sikkerhet	17
3.4.6 Standardisering	17
3.4.7 Bortfall av data	17
3.5 STATISTIKK	17
3.6 VALIDITET OG RELIABILITET	17
3.7 ETIKK	18
4.0 RESULTATER.....	19
4.1 SAMMENLIGNING AV GRUPPENE	19
4.2 RESULTATER FOR LØPEGRUPPEN.....	20
4.2.1 Prestasjon VO_{2maks}	20
4.2.2 Prestasjon tid til utmattelse (TTU) i sekunder	20
4.3 RESULTATER FOR SIRKELGRUPPEN	21
4.3.1 Prestasjon VO_{2maks}	21
4.3.2 Prestasjon tid til utmattelse (TTU) i sekunder	21

5.0 DISKUSJON	22
5.1 DISKUSJON AV RESULTATER.....	22
5.1.1 <i>VO_{2maks}</i>	22
5.1.2 <i>TTU</i>	25
5.2 SVAKHETER OG BEGRENŚINGER	28
5.2.1 <i>Teknisk utstyr</i>	28
5.2.2 <i>Utvalg</i>	28
5.2.3 <i>Intervensjon</i>	29
5.2.4 <i>Treningsmetode</i>	29
6.0 KONKLUSJON	30
REFERANSELISTE	31
VEDLEGG 1 – SAMTYKKEERKLÆRING	34

Sammendrag

Hensikt: HIT trening (*high intensity training*) i form av sirkeltrening og 4 x 4 intervaller har økt i popularitet de siste årene. De markedsføres som korte og effektive treningsmetoder som gir raske resultater. Innen forskningslitteraturen er det få eller ingen studier som har sammenlignet ulike høyintensive treningsmetoder basert på styrketrening og utholdenhetstrening. Hensikten med studien vår var derfor å se på disse ulike metodene og hvilken effekt de kan gi på oksygenopptaket.

Problemstilling: Er høyintensiv sirkeltrening like effektivt til å øke maksimalt oksygenopptak som 4 x 4 høyintensiv intervalltrening?

Metode: Totalt deltok 17 personer, både kvinner og menn, med ulik treningsbakgrunn i studien. Forsøkspersonene ble delt inn i to grupper basert på en VO_{2maks} test. Deretter gjennomførte man en seks ukers treningsintervensjon bestående av 2 økter i uken på 30 minutter. Den ene gruppen gjennomførte høyintensiv sirkeltrening (90-95% HF_{maks}), mens den andre gjennomførte høyintensiv 4x4 intervaller (90-95% HF_{maks}). Både før og etter intervensjonen ble det målt VO_{2maks} og dette er brukt som mål for studien. Vi har også brukt TTU som et sekundært mål. Studien er basert på et kvasi-eksperimentelt design. Treningene ble holdt på Norges Helsehøgskole og Bislett Stadion.

Resultater: Det ble ikke funnet noen signifikant forskjell i VO_{2maks} mellom løpegruppen ($45,9 \pm 4,31 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) og sirkelgruppen ($42,80 \pm 4,66 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). Resultatene viser likevel sterke tendenser til at begge gruppene har oppnådd en positiv utvikling i VO_{2maks} . Vi ser blant annet at løpegruppen internt har oppnådd signifikant endring, men ikke sirkelgruppen. Videre har vi sett på tid til utmattelse som heller ikke viser noen signifikant forskjell mellom gruppene. Ser man på TTU internt har begge gruppene oppnådd signifikant endring. Ut i fra TTU regnet vi også ut korrigerede VO_{2maks} resultater. Disse viser samme resultater som de ukorrigerede.

Konklusjon: I studien vår har vi ikke funnet signifikante forskjeller mellom løpegruppen og sirkelgruppen i VO_{2maks} . Vi har observert en lik utvikling hos begge gruppene fra pre-test til post-test. Det er derfor rimelig å anta at høyintensiv sirkeltrening kan ha samme effekt på det maksimale oksygenopptaket som høyintensiv 4 x 4 intervalltrening. I tillegg til VO_{2maks} har vi observert at løpegruppen og sirkelgruppen har oppnådd signifikant forbedring i tid til utmattelse. Dette vises både internt og når man sammenligner gruppene med hverandre. I et befolkningsperspektiv kan trolig TTU være et mer hensiktsmessig prestasjonsmål enn VO_{2maks} . Basert på resultatene i studien vår, har vi ikke mulighet til å komme med en generalisering eller konklusjon. Vi kan derimot se sterke tendenser til at begge treningsmetodene har en positiv virkning på oksygenopptaket. De viktigste faktorene for treningen er at man har holdt en viss intensitet og varighet ved arbeidet. Man trenger derfor å gjennomføre en studie med et større utvalg og med lengre intervensjon for å påvise signifikante forskjeller og hvorvidt den ene treningsmetoden øker VO_{2maks} mer enn den andre.

1.0 Innledning

I de siste årene har treningsinteressen i Norge blitt større og større. Både treningsbransjen og media hauser opp ulike treningstrender og det nyeste for øyeblikket er såkalte *HIT* (*high intensity training*) treninger. Høyintensitets trening er en voksende trend, særlig i form av sirkeltrening og intervaller (1). HIT blir framstilt som korte, harde treningsøkter som gir maksimalt utbytte av den moderne “tidsklemma”. De fleste treningssentrene på landsbasis tilbyr i dag denne type trening og lover god form, god helse og raske resultater.

HIT sirkeltrening er en revidert form for *circuit training*. Circuit training ble utviklet av R.E. Morgan og G.T. Anderson fra University of Leeds på 1950-tallet (2). Begrepet *circuit* refererer til et selektert antall øvelser som skal trenes fortløpende etter hverandre. Det originale programmet bestod av 9 til 12 stasjoner hvor deltakerne måtte flytte seg fra en stasjon til en annen på kortest mulig tid uten pause. Om man hadde pause skulle den ligge på maks 15 til 30 sekunder. Aktiv arbeidstid skulle være på 15-45 sekunder. I noen tilfeller satte man inn en mer utholdenhetspreget stasjon mellom de andre stasjonene. Denne skulle ha en varighet opp på mot 3 minutter og var ment for å trene aerob utholdenhet. Programmet til Morgan og Anderson (2) baserte seg på styrketrening. Stasjonene kunne bestå av øvelser på styrkeapparater, med frivekter eller strikk. Deltakerne skulle ligge på 40-60% av 1RM (1 repetisjon av maksimal styrke) og gjennomføre 8-20 repetisjoner.

Treningformer som *crossfit* (3) og *egenvektstrening* (1) har stått for mye av veksten for sirkeltrening de siste årene, og de ligner mye på Morgan og Andersons (2) originale program. Crossfit er basert på styrketrening og gjennomføres ved bruk av stasjoner og tidsintervall. Man fokuserer på høy frekvens, tung belastning av vekter, mye utstyr og olympiske løft. Man legger også til stasjoner som går på utholdenhet, for eksempel ro-maskin. Egenvektstrening fokuserer på relativ styrke og krever ikke like mye utstyr. Man kan bruke tidsintervall eller trene normalt ut i fra belastning og repetisjoner.

En annen HIT trening som har vært i vinden er 4 x 4 intervaller. Treningen baserer seg på høyintensiv løping og ren utholdenhet. Wisløff et al. (4) publiserte den første forskningen som viste at korte, intensive intervaller kunne bedre fysisk form og remodelle hjertet hos rotter som hadde gjennomgått alvorlig hjerteinfarkt. Effekten av intervalltreningen var at rottene minsket risikoen for videre patologisk forfall. Videre studier ved NTNU (5) støtter funnene til Wisløff et al. om at 4 x 4 intervaller ser ut til å gi raskere resultater på fysisk form sammenlignet med trening på moderat intensitet.

Med dette som bakgrunn ønsker vi å stille to treningsformer opp mot hverandre; høyintensiv sirkeltrening og høyintensiv 4 x 4 intervaller, og se hvilke av metodene som gir best resultater på maksimalt oksygenopptak (VO_{2maks}). Etter å ha søkt i forskningslitteraturen finner vi ingen studier som har tatt for seg denne type problemstilling. Siden sirkeltrening og 4 x 4 intervaller er to treningstrender som er populære er det interessant å kunne se om de virkelig gir resultater. Er det vitenskapelig hold i det treningssentrene markedsfører eller er det bare en gulrot?

1.1 Problemstilling

Er høyintensiv styrketrening like effektivt til å øke maksimalt oksygenopptak som 4 x 4 høyintensiv intervalltrening?

2.0 Teori

2.1 Definisjon helse

Verdens helseorganisasjon (*WHO*) definerer *helse* som “en tilstand av komplett fysisk, psykisk og sosialt velvære, og ikke bare fravær av sykdom eller lyte” (6). Denne definisjonen blir ofte kritisert for å være utopisk fordi den beskriver en lykketilstand som ikke er oppnåelig.

I følge Per Fugelli (7) er det kun et fåtall i Norge som definerer helse som fravær av sykdom. Nordmenns oppfatning av god helse innebærer trivsel, funksjon, mestring, overskudd, humor og natur (7). Hvilke områder man velger å legge vekt på er avhengig av hvilken livsfase man befinner seg i og hva man har opplevd. I vår studie fokuserer vi på Fugellis definisjon av helse, altså det individuelle, norske helsebegrepet.

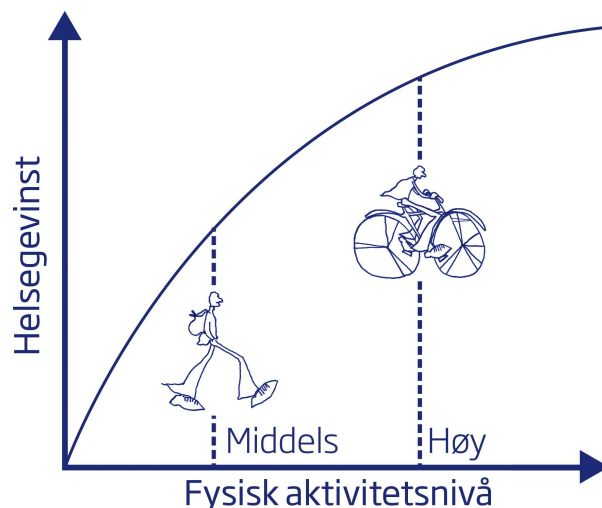
2.2 Definisjon fysisk form

Fysisk form kan defineres på ulike måter. Måten vi definerer det på vil være gjeldene for hele oppgaven. Fysisk form, aktivitet og trening er ulike begreper som ofte blandes med hverandre (8). *Fysisk form* er et sett med ulike egenskaper som omhandler helse eller tillærte egenskaper som kan måles og sammenlignes (9). *Fysisk aktivitet* er enhver kroppslig bevegelse utført av skjelettmuskulaturen som fører til en økning i energiforbruket. Dette innebærer dagligdagse aktiviteter som å sykle til jobb, gjøre husrenghøring, gå tur med hunden; all aktivitet utover hvilenivå (9). *Trening* er enhver bevegelse og fysisk aktivitet som er planlagt og strukturert, og som fysisk eller psykisk bedrer eller vedlikeholder prestasjonsnivået til en person. Helsedirektoratet definerer fysisk form som det som gir overskudd til å gjennomføre dagligdagse aktiviteter, men som også gir lavere risiko for utvikling av livsstilssykdommer som høyt blodtrykk, diabetes type 2, fedme, og hjerte-karsykdommer (9). Videre anbefaler Helsedirektoratet at man skal være i aktivitet i minimum 30 minutter hver dag for å opprettholde en god form (10).

Det er en tydelig sammenheng mellom fysisk aktivitet, helse og form (9). Ulike typer fysisk aktivitet kan ha forskjellige effekter på helsen. All fysisk aktivitet vil nødvendigvis ikke påvirke alle aspektene ved fysisk form. Man vet for eksempel at bevegelsestrening ikke vil ha samme effekt på utholdenhet som langdistanseløping. Ved vekt bærende aktivitet krever det som regel innlæring av teknikk for at man kan oppnå full effekt av treningen.

Det er vanskelig å angi hvor mye fysisk aktivitet og trening som skal til for å oppnå betydelig helsegevinst, men utbyttet øker med aktivitetsnivået (10). Figur 2.1 viser en ikke-lineær dose-/responskurve som gjelder for både styrketrening og utholdenhetstrening. Den helsemessige gevinsten er størst dersom man går fra å være helt inaktiv til å begynne å bevege seg. Personer

med lavt aktivitetsnivå vil oppleve en større effekt av trening, mens de som har et allerede høyt aktivitetsnivå vil ha mindre effekt av å øke nivået ytterligere. Økt fysisk aktivitet fører som regel til bedre fysisk form, men behøver imidlertid ikke gjøre det (10). Lettere hagearbeid vil nødvendigvis ikke føre til bedre muskelstyrke eller utholdenhet, men vil øke energiomsetningen slik at man oppnår helsemessig gevinst.



Figur 2.1 Viser dose-/responsforholdet mellom fysisk aktivitet og helsegevinsten av et økt aktivitetsnivå (10).

Vi har valgt å se på den fysiske formen definert som prestasjon i maksimalt oksygenopptak. Dette gir et objektivt og målbart parameter med tanke på formutvikling i treningsintervensjonen. Videre har vi tatt tid til utmattelse (TTU) som et annet parameter for å se om den viser den samme tendensen som målingen av oksygenopptak gir. Dette er dog et rent prestasjonsmål.

2.3 Generell arbeidsfysiologi

For å kunne forstå betydning av oksygenopptaket og VO_{2maks} i menneskekroppen må vi se på noen viktige fysiologiske parametere for aerob energiomsetning.

2.3.1 Maksimalt oksygenopptak

I alle typer utholdenhetsarbeid med varighet over 3 minutter er det blant annet to ting som er viktige for prestasjonen; hvor mye oksygen (O_2) man kan ta opp (per tidsenhet) og hvor effektivt man bruker dette oksygenet (11). Aerob energiomsetning er et oksygenkrevende energisystem der fett og sukker forbrennes, og blir til karbondioksid og vann. Denne forbrenningsprosessen avgir energi, og mengden O_2 som forbrukes gir et presist bilde av hvor mye energi som omsettes. Ved å måle O_2 -opptaket kan man derfor få et presist mål på energiomsetningen (11).

Maksimalt oksygenopptak (VO_{2maks}) er definert som det høyeste oksygenopptaket (VO_2) som et individ kan oppnå i løpet av ett minutt under dynamisk utholdenhetsarbeid med høy arbeidsintensitet ved bruk av store muskelgrupper, og hvor VO_2 ikke øker ved fortsatt økende arbeidsbelastning (11). VO_{2maks} er en svært viktig bestemmende faktor for prestasjonen i

utholdenhetsidretter. Det er ingen annen målbar enkeltfaktor som har så stor betydning for prestasjonen i utholdenhetsidretter som VO_{2maks} .

For at fysisk aktivitet og trening skal ha en effekt på det maksimale oksygenopptaket må man påvirke ulike fysiologiske parametere i kroppen. Hovedbegrensningene som har betydning på oksygenopptaket er sentrale og perifere (lokale) faktorer (12, s. 26). Disse baseres på *Fick's prinsipp* (13). De sentrale faktorene har som oppgave å frakte så mye oksygen som mulig til muskelfibrene, og består av lungenes diffusjonskapasitet, hjertets slagvolum og blodets bindingskapasitet for O_2 , som bestemmes av mengden hemoglobin (Hb) per liter blod (12, s. 26). De perifere faktorene avgjøres av (a-v) O_2 -differansen, som er differansen mellom O_2 -innholdet mellom arterielt og venøst blod. Denne påvirkes av distribusjonen av blodstrøm til aktiv muskulatur, kapillærtetthet, muskel-fibertyper, størrelsen på muskelfibrene, mengden av myoglobin, antallet mitokondrier og størrelsen på mitokondriene (12, s. 26). Av de faktorene som har innvirkning på det maksimale opptaket, er det slagvolumet som varierer mest mellom personer, og som responderer mest på trening (inntil 30%). Lungenes diffusjonskapasitet, blodets bindingskapasitet for O_2 og maksimal hjertefrekvens er ikke like påvirkbart under trening (13).

2.3.2 Betydning av oksygenopptak

I et folkehelseperspektiv kan maksimalt oksygenopptak si noe om helsetilstanden og risikoen for hjerte-og karsykdom hos normalbefolkningen (14). Maksimalt oksygenopptak er en god indikator på ett individs helse. Et lavere enn gjennomsnittlig VO_{2maks} er assosiert med høyere forekomst av kardiovaskulære risikofaktorer sammenlignet med et høyere enn gjennomsnittlig VO_{2maks} . Risikofaktorene inkluderer ulike helsemarkører som stor livvidde, usunn kolesterolprofil, høyt blodtrykk, metabolsk syndrom og overvekt. I følge forskning fra NTNU har kvinner 5 ganger høyere risiko for hjerte-og karsykdom ved VO_{2peak} lavere enn $35\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, mens menn har 8 ganger høyere risiko ved VO_{2peak} lavere enn $44\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Om man har en ytterligere reduksjon av VO_{2peak} på $5\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ øker risikoen med 56% (14).

2.3.3 Styrketrening og oksygenopptak

Musklens evne til å utvikle kraft er ikke en faktor som påvirker oksygenopptaket. Rene styrkeintervensjoner gir enten liten eller ingen endring i VO_{2maks} (15, s. 213). Vanlige fysiologiske adaptasjoner til styrketrening er økning i muskelens tverrsnittareal, reduksjon i konsentrasjon av oksidative enzymer og mitokondrietettheten etter styrketrening. Dette kan i teorien redusere utholdenhetsprestasjonen ved å gi økning i kroppsvekt og redusere utnyttingen av tilgjengelig oksygen på grunn av den økte massen. Hovedsakelig gir ikke styrketrening økning i VO_{2maks} fordi man under en styrketreningsøkt sjelden overstiger et oksygenopptak på 50% av VO_{2maks} . Derfor må man ha et høyere gjennomsnittlig opptak for å kunne påvirke sentrale og perifere faktorer (15, s. 214).

Om man klarer å trene på et høyere nivå enn 50% av VO_{2maks} kan man, i teorien, kunne påvirke oksygenopptaket på samme måte som utholdenhets trening. Høyintensiv sirkeltrening utføres med lavere belastning og høyere intensitet enn tradisjonell styrketrening. Derfor burde dette ha en virkning på det maksimale oksygenopptaket.

2.3.4 Annen litteratur

Det er gjort en rekke studier på høyintensiv trening og hvilken effekt det har på VO_{2maks} og andre fysiologiske faktorer. Disse har gjerne blitt sammenlignet opp mot trening som har blitt gjennomført på submaksimal intensitet, og har vært rene utholdenhetsintervensjoner. De studiene som har vært relevante for oss er de hvor man har sammenlignet forskjellige HIT treninger med hverandre eller gjennomført spesifikke HIT treningsprotokoller, og i ettertid sett på hvilke effekter man hadde oppnådd på VO_{2maks} .

Esfarjani og Larsen (16) har sett at forskjellige typer intervalltreninger kan vesentlig forbedre både VO_{2maks} og prestasjon på 3000 meter hos moderate, trente menn (16). Studien hadde to grupper som gjennomførte to ulike høyintensitets økter (HIT) som varte i 60 minutter, samt to rolige løpeturer på 60 minutter hver uke i 10 uker. Studien hadde også en kontrollgruppe som hadde 4 rolige løpeturer på 60 minutter ukentlig i en like lang periode. HIT gruppene hadde ulik intensitet og varighet på intervallene. Den ene gruppen hadde 5 til 8 intervaller med 3,5 minutter løp og 3,5 minutter aktiv hvile. Den andre gruppen hadde 7-11 intervaller med 30 sekunder med sprint og 4,5 minutter aktiv hvile. Resultatene fra studien viste at for å forbedre VO_{2maks} , fart og tid til utmattelse (TTU) burde man generelt trene intervalltrening for å få maksimal effekt. Langintervallgruppen hadde signifikant forbedring i VO_{2maks} sammenlignet med kontrollgruppen, mens kortintervallgruppen viste bare tydelige tendenser til samme utvikling. Når det gjaldt TTU og farten hadde begge intervallgruppene fått en signifikant forbedring. Kontrollgruppen viste ingen forbedring i TTU eller fart. Det man kan si ut i fra studien er at intervalltrening har gunstig effekt på VO_{2maks} .

Forskere ved NTNU har sett at høyintensive intervaller på 4 x 4 minutter og 1 x 4 minutter over en kort treningsperiode kan gi en helsefremmende økning i VO_{2maks} hos inaktive, overvektige, friske menn (17). Funn fra studien viste at en enkel økt på 1 x 4 minutter på 90% av HF_{maks} ga like stort utslag på VO_{2maks} som en enkel økt på 4 x 4 minutter på 90% av HF_{maks} . I tillegg bedret man arbeidsøkonomi, blodtrykk og fastende blodsukker. De lengre intervallene viste seg å være mer effektive for å påvirke kroppsfett, totalkolesterol og LDL-kolesterol. Resultatene fra studien viste at begge intervallene ga en økning i VO_{2maks} (14-15%) og arbeidsøkonomi (14-13%) etter 10 uker. Forskerne konkluderte derfor med at inaktive og overvektige personer kan trene korte, men intensive økter for å oppnå helsemessige gevinster og redusere risikoen for å utvikle livsstilssykdommer.

I en annen studie gjort av Adamson et al. (18) har man observert at høyintensive intervaller på 10 x 6 sekunder på sykkel kan forbedre VO_{2maks} (8%) og fysisk funksjon (11-27%). Studien rekrutterte både kvinner og menn i alderen 35-58 år hvor man gjennomførte intervaller 2 ganger i uken i 10 uker. Forsøkspersonene ble randomisert i en intervensjonsgruppe og kontrollgruppe. Hovedkriteriet for studien var at de ikke hadde trent regelmessig de siste 12 månedene. Funnene fra studien viste at man i stor grad kunne påvirke oksygenopptaket ved hjelp av korte, intensive intervaller, og at man kunne reversere de aldersbetingede, fysiologiske endringene som har innvirkning på VO_{2maks} .

Metastudien av Paton og Hopkins (19, s. 32) viser det samme som de andre studiene tilsier, at høyintensive intervaller (2-10 minutter) hvor man ligger nær VO_{2maks} bedrer submaksimal utholdenhetskapasitet ved å påvirke de sentrale og perifere faktorene i kroppen. Resultatene viste en økning i VO_{2maks} på 2,3-7,1%. Den raskeste effekten som ble oppnådd var etter kun fire økter på supramaksimal intensitet der det ble rapportert en økning på 3,5% (19, s. 32). Dette tilsier at forbedring i VO_{2maks} kan skje relativt hurtig om man trener med riktig intensitet. Metastudien til Wenger og Bell (20) inneholder samme resultat som Paton og Hopkins, og viser at den største forbedringen skjer ved en treningsintensitet på 90-100% av VO_{2maks} . I tillegg til intensiteten nevner de at frekvens og varighet spiller en rolle.

Studiene vi har sett på støtter teorien om at intervaller som trenes over 90% av HF_{maks} , uavhengig av aktivitet, kan øke VO_{2maks} hos både utrente individer og godt trente utholdenhetsutøvere. Så lenge man opprettholder riktig intensitet og klarer å komme over 50% av VO_{2maks} vil man kunne påvirke oksygenopptaket å oppnå en positiv utvikling.

3.0 Metode

3.1 Litteratursøk

Vi søkte i databasene *Medline*, *PubMed* og *Helsebiblioteket* for å finne andre type studier som hadde gjennomført samme treningsintervensjon. Søkeordene vi brukte var blant annet *maximal oxygen uptake*, *high intensity aerob training*, *HIT*, *high intensity training*, *circuit training*, *interval*, *intervals*, *VO_{2max}*, *VO_{2max} uptake* og *running*. Ut i fra de generelle søkene baserte vi oss på resultater funnet på *PubMed* fordi vi fikk flest treff på den databasen. For å ikke få for mye informasjon valgte vi å se på 10 studier. Til slutt endte vi opp med 5 studier som vi inkluderte i oppgaven.

To av studiene hadde gjennomført høyintensive intervaller (HIT) på sykkelergometer (21, 22). Esfandiari, Sasson og Goodman (21) gjennomførte en intervensjon hvor man sammenlignet korte HIT intervaller med langvarig utholdenhetstrening, og hvordan dette påvirket hjertefunksjonen hos 16 unge, utrente friske menn. Intervensjonen varte i 12 dager med 6 økter totalt. HIT treningen bestod av 8-12 60 sekunders intervaller på sykkelergometer (90-100% VO_{2maks}). Både HIT og den moderate treningen ga forbedring i VO_{2maks} , hjertets minuttvolum og en økning i plasma volum. I likhet med Esfandiari, Sasson og Goodman, gjennomførte Dunham og Harms (22) og en studie hvor man sammenlignet HIT og langvarig utholdenhetstrening. Dunham og Harms intensjon var å se om man kunne forbedre respiratoriske parametere som lungenes muskelstyrke og maksimal utånding. Intervensjonen varte i 4 uker med trening 3 dager i uken. 15 aktive, friske personer ble delt inn i to ulike grupper; en utholdenhetsgruppe og en HIT gruppe. HIT-gruppen syklet 5 intervaller på 1 minutt etterfulgt av 3 minutter hvile (90% VO_{2maks}). Utholdenhetsgruppen syklet sammenhengende i 45 minutter (60-70% VO_{2maks}). Begge gruppene viste utvikling i VO_{2maks} , men det var ingen forandring i respiratoriske parametere. Grunnen til at vi ikke har inkludert disse to studiene i vår studie er fordi HIT øktene ble gjennomført på sykkelergometer og fordi studiene sammenlignet HIT med annen type langvarig trening. Studiene hadde heller ikke fokusert på VO_{2maks} som et resultat, noe vi stilte som et krav.

I en annen studie vi fant hadde man sett på effekten av HIT på semi-profesjonelle fotballspillere og i hvor stor grad dette kunne opprettholde VO_{2maks} utenfor konkurransesesongen (23). Intervensjonen varte i 6 uker hvor spillerne ble delt opp i to forskjellige grupper (HIT 0.5) og HIT 1). Før perioden startet gjennomførte man en VO_{2maks} test og en 20 meter shuttle run-test. Gruppene hadde ulik frekvens på treningene, men en lik treningsøkt med 5 intervaller på 4 minutter (85-97% HF_{maks}). HIT 0.5 trente en økt annenhver uke, mens HIT 1 trente en økt hver uke. Studien konkluderte med at den ene frekvensen ikke ga større vedlikehold utenfor konkurransesesong enn den andre. Begge gruppene opplevde en nedsatt prestasjon på shuttle run-testen. Selv om denne studien inneholdt kombinasjonen av to ulike HIT økter var denne for idrettsesifikk til å kunne inkluderes i vår studie.

Det fantes ikke like mange studier på høyintensiv sirkeltrening. På de første søkene vi gjorde brukte vi stikkordene *high intensity intervals* og *strength training*. Dette ga oss få eller ingen studier. Når vi endret stikkordene til *high intensity circuit training (HICT)* fant vi mye mer. To av studiene vi valgte fra søket, så på hvordan høyintensiv sirkeltrening kunne påvirke viktige fysiologiske faktorer for helsen hos overvektige, utrente personer (24, 25). Disse faktorene inkluderte kolesterol, blodprofil, insulin, kroppssammensetning osv. Miller et al. (24) sammenlignet HICT med tradisjonell styrketrening. Studien hadde to grupper og varte i 4 uker med totalt 3 økter per uke. Paoli et al. (25) sammenlignet HICT med langvarig utholdenhetstrening. Studien hadde også to grupper, men varte i 12 uker med 3 økter i uken. Grunnen til at vi ikke inkluderte disse to i studien vår, var at de fokuserte på andre helsemarkører. I tillegg gjennomførte begge studiene en annerledes type sirkeltrening enn det vi skulle gjøre slik at resultatene hadde trolig ikke blitt det samme. Om vi hadde sett på flere faktorer enn VO_{2maks} hadde vi kanskje hatt nytte av studiene.

Studiene vi har valgt å ta med i oppgaven har bare sett på høyintensiv intervalltrening (16-20). Felles for de fire var er at de har sett på utviklingen av VO_{2maks} . Esfarjani og Larsen, og Tjønnå et al. (16, 17) gjennomførte to ulike metoder av HIT på to forskjellige grupper. Før og etter intervensjonene ble det målt VO_{2maks} . Både gjennomføring og metoder lignet mye på vår egen intervensjon slik at disse studiene ble viktig i forarbeidet for oppgaven. Adamson et al. (18) gjennomførte HIT på sykkelergometer. Dette gjorde ikke studien like relevant for oss, men resultatene fokuserte på fysisk form noe som vi mente var viktig for oppgaven. De siste studiene vi valgte å ta med var metastudier av Paton og Hopkins (19, s. 32) og Wenger og Bell (20). Disse ga grunnlag til å tro at sirkeltreningen ville ha samme effekt på VO_{2maks} som 4 x 4 intervaller.

Søket på *PubMed* viste at det ikke hadde blitt gjort så mye forskning på å sammenligne høyintensiv sirkeltrening med høyintensiv 4 x 4 intervaller. Dette ga studien vår både fordeler og ulemper i forhold til litteratursøk og gjennomføring. Fordelen var at vi selv synes problemstillingen ble ekstra interessant siden det ikke fantes tidligere studier på samme tema. Ulempen med studien vår var at vi på forhånd ikke visste hvilke resultater vi kunne forvente oss, og om vi ville oppnå signifikante forskjeller eller ikke.

3.2 Utvalg

Innsamling av data fant sted på fysiologisk laboratorium på Norges Helsehøyskole og ble gjennomført i perioden 27.01.2015 til 14.03.2015. Til sammen 17 personer (N=17) ble rekruttert

til en seks ukers treningsintervensjon med trening 2 ganger i uken, hvor en av gruppene gjennomførte høyintensiv styrketrening, mens den andre gjennomførte 4 x 4 intervaller. Studien er basert på et kvasi eksperimentelt design. Ved å sammenligne de to gruppene har vi sett på hvilken effekt de ulike intervensjonene har hatt på resultatene. Forsøkspersonene (definert som FP videre i oppgaven) som ble rekruttert til studien var friske menn og kvinner i alderen 24-35 år. Alle forsøkspersonene hadde forskjellig treningsbakgrunn. De fleste hadde trent litt fra før av. Basert på selvrappotering hadde 8 trent mye, 7 hadde trent noe og 2 var helt utrente. Rekrutteringen skjedde gjennom bekjenskaper og nettverk via sosiale medier. Vi ville unngå å ha med FP fra skolenettverk og idrettsmiljø fordi utvalget skulle være representativt for normalbefolkningen.

Både før og etter intervensjonen ble FP testet for VO_{2maks} . FP ble delt inn i grupper basert på resultatene fra pre-testen. Målet var at gruppene skulle ha så likt gjennomsnitt i VO_{2maks} som mulig. De ble rangert ut i fra høye og lave målinger. FP 1 og 4 ble satt i samme gruppe og FP 2 og 3 i samme gruppe. Slik fortsatte man til alle var fordelt i to grupper. Løpegrunnen endte opp med et snitt tilsvarende $VO_{2maks}=41,4\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ og sirkelgruppen med $VO_{2maks}=40,2\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Gjennomsnittet endret seg fra pre-test til post-test på grunn av frafall i utvalget.

3.2.1 Inklusjonskriterier

Inklusjonskriteriene for studien var friske menn og kvinner i alderen 24-35 år. Treningsbakgrunn skulle være variert, fra helt utrent til godt trent. Kriteriene var basert på at vi ville ha personer som lignet mest mulig normalbefolkningen i Norge, derav den varierende treningsbakgrunnen.

3.2.2 Eksklusjonskriterier

Eksklusjonskriteriene for studien var graviditet, alvorlig sykdom, spise-eller treningsforstyrret atferd, røyking og astma eller annen luftveisobstruksjon. Man kunne heller ikke delta i studien om man hadde historie med kne-og hofteskader eller ryggskader da treningen kunne forverre tilstanden. Man kunne heller ikke delta om man holdt på med aktiv idrett eller om man var student på Norges Helsehøyskole.

3.2.3 Utregning av utvalg

Utvalget i studien var basert på antall forsøkspersoner vi klarte å rekruttere via personlig nettverk. For å kunne beregne antall personer vi egentlig hadde trengt til intervensjonen brukte vi følgende formel:

$$n = 2 \times (\sigma/\Delta)^2 \times k$$

På grunnlag av testingen forventet vi en sigma verdi på 3 og den minste kliniske forskjellen vi ønsket å se endring på var $3\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Signifikansnivå burde ligge på $p<0,05$ og teststyrken 80%. Dette ga oss følgende formel for utvalg:

$$N = 2 \times (3/3)^2 \times 7,9 \\ N = 15,8$$

Runder man 15,8 opp blir det 16 personer. Totalt trengte vi da egentlig 16 personer per gruppe.

En annen mulighet for å kunne beregne utvalget var å se på hva som hadde vært gjort i tidligere studier. I en lignende studie gjort av Astorino et al. (26) var utvalget på 20 personer per gruppe,

totalt 40 personer. Basert på dette lagde vi en maksimumsgrense på totalt 30-40 personer om vi klarte å rekruttere såpass mange til intervensjonen.

3.3 Utstyr

3.3.1 Oksygenopptak

VO_2 og R verdier ble målt ved hjelp av *MOXUS Metabolic Measurement Systems* (AEI Technologies, Inc, Bastrup, TX, USA). Dette består av en oksygen- og CO_2 analysator, breathe volume measurement system, pump and flow controller og et miksekammer på 4,2 liter. For hvert forsøk ble apparatet kalibrert for volum med en kalibreringspumpe av typen *Calibration Syringe, series 5530* (Hans Rudolph, Inc., MO, USA).

Kalibreringen av O_2 analysatoren ble gjort ved å benytte en blanding av luft med standard sammensetning for så å bli sammenlignet med romluft som har en sammensetning på 21,04% O_2 og 0,03% CO_2 . Kalibreringen av selve maskinen ble gjennomført i begynnelsen av hver test dag, og ved mistanke om feilberegninger. Det ble først benyttet en automatisk system kalibrering og deretter en manuell kalibrering og innstilling om man fant videre avvik. På grunn av tekniske utfordringer utførte vi flere slike kalibreringer på post-testingen av VO_{2maks} .

Ved testing ble ekspirert luft fra forsøkspersonen ledet gjennom en to-veis V_2 -maske (Hans Rudolph Inc., MO, USA) koblet opp til en tilførselsslange til et miksekammer på 4,2 liter. Masken ble strammet slik at det ikke skulle oppstå luftlekkasje og feilmålinger. Den ekspirerte luften ble ført gjennom miksekammeret hvor konsentrasjonen og volumet av O_2 og CO_2 ble målt kontinuerlig.

All kalibrering og innstillinger ble gjort i henhold til fabrikkens anbefalinger.

3.3.2 Testing av utstyr

Før intervensjonen startet ble det utført to tester på medstudenter hvor man hovedsakelig testet metode av VO_{2maks} . Utstyret ble kalibrert sammen med veileder før testingen. Etterpå gjennomførte vi målinger basert på en standardisert testprotokoll. Eventuelle endringer ble tatt hensyn til etter test 1, og deretter gjennomført på test 2. De endelige endringene ble gjort før oppstart av studiens VO_{2maks} pre-testing. Data fra de første testingene er ikke inkludert i resultatene.

3.3.3 Annet utstyr

Alle forsøkene ble utført på en Woodway tredemølle av typen *Woodway modell PPS Medical Series Treadmill* (Woodway USA, Waukesha, WI, USA) som er spesialisert for forskningsmedisinske tester. Testprotokoll for VO_{2maks} med startvinkel og starthastighet var pre-programmert på maskinen og startet automatisk for hver gang. Møllen blir regelmessig kontrollert og kalibrert av servicepersonell og av fagstaben på laboratoriet.

For å registrere hjertefrekvens brukte vi en pulsklokke av typen *Polar modell RCX3* og pulsbelte av typen *Polar T31* (Polar Electro Oy, Kempele, Finland). I henhold til brukerinformasjonen fra

Polar har klokken en HF feilmargin på $\pm 1\%$ eller 1 bpm, avhengig av hvilken verdi som er størst. Under stabile forhold burde det være minimalt med feilmargin.

Forsøkspersonene fikk målt kroppsanalyse på en *Tanita MC980* (Tanita Corporation, Tokyo, Japan) maskin før målingen. Resultatene fra analysen har ikke vært relevant for vår problemstilling og er dermed ikke tatt med i oppgaven.

3.4 Prosedyrer

Treningen skjedde i gruppesal-lokalet på Norges Helsehøyskole og på innebanen på Bislett Stadion. Hver gruppe hadde to testledere. Treningsøktene varte en halvtime, inkludert oppvarming og nedtrapping. Gruppene skulle ha tilnærmet lik treningsoppsett med tanke på intensitet og frekvens på arbeidet. Etersom man opplevde frafall i løpet av intervensjonen ble gjennomsnittet på VO_{2maks} noe endret i begge gruppene. Selv om vi kunne tatt med frafallet av personer i beregningene og inkludert de i resultatene, har studien bare basert seg på gyldige målinger fra både pre-og post-testing.

3.4.1 Sirkeltrening

Da FP ankom trening, fikk de utdelt pulsbelte og pulsklokke. Denne ble ikke startet før selve sirkeltreningen startet. Testlederne gjennomførte deretter 5 minutter med felles oppvarming hvor FP jogget lett rundt i salen med ulike aktiviteter for å varme opp hele kroppen. Etter oppvarmingen gjorde FP seg klare, startet klokkene samtidig og begynte trening på de ulike stasjonene. Sirkeltreningen ble gjennomført med samme program i løpet av hele treningsperioden. Det var totalt 10 øvelser som ble fordelt på 2 ulike runder, altså 5 øvelser på hver runde. På hver øvelse jobbet man aktivt i 60 sekunder uten pause. Etter første runde fikk FP 60 sekunder med passiv pause før de startet på neste runde. FP skulle gjennom totalt 4 runder og byttet mellom de 2 ulike rundene som er vist i Tabell 3.1. Intensiteten på treningen ble dokumentert og styrt ved bruk av Polar RXC3 pulsklokker og var basert på FPs makspuls fra pre-testen. Ved hvert oppmøte gjennomførte testlederne en repetisjon av øvelsene og hvordan man skulle gjennomføre hver runde slik at det ble minst mulig pause i aktiv arbeidstid. Dette ga en effektiv arbeidstid på 4 x 5 minutter som ble til sammen 20 minutter med arbeid. Intensiteten lå mellom 90-95% av HF_{maks} . Testledernes rolle på treningen var å gi FP motivasjon til å presse seg selv hardere samt gi instruksjoner eller korreksjoner når det gjaldt teknikk på øvelser.

Tabell 3.1 Oversikt over treningsoppsett på sirkeltreningen.

Arbeidstid	Øvelse runde 1	Øvelse runde 2
60 sek	Knebøy med skulderpress med medisinball	Step up på kasse med knebøy
60 sek	Burpees	Battlesrope
60 sek	Roing i TRX slynger	Flies med slides
60 sek	Utfall med stang	Roing med stang
60 sek	Dynamisk planke	Leg curl med slides

3.4.2 4 x 4 intervaller

4 x 4 intervallene ble gjennomført som løping på innebanen på Bislett Stadion. Da FP ankom trening, varmet de opp ved å jogge. De kunne selv velge tempo og om de ville jogge en eller to

runder rundt banen. Etterpå fikk de utdelt pulsklokke og pulsbelte og gjorde seg klare til å starte. Makspuls var beregnet ut i fra resultatene på pre-testen. Alle FP startet pulsklokken samtidig før de begynte å løpe. Banen var i all hovedsak flat, men hadde en liten stigning/oppoverbakke og nedoverbakke i løpet av runden som bestod av 556 meter. Alle sammen løp i samme løpsretning. Testlederne bevegde seg i motsatt retning for å kunne møte FP så tidlig som mulig i løpet av runden. Aktiv arbeidstid bestod av 4 minutter med løping etterfulgt av 2 minutter med aktiv hvile før FP begynte på ett nytt intervall. Dette ga en effektiv arbeidstid på 4 x 4 minutter som ble til sammen 16 minutter med arbeid. Intensiteten på treningen lå mellom 90-95% av HF_{maks} . Testlederne på løpetreningen hadde samme rolle som testlederne på sirkeltreningen; å gi motivasjon samt forbedre og korrigere løpsteknikk.

3.4.3 Protokoll VO_{2maks}

Innsamling av data fra testene skjedde i totalt 4 dager både før og etter intervensjonen. Oppmøte dag 1, dag 2, dag 3 og dag 4 bestod av å gjennomføre en kort, egenstyrt oppvarming på 5-10 minutter og deretter en måling av VO_{2maks} . Det ble registrert VO_2 , HF, HF_{maks} , tid til utmattelse og estimert fart ved alle forsøk. Løping på Woodway tredemølle ble benyttet på alle testene, med en standardisert starthastighet på 6 km/t⁻¹ og helningsvinkel på 5,3%. Testprotokoll og prosedyre vil vi diskutere nærmere i de neste avsnittene.

Alle FP ble opplyst om krav og spesielle hensyn forut for testingen. Man skulle vært uthvilt og restituert på testdagen. Dette betydde ingen hard trening tidligere på dagen og bare lett trening dagen før. Ved oppmøte ble de informert om prosedyre og testingen.

3.4.4 Måling av VO_{2maks}

Etter 5-10 minutter med oppvarming på tredemøllen ble FP bedt om å gjennomføre målingen. Maskinen var allerede pre-programmert med en standard testprotokoll. Siden FP hadde forskjellig treningsbakgrunn og aldri hadde gjennomført VO_{2maks} test tidligere, valgte vi et skjønnsmessig belastningsoppsett, dvs. en protokoll som brukes ved testing av normalbefolkningen.

Det ble benyttet en standard "trappetest" hvor belastningen økte ved fastsatte tidspunkter med faste belastningstrinn (27). Utgangshastigheten var på 6 km/t⁻¹ med en stigning på 5,3% og økningen var på 1 km/t⁻¹ per minutt. Varigheten på arbeidet lå normalt i området 4 til 8 minutter. Siste belastningstrinn skulle holdes i minimum ett minutt. Etter 45-50 sekunder ut i hvert påbegynte minutt ble man informert om resterende tid til ny arbeidsbelastning. FP fortsatte å løpe med økende belastning helt til utmattelse. For hver økning fulgte testleder med på verdiene VO_2 , HF og RER for å kunne forutsi tid til utmattelse. Da maksimal belastning var nådd hoppet forsøkspersonen av møllen ved å ta tak i rekkverket eller signaliserte via håndbevegelser.

Den høyeste gjennomsnittsmålingen av VO_2 i et helt sammenhengende minutt ble definert som VO_{2maks} . Høyeste registrerte hjertefrekvens ble beregnet som HF_{maks} ved å legge på ± 5 hjerteslag.

3.4.5 Sikkerhet

Siden VO_{2maks} innebærer intensivt arbeid på høy belastningsnivå var det viktig å kunne ha gode sikkerhetsrutiner for FP. Ved sykdom, eventuelle belastningsskader eller andre uforutsette hendelser ble FP tilbudt om ny test eller utsettelse av test. Under selve testingen fulgte testleder med på FP for å eventuelt være til assistanse om noe uforutsett skjedde. Noen var ikke vant med å løpe på tredemølle og hadde dermed vanskeligheter for å løpe ordentlig. Det ble ikke brukt sikkerhetseler, men testleder stod ved siden av for å kunne hjelpe om man skulle miste balansen.

3.4.6 Standardisering

Som tidligere beskrevet fikk forsøkspersonene informasjon forut for testingen om å stille uthvilt og restituert på testdagen. De ble oppfordret til å ha lik prosedyre før begge testdagene og unngå hard trening. Forsøkene ble gjennomført etter avsluttet treningsperiode og på cirka samme tidspunkt på dagen.

Alt av måleutstyr for VO_{2maks} ble kalibrert før testingen. Om man hadde mistanke om feilmåling eller opplevde store avvik i VO_2 og R verdier ble man tilbudt en ny test eller om utsettelse. Alle testene ble gjennomført av samme testledere. Det ble også avtalt på forhånd om å gi lik oppmuntring på testene for å kunne pushe det lille ekstra ut av FP før utmattelse.

3.4.7 Bortfall av data

Ikke alle resultatene fra testingen ble med fordi vi opplevde mange tekniske utfordringer med utstyret. Dette vil vi beskrive nærmere i diskusjonsdelen når vi snakker om resultater samt svakheter og begrensinger.

3.5 Statistikk

Data og resultater ble samlet inn ved bruk av Microsoft Excel Word og Google Documents regneark. De statistiske beregningene vi har tatt med for å regne ut resultatene er gjennomsnitt, standardavvik og maks-og minimums verdier på begge gruppene i intervensjonen. Vi brukte også en parett-test for å kunne sammenligne gruppene. Dette gjorde det mulig å beregne om det var en signifikant endring fra pre-test til post-test. Signifikansnivå på $p > 0,05$ ble definert som ikke statistisk signifikant forskjell og $p < 0,05$ som statistisk signifikant forskjell.

3.6 Validitet og reliabilitet

I studien har vi hatt flere trusler mot den interne validiteten av arbeidet. En av truslene innebærer at man ikke har hatt kontroll over FP og om de har opprettholdt de samme treningsrutinene. For å minske denne faktoren har vi forsøkt å oppmuntre alle FP til å opprettholde normal treningsmengde, aktivitetsnivå og kostholdsvaner gjennom hele intervensjonen. Personer som var mye bort fra fellestreningene eller som ble skadet eller syke underveis ble eliminert fra studien for å styrke validiteten. Andre trusler mot den interne validiteten har vært at FP har hatt

en læringskurve fra pre-test til post-test. Dette innebærer at de kanskje automatisk har forbedret resultatet ved endt intervensjon. En annen faktor som kan ha truet validiteten i studien er den såkalte *Hawthorneeffekten* (28). Dette går ut på at FP som er med i en intervensjon gjennomfører flere endringer både bevisst og ubevisst som påvirker resultatene. Dette har vi forsøkt å minimere ved å snakke med FP underveis om de har endret vaner eller ikke.

Styrkene til den interne validiteten har vært at gruppene er like og har relativt likt gjennomsnitt i VO_{2maks} . De ble tilfeldig satt sammen basert på resultatene fra pre-testen og ble derfor ikke påvirket av personlige styrker da det gjaldt treningsmetode. En annen styrke for validiteten har vært måleinstrumentene man har brukt. All testingen ble gjennomført på fysiologisk laboratorium med sensitivt utstyr som har gitt nøyaktige resultater for å måle VO_{2maks} . Instrumentene ble kalibrert ut i fra en standard prosedyre hvor man gjennomførte både manuell kalibrering og en system kalibrering hver dag før måling. Resultatene har blitt vurdert opp mot hverandre og analysert for å kunne gi en tilbakemelding til FP med tanke på hva slags endringer som har oppstått. Verdiene fra målingene har blitt satt opp mot en forskningstabell utarbeidet for svenske kvinner og menn for å kunne kategorisere den fysiske formen til den enkelte.

Studien har også styrke i forhold til den eksterne validiteten ved å ha stor spredning innad i utvalget. Alle FP har ulike treningsbakgrunn og ingen er rekruttert gjennom spesifikke idrettsmiljøer. Dermed har studien fått et relativt representativt utvalg som kan gjenspeile normalbefolkningen. Det kan likevel tenke seg at utvalget vårt er preget av individer som har en treningsinteresse fra før av slik at vi ikke har klart å rekruttere de som er mest inaktive i befolkningen.

Reliabiliteten i studien regnes som bra da man har gjennomført alle treningene på samme måte og med samme varighet, frekvens og intensitet. Man har brukt likt utstyr fra gang til gang slik at treningen har fått en god reliabilitet. De standardiserte testene, både VO_{2maks} og TTU, har gitt samme type resultater hver gang. Med fungerende utstyr ville vi ha fått svært sterke data, men noe av reliabiliteten har blitt svekket på grunn av tekniske utfordringer. For å øke antall data i studien har vi brukt TTU som en målemetode da denne ikke har krevd samme kalibrering som VO_{2maks} . Selve instrumentkvaliteten har derfor vært meget bra og utgjør liten eller ingen trussel for reliabiliteten. Observatør-rollen i studien har sterk reliabilitet og i løpet av intervensjonen har man utført alle tester med samme personell. Testlederne har også gitt lik type instruksjon og motiverende oppmuntring til alle.

3.7 Etikk

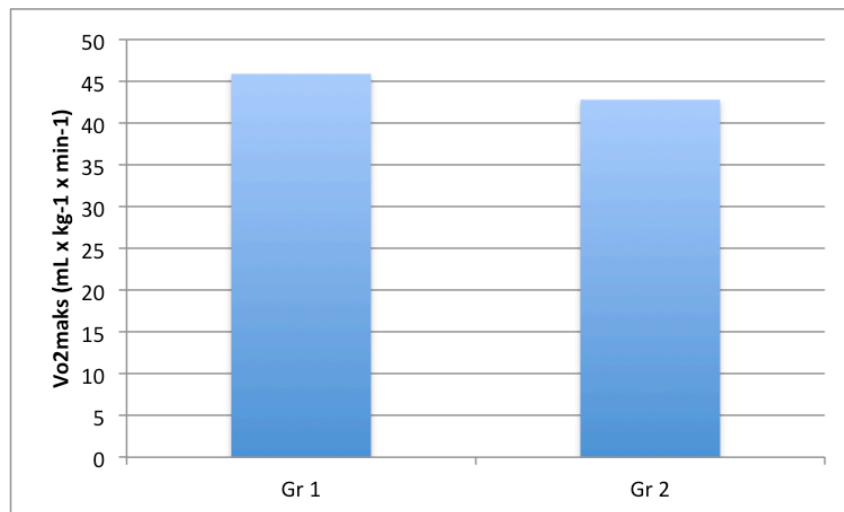
Utvalget som ble med i studien skrev under på en samtykkeerklærings skjema ved første oppmøte på laboratoriet (Vedlegg 1). Resultater fra data, personopplysninger og annen sensitiv informasjon ble behandlet ut i fra personvernsreglene utarbeidet av Datatilsynet.

4.0 Resultater

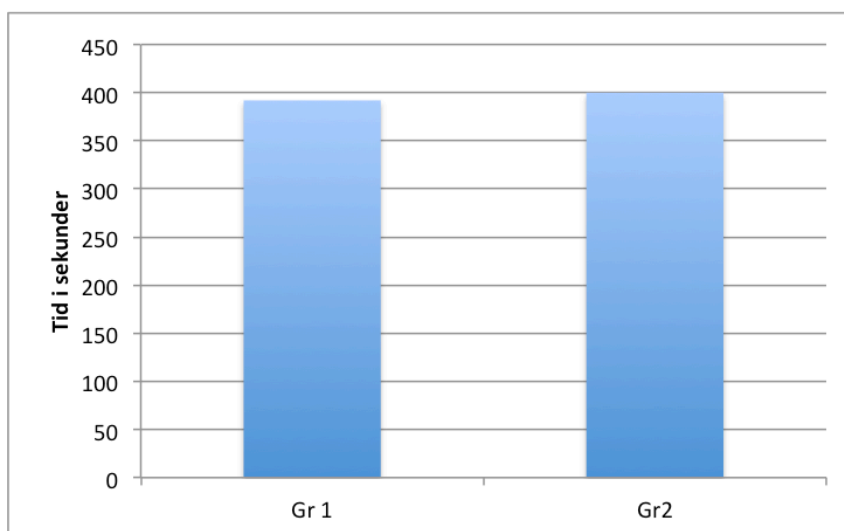
4.1 Sammenligning av gruppene

Det ble ikke målt noen signifikant forskjell mellom gruppene når man ser på VO_{2maks} eller tid til utmattelse (TTU) på post-testen. P-verdien er på 0,88 og 0,38. Utvalget var på N=8 i løpegruppen og N=6 personer i sirkelgruppen.

Figur 4.1. Viser VO_{2maks} ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) ved post-testing for både løpegruppen og sirkelgruppen. G1 indikerer løpegruppens resultater. G2 indikerer sirkelgruppens resultater.



Figur 4.2. Viser tid til utmattelse i sekunder (TTU) oppnådd i post-test av VO_{2maks} for både løpegruppen og sirkelgruppen. G1 indikerer løpegruppens resultater. G2 indikerer sirkelgruppens resultater.

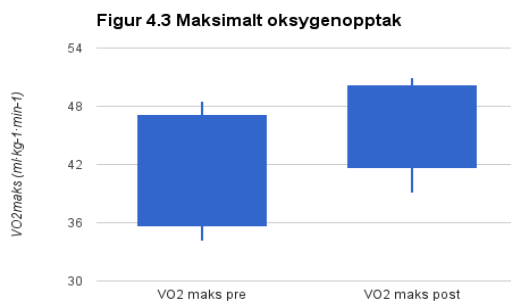


4.2 Resultater for løpegruppen

4.2.1 Prestasjon VO_{2maks}

Det ble målt signifikant forskjell i VO_{2maks} fra pre-test ($41,38 \pm 5,8 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) til post-test ($45,9 \pm 4,31 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) hos løpegruppen, med en P-verdi på 0,02. Utvalget var på N=5.

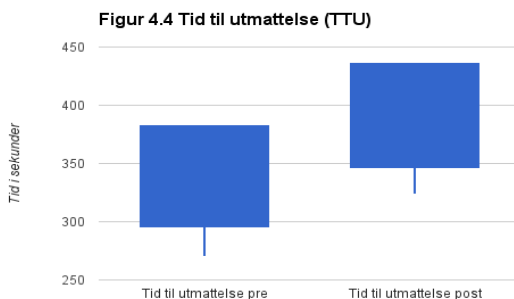
Figur 4.3. Viser VO_{2maks} ($\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) ved pre-test og post-test for løpegruppen. Boksene viser $1 \pm \text{standardavvik}$ ($x \pm 1SD$) for målt VO_{2maks} og strekene indikerer maksimum /minimum verdi for oppnådd VO_{2maks} i treningsintervensjonen.



4.2.2 Prestasjon tid til utmattelse (TTU) i sekunder

På post-testen ble det målt 52 sekunder lengre TTU (391 ± 46 sek) enn ved pre-testen ($338,8 \pm 44$ sek). Det ble målt en signifikant forskjell på TTU når vi sammenlignet målingene, med en P-verdi på 0,00. Utvalget var på N=8.

Figur 4.4. Viser tid til utmattelse i sekunder (TTU) oppnådd i pre-test og post-test av VO_{2maks} for løpegruppen. Boksene indikerer $1 \pm \text{standardavvik}$ ($x \pm 1SD$) og strekene viser minimum verdi for TTU ved begge tester.

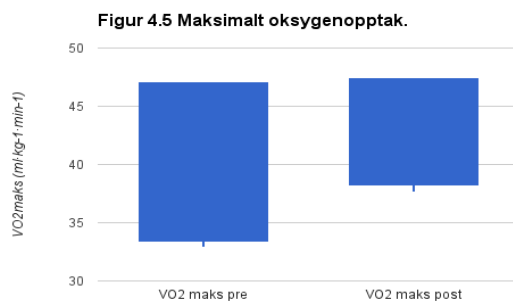


4.3 Resultater for sirkelgruppen

4.3.1 Prestasjon VO_{2maks}

Det ble ikke målt noen signifikant forskjell i VO_{2maks} fra pre-test ($40,23 \pm 6,86 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) til post-test ($42,80 \pm 4,66 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) hos sirkelgruppen, med en P-verdi på 0,20. Utvalget var på N=3.

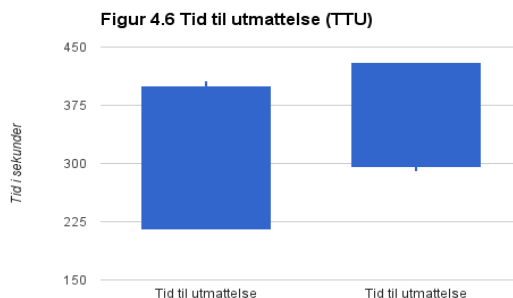
Figur 4.5. Viser VO_{2maks} ($\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) ved pre-test og post-test for sirkelgruppen. Boksene viser $1 \pm \text{standardavvik}$ ($x \pm 1SD$) for målt VO_{2maks} og strekene indikerer maksimum/minimum verdi for oppnådd VO_{2maks} i treningsintervensjonen.



4.3.2 Prestasjon tid til utmattelse (TTU) i sekunder

I post-testen ble det målt 56 sekunder lengre TTU (363 ± 68 sek) enn ved pre-testen (307 ± 92 sek). Det ble målt en signifikant forskjell på TTU når man sammenlignet målingene, med en P-verdi på 0,04. Utvalget var på N=6.

Figur 4.6. Viser tid til utmattelse i sekunder oppnådd i pre-test og post-test av VO_{2maks} for gruppe 2. Boksene indikerer $1 \pm \text{standardavvik}$ ($x \pm 1SD$) og strekene viser maksimum/minimum verdi for TTU ved begge tester.



5.0 Diskusjon

Hensikten var å sammenligne effekten av høyintensiv sirkeltrening og høyintensiv 4 x 4 intervaller. Vi fant ingen statistisk forskjell, verken for VO_{2maks} eller TTU, da vi sammenlignet de to treningsgruppene etter intervensjonen (se Figur 4.1 og Figur 4.2). På post-testen opplevde vi flere feilmålinger, men ved å bruke TTU kunne vi regne ut korrigerede resultater. Når vi så på de nye resultatene og sammenlignet gruppene fant vi en signifikant forskjell. Vi har også observert signifikant endring fra pre-test til post-test internt i gruppene som viser at begge treningene har hatt innvirkning på det maksimale oksygenopptaket.

5.1 Diskusjon av resultater

5.1.1 VO_{2maks}

Hovedfunnet i studien har vist at 4 x 4 ikke gir større kondisjonsforbedring enn sirkeltrening med høy intensitet om man sammenligner gruppene. Resultatene fra post-testen har vist at sirkelgruppen og løpegruppen har opplevd lik forbedring i VO_{2maks} (Løp= $42,80 \pm 4,66 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) (Sirkel= $45,9 \pm 4,31 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). Det kan være flere årsaker til at gruppene viser dette. Vi vet at det er visse faktorer som må være til stede for at en treningsperiode skal ha effekt. Treningens frekvens, varighet og intensitet bestemmer den sammenlagte “treningsdosen” (28). Jo oftere og jo hardere man trener dess større effekt vil man kunne oppnå. Generelt vil også varigheten spille en rolle i oppnådd effekt, men i mange tilfeller vil man kunne dele opp aktiviteten i atskilte perioder.

Begge gruppene gjennomførte høyintensive treningsmetoder som i teorien skulle ha hatt lik påvirkning på de sentrale faktorene i kroppen og gitt forbedring i oksygenopptaket. Løpegruppen trente hovedsakelig løping og gjennomførte 4 minutters (4 x 4 minutter) intervaller med 2 minutters aktiv pause mellom intervallene. I aktiv tid holdt man en intensitet på 90-95% av HF_{maks} . Sirkelgruppen trente sirkeltrening med 5 minutters intervaller (4 x 5 minutter) med 2 minutters passiv pause mellom intervallene. I løpet av treningen opprettholdt man en intensitet på 90-95% av HF_{maks} . Grunnlaget for den like forbedringen i VO_{2maks} hos løpegruppen og sirkelgruppen kan tenkes å være på grunn av lik arbeidsintensitet og tid. I teorien kan det maksimale oksygenopptaket være trenbart opptil 30%, hvorav den viktigste fysiologiske faktoren for påvirkning er hjertets minuttvolum (slagvolum x hjertefrekvens) (11). Ved å holde intensiteten over 70-90% HF_{maks} har man tvunget hjertet til å jobbe hardere og med høyere frekvens slik at man får dekket kroppens O_2 behov. Resultatet av slik høyintensiv trening over tid har ført til at hjertets slagvolum øker og at oksygenopptaket forbedres. Selve treningsmetoden for løpegruppen og sirkelgruppen har trolig derfor ikke like stor betydning for VO_{2maks} som intensiteten har.

Litteraturen viser at tradisjonell styrketrening ikke har samme effekt på VO_{2maks} som utholdenhetstrening. Hos utrente personer har man sett enten en liten økning eller ingen endring i VO_{2maks} etter rene styrketreningsintervensjoner (15, s. 214). Derfor har man sett at

gjennomføring av styrketrening, enten alene eller i tillegg til utholdenhetstrening, ikke gir noen ekstra forbedring i oksygenopptaket med mindre treningen overgår en intensitet på 50% av VO_{2maks} . Siden en styrketreningsøkt sjeldent overstiger dette vil det derfor ikke føre til økt oksygenopptak. I aktiv tid holdt alle FP i sirkelgruppen en arbeidsintensitet mellom 90-95% HF_{maks} . Dette kan trolig ha vært nøkkelfaktoren for at sirkelgruppen opplevde en positiv utviklingen i VO_{2maks} og at man fikk tilsynelatende like resultater som løpegruppen.

I mange idretter kan man forbedre utholdenhetsprestasjonen uten at VO_{2maks} øker (15, s. 220). Dette har blant annet blitt observert når utrente personer startet med styrketrening, og det samme kan observeres hos allerede utholdenhetstrete personer som gjennomfører en 6-14 uker lang periode med kombinert styrketrening og utholdenhetstrening. Treningen sirkelgruppen gjennomførte kan derfor ha påvirket andre faktorer enn bare VO_{2s} , blant annet anaerob terskel, arbeidsøkonomi, og fibertype-endringer. Dette diskuterer vi nærmere om i avsnittet om resultater og TTU.

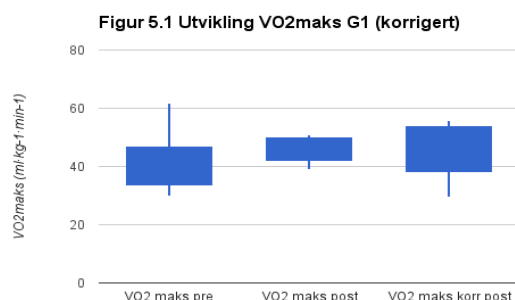
En annen grunn til at gruppene kan ha fått like resultater er selve utvalget. Løpegruppen og sirkelgruppen bestod av ulike utholdenhetstrete FP, hvorav det var noen som ikke hadde trent over en lengre tidsperiode. Utgangsnivået hos et individ før man setter i gang med en treningsperiode har mye å si for hvor stor effekt man oppnår med treningen (29). Er man inaktiv og utrent forbedrer man den fysiske formen relativt sett mer enn en som er vel trent. Løpegruppen og sirkelgruppen hadde egentlig lik fordeling av godt trete FP. Etter bortfall og feilmålinger, endte man opp med flere godt trete FP på løpegruppen enn på sirkelgruppen og dette kan ha påvirket resultatene. Dose-/responsforholdet mellom trening og effekt kan ha vært en begrensende faktor for de som var godt trete i studien. For selv om dose-/responsforholdet fremstår som et kontinuum, uten en gitt nedre grense, har forskning dokumentert at dess bedre fysisk form et individ er i dess mindre effekt får man av økt aktivitet (29). Dette observerte vi også i studiens resultater; de som allerede var i god fysisk form fikk ikke like stor økning i VO_{2maks} som de andre i gruppene.

Ulik treningserfaring blant FP kan også ha gitt forskjellige resultater i studien. Prestasjon i utholdenhetsidretter vil ofte være bestemt av utøverens fysiske ressurser og hvor villig man er til å tolerere ubehag som et resultat av hardt fysisk arbeid (30). Ved langvarig og intensivt utholdenhetsarbeid, for eksempel ved en VO_{2maks} test, er det viktig at man klarer å presse seg både fysisk og psykisk. FP uten tidligere erfaring med utmattende trening kan ha gitt seg før de nådde sine egentlige verdier. De godt trete FP kan dermed ha hatt en fordel på pre-testen fordi de kanskje allerede har opplevd å presse kroppen mot det maksimale. De utrente kan i motsetning ha opplevd en raskere muskulær-og psykisk utmattelse fordi de ikke har vært vant til det intensive arbeidet. Etter avsluttet intervensjon kan man ha klart å utligne disse psykiske forskjellene. Derfor kan det tenkes at man har oppnådd en mer korrekt måling av VO_{2maks} på selve post-testen enn på pre-testen. For de trete FP kan vi anta at økningen i oksygenopptak skyldes en kombinasjon av psykiske, men også fysiske faktorer. Dette vil vi diskutere nærmere i resultatdelen som handler om tid til utmattelse (TTU).

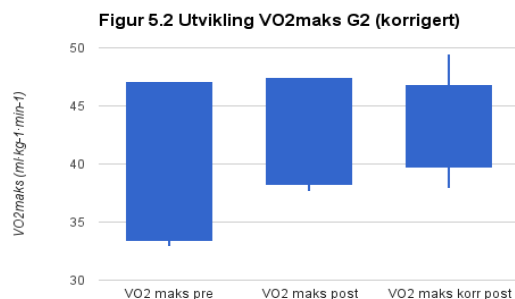
På grunn av tekniske utfordringer med utstyr, bortfall av data og frafall i utvalg endte vi bare opp med et fåtall målinger fra pre-testen og post-testen. Siden det var hensiktsmessig å få med alle målingene fra begge testene gjennomførte vi en lineær korrelasjonsanalyse basert på TTU og fart

(km/t^{-1}) for å kunne estimere et O_2 opptak på bortfallet. De nye målingene for $\text{VO}_{2\text{maks}}$ danner et nytt estimat av hvordan de endelige resultatene kunne ha sett ut.

Figur 5.1. Viser resultater av $\text{VO}_{2\text{maks}}$ ($\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) ved pre-test, post-test og korrigert resultat for gruppe 1 ($N=8$). Boksene viser $1\pm\text{standardavvik}$ ($x\pm 1\text{SD}$) for målt $\text{VO}_{2\text{maks}}$ og strekene indikerer maksimum/minimum verdi for oppnådd $\text{VO}_{2\text{maks}}$ i studien.



Figur 5.2. Viser resultater av $\text{VO}_{2\text{maks}}$ ($\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) ved pre-test, post-test og korrigert resultat for gruppe 2 ($N=6$). Boksene viser $1\pm\text{standardavvik}$ ($x\pm 1\text{SD}$) for målt $\text{VO}_{2\text{maks}}$ og strekene indikerer maksimum/minimum verdi for oppnådd $\text{VO}_{2\text{maks}}$ i studien.



Figur 5.1 og 5.2 viser de korrigerede resultatene. I løpegruppen finner vi ingen signifikant forskjell fra pre-test til post-test. I sirkelgruppen finner vi signifikant forskjell fra pre-test til post-test. Både løpegruppen og sirkelgruppen, uavhengig av hvilke resultater man ser på, har likevel økt i gjennomsnitt og $\text{VO}_{2\text{maks}}$. De korrigerede resultatene støttet opp de tendensene vi har observert i de ukorrigerede resultatene. Hos løpegruppen ser vi at de som fikk de høyeste målingene i pre-testen har hatt en negativ utvikling, mens de som fikk de laveste målingene ikke har hatt utvikling. Dette kan komme av flere faktorer. Det kan ha vært feilmålinger på de som har hatt en høy $\text{VO}_{2\text{maks}}$ og de kan også ha hatt en negativ utvikling fordi de har trent mye mindre enn normalt. Noen av FP var aktiv fra før av og uttrykte at trening utenom intervensjonen hadde vært vanskelig på grunn av ufullstendig restitusjon. Hos sirkelgruppen ser vi en tydeligere tendens til

utvikling. Både de som hadde lave og høye målinger av VO_{2maks} i pre-testen har oppnådd en positiv forbedring. Treningsmengden kan ha forblitt uforandret for noen FP i sirkelgruppen. Dette kan ha hatt innvirkning på resultatene slik at man har fått en tydeligere tendens hos sirkelgruppen enn løpegruppen. I ettertid ser vi at det kunne ha vært lurt å kartlegge treningsmengden hos alle FP i forkant og underveis i intervensjonen. På den måten hadde vi forsikret oss om at FP opprettholdt normal treningsmengde, uavhengig om den var lav eller høy.

Noe annet som er viktig å ta i betraktning nå vi ser på de korrigerede resultatene er at det kan ha oppstått feilestimat hos noen enkeltpersoner. Korrigeringen kan med andre ord ha snudd en positiv utvikling om til en negativ utvikling. Om vi hadde tatt ut disse enkeltpersonene ville resultatene vist de samme tendensene som de ukorrigerede resultatene.

Målet vi har benyttet i studien er VO_{2maks} . Dette er et rent objektivt mål og er et godt parameter for å måle fysisk form. Sett i et større folkehelseperspektiv kan det være hensiktsmessig å ha andre mål. Om man skal gjennomføre lignende studier med et større representativt utvalg, kan selve testingen bli for omfattende. En annen faktor man bør ta i betraktning er at VO_{2maks} som et mål i seg selv er lite kjent på befolkningsnivå med mindre man er toppidrettsutøver eller holder på med aktiv idrett. For mosjonister vil det derfor være bedre å ha andre prestasjonsmål for den fysiske formen enn oksygenopptak. Dette vil vi diskutere nærmere i TTU.

5.1.2 TTU

Et annet funn vi har valgt å sette fokus på er prestasjon målt som tid til utmattelse (TTU). Resultatene viser en sterk tendens til forbedring av TTU sammenlagt. Hos sirkelgruppen ble det målt en litt større økning i TTU (56 sekunder) enn hos løpegruppen (52 sekunder) i post-testen. Disse viser ingen statistisk forskjell, men om man ser på gruppene hver for seg internt så finner vi signifikante forskjeller fra pre-test til post-test. Den gjennomsnittlige økning i TTU er på cirka 1 minutt hos alle FP. Utviklingen i VO_{2maks} og TTU bør sees i sammenheng med hverandre fordi den ene trolig nok påvirker den andre.

Endringen i TTU fra pre-test til post-test kan komme av flere årsaker. Hos løpegruppen kan det tenkes at FP har oppnådd fysiologiske endringer som er med på å gi en forbedring. I litteraturen vet man at blodets Hb-konsentrasjon, lungenes evne til å mette Hb med O_2 og hjertets pumpekapasitet bestemmer hvor mye O_2 de arbeidende musklene får tilbudt (11). Likevel er det viktig å påpeke at muskulaturen i stor grad kan tilpasse seg treningen man gjennomfører og dermed øke utnyttelsen av O_2 som blir tilbudt. Løpetreningen løpegruppen gjennomførte kan ha trent de rette musklene for å kunne bedre både VO_{2maks} og TTU slik at de har fått bedre utbytte av treningen enn sirkelgruppen. I følge Hållen (11) kan utholdenhetstrening øke mengden O_2 -opptak i muskulaturen. Denne evnen måles i forhold til hvor mye O_2 det er igjen i blodet etter at det har passert en arbeidende muskel (11). For hver liter blod som går gjennom en muskel, blir den tilbudt om lag 200 ml O_2 . Ved trening kan man øke mengden opptak fra 180 til 190 ml, som er en 5-6% økning. Om en person klarer å øke evnen til å ta ut oksygen fra blodet med 1% vil dette også bety 1% høyere VO_{2maks} . Dette vil naturligvis gi økt utholdenhet. Hos en svært godt trent person vil man kunne senke gjenværende O_2 i blodet til 10 ml, mens hos en utrent vil det være dobbelt så mye igjen (11).

I teorien kan løpegruppen ha klart å bedre utnyttingsgraden av O_2 til muskulaturen ved å belaste samme muskulatur som brukes ved en VO_{2maks} test. Dette kan og være en forklaring på forbedringen av TTU. Man må likevel ta høyde for at løping har relativ liten variasjon i teknikk slik at man ikke bare baserer resultatene på muskulære forandringer. Dette kan være et vesentlig punkt å ta hensyn til i studien fordi løpegruppen har trent spesifikt løping og løpsteknikk (11). Dersom VO_{2maks} og utnyttingsgrad forblir uforandret, vil en forbedret arbeidsøkonomi føre til prestasjonsfremgang (11). Konkurransespesifikk trening er ett av de viktigste tiltakene for å forbedre arbeidsøkonomien og dette kan være en faktor for at løpegruppen opplevde større utvikling i TTU istedenfor en utvikling i VO_{2maks} .

Felles for de fysiologiske adaptasjonene ved utholdenhetstrening og styrketrening er økningen i andel type 2A-muskelfibre på bekostning av type 2X (15, s. 220). Type 2A er mer energiøkonomisk og utholdende enn type 2X, som er eksplosive og raske, slik at teoretisk sett kan man få flere type 2A-fibre ved samtidig styrketrening og utholdenhetstrening. Siden sirkelgruppen har trent utholdende styrke kan FP ha klart å trene opp flere 2A-fibre enn 2X-fibre, noe som kan ha gitt en endring i den generelle prestasjon og TTU. I motsetning kan løpegruppen ha oppnådd bedre prestasjon gjennom arbeidsøkonomi og teknikk, men ikke klart å trene opp flere 2A-fibre.

Hos sirkelgruppen kan man trolig ikke legge like stor vekt på at arbeidsøkonomi har hatt en direkte innvirkning på TTU. Sirkelgruppen kan likevel ha oppnådd større utnyttelsesgrad av O_2 i muskulaturen på samme måte som løpegruppen, men dette er på grunnlag av treningsintensiteten, og ikke treningsmetoden. Sirkeltreningen fokuserte på aktivisering av de store muskelgruppene og ble gjennomført på 90-95% av HF_{maks} . I all hovedsak bestod treningen av utholdende styrke enn tradisjonell styrketrening. Med lettere belastning (mindre vekter) kunne FP opprettholde høyere frekvens under aktiv arbeidstid enn det man hadde klart på tyngre belastning. Dess høyere frekvens, dess høyere intensitet. I tillegg til fibertypeendringer, kan høyintensiv styrketrening trolig gitt en forskyvning av anaerob terskelen (AT). Dette er fordi treningen stimulerer de utholdende muskelfibrene. I følge litteraturen er AT et godt måleparameter for å forutsi prestasjoner i utholdenhetsidretter, ettersom den bestemmes av VO_{2maks} , utnyttingsgrad og arbeidsøkonomi (12, s. 35). Siden vår studie har fokusert på VO_{2maks} kan man ikke si med sikkerhet at FP har opplevd en forskyvning av terskelen, men når man ser en endring i oksygenopptak vil man også i teorien se en endring i utnyttingsgrad og AT siden disse faktorene bestemmes av hverandre (12, s. 35). En mulig forklaring for den positive utviklingen i TTU hos sirkelgruppen kan være at de ikke opplevde utmattelse i like stor grad på post-testen som på pre-testen. Dette kan ha vært et resultat av større utnyttingsgrad og forskyvning av AT.

Som ved VO_{2maks} kan det hende at begge gruppene har opplevd forbedring i TTU på grunn av psykologiske faktorer. Ingen av FP hadde tidligere erfaring med å teste VO_{2maks} og kan ha opplevd nervøsitet og ubehag forut for gjennomføringen. En forutsetning for å kunne prestere når det gjelder utholdenhetstrening er at man kan takle sterke fornemmelser av ubehag (30). Viljestyrken blir en viktig egenskap når man utfører utholdenhetsarbeid over lengre tid og ved høy intensitet. Å overtale og nærmest tvinge seg selv til å gjennomføre den planlagte treningen vil ofte være helt nødvendig for å oppnå prestasjonsvekst (30). Fra pre-test til post-test opplevde man at FP gikk gjennom en læringseffekt som trolig nok har påvirket TTU. Som vi har nevnt tidligere hadde ingen av FP noe erfaring med VO_{2maks} slik at den subjektive "utmattelsen" kan ha

forandret seg fra test til test. Noen FP uttrykte mer ubehag under selve pre-testen enn andre, blant annet brennende lunger, pustebesvær, svimmelhet og kvalme. På post-testen derimot uttrykte de samme FP mindre ubehag selv om testen hadde vært utmattende. Den psykiske læringseffekten er derfor viktig å ta i betraktning når man ser på forbedringen av TTU.

Selve gjennomføringen av treningsmetodene kan og ha hatt en psykisk effekt på begge gruppene. Løpegruppen, som gjennomførte treningen på innendørsbanen på Bislett Stadion, hadde sannsynligvis en annen opplevelse av intensitet og trening enn sirkelgruppen, som gjennomførte sirkeltrening i gruppetreningslokale. Korrekt intensitetsstyring var vanskeligere å kontrollere med løpegruppen fordi testlederne ikke alltid kunne se FP rundt banen. Det man opplevde var at FP holdt et høyere tempo når man løp ved siden av de og ga de motivasjon. Testlederne for sirkelgruppen hadde oversikt over alle FP til enhver tid noe som kunne ha gjort det lettere for FP å yte >90% av HF_{maks} og presse seg selv hardere. I løpegruppen ble FP kontrollert to ganger per 550 meter med tanke på hvilken intensitet de hadde. Dette ga de mulighet for å ta det mer rolig underveis når de ikke ble kontrollert. Selv om testlederne forsøkte å forhindre nedgang i intensiteten måtte FP selv sørge for at de lå på >90% HF_{maks} . Resultatmessig ser vi ikke signifikante forskjeller på gjennomføringen, men treningsmetoden kan ha gitt FP ulik opplevelse av intensitet og utmattelse. Sirkelgruppen kan ha hatt en hardere økt på grunn av treningsmengden og på grunn av en jevnere, høyere intensitet fordi testlederne var til stede konstant. Å gjennomføre sirkeltreningen kan også ha gitt en større opplevd utmattelse fordi man brukte ekstra treningsutstyr, noe som ga større variasjon i treningen enn bare monotone bevegelser.

På pre-testen og post-testen av VO_{2maks} registrerte man intensitet ved hjelp av *respiratorisk utvekslings kvotient (RER)*. Dette er et mål mellom inntaket O_2 og eliminasjon av CO_2 (30). Dess høyere nivå av RER, dess mer CO_2 produserer personen. Høy produksjon av CO_2 i en VO_{2maks} test gir et mål på hvor intensivt personen jobber. Det gir også støtteinformasjon både underveis og etter testen er gjennomført. Normalt varierer RER-verdien mellom 1,05 og 1,30 på slutten av en test (27, 31). Ligger personen godt over 1,00, kan testleder forutse TTU. Hos noen FP registrerte vi høyere RER på post-testingen enn på pre-testingen. Dette kan bety at FP ikke har jobbet like intensivt ved første gjennomgang. En av grunnene til dette kan være læringskurven som følger av den første VO_{2maks} testen. FP kan ha vendt seg til intensiteten og ubehaget for så å ha stilt mer forberedt opp til post-testen. RER-verdien kan derfor ha blitt påvirket av fysiske, men også psykiske faktorer av treningen.

I studien kan TTU ha vært et mer hensiktsmessig prestasjonsmål enn VO_{2maks} . Ut i fra feilmålingene som oppstod i post-testen har vi klart å korrigere disse ved hjelp av TTU. Etter vi regnet ut resultatene ser vi at alle FP har oppnådd en positiv utvikling. Dette gir en indikasjon på at TTU og oksygenopptak korrelerer med hverandre, men utfordringen er at TTU er et rent prestasjonsmål og ikke et objektivt mål. Gjennomsnittlig VO_{2maks} kan gi målbare parametere for helse og helserisiko i motsetning til TTU som bare beskriver utviklingen av selve prestasjonen. Om man ser på TTU i et større perspektiv kan det tenkes at normalbefolkningen har et mer personlig forhold til tid målt som prestasjon enn oksygenopptak. Utholdenhet og kondisjon er begreper de aller fleste har hørt om i motsetning til VO_{2maks} som er forsknings-og idrettsbasert.

5.2 Svakheter og begrensinger

Å gjennomføre en $VO_{2\text{maks}}$ test kan føre til ulike tekniske utfordringer på grunn av sensitivt utstyr. På post-testen opplevde vi problemer som førte til at vi måtte ta ut flere FP fra testresultatene. Dette gir derfor mindre grunnlag for at studien kan komme med en endelig konklusjon. Resultatene fra de resterende FP viser likevel sterke tendenser til forbedring av oksygenopptak. Korrigerte resultater estimert ut i fra TTU støtter og disse tendensene.

5.2.1 Teknisk utstyr

På post-testingen hadde vi utfordringer både når det gjaldt kalibrering av utstyr, masker og kondens. Når utstyret viste feilmåling gjennomførte vi en system kalibrering og en manuell kalibrering. Verdiene for O_2 og CO_2 burde ha vært tilnærmet lik standard luftsammensetning, men var for unøyaktige. Etter å ha gjennomført flere kalibreringer uten at det hadde noen effekt på verdiene, gikk vi ut i fra at noe annet var galt. Til slutt oppdaget vi at tørkesteinene, som samlet opp kondens fra masken, var fullstendig mettet. Ved ekspirasjon dannes vanndamp som må føres bort fra masken og tilførselsslangen. Når dette ikke skjer, klarer ikke maskinen registrere korrekte O_2 -nivåer og dette er trolig en av årsakene til at det oppstod problemer. Selv om vi opplevde en bedring i verdiene etter å ha byttet ut steinene så opplevde vi fortsatt feilmålinger. Dette tror vi skyldes unøyaktige tall på analysatoren. Istedenfor å forholde oss til de nøyaktige tallene fra fabrikanten valgte vi å ha cirka de samme nivåene. Siden utstyret er såpass sensitivt burde vi ha kalibrert det slik at tallene var nøyaktig lik anbefalingene.

En annen årsak til feilmålingene kan ha vært maskene. Under selve testingen kan masken ha beveget seg slik at det har oppstått en lekkasje. Etter å ha analysert testresultatene så vi at flere av FP hadde hatt en jevn og normal stigning av VO_2 fram til et visst punkt før det stagnerte og flatet ut. Siden vi gjentok kalibreringen såpass mange ganger uten hell kan det derfor ha vært maskene som har vært problemet. Om vi hadde vist om dette tidligere ville vi ha vurdert å bruke et toveis-munnstykke. Da vi ble kjent med tallene fra resultatene var det for sent å spørre FP om en ny re-test.

Problemer med målingene medførte at vi tok ut flere testresultater fra studiet og besluttet å ta med TTU som et annet målbart parameter. TTU resultatene var ikke påvirket av feilmålingene slik at vi kunne med sikkerhet bruke disse i studien vår.

5.2.2 Utvalg

Ut i fra den matematiske utregningen av utvalget skulle vi ha hatt 16 deltakere per gruppe. Rekruttering skjedde ved hjelp av nettverk og Facebook hvorav vi endte opp med 17 personer til sammen i studien etter å ha gått gjennom inkluderingskriterier og ekskluderingskriterier. Vi forsøkte å unngå rekruttering fra miljøer hvor det kunne være godt trente individer. Vi valgte derfor å ikke ta med medstudenter fra Norges Helsehøyskole fordi vi vurderte at utvalget ikke ville ha blitt representativt. Rekruttering via sosiale medier ga oss større kontroll i forhold til å velge individer som kunne representere normalbefolkningen. På grunn av tidsbegrensinger og personlig deltakelse som testledere valgte vi å bruke det utvalget vi fikk tak i. Antall deltakere utgjør en svakhet for studien vår siden det i utgangspunktet er for lavt.

Vi hadde flere FP som måtte avbryte i løpet av treningsperioden på grunn av skader, sykdom og lignende, noe som gjør at resultatene svekkes enda mer. Utvalget og feilmålingene i post-testingen gjorde at vi endte opp med svært få resultater, men de resterende og korrekte målingene viser at man ser forbedring som tilsvarer lignende studier vi har sett på (16-20). Dette er med på å gi mer validitet og styrke til studien vår. Om vi hadde hatt flere personer som ikke hadde vært trent ved starten av, ville resultatene kanskje blitt tydeligere med tanke på utvikling som vi har nevnt i teori-delen. Resultatene våre viser at dette stemmer; de som har vært dårlig trent har fått best utvikling, mens de som har vært godt trent har fått mindre utvikling.

5.2.3 Intervensjon

På grunn av begrenset tid og ressurser valgte vi å ha en intervensjon på 6 uker. Andre studier vi har sett på (16-20) har hatt minimum 8 uker med intervensjon eller mer, noe som tilsier at perioden vår var relativt kort. En svakhet som kan forekomme med en kort intervensjon er at resultatene ikke vil vise signifikante forskjeller. Om intervensjonen hadde vart lenger enn 6 uker ville vi kanskje i større grad ha hatt mulighet til å se signifikante endringer i resultatene. I ettertid ser vi at vi kunne ha gjennomført flere økter per uke for å kompensere for den korte intervensjonsperioden. Til gjengjeld ville dette gitt oss en større utfordring med rekruttering da det ville også ha krevd mer tid og forpliktelse fra FPs side. Om vi hadde økt antall treningsøkter kan det også hende at de som allerede var i god form ville ha droppet flere av sine normale økter for å kunne ha tid til å bli med i studien. Ved å kutte ned på økter kan de ha fått en negativ utvikling fordi den totale mengden med trening ville blitt redusert. Om man ser på de dårligere trente FP ville de kanskje ikke hatt motivasjon nok til å bli med om det hadde vært flere ganger i uken. Frafallet av personer med størst potensial til forbedring kunne da ha økt underveis. De dårlige trente FP kan også ha opplevd en større påkjenning både mentalt og fysisk ved å gå fra lite/ingen trening til å trene 3-4 ganger i uken. Da vi rekrutterte FP, sa vi at treningsintervensjonen skulle være i tillegg til annen trening. Vi hadde ikke noen måte å kontrollere at FP trente mer eller mindre enn det de skulle, så noen av FP kan ha gjort endringer i løpet av intervensjonen. Dette kan ha gitt utslag på resultatene som vi har nevnt tidligere.

5.2.4 Treningsmetode

Løpegruppen og sirkelgruppen hadde ulik arbeidstid som kan ha vært med på å påvirke resultatet. Løpegruppen, som gjennomførte 4 x 4 intervaller, hadde en total arbeidstid på 16 minutter mens sirkelgruppen, som gjennomførte sirkeltrening, hadde en total arbeidstid på 20 minutter. Dette er 4 minutter ekstra arbeidstid som gjør at sirkelgruppen totalt sett gjennomførte treningen med en høyere belastning. I hvile derimot hadde sirkelgruppen 4 minutter med passiv hvile mens løpegruppen hadde 8 minutter med aktiv hvile. Siden den effektive og totale arbeidstiden er ulik for begge gruppene kan det ha hatt innvirkning på resultatene. Når det gjelder hvile mellom arbeidstiden kan man diskutere hvilken pause som gir mest effekt, en aktiv eller passiv pause. I henhold til andre studier (32) er det ingen signifikant forskjell mellom de to, og det er i hovedsak det samme vi ser ut i fra resultatene våre. Ulik arbeidstid hos løpegruppen og sirkelgruppen har trolig ingen signifikant påvirkning på resultatene.

Bakgrunnen for den treningen sirkelgruppen har gjennomført er basert på gruppetreningstimer som har blitt mer og mer populære på treningsentre. Forsker og medisinprofessor ved NTNU Jan Hoff mener at man ikke vil oppleve resultater av slike timer. Han anbefaler heller 4 x 4

intervaller om man skal påvirke utholdenhet eller VO_{2maks} (33, 34). Videre forklarer Hoff at treningen ikke nødvendigvis trenger å være 4 x 4 så lenge treningen varer mellom 3-8 minutter og holder en intensitet over 85% av HF_{maks} . Dette er fordi det tar 1-2 minutter før man oppnår full gjennomstrømning av blod til hjertet. For at kapasiteten skal utvides må dette vedvare i noen minutter (33).

Treningsmetodikken til sirkelgruppen ligner mye på det treningsoppsettet Hoff anbefaler (4 x 4 intervaller). Arbeidstiden er på 5 minutter og har en intensitet på 90-100% av HF_{maks} . I tillegg gjentar man den intensive arbeidstiden 4-5 ganger slik at det gir full gjennomstrømning av blod til hjertet kontinuerlig. Den eneste forskjellen mellom sirkelgruppen og løpegruppen blir derfor selve treningsmetoden. Ut i fra resultatene ser det ut som at begge treningsmetodene, både sirkeltrening og løping, viser lik effekt på TTU og VO_{2maks} . Grunnen til at man oppnår lik effekt, uavhengig av treningsmetode, kan da være intensitet og arbeidstid, slik som Hoff forklarer.

I et befolkningsperspektiv er det trolig lettere å få til 4 x 4 intervaller da det ikke krever mye ekstra utstyr. Sirkeltreningen stilte større krav til både utstyr, personene som gjennomførte treningen og ikke minst til instruktørene. Instruktørene måtte ha god kompetanse for å kunne veilede utøverne gjennom treningene på en sikker måte. FP fikk trolig maksimalt utbytte av sirkeltreningen når de klarte å mestre teknikken ordentlig. Noe som var felles for treningsmetodene var at selv om man befant seg på ulike treningsnivåer fikk FP et sosialt samhold av treningen.

Som vi har nevnt i forhold til TTU kan noen av FP følt på en større opplevd utmattelse enn andre. Sirkelgruppen kan ha klart å presse seg til en større opplevd utmattelse enn løpegruppen på grunn av mer veiledning og motivasjon fra testlederne. Løpegruppen kan derimot ha blitt tilvendt til å løpe på høy intensitet, men siden de ikke fikk like mye veiledning/motivasjon har de ikke presset seg maksimalt hver gang. Dette kan ha gitt forskjellig utslag på VO_{2maks} testen da den gjennomføres løpende på tredemølle.

6.0 Konklusjon

I studien vår har vi ikke funnet signifikante forskjeller mellom løpegruppen og sirkelgruppen i VO_{2maks} . Vi har likevel observert en lik utvikling hos begge gruppene fra pre-test til post-test. Det er derfor rimelig å anta at høyintensiv sirkeltrening kan ha samme effekt på det maksimale oksygenopptaket som høyintensiv 4 x 4 intervalltrening. I tillegg til VO_{2maks} har vi observert at løpegruppen og sirkelgruppen har oppnådd signifikant forbedring i tid til utmattelse (TTU). Dette vises både internt og når man sammenligner gruppene med hverandre. I et befolkningsperspektiv kan trolig TTU være et mer hensiktsmessig prestasjonsmål enn VO_{2maks} . Basert på resultatene i studien vår, har vi ikke mulighet til å komme med en generalisering eller konklusjon. Vi kan derimot se sterke tendenser til at begge treningsmetodene har en positiv virkning på oksygenopptaket. De viktigste faktorene for treningen er at man har holdt en viss intensitet og varighet ved arbeidet. Man trenger derfor å gjennomføre en studie med et større utvalg og med lengre intervensjon for å påvise signifikante forskjeller og hvorvidt den ene treningsmetoden øker VO_{2maks} mer enn den andre.

Referanseliste

1. Thompson WR. Worldwide survey of fitness trends for 2015: what's driving the market. ACSMs Health Fit J [elektronisk artikkel]. 2014 Nov-Des [hentet 2015-05-10];18(6):[10 s.]. Tilgjengelig fra: http://journals.lww.com/acsm-healthfitness/Fulltext/2014/11000/WORLDWIDE_SURVEY_OF_FITNESS_TRENDS_FOR_2015_.5.aspx#
2. Kravitz, L. The fitness professional's complete guide to circuits and intervals [Internett]. IDEA Today. 1996 [hentet 2015-05-10];14(1):32-43. Tilgjengelig fra: <http://www.unm.edu/~lkravitz/Article%20folder/circuits.html>
3. Newstimes. *CrossFit a growing fitness trend*. Newstimes [Internett]. 2014 Jun 15. [hentet 2015-05-05]; Health:[et avsnitt]. Tilgjengelig fra: <http://www.newstimes.com/local/article/CrossFit-a-growing-fitness-trend-5554335.php>
4. Kraljevic J, Marinovic J, Pravdic D, Zubin P, Dujic Z, Wisloff U et al. Aerobic interval training attenuates remodelling and mitochondrial dysfunction in the post-infarction failing rat heart. *Cardiovasc Res*. 2013 Jul;99(1):55-64.
5. Helgerud J, Høydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjerkaas M et al. Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc*. 2007 Apr;39(4):665-71.
6. WHO World Health Organization [Internett]. [ukjent sted]: World Health Organization; c2015. Trade, foreign policy, diplomacy and health [hentet 2015-05-11] [et avsnitt]. Tilgjengelig fra: <http://www.who.int/trade/glossary/story046/en/>
7. Fugelli P, Ingstad B. Helse - slik folk ser det. *Tidskr Nor Lægeforen*. 2001 Des;121(30)3600-4.
8. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep*. 1985 Mar-Apr;100(2):126-131.
9. Helsedirektoratet. Fysisk aktivitet og helse - Kartlegging. Oslo: Statens råd for ernæring og fysisk aktivitet; 2001. NOU 2001:1.
10. Helsenorge.no [Internett]. [ukjent sted]: Helsedirektoratet; c2015. Fysisk aktivitet - litt er bra, mer er bedre. [hentet 2015-05-01] [to sider]. Tilgjengelig fra: <https://helsenorge.no/trening-og-fysisk-aktivitet/litt-aktivitet-er-bra-mer-er-bedre>
11. Hallén J. Det maksimale oksygenopptakets betydning i utholdenhetsidretter. I: Tjelta LI, Enoksen E, red. *Utholdenhets trening, løping, sykling, langrenn*. Kristiansand: Høyskoleforlaget; 2004. s. 7-19.

12. Aasen SA, Frøyd C, Madsen Ø, Sæterdal R, Tønnesen E, Wisnes AR. Utholdenhet - trening som gir resultater. Oslo: Akilles Forlag; 2010. 129 s.
13. Opdahl H, red. SML [Internett]. [ukjent sted]: Store medisinske leksikon; c2009-2015. Ficks prinsipp; [oppdatert 2009-02-13 hentet 2015-05-12];[ett avsnitt]. Tilgjengelig fra: https://sml.snl.no/Ficks_prinsipp
14. Aspenes ST, Nilsen TI, Skaug EA, Bertheussen GF, Ellingsen Ø, Vatten L et al. Peak oxygen uptake and cardiovascular risk in 4631 healthy men and women. *Med Sci Sports Exerc.* 2011 Aug;43(8):1465-73.
15. Raastad T, Paulsen G, Refsnes PE, Rønnestad BR, Wisnes AR. Styrketrening - i teori og praksis. 1 utg. 3 opplag. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag; 2010. 560 s.
16. Esfarjani F, Larsen PB. Manipulating high-intensity interval training: effects on VO_{2max} , the lactate threshold and 3000 m running performance in moderately trained males. *J Sci Med Sport.* 2007 Feb;10(1):27-35.
17. Tjønnå EA, Leinan IM, Bartnes AT, Jenssen BM, Gibala MJ, Winett RA et al. Low- and high-volume of intensive endurance training significantly improves maximal oxygen uptake after 10-weeks of training in healthy men. *PLoS One.* 2013 May;8(5):1-7.
18. Adamson S, Lorimer R, Cobley JN, Lloyd R, Babraj J. High intensity training improves health and physical function in middle aged adults. *Biology (Basel).* 2014 May;3(2):333-44.
19. Paton CD, Hopkins WG. Effects of high-intensity training on performance and physiology of endurance athletes. *Sportsci* [elektronisk artikkel]. 2004 Nov [hentet 2015-03-22];8:[16 s.]. Tilgjengelig fra: www.sportsci.org/jour/04/cdp.htm
20. Wenger HA, Bell GJ. The interactions of intensity, frequency and duration of exercise training in altering cardiorespiratory fitness. *Sports Med.* 1986 Sep-Oct;3(5):346-56.
21. Esfandiari S, Sasson Z, Goodman JM. Short-term high-intensity interval and continuous moderate-intensity training improve maximal aerobic power and diastolic filling during exercise. *Eur J App Physiol.* 2014 Feb;114(2):331-43.
22. Dunham C, Harms CA. Effects of high-intensity interval training on pulmonary function. *Eur J App Physiol.* 2012 Aug;112(8):3061-8.
23. Slettaløkken G, Rønnestad BR. High-intensity interval training every second week maintains VO_{2max} in soccer players during off-season. *J Strength Cond Res.* 2014 Jul;28(7):1946-51.
24. Miller MB, Pearcey GE, Cahill F, McCarthy H, Stratton SB, Noftall JC et al. The effect of a short-term high-intensity circuit training program on work capacity, body composition, and blood profiles in sedentary obese Men: a pilot study. *Biomed Res Intl* [elektronisk artikkel]. 2014 Feb [hentet 2015-05-08];2014:[10 s.]. Tilgjengelig på: <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2014/191797/>

25. Paoli A, Pacelli QF, Moro T, Marcolin G, Neri M, Battaglia G et al. Effects of high-intensity circuit training, low-intensity circuit training and endurance training on blood pressure and lipoproteins in middle-aged overweight men. *Lipids Health Dis* [elektronisk artikkel]. 2013 Sep [hentet 2015-05-08];12(131):[8 s.]. Tilgjengelig fra: <http://www.lipidworld.com/content/12/1/131>
26. Astorino TA, Allen RP, Roberson DW, Jurancich M. Effect of high-intensity interval training on cardiovascular function, VO₂max, and muscular force. *Journal Strength Cond Res*. 2012 Jan;26(1):138-45.
27. Hem E, Leirstein S. Testing av utholdenhet. "TS Blekka" [Internett]. Oslo: Olympiatoppen; c2013-2015 [hentet 2015-02-02]. Tilgjengelig fra: <http://olympiatoppen.no/fag/utholdenhet/testlaboratoriet/tester/media3223.media>
28. Halle NH, red. SNL [Internett]. [ukjent sted]: Store norske leksikon; c2009-2015. Hawthorneeffekten; [oppdatert 2014-05-06 hentet 2015-05-10];[fire avsnitt]. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/Hawthorneeffekten>
29. Bahr R, Karlsson J, Ståhle A, Tranquist J, Aadland AA, red. Aktivitetshåndboka - fysisk aktivitet i forebygging og behandling. Oslo: Helsedirektoratet; 2008. 624 s.
30. Giske R. Psykologi med tanke på utholdenhetsidretter. Hva forteller faglitteraturen? I: Tjelta LI, Enoksen E, red. Utholdenhetstrening, løping, sykling, langrenn. Kristiansand: Høyskoleforlaget; 2004. s. 20-35.
31. Ramos-Jiménez A, Hernández-Torres RP, Torres-Durán PV, Romero-Gonzalez J, Mascher D, Posadas-Romero C et al. The Respiratory Exchange Ratio is Associated with Fitness Indicators Both in Trained and Untrained Men: A Possible Application for People with Reduced Exercise Tolerance. *Clin Med Circ Respirat Pulm Med* [elektronisk artikkel]. 2008 Feb [hentet 2015-05-06];2:[9 s.]. Tilgjengelig fra: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2990231/pdf/ccrpm-2008-001.pdf>
32. Wahl P, Mathes S, Köhler K, Achtzehn S, Bloch W, Mester J. Effects of active vs. passive recovery during Wingate-based training on the acute hormonal, metabolic and psychological response. *Growth Horm IGF Res*. 2013 Dec;23(6):201-8.
33. Larsen V. Derfor er 4 x 4 det beste. *Dagens Næringsliv* [Internett]. 2010 Sep 9. [hentet 2015-05-05]; DN Aktiv:[tre sider]. Tilgjengelig fra: <http://www.dn.no/dnaktiv/2010/09/09/-derfor-er-4x4-det-beste>
34. Klingenberg MP. Forskere: - Ikke all trening lønner seg. TV2 Nyheter [TV-produksjon] [Internett]. 2012 Apr [hentet 2015-05-05]; TV2 Nyheter:[to sider]. Tilgjengelig fra: <http://www.tv2.no/a/3767334>

Vedlegg 1 – Samtykkeerklæring



Jeg _____ samtykker til at vi får bruke personlig informasjon til bacheloroppgave ved Norges Helsehøyskole vinter 2015.

_____ og _____ skriver herved under på at deltakers identitet forholdes anonym og at kun vi har tilgang på den personlige informasjonen.

Dato: _____

Sted: _____