

Mastergradsoppgave

Anngelica Terese Gjærum
og Marthe Beate Nilsen

Effekten av moderatintensiv
utholdenhetstrening på VO_2 peak,
fettomsetning og
kroppssammensetning hos personer
med sykkelig overvekt som deltar
i et vektreduksjonsprogram



Høgskolen i Telemark

Avdeling for allmennvitenskapelige fag

Mastergradsavhandling i kroppsøving, idrett og friluftsliv
2012

Anngelica Terese Gjærum og
Marthe Beate Nilsen

Effekten av moderatintensiv utholdenhetstrening på VO_2
_{peak}, fettomsetning og kroppssammensetning hos personer
med sykkelig overvekt som deltar i et
vektreduksjonsprogram

Høgskolen i Telemark
Fakultet for allmenvitenskaplige fag
Institutt for kroppsøving, idrett og friluftsliv
Halvard Eikas Plass
3800 Bø

<http://www.hit.no>

© 2012 Angelica Terese Gjærum og Marthe Beate Nilsen

Denne avhandlingen representerer 60 studiepoeng

Forord

Proessen med denne mastergradsavhandlingen har vart omtrent i to år, og det har vært en lang og krevende prosess. Samarbeidet oss i mellom har ført til at vi har lært hverandre å kjenne på godt og vondt, men det kan bekreftes at vennskapet fortsatt består, og at vi har kommet styrket ut av denne prosessen. Med dette pakker vi ryggsekken full av kunnskap og nye erfaringer, og takker for oss.

Vi ønsker å rette en stor takk til Solfrid Bratland-Sanda og Eva Maria Støa som har vært gode veiledere og bidratt med tanker og ideer til denne mastergradsavhandlingen. Øyvind Støren fortjener også en stor takk for at han har stilt opp og vært til god hjelp underveis i prosessen. Vi vil også takke Telemark Rehabiliteringssenter for godt samarbeid, og spesielt Birger Svela som har bidratt med nødvendig informasjon. Sist men ikke minst ønsker vi å takke alle deltakerne i studien som stilte sporty opp.

Bø i Telemark, 03.07.12

Anngelica Terese Gjærum og Marthe Beate Nilsen

Sammendrag

Bakgrunn: Det viser seg at det er utført få studier i forhold til utholdenhetstrening på personer med sykkelig overvekt på $VO_{2\text{ maks}}$, fettomsetning og kroppssammensetning. Tidligere studier har vist at trening på moderat intensitet kan gi positiv effekt på $VO_{2\text{ maks}}$, fettomsetning og kroppssammensetning på overvektige og personer med fedme. Denne studien ønsket derfor å teste ut om den samme effekten er tilfelle hos personer med sykkelig overvekt.

Hensikt: Hensikten med studien var å undersøke hvilken effekt moderatintensiv utholdenhetstrening (70 - 80 % av Hf_{peak}) har på $VO_{2\text{ peak}}$, fettomsetning og kroppssammensetning hos personer som er sykkelig overvektige.

Metode: Studien er en naturvitenskapelig eksperimentell intervensjonsstudie med pre- og posttest design. Ni personer med sykkelig overvekt (fem kvinner og fire menn) med alder 43 ± 11 år, vekt 118 ± 17.2 kg, KMI 39.2 ± 3 kg/m² og $VO_{2\text{ peak}}$ 24.6 ± 4.1 ml · kg⁻¹ · min⁻¹ deltok i studien. Deltakerne fullførte 8 uker med moderatintensiv utholdenhetstrening (70 – 80 % av Hf_{peak}) som en del av et vektreduksjonsprogram ved Telemark Rehabiliteringssenter sammen med kostholdsrestriksjoner.

Testene som ble utført var 3 x 5 minutter submaksimale drag på ulike wattbelastninger for å kunne regne ut maksimal aerobisk effekt (MAP), $VO_{2\text{ maks}}$, fettomsetning på 60 % av $VO_{2\text{ peak}}$, og målinger av kroppssammensetning.

Resultater: Etter 8 uker med moderatintensiv utholdenhetstrening viste gruppen følgende statistisk signifikant endring i de ulike variablene; $VO_{2\text{ peak}}$ (+15 %), vekt (-7 %), KMI (-7 %), fettprosent (-7 %), hoftemål (-6 %), midjemål (-6 %) og sum av 5 hudfoldmålinger (-10 %). Det ble ikke funnet signifikant forandring i fettomsetning.

Konklusjon: 8 uker med moderatintensiv utholdenhetstrening på 70 - 80 % av Hf_{peak} hos personer med sykkelig overvekt med en gjennomsnittlig treningsmengde på 249 min (løp, spinning, gange) i uka, resulterte i økt $VO_{2\text{ peak}}$, redusert kroppsvikt, KMI, fettprosent, hofte- og midjemål og sum av fem hudfoldmålinger. Det var ingen forandring i fettomsetning.

Nøkkelord: Fettomsetning, $VO_{2\text{ peak}}$, Hf_{peak} , fettprosent, sykkelig overvekt, moderatintensiv utholdenhetstrening.

Forkortelser

FAT_{maks} – Maksimal fettomsetning

FatOx – Fettomsetning

FFM – Fettfrimasse

Hf_{maks} – Maksimal hjertefrekvens

Hf_{peak} – Høyeste målt hjertefrekvens

HMR – Hofte- midje ratio

KMI – Kroppsmasseindeks

MAP – Maximal Aerobic Power

O₂ – Oksygen

RMR – Resting metabolic rate, hvilemetabolismen

RQ – Respiratorisk quotient

VC – Variasjonskoeffisient

VCO₂ – Ventilert karbondioksid

VLDL – Very low density lipoprotein

VO₂ – Ventilert oksygen

VO_{2 maks} – Maksimalt oksygenopptak

VO_{2 peak} – Høyeste målt oksygenopptak

Begrepsforklaring

Aerob kapasitet – Kroppens evne til å arbeide over en lengre periode, ved en relativ høy intensitet

Fettomsetning – Kroppens evne til fettforbrenning per tidsenhet

Glyserol – En komponent av triglyserider

Intramuskulært triglyserid – Det lagrede fett i musklene

Kroppssammensetning – Den relative mengden av ulike komponenter i kroppen

Lipolyse – Den relative mengden av ulike komponenter i kroppen

Lipoprotein lipase – Enzym som bryter ned triglyserider til frie fettsyrer og glyserol

Maksimal fettomsetning – Kroppens evne til maksimal fettomsetning per tidsenhet

Maksimalt oksygenopptak – Maksimale mengden O_2 en person kan ta til seg fra atmosfæren, frakte videre og utnytte i vevene

Maksimal hjertefrekvens – Høyeste hjertefrekvensen som er oppnåelig

Minuttvolum – Mengde blod som blir pumpet ut av venstre ventrikkel per minutt

Mitokondrier – Organellen i cellene som står for den aerobe metabolismen (cellens kraftstasjon)

Relativ belastning – arbeidsbelastning i prosent i forhold til den maksimale arbeidsbelastningen

Respiratorisk quotient – Forholdet mellom avgitt CO_2 og opptak av O_2

Slagvolum – Mengde blod som venstre ventrikkel pumper ut på et hjerteslag

Triglyserider – Stoffgruppe som er satt sammen av et glyserolmolekyl og tre fettsyre molekyler. I Dagligtalen kalt fett

Variasjonskoeffisient – Spredningsmål i en gruppe

Innhold

Forord	1
Sammendrag	2
Forkortelser	3
Begrepsforklaring	3
1.0. Innledning	8
1.1. Bakgrunn for studien	8
1.2. Problemstilling	10
1.3. Avgrensning av studien	11
2.0. Teori	12
2.1. Overvekt og fedme	12
2.1.1. Klassifisering	12
2.1.2. Prevalens	14
2.1.3. Årsaker	14
2.1.4. Konsekvenser	15
2.2. Behandling av overvekt og fedme	16
2.2.1. Generelle tiltak	16
2.2.2. Endring av kosthold	17
2.2.3. Fysisk aktivitet	17
2.3. Aerob kapasitet	18
2.3.1. Maksimalt oksygenopptak	19
2.3.2. Effekt av aerob utholdenhetstrening på $VO_{2\text{ maks}}$	21
2.4. Fettomsetning	23
2.4.1. Lipider	23
2.4.2. Faktorer som påvirker fettomsetningen	24
2.4.3. Fettomsetning under aktivitet	26
2.4.4. Nedsatt insulinsensitivitet i forhold til fettomsetning	28
2.4.5. Effekt av aerob utholdenhetstrening på fettomsetning	28
2.5. Kroppssammensetning	30

2.5.1. Effekt av aerob utholdenhetstrening på kroppssammensetning	30
3.0. Metode.....	33
3.1. Utvalg	33
3.2. Design.....	35
3.3. Treningsprosedyre	36
3.4. Testprosedyre	36
3.4.1. 3 x 5 minutter – gradert trenings test.....	37
3.4.2. VO ₂ maks test	37
3.4.3. Fettomsetningstest	37
3.4.4. Kroppssammensetning	38
3.5. Registrering av kosthold.....	38
3.6. Registrering av fysisk aktivitet.....	38
3.7. Måleinstrumenter.....	39
3.8. Statistikk	39
4.0. Resultater.....	40
4.1. Trening	41
4.2. VO ₂ peak, fettomsetning og kroppssammensetning.....	44
5.0. Diskusjon.....	46
5.1. Diskusjon av resultater	46
5.1.1. VO ₂ peak.....	46
5.1.2. Fettomsetning under arbeid på 60 % av VO ₂ peak.....	48
5.1.3. Kroppssammensetning	49
5.2. Diskusjon av metode	50
5.2.1. Indre validitet.....	50
5.2.2. Ytre validitet.....	51
6.0. Begrensninger og styrker ved studien	52
6.1. Begrensninger ved studien	52
6.2. Styrker ved studien.....	52
7.0. Praktiske implikasjoner og fremtidige studier.....	53

8.0. Konklusjon	54
9.0. Litteraturliste	55
10.0. Vedlegg	66

1.0. Innledning

1.1. Bakgrunn for studien

Siden 1980 og fram til i dag har antall personer som karakteriseres med fedme (KMI $\geq 30 \text{ kg/m}^2$) mer enn fordoblet seg (Bouchard et al., 2007, Verdens helseorganisasjon, 2012). Inaktivitet og overvekt er et stort samfunns – og helseproblem og trolig den største risikofaktoren for kroniske sykdommer og mortalitet (Lakka & Bouchard, 2005, Donnelly et al., 2009).

Den økte fedmeepidemien er blant annet et resultat av en positiv energibalanse, hvor energiforbruket er mindre enn energiinntaket (Livingstone et al., 1991, Saris & Schrauwen, 2004, Lakka & Bouchard, 2005). Stadig flere studier viser at fysisk aktivitet er en viktig faktor for å unngå overvekt og fedme, og er av stor betydning for det totale daglige energiforbruket (Livingstone et al., 1991, Donnelly et al., 2009). Gunstige effekter av fysisk aktivitet kan være en negativ energibalanse og redusert risiko for fedmerelaterte lidelser (Livingstone et al., 1991, Blaak & Saris, 2002).

Generelt vil individer med KMI $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ redusere sykdomsrisikoen ved å redusere kroppsvekten (Katzmarzyk et al., 2012, Mokdad et al., 2003). Behandlinger for vektreduksjon varierer, men det er helt avgjørende at det er en negativ energibalanse til stede for å oppnå vektreduksjon. Begrensninger av energiinntaket alene kan gi positive resultater for vektreduksjon over kort tid, men få lykkes i å opprettholde vekten. Økt energiforbruk ved trening kan være med på å opprettholde en negativ eller stabil energibalanse (Livingstone et al., 1991, Donnelly et al., 2009).

Både fysisk inaktivitet, overvekt og fedme kan øke risikoen for utvikling av ulike livsstilssykdommer som kroniske hjertesykdommer, slag, type 2 diabetes, osteoporose, muskel- og skjelettbesvær, ulike krefttyper, depresjon og uventet død (Blair et al., 1995, Must et al., 1999, Bahr, 2008). Overvekt og fedme øker i tillegg risikoen for dyslipidemi, gikt, artrose, galleblæresykdommer og søvnapnè (Must et al., 1999, Bahr, 2008, McArdle et al., 2010). Blair (2009) viste at en lav aerob kapasitet utgjør en stor risiko for utvikling av hjerte og karsykdommer uavhengig av KMI. Lav aerob kapasitet har i tillegg en større dødelighetsrisiko sammenlignet med overvekt, røyking, høyt kolesterol og diabetes.

Personer med fedme ser ut til å ha redusert evne til å omsette fett, og selv etter vektreduksjon ser det ut til at den reduserte evnen er vedvarende (van Baak, 1999, Blaak & Saris, 2002). Det kan antas at dette også er tilfelle hos personer med sykkelig overvekt ($KMI \geq 40$ eller $\geq 35 \text{ kg/m}^2$ med følgesykdommer). Aerob utholdenhetstrening har vist å stimulere fettomsetning under aktivitet hos normalvektige (Talanian et al., 2007). Det er også vist i studien til Nordby et al (2006) at individer som har en høyere $VO_{2 \text{ maks}}$ har en bedre evne til å omsette fett under aktivitet sammenliknet med dårligere trente individer. Dersom den samme effekten er til stede hos personer med sykkelig overvekt kan aerob utholdenhetstrening og økt $VO_{2 \text{ maks}}$ føre til en forbedret evne til å omsette fett og fremme vektreduksjon (Blaak & Saris, 2002). Studier som er gjennomført på individer med overvekt og fedme viser til sprikende resultater i forholdt til fettomsetning etter en periode med aerob utholdenhetstrening (Blaak & Saris, 2002, van Aggel- Leijssen et al., 2002, Amati et al., 2008). Gjennom litteratursøk ser det ut til at det er gjennomført få studier på personer med sykkelig overvekt i forhold til effekt av aerob utholdenhetstrening på $VO_{2 \text{ maks}}$, fettomsetning og kroppssammensetning.

1.2. Problemstilling

Hensikten med denne studien var å undersøke hvordan moderatintensiv utholdenhetstrening påvirker $VO_{2\text{ peak}}$, fettomsetning og kroppssammensetning hos personer med sykkelig overvekt ($KMI\ 39.3 \pm 3.2\ \text{kg/m}^2$). Ut i fra dette er det kommet frem til følgende problemstilling:

Hvilken effekt har moderatintensiv utholdenhetstrening (70 - 80 % av Hf_{peak}) på $VO_{2\text{ peak}}$, fettomsetning under aktivitet (60 % av $VO_{2\text{ peak}}$) og kroppssammensetning hos personer med sykkelig overvekt som deltar i et vektreduksjonsprogram?

Ut i fra tidligere studier (Slentz et al., 2004, Norby et al., 2006, Sarsan et al., 2006, Amati et al., 2008, Nybo et al., 2010) er det kommet fram til følgende hypoteser:

Hypotese 1

$VO_{2\text{ peak}}$ vil øke etter en treningsperiode med moderatintensiv utholdenhetstrening (70 - 80 % av Hf_{peak}) hos utrente personer med sykkelig overvekt.

Hypotese 2

Fettomsetningen under submaksimal test på 60 % av $VO_{2\text{ peak}}$ vil øke etter en treningsperiode med moderatintensiv utholdenhetstrening (70 - 80 % av Hf_{peak}) hos utrente personer med sykkelig overvekt

Hypotese 3

Fettprosenten vil reduseres etter en treningsperiode med moderatintensiv utholdenhetstrening (70 - 80 % av Hf_{peak}) hos utrente personer med sykkelig overvekt.

1.3. Avgrensning av studien

Studien tar for seg utrente ($VO_{2\text{ peak}} 24.6 \pm 4.1 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) voksne i alderen 25 – 56 år med sykkelig overvekt ($KMI 39.2 \pm 3 \text{ kg/m}^2$) som deltar i et vektreduksjonsprogram. Studien ser på fysiologiske effekter av moderatintensiv utholdenhetstrening (70 – 80 % av Hf_{peak}) på $VO_{2\text{ peak}}$, fettomsetning og kroppssammensetning. Den moderatintensive utholdenhetstreningen utgjør store deler av den fysiske aktiviteten ved Telemark Rehabiliteringssenter. Andre aktiviteter som inngår ved Telemark Rehabiliteringssenter er blant annet styrke, stabilitet, bevegelighet og basseng. Det er valgt å se bort i fra disse øktene fordi deltakerne ikke kom opp i den moderate intensitetssonen (70 – 80 % av Hf_{peak}). Ut i fra Sunde et al (2010) er det vist at styrketrening ikke vil påvirke $VO_{2\text{ maks}}$. Det er derimot vist at styrketrening kan ha effekt i forhold til kroppssammensetning og muligens fettomsetning (Åstrand et al., 2003, Avila et al., 2010, Velez et al., 2010). Deltakerne ved Telemark Rehabiliteringssenter har fått opplæring og blitt oppfordret til å gjennomføre styrketrening, men det har ikke blitt gjennomført noen standardiserte styrkemetoder, og heller ikke blitt foretatt noen kontrollerte styrkeøkter. Ut i fra observasjon vises det at styrketreningen har blitt utført på en marginal måte og vil trolig ikke påvirke fettomsetning og kroppssammensetning.

I mangel av litteratur på personer med sykkelig overvekt er det i tillegg valgt å trekke inn litteratur som omhandler overvekt og fedme. Denne gruppen er trolig mer sammenlignbar enn normalvektige.

2.0. Teori

2.1. Overvekt og fedme

Overvekt og fedme kan defineres som graden av vekt som er større enn det som generelt er ansett å være sunt for en gitt høyde. Begrepene identifiserer også graden av vekt som har vist seg å øke sannsynligheten for en rekke sykdommer og andre helseproblemer (Must et al., 1999, Centers for Disease Control and Prevention, 2012)

2.1.1. Klassifisering

Verdens helseorganisasjon (WHO) (2012) bruker i dag KMI for å klassifisere graden av overvekt. Dette målet tar ikke høyde for verken alder eller kjønn og gir derfor kun en tilnærmet oppfatning av graden av overvekt (McArdle et al., 2010).

KMI er et resultat av kroppsvekt i kg dividert på høyden i meter² (kg/m²). En KMI ≥ 25 klassifiseres som overvektig, KMI ≥ 30 klassifiseres som fedme, mens KMI ≥ 40 eller ≥ 35 med følgesykdommer klassifiseres som sykkelig overvektig (Hjelmesæth, 2007, Bahr, 2008, Donnely et al., 2009, Centers for Disease Control and Prevention, 2012, Verdens helseorganisasjon, 2012) (tabell 1). KMI skiller heller ikke mellom ulike komponenter som fett, muskler og beinmasse i kroppen, og kan derfor gi misvisende målinger individuelt. For eksempel hos idrettsutøvere vil KMI målinger være lite valide, da mange idrettsutøvere, med økt muskelmasse, kan ha KMI ≥ 30 kg/m² uten å ha fedme (Torstveit & Sundgot-Borgen, 2012). Sett i et befolkningsperspektiv vil denne gruppen representere en svært liten del og vil derfor ikke ha stor innvirkning sett i forhold til hele befolkningen (Bahr, 2008). KMI kan gi indikasjoner på sykdomsrisiko, og risikoen for å utvikle alvorlige sykdommer stiger i takt med at KMI øker utover moderat og alvorlig overvekt (Must et al., 1999, Villareal et al., 2006). Ut i fra dette ble grensen for å bli kategorisert som overvektig redusert fra en KMI på 27 til 25 kg/m², og individer som hadde en KMI ≥ 30 kg/m² ble kategorisert med fedme. Dette ble gjennomført i 1998 av The National Heart, Lung and Blood Institute (McArdle et al., 2010). Tabell 1 viser sammenhengen mellom helserisikofaktorer og KMI.

Tabell 1: Forholdet mellom KMI og helserisiko i henhold til Verdens helseorganisasjon (Bahr, 2008)

Klassifisering	KMI (kg/m²)	Helserisiko
Undervektig	< 18.5	Lav, men økt risiko for andre kliniske problemer
Normalvektig	18.5-24.99	Normal risiko
Overvektig	25-29.99	Lett risikoøkning
Fedme klasse 1	30-34.99	Moderat risikoøkning
Fedme klasse 2/ Sykelig overvekt	35.99-39.99	Høy, kraftig risikoøkning
Fedme klasse 3/ Sykelig overvekt	≥ 40	Svært høy, ekstrem risikoøkning

Hvordan fett er fordelt på kroppen kan ha betydning for helsen. Abdominalt fett som samles rundt indre organer vurderes å være mer helseskadelig enn underhudsfett (Blaak & Saris, 2002). Sykdomsrisikoen forbundet med abdominalt fett har derfor kommet mer i fokus (Bahr, 2008, Folkehelseinstituttet, 2011⁽¹⁾).

Abdominalt fett kan måles indirekte ved midjemåling og er stadig mer brukt for å måle graden av overvekt og fedme (Bahr, 2008). Tabell 2 viser risikoen for å utvikle fedmerelaterte metabolske komplikasjoner i forhold til økt midjemål hos kvinner og menn (Bahr, 2008). Forholdet mellom midje- og hoftemål klassifiseres som hofte – og midjeratio (midjemål cm/hoftemål cm), og blir ofte brukt som en indirekte målemetode for abdominalt fett. Grenseverdien for abdominalt fett og dermed økt helserisiko er definert ved en hofte- og midjeratio > 1.0 hos menn, og > 0.85 for kvinner (Folkehelseinstituttet, 2011⁽¹⁾). Når det gjelder anbefalinger i forhold til fettprosent bør menn ligge mellom 10 – 22 % og kvinner mellom 20 – 32 %, målinger over dette regnes som helseskadelig (Esmat, 2012).

Tabell 2: ”Kjønnsespesifikke midjemål og risiko for fedmerelaterte metabolske komplikasjoner i henhold til WHO” (Bahr, 2008 s. 469).

Risiko for metabolske komplikasjoner	Midjemål (cm)	
	Menn	Kvinner
Økt risiko	≥ 94	≥ 80
Kraftig økt risiko	≥ 102	≥ 88

2.1.2. Prevalens

Overvekt og fedme er et stadig økende problem over hele verden og Verdens helseorganisasjon anser fedme som et av de største helseproblemene i verden. Den økende forekomsten av fedme gjelder også i utviklingsland, og fedmeepidemien er i ferd med å bli verdensomspennende (Folkehelseinstituttet, 2008).

En levekårsundersøkelse fra 2008 gjennomført av Statistisk sentralbyrå (2009) viste at andelen med overvekt og fedme blant nordmenn over 16 år økte fra 7 – 12 % fra 1998 til 2008. En av fire nordmenn var overvektige, mens en av ti hadde fedme (Statistisk sentralbyrå, 2009). En helseundersøkelse gjennomført i perioden 2000- 2003 i Oslo, Hedmark, Oppland, Troms og Finnmark viste at en av fem i alderen 40 – 45 år hadde fedme. Det kom også frem at respondenter med høy utdanning hadde mindre grad av fedme enn grupper med lavere utdanning (Folkehelseinstituttet, 2011⁽²⁾). Menn veier omtrent 5 kg og kvinner 5.8 kg mer enn for 15 år siden og andelen kvinner med fedme har økt jevnt siden 1990 mens for menn har det vært en økning siden 1965 (Folkehelseinstituttet, 2011⁽²⁾).

2.1.3. Årsaker

Det er ikke helt klart hva årsaken er til et økende antall av personer med overvekt og fedme. Trolig er det et resultat av ulike sammensatte komplekse faktorer som blant annet kan innebære; genetiske, miljømessige, metabolske, fysiologiske, atferdsmessige, sosiale og muligens etniske påvirkninger (McArdle et al., 2010). Den mest naturlige årsaken eller forklaringen er at de genetiske sammensetningene er uendret, mens miljøet rundt har endret seg drastisk. Tilgjengeligheten til energirik mat med høyt fett - og sukkerinnhold har blitt enklere. Samtidig er samfunnet i dag tilrettelagt slik at det kreves minimalt med fysisk aktivitet i dagliglivet som gjør at energiforbruket er redusert (Ulset et al., 2007, Bahr, 2008). En forstyrrelse i

energibalansen starter ofte i barndommen og når dette forekommer øker risikoen for å utvikle overvekt og fedme i voksen alder (Elks et al., 2012).

2.1.4. Konsekvenser

Statistisk sett har personer med sykkelig overvekt og fedme en økt risiko for kroniske sykdommer som hjerte- og karsykdommer, diabetes og andre endokrine lidelser, ulike kreftformer samt belastningslidelser (Must et al., 1999, Katzmarzyk et al, 2012).

Norske tall viste at kvinner med KMI på 22 - 26 kg/m² og menn med KMI på 21 - 24 kg/m² har lavest dødelighet (Folkehelseinstituttet, 2007). Personer som utvikler overvekt og fedme i ungdomsårene (14-19 år) har statistisk sett økt mortalitetsrisiko etter 30 års alderen, sammenliknet med personer som ikke var overvektige i ungdomsårene. Forekomsten av overvektige og fete barn er vist å være økende som trolig vil føre til en ytterligere økning av andelen voksne med overvekt og fedme (Folkehelseinstituttet, 2011⁽²⁾).

Fysisk inaktivitet er i stor grad knyttet til overvekt og fedme og andre helserelaterte konsekvenser (Blair, 2009). Det kan blant annet føre til en redusert muskelmasse, som igjen kan føre til at hvilemetabolismen blir nedsatt (Hill et al., 1987).

Hjertemuskulaturen vil reduseres som medfører en svekket aerob kapasitet (Åstrand et al., 2003). Fysisk inaktivitet er også forbundet med fordøyelsesproblemer, nedsatt glukosetoleranse, høyt blodtrykk, forhøyet verdier av fettstoffer i blodet og psykiske problemer som blant annet depresjon (Helsedirektoratet, 2001, McArdle et al., 2010).

Folkehelseinstituttet (2008) viste at 2 til 6 % av de totale helsekostnadene er relatert til fedme i industrialiserte land. Bare i Norge ble det i 2006 brukt omtrent 84 millioner kroner på legemidler for behandling av fedme (Folkehelseinstituttet, 2011⁽²⁾).

2.2. Behandling av overvekt og fedme

I Norge har overvekt tradisjonelt sett ikke vært definert som sykdom, og før 2004 var det ingen offentlige behandlingstilbud (Hjelmesæth & Sandbu, 2010). I de siste årene har det blitt mer fokus på forebyggende strategier som er effektive for overvektsproblematikken, og i 2004 påla departementet de regionale helseforetakene å etablere et behandlingstilbud for personer med sykkelig overvekt. Regionale kompetansesenter skal prøve ut og forske på ulike former for behandling, som lærings- og mestrings tiltak, livsstilsendring, medikamentell behandling og fedmereduserende kirurgi (Hjelmesæth & Sandbu, 2010). Kosthold, mosjon, og atferdsendring er grunnleggende i all fedmebehandling (Hjelmesæth & Sandbu, 2010).

2.2.1. Generelle tiltak

Tiltakene som diskuteres i Norge er blant annet bedre tilrettelegging for fysisk aktivitet i skolen og samfunnet for øvrig og redusert tilgang på energitette og næringsfattige matvarer (Folkehelseinstituttet, 2011⁽²⁾). Medikamenter blir i stadig større grad brukt for behandling av fedme og overvekt. I 2008 var det i Norge tre preparater (Reductil med virkestoffet Sibutramin, Xenical med virkestoffet Orlistat og Acomplia med virkestoffet Rimonabant) som var registrert for behandling av pasienter med fedme, eller overvekt med tilleggs sykdommer som diabetes type 2 eller dyslipidemi. To av disse medikamentene Reductil og Acomplia ble trukket fra markedet på grunn av bivirkninger og dårligere resultater enn forventet (Bahr, 2008, Legemiddelforbruk, 2012). Legemiddelet alli med virkestoff Orlistat ble gjort tilgjengelig som reseptfri vare i mai 2009 (Legemiddelforbruket, 2012). Kirurgi er en effektiv behandlingsmetode mot fedme, og det finnes flere operative inngrep som gir vektreduksjon. Denne metoden innebærer en omfattende livslang forandring av tilværelse (Bahr, 2008, Hjelmesæth & Sandbu, 2010).

En lavere kroppsvekt er gunstig for forebygging av sykdommer og kan føre til økt livskvalitet (Blaak & Saris, 2002, Blair, 2009). En vektreduksjon på 3-10 % kan gi betydelige helsemessige gevinster i forebyggelsen av blant annet diabetes type 2 og hjerte og karsykdommer (Donnely et al., 2009). Utfordringen ved å gå ned i vekt er å opprettholde vekttapet resten av livet, og å unngå tilbakefall. Derfor er det viktig at alle strategier i forhold til vekttap går ut på å lære inn nye levevaner som kan vedvare

på lang sikt. Det er mange gunstige endringer både på kort og lang sikt dersom man lykkes i et livsstilsendingsprogram (Must et al., 1999, Bahr, 2008).

2.2.2. Endring av kosthold

Selv om et riktig treningsregime sammen med kalori restriksjon gir signifikant effekt på vekttap, vil det vanligvis være kostholdet som er hovedårsaken til vekttapet mens økt fysisk aktivitet er antatt å stå for omtrent 20 % (Macfarlane & Thomas, 2010).

Kalori restriksjon alene kan ha stor effekt på vektreduksjon på kort sikt sammenlignet med kun trening (Miller et al., 1997). I et review av Macfarlane & Thomas (2010) blir det viste til vekttap på 11 kg over en periode på 15 uker og opp til 18 kg over en periode på seks måneder med en diett med svært få kalorier. Etter et år hadde derimot de fleste av deltakerne lagt på seg over 1/3 av vekttapet (Macfarlane & Thomas, 2010).

2.2.3. Fysisk aktivitet

Den helsemessige gevinsten av fysisk aktivitet hos personer med overvekt og fedme er blant annet økt vekt kontroll, metabolske forbedringer og større sjanse for å opprettholde vekttapet (Blaak & Saris, 2002, Donnely et al., 2009).

Forebygging av overvekt og fedme starter i hovedsak med vedlikehold av nåværende vekt og ikke nødvendigvis med vektreduksjon (Donnely et al., 2009). Det kan se ut til at moderatintensiv utholdenhets trening fra 150 – 250 minutter i uka med et energiforbruk som tilsvarer omtrent 1200 – 2000 kcal er tilstrekkelig for å hindre en vektøkning på mer enn 3 % hos voksne individer (Donnely et al., 2009). Det er få studier som er gjennomført på inaktive individer som er overvektige eller har fedme som resulterer i en nedgang av vekten på ≥ 3 % med kun fysisk aktivitet (Donnely et al., 2009). Derfor bør de fleste individer som ønsker et betydelig vekttap kombinere fysisk aktivitet med kostholds endringer (Ballor & Keeseey, 1991, Donnely et al., 2009, Shaw et al., 2009). Vektreduksjonsprogrammer basert kun på økt fysisk aktivitet alene ser derfor ut til å ikke ha særlig god effekt på tap av kroppsvekt (Ballor & Keesy, 1991).

Et vekttap på 10 % kan føre til redusert fare for ulike sykdommer som blant annet hjerte og karsykdommer (Must et al., 1999, Hjelmæsæth, 2007, Donnely et al., 2009). Fysisk aktivitet kan fremme en negativ energibalanse som vil være gunstig for behandling av overvekt og fedme. Et aktivitetsnivå mellom 225 til 420 minutter i

uken kan gi positiv effekt i forhold til vektreduksjon. (Donnely et al., 2009). Selv om det strides om effekten i den tidlige fasen av trening kombinert med diett, viser det seg på lang sikt at trening kombinert med diett har en mer gunstig effekt på vekttap og for opprettholdelse av vekttapet (Blaak & Saris, 2002, Slentz et al., 2004, Donnely et al., 2009, Macfarlane & Thomas, 2010).

Ved kaloriestriksjon alene kan ofte hvilemetabolismen (RMR) synke, som har sammenheng med et tap av fettfrimasse, og styrketrening har vist å redusere tap av den fettfrimassen (Ballor & Keesy, 1991, Donnely et al., 2009) RMR bidrar til omtrent 60 – 70 % av det daglige energiforbruket derfor vil en opprettholdelse eller økning av den fettfrimassen vær hensiktsmessig ved vektreduksjon (Macfarlane & Thomas, 2010).

2.3. Aerob kapasitet

Aerob kapasitet kan defineres som kroppens evne til å være i aktivitet, med relativt høy intensitet, over en lengre periode (Pate & Kriska, 1984, Kent, 2006). Den aerobe kapasiteten er avhengig av lungenes evne til å ta opp oksygen, og hjertets evne til å transportere tilstrekkelig mengde av oksygen til de arbeidende musklene. Muskelens evne til å ta opp og utnytte oksygenet effektivt er også av betydning (Pate & Kriska, 1984, Corcoran et al., 2007, Janovskà et al., 2010). I forhold til dette er muskelfibertypesammensetning og mitokondrietetthet en vesentlig faktor. Muskelfibertype I er mer oksidative og har flere mitokondrier enn type II fibre, og vil derfor være mer gunstig i forhold til aerob utholdenhetsaktiviteter (Corcoran et al., 2007, Janovskà et al., 2010).

De tre hovedfaktorene som er med på å bestemme den aerobe kapasiteten er $VO_{2\text{ maks}}$, laktat terskel (LT) og arbeidsøkonomi (C). $VO_{2\text{ maks}}$ blir ansett som den viktigste faktoren for aerob kapasitet (Pate & Kriska, 1984).

2.3.1. Maksimalt oksygenopptak

I helse relaterte treningsintervensjoner er måling av $VO_{2 \text{ maks}}$ den vanligste metoden for å vurdere om utholdenhetstrening har gitt effekt (Saltin, 1985, Tjønnå et al., 2008). $VO_{2 \text{ maks}}$ er definert som den høyeste graden av oksygen som kan bli tatt opp og utnyttet av kroppen under svært høy intensitet (Bassett & Howley, 2000, Kent, 2006). Maksimalt oksygenopptak er estimert som det maksimale volumet av oksygen som kan forbrukes per tidsenhet under en aktivitet som involverer de store muskelgruppene, der intensiteten øker gradvis til utmattelse (Kent, 2006). Innen helse relatert forskning er det vanlig å bruke det høyeste målte oksygenopptaket ($VO_{2 \text{ peak}}$) fordi det kan være vanskelig for svært overvektige og utrente å nå $VO_{2 \text{ maks}}$ (Slentz et al., 2004). Fysiologisk sett har kroppen en øvre grense for å forbruke oksygen. Selv om arbeidsgraden øker etter at $VO_{2 \text{ maks}}$ er nådd, vil ikke $VO_{2 \text{ maks}}$ fortsette å stige ytterligere (Åstrand & Saltin, 1961). Tabell 3 viser gjennomsnittlig $VO_{2 \text{ maks}}$ verdier i forhold til alder og kjønn.

Tabell 3: Gjennomsnittlig $VO_{2 \text{ maks}}$ verdier for begge kjønn fordelt etter alder (Sharkley & Davis, 2008)

Alder	Menn	Kvinner
20 – 29	43	36
30 – 39	42	34
40 – 49	40	32
50 – 59	36	29
60 - 69	33	27

Verdiene er vist i $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

I tabell 4 framstilles de sentrale og perifere faktorene som er begrensende for det maksimale oksygenopptaket (Pate & Kriska, 1984, Bassett & Howley, 2000, Kent, 2006, Corcoran et al., 2007, Jánovska et al, 2010).

Tabell 4: Sentrale og perifere begrensende faktorer for maksimalt oksygenopptak

Sentrale	Perifere
Lungekapasitet	Fibertypesammensetning
Blodets evne til å frakte oksygen	Mitokondrietetthet
Minuttvolum	Kapillærtetthet

Variasjoner i $VO_{2\text{ maks}}$ verdier, som er observert hos utrente og trente menn og kvinner i samme alder, er i hovedsak grunnet en variasjon i maksimalt slagvolum. Under maksimalt arbeid vil nesten alt tilgjengelig oksygen i blodet bli tatt opp av de arbeidende musklene. Oksygenmengden i det arterielle blodet er omtrent $200\text{ ml O}_2\cdot\text{L}^{-1}$. Når musklene arbeider maksimalt vil verdiene i det venøse blodet falle til omtrent $20 - 30\text{ ml O}_2\cdot\text{L}^{-1}$. Dette viser hvor lite oksygen som er igjen i blodet under aktivitet der musklene arbeider maksimalt. Hovedmekanismen for å øke $VO_{2\text{ maks}}$ ved trening vil være å øke blodgjennomstrømningen (O_2 tilførsel), og det er antatt at 70 – 85 % av begrensningene til $VO_{2\text{ maks}}$ har en sammenheng med det maksimale minuttvolumet (Bassett & Howley, 2000).

Minuttvolum er den mengden blod som blir pumpet ut av venstre ventrikkel av hjertet i løpet av ett minutt (Kent, 2006). Minuttvolumet i hvile er på omtrent $4 - 6\text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ med en utvinning på $40 - 50\text{ ml O}_2\cdot\text{L}^{-1}$. Det totale oksygenopptaket i hvile er på omtrent $0.2 - 0.3\text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ (Åstrand et al., 2003). Fra hvile til maksimalt arbeid vil det i store deler av treningsintensitetens rekkevidde være en lineær økning av minuttvolumet og oksygenopptaket (Åstrand et al., 2003, McArdle et al., 2010).

Minuttvolum er et produkt av hjertefrekvens (Hf) og slagvolum (SV) (Pate & Kriska, 1984, Kent, 2006). Den maksimale hjertefrekvensen er ikke trenbar, for å øke minuttvolumet må derfor slagvolumet øke. Slagvolum er den mengden blod som blir pumpet ut av venstre ventrikkel for hvert hjerteslag (McArdle et al., 2010) og er differansen mellom endediastolisk- og endesystolisk volum (Kent, 2006). Den venøse tilbakestrømmingen til hjertet og ventriklens evne til å strekke seg ut (elastisitet) er faktorer som påvirker slagvolumet. En annen faktor som er med på å påvirke slagvolumet er det arterielle trykket (Åstrand et al., 2003). Ved økt aktivitet vil skjelettmusklene ta opp 80 – 85 % av oksygenet fra minuttvolumet, sammenlignet ved hvile hvor det blir tatt opp omtrent 15 % (Åstrand et al., 2003).

Utholdenhetstrening kan føre til at hjertets slagvolum øker både ved hvile og under aktivitet. Fire faktorer er med på å øke hjertets slagvolum; 1) økt volum og blodmengde i venstre ventrikkel, 2) økt elastisitet av hjertet og arterievegger, 3) økt diastolisk fyllingstid (på grunn av lavere hvilepuls), 4) en mulig forbedret indre kontraktile funksjon av hjertet (Åstrand et al., 2003, McArdle et al., 2010).

Lee et al (1999) fant at individer med en høyere aerob kapasitet, uavhengig av kroppssammensetning, har en lavere mortalitetsrisiko av ulike sykdomsårsaker sammenlignet med individer med lavere aerob kapasitet. Dette viser at en lav $VO_{2\text{ maks}}$ er en større risikofaktor enn å være overvektig eller å ha fedme. Studien konkluderer også med at for å bedre helsen på lang sikt bør det fokuseres mer på en økt aerob kapasitet gjennom fysisk aktivitet i stede for kun å fokusere på vektkontroll (Lee et al., 1999). Myers et al (2002) påpeker også at treningsstatus er en sterkere indikator for mortaliteten av hjerte- og karsykdommer hos menn sammenlignet med andre etablerte risikofaktorer som blant annet høyt blodtrykk, røyking og diabetes.

2.3.2. Effekt av aerob utholdenhetstrening på $VO_{2\text{ maks}}$

I treningsintervensjoner hvor treningsmetoden er aerob utholdenhetstrening kategoriseres intensiteten ofte som lav, moderat og høy. Lav treningsintensitet er på omtrent 60 – 70 % av Hf_{maks} , moderatintensitet 70 – 85 % av Hf_{maks} og høyintensitet 85 – 95 % av Hf_{maks} (van Aggel-Leijssen et al., 2002, Kent, 2006, Lazzer et al., 2010).

For å forbedre $VO_{2\text{ maks}}$ er det viktig å stresse det kardiovaskulære systemet (Pollock et al., 1998) Flere studier viser at den mest effektive metoden for å øke $VO_{2\text{ maks}}$ er ved trening med arbeidsperioder på 1 – 8 minutter, med en intensitet på 90 – 95 % av $VO_{2\text{ maks}}$ (Wenger & Bell, 1986, Billat, 2001, Rognmo et al., 2004, McMillan et al., 2005, Helgerud et al., 2007, Talanian et al., 2007, Wisløff et al., 2007, Perry et al., 2008, Tjønnå et al., 2008, Tjønnå et al., 2009, Little et al., 2009). Hvileperiodene burde være omtrent like lange som intervallene (Daniels, 2005). Det er også anbefalt med aktive pauser for å unngå at hjertefrekvensen faller for mye mellom hver intervall og for å fjerne opphoping av melkesyrer. (Billat, 2001, Daniels, 2005, Helgerud et al., 2007,). Antall økter i uken vil også påvirke økningen av $VO_{2\text{ maks}}$ (Wenger & Bell, 1986). En studie av Helgerud et al (2007) viste at trening $\leq 85\%$ av Hf_{maks} ikke ga en signifikant økning i $VO_{2\text{ maks}}$ på godt trente studenter. Dette skyldes at denne treningsintensiteten ikke øker slagvolumet for trente personer som er en vesentlig faktor for å forbedre $VO_{2\text{ maks}}$ (Wenger & Bell, 1986, Helgerud et al., 2007). En studie gjort av Wisløff et al (2007) på 27 hjertepasienter viste derimot til en økning på 14 % i $VO_{2\text{ maks}}$, i en gruppe som trente på moderat intensitet (70 - 75 % av Hf_{peak}), etter en treningsperiode på 12 uker. Det samme kom fram i studien til Tjønnå

et al (2008) hvor man testet personer med metabolsk syndrom. Her økte gruppen som trente på moderat intensitet $VO_{2\text{ maks}}$ med 16 %, etter en treningsperiode på 16 uker (Tjønnå et al., 2008). Nybo et al (2010) fant ved moderat trening (80 % av $Hf_{\text{ maks}}$) på utrente menn at $VO_{2\text{ maks}}$ ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) økte med 7 %. Det kan derfor se ut til at trening på moderat intensitet kan øke $VO_{2\text{ maks}}$ blant utrente personer uavhengig av KMI. Tabell 5 viser effekten av aerobutholdenhetstrening ved ulik intensitet på $VO_{2\text{ maks}}$ fra et utvalg studier.

Tabell 5: Oversiktstabell over effekten av aerobutholdenhetstrening på $VO_{2\text{ maks}}$.

$VO_{2\text{ maks}}$ ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)							
Intensitet % av $Hf_{\text{ maks}}$	Treningsform	Pre	Post	Δ %	Økter/ uker	Utvalgsstatus	Forfatter
65 – 75	Sammenhengende gange 41 min	32, 1	34, 8	8,4	3/10	Hjertepasienter	Rognmo et al., 2004
85-95	4x4 gange	31, 8	37, 8	18, 9	3/10	Hjertepasienter	Rognmo et al., 2004
70	Sammenhengende løping 45 min	55, 8	56, 8	1, 8 #	3/8	Friske studenter	Helgerud et al., 2007
85	Sammenhengende løping 24,25 min	59, 6	60, 8	2, 0 #	3/8	Friske studenter	Helgerud et al., 2007
90-95	4x4 løping	55, 5	60, 4	8, 8	3/8	Friske studenter	Helgerud et al., 2007
50-85 (HRR)	Rask gange og sykling/ 12- 45	2, 38	2, 89	21	3-5/12	Overvektige kvinner	Sarsan et al., 2006
70-75	Sammenhengende gange 47 min	13, 0	14, 9	14, 6	3/12	Hjertepasienter	Wisløff et al., 2007
90-95	4x4 gange	13, 0	19, 0	46,2	3/12	Hjertepasienter	Wisløff et al., 2007
70	Sammenhengende aktivitet 47 min	36, 0	41, 6	15, 6	3/16	Individer m/ metabolsk syndrom	Tjønnå et al., 2008
90	4x4 gange/løp	33, 6	45, 3	34,8	3/16	Individer m/ metabolsk syndrom	Tjønnå et al., 2008
90-95	4x4 gange/løp	32, 3	36, 0	9, 3	2/12	Overvektige ungdommer	Tjønnå et al., 2009
80	Sammenhengende løping 60 min	39, 3	42, 2	7,4	2,5/12	Utrente menn	Nybo et al., 2010
≥ 95	5x2 løping	36, 3	41, 4	14	2/12	Utrente menn	Nybo et al., 2010

Verdier presentert ved pre- og posttest og differansen mellom pre og post test. Δ = differansen mellom pre- og post test.
= ikke signifikant forandring fra pre- til posttest.

2.4. Fettomsetning

Fett og karbohydrater er hovedkilden til energiomsetningen (Achten & Jeukendrup, 2004, Venables et al., 2005) Protein utgjør kun en liten del av energibehovet (2 – 5 % hos velernærte individer), men er helt nødvendig for anabolske prosesser i kroppen (McArdle et al., 2010). En økt fettomsetning kan være av stor betydning for personer med sykkelig overvekt fordi det kan være med på å motvirke en ytterligere lagring og muligens en reduksjon av fett (Blaak & Saris, 2002, Kiens et al., 2011).

2.4.1. Lipider

Lipider er en viktig energikilde både for muskelfibre og andre celler i kroppen, og blir i dagligtalen omtalt som fett. I motsetning til karbohydrater kan det bli lagret bortimot ubegrensede mengder av fett (Åstrand et al., 2003). Fett inneholder omtrent dobbelt så mange kalorier per gram enn karbohydrater (9 kcal/g vs. 4 kcal/g) og er derfor en gunstig måte å lagre energi på. Til tross for dette er ikke fett like tilgjengelig for energiomsetning som lagrede karbohydrater (Lakka & Bouchard, 2005, Kent, 2006). Mesteparten av fettet blir lagret i underhuden som triglyserider. For å kunne bli utnyttet som energi må triglyseridene brytes ned gjennom lipolysen til glyserol og frie fettsyrer (Horowitz, 2001, Kent, 2006). Lipider kan deles inn i tre ulike typer: enkle lipider, sammensatte lipider og steroider (kolesterol og steroidhormoner) (Kent, 2006). Enkle lipider består hovedsakelig av triglyserider og utgjør mesteparten av fettet som er lagret i fettcellene (adiposytene) i kroppen (McArdle et al., 2010).

Det er tre ulike fettkilder som er tilgjengelig for energiomsetning. 1) fettsyrer i blodet som er frigitt ved hjelp av lipolyse fra kroppsfettet til blodet, denne representerer hovedkilden, 2) fettsyrer løst fra sirkulerende Very Low density Lipoprotein (VLDL) og 3) Intramuskulær triglyserid depot (Schrauwen et al., 2002, Kiens et al., 2011).

Alle cellene lagrer noe fett, men det er fettcellene som er den viktigste leverandøren av fettsyremolekyler (McArdle et al., 2010). Lipolysen og nedbrytning av triglyserider skjer i cytosol i fettcellene. Fettsyrene som blir frigjort under lipolysen vil tre inn i blodet og binde seg til proteinet albumin for deretter å transporteres som frie fettsyrer til ulike vev i kroppen. (Åstrand et al., 2003). For å bli tatt opp i skjelettmuskulaturen løser albumin seg fra de frie fettsyrene slik at de kan transporteres inn i muskelcellene. Transporten skjer enten ved diffusjon eller ved

hjelp av et bærerprotein gjennom cellemembranen (Jogl et al., 2004, McArdle et al., 2010).

På innsiden av muskelfibrene har frie fettsyrer i hovedsak to oppgaver; Reestifisering for å lagres som intramuskulære triglyserider, eller binde seg med et intramuskulært protein og tre inn i mitokondriene, for å bidra i energiomsetningen. Denne prosessen skjer ved hjelp av carnitine acyltransferase (enzymer i mitokondriemembranen) (Jogl et al., 2004, Horowitz, 2001). Enzymene har stor betydning for metabolismen av frie fettsyrer, fordi de er med på å sette i gang prosesser for å transportere fettsyrer fra cytoplasma og inn i mitokondriene (Kent, 2006, Jogl et al., 2004).

Lipolysen av triglyseridene som inntas gjennom kosten skjer i tynntarmen. Enzymet lipoprotein lipase befinner seg i kapillærveggene og katalyserer hydrolysen av triglyserider som transporteres av lipoproteiner. Fettsyrene som er frigjort av lipoprotein lipasen blir deretter tatt opp av fettvev og muskelceller. (McArdle et al., 2010).

2.4.2. Faktorer som påvirker fettomsetningen

Sentrale og perifere faktorer som kan påvirke fettomsetningen er vist i tabell 6.

Tabell 6: Sentrale og perifere faktorer som kan påvirke fettomsetningen

Sentrale faktorer	
Kosthold	Stisen et al., 2006, Kiens et al., 2011,
Varighet på treningen	Christensen & Hansen, 1939
Treningsintensitet	van Aggel-Leijssen et al., 2002, Achten et al., 2004, Nordby et al., 2006
VO ₂ maks	Nordby et al., 2006, Talanian et al., 2007, Krstrup et al., 2008
Perifere faktorer	
Insulinsensitivitet	Horowitz, 2001, Venables & Jeukendrup 2008,
Glykogeninnhold i muskelen	Schrauwen et al., 1997, Kiens et al., 2011
Muskelfibertype	Åstrand et al., 2003, Stisen et al., 2006, Corcoran et al., 2007

Fysiologisk sett er det flere metoder for å øke fettomsetningen. Trening kan øke oksideringen av frie fettsyrer ved at det totale kaloriforbruket øker, og er derfor en effektiv metode. (Horowitz & Klein, 2000, Nordby et al., 2006, Kiens et al., 2011). Balansen mellom fettsyre- og karbohydratomsetning kan også reguleres gjennom kostholdsmanipulering. En fettrik diett kan føre til et økt potensial for fettoksidering ved at innholdet av ulike enzymer og proteiner som inngår i fettomsetningsprosessen øker (Kiens et al., 2011). Varigheten på treningen vil også være med på å påvirke fettomsetningen. Ved langvarig utholdenhetstrening (omtrent 60 – 90 min) uten inntak av karbohydrater vil glykogenlagrene tømmes og fett vil bidra som hovedenergikilde (Christensen & Hansen, 1939, Åstrand et al., 2003)

Perifere faktorer som påvirkes ved trening kan ha innflytelse på konsentrasjonen og utnyttelsen av frie fettsyrer (Askew, 1984, Åstrand et al., 2003). Hormonet noradrenalin (katekolamin) er en viktig faktor for mobilisering av frie fettsyrer under aktivitet. En liten økning av hormonet kan føre til en markant økning av frie fettsyrer i blodet, som igjen kan føre til en økt omsetning av frie fettsyrer (Åstrand et al., 2003). En akkumulasjon av laktat under kort intenst arbeid kan hindre en økning av frie fettsyrer i blodet under selve treningen, men etter treningsperioden og når laktatnivået har falt vil det skje en etterfølgende økning av frie fettsyrer (Horowitz & Klein, 2000, Åstrand et al., 2003). Ved langvarig moderatintensiv utholdenhetstrening er det vist at laktatnivået ikke vil øke betydelig, men det vil katekolaminnivået gjøre. Dette kan forklare det økte nivået av frie fettsyrer under moderat trening (Åstrand et al., 2003).

I forhold til muskelfibertypesammensetning omsettes fettsyrene i første rekke i type – I muskelfibrene. Ved økt treningsintensitet blir flere type – II muskelfibre mobilisert. Som nevnt er type I fibre mer oksidative og har flere mitokondrier enn type II fibre. Dette gjør også type I fibre mer effektive i forhold til fettomsetning (Helge et al., 1999, Corcoran et al., 2007, Janovská et al., 2010). Muskelfibertype II inneholder færre mitokondrier enn type I og bruker i hovedsak glukose og glykogen som energikilde (Blaak & Saris, 2002). Studien til Wade et al (1990) og Colberg et al (1995) viste at overvektige individer har en lavere andel av muskelfibertype I og en høyere andel muskelfibertype II.

2.4.3. Fettomsetning under aktivitet

Selv om tilgangen til fett nesten er ubegrenset vil det ikke kunne dekke energibehovet under høy intensitet. Når karbohydratlagrene er tomme vil fettomsetningen alene bare kunne tilby nok energi til en intensitet som tilsvarer omtrent 50 % av VO_{2maks} (Åstrand et al., 2003, Lazzer et al., 2010).

Arbeid som utføres under aerobe forhold vil i hovedsak benytte fett som hovedenergikilde, mens arbeid som utføres under anaerobe forhold vil benytte karbohydrater som hovedkilde (Askew, 1984). Høyintensiv trening med kort varighet vil hindre mobilisering av fett og en tilstrekkelig levering av oksygen til de arbeidende musklene. Dette vil igjen føre til at omsetningsprosessen av fett ikke settes i gang, og karbohydrater vil derfor være hovedenergikilden under slike forhold. Dette er også tilfelle i de første minuttene av lav- til moderatintensiv trening på grunn av tiden som kreves for å mobilisere og levere fettsyrer fra fettvevet til de arbeidende musklene (Askew, 1984).

Når intensiteten øker, øker også utnyttelsen av intramuskulære triglyserider og kan representere nesten halvparten av alt fett som blir oksidert (Horowitz & Klein, 2000). Til tross for et høyt energiforbruk under høyintensiv trening vil fettomsetningen i prosent av den totale substratutnyttelsen være høyere på lav intensitet. Likevel kan den totale omsetningen av fett være større ved høy intensitet ettersom den totale energiomsetningen er større, omsetningen av fett kan derfor være større per tidsenhet. (Tjønnå et al., 2009). Reduksjonen i anvendelsen av fett ved høy intensitetstrening kommer delvis av et fall i sirkulerende fettsyrer på grunn av en nedgang i frigjøringen av fettsyrer fra det lagrede kroppsfettet. Nedgangen av fettsyrer som blir frigitt til blodet skyldes ikke en nedgang i lipolysen. Det er vist at nedbrytning av fett (lipolysen) er den samme ved trening på både 85 % og 65 % av VO_{2maks} (Horowitz & Klein, 2000). Rett etter en treningsøkt med høy intensitet vil en større mengde fettsyrer frigjøres til blodet og konsentrasjonen av fettsyrer øker. Dette fører likevel ikke til at det skjer en medfølgende økning i lipolysen. Ut i fra dette kan det se ut til at en nedgang av fettsyrer som blir frigitt til blodet under høyintensiv utholdenhetstrening kan komme av en redusert frigjøring av fettsyrer fra det lagrede kroppsfettet. Årsaken til dette kan være den lave blodgjennomstrømningen til fettvevene som hindrer at fettsyrene blir fjernet (Horowitz & Klein, 2000).

Flere studier viser at fettomsetningen i musklene øker fra hvile til moderat intensitet, mens den blir konstant eller synker når intensiteten blir for høy (Romijn et al., 1993, Achten & Jeukendrup, 2003, Achten et al., 2004, Venables et al., 2005). Dette er i samsvar med Krogh & Lindhard (1920) som fant ved å måle den respiratoriske utvekslingsgraden at fettomsetningen øker fra hvile og opp til en intensitet på 65 % av $VO_{2\text{ maks}}$. Når intensiteten overstiger 65 % av $VO_{2\text{ maks}}$ vil fettomsetningen gradvis synke, og karbohydrater vil i takt med at intensiteten stiger ta over for den nødvendige energien (Krogh & Lindhard, 1920). I følge Romijn et al (1993) vil den totale fettomsetningen være høyere under trening på moderat intensitet (65 % av $VO_{2\text{ maks}}$) sammenlignet med trening på 25 % og 85 % av $VO_{2\text{ maks}}$. Dette er vist på trening som involverer hele kroppen (Romijn et al., 1993). En annen studie gjennomført av Venables et al (2005) viste at fettomsetningen økte fra en intensitet på omtrent 35 % av $VO_{2\text{ maks}}$ og nådde den høyeste fettomsetningen ved en intensitet på 48 ± 1 % av $VO_{2\text{ maks}}$ (Venables et al., 2005). Ut i fra Nordby et al (2006) nådde utrente individer den maksimale fettomsetningen ($FAT_{\text{ maks}}$) ved en lavere prosent av $VO_{2\text{ maks}}$ enn trente individer (43 ± 2 % og 50 ± 1 % av $VO_{2\text{ maks}}$). Blant utrente ungdommer med fedme fant Lazzer et al (2010) at $FAT_{\text{ maks}}$ var på 42 ± 6 % av $VO_{2\text{ maks}}$. I studien til Nordby et al (2006) ble det også observert at fettomsetningen ved relativ arbeidsbelastning var høyere hos trente sammenlignet med utrente (462 ± 33 mg/min og 250 ± 25 mg/min). Ut i fra dette kan det se ut til at trente individer (målt som et høyere $VO_{2\text{ maks}}$) kan ligge på en høyere prosent av $VO_{2\text{ maks}}$ og på en høyere arbeidsbelastning og samtidig omsette mer fett enn utrente (Nordby et al., 2006).

I studien til Blaak & Saris (2002) konkluderes det med at individer med fedme har en redusert evne til å mobilisere fettsyrer fra fettvev og til å omsette fett i skjelettmuskulaturen. Det er flere mekanismer som kan vær årsaken for den svekkede evnen til å utnytte fettsyrer; konsentrasjonen av frie fettsyrer i kapillærene rundt musklene, skjelettmuskulaturens karakteristikk og glykogeninnhold i musklene (Blaak & Saris, 2002, Nordby et al., 2006, Kiens et al., 2011). I tillegg er det flere hormonelle, nevrale og genetiske faktorer som kan medvirke til den defekte kapasiteten til å oksidere fett hos overvektige individer (Blaak & Saris, 2002, McArdle et al., 2010).

2.4.4. Nedsatt insulinsensitivitet i forhold til fettomsetning

En faktor som kan være med på å påvirke fettomsetningen er nedsatt insulinsensitivitet. Nedsatt insulinsensitivitet kan oppstå etter langvarig ukontrollert blodsukkernivå og forhøyet insulinivå. Etter en tid vil kroppen ignorere signaler som insulinet gir, og insulinet vil lagre fett i stede for å forbrenne fett (Bahr, 2008). Nedsatt insulinsensitivitet er sterkt assosiert med de fleste risikofaktorene som er koblet til metabolsk syndrom (Alshehri, 2010). Mer enn 70 % av personer med fedme har metabolsk syndrom (Halvorsen og Tonstad, 2008). Metabolsk syndrom innebærer at man er abdominal overvektig, og at to av de fire følgende faktorene er påvist; forhøyet nivå av triglyserider, redusert nivå av High-density lipoprotein (HDL-kolesterol), høyt blodtrykk og hyperglykemi. Den underliggende dominerende risikofaktoren for metabolsk syndrom ser ut til å være abdominal overvekt og nedsatt insulinsensitivitet (Alberti et al., 2006). Mer enn 80 % av personer som har diabetes type 2 har også metabolsk syndrom (Alberti et al., 2006).

2.4.5. Effekt av aerob utholdenhetstrening på fettomsetning

En viktig effekt av aerob utholdenhetstrening er økt omsetning av frie fettsyrer og et redusert energiutbytte fra glykogen (Nordby et al., 2006, Stisen et al., 2006). Forskjellen i substratutnyttelsen hos trente og utrente kan skyldes redusert laktatproduksjon under trening hos bedre utholdenhetstrente personer. På grunn av en effektiv oksygentransport, og bedre utnyttelse av oksygen og substrater i de arbeidende musklene, kan personer som er godt utholdenhetstrent arbeide nærmere sin maksimale aerobe kapasitet sammenlignet med utrente (Achten & Jeunkendrup, 2003). I tillegg vil økt aerob kapasitet føre til en større mengde intramuskulære triglyserider som gjør fett lettere tilgjengelig for energiomsetning (Åstrand et al., 2003).

van Aggel-Leijssen et al (2002) testet effekten av trening på ulik intensitet (40 % av VO_{2maks} og 70 % av VO_{2maks}) på fettomsetning hos menn med fedme ($KMI > 30 \text{ kg/m}^2$). Treningsperioden varte i 12 uker hvor kaloriforbruket på treningsøktene skulle tilsvare samme mengde i de to treningsgruppene. Det ble ikke funnet en signifikant forandring på den totale fettomsetningen ved hvile etter treningsperioden. Fettomsetning under aktivitet økte derimot med 40 % i gruppen som trente på moderat intensitet, men det ble ikke funnet noen forandring i gruppen som trente på

høy intensitet. Studien til Venables & Jeukendrup (2008) viste også til økt fettomsetning under aktivitet hos friske menn med fedme ($KMI > 30 \text{ kg/m}^2$) på tilsvarende treningsintensitet ($44 \pm 6 \%$). Treningsperioden var på 2 x 4 uker hvor det ble benyttet samme deltakere under begge treningsmetodene med seks ukers mellomrom. De første fire ukene besto av utholdenhetstrening ved en individuell fastsatt treningsintensitet ($44 \pm 6 \%$ av $VO_{2 \text{ maks}}$) for å fremprovosere den maksimale fettomsetningen. Den andre treningsperioden besto av intervaller på fem minutter ($65 \pm 6 \%$ av $VO_{2 \text{ maks}}$). Det gjennomsnittlige kaloriforbruket var tilsvarende under de to treningsperiodene, men i den første perioden oksiderte deltakerne gjennomsnittlig dobbelt så mye fett under hver økt sammenlignet den andre treningsperioden. Etter de første fire ukene økte fettomsetningen med 44 % på relativ belastning etter treningsintervensjonen, det ble ikke funnet noe forandring etter de siste fire ukene med trening (Venables & Jeukendrup, 2008). I motsetning viste Amati et al (2008) til en signifikant økt fettomsetning under aktivitet hos overvektige eldre etter en treningsperiode på 16 uker med trening på 75 % av $VO_{2 \text{ peak}}$. Tabell 7 viser effekten av aerobutholdenhetstrening på fettomsetning fra et utvalg studier.

Tabell 7: Oversiktstabell over effekten av aerobutholdenhetstrening på fettomsetning under aktivitet

Fettomsetning (g/min^{-1})							
Intensitet	Treningsform	Pre	Post	$\Delta \%$	Økter/ uker	Utvalgsstatus	Forfatter
40 % $VO_{2 \text{ maks}}$	Sykling 57,1 min	1138 *	1597*	40	3/12	Overvektige menn	van Aggel-Leijssen et al., 2002
70 % $VO_{2 \text{ maks}}$	Sykling 32,8 min	1546*	1591*	3#	3/12	Overvektige menn	van Aggel-Leijssen et al., 2002
90 av % $Hf_{\text{ maks}}$	Sykling 10x4	0,25	0,34	36	3,5/2	Friske aktive kvinner	Talanian et al., 2007
Maksimal fettomsetning	30 - 60 min	0,25	0,35	40	5/4	Overvektige voksne	Venables & Jeukendrup, 2008
$\pm 20 \%$ av maksimal fettomsetning	30 - 60 min	0,29	0,29	0	5/4	Overvektige voksne	Venables & Jeukendrup, 2008

Verdier presentert ved differanse mellom pre- og posttest: Δ = differanse mellom pre- og posttest. I studien til Venables & Jeukendrup (2008) økte varigheten på øktene med 10 min per uke. Samme deltakere ble benyttet på begge treningsmetodene med 6 ukers mellomrom. # = $P > 0.05$. * = Fettomsetning målt i $\mu\text{mol/min}$.

2.5. Kroppssammensetning

Kroppssammensetning kan defineres som den relative mengden av ulike komponenter som kroppen består av. Fettfrimasse (FFM) inneholder alt kroppsvev som ikke er kroppsfett dette inkluderer muskler, bein, vann, vev og organer (Kent, 2006, Andreou et al., 2011). Fettmasse er den totale mengden fett i kroppen og blir vanligvis uttrykket som prosenten av den totale kroppsmassen (Kent, 2006). Muskelmasse er vekten av musklene i kroppen. Dette inkluderer skjelettmuskulaturen, den glatte muskulaturen og vannet som befinner seg i musklene, og en økt muskelmasse kan føre til økt energiforbruk (Åstrand et al., 2003, Andreou et al., 2011). Vektreduksjon kan føre til tap av muskelmasse og styrketrening kan være med på å motvirke dette (Ballor & Keeseey, 1991).

Kroppssammensetningen kan måles direkte eller indirekte. En metode for direkte målinger er at kroppen blir oppløst i en kjemisk løsning for deretter å vurdere mengden fett og fettfri masse. En annen metode er fysisk å dissekere fett, fettfri vev, muskler og bein fra hverandre (McArdle et al. 2010). Ulike indirekte målinger av kroppssammensetning er blant annet: hudfolds- og omkretsmåling, hydrostatisk veiing, røntgenmålinger (DXA), bioelektrisk impedans analyse (BIA), infrarød målinger, ultralyd, CT målinger (computertomografi), Aie plethysmography og MR (McArdle et al., 2010, Andreou et al., 2011).

2.5.1. Effekt av aerob utholdenhetstrening på kroppssammensetning

Abdominalt fett kan reduseres ved jevnlig fysisk aktivitet uten endringer i energiinntaket for normalvektige, overvektige og personer med fedme (Lakka & Bouchard, 2005). Foster-Schubert et al (2011) sammenlignet effekten av kosthold kombinert med trening, kosthold alene, og trening alene på overvektige inaktive kvinner ($KMI 30.9 \pm 4.0 \text{ kg/m}^2$) i forhold til kroppssammensetning.

Utholdenhetstreningen ble gjennomført på moderat intensitet (70 – 85 % av Hf_{maks}) med minimum 3 økter i uka. Intervensjonen varte i 12 måneder og førte til reduksjon blant de tre gruppene i kroppsvekt (10.8 %, 8.5 %, 2.4 %), midjemål (7.5, 4.7 %, 2.1 %), KMI (10.8 %, 8.6 %, 2.4 %) og fettprosent (12.4 %, 8.9 %, 3.3 %). Gruppen som gjennomførte både trening og endring av kosthold hadde i gjennomsnitt størst nedgang i de ulike parameterne. Gruppen som kun trente hadde lavest nedgang sammenlignet med de to andre (Foster-Schubert et al., 2011). Slentz et al (2004) fant

derimot at trening alene uten kostholdrestriksjoner på inaktive overvektige individer (KMI 29.7 ± 3.2) endret blant annet kroppsvekt, midjemål, KMI og fettprosent. Det kom frem at treningsmengde uavhengig av intensitet ga en signifikant større nedgang i vekt og fettprosent. Slentz et al (2004) påpeker at varighet på treningen ser ut til å ha betydning for endring av kroppssammensetning og at intensiteten er mer uklar. Dette indikerer også studien til Nybo et al (2010) som fant at trening på moderat intensitet (80 % av Hf_{maks}) på utrente menn i 12 uker førte til signifikant reduksjon i fettprosent og kroppsvekt. Det ble ikke funnet noen signifikant forandring i fettprosent og kroppsvekt for gruppen som gjennomførte høyintensiv intervalltrening (5 x 2 min, > 95 % av Hf_{maks}). Gruppen som trente på moderat intensitet hadde omtrent 1800 treningsminutter i løpet av 12 uker. Mens intervallgruppen hadde omtrent 480 min inkludert oppvarming (Nybo et al., 2010).

Tjønnå et al (2009) sammenlignet høyintensiv intervalltrening med MTG (Tverrfaglig vektreduksjonsprogram) på overvektige ungdommer. Intervallgruppen gjennomførte to økter i uka i tre måneder, og ble oppfordret til å gjennomføre to intervaller i uken de neste tre månedene. De siste seks månedene gjennomførte de en økt i uken. MTG skulle følge et regime i 12 måneder med oppfølgingsmøter hver andre uke med fysioterapeut, ernæringsfysiolog, fysiolog og psykolog. Det ble etter 3 og 12 måneder vist en reduksjon av fettprosent i intervallgruppen (Tjønnå et al., 2009). Tjønnå et al (2008) bemerker at dersom treningsmengden er lik for ulike grupper kan det se ut til at høy intensitetstrening er mer effektivt for å redusere kroppsvekten for ungdommer og voksne. Dette er i enighet med Krstrup et al (2009). Ingul et al (2010) gjennomførte høyintensiv intervaller på overvektige ungdommer i 13 uker og fant en reduksjon av midjemål og kroppsfett, men ingen forandring i KMI. Ingul et al (2010) påpeker at målet for behandling av overvektige ikke nødvendigvis er en redusert vekt, men å hindre vektøkning. Muskler er tyngre enn fett og derfor kan virkningen av fysisk aktivitet føre til en reduksjon av fettprosent og ikke kroppsvekt. De bruker dette som en forklaring på hvorfor KMI ikke endret seg etter intervensjonen (Ingul et al., 2010). Tabell 8 viser til effekten av aerobutholdenhetstrening på fettprosent fra et utvalg studier.

Tabell 8: Effekt av aerobutholdenhetstrening på fettprosent

Fettprosent							
Intensitet	Treningsform	Pre	Post	Δ %	Økter/ uker	Utvalgsstatus	Forfatter
MTG	MTG	41,1	40,8	0,7 #	(3/12)	Overvektige ungdommer	Tjønnå et al., 2009
90-95 % av Hf_{maks}	4x4 gange/løp	40,6	39,3	3,2	(2/12)	Overvektige ungdommer	Tjønnå et al., 2009
80 % av Hf_{maks}	Sammenhengende løping 60 min	24,3	22,6	7	(2,5/12)	Utrente menn	Nybo et al., 2010
> 95 % av Hf_{maks}	5x2 min løping	24,7	24,2	2 #	(2/12)	Utrente menn	Nybo et al., 2010
Maksimal fettomsetning	30 - 60 min	28,7	28,6	0,3 #	(5/4)	Overvektige voksne	Venables & Jeukendrup, 2008
\pm 20 % av maksimal fettomsetning	30 - 60 min	29,9	29,5	1,3 #	(5/4)	Overvektige voksne	Venables & Jeukendrup, 2008
70 - 85	45 min sammenhengende spinning, gange m/kostendring	47,4	41,5	12,4	(3/52)	Overvektige kvinner	Foster-Schubert et al., 2011
70-85 % av Hf_{maks}	45 min sammenhengende spinning, gange	47,3	45,7	3,3	(3/12)	Overvektige kvinner	Foster-Schubert et al., 2011
65 - 80 % av $VO_{2\ peak}$	Sykkel, gange/løp	34,1	29,4	13,8	(32 km uken/32)	Overvektige	Slentz et al., 2004
65 - 80 % av $VO_{2\ peak}$	Sykkel, gange/løp	33,7	31,1	7,7	(19.2 km uken/32)	Overvektige	Slentz et al., 2004
40 - 55 % av $VO_{2\ peak}$	Sykkel, gange/løp	33,6	31,2	7,1	(19.2 km uken/32)	Overvektige	Slentz et al., 2004

Verdier presentert ved differansen mellom pre og post test. Δ = differansen mellom pre- og post test. # = ikke signifikant forandring fra pre- til posttest.

3.0. Metode

Denne studien er en del av et større prosjekt som omhandler trening hos personer med sykkelig overvekt. Studien startet i januar 2009 og er fortsatt pågående (Støa in progress). Treningsgruppen i denne mastergradsavhandlingen ble testet i forhold til effekten av moderatintensiv utholdenhetstrening. Intervensjonen startet våren 2011 og ble avsluttet november 2011. Prosjektet er godkjent fra Regional Etisk Komite (S-08699A) (vedlegg 1). Alle deltakerne fikk muntlig informasjon om studien og de som ønsket å delta skrev under på et samtykkeskjema (vedlegg 2). Deltakerne kunne til en hver tid trekke seg uten å oppgi grunn.

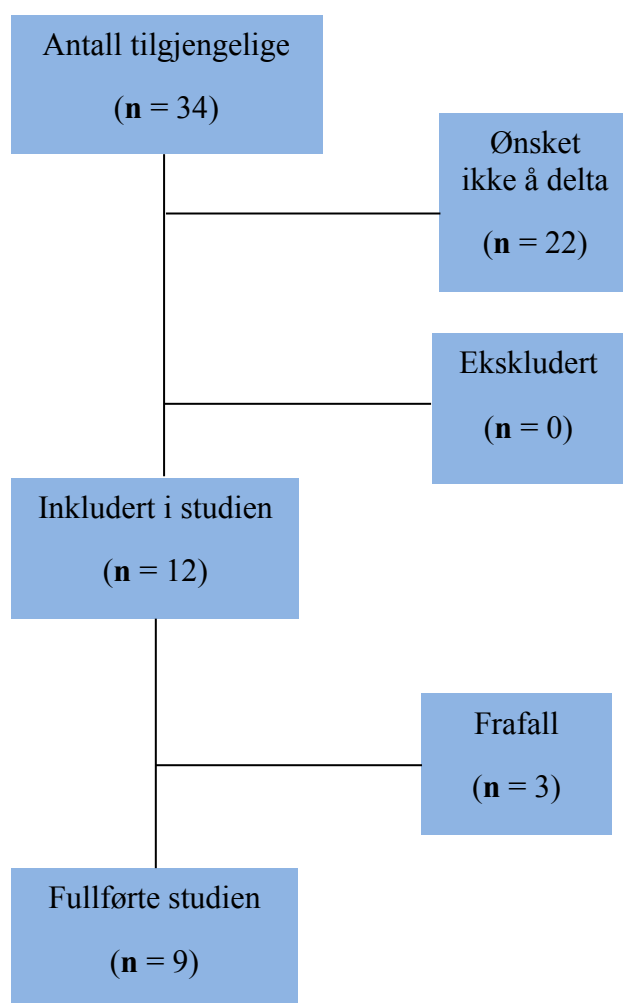
3.1. Utvalg

12 voksne personer med sykkelig overvekt, åtte kvinner og fire menn deltok i studien. Høyde 173 ± 11 cm, kroppsvekt $118 \pm 17,2$ kg, BMI $39,2 \pm 2$ og alder (43 ± 11) 25–57 år. Testpersonene ble rekruttert fra Telemark Rehabiliteringssenter avdeling for livsstilsendring ved Nordagutu. Det er satt ulike kriterier for å delta i opplegget på Telemark Rehabiliteringssenter. Disse kriteriene var også gjelde for studien, og det ble i tillegg satt ytterligere kriterier for å delta i treningsintervensjonen. Tabell 9 viser inklusjons- og eksklusjonskriteriene.

Tabell 9: Inklusjons- og eksklusjonskriterier for å delta i studien

Inklusjon	Eksklusjon
18 – 67 år	Delta eller ta i bruk andre behandlingsopplegg for vektreduksjon
KMI ≥ 35 med følgesykdommer	
KMI ≥ 40	Bruk av rusmidler
Medisinsk vurdering	Påvist sykdom siste uka før testing
Psykisk helse til å gjennomføre gruppebaserte tilbud	Frafall ved Telemark Rehabiliteringssenter
Komme seg opp og ned fra gulvet	Trent < 3 økter i uka (1 time per økt)
Kunne gå 1 km sammenhengende	

Totalt var det ni deltakere som fullførte intervensjonen (fem kvinner og fire menn). Tre personer falt fra studien på grunn av 1) sykdom som ikke var relatert til studien, 2) valgte selv å avbryte intervensjonen etter endt opphold på Telemark Rehabiliteringssenter på grunn av reising og flytting, 3) valgte selv å avbryte, og grunnet dette med vanskeligheter med pulsklokke og registrering av trening. Figur 1 viser oversikt over antall tilgjengelige, ekskluderte, inkluderte, frafall og deltakere som fullførte treningsintervensjonen.



Figur 1: Oversikt over antall tilgjengelige, ekskluderte, inkluderte, frafall og deltakere som fullførte treningsintervensjonen.

Tabell 10 viser ulike variabler på deltakerne ved Telemark Rehabiliteringssenter som ønsket å delta i studien og de resterende som ikke ønsket å delta. Det var ikke signifikant forskjell mellom gruppene i disse variablene.

Tabell 10: Deltakere ved Telemark Rehabiliteringssenter som ønsket, og ikke ønsket å delta i studien

Målinger	Deltakere (n=12)	Ikke deltakere (22)	P- verdi
Vekt	116.21 ± 18.54	129.45 ± 21.79	0.085
Alder	42.67 ± 11.34	39.82 ± 13.39	0.54
KMI	39.60 ± 3.45	42.71 ± 4.67	0.052

Verdiene er vist som gjennomsnitt ± SD.

Gjennomsnittsverdiene ved pretest av deltakerne som falt fra studien og de resterende deltakerne som fullførte er representert i tabell 11.

Tabell 11: Frafall av deltakere i studien

Målinger	Frafall (n=3)	Deltakere (n=9)
Kvinner/ menn	3/0	5/4
Alder (år)	42±16	43±11
Kroppsvekt (kg)	110.6±25.3	118±17.2
KMI (Kg/m ²)	41±5	39.2±3
Fettprosent	44.81±0.80	40±4.03
Midjemål (cm)	123.7±17.01	121.3±12.10
Hoftemål (cm)	129.7±19.6	125.6±7.87
Hofte- midjeratio	0.96±0.04	0.97±0.07
VO ₂ (L/min ⁻¹)	2.423±0.517	2.947±0.857

Verdiene er vist som gjennomsnitt ± SD.

3.2. Design

Studien er en naturvitenskapelig eksperimentell intervensjonsstudie med pre- og posttest. Eksperimentelle studier forsøker å etablere forholdet mellom årsak – virkning. Det vil si at en uavhengig variabel blir manipulert for å se om den har en effekt på den avhengige variabelen (Thomas & Nelson, 2001). I den aktuelle studien vil den moderatintensive utholdenhetstreningen (70 – 80 % av Hf_{peak}) være årsaken,

og den uavhengige variabelen. $VO_{2\text{ peak}}$, fettomsetning og kroppssammensetning er virkningen og den avhengige variabelen.

3.3. Treningsprosedyre

Treningen ved Telemark Rehabiliteringssenter består som nevnt av variert fysisk aktivitet som blant annet stabilitet, styrke, basseng, bevegelse, og ulike utholdenhets aktiviteter. Treningen er gruppebasert, og under oppholdet er det en kombinasjon av instruert trening og egentrening med 2 – 3 økter om dagen på omtrent 60 minutter.

Treningsperioden varte i åtte uker og deltakerne ble oppfordret til ikke å overstige 80 % av Hf_{peak} . På grunn av etiske årsaker ble det ikke gitt noen begrensninger ut over dette, og deltakere ble ikke ekskludert selv om de hadde oversteget denne treningsintensiteten. Hver økt ble registrert i skjemaer der de fylte ut tid, gjennomsnittssone av Hf_{peak} , og hvilken aktivitet de utførte (vedlegg 3). Deltakerne måtte oppgi den gjennomsnittlige treningsuken med aktivitet, treningsintensitet og tid den siste måneden før oppholdet ved Telemark Rehabiliteringssenter (vedlegg 4). Oppholdet her varte i fem uker hvor det i den første uken ble utført tester. De fire resterende ukene ble treningen styrt i regi av Telemark Rehabiliteringssenter. Etter endt opphold trente deltakerne på egenhånd hjemme i fire uker før post-test. Samme prosedyre ble fulgt som ved pretest når det gjaldt forberedelser og testing.

3.4. Testprosedyre

Før testene ble utført fylte testpersonene ut et egenerklæringskjema (vedlegg 5). Alle deltakerne ble undersøkt av en lege for å konstatere at de var friske nok til å gjennomføre de fysiske testene. I tillegg fikk de informasjon om hvordan testene skulle utføres og hvilke forberedelser som krevdes for at testene skulle bli mest mulig reelle.

Forberedelsene gikk ut på at testpersonene:

- Ikke skulle ha påvist sykdom eller skade som gjør det farlig å presse seg
- Ikke fått påvist sykdom med feber eller luftveisinfeksjon siste tre døgn (helst siste uke)
- Ikke trent hardt de siste 24 timene
- Ikke drukket alkohol de siste 24 timene

- Ikke innta tobakk eller koffein siste 4 timer
- Ikke spise de siste 2 timene før testing
- Ikke innta annet enn vann de siste 2 timene
- Føle seg mest mulig uthvilt til testen
- Ellers leve mest mulig normalt

Testpersonene ble både pre- og posttestet i fettomsetning og $VO_{2\text{ peak}}$ på ergometersykkel. Før testene ble utført ble deltagerne veid for å kunne oppgi oksygenopptaket i milliliter oksygen/kg kroppsvekt/min, og fettomsetningen i g/min.

3.4.1. 3 x 5 minutter – gradert trenings test

Tre sub maksimale drag av fem minutter på ulik watt belastning sammen med en ordinær stigende $VO_{2\text{ maks}}$ test ble utført for å kunne regne ut 60 % av MAP (Maximal Aerobic Power) watt. Det ble brukt en lineær funksjon som er beskrevet i Helgerud et al (2010) for å regne ut dette. Den lineære funksjonen er basert på et fysiologisk prinsipp som viser at ved et gitt intensitetsnivå vil det være en lineær sammenheng mellom intensitet og O_2 utnyttelse (di Prampero 2003, Helgerud et al., 2010).

3.4.2. $VO_{2\text{ maks}}$ test

$VO_{2\text{ maks}}$ testen ble gjennomført ved at testpersonene startet på en gitt watt ut i fra hvilken fysisk form de var i. Etter teststart økte belastning hvert halve minutt, fra 10 - 20 watt i starten og 5 -10 watt utover i testen. Kriteriene for at $VO_{2\text{ maks}}$ er nådd er frivillig utmattelse, en avflatning i O_2 -kurven og en RQ verdi ≥ 1.05 . Siden ikke alle testpersonene nådde en RQ verdi ≥ 1.05 og at det ikke skjedde en av flatning i O_2 -kurven er det valgt å ta utgangspunkt i $VO_{2\text{ peak}}$. Under testen ble hjertefrekvensen (Hf) notert ned hvert halve minutt. (Bahr et al., 1991). Ekspirasjonsluften (VO_2 og VCO_2) ble analysert kontinuerlig, og det kunne derfor observeres hvor mye oksygen som ble forbrukt per minutt. $VO_{2\text{ peak}}$ ble satt ut i fra de to høyeste VO_2 målingene etter hverandre (måling hvert 20 sekund) (Helgerud et al., 2007). Etter endt test fikk deltagerne 30 minutter pause før fettomsetningstesten ble utført. Testpersonen kunne ikke innta noe annet enn vann mellom testene.

3.4.3. Fettomsetningstest

Fettomsetningstesten ble gjennomført ved at testpersonen syklet i 10 minutter på en intensitet som tilsvarte ca 60 % av Hf_{peak} og på en tråfrekvens på ca 85 omdreininger

per minutt. Etter 5 minutter blir VO_2 stabil (steady state) derfor ble det valgt å gjennomføre testen på 10 minutter. For å kalkulere fettomsetning ble verdiene av oksygenopptaket (VO_2) og fjerning av karbondioksid (VCO_2) regnet ut ved bruk av formelen fra Maffeis et al (2005).

$$(VO_2 \cdot 1.67) - (VCO_2 \cdot 1.67) - 0.307 \cdot (((VO_2 \cdot 5) \cdot 4.2) \cdot 0.12) / 16.74$$

3.4.4. Kroppssammensetning

Kroppsvekten ble målt med en digital vekt. KMI ble regnet ut ved å dele kroppsvekt med høyde² (kg /m²). Hofte- og midjemål ble målt omtrent en centimeter under og over navlen med målebånd. Hofte- midje ratio (HMR) ble regnet ut ved å dividere midje- med hoftemål. Fettprosenten ble målt ved bruk av en fettkaliper. Det ble tatt fem målinger på ulike steder av kroppen; triceps, bryst, abdomen, suprailiac og lår. Resultatet av målingene ble brukt til å regne ut kroppsfett (kg), fettprosent og fettfrimasse (FFM) ved hjelp av en elektronisk kalkulator (Natural Physiques, 2012). Målingene med fettkaliper ble utført av to personer, og det ble utført både inter - og intratester.

3.5. Registrering av kosthold

Ved pretest hadde deltakerne startet med et kostholdsprogram i henhold til Telemark Rehabiliteringssenter. De kvinnelige deltakerne skulle ha et energiinntak som tilsvarte omtrent 1600 kcal om dagen, mens mennene skulle ha et energiinntak på omtrent 1900 kcal. Deltagerne noterte selv kostholdet de siste tre dagene før posttest. Det er valgt å ikke ta med kostholdsregistreringen i resultatene på grunn av store mangler, dette blir omtalt i diskusjonen.

3.6. Registrering av fysisk aktivitet

Den gjennomsnittlige treningsmengden en måned før oppholdet på Telemark Rehabiliteringssenter ble registret ved bruk av spørreskjema. Under intervensjonen ble treningen registrert ved bruk av treningsregistreringsskjema og Polar pulsklokke (FT4 og RS400). RS400 er en mer avansert pulsklokke, og fem av deltakerne fikk benytte seg av denne klokken for å kunne registrere nøyaktig tid i intensitetssoner.

3.7. Måleinstrumenter

Fysiske tester ble gjennomført på ergometersykkel av merke Lode Excalibur Sport 9259900 version, Lode BV, Gronningen, Nederland. Sensor Medics Vmax Spectra (Sensor Medics 229 California, USA) ble brukt for å måle gassutveksling og VO_2 resultatene ble registrert ved hjelp av dataprogrammet Softwear Vmax. Vmax Spectra har mindre enn 1 % feilmåling (målinger fra eget idrettsfysiologisk testlaboratorium ved Høgskolen i Telemark, Bø). Polar S610, Polar Electro Oy, FIN-90440 KEMPELE, Finland ble benyttet for å måle puls. Saehan Medical Skinfold Caliper, SH5020, Korea ble brukt for å måle kroppssammensetning og fettprosent. Kroppssammensetning ble regnet ut ved hjelp av en kroppssammensetnings kalkulator (Natural Physiques, 2012). Vekt ble målt med Wilfa personvekt, modell BAS-1, høyde, midje- og hoftemål ved bruk av målebånd.

3.8. Statistikk

IMB SPSS Statistics 19.0 (071130) (Statistical Package for Sosial Science, Chicago, USA), Microsoft Excel 2008 for Mac Version 12.0 og Microsoft Office Excel 2007 (Microsoft Corporation, Redmond Washington, USA) ble brukt til å gjennomføre statistisk analyse. $P < 0.05$ ble bruk for signifikans i tosidig test. Resultatene er representert som gjennomsnitt og standardavvik. Normalfordelingen er testet med QQ plots. Parret t-test er brukt for å framstille forandringer blant gruppen. For å se på ulikheter innad i gruppen ble variasjonskoeffisienten regnet ut. Figurene er fremstilt ved hjelp av Microsoft Excel 2008 for Mac Version 12.0 og Microsoft Office Excel 2007 (Microsoft Corporation, Redmond Washington, USA).

4.0. Resultater

Verdiene ved pretest for deltakerne er representert i tabell 12.

Tabell 12: Gjennomsnitt-, minimum- og maksimumverdier ved prestatus

Målinger	Gj.sn ± SD	min	maks
Kvinner/menn	5/4		
Alder (år)	43±11	25	56
Høyde (cm)	173 ±11	159	189
Kroppsvekt (kg)	118±17.2	93.9	146.3
KMI (Kg/m ²)	39.2±3	33.48	43.91
Fettprosent	40±4.03	33.96	45.17
Midjemål (cm)	121.3±12.10	110	139
Hoftemål (cm)	125.6±7.87	113	141
Hofte- midjeratio	0.97±0.07	0.83	1.06
VO ₂ (L/min ⁻¹)	2.947±0.857	1.94	4.11
Fettomsetning (g/min ⁻¹)	0.435±0.147	0.235	0.707
Gjennomsnittlig R verdi under fettomsetningstesten	0.83±0.03	0.78	0.87

n=9. Resultatene er vist som gjennomsnitt ± SD, og minimum- og maksimumsverdier av ulike målinger ved pretest for deltakerne som fullførte studien.

Fysiologiske variabler fra pre- til posttest blant deltakerne er representert i tabell 13.

Tabell 13: Fysiologiske variabler før (pre) og etter (post) 8 uker med moderatintensiv utholdenhetstrening

Variabler	Pre	Post	Δ %	VC
Kroppssammensetning				
KMI (kg/m ²)	39.2±3	36.4±2.8	-7	2.5 ***
FFM (kg)	71.5±14.34	69.2±12.45	-3	3.3
Fettprosent	40±4.03	37.3±3.92	-7	3.7 **
Fett (kg)	47±4.74	41±6.07	-13	4.2 ***
Total kroppsvekt (kg)	118±17.22	110.9±16.1	-7	2.6 ***
Hoftemål	125.6±7.87	118.6±9.28	-6	4.7 *
Midjemål	121.3±12.10	113.6±9.69	-6	4.2 *
Hofte- midje ratio (cm)	0.97±0.07	0.96±0.05	-1	3.5
Sum av 5 hudfoldsmålinger (mm)	211±22	190±24	-10	4.5 **
VO_{2 peak}				
L · min ⁻¹	2.95±0.86	3.16±0.93	6	2.6 **
ml · kg ⁻¹ · min ⁻¹	24.6±4.1	28.2±5.3	15	4.7 ***
ml · kg ⁻¹ · min ^{-0.67}	119.02±24.39	133.22±29.02	12	4 ***
Hf _{peak}	174±8	174±7.1	0	2.2
Gj. snitt sluttvatt	212±63	238±71	12	5.6**
Fettomsetning				
FatOx (g · min ⁻¹)	0.435±0.147	0.399±0.091	-8	29.4
Gj. snitt VO ₂ under FatOx test (L · min ⁻¹)	1.809±0.484	1.924±0.547	6	3.7 **
Gj. snitt RER under FatOx test	0.83±0.03	0.84±0.04	1	4.8

n = 9. Resultatene er presentert som gjennomsnitt ± SD (standardavvik); * = P < 0.05; ** = P < 0.01; *** = P < 0.001. Δ = differansen fra pre- til posttest. VC = Variasjonskoeffisient. VO_{2 maks}, Maksimalt oksygenopptak. FatOx, Fettomsetning. RER, Respiratorisk utvekslingsgrad.

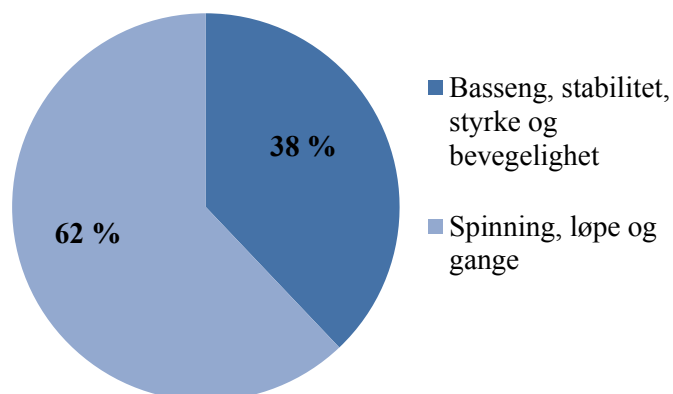
4.1. Trening

Det er sett på forskjellen på treningsmengde før- og under intervensjonen uavhengig av treningszone. Deltakerne hadde i gjennomsnitt 69 % økning i treningsmengde under intervensjonen sammenlignet med før.

Under treningsintervensjonen besto den gjennomsnittlige treningsuken av 401 ± 105 minutter. Gjennomsnittlig treningsuke med spinning, løp og gange var på 249 ± 110 (minimum 131 min, maks 510 min) minutter med en gjennomsnittlig intensitet på 74 % av Hf_{peak}. Figur 4 viser i prosent hvor mye av den totale treningsmengden under intervensjonen som ble utført som spinning, løp og gange og mengden av den

resterende treningen (basseng, stabilitet, styrke og bevegelighet) hvor deltakerne ikke kom opp i den anbefalte sonen (70 – 80 % av Hf_{peak}).

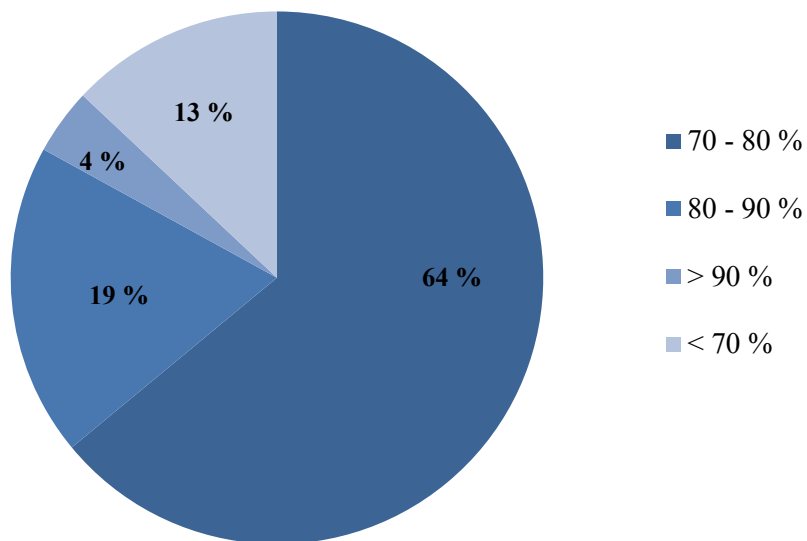
Trening utført som spinning, løp og gange (n=9)



Figur 4: n = 9, viser prosentvis hvor mye av den totale treningsmengden under intervensjonen som ble utført som spinning, løp og gange, og hvor mye som ble utført som basseng, stabilitet, styrke og bevegelighet.

Den totale treningstiden ved spinning løp og gange hos de fem deltakerne som brukte en mer avansert pulsklokke (RS400) var i gjennomsnitt på 298 ± 127 (minimum 169 min., maks 510 min.) minutter hvor 190 ± 65 minutter av denne tiden var i den anbefalte sonen (70 – 80 % av Hf_{peak}). 67 ± 42 minutter var > 80 % av Hf_{peak} hvor 11 ± 9 av minuttene var over 90 % av Hf_{peak} . I gjennomsnitt var deltakerne 40 minutter under den anbefalte sonen, dette skyldes trolig oppvarming, nedtrapping og drikkepauser. Treningsmengde i de ulike sonene er presentert i figur 5.

Treningssoner ved spinning, løp og gange (n=5)



Figur 5: n=5, viser prosent treningsmengde over, under og i den anbefalte sonen av trening som er utført som spinning, løp og gange.

Variasjonskoeffisienten i tabell 13 viser at det er store individuelle forskjeller i tiden > 80 % av Hf_{peak} , og tiden > 90 % av Hf_{peak} varierte fra 2,5 til 25 minutter.

Tabell 13: Minutter i gjennomsnitt over 80 % av Hf_{peak} (n= 5)

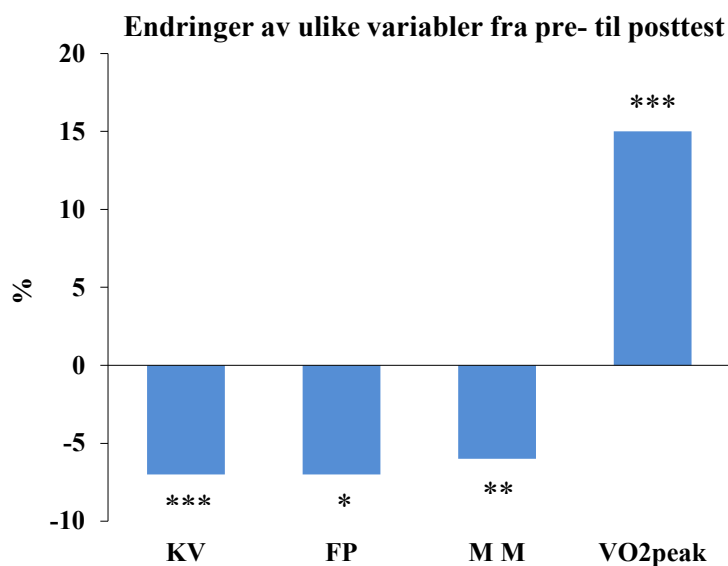
% av Hf_{peak}	Gj. snitt \pm SD	VC
80 – 90	56 \pm 34	61
> 90	11 \pm 9	83

n = 5. Verdiene er vist som gjennomsnitt \pm SD.
VC = Variasjonskoeffisient.

4.2. VO_2 peak, fettomsetning og kroppssammensetning

Det var en statistisk signifikant ($P < 0.05$) nedgang av kroppsvekt (7 %), fettprosent (7 %) og midjemål (6 %) mens $VO_{2\text{ maks}}$ ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) økte signifikant (15 %).

Dette fremstilles i figur 6.



Figur 6: $n = 9$, viser endring i prosent av ulike parameter fra pre- til posttest. KV = Kroppsvekt, FP = Fettprosent, MM = Midjemål, $VO_{2\text{ maks}}$ ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) = maksimalt oksygenopptak. (* = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$, *** < 0.001).

$VO_{2\text{ maks}}$ ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) økte med 15 % fra 24.6 ± 4.1 til 28.2 ± 5.3 . $VO_{2\text{ maks}}$ $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$ økte med 6 %, mens $VO_{2\text{ maks}}$ skalert for kroppsvekt ($\text{ml} \cdot \text{min} \cdot \text{kg}^{-0.67}$) økte med 12 %.

Det var ingen forandring på fettomsetning fra pre- til posttest ved relativ arbeidsbelastning. Til tross for dette ble det observert en gjennomsnittlig nedgang på 8 % i fettomsetning. Variasjonskoeffisient var på 29.4 som viser at det var store individuelle forskjeller i gruppen. Tabell 14 viser individuelle målinger på fettomsetning ved pre og posttest.

Tabell 14: Individuelle målinger på fettomsetning ved pre- og posttest

Testperson	FatOx pre g/min ⁻¹	FatOx post g/min ⁻¹	Δ	Δ %
1	0.235	0.535	0.3	128
2	0.377	0.346	- 0.031	- 8
3	0.478	0.433	- 0.045	- 9
4	0.334	0.203	- 0.131	- 39
5	0.708	0.413	- 0.295	- 42
6	0.380	0.421	0.041	11
7	0.331	0.395	0.064	19
8	0.461	0.461	0	0
9	0.607	0.385	- 0.222	- 37

n=9, tallene er representert som g/min⁻¹. Δ = endring fra pre- til posttest.

I kroppssammensetning var det signifikant nedgang i KMI (7 %), fettprosent (7 %), kroppsvekt (7 %), midjemål (6 %), hoftemål (6 %) og sum av fem hudfoldsmålinger (10 %).

5.0. Diskusjon

Hovedfunnene i denne studien er at åtte uker med moderatintensiv utholdenhetstrening (70 – 80 % av Hf_{peak}) førte til en signifikant forbedring i $VO_{2\ peak}$ med 15 % ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) og redusert fettprosent med 7 %. Det var ingen signifikant forandring på fettomsetning.

5.1. Diskusjon av resultater

5.1.1. $VO_{2\ peak}$

Etter åtte uker med moderatintensiv utholdenhetstrening økte $VO_{2\ peak}$ med 15 %. Treningsstatus ved pretest for deltakerne var $24.6 \pm 4.1\ ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ som viser at de hadde en aerob kapasitet under gjennomsnittet (tabell 3). Sarsan et al (2006) fant også signifikant økning i $VO_{2\ maks}$ ($0.51 \pm 0.44\ L \cdot min^{-1}$) etter lav- til moderatintensiv utholdenhetstrening hos personer med KMI på $35.38 \pm 4.98\ kg/m^2$. Andre studier gjennomført på personer med overvekt og fedme ($KMI > 25 - < 35\ kg/m^2$) har også vist til en økning av $VO_{2\ maks}$ ved tilsvarende treningsmetode som i den aktuelle studien (van Aggel Leijsen, 2002, Rognmo et al., 2004, Tjønnå et al., 2008).

I resultatene kom det frem at de fem deltakerne i den aktuelle studien som brukte den mer avanserte pulsklokken (RS300X) under intervensjonen, i gjennomsnitt hadde 67 minutter $> 80\%$ av Hf_{peak} . Derfor kan det antas at de fire resterende deltakerne også har hatt en gitt tid $> 80\%$ av Hf_{peak} som kan ha påvirket resultatene av $VO_{2\ peak}$. I tillegg kom det frem i resultatene at de fem med pulsklokken RS300X hadde i gjennomsnitt 11 minutter $\geq 90\%$ av Hf_{peak} . Tjønnå et al (2008) viste at $VO_{2\ maks}$ økte både ved trening på moderat (70 % av Hf_{maks}) og høy (90 % av Hf_{maks}) intensitet. Gruppen som trente på moderat intensitet hadde 16 % økning, mens gruppen som trente på høy intensitet økte med 35 %, og hadde signifikant større økning enn gruppen som trente på moderat intensitet. Andre studier har også vist at en treningsintensitet på $\geq 90\%$ av Hf_{maks} har størst effekt for å øke $VO_{2\ maks}$. (Rognmo et al., 2004, Helgerud et al., 2007, Tjønnå et al., 2008). Derfor kan det tenkes at deltakerne i den aktuelle studien har fått noe større fremgang i $VO_{2\ peak}$ enn de ville hatt dersom treningen i den anbefalte forhåndsbestemte sonen (70 – 80 % av Hf_{peak}) hadde blitt opprettholdt. Gjennomsnittlig hadde de fem deltakerne som brukte den mer avanserte pulsklokken 11 minutter over 90 % av Hf_{peak} som tilsvarer omtrent en

treningsøkt i uken med høyintensiv utholdenhetstrening, men variasjonen i tiden var stor (2,5- 25 minutter).

Flere studier indikerer at moderatintensiv utholdenhetstrening er en mer gunstig treningsform for personer med overvekt og fedme i forhold til belastningsskader og gjennomførbarhet for denne målgruppen (van Aggel- Leijssen, 2002, Lazzer et al., 2010). Til tross for dette kommer det frem i den foreliggende studien at deltakerne hadde en gitt tid over 80 % av Hf_{peak} selv om de ble oppfordret til å trene på moderat intensitet. Ut i fra dette ser det ut til at sykkelig overvekt ikke er en hindring for å kunne utføre høyintensiv utholdenhetstrening.

Som nevnt kan vektreduksjon i kombinasjon med økt $VO_{2 maks}$ redusere sykdoms- og mortalitetsrisikoen i betydelig større grad enn ved vektreduksjon kombinert med inaktivitet (Myers et al., 2002, Tjønnå et al., 2008). Ut i fra dette kan det tenkes at deltakerne i den aktuelle studien har minsket mortalitets risikoen fordi de både har redusert kroppsvekten og økt den aerobe kapasiteten. Myers et al (2002) påpeker at hver $3.5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ økning i $VO_{2 maks}$ kan føre til en reduksjon av mortalitet med 12 %. I denne aktuelle studien økte $VO_{2 peak}$ med $3.6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ som viser at mortaliteten kan være redusert med omtrent 12 %. I et vektreduksjonsprogram for personer med sykkelig overvekt kan det derfor være gunstig å inkludere høyintensiv utholdenhetstrening, siden denne treningsformen er vist å ha en større effekt på $VO_{2 maks}$ sammenlignet med moderatintensiv utholdenhetstrening (Rognmo et al., 2005, Helgerud et al., 2007, Tjønnå et al., 2008).

Studier som kun beregner $VO_{2 maks}$ ut i fra $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ kan vise til resultater som har en kunstig høy $VO_{2 maks}$ hvis deltakerne har redusert kroppsvekten under intervensjonen (Ingul et al., 2010). Lette personer kan bli overvurdert mens personer med høy kroppsvekt kan bli undervurdert. For å unngå dette bør det skaleres for kroppsvekt eller beregnes ut i fra $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$ (Ingul et al., 2010). Resultatene i den aktuelle studien hadde statistisk signifikant økning i $VO_{2 peak}$ både i $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$ og $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-0.67} \cdot \text{min}^{-1}$.

5.1.2. Fettomsetning under arbeid på 60 % av VO_2 peak

Åtte uker med moderatintensiv utholdenhetstrening førte ikke til en signifikant forandring i fettomsetning under aktivitet. Dette er ikke i samsvar med studien til van Aggel-Leijssen et al (2002) og Venables & Jeukendrup (2008) som fant økt fettomsetning etter en periode med utholdenhetstrening på lav- til moderat intensitet uten kostholdsendringer. Det kan være flere årsaker til at disse funnene er motstridende i forhold til den aktuelle studien. Gjennomsnittsverdien på KMI i studien til van Aggel-Leijssen et al (2002) var $31,6 \text{ kg/m}^2$ og $32,5 \text{ kg/m}^2$ i Venables & Jeukendrup (2008). I denne studien var gjennomsnittet på KMI $39.2 \pm 3 \text{ kg/m}^2$, noe som viser at deltakerne i den foreliggende studien har en betraktelig større grad av overvekt sammenlignet med deltakerne i de to andre studiene. Det kan spekuleres i at deltakerne i den aktuelle studien har en ytterligere defekt evne til å omsette fett sammenlignet med individer som har mindre grad av overvekt.

I motsetning til van Aggel-Leijssen et al (2002) og Venables & Jeukendrup (2008) ble det i tillegg gjennomført kostholdsendringer i den foreliggende studien. Det anbefalte kostholdet på Telemark Rehabiliteringssenter besto av en høy andel karbohydrater og lite fett (lav fett diett). Dette kan ha påvirket fettomsetningen i negativ retning siden et høyt inntak av karbohydrater kan være med på å svekke fettomsetningen under aktivitet (Kiens et al., 2011). Studien til Berge og Mikkelsen (2010) som er gjort på samme målgruppe og med samme kostholdsendringer som den aktuelle studien, men med høyintensiv aerob intervalltrening viste heller ikke til noen forandring i fettomsetning under aktivitet. Andre studier har derimot vist at høyintensiv aerob intervalltrening øker evnen til å omsette fett hos normalvektige personer, hvor kosthold ikke har blitt endret (Talanian et al., 2007, Perry et al., 2008). Dersom kostholdregistreringen hadde vært mer nøyaktige kunne det kommet tydeligere frem om kostholdet har påvirket fettomsetningen eller om det er andre faktorer som har spilt inn.

Tjønnå et al (2009) hevder at det ofte blir antatt at trening på moderat intensitet er mer effektivt i forhold til å forbrenne fett. Fettomsetningen er som nevnt høyere ved moderat intensitet, men siden energiomsetningen er større under høyintensiv utholdenhetstrening vil omsetningen av fett være større per tidsenhet (Tjønnå et al.,

2009). Derfor kan det tenkes at høyintensiv utholdenhetstrening kan ha en positiv effekt i forhold til vektreduksjon.

Som nevnt har trolig personer med sykkelig overvekt en svekket evne til å omsette fett, som ser ut til å vedvare etter vektreduksjon. Studier har vist at utholdenhetstrening har positiv effekt på fettomsetningen (van Aggel-Leijssen et al., 2002, Blaak & Saris, 2002, Venables & Jeukendrup, 2008). I den aktuelle studien kommer det derimot ikke frem at moderatintensiv utholdenhetstrening, hos personer med sykkelig overvekt, har gitt effekt på fettomsetning. I resultatene kommer det frem at det er store individuelle endringer i fettomsetning fra pre- til posttest. Som nevnt er nedsatt insulinsensitivitet sterkt assosiert med de fleste risikofaktorer som er koblet til metabolsk syndrom, og mer enn 70 % av personer med fedme har metabolsk syndrom (Halvorsen & Tonstad, 2008, Alshehri, 2010). Det er derfor trolig at flere av deltakerne kan ha nedsatt insulinsensitivitet, noe som kan ha påvirket fettomsetningen. Det er uklart om de sprikende resultatene på fettomsetningen kan forklares ved individuelle defekter i fettomsetning eller individuelle forskjeller i kostholdet.

5.1.3. Kroppssammensetning

I den aktuelle studien ble det observert statistisk signifikant nedgang i kroppsvekt (7 %), KMI (7 %), hoftemål (6 %), midjemål (6 %), sum av fem hudfoldmålinger (10 %), fettprosent (7%) og fett (kg) (13 %). Det var ingen endring i FFM som indikerer at moderatintensive utholdenhetstreningen ikke har svekket den fettfrie massen.

Som nevnt er det vist at trening alene uten kalori restriksjoner kun har moderat effekt på den totale kroppsvekten (Macfarlane & Thomas, 2010). Betydelig vekt nedgang er som nevnt i hovedsak forårsaket av kalori restriksjoner fordi det er lettere å oppnå negativ energibalanse gjennom kosthold enn ved trening alene (Macfarlane & Thomas, 2010, Pollock et al., 2010). Derfor er trolig hovedårsaken til endring av kroppssammensetning i den aktuelle studien en effekt av et redusert kaloriinntak. Den moderatintensive treningen per uke var i gjennomsnitt på 249 minutter (spinning, løp og gange), og har trolig bidratt til en ytterligere negativ energibalanse enn om det kun hadde blitt gjennomført kalori restriksjoner.

Dersom treningsmengden er lik ved høy- og moderat intensitet vil høyintensiv utholdenhetstrening være mer effektivt for å redusere kroppsvekten, som nevnt

tidligere, siden den totale energiomsetningen er større per tidsenhet under høyintensiv trening (Tjønnå et al., 2009). Det kan derfor tenkes at deltakerne kunne hatt en ytterligere endring i kroppssammensetning dersom den samme treningsmengden hadde blitt utført ved høyintensiv utholdenhetstrening. Derimot vil ikke kroppen kunne arbeide over like lang tid på høy intensitet sammenlignet med moderat intensitet. Siden det er vist at treningsmengde uavhengig av intensitet kan bidra til å redusere fettprosent og kroppsvekt, kan det i tillegg være gunstig for personer med sykkelig overvektige å inkludere moderatintensiv utholdenhetstrening i et vektreduksjonsprogram (Slentz et al., 2004, Nybo et al., 2010). Den gjennomsnittlige fettprosenten hos deltakerne ble redusert fra 40 til 37 %. Anbefalingene er derimot, som nevnt, 10 – 22 % for kvinner og 20 – 32 % for menn, dette viser at deltakerne fortsatt har en fettprosent som regnes å være helseskadelig.

Det er vist at overvektige individer som har redusert kroppsvekten kun ved kalori restriksjoner har større sjanse for å øke vekten igjen. En kombinasjon med kalori restriksjoner og fysisk aktivitet ser derfor ut til å være mest gunstig på lang sikt (Donnelly et al., 2009, Macfarlane & Thomas, 2010). Ut i fra dette kan det tenkes at dersom deltakerne i studien klarer å opprettholde treningen vil de trolig ha en større mulighet for å opprettholde vekt tapet.

5.2. Diskusjon av metode

5.2.1. Indre validitet

O₂-analysatoren (V max spectra) som er anvendt for å måle VO_{2 peak} har som nevnt mindre enn 1 % feilmargen og kan derfor regnes for å være en valid test (Bahr et al., 1991). Samme måleinstrument ble brukt for å måle fettomsetning, men siden kostholdsregistreringene som nevnt var unøyaktige kan det ikke utelukkes at kostholdet har endret seg fra pre- til posttest. Dersom dette er tilfelle kan endringer av kostholdet ha påvirket resultatene av fettomsetningstesten. Det ble anvendt en ekstra pulsklokke under VO_{2 peak} og fettomsetningstestene for å kontrollere pulsmålingene og en standardisert metode for hofte- og midjemål. Målingene av hofte og midje ble i tillegg utført av samme person ved pre- og posttest. Inter- og intratestene i forhold til de fem hudfoldsmålingene viste til en variasjonskoeffisient < 5 %. Dette indikerer at det er liten feilmarginen i målingene.

For å få en mer nøyaktig registrering av treningen, og tid i soner, burde alle deltakerne benyttet den mer avanserte pulsklokken, men på grunn av begrensede ressurser i studien var det kun fem av deltakerne som hadde tilgang. Studien hadde ikke kontrollgruppe og utgjør derfor en svakhet for den indre validiteten (Kent, 2006). Med tanke på at deltakerne var under behandling ved en institusjon, kan det antas at det ville vært vanskelig å gjennomføre studien med en kontrollgruppe fordi deltakerne muligens ville påvirket hverandre. Ut i fra studier, som er nevnt tidligere med kontrollgrupper, er det vist at moderatintensiv utholdenhetstrening har gitt effekt på $VO_{2\text{ maks}}$ og fettprosent (Wisløff et al., 2007, Tjønnå et al., 2008, Nybo et al., 2010, Foster-Schubert et al., 2011). Derfor kan det antas at den moderatintensive utholdenhetstreningen har gitt effekt på $VO_{2\text{ peak}}$ og fettprosent i den aktuelle studien.

Designet på studien kunne vært annerledes. Ved å gjennomføre en kontrollert intervensjonsstudie ville treningen vært under observasjon og kontrollert slik at treningen som ble utført kun var moderatintensiv utholdenhetstrening (70 - 80 % av Hf_{peak}). Dersom kostholdet i tillegg hadde blitt nøye registrert, og det hadde vært en kontrollgruppe, ville endringene i de ulike variablene trolig med større sikkerhet kunne forklares av den moderatintensive utholdenhetstreningen (70 – 80 % av Hf_{peak}) (Salkind, 2006). Et slikt design vil derimot antakelig ikke være like gjennomførbart i praksis, etter endt treningsintervensjon.

5.2.2. Ytre validitet

Det var ikke statistisk signifikant forskjell mellom de 12 som ønsket å delta i studien, og de resterende 22 på Telemark Rehabiliteringssenter som ikke ønsket å delta. Utvalget er derfor representativt og statistisk sett kan funnene generaliseres til pasienter med sykkelig overvekt som mottar behandling ved Telemark Rehabiliteringssenter.

6.0. Begrensninger og styrker ved studien

6.1. Begrensninger ved studien

Flere av deltakerne har trent med en intensitet over den anbefalte sonen (70 - 80 % av Hf_{peak}), men siden deltakerne var med i et rehabiliteringsprogram var det på grunn av etiske årsaker ikke mulig å hindre deltakerne å trene på en ønsket høyere intensitet. Det er derfor valgt å ikke ekskludere noen av deltakerne selv om de har ligget på en høyere treningsintensitet enn hva de ble oppfordret til.

De fem første ukene under intervensjonen kan det antas at kostholdet ikke hadde forandret seg ut i fra at deltakerne oppholdt seg på Telemark Rehabiliteringssenter. Kostholdsregistreringene tre dager før posttest hvor testpersonene oppholdt seg hjemme er svært unøyaktige og det er derfor usikkert om det har vært noen endring i kostholdet fra pre til posttest. Ut i fra dette kan det ikke utelukkes at kostholdet kan ha påvirket resultatene på fettomsetningen.

I henholdt til Venables et al (2005), Kent (2006), Potteiger et al (2008) og McArdle et al (2010) er det vist at det er kjønnsforskjeller blant kvinner og menn på $VO_{2 maks}$, fettomsetning og kroppssammensetning, og det kan antas at dette også er tilfelle blant variablene i den aktuelle studien. Siden det kun var fem kvinner og fire menn, vil fordelingen av kjønnsgruppene ikke være normalfordelt, og det ble derfor valgt å ikke utføre deskriptiv analyse (Salkind, 2006).

6.2. Styrker ved studien

Testing av fettomsetning ble gjennomført på ca 60 % av $VO_{2 peak}$ ved både pre- og posttest. Denne metoden er mer valid i forhold til å teste fettomsetning fordi den tar utgangspunkt i samme arbeidsbelastning. Studier som har testet på lik absolutt belastning pre og post kan fremstille en kunstig høy fremgang dersom deltakerne har økt $VO_{2 maks}$ (Talanian et al., 2007, Perry et al., 2008). Ved økt $VO_{2 maks}$ vil arbeidet som utføres ved lik absolutt belastning være på en lavere intensitet, noe som vil føre til at fettomsetningen vil utgjøre en større andel av energiomsetningen (Romijn et al., 1993) Testprosedyrene har som nevnt også liten feilmargin.

7.0. Praktiske implikasjoner og fremtidige studier

Denne studien kan bidra til økt kunnskap om problematikken rundt sykkelig overvekt. Studien viser at moderatintensiv utholdenhetstrening i et vektreduksjonsprogram har ført til en positiv effekt på VO_2 peak hos personer med sykkelig overvekt. Dette medfører at deltakerne i den aktuelle studien trolig kan trene på en høyere prosent av VO_2 peak og på en høyere intensitet og dermed forbruke mer fett enn ved prestatus (Achten & Jeukendrup, 2003, Norby et al., 2006, Stisen et al., 2006). Deltakerne har også trolig redusert sykdoms- og mortalitetsrisikoen ved at den aerobe kapasiteten har økt og at kroppsvekt og fettprosent er redusert. Siden sykkelig overvekt er vist å ha stor sammenheng med utvikling av ulike sykdommer, vil muligens en økt kunnskap om behandling av personer med sykkelig overvekt føre til samfunnsøkonomiske gevinster.

Ved at treningsintervensjonen i mindre grad var standardisert kan det antas at treningen er mer overførbar for personer med lite treningserfaring. Det kan også tenkes at deltakerne har lettere for å fortsette med treningen etter endt intervensjon siden deler av treningen ble gjennomført som en del av dagliglivet hjemme.

Fysisk aktivitet kan bidra til å redusere risikoen for ulike sykdommer og blir anbefalt som et supplement til kalori restriksjoner i vektreduksjonsprogrammer (Lazzer et al., 2007). Det er derfor nødvendig å utvikle treningsprogram som er designet for å optimalisere fettomsetningen og redusere fettmassen. For å kunne anbefale en treningsmetode i vektreduksjonsprogrammer kreves det ytterligere forskning på ulike treningsmetoder som kan øke fettomsetningen hos personer med sykkelig overvekt.

8.0. Konklusjon

Hovedfunnene ved dette studiet er at åtte uker med moderatintensiv utholdenhetstrening på 70 - 80 % av Hf_{peak} , hos personer med sykkelig overvekt med en gjennomsnittlig treningsmengde på 249 min (løp, spinning, gange) i uken, resulterte i økt $VO_{2\ peak}$, redusert kroppsvekt, KMI, fettprosent, hofte- og midjemål og sum av fem hudfoldmålinger. Det var ingen forandring i fettomsetning, noe som kan skyldes en høy variasjonskoeffisient.

Hypotesene om at $VO_{2\ peak}$ ville bedres og at fettprosent ville reduseres ble bekreftet, mens hypotesen om økning i fettomsetning ble ikke bekreftet.

9.0. Litteraturliste

- Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2003). Maximal fat oxidation during exercise in trained men. *Int J Sports Med*, 24(8), 603-608.
- Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2004). Optimizing fat oxidation through exercise and diet. *Nutrition*, 20(7-8), 716-727.
- Alberti, K. G. M. M., Zimmet, P., & Shaw, J. (2006). Metabolic syndrome- a new world-wide definition. A consensus statement from the international Diabetes Federation. *Diabet Med*, 23(5), 469-480.
- Alshehri, A. M. (2010). Metabolic syndrome and cardiovascular risk. *J Family Community Med*, 17(2), 73-78.
- Amati, F., Dubè, J. J., Shay, C., & Goodpaster B. H. (2008). Separate and combined effects of exercise training and weight loss on exercise efficiency and substrate oxidation. *J Appl Physiol*, 105(3), 825-831.
- Andreou, E., Philippou, C., & Papandreou, D. (2011). Effects of an intervention and maintenance weight loss diet with and without exercise on anthropometric indices in overweight and obese healthy women. *Ann Nutr Metab*, 59(2-4), 187-192.
- Askew, E. W. (1984). Role of fat metabolism in exercise. *Clin Sports Med*, 3(3), 605-621.
- Avila, J. J., Gutierrez, J. A., Sheehy, M. E., Lofgren, I. E., & Delmonico, M. J. (2010). Effect of moderate intensity resistance training during weight loss on body composition and physical performance in overweight older adults. *Eur J Appl Physiol*, 109(3), 517-525.
- Bahr, R. (2008). *Aktivitetshåndboken – Fysisk aktivitet i forebygging og behandling*. Oslo: Helsedirektoratet.
- Bahr, R., Hallèn, J., & Medbø, J. I. (1991). *Testing av idrettsutøvere*. Oslo: Universitetsforlaget AS.

- Ballor, D. L., & Keeseey, R. E. (1991). A meta-analysis of the factors affecting exercise-induced changes in body mass, fat mass and fat-free mass in males and females. *Int J Obes*, 15, (11), 717-726.
- Bassett, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc*, 32(1), 70-84.
- Berge, J., Mikkelsen, L. (2010). *The effect of high-intensity interval training on VO_2 max and fat oxidation in obese individuals*. Telemark University College, Bø.
- Billat, L. V. (2001). Interval training for performance: A scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part II: Anaerobic interval training. *Sports Med*, 32(2), 75-90.
- Blair, S. N. (2009). Physical inactivity: the biggest public health problem of the 21st century. *Br J Sports Med*, 43(1), 1-2.
- Blair, S. N., Kohl, H. W., Barlow, C. E., Paffenbarger, R. S., Gibbons, L. W., Macera, C. A. (1995). Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study healthy and unhealthy men. *JAMA*, 273(14), 1093-1098.
- Blaak, E., & Saris, W. H. M. (2002) Substrate oxidation, obesity and exercise training. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*, 16(4), 667-668.
- Bouchard, C., Blair S. N., & Haskell, W. L. (2007). *Physical Activity and Health*. Leeds: Human Kinetics.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2012). *Defining overweight and obesity*. Hentet fra <http://www.cdc.gov/obesity/defining.html>. Lest 20.03.12.
- Christensen E. H., Hansen O. (1939). Respiratorisher Quotient und O_2 Aufnahme. *Skand Arch Physiol*, 81, 180-189.
- Colberg, S. R., Simoneau J., Thaete, F. L., & Kelly, D. E. (1995). Skeletal muscle utilization of free fatty acids in women with visceral obesity. *J Clin Invest*, 95(4), 1846-1853.

Corcoran, M. P., Lamon-Fava, S., & Fielding, R. A. (2007). Skeletal muscle lipid deposition and insulin resistance: effect of dietary fatty acids and exercise. *Am J Clin Nutr*, 85(3), 662-77.

Daniels, J. (2005). *Daniels running formula second edition*. Champaign, IL, USA: Human Kinetics.

di Prampero, P. E. (2003). Factors limiting maximal performance in humans. *Eur J Appl Physiol*, 90(3-4), 420-429.

Donnelly, E. J., Blair, S. N., Jakicic, J. M., Manore, M. M., Rankin, J. W., Smith, B. K. (2009). Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc*, 41(2), 459-471.

Elks, C. E., Loos, R. J. F., Hardy, R., Wills, A. K., Wong, A., Wareham, N. J., Kuh, D., Ong, K. K. (2012). Adult obesity susceptibility variants are associated with greater childhood weight gain and a faster tempo of growth: the 1946 British Birth Cohort Study. *Am J Clin Nutr*, 95(5), 1150-1156.

Esmat, T. (2012). Measuring and evaluating body composition. *ACSM*, Hentet fra <http://www.acsm.org/access-public-information/articles/2012/01/12/measuring-and-evaluating-body-composition>. Lest 08.05.12.

Folkehelseinstituttet. (2007). *Hvilken KMI gir lavest dødelighet?* Hentet fra http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainLeft_6039&MainArea_5661=6039:0:15,4576:1:0:0:::0:0&MainLeft_6039=6041:44491:#eHandbook444911. Lest 17.03.12.

Folkehelseinstituttet. (2008). *Fedmeepidemi i Norge*. Hentet fra http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainLeft_5565&MainArea_5661=5565:0:15,2686:1:0:0:::0:0&MainLeft_5565=5544:61210::1:5567:11:::0:0 Lest 21.03.12.

Folkehelseinstituttet. (2011⁽¹⁾). *Kroppsmasseindeks (KMI) og helse*. Hentet fra http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainArea_5661&MainArea_5661=5631:0:15,2690:1:0:0:::0:0. Lest 20.03.12.

Folkehelseinstituttet. (2011⁽²⁾). *Overvekt og fedme hos voksne - faktaark*. Hentet fra http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainLeft_6039&MainArea_5661=6039:0:15,4576:1:0:0:::0:0&MainLeft_6039=6041:44465. Lest 21.03.12.

Foster-Schubert, K. E., Alfano, C. M., Duggan, C. R., Xiao, L., Campbell, K. L., Kong, A., Bain C. E., Wang, C., Blackburn, G. L., McTierna, A. (2011). Effect of diet and exercise, alone or combined, on weight and body composition in overweight-to-obese postmenopausal women. *Obesity (Silver spring)*, 1-11.

Halvorsen, L. K., & Tonstad, S. (2008). Metabolsk syndrom hos pasienter med fedme. *Tidsskr Nor Legeforen*, 128, 2305-2307. Hentet fra <http://tidsskriftet.no/article/1746649>.

Helge, J. W., Fraser, A. M., Kriketos, A. D., Jenkins, A. B., Calvert, G. D., Ayre, K. J., Storlien, L. H. (1999). Interrelationships between muscle fibre type, substrate oxidation and body fat. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 23(9), 986-991.

Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., Simonsen, T., Helgesen, C., Hjorth, N., Bach, R., Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve $VO_{2\max}$ more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc*, 39(4), 665-671.

Helgerud J., Støren Ø., Hoff, J. (2010). Are there differences in running economy at different velocities for well-trained distance runners? *Eur J Appl Physiol*, 108(6), 1099-1105.

Helsedirektoratet. (2001). *Statens råd for ernæring og fysisk aktivitet. Fysisk aktivitet og helse, kartlegging 6 mars 2001*. Hentet fra <http://helsedirektoratet.no/publikasjoner/fysisk-aktivitet-og-helse-kartlegging/Publikasjoner/fysisk-aktivitet-og-helse-kartlegging.pdf>. Lest 09.05.12.

Hill, J. O., Sparling, P. B., Shields, T. W., & Heller, P. A. (1987). Effects of exercise and food restriction on body composition and metabolic rate in obese women. *Am J Clin Nutr*, 46(4), 622-630.

Hjelmesæth, J. (2007). Sykelig fedme på alvor. *Tidsskr Nor Legeforen*, 127(1-4), 14. Hentet fra <http://tidsskriftet.no/article/1472081>.

- Hjelmesæth, J., & Sandbu, R. (2010). Sykelig overvekt – ulikt behandlingstilbud. *Tidsskr Nor Lægeforen*, 130(18-23), 1808. Hentet fra <http://tidsskriftet.no/article/2014801>. Lest 02.05.12.
- Horowitz, J. F. (2001). Regulation of lipid mobilization and oxidation during exercise in obesity. *Exerc Sport Sci Rev*, 29(1), 42-46.
- Horowitz, J. F., & Klein, S. (2000). Lipid metabolism during endurance exercise. *Am J Clin Nutr*, 72, 558-563.
- Inguel, C. B., Tjonna, A. E., Stolen, T. O., Stoylen, A., & Wisloff, U. (2010). Impaired cardiac function among obese adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 164(9), 852-859.
- Janovská, A., Hatzinikolas, G., Mano, M., & Wittert G. A. (2010). The effect of dietary fat content on phospholipid fatty acid profile is muscle fiber type dependent. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 298(4), 779-786.
- Jogl, G., Hsiao Y., & Tong L. (2004). Structure and function of carnitine acyltransferases. *Ann N Y Acad Sci*, 1033, 17-29.
- Katzmarzyk, P. T., Reeder, B. A., Elliot, S., Joffres, M. R., Pahwa, P., Raine, K. D., Kirkland, S. A., Paradis, G. (2012). Body mass index and risk of cardiovascular disease, cancer and all-cause mortality. *Can J Public Health*, 103(2), 147-151.
- Kent, M. (2006). *The oxford dictionary of sports science and medicine*. Oxford; New York: Oxford university press.
- Kiens B., Alsted T. J., & Jeppesen, J. (2011). Factors regulating fat oxidation in human skeletal muscle. *Obes Rev*, 12(10), 852-858.
- Krogh, A., & Lindhard, J. (1920). The relative value of fat and carbohydrate as sources of muscular energy: With appendices on the correlation between standard metabolism and the respiratory quotient during rest and work. *Biochem J*, 14(3-4), 290-363.
- Krustrup, P., Nielsen, J. J., Krustrup, B., Christensen, J. F., Pedersen, H., Randers, M. B., Aagaard, P., Petersen, A., Nybo, L., Bangsbo, J. (2009). Recreational soccer is an

effective health-promoting activity for untrained men. *Br J Sports Med*, 43(11), 825-831.

Lakka, T. A., & Bouchard, C. (2005) *Physical Activity, Obesity and Cardiovascular Diseases*. HEP, Springer –Verlag Berlin Heidelberg (170), 137-163.

Lazzer, S., Lafortuna, C., Busti, C., Galli, R., Tinozzi, T., Agosti, F., Sartorio, A. (2010). Fat oxidation rate during and after a low- or high- intensity exercise in severely obese Caucasian adolescents. *Eur J Appl Physiol*, 108(2), 383-391.

Lazzer, S., Busti, C., Agosti, F., De Col, A., Pozzo, R., Sartorio, A. (2007). Optimizing fat oxidation through exercise in severely obese Caucasian adolescents. *Clin Endocrinol*, 67(4), 582-588.

Lee, C. D., Blair S. N., & Jackson, A. S. (1999). Cardiorespiratory fitness, body composition, and all-cause and cardiovascular disease mortality in men. *Am J Clin Nutr*, 69(3), 373-380.

Legemiddelforbruk. (2012). *Legemiddelforbruket i Norge*. Hentet fra <http://www.legemiddelforbruk.no/>.

Little, J. P., Safdar, A., Wilkin, G. P., Tarnopolsky, M. A., & Gibala, M. J. (2010). A practical model of low-volume high-intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: potential mechanisms. *J Physiol*, 588(6), 1011-1022.

Livingstone, M. B. E., Strain, J. J., Prentice, A. M., Coward, W. A., Nevin G. B., Barker, M. E., Hickey, R. J., McKenna, P. G., Whitehead, R. G. (1991). Potential contribution of leisure activity to the energy expenditure patterns of sedentary populations. *Br J Nutr*, 65(2), 145-155.

Macfarlane, D. J., & Thomas, G. N. (2010). Exercise and diet in weight management: updating what works. *Br J Sports Med*, 44(16), 1197-1201.

McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2010) *Exercise Physiology, nutrition, energy and human performance, seventh edition*. Baltimore, USA: Wolters Kluwer health, Lippincott William & Wilkins.

- McMillan, K., Helgerud, J., Macdonald, R., & Hoff, J. (2005). Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *Br J Sports Med*, 39(5), 273-277.
- Miller, W. C., Koceja, D. M., & Hamilton, E. J. (1997). A meta-analysis of the past 25 years of weight loss research using diet, exercise or diet plus exercise intervention. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 21(10), 941-947.
- Mokdad, A. H., Ford, E. S., Bowman, B. A., Dietz, W. H., Vinicor, F., Bales, V. S., Marks, J. S. (2003). Prevalence of obesity, diabetes, and obesity-related health risk factors, 2001. *JAMA*, 289(1), 76-79.
- Must, A., Spadano, J., Coakley, E. H., Field, A. E., Colditz, G., Dietz, W. H. (1999). The Disease burden associated with overweight and obesity. *JAMA*. 282(16), 1523-1529.
- Myers, J., Prakash, M., Froelicher, V., Do, D., Partington, S., Atwood J. E. (2002). Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med*, 346(11), 793-801.
- Natural Physiques. (2012). Hentet fra <http://www.naturalphysiques.com/31/body-fat-calculator>
- Nordby, P., Saltin, B., & Helge, J. W. (2006) Whole-body fat oxidation determined by graded exercise and indirect calorimetry: a role for muscle oxidative capacity? *Scand J Med Sci Sports*, 16(3), 209-214.
- Nybo, L., Sundstruo, E., Jakobsen, M. D., Mohr, M., Hornstrup, T., Simonsen, L., Bülow, J., Randers, M. B., Nielsen, J. J., Aagaard, P., Krstrup, P. (2010). High-intensity training versus traditional exercise interventions for promoting health. *Med Sci Sports Exerc*, 42(10), 1951-1958.
- Maffeis, C., Zaffanello, M., Pellegrino, M., Banzato, C., Bogoni, G., Viviani E., Ferrari, M., Tatò, L. (2005). Nutrient oxidation during moderately intense exercise in obese prepubertal boys. *J Clin Endocrinol Metab*, 90(1), 231-236.
- Pate, R. R., & Kriska, A. (1984). Physiological basis of the sex difference in cardiorespiratory endurance. *Sports Med*, 1(2), 87-98.

Perry, C. R. P., Heigenhauser, G. J. F., Bonen, A., & Sprite L. L. (2008). High-intensity aerobic interval training increases fat and carbohydrate metabolic capacities in human skeletal muscle. *Appl Physiol Nutr Metab*, 33(6), 1112-1123.

Pollock, M. L., Gaesser, G. A., Butcher J. D., Dèspres, J., Dishman, R. K., Franklin, B. A., Garber, C. E. (1998). ACSM Position Stand: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 30(6), 975-991.

Potteiger, J. A., Kirk, E. P., Jacobsen, & D. J., & Donnely, J. E. (2008). Changes in resting metabolic rate and substrate oxidation after 16 months of exercise training in overweight adults. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 18(1), 79-95.

Rognmo, Ø., Hetland, E., Helgerud, J., Hoff, J., & Slørdahl, S. A. (2004). High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 11(3), 216-222.

Romijn, J. A., Coyle, E. F., Sidossis, L. S., Gastaldelli A., Horowitz, J. F., Endert, E., Wolfe R. R. (1993). Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *Am J Physiol*, 265, 380-381.

Salkind, N. J. (2006). *Exploring research, sixth edition*. New Jersey. Pearson Education, Inc.

Saltin B. (1985). Malleability of the system in overcoming limitations: functional elements. *J Exp Biol*, 115, 345-354.

Saris, W. H.M., & Schrawen, P. (2004). Substrate oxidation differences between high- and low-intensity exercise are compensated over 24 hours in obese men. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 28(6), 759-765.

Sarsan, A., Ardic, F., Özgen M., & Topuz, O. (2006). The effects of aerobic and resistance exercises in obese woman. *Clin Rehabil*, 20(9), 773-782.

Schrauwen, P., van Marken Lichtenbelt, W. D., Saris, W. H. M., & Westerterp, K. R. (1997). Role of glycogen-lowering exercise in the change of fat oxidation in response to a high-fat diet. *Am J Physiol*, 273, 623-629.

Schrauwen, P., van Aggel –Leijssen D. P. C., Hul, G., Wagenmakers, A. J. M., Vidal, H., Saris, W. H. M., van Baak, M. A. (2002). The effect of a 3-month low-intensity endurance training program on fat oxidation and Acetyl-CoA Carboxylase-2 expression. *Diabetes*, 51(7), 2220-2226.

Sharkley, B. J. & Davis, P. O. (2008). *Hard work: Defining physical work performance requirements*. Champaign: Human Kinetics.

Shaw, K. A, Gennat, H. C, O'Rourke, P., & Del Mar, C. (2009). Exercise for overweight or obesity (Review) - The Chorane Collaboration. *John Wilwy 6 Sons, Ltd.*

Slentz, C. A., Duscha, B. D., Johnson, J. L., Ketchum, K., Aiken, L. B., Samsa G. P., Houmard, J. A., Bales, C. W., Kraus, W. E. (2004). Effects of the amount of exercise on body weight, body composition, and measures of central obesity. *Arch Intern Med*, 164(1), 31-39.

Statistisk sentralbyrå. (2009). *Levekårsundersøkelse 2008. Helse, omsorg og sosial kontakt. Flere overvektige menn*. Hentet fra <http://www.ssb.no/vis/emner/03/01/helseforhold/main.html> Lest 21.03.12.

Stisen, A. B., Staugaard, O., Langfort, J., Helge, J. W., Sahlin, K., Madsen, K. (2006). Maximal fat oxidation rates in endurance trained and untrained women. *Eur J Appl Physiol*, 98(5), 497-506.

Sunde, A., Støren, Ø., Bjerkaas, M., Larsen M. H., Hoff, J., Helgerud, J. (2010). Maximal strength training improves cycling economy in competitive cyclists. *J Strength Cond Res*, 24(8), 2157-2165.

Talanian, J. L., Galloway, S. D. R., Heigenhauser, G. J. F., Bonen, A., & Spriet, L. L. (2007) Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. *J Appl Physiol*, 102(4), 1439-1447.

Thomas, R. J., Nelson, K. J. (2001). *Research methods in physical activity*. USA: Human Kinetics.

Tjønnå, A. E., Lee, S. J., Rognmo, Ø., Stølen, T. O., Bye, A., Haram, P. M., Loennechen, J. P., Al-Share, Q. Y., Skogvoll, E., Slørdahl, S. A., Kemi, O. J., Najjar,

- S. M., Wisløff, U. (2008). Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome, a pilote study. *Circulation*, 118(4), 346-354.
- Tjønnå, A. E., Stølen, T. O., Bye, A., Volden, M., Slørdahl, S. A., Ødegård, R., Skogvoll, E., Wisløff, U. (2009). Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. *Clin Sci*, 166(4), 317-326.
- Torstveit, S. B., & Sundgot-Borgen, J. (2012). Are under- and overweight female elite athletes thin and fat? A controlled study. *Med Sci Sports Exerc*, 44(5), 949-957.
- Ulset, E., Undheim, R., & Malterud, K. (2007). Er fedmeepidemien kommet til Norge? *Tidsskr Nor Lægeforen*, 127(1), 34–7.
- van Aggel-Leijssen, D. P. C., Saris, W. H. M., Wagenmakers, A. J. M., Senden, J. M., & van Baak, M. A. (2002). Effect of exercise training at different intensities on fat metabolism of obese men. *J Appl Physiol*, 92(3), 1300-1309.
- van Baak, M. A. (1999). Exercise training and substrate utilisation in obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 23(3), 11-17.
- Velez, A., Golem, D. L., & Arent, S. M. (2010). The impact of a 12-week resistance training program on strength, body composition, and self-concept of Hispanic adolescents. *J Strength Cond Res*, 24(4), 1065-1073.
- Venables, M. C., Acthen, J., & Jeukendrup, A. E. (2005). Determinants of fat oxidation during exercise in healthy men and woman: a cross-sectional study. *J Appl Physiol*, 98(1), 160-167
- Venables, M. C., & Jeukendrup, A. E. (2008). Endurance training and obesity: effect on substrate metabolism and insulin sensitivity. *Med Sci Sports Exerc*, 40(3), 495-502.
- Verdens helseorganisasjon. (2012). Obesity and overweight. Hentet fra <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html> Lest, 07.03.12.

- Villareal, D. T., Miller B. V., Banks, M., Fontana, L., Sinacore, D. R., Klein, S. (2006). Effect of lifestyle intervention on metabolic coronary heart disease risk factors in obese older adults. *Am J Clin Nutr*, 84(6), 1317-1323.
- Wade, A. J., Marbut, M. M., & Round J. M. (1990). Muscle fiber type and aetiology of obesity. *Lancet*, 335(8693), 805-808.
- Wenger, H. A., & Bell, A. J. (1986). The interactions of intensity, frequency and duration of exercise training in altering cardiorespiratory fitness. *Sports Med*, 3(5), 346-356.
- Wisløff, U., Støylen, A., Loennechen, J. P., Bruvold, M., Rognum, Ø., Haram, P. M., Tjønnå, A. E., Helgerud, J., Slørdahl, S. A., Lee, S. J., Videm, V., Bye, A., Smith, G. L., Najjar, S. M., Ellingsen, Ø., Skjærpe, T. (2007). Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in hearth failure patients. *Circulation*, 115(24), 3086-3094.
- Åstrand, P., Rodahl, K., Dahl, H. A., & Strømme, S. B. (2003). *Textbook of Work Physiology, physiological bases of exercise, fourth edition*. Champaign, IL, USA: Human Kinetics.
- Åstrand, P., & Saltin, B. (1961). Oxygen uptake during the first minutes of heavy muscular exercise. *J. Appl Physiol*, 16, 971-976.

10.0. Vedlegg

Vedlegg 1



UNIVERSITETET I OSLO

DET MEDISINSKE FAKULTET

Eva Maria Støa
Høgskolen i Telemark
Halvard Eikas Plass
3800 Bø

Regional komité for medisinsk og helsefaglig
forskningsetikk Sør-Øst A (REK Sør-Øst A)
Postboks 1130 Blindern
NO-0318 Oslo

Dato: 13.11.08
Deres ref.:
Vår ref.: S-08699a 2008/16832

Telefon: 22 84 46 66
Telefaks: 22 85 05 90
E-post: : jorgen.hardang@medisin.uio.no
Nettadresse: www.etikkom.no

S-08699a "Er høy-intensiv aerob trening mer effektivt i behandling av overvekt enn moderat-intensiv trening?" [6.2008.1907]

Vi viser til epost av 03.11.08 med svar på komiteens merknader vedlagt revidert informasjonsskriv og egenerklæring.

Komiteen tar svar på merknader til etterretning.

Komiteen har ingen merknader til revidert informasjonsskriv med samtykkeerklæring eller egenerklæring.

Komiteen godkjenner at prosjektet gjennomføres og tilrår at forskningsbiobank opprettes.

Komiteen videresender skjema for opprettelse av forskningsbiobank nr 2552 og informasjonsskrivet samt komiteens vedtak til Helsedirektoratet for endelig behandling av opprettelse av forskningsbiobanken.

Med vennlig hilsen

Kristian Hagestad
Fylkeslege cand.med., spes. i samf.med
Leder

Jørgen Hardang
Komitésekretær

Kopi: Helsedirektoratet

Vedlegg 2



Høgskolen i Telemark
Avdeling for allmennvitenskapelige fag



FORENKLET FORSKNINGSPROTOKOLL, moderat treningsgruppe

Effekt av moderat aerob trening

Treningsprotokoll: moderat treningsgruppe

Deltakerne registrerer all trening som blir gjennomført i løpet av de fire siste uker av oppholdet på Telemark Rehabiliteringssenter, samt fire uker etter opphold. Kondisjonstreningen som blir gjennomført skal helst ligge på en intensitet tilsvarende 70-80% av makspuls (Hfpeak). Deltakerne gjennomfører også 3 timer i uka med moderat kondisjonstrening de fire ukene etter hjemkomst, samt registrerer evt annen trening.

Testprotokoll:

De fysiske testene gjennomføres på samme dag. De samme testene gjennomføres før- og etter 8 uker med trening.

I tillegg til de fysiske testene gjennomfører deltakerne kostholdsregistrering i dagene rett før testperiodene.

Det blir tatt blodprøve på Telemark Rehabiliteringssenter, i tillegg må deltakerne i løpet av siste uke før andre testrunde innom lab på nærmeste sykehus eller legesenter for å ta blodprøver på rekvisisjon fra prosjektets lege og medisinsk ansvarlige.

All fysisk testing foregår på idrettsfysiologisk testlaboratorium ved Høgskolen i Telemark, Bø.

Fysiske tester:

Deltakerne møter på idrettsfysiologisk testlaboratorium ved Høgskolen i Bø. Her gjøres først antropometriske målinger (høyde, vekt, midjemål, hoftemål, fettprosent) og blodtrykk.

Deretter gjennomføres testing av sykkeløkonomi (3 x 5 min arbeidsperioder), maksimalt oksygenopptak (VO_{2maks}), og en 10 min energiomsetningstest .

Sykkeløkonomi: Arbeidsperiodene har økende belastning, men overgår ikke moderat belastning. Testen varer ca 25 min og oppleves ikke som særlig anstrengende.

Maksimalt oksygenopptak: Etter en kort pause gjennomføres testing av VO_{2maks} . Dette er en anstrengende men kortvarig test på sykkel som varer ca 10 min og hvor kun de to-tre siste minuttene av testen er anstrengende. Testen starter med moderat belastning, deretter økes belastningen gradvis. Teststans er det vi kaller for "frivillig utmattelse". Det vil si at deltakeren avslutter når han ikke orker mer. Det er viktig å understreke at deltakeren selv kjenner dette best. Man kan når som helst avbryte testen ved ubehag utover det som normalt kjennes som "ordentlig sliten". Med andre ord: "stopp dersom du mener at noe ikke er slik det burde være".

Måling av energi- og fettomsetning; Den siste testen utføres etter 30 min pause, og består av 10 min sykling på en relativt lett belastning

Hva skjer med informasjonen om deltakerne?

Alle opplysningene og prøvene vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer eller andre direkte gjenkjennende opplysninger. En kode knytter deg til dine testresultater og prøver gjennom en navneliste. Altså er personlige opplysninger om deltaker aidentifisert.

Det er kun autorisert personell knyttet til prosjektet som har adgang til navnelisten og som kan finne tilbake til deg. Alle tester og informasjon om testdeltaker slettes når prosjektet avsluttes (Des 2012).

Det vil ikke være mulig å identifisere deg i resultatene av studien når disse publiseres.

Frivillig deltakelse

Det er frivillig å delta i studien. Du kan når som helst og uten å oppgi noen grunn trekke ditt samtykke til å delta i studien.

Inklusjon for deltakelse i prosjektet baserer seg på en helhetsvurdering foretatt av prosjektets lege, Ørjan Waldenstrøm.

Samtykke til deltakelse i studien

Jeg er villig til å delta i studien

Effekt av moderat aerob trening blant voksne

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Jeg bekrefter å ha gitt skriftlig og muntlig informasjon om studien

(Signert, rolle i studien, dato)

Vedlegg 3



Høgskolen i Telemark



TELEMARK
REHABILITERINGSSENTER

TE - RIKSHOSPITALET - RADIUMHOSPITALET HF

REGISTRERING AV TRENING OG PULS (moderat treningsgruppe)

UKE:

ID:

AKTIVITET	TID	GJENNOMSNITTPULS og høyeste målte puls
Dato: Aktivitet:		
Dato: Aktivitet:		
Dato: Aktivitet:		
Dato: Aktivitet:		
Dato: Aktivitet:		

EGNE KOMMENTARER:

--

DIN HØYESTE MÅLTE PULS:

70 – 80 % AV DIN HØYESTE MÅLT PULS:

Vedlegg 4



Høgskolen i Telemark



TELEMARK
REHABILITERINGSSENTER
TELEHOSPITALET PÅDRUMHOSPITALET HF

Id:

Moderat treningsgruppe Trening før intervensjonsperioden

Periode (dato – dato):

Gjennomsnittlig aktivitet i uka før treningsintervensjon

Trening før intervensjonsperioden	
Rolig aktivitet (ikke andpusten)	Antall minutter
Gåing	
Sykling	
Svømming	
Annet:	
Annet:	
Totalt	
Moderat aktivitet (litt andpusten)	
Gåing/jogging	
Sykling	
Svømming	
Annet:	
Annet:	
Totalt	
Høy aktivitet (andpusten)	
Jogging	
Sykling	
Svømming	
Annet:	
Annet:	
Totalt	

Vedlegg 5



Høgskolen i Telemark

Avdeling for allmennvitenskapelige fag



TELEMARK
REHABILITERINGSSENTER

TR - RIKSHOSPITALET - RADIUMHOSPITALET HB

Egenerklæring ved prosjekt:

Effekt av moderat kondisjonstrening blant voksne

Navn :
Adresse :
Tlf :
Tlf pårørende :
Alder :
Fødselsdato :

	Ja	Nei
Har du eller har du hatt hjertesykdom?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Har du eller har du hatt diabetes (type I/ type II)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Har noen i din nærmeste familie hatt hjertesykdom/ blodpropp/slag før fylte 50 år?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Opplever du smerter i brystet i forbindelse med fysisk aktivitet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Har du besvimt i forbindelse med fysisk aktivitet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Røyker du?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bruker du snus?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Har du eller har du hatt luftveis-/halsinfeksjon siste uke?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bruker du medisiner fast?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I så fall, mot hva?	

Jeg er klar over at jeg tester meg på eget ansvar, og har svart ærlig og samvittighetsfullt på ovenstående spørsmål

Sted:..... Dato:.....

Underskrift:.....