

Jørgen Undrum

Treningsinduserte endringer i kroppssammensetning og muskelstyrke hos eldre menn og kvinner

En kontrollert randomisert studie

Masteroppgave i idrettsvitenskap

Seksjon for fysisk prestasjonsevne
Norges idrettshøgskole, 2010

Sammendrag

Aldring er assosiert med en gradvis nedgang i muskelmasse- og styrke. Formålet med denne studien var å undersøke i hvilken grad kroppssammensetning og muskelstyrke i eldre år ble påvirket av ulike treningsregimer i relasjon til kjønn.

Metode: Totalt 138 friske, moderat aktive frivillige eldre (68- 92 år) ble via stratifisert randomisering, på bakgrunn av funksjonelle tester, fordelt til en av fire grupper: tradisjonell styrketrening (TST), funksjonell styrketrening (FST), utholdenhetstrening (UT) eller kontroll (KO). Alle treningsgruppene trente 3 ganger per uke i 12 uker. TST gjennomførte tung tradisjonell styrketrening med apparater og frie vekter (4-12RM). FST gjennomførte styrketrening med øvelser som simulerte tunge daglige aktiviteter f. eks: markløft med bruske (12-15RM). UT trente aerobics, stavgang og gikk tur. KO ble bedt om å opprettholde sitt daglige aktivitetsnivå. Kroppssammensetningen ble analysert med DXA før og etter treningsperioden.

Resultater: Det var ingen forskjell mellom gruppene ved oppstart av studien (alder, høyde, vekt, kroppssammensetning og muskelstyrke). Endringsdata er i hovedsak oppgitt i absolutte termer. Alle treningsgruppene økte lean body mass (lbm) signifikant mer enn kontroll. TST og UT reduserte fettmassen i løpet av intervensjonsperioden, reduksjonen i UT- gruppen var signifikant større enn KO. KO endret ikke kroppssammensetningen, med unntak av en redusert lean masse i armer. Det var ingen kjønnsforskjell i endringer av total lbm eller fettmasse. FST økte lean masse i trunkus, UT økte lean masse i både bein og trunkus og TST økte lean masse i alle kroppsregioner (armer, trunkus og bein). I TST- gruppen økte menn lean masse i bein mer enn kvinner. TST økte muskelstyrken (1RM) mer enn KO for alle styrketester. Alle gruppene økte 1RM i kneekstensjon. Både TST og UT økte 1RM i beinpress. For overkropp økte UT 1RM i skulderpress og FST 1RM i alle styrketester. Menn økte 1RM i kneekstensjon mer enn kvinner i absolutte og relative termer for UT- gruppen, og i absolutte termer for TST- gruppen.

Konklusjon: Våre resultater tyder på at trening fører til en positiv endring av kroppssammensetningen og en økt muskelstyrke selv i høy alder. TST ser ut til å være det treningsregimet som øker muskelstyrken i størst grad, mens kroppssammensetningen ser ut til å påvirkes gunstig både ved utholdenhetstrening og styrketrening.

Nøkkelord: eldre, trening, kroppssammensetning, muskelstyrke

Abstract ECSS 2010

Training induced changes in body-composition and distribution of accumulated lean body mass in elderly men and women

Undrum, J., Kvamme, N.H., Tomten, S.E, Hallén, J. & Raastad, T.
Norwegian School of Sports Sciences

Introduction: Aging is associated with a gradual decline in lean body mass termed sarcopenia. Strength training can delay or reverse this age-related loss (Fielding, 1995), but less is known about the effects of more functional training regimes on body-composition in elderly men and women. Our objective was to investigate to what extent training-induced changes in body-composition are affected by different training regimes and sex. We also wanted to investigate how the different types of training affected lean mass in specific body-regions.

Methods: A total of 138 healthy, non-active volunteers (age: 68-92) was randomized into one out of four groups: traditional strength training (TST), functional strength training (FST), aerobic training (AT) or control (CO). All training-groups had 3 training sessions per week for 12 weeks. TST performed heavy traditional resistance training with gym-equipment (4-12 RM sets). FST performed resistance exercises simulating heavy daily activities (ex.: chair-squats and case lifts, 12-15 RM sets). AT performed aerobics, Nordic-walking and walking. CO was asked not to change their daily activities. Body-composition was analyzed with DXA before and after the training period.

Results: There were no differences in baseline characteristics (age, height, weight or body-composition) between groups. All training groups increased their total lean body mass significantly (TST: 1.4 ± 0.2 kg, FST: 0.9 ± 0.3 kg, AT: 0.9 ± 0.2 kg), and significantly more than CO ($p < 0.05$). The AT-group showed a decrease in total fat mass compared with CO ($p < 0.01$). Overall changes in lean- or fat-mass did not reveal any sex differences within the 3 training groups. FST increased their lean mass in truncus, AT increased their lean mass in both legs and truncus, and TST increased their lean mass in all body regions (arms, truncus and legs) ($p < 0.05$). Males in TST increased their lean mass in the legs significantly more than the females ($p < 0.05$). The control group did not show any statistical significant changes in any of the body-composition variables, except a decline of lean mass in arms ($p < 0.05$).

Discussion: Overall lean body mass increased in elderly men and women during 12 weeks of training, regardless of training regime. Only the AT-group showed a decrease in body fat compared with CO. Significant increase in the lean body mass of the arms could only be detected after TST. Training effects were found to be similar in men and women, except lean mass in the legs after TST, with men increasing the most.

References: Fielding, R. A. (1995). Effects of exercise training in the elderly: impact of progressive-resistance training on skeletal muscle and whole-body protein metabolism. *Proc.Nutr.Soc.*, 54, 665-675.

Forord

Denne masteroppgaven ble skrevet på bakgrunn av prosjektet ”Seniorløftet”. Et omfattende tverrfaglig prosjekt i regi av seksjonen for fysisk prestasjonsevne ved Norges Idrettshøgskole. Fem års studier er fullført, og jeg har aldri angret på valget av en høyere utdanning.

Oppgaven ville ikke fremstått slik den gjør i dag uten all hjelpen jeg fått underveis. Spesielt ønsker jeg å takke mine veiledere Sissel E. Tomten og Nils Helge Kvamme for fantastisk veiledning. Hos dere har jeg hele tiden blitt møtt med et godt humør og fått konstruktive tilbakemeldinger å jobbe videre med.

Videre rettes det stor takk til:

- Truls Raastad for faglige innspill
- Paul André Solberg for god hjelp i prosjektet.
- Seksjonen for fysisk prestasjonsevne for min deltakelse i prosjektet.
- Testpersonell
- Deltakerne
- Mine foreldre for deres anbefaling av en høyere utdanning.
- Gutta på kontoret for høylytte faglige og mindre faglige diskusjoner.
- Kantinegjengen for humoristiske og lange måltider.
- Marielle for ditt gode humør og positive innflytelse gjennom det siste halve året.

Oslo, mai 2010

Jørgen Undrum

Innhold

1.0 Introduksjon	7
2.0 Teori	8
2.1 Sarkopeni.....	8
2.1.1 Endring i muskelmasse og muskelstyrke ved aldring.....	9
2.1.2 Endring i fettmasse ved aldring.....	10
2.2 Potensielle årsaker til sarkopeni	11
2.2.1 Nevromuskulære forhold	11
2.2.2 Muskelprotein metabolisme	12
2.2.3 Endokrint miljø	13
2.2.4 Cytokiner	14
2.3 Måling av muskelmasseendringer.....	15
2.3.1 Tverrsnittsendringer.....	15
2.3.2 Fullkroppsmålinger.....	16
2.4 Treningsindusert hypertrofi målt ved tverrsnitt	17
2.5 Treningsinduserte endringer i lbm og fett masse	17
2.5.1 Styrketrening.....	18
2.5.2 Utholdenhetstrening.....	20
2.5.3 Kombinert styrke- og utholdenhetstrening	22
2.5.4 Ulike protokoller av multikomponent og funksjonell styrketrening.....	22
2.6 Trening og endring av lean masse i ulike kroppsregioner.....	24
2.7 Muskelstyrke	25
2.7.1 Måling av muskelstyrke.....	25
2.7.2 Endring av 1RM etter styrketrening.....	26
2.7.3 Endring i 1RM etter utholdenhetstrening.....	27
3.0 Formål, problemstilling og hypoteser	30
3.1 Formål	30
3.2 Problemstillinger	30
3.3 Arbeidshypoteser	30
4.0 Metode.....	31
4.1 Rekruttering og inklusjon	31
4.2 Design og grupperandomisering	32
4.3 Intervensjonens tidsperiode	33

4.4	Karakteristikk av deltakerne.....	34
4.5	Måling av kroppssammensetning og muskelstyrke	34
4.5.1	Kroppssammensetning: DXA.....	34
4.5.2	Måling av maksimal dynamisk muskelstyrke (1RM)	37
4.5.2.1	Testapparater for måling av 1RM	37
4.6	Treningsprotokoller.....	39
4.6.1	Tradisjonell styrketrening.....	39
4.6.2	Funksjonell styrketrening (FST)	42
4.6.3	Utholdenhetstrening (UT)	44
4.6.4	Kontrollgruppen (KO):	45
4.7	Kosthold	46
4.8	Statistikk.....	46
4.9	Etikk.....	47
5.0	Resultater	48
5.1	Karakteristikk av deltakerne.....	48
5.1.2	Drop – out	48
5.2	Effekt av trening og ulik type trening på kroppssammensetning	48
5.2.1	Effekt av trening på kroppssammensetning	48
5.2.2	Effekt av ulik trening på kroppssammensetning.....	49
5.3	Endring av lean masse i ulike regioner.....	52
5.3.1	Effekt av trening på lean masse i de ulike regionene.....	52
5.3.2	Effekt av ulik trening på lean masse i de ulike regionene.....	52
5.4	Effekt av ulik type trening på muskelstyrke	55
5.4.1	Prosentvis fremgang.....	55
5.4.2	Absolutt fremgang.....	56
5.5	Inndeling i kvartiler for initiell lbm, fettmasse og alder	57
5.5.1	Kvartiler av initiell lbm	57
5.5.2	Kvartiler av initiell fettmasse.....	57
5.5.3	Alderskvartiler	58
5.6	Korrelasjoner	59
5.6.1	Korrelasjon mellom lbm og styrke	59
5.6.2	Korrelasjon mellom endring av lean masse i ulike regioner og styrketester	60
5.7	Ernæring.....	61
6.0	Diskusjon	63

6.1 Endring i kroppssammensetning.....	63
6.1.1 Styrketrening, effekt på muskulatur	63
6.1.2 Utholdenhetstrening, effekt på muskulatur	65
6.1.3 Funksjonell styrketrening, effekt på muskulatur	67
6.1.4 Kjønnforskjeller i endring av lbm etter ulik trening.....	68
6.2 Endring i fettmasse.....	69
6.2.1 Utholdenhetstrening, effekt på fettmasse og fettprosent	69
6.2.2 Styrketrening, effekt på fettmasse og fettprosent	70
6.2.3 Funksjonelle - styrketreningsintervensjoner, effekt på fettmasse og fettprosent	71
6.2.4 Kjønnforskjeller i endring av fettmasse etter ulik trening.....	72
6.3 Endring av lean masse i ulike kroppsregioner.....	72
6.4 Endring i muskelstyrke (1RM)	76
6.4.1. Endring av 1RM i underekstremitet etter styrketrening.....	76
6.4.2 Endring av 1RM i underekstremitet etter utholdenhetstrening.....	77
6.4.3 Endring av 1RM i overkropp etter styrketrening	78
6.4.4 Endring av 1RM i overkropp etter utholdenhetstrening.....	79
6.4.5 Kjønnforskjeller i endring av 1RM etter ulik trening	80
6.5 Sammenhengen mellom muskelmasse og muskelstyrke	80
6.6 Ernæringsmessige forhold.....	81
6.7 Metodiske utfordringer og begrensinger ved studien	82
7.0 Konklusjon	84
Referanser	85
Tabelloversikt	108
Figuroversikt.....	109
Vedlegg.....	110

1.0 Introduksjon

Det forventes en økning i antall eldre de kommende årene. Fra 2010 vil antallet eldre (over 67 år) i Norge øke med 13000 per år. Antall personer over 90 år ventes å øke med 50 % fra 1998- 2020 (Statistisk sentralbyrå (ssb), 1999).

Aldring ser ut til å føre til en reduksjon i muskelmasse og -styrke, kalt sarkopeni (Rolland et al., 2008; Jensen, 2008). Dette aldersrelaterte tapet ser ut til å føre til begrensinger i forhold til daglige gjøremål som hushold, rengjøring og andre aktiviteter som er viktige for livskvaliteten (Fried, Ferrucci, Darer, Williamson, & Anderson, 2004). Skrøpelige eldre er i større grad utsatt for fall og hospitalisering enn friske eldre (Abellan Van et al., 2008). I år 2000 ble de direkte helsekostnadene av sarkopeni kalkulert til å koste USA 18,5 milliarder dollar, tilsvarende 1,5 % av de totale helsekostnadene dette året (Janssen, Shepard, Katzmarzyk, & Roubenoff, 2004). Økningen av antallet skrøpelige eldre vil derfor være en viktig utfordring for helsevesenets medisinske kostnader de kommende årene (Cutler, 2001; American Medical Association, 1990). Dette vil omfatte behandling for redusert muskelmasse og -styrke (Fried et al., 2004) og økt fettmasse (Kemmler et al., 2010). Eldre, friske, aktive menn ser ut til å utføre mindre fysisk krevende aktivitet enn friske yngre menn i tjuårene (Morse et al., 2004). Fysisk aktivitet er antatt å føre til en positiv endring av kroppssammensetning og muskelstyrke også hos eldre individer (Binder et al., 2005; Hagberg et al., 1989; Nichols, Omizo, Peterson, & Nelson, 1993; Kryger & Andersen, 2007). Litteraturen har særlig fokusert på styrketrening av eldre deltakere som en effektiv metode for å redusere de funksjonelle begrensingene og tapet av muskelmasse og -styrke. Likevel ser det ut til at styrketrening sjelden brukes i rehabiliteringen av institusjonaliserte eldre (Suetta, Magnusson, Beyer, & Kjaer, 2007). Effekten av utholdenhetstrening og funksjonell styrketrening på kroppssammensetning og muskelstyrke er imidlertid ikke like godt undersøkt

Det er derfor interessant å undersøke på hvilken måte ulike treningsregimer påvirker kroppssammensetningen og muskelstyrken hos eldre.

2.0 Teori

2.1 Sarkopeni

Begrepet sarkopeni stammer fra Irwin Rosenberg som hentet inspirasjon fra det greske språket, hvor sarx betyr kjøtt og penia betyr tap (Rosenberg, 1997). Første forsøk på å definere sarkopeni ble gjort ved å beregne skjelettmuskelmasse (kg) fordelt på kvadratet av kroppshøyden (m^2), og så sammenligne eldre med en ung referansegruppe. Eldre med verdier som var 2 standardavvik under gjennomsnittet hos den unge referansegruppen ble ansett som sarkopeniske (Baumgartner et al., 1998). Definisjonen ble videre utviklet i forhold til kjønn og alder, som en prosent av kroppsvekt (Janssen, Heymsfield, & Ross, 2002). En indeks basert på kroppsvekt vil imidlertid være påvirket av større individuelle forskjeller i kroppsfett sammenlignet med variasjonene i skjelettmuskulatur (Visser, 2009). Senere har også isometrisk styrke og evnen til å utvikle kraft hurtig blitt inkludert i forsøk på å forbedre definisjonen (Lauretani et al., 2003). Per i dag eksisterer det imidlertid ingen endelig definisjon av sarkopeni (Visser, 2009). Tap av muskelmasse og muskelstyrke er assosiert med funksjonelle begrensinger, immobilitet (Visser et al., 2005; Aniansson, Rungdgrén, & Sperling, 1980), og større risiko for fall og skader (Shigematsu et al., 2006). Redusert forbrenning er observert ved tap av muskelmasse (Evans, 1997), samtidig som eldre ser ut til å ha en akkumulering i fettmasse. Redusert muskelmasse akkompagnert av en økt fettmasse fører derfor gjerne til en relativt stabil kroppsvekt hos eldre (Raguso et al., 2006; Hughes, Frontera, Roubenoff, Evans, & Singh, 2002). Fettakkumulering er blitt assosiert med økt risiko for diabetes (Lundgren, Bengtsson, Bløhme, Lapidus, & Sjöström, 1989) og funksjonelle begrensinger hos eldre (Lebrun, van der Schouw, de Jong, Grobbee, & Lamberts, 2006). Fett lokalisert til trunkus er assosiert med dårlig insulinregulering, ugunstig blodlipidsammensetning (Van Pelt, Evans, Schechtman, Ehsani, & Kohrt, 2002), metabolsk syndrom (Goodpaster et al., 2005), økt kortisolnivå og reduksjon i veksthormonnivået hos kvinner samt redusert testosteronsekresjon hos menn (Bjorntorp, 1996).

2.1.1 Endring i muskelmasse og muskelstyrke ved aldring

I litteraturen oppgis både fettfrimasse og lean body mass (lbm) for bløtdelsvev som omfatter muskulatur. Ved dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) målinger blir lbm beskrevet som den totale vevsmassen minus fettmassen og beinmassen, mens fettfrimasse også omfatter beinmassen. Ved undervannsveiling og DXA målinger oppgis den fettfrie massen som den totale massen minus fettmassen. Disse betegnelse ser ikke ut til å være like konsekvent brukt i litteraturen. Artikkelforfatternes terminologi for endringer i muskulatur brukes derfor i beskrivelsene av de ulike studiene i denne oppgaven.

Den muskulære styrken ser ut til å være på topp hos mennesker mellom 20 og 30 år, og forholder seg relativt stabilt de neste 10-15 årene (Hurley, 1995). Tverrsnittstudier har vist en lavere muskelstyrke hos eldre enn yngre individer (Murray, Gardner, Mollinger, & Sepic, 1980; Frontera, Hughes, Lutz, & Evans, 1991; Bemben, Massey, Bemben, Misner, & Boileau, 1991), og man har beregnet at konsentrisk og isometrisk styrke reduseres med 12-15 % per tiår etter passerte 50 år (Hurley, 1995). Menn i høy alder har gjerne en større muskelmasse (Gallagher et al., 1997; Hughes et al., 2002) og muskelstyrke (Frontera et al., 1991; Goodpaster, Kelley, Thaete, He, & Ross, 2000; Goodpaster et al., 2006; Beliaeff, Bouchard, Hautier, Brochu, & Dionne, 2008) enn jevnaldrene kvinner. Kvinner ser ut til å få en rask reduksjon i muskelmasse og -styrke umiddelbart etter menopausen, mens hos menn ser denne prosessen ut til å foregå noe mer gradvis (Rolland et al., 2008). Reduksjonen i muskelmasse ser ut til å være størst i underekstremiteten (Janssen, Heymsfield, Wang, & Ross, 2000). Tverrsnittstudier og longitudinelle studier indikerer en mer omfattende reduksjon av muskelmasse hos menn sammenlignet med kvinner (Gallagher et al., 1997; Goodpaster et al., 2006). I en longitudinal studie ble 60 år gamle kvinner og menn fulgt over en periode på 9 år. Menn reduserte fettfrimasse med 2 % per år, mens kvinner ble rapportert til å opprettholde sin fettfrie masse (Hughes et al., 2002). Kjønnforskjellene man ser i total lbm ser ut til å reflektere endringene man ser i lean masse lokalt i de ulike kroppsregionene (Valentine, Misic, Rosengren, Woods, & Evans, 2009). Eldre kvinner har blitt rapportert til å ha en lavere andel lean masse i bein (Valentine et al., 2009; Beliaeff et al., 2008), armer (Beliaeff et al., 2008) og overkropp enn menn (Miller, MacDougall, Tarnopolsky, & Sale, 1993).

Mengden muskulatur ser ut til å variere noe mellom personer av ulike etniske opprinnelse. Kaukasiske amerikanere har blitt rapportert til å ha en mindre muskelmasse enn afro-amerikanere (Gallagher et al., 1997). Aldersrelatert reduksjon i muskelmasse har blitt rapportert til både å foregå noe senere hos svarte enn hvite kvinner (Aloia, Vaswani, Feuerman, Mikhail, & Ma, 2000), og til å foregå tilsvarende likt hos afroamerikanske og kaukasiske menn og kvinner (Gallagher et al., 1997; Goodpaster et al., 2006).

Den omfattende longitudinelle studien ”The health, aging and body composition study (The Health ABC- study) omfattet 3075 menn og kvinner (70-79 år) som ble fulgt over tre år (Goodpaster et al., 2006). Studien viste tre ganger så stort tap i muskelstyrke som muskelmasse og at en eventuell opprettholdelse eller økning av muskelmasse ikke nødvendigvis økte muskelstyrken. Til tross for at muskelmasse har vært antatt å være en viktig prediktor for muskelstyrke (Dey, Bosaeus, Lissner, & Steen, 2009), indikerte resultatene at variasjonen av initiale lean masse i bein og endringen av denne kun forklarte 5 % av variasjonen av endringen i muskelstyrke (Goodpaster et al., 2006). Dette kan være grunnet endringer i muskelkvaliteten hos deltakerne. Årlig nedgang i muskelstyrke ble rapportert til å være 3,6 % for menn og 2,8 % for kvinner. Reduksjonen i absolutt muskelstyrke var nesten dobbelt så stor blant menn som blant kvinner. En mer omfattende reduksjon i muskelstyrke hos menn sammenlignet med kvinner har også vært rapportert senere (Dey et al., 2009), mens Beliaeff og medarbeidere observerte et større relativt tap av muskelmasse enn isometrisk muskelstyrke hos eldre menn enn hos kvinner (Beliaeff et al., 2008).

2.1.2 Endring i fettmasse ved aldring

Til tross for at eldre kvinner ser ut til å ha både høyere fettprosent og større fettmasse enn menn (Beliaeff et al., 2008; Goodpaster et al., 2006), så ser fettmassen og fettprosenten ut til å øke forholdsvis likt hos eldre menn og kvinner i longitudinelle studier (Hughes et al., 2002; Raguso et al., 2006). Økningen av fettmasse er estimert til omtrent 7.5 % per tiår (Hughes et al., 2002). En tre år lang longitudinal studie av eldre personer observerte en fettakkumulering på 0,6kg, primært sentrert til trunkus (Raguso et al., 2006).

2.2 Potensielle årsaker til sarkopeni

Litteraturen diskuterer hvorvidt årsaken til aldersrelatert tap av muskelmasse kan forklares med fysiologisk aldring *per se*, mangel på fysisk aktivitet eller som en kombinasjon av disse (Jensen, 2008). Et lavt fysisk aktivitetsnivå fører til en reduksjon i både muskelmasse og -styrke, som igjen gjør det vanskelig å øke det allerede lave aktivitetsnivået (Rolland et al., 2008). Sarkopeni er imidlertid observert hos selv fysisk aktive eldre (Trappe, 2001), og ser ut til å være assosiert med en rekke underliggende fysiologiske mekanismer (Bales & Ritchie, 2002). Endringer i proteinmetabolisme, cytokiner, endokrint miljø og tap av nevro-muskulær kontroll er antatt til å være potensielle eller medvirkende faktorer til tapet av muskelmasse (Marcell, 2003).

2.2.1 Nevromuskulære forhold

Endringer i nevro-muskulære forhold er foreslått som en av hovedårsakene til utviklingen av sarkopeni. Et tap av alfa- motonevroner er observert ved aldring (Doherty, Vadercoort, Taylor, & Brown, 1993; Grimby & Saltin, 1983).

Underekstremiteten ser ut til å være påvirket i størst grad grunnet dets lange aksoner (Vandervoort, 2002). Motorenheter består av motonevronet og dets tilknyttede muskelfibre. Stimuli fra motonevronene til muskelfibrene er nødvendig for å generere kraft til musklene, og en aldersrelatert reduksjon av motonevroner antas derfor å påvirke kraftutviklingen (Vandervoort, 2002). Reduksjon av det totale antallet motorenheter fører til at de gjenværende motorenhetenes størrelse øker grunnet et økt antall muskelfibre tilknyttet de gjenværende motorenhetene (Stålberg & Fawcett, 1993). Det er observert en mer omfattende reduksjon av raske enn trege motorenheter. Samtidig som tverrsnittsarealet til type- II fibre ser ut til å reduseres i større grad enn type- I fibre (Doherty et al., 1993). Denervering- og reinerveringsprosessen ser derfor ut til å føre med seg en fibertypegruppering i muskulaturen (Brunner et al., 2007; Lexell, 1995). Antallet type- I og type- II fibre ser imidlertid ut til å reduseres i like stor grad (Kamel, 2003). Aldersrelaterte endringer i muskelkvalitet kan imidlertid være spesifikke for muskelen som er analysert, og behøver ikke være tilsvarende for andre muskler hos samme individ (Kirkeby & Garbarsch, 2000).

2.2.2 Muskelprotein metabolisme

Ernæringsmessige og hormonelle faktorer er viktige for proteinsyntesen. Insulin og aminosyrer er anabole faktorer kjent for å øke proteinsyntesen (Newman, Heslin, Wolf, Pisters, & Brennan, 1994). Økningen i proteinsyntesen etter et måltid ser imidlertid ut til å være svekket hos eldre (Volpi, Mittendorfer, Rasmussen, & Wolfe, 2000), og er antatt å være grunnet en hemmet respons på insulin og aminosyrer i proteinsyntesen (Guillet et al., 2004). Adekvat proteinsyntese er nødvendig for opprettholdelse av muskelmasse. Selv små endringer i balansen mellom proteinsyntese og proteinnedbrytning vil kunne føre til tap av muskelmasse (Saini, Faulkner, Al-Shanti, & Stewart, 2009). Aldring, sykdom eller for lavt proteininntak kan føre til en nedgang i proteinsyntesen og tap av muskelmasse (Marcell, 2003). Det er observert en akkumulering av oksiderte, ikke funksjonelle, proteiner hos eldre. Økningen i ikke-kontraktile proteiner antas å være et resultat av økt proteinoksidering, økt proteinnedbrytning eller en kombinasjon av disse, og ses på som en av flere mulige forklaringer på hvorfor man observerer et større tap i muskelstyrke enn muskelmasse ved aldring (Marcell, 2003).

Inaktivitet er postulert som en mulig årsak til den aldersrelaterte reduksjonen i proteinsyntese og muskelkvalitet (Schulte & Yarasheski, 2001). Etter bare en ukes styrketrening er det observert en økning i muskelproteinsyntese hos eldre deltakere som ikke så ut til å være påvirket mengden protein inntatt (Welle & Thornton, 1998). Muskelproteinsyntesen i vastus lateralis har blitt rapportert til å være tregere hos eldre enn hos unge (Welle, Thornton, & Statt, 1995). Samme studie viste ingen økning i muskelproteinsyntesen etter tre måneder med styrketrening, verken hos de unge eller de eldre deltakerne. I motsetning er det senere blitt rapportert en økt proteinsyntese hos eldre kvinner og menn i en tilsvarende lang styrketreningsintervensjon (Yarasheski et al., 1999). De motstridene resultatene antas av sistnevnte forfattere å være grunnet en høyere treningsintensitet i deres studie.

Enkelte forfattere antar at det forekommer ineffektivitet i det proteolytiske systemet ved aldring (Grune, Shringarpure, Sitte, & Davies, 2001). Skader på DNA og lipider som følge av frie radikaler i samband med oksidativt stress ser ut til å påvirke proteinoksideringen og proteinets enzymatiske funksjon. Hvis disse oksiderte proteinene ikke blir fjernet hurtig danner de større tverrbroaggregater (Grune et al.,

2001). Proteasomene ser ut til å være i stand til å gjenkjenne og degradere oksiderte proteiner, men denne funksjonen ser ut til å svekkes ved aldring (Grune, Reinheckel, & Davies, 1996). Samme gruppe forskere antar at proteasomene kan inhiberes av en akkumulering av oksiderte proteiner og tverrbroproteinaggagater, som derfor kan føre til en ytterligere progressiv svekking av cellens evne til å degradere de oksiderte proteinene (Sitte, Merker, Von, Grune, & Davies, 2000; Sitte, Merker, Von, Davies, & Grune, 2000). Redusert muskelmasse hos friske eldre er imidlertid blitt foreslått til snarere å være et resultat av nedsatt evne til å ta opp næringsstoffer fra mat, enn en økning i muskelproteolyse (Rennie et al., 2009).

2.2.3 Endokrint miljø

Aldersrelatert nedgang i muskelmasse er blitt assosiert med en reduksjon i nivåene av veksthormon (GH), insulin- lik vekstfaktor-1 (IGF-1), samt konsentrasjonen av androgene og østrogene hormoner (Kamel, Maas, & Duthie, 2002).

Personer med for lite GH ser, i likhet med eldre personer, gjerne ut til å ha mindre muskelmasse og større fettmasse enn friske unge voksne (De, Blok, Voerman, De Vries, & van der Veen, 1992). Hvorvidt reduksjonen av GH er et resultat av endring i kroppssammensetning eller en faktisk årsak til muskelskrøpeligheit er fortsatt uklart (Rosen, 2000). En redusert respons på det veksthormon frigjørende hormonet (GHRH) og på samme tid en økt inhibitorisk effekt av somatostatin har blitt antatt å være en mulig årsak til den aldersrelaterte reduksjonen i GH (Kelijman, 1991). En reduksjon i GH fører til redusert sirkulerende IGF-1 og IGF bindende proteiner (Rosen, 2000). De aldersrelaterte nivåene av IGF-1 ser ut til endres i takt med nivåene av GH (Corpas, Harman, & Blackman, 1993). IGF-1 regulerer cellevekst og metabolisme (Zapf, Hauri, Waldvogel, & Froesch, 1986), aktiverer proliferering og differensiering av satellittceller og øker proteinsyntesen i allerede eksisterende muskelfibre (Adamo & Farrar, 2006). En reduksjon i sensitiviteten for IGF-1 er oppdaget i aldrene muskler (Willis, Chadan, Baracos, & Parkhouse, 1997), og er assosiert med redusert antall IGF-1 reseptorer (Adamo & Farrar, 2006). Basert på akutte rottestudier har man observert et økt nivå av IGF-1 i muskulaturen etter akutt overbelastning. En påfølgende ekspresjon av myogene regulasjonsfaktorer etter overbelastningen antas å være modulert av IGF-1 (Willis et al., 1997).

Man har estimert at halvparten av menn mellom 50 og 70 år har et lavere biologisk-tilgjengelig testosteron nivå enn referanseområdet for friske 20- 40 åringer (Tenover, 1992), en prosess betegnet som andropause. Kvinner ser ut til å ha en umiddelbar nedgang av østrogen etter menopausen (Maltais, Desroches, & Dionne, 2009), men østrogennivåene ser ut til å forholde seg relativt konsistente etter dette (Volpi, Nazemi, & Fujita, 2004). Reduksjonen i testosteron hos menn ser ut til å foregå mer gradvis (Lamberts, van den Beld, & van der Lely, 1997; Maltais et al., 2009). Testosteron øker proteinsyntese, intramuskulær mRNA og konsentrasjon av IGF-1, og ser også ut til å redusere konsentrasjonen av inhibitoriske IGF- bindene protein 4 (Kamel et al., 2002; Morley, Kaiser, Sih, Hajjar, & Perry, III, 1997). Økt muskelproteinsyntese antas derfor å føre til økt muskelstyrke og muskelmasse (Kadi, 2008). Lave serumnivåer av testosteron hos kvinner og menn har blitt assosiert med mindre muskelmasse (Maltais et al., 2009; Volpi et al., 2004). Både østrogen og testosteron ser ut til å inhibere produksjonen av katabole cytokiner (Kamel et al., 2002).

2.2.4 Cytokiner

Aldring, inflammasjoner og oksidativt stress ser ut til å føre med seg en gradvis økning i pro- inflammatoriske cytokiner (Phillips & Leeuwenburgh, 2005; Jensen, 2008).

Hvorvidt det økte nivået av pro- inflammatoriske cytokiner kommer av aldring *per se* eller underliggende sykdom er fremdeles uklart (Gardner & Muraski, 2002). Cytokiner fungerer som intracellulære budbringere som responderer på kroniske inflammasjoner, infeksjoner og skader (Bales & Ritchie, 2002). Pro- inflammatoriske cytokiner er antatt til å være en medvirkende faktor for utviklingen av sarkopeni ved mediering av katabole effekter som insulinresistens og reduserte nivåer av GH og IGF-1 (Jensen, 2008). En akkumulering av enkelte pro- inflammatoriske cytokiner er antatt å føre til akselerert proteinnedbrytning og nitrogentap (Bales & Ritchie, 2002).

Litteraturen har særlig fokusert på de to pro- inflammatoriske cytokinene interleukin- 6 (IL-6) og tumor necrosis factor- alpha (TNF- α). TNF- α ser ut til å kunne aktivere signalveier for programmert celledød (apoptose) (Dirks & Leeuwenburgh, 2006), og dermed muskeltap. IL-6 ser ut til å kunne inneha både pro- inflammatoriske og anti- inflammatoriske egenskaper avhengig av form og lokalisering (Rolland et al., 2008). En

tverrsnittstudie av eldre antyder at et høyt aktivitetsnivå er assosiert med lavere nivå av enkelte inflammasjonsmarkører, som f. eks IL-6 (Reuben, Judd-Hamilton, Harris, & Seeman, 2003). Litteraturen på området er imidlertid begrenset og hvorvidt cytokinene faktisk er en direkte eller indirekte årsak til sarkopeni er fortsatt ikke godt dokumentert (Dirks & Leeuwenburgh, 2006).

2.3 Måling av muskelmasseendringer

Muskelens tverrsnitt ser ut til å kunne økes ved diameterendringer på de enkelte muskelfibre kalt hypertrofi (Dahl, 2008) og dannelse av nye fibre kalt hyperplasi (Folland & Williams, 2007). Hvorvidt hyperplasi faktisk forekommer hos mennesker er imidlertid svært omdiskutert grunnet for dårlige målemetoder (Folland & Williams, 2007; Dahl, 2008). En muskel ser ut til å vokse både i tverrsnitt (addering av sarkomerer i parallell) og i lengde (addering av sarkomerer i serie), som adaptasjon til overbelastning gjerne i form av trening (Dahl, 2008).

2.3.1 Tverrsnittsendringer

Tverrsnittsendringer måles gjerne ved bruk av Computer tomografi (CT) eller magnetisk resonans bildeanalyse (MRI). Muskelens tverrsnittsareal (muscle cross sectional area, CSA) kan måles enten ved et gitt sted eller beregnes ut i fra flere ulike tverrsnitt i samme området (Ahtiainen, Pakarinen, Alen, Kraemer, & Hakkinen, 2003). MRI målingene baseres på bruk av magnetfelter og radiobølger som gir bilder av området (Smith & Gjesdal, 2009). CT er i stand til å oppdage små endringer i bløtdelsvev og har blitt rapportert til å være et nøyaktig mål for kvantifisering av skjelettmuskulatur, særlig til bruk i tverrsnitts og longitudinelle studier. Kostnad og eksponering for stråling begrenser imidlertid bruken av CT. MRI gir ikke samme stråleeksponering (Lee, Wang, & Heymsfield, 2001), og ser i likhet med CT, ut til å ha en god korrelasjon med arm - og beinmuskler dissekert fra kadaver (Mitsiopoulos et al., 1998). CSA målinger har blitt rapportert til å være en sensitiv og representativ målemetode for muskelvekst i enkelte muskelgrupper både hos eldre og yngre forsøkspersoner (Sipilä & Suominen, 2009; Hoggmark, Jansson, & Svane, 1978). Valg av målepunktet ser imidlertid ut til å være viktig, da man har erfart at muskeltverrsnittet kan variere på ulike seksjoner av samme muskel. Quadriceps sitt muskeltverrsnitt ser ut

til å være størst ved midten av femur, og samtidig ser den største økningen i tverrsnitt ut til å skje i dette området etter styrketrening av eldre (Tracy et al., 1999).

2.3.2 Fullkroppsmålinger

Tverrsnittsmålinger tar bare for seg enkelte muskelgrupper, og forteller lite om eventuelle endringer i andre kroppsregioner eller total muskelmasse. Endring i den totale muskelmassen vil derfor kunne antas å være en bedre indikator på treningseffekt i studier hvor hele kroppen er trent. Ulike bioimpedance- apparater og måling av hudfoldtykkelse har blitt benyttet for undersøkelse av fettprosent og estimering av total muskelmasse. Det ser imidlertid ut til at DXA eller undervannsveiging kombinert med måling av lungevolum er mer presise målemetoder (Wagner & Heyward, 1999).

I de senere år har særlig DXA blitt brukt i forskningen (Lewiecki & Borges, 2006). DXA- teknikken var opprinnelig fremstilt for måling av beinmineralmasse og beinmineraltetthet (Cameron & Sorenson, 1963), og har senere blitt utviklet til også å inkludere måling av andre vev (Lukaski, 1993). I tillegg til å måle total lbm er det mulig å avgrense kroppen i ulike regioner for å lokalisere hvor en eventuell endring i lean - eller fettmasse måtte forekomme (Chilibeck, Calder, Sale, & Webber, 1994). DXA målingene baseres på kalkulasjoner fra motstanden i vevet som stråles (Pietrobelli, Gallagher, Baumgartner, Ross, & Heymsfield, 1998). DXA er derfor kritisert for å kalkulere estimerer, snarere enn en direkte kvantifisering av skjelettmuskulaturen (Lee et al., 2001). Prichard og medarbeidere undersøkte fettmasse ved bruk av to ulike DXA- apparater (Lunar DPX og Hologic QDR 1000W) og undervannsveiging (Pritchard et al., 1993). Fettprosentmålingene viste seg å være forskjellige mellom de to DXA- apparatene. Samtidig viste Hologic 2 % høyere fettprosent enn undervannsveiging, mens Lunar viste 5 % høyere fettprosent enn undervannsveiging. Forfatterne understrekte derfor viktigheten av spesifisering av type DXA apparat ved eventuelle sammenligninger av ulike studier. Reproduerbarheten ved bruk av Hologic 1000W har blitt oppgitt til å gi en variasjonskoeffisient på 1,4 % for lbm og 1,8 % for fettmasse hos en gruppe unge kvinner (Chilibeck et al., 1994). Variasjonskoeffisienten på ulike kroppssegmenter varierte fra 2,0- 6,6 % i lean masse, og fra 4,2- 8,4 % for fettmasse. Variasjonskoeffisienten var størst i armer ved beregning av både lean masse og fettmasse. Lean masse i høyre arm viste signifikant forskjell mellom første og andre test

(Chilibeck et al., 1994). Senere har reproduserbarheten og reliabiliteten til DXA Lunar Prodigy blitt undersøkt på en gruppe tilfeldig utvalgte finske menn (Lohman, Tallroth, Kettunen, & Marttinen, 2009). Tre målinger ble gjennomført. To av målingene ble gjort med deltakerne liggende på rygg, avbrutt av en måling liggende på magen. DXA-apparatet setter i utgangspunktet egne avgrensinger for de ulike kroppsregionene, men disse kan justeres manuelt av testleder. De automatiske avgrensingene ble derfor undersøkt mot avgrensinger for ulike kroppsregioner som testleder selv satte. Reproduserbarheten viste seg å være bedre både for totale verdier og avgrenset til de ulike kroppsregionene mellom de to målingene gjort med liggende på rygg, enn målingen gjort liggende på mage sammenlignet med måling liggende på rygg. Ved automatiske avgrensinger var reproduserbarheten lavere i overekstremitet enn totalt for hele kroppen og underekstremitet. Forfatterne konkluderte at manuell justering av linjene er en nødvendighet for presise målinger (Lohman et al., 2009).

2.4 Treningsindusert hypertrofi målt ved tverrsnitt

Muskeltverrsnittet i quadriceps CSA har hos utrente vist økning på 0,1-0,4 % per styrketreningsøkt. (Wernbom, Augustsson, & Thomee, 2007). Generelt antas utrente å ha et noe større potensial for økning i muskeltverrsnitt enn godt trente (Deschenes & Kraemer, 2002). Den relative muskeltverrsnittsøkningen ser ut til å være forholdsvis lik hos eldre utrente som hos yngre utrente (Narici, Reeves, Morse, & Maganaris, 2004). Studier på eldre har rapportert økning av tverrsnittsarealet i quadriceps fra 2,7-9,8 % etter styrketrening (Fiatarone et al., 1994; Kryger & Andersen, 2007; Kalapotharakos et al., 2004), avhengig av varighet, treningsmotstand og helsemessig tilstand.

2.5 Treningsinduserte endringer i lbm og fett masse

Treningsintervensjoner som har målt endringer i kroppssammensetning hos eldre er representert både ved styrketrening, utholdenhetstrening, kombinasjonen av styrke og utholdenhetstrening og annen trening. Styrketrening har blitt vurdert å være viktigere for opprettholdelse av muskelstyrke og muskelmasse enn en aktiv livsstil eller utholdenhetstrening alene (Nichols et al., 1993; Tarnopolsky et al., 2007)

2.5.1 Styrketrening

Til tross for at styrketrening er det mest undersøkte treningsregimet med tanke på endringer i kroppsammesetning hos eldre, er det likevel et fåtall av studiene som har benyttet DXA eller andre reliable instrumenter for måling av hele kroppssammensetning i kroppen (Tabell:2.5.1).

Styrketrening av kun et bein i en gruppe eldre menn og kvinner (Tracy et al., 1999), og relativt moderat styrketrening av eldre kvinner med hjertesykdom har blitt rapportert til ikke å endre lbm eller fettmasse (Brochu et al., 2002). Styrketrening av hele kroppen hos friske eldre ser imidlertid ut til å gi motstridene resultater. Aktive eldre kvinner har blitt observert til å øke lbm og redusere fettprosenten etter 6 måneder styrketrening (Nichols et al., 1993). Eldre menn og kvinner har også blitt rapportert til å øke lbm, men ikke fettmassen etter 3 mnd med styrketrening (Binder et al., 2005). Styrketrening av eldre supplementert med kreatin monohydrate og konjugert linol syre (CLA) har vist en større økning i fettfrimasse enn samme treningsprotokoll med placebosupplement (Tarnopolsky et al., 2007). Supplementgruppen fikk også redusert fettmasse, i motsetning til i placebogruppen hvor fettmassen forble uendret. 6 måneder styrketrening av eldre supplementert med vitamin C og D ser ut til å øke lbm i større grad enn styrketrening med placebo, som ikke endret lbm (Bobeuf, Labonte, Khalil, & Dionne, 2009). Treuth og medarbeidere fant i en tidligere studie en reduksjon på 2 kg fettmasse akkompagnert med en tilsvarende økning i fettfrimasse etter styrketrening av eldre menn (Treuth et al., 1994).

Tabell 2.5.1: Oversikt over styrketreningsintervensjoner som har trent hele kroppen og målt endring i kroppssammensetning med DER/DXA.

Forfatter (design)	Gruppe: n (alder)	Motstand: (% av 1RM)	Sett x rep	Ant. økter (frekvens)	Variighet (uker)	Målemetode	LBM (FFM)	Fett
Nicholes et al. 1993 (RCT, stratifisert)	ST:15(68)	80	3x8-10	72 (3/uke)	24	DER	+1,5kg*	F%: -0,9*
Treuth et al. 1994 (CT)	ST:13(60)	90 % av 3 RM	1/2x15	48(3/uke)	16	DXA	+2kg*	F%: -2,2*, FM: -2kg*
Brochue et al. 2002 (RCT, stratifisert)	ST:13(71)	80	1x10→2x10	72 (3/uke)	24	DXA	-0,2kg IS	FM: -1,1kg IS
Binder et al. 2005 (RCT)	ST:53(83)	85-100	3x8-12	36 (3/uke)	12	DXA	+0,8kg*	F%: -0,4 IS
Tarnopolsky et al. 2007 (RCT)	ST+ S.:21 (M:72,K:70) ST+P:18 (M:75,K:68)	50→70	1x10-12→3x10-12	48 (2/uke)	24	DXA	ST+S.: +2kg* ST+P: +0,9 IS	FM: ST+S: -1,9 kg* FM: ST+P: -0,4kg IS
Boeuf et al. 2009 (RCT, dobbelt blindet)	ST:13 (66) ST+S:12 (65)	80	3x8	72 (3/uke)	24	DXA	ST: 0 kg IS ST+S: +1,5kg*	F%:ST: -0,3 % IS F%:ST+S:- 1,1 % IS
Hanson et al. 2009 (CT)	ST:50 (71)	~85	5x5-20→1x5, 1x15	66(3)	22	DXA	+0,6*	F%: -0,4 IS

Endring er oppgitt som pretest minus posttest verdier, endring i fettprosent (F%) er derfor oppgitt i prosentpoeng. RCT: randomisert kontrollert studie, CT: kontrollert studie. 1RM= 1 repetisjon maksimalt, LBM (FFM)= lean body mass eller fettfrimasse. M= menn, K= kvinner, DER: Dual energy radiografi, FM: fettmasse, ST= styrketrening, ST+S.= styrketrening med supplement, ST+P= styrketrening med placebo, IS= ikke signifikant, *= signifikant endring (p≤0,05).

2.5.2 Utholdenhetstrening

En tverrsnittstudie av kvinnelige middelaldrene og eldre løpere viste ingen forskjell i lbm sammenlignet med en gruppe aldersmatchede inaktive kvinner, og det ble derfor antydnet at utholdenhetstrening kanskje ikke er særlig effektivt for opprettholdelse av lbm ved aldring (Tarpinning, Hawkins, Marcell, & Wiswell, 2006). En reduksjon i fettmasse er imidlertid observert etter intensiv utholdenhetstrening av eldre (Seals, Hagberg, Hurley, Ehsani, & Holloszy, 1984; Hagberg et al., 1989).

Tre og fem ukentlige gåturer har blitt rapportert til å redusere fettmassen i like stor grad hos eldre deltakere (Ready et al., 1996). Senere ble effekten av en eller to daglige gåturer, med et tilsvarende totalt energiforbruk, undersøkt over 15 uker hos to grupper postmenopausale kvinner (Asikainen et al., 2002). Begge gruppene reduserte fettprosenten, men reduksjonen var ikke forskjellig mellom gruppene, som kan forklares i det like store energiforbruket i de to gruppene.

Gange/jogging fire dager per uke for en periode på 9- 12 måneder har blitt rapportert til å redusere fettprosenten, men ikke endre lbm hos en gruppe eldre kvinner og menn (Coggan et al., 1992). En økt fettfrimasse etter utholdenhetstrening er imidlertid også observert etter utholdenhetstrening av eldre (Posner et al., 1992; Vitiello et al., 1997). Vitiello og medarbeideres studie omfattet en 6 måneders protokoll med relativt lav intensitet tre dager per uke hos friske eldre menn og kvinner. Samme trening, men med fem økter per uke, resulterte imidlertid ikke i noen endring av fettfrimasse for en gruppe eldre menn i samme studie. Fettmassen ble rapportert til å reduseres både for gruppen som trente tre dager per uke og gruppen som trente fem dager per uke (Vitiello et al., 1997). Posner og medarbeidere rapporterte en økt lbm akkompagnert med en redusert fettprosent i en stor gruppe eldre kvinner og menn etter utholdenhetstrening med relativt lav intensitet (Posner et al., 1992).

Tabell 2.5.2: Oversikt over intervensjoner av utholdenhetstrening som har målt endring i kroppssammensetning.

Forfatter	Gruppe:	Protokoll	Ant. økter	Variighet	Målemetode	LBM(FFM)	Fett
(design)	n (alder)	intensitet	(frekvens)	uker			
Seals et al.1984 (CT)	UT:11 (63)	P1:HF <120/min P2:75-85 % av HRR.	P1: 72 (3/uke) P2:72+ (3/uke)	24	Hudfoldkalipper	Ikke oppgitt	P1: -5mm IS P2: -22mm*
Hagberg et al.1989 (RCT)	UT:16 (70-79)	50 → 85 % av vo ₂ -max	78 (3/uke)	26	Hudfoldkalipper	+ 0,8kg IS	-13mm*
Coggan et al. 1992 (CT)	UT:23 (60-70)	60- 70 % → 80- 85 % av maks HF.	144-208 (4/uke)	36-52	Undervannsvæing	M:0 kg IS, K:0,3 IS	F%: -3*
Posner et al. 1992 (RCT)	UT: 166 (69)	70 % av HR v/ vo ² -max	48 (3/uke)	16	Hudfoldkalipper	+ 1 kg*	F%: -1,2*
Ready et al. 1996 (RCT)	UT-1:19 (61) UT-2:17 (61)	60 % av vo ₂ -peak	UT-1:72 (3/uke) UT-2: 120 (5/uke)	24	Hudfoldkalipper	Ikke oppgitt	F%: UT-1: -1,1 %* F%: UT-2:- 1,3 %* FM: UT-1: -4,2 %* FM: UT-2:- 4,0 %*
Vitiello et al.1997 (RT)	UT-1:30M+K(67) UT-2: 15M (69)	50→85 % av HRR.	UT-1:72 (3/uke) UT-2: 120 (5/uke)	24	Undervannsvæing	UT-1: +0,6kg* UT-2: +0,1kg IS	FM: UT-1:-1,8kg* FM: UT-2:-2,4kg*
Asikainen et al.2002 (RCT)	UT-1:46(58) UT2: 43(58)	65 % av vo ₂ -max	UT-1: 75 (5/uke) UT-2:150 (10/uke)	15	Hudfoldkalipper	Ikke oppgitt	F%: UT-1:2,5* F%: UT-2:-2,1*

Endring er oppgitt som pretest subtrahert med posttest, endring i fettprosent (F%) er derfor oppgitt i prosentpoeng. RCT: randomisert kontrollert studie, RT: randomisert studie, CT= kontrollert studie, FM: fettmasse, LBM(FFM)= lean body mass eller fettfrimasse. P1= periode 1, P2= periode 2. →= økte til, HRR= heart rate reserve, 70% av HR v/ vo₂-max= 70 % av hjerterefrekvens ved vo₂-max, M= menn, K= kvinner. RCT= randomisert kontrollert studie. RT= randomisert studie. IS= ikke signifikant endring. * = signifikant endring (p≤0,05).

2.5.3 Kombinert styrke- og utholdenhetstrening

Trening hvor styrke- og utholdenhetstrening er gjennomført i samme treningsøkt er antatt å resultere i en mer begrenset endring i lbm, enn hvis de ulike treningsregimene ble gjennomført i separate treningsøkter (Leveritt, Abernethy, Barry, & Logan, 1999). Litteraturen på området ser imidlertid ut til å være noe motstridene.

En liten, men signifikant økning i lbm akkompagnert med en redusert fettmasse er observert etter et år med utholdenhetstrening og trening av muskulær utholdenhet hos en gruppe postmenopausale kvinner (Velthuis, Schuit, Peeters, & Monninkhof, 2009). Sillanpää og medarbeidere randomiserte menn fra 40-65 år (Sillanpää et al., 2008) og kvinner fra 39-64 år (Sillanpää et al., 2009) i to studier til enten a) styrketrening to dager per uke, b) utholdenhetstrening to dager per uke, c) to styrke- og to utholdenhetstreningsøkter per uke eller d) kontrollgruppe. Studien på menn (Sillanpää et al., 2008) rapporterte en signifikant økning i lbm hos gruppen som trente kombinasjonen av styrke og utholdenhetstrening, men ikke for gruppene som trente styrketrening eller utholdenhetstrening alene. Fettprosenten ble redusert i alle treningsgruppene, men var ikke forskjellig mellom gruppene. I studien av kvinner (Sillanpää et al., 2009) rapporterte forfatterne en økt lbm, redusert fettmasse og fettprosent etter utholdenhetstrening og kombinasjonen av styrke- og utholdenhetstrening, mens kroppssammensetningen forble uendret for gruppen som trente styrketrening. En tidligere studie på eldre menn gjennomførte samme gruppeinndeling, men med likt antall treningsøkter for alle gruppene (Izquierdo et al., 2004). Studien kunne ikke påvise noen endring i fettfrimasse hos noen av gruppene, men styrketrening ble rapportert til å redusere fettprosenten.

2.5.4 Ulike protokoller av multikomponent og funksjonell styrketrening

Funksjonell trening har som formål å bedre de eldres evne til å gjennomføre daglige gjøremål. Funksjonell trening består gjerne av spesifikke øvelser som antas å ha stor overføringsverdi til dagliglivet. Få intervensjonsstudier har undersøkt endring i kroppssammensetning som et resultat av funksjonell trening, og den gjennomførte treningen er av svært ulik karakter i de ulike studiene. Enkelte treningsintervensjoner består av multikomponentprogrammer som kombinerer aerobe utfordringer med styrkeøvelser som er antatt å være av en funksjonell karakter.

Manini og medarbeidere undersøkte effekten av a) styrketrening, b) funksjonell trening og c) styrke- og funksjonelltrening (Manini et al., 2007). Den funksjonelle treningen var svært spesifikk for tunge daglige aktiviteter med øvelser som ”reise seg fra stol”, trappegange, støvsuge et teppe med en tung støvsuger og løfting av en tung vaskekurv. Den fettfrie massen så ikke ut til å endre seg for noen av gruppene etter den ti uker lange intervensjonen. Et 12 ukers multikomponentprogram med fokus på overføringsverdi til daglige tunge aktiviteter viste ingen reduksjon i fettprosent hos en gruppe overvektige eldre (Grant, Todd, Aitchison, Kelly, & Stoddart, 2004). Toraman og medarbeidere fant heller ingen endring i kroppssammensetning etter en treningsprotokoll bestående av funksjonell styrketrening og aerob trening (Toraman, Erman, & Agyar, 2004).

Henwood og medarbeidere undersøkte hvorvidt styrketrening hvor øvelsene ble gjennomført med rask konsentrisk fase og sen eksentrisk fase ville resultere i bedre funksjonell prestasjon sammenlignet med vanlig styrketrening (Henwood, Riek, & Taaffe, 2008). Begge styrketreningsregimene økte lbm og reduserte fettmassen. Det ble ikke observert noen forskjell i endringen av kroppssammensetning mellom treningsregimene. I en nylig gjennomført studie ble et multikomponentprogram rapportert til å øke lbm og redusere fettmasse hos en gruppe eldre kvinner (Kemmler et al., 2010). Treningen besto av aerobics, balanseøvelser under ulike ustabile forhold samt isometriske og dynamiske styrkeøvelser. De to sistnevnte studiene kan imidlertid ikke kategoriseres som ren funksjonell styrketrening, men snarere et forsøk på å gjøre treningen mer funksjonell.

2.6 Trening og endring av lean masse i ulike kroppsregioner

Litteraturen på treningsinduserte forandringer av lean masse i ulike kroppsregioner er begrenset både hos unge og eldre deltakere. Det er heller ikke godt kjent hvorvidt muskelutvikling i ulike regioner er påvirket av kjønn (Nindl et al., 2000). Særlig muskulatur i underekstremitet har blitt antatt å være av betydning for funksjonelle forhold hos eldre (Visser et al., 2005). Samtidig ser det aldersrelaterte tapet av muskulatur også ut til å omfatte underekstremiteten i størst grad (Janssen et al., 2000)

Binder og medarbeidere rapporterte en økning av lean masse i bein etter styrketrening av eldre deltakere (Binder et al., 2005). En gruppe eldre menn som trente høyintensiv styrketrening har blitt observert til å øke fettfrimasse i alle kroppsregioner (armer, bein og trunkus) (Treuth et al., 1994). Sillanpää og medarbeidere undersøkte regionale endringer i lean masse hos voksne menn (Sillanpää et al., 2008) og kvinner (Sillanpää et al., 2009). Utholdenhetstrening ble rapportert til å øke lean masse i trunkus for menn, mens lean masse i bein økte hos kvinner. Styrketrening viste en økt lean masse i armer hos menn, men ikke hos kvinner. Styrketrening av kvinner ble imidlertid rapportert til å øke lean masse i bein. Kombinasjonen av styrke- og utholdenhetstrening viste en økt lean masse i bein og armer hos kvinner, men bare lean masse i trunkus for menn.

Unge kvinner har også blitt rapportert til å øke lean masse i armer etter 10 og 20 uker med styrketrening to økter per uke (Chilibeck, Calder, Sale, & Webber, 1998). Økt lean masse i bein og trunkus kunne imidlertid ikke påvises før etter 20 uker med trening. Forfatterne antok at dette var et resultat av mer komplekse øvelser for trunkus og bein som krevde lengre læringstid for fullstendig nevro-muskulær rekruttering, og derfor ikke like hurtig muskelvekst. Senere har unge kvinner blitt rapportert til å øke lean masse i bein og opprettholde lean masse i armer etter en kombinasjon av styrke- og utholdenhetstrening (Nindl et al., 2000).

2.7 Muskelstyrke

2.7.1 Måling av muskelstyrke

Isometriske eller isokinetiske tester i dynamometer for måling av maksimal kraft og dreiemoment er generelt betraktet som gullstandard for måling av maksimal styrke (Verdijk, van, Meijer, & Savelberg, 2009). Isometrisk styrke testes i bestemte stillinger, mens den isokinetiske styrken måles i ulike bevegelseshastigheter (grader / sekund) (Verdijk et al., 2009). Dynamisk muskelstyrke er i de fleste treningsintervensjoner testet som 1RM¹, ved bruk av tradisjonelle treningsapparater eller frie vekter (Tabell:2.7.2.1 og Tabell: 2.7.2.2). Korrelasjonen mellom 1RM i kneekstensjon og isometriske og isokinetiske tester av samme bevegelse er rapportert til både å være relativt dårlig i tidligere studie (Frontera, Meredith, O'Reilly, Knuttgen, & Evans, 1988a) og relativt god i en nyere studie (Verdijk et al., 2009). Endringer i 1RM i benkpress er rapportert til å ha lite sammenheng med endringen av den isometriske styrken i samme muskulatur (Baker, Wilson, & Carlyon, 1994).

Etter styrketrening av eldre har de relative endringene i 1RM kneekstensjon gjerne vært oppgitt til å være noe høyere i de tradisjonelle treningsapparatene, sammenlignet med de relative isometriske og isokinetiske endringene målt i dynamometer (Tracy et al., 1999; Kryger & Andersen, 2007; Frontera et al., 1988a). Det har blitt antatt at testing i samme apparater som er brukt i intervensjonen vil representere de faktiske endringene best (Abernethy & Jurimae, 1996). Adekvat opplæring og teknikktraining i de ulike testapparatene ser ut til å være nødvendig for eldres evne til å utvikle sin faktiske maksimale muskelstyrke (Hurley et al., 1995). Flere forfattere antar derfor at veldig stor økning i muskelstyrke, ikke nødvendigvis er et resultat av hele treningsperioden, men snarere en bedret evne til nevromuskulær rekruttering i starten av treningsperioden (Hurley et al., 1995; Frontera et al., 1988a; Hakkinen et al., 1998b).

Endring av 1RM som følge av ulike treningsintervensjoner på eldre deltakere er relativt godt dokumentert. I likhet med litteraturen på kroppssammensetning er styrketreningsintervensjoner best representert, men endring av 1RM er også rapportert etter utholdenhetstreningsintervensjoner.

¹ 1RM= den tyngste vekten som kan løftes engang i henhold til de kriteriene som er satt for korrekt teknikk i øvelsen (Hagerman et al., 2000).

2.7.2 Endring av 1RM etter styrketrening

Endring av 1 RM etter styrketrening er undersøkt både ved trening av kun underkropp (Frontera, Meredith, O'Reilly, Knuttgen, & Evans, 1988b; Fiatarone et al., 1994; Taaffe, Pruitt, Pyka, Guido, & Marcus, 1996; Tracy et al., 1999; Hagerman et al., 2000; Frontera et al., 2003; Kryger & Andersen, 2007; Slivka, Raue, Hollon, Minchev, & Trappe, 2008) og trening av hele kroppen (Hakkinen et al., 1998a; Charette et al., 1991; Nichols et al., 1993; Hunter et al., 2001; Kalapotharakos et al., 2004; Binder et al., 2005; Tarnopolsky et al., 2007; Hagberg et al., 1989; Strasser, Keinrad, Haber, & Schobersberger, 2009). En studie undersøkte først effekten av styrketrening på et bein, med det andre som kontroll, før de gikk over til å trene hele kroppen (Hanson et al., 2009). Endring av 1RM er vanligvis målt på underkropp (Tabell: 2.7.2.1), men enkelte studier rapporterer også endring i overkropp (Tabell:2.7.2.2).

De rapporterte endringene av 1RM for underkropp ser ut til å være svært varierende. En stor prosentvis økning (216 %) ble observert etter ti uker styrketrening supplementert med kreatin monohydrate hos skrøpelige eldre (Fiatarone et al., 1994). Samme studie observerte også en økning på 156 % hos en gruppe som gjennomførte samme treningsprotokoll, men uten kreatinsupplement. Flertallet av studier på styrketrening av eldre ser imidlertid ut til å rapportere en noe mer moderat prosentvis økning (Hakkinen et al., 1998a; Tracy et al., 1999; Kalapotharakos et al., 2004; Seynnes et al., 2004; Binder et al., 2005; Tarnopolsky et al., 2007). Tracy og medarbeidere trente kun det ene beinet under intervensjonsperioden, men oppdaget likevel en økning også i det utrente beinet. Økningen var imidlertid mindre i det utrente beinet (Tracy et al., 1999). Eldres endring av 1RM i beinpress er ikke like godt representert i litteraturen, men det kan se ut til at den prosentvise økningen i beinpress er noe mer moderat enn ved kneekstensjon (Tabell:2.7.2.1). Hunter og medarbeidere undersøkte effekten av styrketrening med tung motstand eller varierende motstand (Hunter et al., 2001). Den rapporterte økningen av 1RM i beinpress, benkpress og bicepscurl viste seg å være lik mellom de to ulike treningsregimene. En tidligere studie fant heller ingen forskjell i endringen av 1RM i beinpress hos to grupper eldre som trente med ulik treningsmotstand (Taaffe et al., 1996). Tung motstand og et lavt repetisjonsantall viste imidlertid signifikant større økning enn gruppen med moderat motstand og flere repetisjoner, både for underkroppsovelser og overkroppsovelser, i en nyere studie av eldre deltakere (Kalapotharakos et al., 2004). Trening av kneekstensjon med samme treningsvolum på

enten 40 eller 80 % av 1RM har også vist størst økning for gruppen som trente med tyngst motstand (Seynnes et al., 2004).

Testøvelsene for måling av 1RM i overkropp varierer en del i litteraturen. En økning på 71 % i skulderpress ble observert i en studie av kvinner over 60 år som trente med relativt tung treningsmotstand (Nichols et al., 1993). Flere av studiene rapporterer også tilsvarende prosentvis økning i øvelser med albuefleksjon (Hunter et al., 2001; Kalapotharakos et al., 2004; Tarnopolsky et al., 2007) (Tabell:2.7.1.2). Endring av 1RM ser ikke ut til å være rapportert etter funksjonell styrketrening hvor treningen er gjennomført som styrkeøvelser med antatt overføringsverdi til tunge daglige aktiviteter.

2.7.3 Endring i 1RM etter utholdenhetstrening

Endring i muskelstyrke etter utholdenhetstrening av eldre er sjelden rapportert i litteraturen. 1 år med utholdenhetstrening har tidligere blitt rapportert til å opprettholde muskelstyrke hos en gruppe eldre menn og kvinner som allerede hadde gjennomgått en 3 måneders intervensjon i form av lavintensitet styrke- og bevegighetstrening (Brown & Holloszy, 1993). Utholdenhetstrening med høy intensitet tre ganger per uke i 12 uker har senere blitt rapportert til å øke kneekstensjon med 12 % hos en gruppe inaktive eldre mellom 60 og 75 år (Kalapotharakos, Michalopoulos, Strimpakos, Diamantopoulos, & Tokmakidis, 2006).

Hagberg og medarbeidere fant ingen økning i kneekstensjon eller decline brystpress etter utholdenhetstrening (Hagberg et al., 1989). Utholdenhetstrening av eldre deltakere har senere blitt observert til å øke 1RM i halve knebøy (Izquierdo et al., 2004). Økningen var imidlertid mindre enn etter styrketrening eller en kombinasjon av styrke og utholdenhetstrening. Samme studie viste ingen endring i benkpress etter utholdenhetstrening. I en nylig studie ble utholdenhetstrening rapportert til å øke 1RM i benkdrag, men ikke i benkpress eller beinpress (Strasser et al., 2009).

Tabell 2.7.2.1 Styrketreningsintervensjoner som måler endring av 1RM i kneekstensjon eller beinpress.

Forfatter	Kjønn	Alder	Varighet (uke)	Gruppe: n	Motstand (% av 1RM)	Sett x rep	Ant. økter (frekvens)	Δ Kneekstensjon (%)	Δ Beinpress (%)
Frontera et al. 1988	M	60-72	12	ST: 12	80	3x8	36(3)	H:107,V:117	
Hagberg et al. 1989	M,K	70-79	26	ST:19	Ikke oppgitt	1x8-12→1x12RM	78(3)	9	
Häkkinen et al. 1988a	M,K	M:72 K:67	26	ST-M:11 ST-K:10	50-80	3-5x5-15	52(2)	21	
Charette et al. 1991	K	64-86	12	ST:13	65-75	3x6	36(3)	93	28
Nicholes et al. 1993	K	60+	24	ST=I5	80	3x8-10	72(3)	21	
Fiatarone et al. 1994	M,K	72-98	10	ST: 50	80	3x8	30(3)	156	
Taafe et al. 1996	K	65-79	52	ST+S: 50	80	3x8	30(3)	216	
Tracy et al. 1999	M, K	65-75	9	ST- HI: 12 ST- LI:13	40,80 40	1x14,2x7 3x14	156(3) 156(3)	85 60	50 30
Hagermann et al. 2000	M	60-75	16	ST-M:12	varierende	5x5-15 m/droppsett	27(3)	27	
Hunter et al. 2001	M,K	61-77	25	ST-K: 11	varierende	5x5-15 m/droppsett	27(3)	29	
Brochue et al. 2002	K	65-81	24	ST: 9	85-90	3x6-8	32(2)	50	72
Frontera et al. 2003	K	68-79	12	ST: 28 ST: 13	50-80 80	2x10RM	75(3) 72(3)	43 40	37
Kalopotharakos et al. 2004	M,K	60-74	12	ST:7 ST-HR:11	50-80 80	1→2x10 4x8	36(3) 36(3)	76	
Seynnes et al. 2004	M,K	70+	10	ST-MR:12 ST-HI:8	60 80	3x15 3x8	36(3) 30(3)	42 35	
Binder et al. 2005	M,K	78+	12	ST-LI:	40	3x8	30(3)	43	27
Kryger & Andersen, 2007	M,K	85-97	12	ST:53	85-100	3x8-12	36(3)	43	
Tarnopolsky et al. 2007	M,K	65-85	24	ST: 11 ST+S (M)	80	3x12	36(3)	134	
				ST+S (K)	50-70	1→3x10-12	48(2)	39	37
				ST+P (M)	50-70	1→3x10-12	48(2)	77	63
				ST+P (K)	50-70	1→3x10-12	48(2)	49	31
				ST:6	70	3x10	36(3)	34	36
Slivka et al. 2008	M	80-86	12	ST:50	~85	5x5-20→1x5+1x15	66(3)	41	9
Hanson et al. 2009	M,K	65+	22	ST:15	Ikke oppgitt	3→6x10-15 RM	78(3)	27	15
Strasser et al. 2009	M,K	70+	26						

Alle studiene rapporterte signifikant økning fra pre til post test ($p \leq 0,05$). Δ = prosentvis endring av 1RM. Studier som ikke har oppgitt prosentvis endring har endringen blitt regnet ut (post – pre/ pre). ~ tilnærmet lik. M= menn, K= kvinner, ST: styrketreningsgruppe, ST-M: styrketreningsgruppe menn, ST-K= styrketreningsgruppe kvinner, ST+S (M)= styrketreningsgruppe+ supplement menn, ST+S (K)= styrketreningsgruppe+ supplement kvinner, ST+P (M)=styrketrening + placebo menn, ST+P (K)=styrketrening + placebo kvinner, ST-HI= styrketreningsgruppe med høy intensitet, ST-LI: styrketreningsgruppe med lav intensitet, ST-HR= styrketreningsgruppe med tung motstand, ST-MR= styrketreningsgruppe med moderat motstand. Droppsett= Tungt sett etterfølges av lettere sett uten pause. H= kneekstensjon på høyre bein, V= kneekstensjon på venstre bein.

Tabell 2.7.2.2 Styrketreningsintervensjoner som måler endring av 1RM i overkropp

Forfatter	Kjønn	Alder	Varighet (uker)	Gruppe: n	Motstand (% av 1RM)	Sett x rep	Ant. økter (frekvens)	Overkropp Δ Øvelse: (%)
Hagberg et al. 1989	M,K	70-79	26	ST:19	Ikke oppgitt	1x8-12→1x12RM	78(3)	DP:18
Nicholes et al. 1993	K	60+	24	ST=15	80	3x8-10	72(3)	SP:71
Hunter et al. 2001	M,K	61-77	25	ST: 28	50-80	2x10RM	75(3)	BP:29 BC:64
Brochue et al. 2002	K	65-81	24	ST: 13	80	1→2x10	72(3)	BP:53
Kalaotharakos et al. 2004	M,K	60-74	12	ST-HR:11	80	3x8	36(3)	CP:61 BC:82 AE:81
				ST-MR:12	60	3x15	36(3)	CP:43 BC:59 AE:46
Binder et al. 2005	M,K	78+	12	ST:53	85-100	3x8-12	36(3)	SR:17
Tarnopolsky et al. 2007	M,K	65-85	24	ST+S (M)	50-70	1→3x10-12	48(2)	CP:40 BC:51
				ST+S (K)	50-70	1→3x10-12	48(2)	CP:68 BC:110
				ST+P (M)	50-70	1→3x10-12	48(2)	CP:39 BC:63
				ST+P(K)	50-70	1→3x10-12	48(2)	CP:52 BC:78
Strasser et al. 2009	M,K	70+	26	ST:15	Ikke oppgitt	3→6x10-15 RM	78(3)	SBP:25 SBD:30

Alle studiene rapporterte signifikant økning fra pre til post test ($p \leq 0,05$). Δ = prosentvis endring av maksimal dynamisk styrke. Studier som ikke har oppgitt prosentvis endring har endringen blitt regnet ut (post – pre/ pre). M= menn, K= kvinner, ST: styrketreningsgruppe, ST+S (M)= styrketreningsgruppe+ supplement menn, ST+S (K)= styrketreningsgruppe+ supplement kvinner, ST+P (M)=styrketrening + placebo menn, ST+P (K)=styrketrening + placebo kvinner, ST-HR= styrketreningsgruppe med tung motstand, ST-MR= styrketreningsgruppe med moderat motstand, DP: decline brystpress, SP= skulderpress, BP= biceps curl/ overarmsfleksjon, BC: biceps curl/ overarmsfleksjon, BP= benkpress, SR= sittende roing, CP: brystpress, AE: overarmsektensjon. SBP= sittende benkpress, SBD= sittende benkdrag.

3.0 Formål, problemstilling og hypoteser

3.1 Formål

Vi ønsket å undersøke i hvilken grad ulike typer trening kan påvirke fettmasse, lbm og fordelingen av denne i relasjon til kjønn og type trening gjennomført. I studien ønsket vi også å undersøke hvordan de ulike treningsregimene påvirker 1RM i ulike styrketester for over- og underkropp.

3.2 Problemstillinger

- Har trening effekt på kroppssammensetning hos eldre?
- Er en eventuell endring i lbm eller fettmasse avhengig av type trening gjennomført?
- Er en eventuell endring i lbm eller fettmasse relatert til kjønn?
- Vil lokaliseringen av en eventuell økning i lbm være påvirket av type trening gjennomført?
- Vil eventuelle endringer i muskelstyrke (1RM) være påvirket av type trening gjennomført?

3.3 Arbeidshypoteser

Det vil jobbes ut ifra følgende arbeidshypoteser i studien.

- Trening vil føre til endring i lbm hos moderat aktive eldre. Denne endringen er avhengig av type trening gjennomført.
 - Menn vil ha størst absolutt økning i lbm.
- Gruppenivå
 - Tradisjonell styrketreningsgruppe vil ha størst økning i lbm.
 - Utholdenhetsgruppen vil ha en reduksjon i fettmasse.
 - Stryketreningsgruppene (TST og FST) vil øke lean masse i alle kroppsregioner (bein, trunkus og armer)
 - Utholdenhetsgruppen vil øke lean masse i bein.
 - Tradisjonell styrketrening vil øke 1RM mer enn utholdenhetsgruppen i testøvelser for overkropp.

4.0 Metode

4.1 Rekruttering og inklusjon

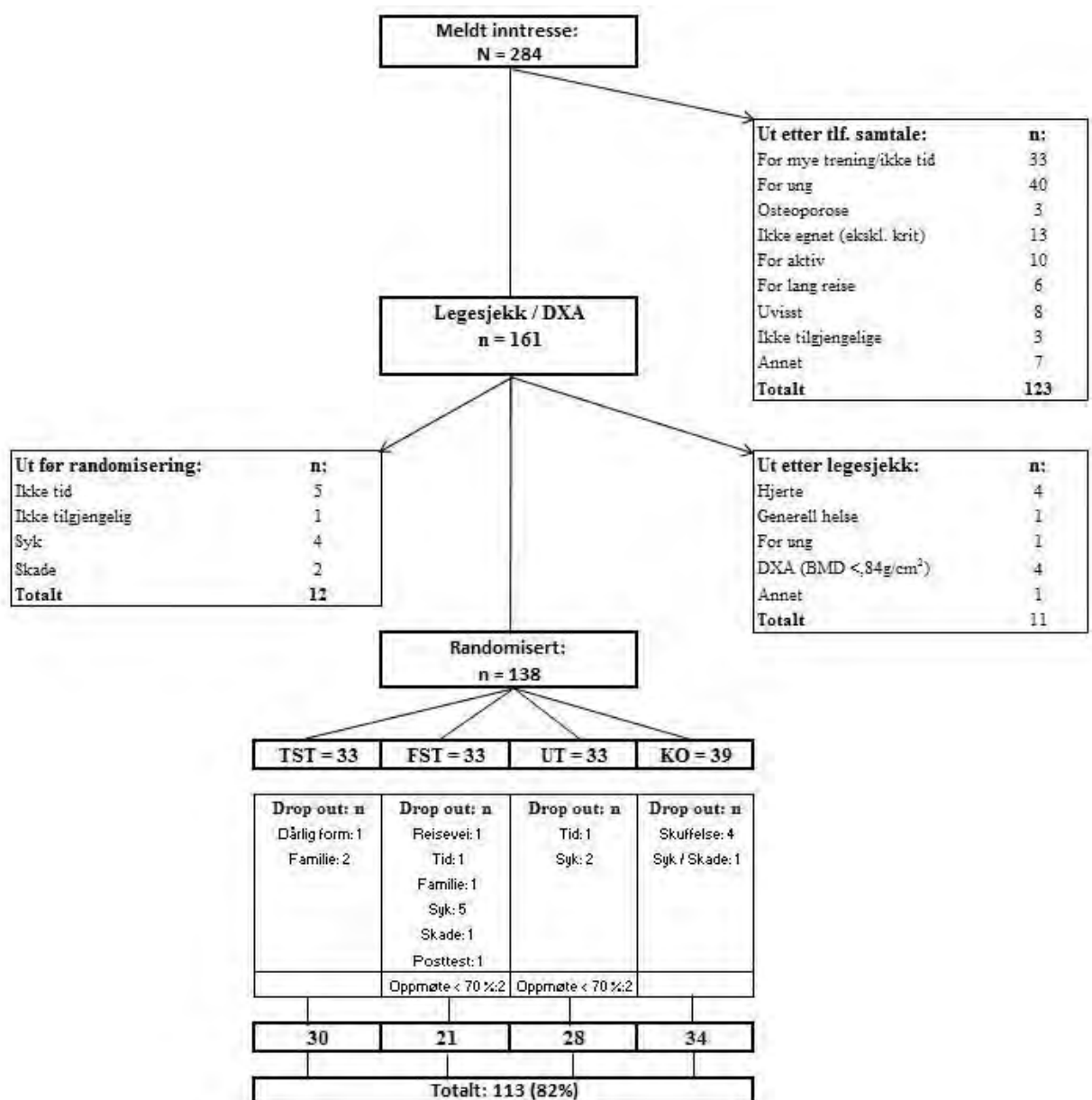
Deltakerne ble rekruttert gjennom lokale avisannonser og andre medier, samt oppslag på møteplasser i Oslo. Prosjektet ble presentert via et informasjonsskriv samt et informasjonsmøte hvor alle som var interesserte fikk delta. 160 frivillige møtte opp til legesjekk. For å få delta i studien måtte deltakerne imøtekomme de inklusjons og eksklusjonskriterier som var satt for deltakelse (Tabell 4.1.1).

Tabell 4.1.1: Inklusjon og eksklusjonskriterier for deltakelse i studie.

Inklusjonskriterier	Eksklusjonskriterier
Alder over 70 år	Demens (< 10 på MMS-12)
Inaktive – moderat aktive (< 2 timer moderat trening per uke, siste 6 mnd.)	Langvarig bruk av corticosteroider siste 6 mnd (5-10 mg prednisolon eller tilsvarende per dag)
Selvhjulpne i forhold til daglige gjøremål	Diastolisk blodtrykk > 100mgHG
Funksjonsfriske	Ikke forstå norsk
	Manglende godkjenning fra egen lege
	Beintetthet L2-L4 under 0,84g/cm ²
	Bruk av antidepressive medikamenter

Legesjekk ble utført på Norges Idrettshøgskole. Deltakerne som innfridde inklusjons- og eksklusjonskriteriene ble med videre for testing av kroppssammensetning, maksimal dynamisk styrke og funksjonell egenskaper, som en del av et større forskningsprosjekt. Inklusjonsprosessen er detaljert forklart i fig 4.1. For å sikre at testene ble utført med deltakernes maksimale innsats, ble det gitt to tilvenningsøkter med de ulike testene før de faktiske pre- testene ble gjennomført.

Deltakerne skrev under erklæring for informert samtykke etter å ha mottatt grundig informasjon om studien.



Figur 4.1: Flytskjema over inklusjon - og eksklusjonsprosess, samt frafall. TST= tradisjonell styrketrening, FST= funksjonell styrketrening, UT= utholdenhetstrening, KO= kontrollgruppe.

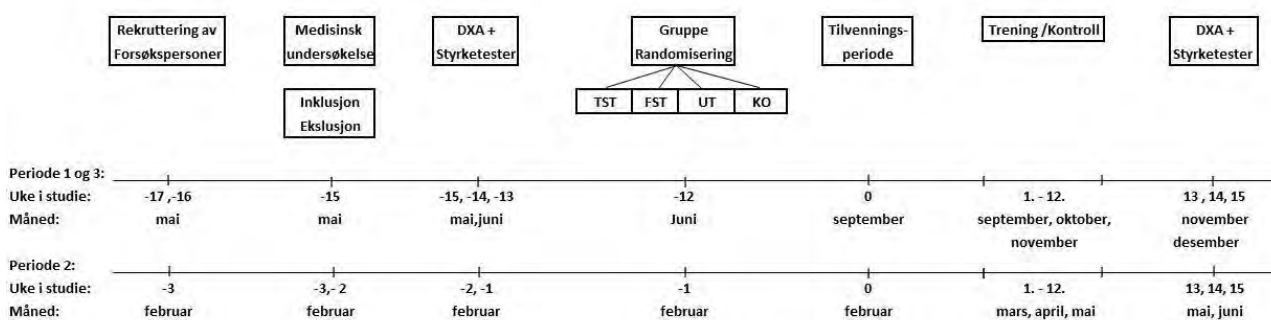
4.2 Design og grupperandomisering

Studien er en kontrollert randomisert studie som omfatter tre treningsgrupper og en kontrollgruppe. De tre treningsgruppene består av tradisjonell styrketrening (TST), funksjonell styrketrening (FST) og utholdenhetstrening (UT). Kontrollgruppen (KO) ble oppfordret til å fortsette sin daglige aktivitet på lik linje som tidligere. Deltakerne ble

ved hjelp av stratifisert randomisering fordelt til de ulike treningsgrupper eller kontrollgruppe. Stratifiseringen ble gjort fordelt mht kjønn, på grunnlag av score i funksjonelle pre- tester. Ektepar eller samboere med sterkt ønske om deltakelse i samme gruppe ble slått sammen før randomiseringen, slik at disse fikk delta på samme gruppe. Deltakere som ble randomisert til kontroll fikk tilbud om å delta i en treningsgruppe etter den første intervensjonen.

4.3 Intervensjonens tidsperiode

Datainnsamlingen ble gjort over 1,5 år, med tre intervensjonsperioder à 12 uker. Første periode ble gjennomført høst 2008, andre intervensjonsperiode vår 2009, og siste intervensjonsperiode høst 2009 (fig. 4.2). I tillegg til treningsintervensjonen på 12 uker ble det lagt inn en uke tilvenning før treningsperioden, samt en uke med ekstra økter for de forsøkspersoner som ikke hadde fullført godkjent antall økter (30 stk) etter den faktiske treningsperioden. TST og FST benyttet tilvenningsuken til 2 økter med innlæring av teknikk i de ulike øvelsene samt estimering av hver enkelt deltakers $12RM^2$ i de ulike øvelsene. Første økts treningsmotstand ble bestemt på bakgrunn av denne $12RM$. Utholdenhetsgruppen hadde en tilvenningsøkt med stavgang for å sikre korrekt teknikk. Før og etter hver enkelt intervensjonsperiode ble det gjennomført måling av kroppssammensetning (DXA).



Figur 4.2 Tidslinje for studien. TST= tradisjonell styrketrening, FST= funksjonell styrketrening, UT= utholdenhetstrening, KO= kontrollgruppe.

² X RM= den tyngste vekten som kan løftes X antall repetisjoner i henhold til de kriterier som er satt for korrekt teknikk i øvelsen, eks $12RM$ tilsvarer den tyngste vekten deltakeren kan løfte 12 repetisjoner med korrekt teknikk (Paulsen, Myklestad, & Raastad, 2003)

4.4 Karakteristikk av deltakerne

138 moderat aktive eldre personer med en gjennomsnittsalder på 74,2± 4,5 år (variasjonsbredde: 68-92), hvorav 44 menn og 94 kvinner, ble randomisert til en av de tre treningsgruppene eller kontrollgruppe (tabell 4.4.1). 2 deltakere fylte 69 år det året intervensjonen startet, disse fikk være med for å få nok forsøkspersoner.

Tabell 4.4.1: Karakteristikk av deltakere som inngikk i studien, fordelt på de ulike treningsgruppene (mean±SD).

Gruppe	Kjønn	N	n	Alder (år)	Høyde (cm)	Vekt (kg)	BMI	LBM (kg)	Fettmasse (kg)	Fettprosent (%)
TST	M	11	10	77±7	175±7*	82±13*	27±4	55±6*	24±9	30±7*
	K	22	21	74±5	164±6	69±15	26±4	40±5	26±9	39±7
	T	33	32	75±6	168±8	73±15	26±4	45±9	25±9	36±8
FST	M	11	10	75±4*	177±5*	82±13*	26±3	56±4*	22±9	28±8*
	K	22	21	73±3	165±7	71±13	26±4	41±4	28±11	40±8
	T	33	32	73±4	169±8	75±14	26±4	45±8	26±10	36±10
UT	M	10	10	74±4	176±5*	86±13*	28±4	58±6*	26±8	31±7*
	K	23	23	74±3	163±5	69±10	26±4	39±4	28±7	41±6
	T	33	33	74±4	167±8	74±14	26±4	45±10	27±8	38±8
KO	M	12	12	73±4	175±4*	86±13*	28±4	57±7*	27±7	31±5*
	K	27	27	75±5	160±6	68±11	26±4	39±4	26±8	39±6
	T	39	39	74±4	165±9	73±14	27±4	45±10	26±8	37±7

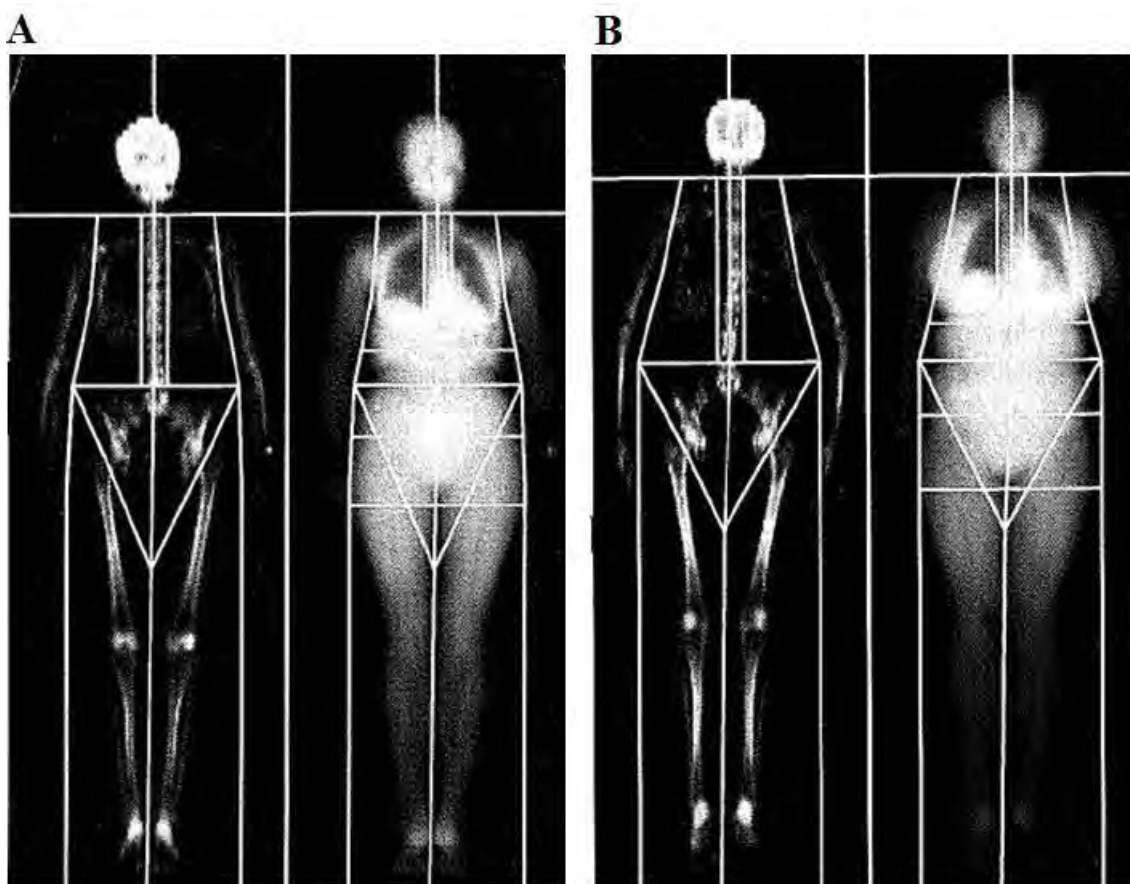
*Signifikant kjønnsforskjell i gruppe ($p < 0,05$). LBM= lean body mass. TST= tradisjonell styrketrening, FST= funksjonell styrketrening, UT= utholdenhetstrening, KO= kontrollgruppe. M= menn, K= kvinner, T = menn og kvinner. N= det opprinnelige antallet deltakere i hver gruppe. n= beskriver det antallet forsøkspersoner som har fullført måling av kroppsvekt og høyde, og godkjent DXA- måling av lbm, fettmasse og fettprosent. BMI= kroppsvekt (kg)/ høyde (m)².

4.5 Måling av kroppssammensetning og muskelstyrke

4.5.1 Kropssammensetning: DXA

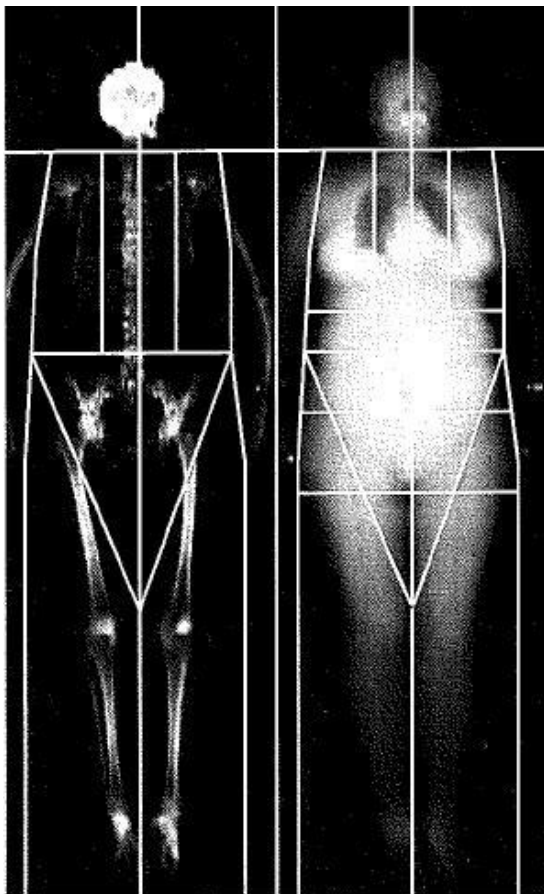
Forsøkspersonene gjennomgikk måling av kroppssammensetning ved bruk av dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) før og etter treningsintervensjonen. Målingen ble gjennomført ved Volvat medisinske senter (Oslo, Norge) ved bruk av Lunar Prodigy densiometer, programversjon: 8.50.093 (GE Medical Systems, Madison, Wisconsin, USA). Deltakernes kroppsvekt og høyde ble målt på en vekt med påmonterte høydemåler (Seca, Hamburg, Tyskland) på klinikken umiddelbart før DXA- målingen. Kroppsvekt og høyde ble målt til henholdsvis nærmeste 100g og millimeter.

Forsøkspersonene ble instruert til å kle seg i lett tøy uten metalldele, samt at de skulle faste og ikke drikke de siste 2 timer før målingen. I apparatet lå deltakerne på ryggen med ansiktet opp. DXA- apparatet sender ut to røntgenstråler med varierende intensitet. Deler av strålingen tas opp i vevet, og apparatet estimerer, på bakgrunn av hvor mye stråling som tas opp, hva slags type vev strålene passerer (Pietrobelli et al., 1998). En fullkroppsmåling ble gjort for kalkulering av mengde og type bløtdelsvev. Etter leverandørens retningslinjer ble de samme analysene avgrenset til ulike kroppssegmenter (armer, bein og trunkus). Bein ble avgrenset fra et punkt mellom femurhodet og crista illiaca og ned til tærne, armer ble avgrenset i skulderleddet og ut til fingerspissene. Armer omfatter derfor også deler av muskulaturen med utspring i truncus som fester seg på overekstremiteten. Truncus omfatter området fra bekkenet og opp til haken, og store deler av muskulaturen som har sitt utspring i dette området (Fig. 4.3A og 4.3B).



Figur 4.3: DXA- måling av to forskjellige deltakere. **A:** Viser en av de bedre DXA- målingene hvor avgrensningene ligger likt på begge sider. **B:** Viser en av de dårligere DXA- målingene hvor bløtdelsvev fra bryst bryter med avgrensningene for armer, og deltakernes venstre hånd går innenfor avgrensningene til bein.

Metoden er ytterligere beskrevet tidligere (Chilibeck et al., 1994), og rapporteres til å være valid til bruk på både yngre og eldre forsøkspersoner (Lee et al., 2001). Samme DXA- apparat på samme klinikk har blitt rapportert til å ha en variasjonskoeffisient på 0,4 % for fettfrimasse (lbm + beinmasse) og 1,0 % for fettprosent på en gruppe kvinnelige elite idrettsutøvere (Torstveit, Rosenvinge, & Sundgot-Borgen, 2008). Alle målinger ble utført med samme apparat av samme person, som var blindet for deltakernes gruppetilhørighet. Deltakere som viste store individuelle forskjeller fra før - etter test på enkelte kroppssegmentene, ble lagt til side for nærmere undersøkelse. Hvis linjene ikke var lagt likt ved begge målinger ble det gjort en justering av linjene og nye kalkuleringer. Dette ble gjort av samme testperson som gjorde de opprinnelige testene. På enkelte av målingene ble deltakerne (2 stk.) lagt feil slik at albue og store deler av underarm, forsvinner fra målingen (Fig:4.4). Der hvor dette har skjedd har deltakerne blitt fjernet fra analysene som påvirkes av dette.



Figur 4.4: DXA- måling hvor deltakeren måtte ekskluderes grunnet store deler av albue og underarm forsvant utenfor måleområdet.

4.5.2 Måling av maksimal dynamisk muskelstyrke (1RM)

Styrketestene ble gjennomført på Norges Idrettshøgskole med enkelte av de apparater som TST benyttet i sin trening under intervensjonen. I løpet av to uker før intervensjonsperioden gjennomførte alle deltakerne 2 runder med tilvenning styrketester. Her ble deltakerne først posisjonert til riktig innstilling i hvert apparat. Deltakerne gjennomførte testene to ganger, hvor man begge ganger gradvis økte motstanden opp mot deltakerens 1RM. Dette ble gjort for å eliminere eventuelle feilkilder ved fremgang grunnet teknikk og aktivering av muskulatur, og derfor sikre at pre- målingene var reelle 1RM (Hurley et al., 1995; Frontera et al., 1988a; Hakkinen et al., 1998b). De samme innstillingene og apparatene ble benyttet før og etter intervensjonsperioden. Følgene apparater ble brukt i styrketestene: brystpress, roing, skulderpress og kneekstensjon. Deltakerne som gjennomgikk intervensjonen i periode 2 og 3 ble også testet i beinpress. Alle apparatene var av merket Technogym (Selection Line, Gambettolia, Italy). Etter tilvenningsperioden ble deltakernes 1RM testet. Før testene varmet deltakerne opp med en lav intensitet i 5- 10 minutter med ergometersykkel, tredemølle eller ro - maskin. Hver enkelt styrketest ble gjennomført med en progressiv oppvarming på 3 serier. Deltakerne løftet så et og et løft på økende motstand helt til den var så stor at deltakerne ikke klarte å gjennomføre bevegelsen i henhold til de kriterier som var gitt for godkjent løft. Hver enkelt test hadde en tester som bestemte motstanden og oppmuntret deltakerne verbalt.

4.5.2.1 Testapparater for måling av 1RM

Brystpress: Apparatet ble justert slik at håndtakene på linje med midten på brystet til deltaker. Bevegelsen startet med den konsentriske fasen og ble avsluttet i det albue var fullstendig rettet ut. Øvre del av ryggen og setet skulle til enhver til være i kontakt med apparatet under løftet. I enkelte tilfeller hvor deltakere opplevde smerte i skulderledd, ble det om mulig benyttet de lave håndtakene i stedet.



Roing: Apparatet ble justert slik at deltakeren hadde brystputen mot nedre del av sternum. Brystputen ble justert slik at deltakeren måtte strekke seg frem og ha strake armer for å holde håndtakene. Bevegelsen startet med den konsentriske fasen hvor armene ble trukket bakover med albue ut til siden. Når håndtakene var ved omdreiningaksen til apparatet var testen godkjent. Brystet og setet skulle til enhver tid være i kontakt med apparatet.



Skulderpress: Setet på apparatet ble justert slik at håndtakene var rett på utsiden av skuldrene. Bevegelsen startet konsentrisk ved å presse armene fra nederste posisjon til utstrekte albuer. I enkelte tilfeller hvor deltakere opplevde smerte i skulder- eller albueledd, ble det om mulig benyttet håndtak med smalere grep som er plassert foran skulderleddet til deltakeren. Setet og ryggen skulle til enhver tid være i kontakt med apparatet.



Kneekstensjon: Setet på apparatet ble justert slik at kneleddet korresponderte med omdreiningaksen, og ankelputen lå mot nedre del av leggen. Bevegelsen startet med konsentrisk fase hvor deltakerne løftet leggen slik at kneleddet ble fullstendig ekstendert. Ved bruk av påtegnede cm - mål ved siden av vektmagasinet kunne testleder sikre at kneleddet var fullstendig ekstendert. Setet skulle til enhver tid være i kontakt med apparatet.



Beinpress: Deltakerne ble plassert med ryggen og setet i kontakt med apparatet. Beina ble plassert i skulderbreddes avstand på fotplaten med tærne rett frem. Deltakeren senket så fotplaten ved å bøye i knærne til 90 grader for så å presse fotplaten opp konsentrisk til strake bein. Korrekt dybde ble standardisert ved å bruke tilegnede pinner eller vektskiver som deltakerne måtte senke fotplaten ned til.



4.6 Treningsprotokoller

4.6.1 Tradisjonell styrketrening

TST gjennomførte styrketrening med apparater og frie vekter med det formål å øke lbm og muskelstyrke (1RM). Treningen ble gjennomført etter følgende protokoll (Tabell 4.6.1), basert på anbefalinger fra American Collage of Sports Medicine (ACSM) (Williams et al., 2007). Antall serier på over- og underekstremitet er basert på tidligere studier av unge nybegynnere (Paulsen et al., 2003; Ronnestad et al., 2007).

Før styrketreningen varmet deltakerne selv opp på tredemøller, sykler eller ro -maskin i 10-15 min med lav til moderat intensitet. Styrketreningen ble lagt opp med en frekvens på to tunge økter, og en litt lettere økt per uke. De tunge øktene ble lagt til mandag og fredag slik at deltakerne fikk to dager hvile før ny treningsuke ble påbegynt. Treningen ble periodisert for å sikre en progresjon i motstanden ved at antallet repetisjoner ble redusert hver fjerde uke. Halvveis i perioden økte treningsmengden med et sett ekstra på både overkropp og underkropp. Øvelsene ble gjennomført i rolig og kontrollert tempo for å redusere skaderisikoen. Deltakerne lå hele tiden så tett opp til sin RM i de respektive øvelsene som mulig, men fikk lov å justere ned treningsmotstanden ved eventuelle smerter. Når deltakerne klarte å løfte mer enn de forskrevne antall repetisjoner ble vekten økt med 2-5 %. Øktene ble gjennomført i grupper på 2-4 forsøkspersoner. Deltakerne ble under øvelsene aktivt veiledet og sikret under treningen. Instruktørene sørget også for å kontrollere oppmøte og sikre progresjon i motstanden.

Tabell 4.6.1: Treningsprotokoll for TST

Uke:	Kroppsinndeling	Dag1 (sett x RM)	Dag 2 (sett x rep, 80 % av 10 RM)	Dag3 (sett x RM)
1- 4:	Overkropp Underkropp	1x12 2x12	1x10 2x10	1x8 2x8
5-6:	Overkropp Underkropp	1x10 2x10	1x10 2x10	1x6 2x6
7- 8:	Overkropp Underkropp	2x10 3x10	2x10 3x10	2x6 3x6
9- 12	Overkropp Underkropp	2x8 3x8	2x10 2x10	2x4 3x4

De to tunge øktene besto av samme øvelser hver uke: knebøy (V- squat), kneekstensjon, tåhev (modifisert versjon i V- squat), brystpress, skulderpress, roing, en øvelse for bukmuskulatur (sit up eller abdominal crunch) og en øvelse for ryggstrekkene (diagonalhev eller rygghev). Etter uke 5 ble brystpress og skulderpress i apparat byttet ut med liggende brystpress med manualer og sittende skulderpress med manualer og ryggstøtte på den lettere treningsdagen, onsdag. Vanlig liggende rygghev ble for de forsøkspersoner som var kapable til det modifisert til skrå rygghev i apparat. Dette ble gjort med det formål å aktivere stabiliserende muskulatur, samt for variasjon og bedret motivasjon hos deltakerne. Brystpress, skulderpress, roing og kneekstensjon ble trent i de samme apparatene som ved testing (kap: 4.5.2.1). I tillegg til disse ble følgende øvelser trent:

V- squat knebøy: Forsøkspersonen sto på en skrå plattform (Hammerstrength, Plateloaded, Illinois, USA) med begge bein. Skuldrene var plassert under skulderputene, mens hofte og rygg var i kontakt med ryggplaten. Forsøkspersonen bøyde i kne og hoftelodd slik at lårbenene var parallelt med plattformen. Forsøkspersonen ekstenderte så kne og hoftelodd til oppreist stilling igjen.



Tåhev: Forsøkspersonen sto med foten delvis inn på kanten av plattformen i V- squat apparatet. Skuldrene var plassert under skulderputene, med hofte og rygg i kontakt med ryggplaten. Forsøkspersonen utførte en plantarfleksjon i ankelleddet slik at hele kroppen ble løftet opp for så å senke rolig ned til full strekk i ankelleddet igjen.



Sit up på matte

Forsøkspersonen lå med kneleddet flektert i ca 90 grader og føttene på bakken. Brystet ble løftet opp fra gulvet, mens korsryggen hele tiden var i kontakt med gulvet. Utførelsen skulle foregå i et rolig og kontrollert tempo



Rygghev på matte

Deltakerne lå på magen med hendene langs siden. Brystet ble hevet litt over bakken for så å senkes rolig ned igjen.



Rygghev i apparat

Etter hvert fikk de deltakerne som var i stand til det lov å utføre rygghev i eget apparat (Technogym). Her senket deltakerne overkroppen rolig ned med ryggen helt rett før de så returnerte til utgangsposisjon.



Abdominal crunch i apparat

Deltakerne satt på setet med korsryggen inntil ryggen på apparatet (Technogym). Deltakeren utførte en fleksjon av virvelsøylen og senket rolig tilbake til utgangsposisjon.



Skulderpress manualer

Deltakerne satt i oppreist stilling på en benk med støtte i ryggen. Manualene ble holdt i en posisjon på utsiden av skuldrene. Manualene ble så løftet opp til strake armer og senket rolig ned til utgangsposisjon igjen.



Brystpress m/manualer Deltakerne lå på en benk med manualene i en posisjon rett utenfor brystet. Manualene ble løftet opp til strake armer og senket ned til utgangsposisjonen igjen.



4.6.2. Funksjonell styrketrening (FST)

Denne gruppen gjennomførte funksjonell styrketrening med det formål å bedre deltakernes evne til å mestre tunge fysiske utfordringer i hverdagen. Før den funksjonelle treningen ble deltakerne ledet gjennom en generell oppvarming på 10 min, bestående av gange i sirkel mens man gjorde enkle bevegelser, samt enkel aerobic. Treningen ble gjennomført med en frekvens på tre økter per uke hvorav den første og den tredje økten var med størst motstand. Treningen ble lagt opp i en sirkel, slik at deltakerne beveget seg mellom øvelsene med et minutt pause mellom hver øvelse. Hele perioden ble gjennomført med 2 runder på alle øvelser. De første 6 ukene ble runde 1 gjennomført med noe lettere motstand (15 repetisjoner på en motstand tilsvarende 20RM). Resten av perioden var begge rundene med like stor motstand. Repetisjonsantall ble redusert og antallet sett økte halvveis i treningsperioden (Tabell 4.6.2), basert på anbefalinger for styrketrening og progresjon hos eldre (Williams et al., 2007). Treningen ble gjennomført med 1 min pause mellom hver øvelse og 5 min pause mellom hver runde.

Tabell 4.6.2 Treningsprotokoll FST

Uke	Runde:	Dag1 (sett x rep)	Motstand	Dag2 (sett x rep)	Motstand	Dag3 (sett x rep)	Motstand
1- 6	1	1x15	20RM	1x10	20RM	1x15	20RM
	2	1x15	15RM	1x10	15RM	1x15	15RM
6 – 12	1 og 2	2x12	12RM	2x10	15RM	2x12	12RM

Øvelsene som ble gjennomført under hele intervensjonen var: steg opp og ned på benk (31,3 cm) med høyre og venstre bein (to separate øvelser), sit- ups på matte, knebøy til en stol (45 cm), armhevninger, markløft med bruskasse, liggende rygghev, løft av manualer fra hoftehøye og opp til en hylle i hodehøyde. Halvveis i intervensjonen ble trappegange med belastning lagt til i øvelsesutvalget. Denne ble utført med 26 trappetrinn (17 cm) og så høy ekstern belastning som mulig. For å sikre progresjon i øvelsene ble det lagt til rette for å øke treningsmotstanden ved bruk av ekstern vekt festet på kroppen, hantler og medisinbatter eller håndtak til å kjøre armhevninger på. På lik linje med TST ble det lagt vekt på at øvelsene skulle kjøres rolig og kontrollert med korrekt teknikk. Etter den funksjonelle styrketreningen ble det også gjennomført en lett

uttøyning av hamstrings, quadriceps, setemuskel, bryst og skuldre. Deltakerne loggførte selv hvor mye de løftet i de ulike øvelsene, disse loggbøkene ble jevnlig tatt inn av instruktørene for å kontrollere en jevn progresjon i treningsmotstanden.

Treningen ble hele tiden aktivt veiledet av to instruktører fordelt på hele gruppen.

Øvelsene som ble trent er ytterligere beskrevet her:

Steg opp og ned på benk: deltakerne gikk opp og ned på benk med et og et bein av gangen, med ytre belastning i form av vektvester og vektskiver.



Sit- up på matte: deltakerne lå med kneleddet flektert i ca 90 grader og føttene festet i ribbeveggen. Brystet ble løftet opp fra gulvet, mens korsryggen hele tiden var i kontakt med gulvet



Knebøy til stol: deltakerne senket hofta bakover og ned til en stol. Når setet var i kontakt med stolen så reiste de seg opp til strake bein. Ball og vektvest ble brukt for ekstra ytre belastning.



Armhevninger: deltakerne sto på tærne og hendene med kroppen i en rett stilling. Deltakerne bøyde så albueleddet og senket kroppen ned mot gulvet for så å presse tilbake til startstilling. Håndtak og sandsekker ble brukt for ytterligere ekstern belastning



Markløft med bruske: deltakerne sto med bøyde knær og rett rygg. En bruske ble så løftet opp fra bakken slik at deltakerne avsluttet i en oppreist stilling.



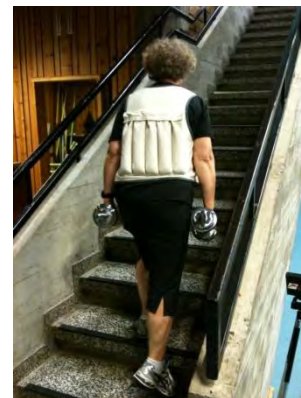
Rygghev på matte: Deltakerne lå på magen med hendene langs siden eller foran hodet. Brystet ble hevet litt over bakken også senket rolig ned igjen.



Manualløft til hylle: deltakerne sto med manualer i hendene, manualene ble løftet opp til en hylle på høyde med deltakernes hake.



Trappegange med ekstern belastning: deltakerne gikk opp en trapp med ekstra belastning festet til kroppen eller i manualer i hendene.



4.6.3 Utholdenhetstrening (UT)

Treningsgruppen gjennomførte trening, som eldre kanskje er mest familiær med fra tidligere, ved bruk av ulike former for aerob aktivitet. De tre treningsdagene var lagt opp med forskjellig type aktivitet, basert på anbefalinger for fysisk aktivitetsnivå fra ACSM og American Heart Association (Nelson et al., 2007)

Dag 1 besto av intervalltrening med staver. Etter en oppvarming på 10-15 minutter ble det gjennomført fire intervaller à to minutter i motbakke. Intervalldragene ble gjennomført i høyt tempo og deltakerne ble forklart at intensiteten skulle være hard.

Hvert intervalldrag skulle gjennomføres på en intensitet tilsvarende den intensiteten deltakerne selv oppfattet at de kunne gjennomføre kontinuerlig i to minutter uten å stivne i muskulaturen. Deltakerne ble instruert i korrekt teknikk og oppfordret til å benytte denne under treningen. Mellom hvert intervalldrag fikk deltakerne ett minutt pause hvor de fortsatte å bevege seg, men i et rolig tempo. Avslutningsvis gjennomførte gruppen 10-15 min rolig stavgang før de tøyde lett ut på store muskelgrupper i bein.

Dag 2 ble øvelsene gjennomført innendørs i sal med aerob trening til musikk. Aktiviteten besto av aerobicøvelser ledet av instruktør. Økten startet med 15 minutter gradvis økende intensitet som oppvarming, etterfulgt av en 35 minutter høyintensiv hoveddel med enkelte korte pauser underveis. En nedtrapping på 15 minutter med ulike bevegelsesøvelser for ryggstølen ble gjennomført avslutningsvis.

Dag 3 besto treningen av rolig gange i ulendt skogsterreng. Hovedfokuset med denne økten var å utfordre balansen. Det ble lagt opp til 50 min gange med en kort pause halvveis. I denne korte pausen ble det utført lett tøyning av store muskelgrupper i beina. Ganghastigheten ble individuelt tilpasset den enkelte forsøkspersons kapasitet. Etter gåturen ble det også gjennomført tøyning i 5 minutter. Øktene ble gjennomført med to aktive instruktører fordelt på gruppen.

Alle deltakerne i treningsgruppene trente i 45- 60 min hver økt. Instruktørene var bachelor – og masterstudenter i idrettsvitenskap opplært til å motivere forsøkspersonene for maksimal innsats.

4.6.4 Kontrollgruppen (KO):

Deltakerne som ble randomisert til kontrollgruppen ble instruert til å opprettholde sitt daglige aktivitetsnivå under intervensjonsperioden. For kontroll av aktivitetsnivået fylte deltakerne ut et spørreskjema før og etter intervensjonsperioden. Etter intervensjon fikk forsøkspersonene i denne gruppen tilbud om å bli randomisert til en av treningsgruppene i neste intervensjonsperiode. Disse deltakerne ble kun brukt i datamaterialet som deltakere i KO.

4.7 Kosthold

For å undersøke hvorvidt deltakerne endret kostholdet under intervensjonen ble det gjennomført kostholdsregistrering før og etter intervensjonsperioden.

Kostholdsregistreringen ble utført ved 24- timers recall intervju, fortrinnsvis i møte med hver enkelt forsøksperson. Der det ikke har lyktes å treffe forsøkspersonene personlig har intervjuene foregått over telefon. Intervjuet baserte seg på hva forsøkspersonen spiste dagen i forveien. Det ble spurt i detalj om mat- og drikkevarene for å kontrollere for bruk av lett - produkter, brødtype og lignende som kan påvirke nærings sammensetning og kaloriinntak. Det ble forsøkt å standardisere porsjonsstørrelse ved bruk av kjente mål som kaffekopper, spiseskjeer, glass eller lignende. Avslutningsvis i intervjuet er det blitt spurt etter eventuelle mellommåltider som kan ha blitt glemt. Deltakerne som gjennomførte intervjuet personlig fikk også se et bildeskjema med nøtter, sjokolade, pastiller osv som de kan ha glemt å rapportere. Kostholdet ble registrert ved bruk av dataprogrammet Mat på data (versjon 5.0, Norge). Deltakerne fikk en individuell tilbakemelding og de deltakerne med for lavt inntak av kalsium og vitamin D ble oppfordret til å øke inntaket dette. Midtveis i studien ble det gjennomført et kostholdsforedrag som baserte seg på informasjon om hvorfor nettopp disse næringskildene var viktige. Deltakerne ble ellers bedt om å følge opp de rådene de fikk og ellers opprettholde sitt normale kosthold. Alle kostholdsregistreringene ble gjort av samme ernæringsfysiolog.

4.8 Statistikk

SPSS versjon 15,0 for Windows ble brukt for de statistiske analysene (SPSS Chicago,IL, USA). Grafiske fremstillinger er gjort i SPSS og Microsoft Excel 2007. Endring fra før til etter intervensjon innad i gruppene ble analysert ved bruk av parret t-test. Endringer mellom gruppene ble analysert ved ANOVA, med etterfølgende bruk av Scheffe som post- hoc test. Forholdet mellom to ulike variabler ble analysert ved bruk av Pearsons korrelasjons test. Statistisk signifikans var tilfredstilt ved $P \leq 0,05$. Beskrivende data er oppgitt som mean \pm standardavvik (SD). Endringsdata er oppgitt som mean \pm standardfeil (SEM). Grafiske fremstillinger er oppgitt med mean \pm 95 % konfidensintervall (95 % CI).

4.9 Etikk

Denne studien er en delstudie til et større forskningsprosjekt ”Senior- løftet”. Studiet er godkjent av etisk utvalg. Alle deltakere har skrevet under på erklæring for informert samtykke. De deltakere som har blitt fotografert under intervusjonen har skrevet under på en egen erklæring for bruk av fotografiene til masteroppgaver, artikler eller presentasjoner relatert studien. Studien er godkjent av regional komité for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk (REK).

5.0 Resultater

5.1 Karakteristikk av deltakerne

Ved oppstart av studien var det ingen forskjell mellom gruppene, verken for menn og kvinner samlet eller fordelt på kjønn, i noen av kroppssammensetningsvariablene (tabell 4.4.1). Menn i alle grupper var høyere, tyngre, hadde lavere fettprosent, større lbm og lean masse i alle kroppsregioner enn kvinner i respektive grupper ($p < 0,05$). Menn i FST var eldre enn kvinner i samme gruppe ($p = 0,042$).

5.1.2 Drop – out

25 deltakere falt fra underveis i intervensjonsperioden (TST: 3, FST: 12, UT:5, KO:5) (fig: 4A). Utgangsverdiene deres skilte seg ikke fra deltakerne som fullførte studien (alder, høyde, BMI, lbm, fettmasse, fettprosent, lean masse i de ulike regionene eller 1RM styrketester).

5.2 Effekt av trening og ulik type trening på kroppssammensetning

Kroppssammensetningsresultater ble analysert både som effekt av trening, hvor alle de tre treningsgruppene (TST, FST og UT) blir slått sammen til en gruppe: Trening, også fordelt på de ulike treningsgruppene.

En mann i TST trakk seg fra studien etter randomiseringen, før måling av kroppsvekt, høyde og DXA- analyser, og er derfor ikke med i noen analyser av disse variablene. En kvinne i TST og en mann i FST var ikke riktig plassert i DXA apparatet ved pre- tester. Disse er derfor tatt ut fra beskrivende målinger og endringsanalyser av lbm og fettmasse, samt lean masse i de regioner av kroppen som ble påvirket av dette. Antall deltakere som har blitt analysert i alle testvariabler som påvirkes av dette vil bli oppgitt som: n.

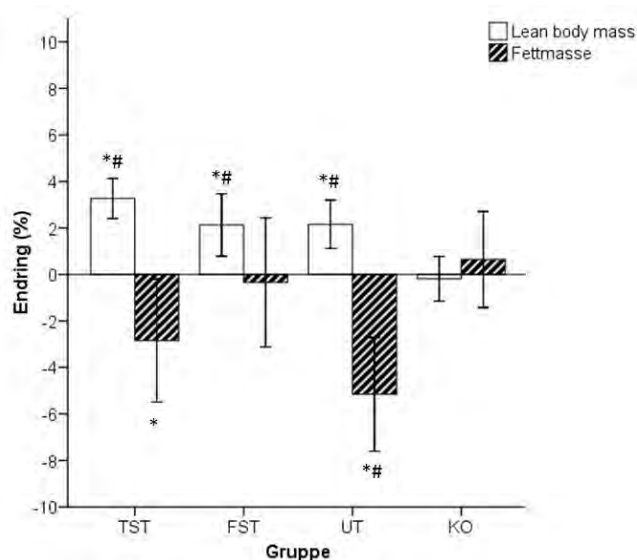
5.2.1 Effekt av trening på kroppssammensetning

Deltakerne som fullførte 12 ukers trening (alle treningsgruppene slått sammen) økte lbm under treningsperioden med $1,1 \pm 0,1$ kg ($p < 0,001$). Fettmassen ble redusert med $0,8 \pm 0,2$

kg ($p < 0,001$). Endringene i lbm og fettmasse var signifikant større enn KO ($p < 0,05$). Fettprosenten ble redusert fra pre til post med $1,1 \pm 0,2$ ($p < 0,001$). Trening førte ikke til endring av kroppsvekt ($p = 0,072$). Blant både menn og kvinner som deltok i treningsgruppene ble en reduksjon i fettmasse og fettprosent, samt en økt lbm registrert etter intervensjonsperioden ($p < 0,05$). Det var ingen kjønnsforskjeller i endring av kroppssammensetning. Både menn og kvinner økte lbm og reduserte fettprosenten sammenlignet med samme kjønn i KO ($p < 0,05$). Menn som trente reduserte fettmassen sammenlignet med menn i KO ($p = 0,049$). Reduksjonen av fettmasse hos kvinner var ikke signifikant sammenlignet med kvinner i KO ($p = 0,095$).

5.2.2 Effekt av ulik trening på kroppssammensetning

Blant deltakerne i FST ble det registrert en økning i kroppsvekt i løpet av intervensjonsperioden, både for menn og kvinner samlet ($p = 0,012$) og kvinner separat ($p = 0,006$), men ikke menn separat ($p = 0,288$). Vektendringen var ikke signifikant sammenlignet med KO ($p = 0,485$). Alle treningsgruppene økte lbm signifikant mer enn KO ($p \leq 0,05$), som ikke endret sin lbm ($p = 0,495$). Endringen i lbm var ikke signifikant forskjellig mellom treningsgruppene. I både TST og UT ble det registrert en reduksjon i fettmasse etter intervensjonsperioden ($p < 0,05$), men reduksjonen var bare signifikant sammenlignet med KO for UT ($P = 0,008$) (Figur:5.1).



Figur 5.1: Prosentvis endring i lbm og fettmasse ved ulik type trening (menn og kvinner). Verdier er oppgitt i mean \pm 95 % CI. TST= tradisjonell styrketrening, FST= funksjonell styrketrening, UT: utholdenhetstrening, KO= kontrollgruppe. *signifikant endring fra pre til post ($p < 0,05$). # signifikant endring sammenlignet med kontrollgruppe ($p < 0,05$).

I absolutte verdier ble det registrert en økning i lbm hos kvinner i alle treningsgruppene etter intervensjonsperioden ($p < 0,05$). Økningen var signifikant større enn hos kvinner i KO for TST og UT ($p < 0,05$). Blant kvinner i UT ble det registrert en reduksjon i total fettmasse etter intervensjonsperioden ($p = 0,005$), reduksjonen var ikke signifikant sammenlignet med kvinner i KO ($p = 0,095$). Menn i UT og TST viste en reduksjon i fettmasse og økning i lbm i løpet av intervensjonsperioden ($p < 0,05$). Reduksjonen av fettmasse var ikke signifikant sammenlignet med menn i KO for verken menn i UT ($p = 0,141$) eller TST ($p = 0,451$). Økningen av lbm var signifikant større enn hos menn i KO for menn i TST ($p = 0,015$), men ikke for menn i UT ($p = 0,322$). (Tabell:5.2.2).

Fettprosenten ble redusert i TST og UT i løpet av intervensjonsperioden ($p < 0,001$) for både menn og kvinner samlet og fordelt på kjønn ($p < 0,05$). Reduksjonen hos TST og UT var signifikant sammenlignet med KO ($p < 0,05$). I UT reduserte kvinnene fettprosenten sammenlignet med kvinnene i KO ($p = 0,033$). Det var ingen kjønnsforskjeller i de ulike gruppene for endring av kroppsvekt, lbm, fettmasse eller fettprosent (Tabell:5.2.2).

Tabell 5.2.2: Effekt av ulike typer trening på kroppsvekt, fettmasse og lbm (mean± SEM)

	Kjønn	TST Endring	p	FST Endring	p	UT Endring	p	KO Endring	p
Kroppsvekt (kg)		n=10		n=9		n=9		n=10	
	M	0,5±0,7	0,470	0,7±0,6	0,288	-0,4±0,7	0,603	0,0±0,5	1,000
	K	0,7±0,4	0,075	0,9±0,2	0,006*	-0,3±0,3	0,257	0,1±0,4	0,883
	T	0,6±0,3	0,061	0,8±0,3	0,012*	-0,3±0,3	0,236	0,0±0,3	0,895
Fettmasse (kg)		n=10		n=8		n=9		n=10	
	M	-1,1±0,4	0,027*	-0,6±0,3	0,123	-1,7±0,6	0,026*	0,0±0,6	0,976
	K	-0,5±0,3	0,165	-0,1±0,3	0,868	-1,1±0,4	0,005*	0,0±0,3	0,912
	T	-0,7±0,3	0,014*	-0,2±0,2	0,414	-1,3±0,3	0,000*#	0,0±0,3	0,913
LBM (kg)		n=10		n=8		n=9		n=10	
	M	1,7±0,4	0,003*#	1,0±0,6	0,115	1,0±0,3	0,015*	-0,1±0,1	0,698
	K	1,3±0,2	0,000*#	0,9±0,3	0,020*	0,9±0,3	0,004*#	-0,2±0,2	0,549
	T	1,4±0,2	0,000*#	0,9±0,3	0,004*#	0,9±0,2	0,000*#	-0,1±0,2	0,495
Fettprosent		n=10		n=8		n=9		n=10	
	M	-1,7±0,4	0,004*	-0,6±0,4	0,244	-1,7±0,7	0,045*	0,1±0,4	0,856
	K	-1,0±0,3	0,004*	-0,2±0,4	0,617	-1,6±0,4	0,002*#	0,0±0,4	1,000
	T	-1,2±0,2	0,000*#	-0,4±0,3	0,248	-1,6±0,4	0,000*#	0,0±0,3	0,931

Endring er oppgitt som posttest subtrahert med pretest. Fettprosent er derfor prosentpoeng. *signifikant endring fra pre til post ($p < 0,05$). # signifikant mot kontroll ($p < 0,05$). M= menn, K= kvinner, T= menn og kvinner. TST= tradisjonell styrketrening. FST= funksjonell styrketrening, UT= utholdenhetstrening, KO= kontrollgruppe. LBM= lbm. (n)= det antallet deltakere som hadde godkjent måling av de ulike variablene.

5.3 Endring av lean masse i ulike regioner

5.3.1 Effekt av trening på lean masse i de ulike regionene

Trening økte lean masse i alle regioner (armer, trunkus og bein) ($p \leq 0,001$), samt overkropp (armer og trunkus slått sammen) i løpet av intervensjonsperioden ($p < 0,001$), og sammenlignet med KO ($p < 0,05$). Det ble registrert en økning av lean masse i bein, trunkus og overkropp hos menn som trente ($p < 0,05$). Lean masse i armer endret seg ikke ved trening for menn ($p = 0,337$). Sammenlignet med menn i KO økte menn lean masse i armer, bein og overkropp ($p < 0,05$), men ikke trunkus ($p = 0,183$). Kvinner som trente hadde en økning av lean masse i alle regioner i løpet av intervensjonsperioden, og sammenlignet med kvinner i KO ($p < 0,05$). Det var ingen kjønnsforskjell i endringen av lean masse i noen av de ulike regionene.

5.3.2 Effekt av ulik trening på lean masse i de ulike regionene

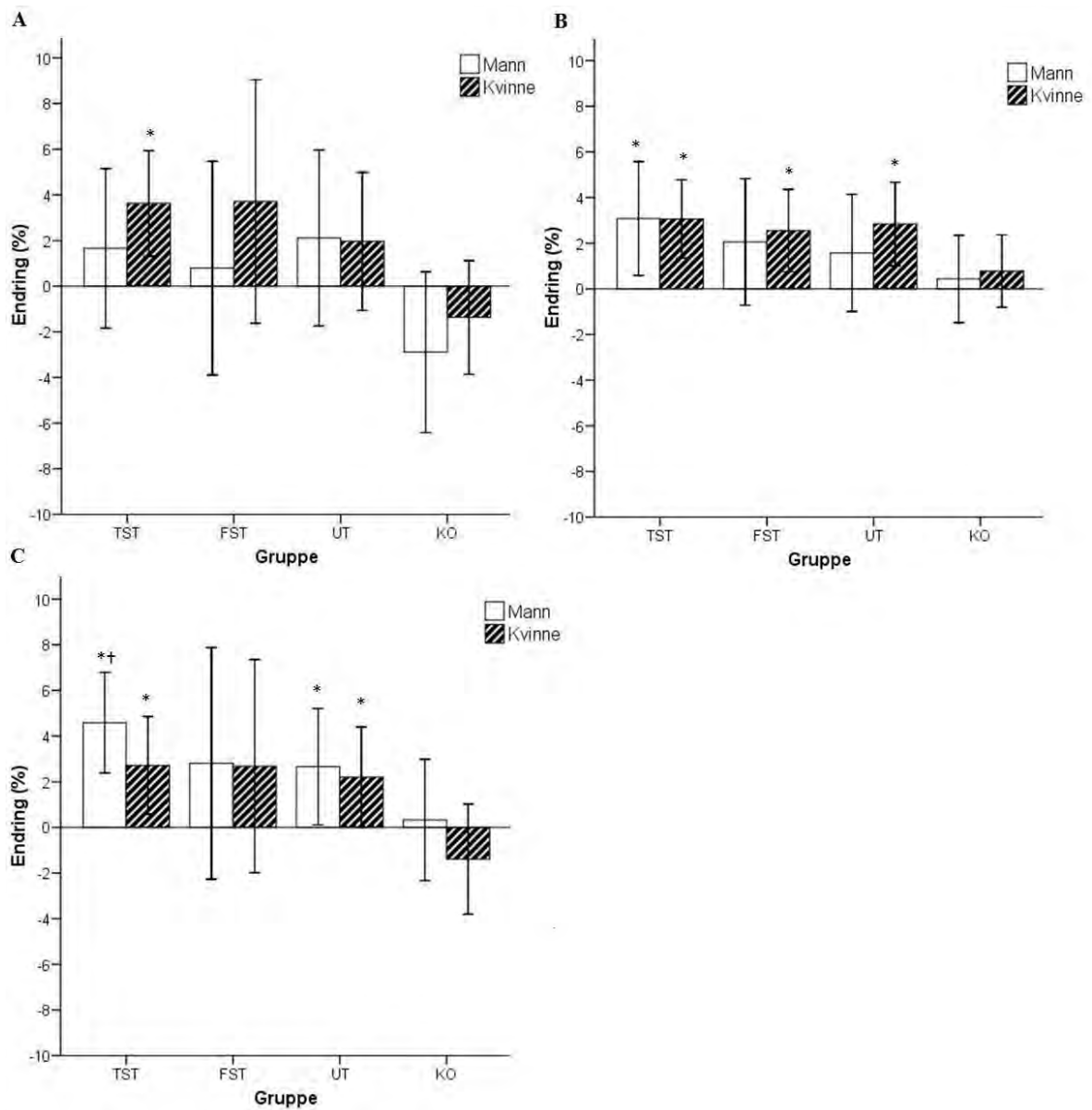
Alle treningsgruppene viste en økning av lean masse i overkropp i løpet av intervensjonsperioden ($p < 0,05$). I TST ble det registrert økt lean masse i alle regioner etter intervensjonsperioden ($p < 0,001$). Lean masse i armer, bein og overkropp var signifikant økt sammenlignet med KO ($p < 0,05$). UT viste en økt lean masse i trunkus og bein etter intervensjonsperioden ($p \leq 0,05$). UT økte lean masse i overkropp sammenlignet med KO, men ikke signifikant ($p = 0,054$). I FST ble en økt lean masse i trunkus registrert etter intervensjonsperioden, men endringen var ikke signifikant forskjellig fra KO ($p = 0,334$). KO viste en reduksjon av lean masse i armer etter intervensjonsperioden ($p = 0,034$) (Tabell: 5.3.2).

Tabell 5.3.2: Lean masse (g) i de ulike kroppsregionene, pre og post (mean±SD)

Region	Kjønn	TST			FST			UT			KO		
		Pre N=33	Post N=30	p	Pre N=33	Post N=21	p	Pre N=33	Post N=28	p	Pre N=39	Post N=34	p
Lean masse armer (g)	M	n=10 6356 ± 651	n=10 6455 ± 659	0,337	n=10 6696 ± 709	n=8 6746 ± 806	0,701	n=10 6604 ± 879	n=9 6540 ± 595	0,286	n=12 6482 ± 723	n=10 6299 ± 823	0,094
		n=21 3922 ± 672	n=19 4074 ± 618		0,015*	n=22 4027 ± 502		n=12 4162 ± 485	0,157		n=23 3825 ± 588	n=19 3918 ± 554	
	K	n=31 4707 ± 1329	n=29 4895 ± 1308	0,014*#		n=32 4861 ± 1377	n=20 5131 ± 1415	0,172		n=33 4667 ± 1462	n=28 4704 ± 1343	0,105	n=39 4750 ± 1336
		M	n=10 26701 ± 3175		n=10 27483 ± 3006	0,021*	n=10 27156 ± 1814		n=9 27623 ± 2490	0,123	n=10 27695 ± 2822		n=9 27590 ± 2239
	K		n=22 20211 ± 2880	n=20 21001 ± 2656	0,003*		n=22 20422 ± 2285	n=12 20838 ± 2416	0,012*		n=23 19440 ± 1695	n=19 2007 ± 1764	0,005*
		T	n=32 22239 ± 4229	n=30 23161 ± 4134		0,000*	n=32 22667 ± 3853	n=21 23552 ± 4152		0,005*	n=33 21942 ± 4365	n=28 22327 ± 3976	
Lean masse bein (g)	M		n=10 18166 ± 2220	n=10 18973 ± 2120	0,025*†		n=10 18221 ± 1924	n=8 18410 ± 1653	0,271		n=10 19178 ± 2300	n=9 19089 ± 1543	0,049*
		K	n=22 13260 ± 1994	n=20 13707 ± 1840		0,001*	n=22 12953 ± 1739	n=12 13360 ± 1652		0,287	n=23 12797 ± 1675	n=19 13212 ± 1797	
	T		n=32 14793 ± 3076	n=30 15462 ± 3160	0,000*#		n=32 14599 ± 3046	n=20 15253 ± 2974	0,110		n=33 14731 ± 3505	n=28 14975 ± 3222	0,004*

*signifikant endring fra pre til post test ($p \leq 0,05$). # signifikant forskjell fra kontrollgruppen ($p \leq 0,05$). † signifikant kjønnsforskjell i endring hos gruppen ($p=0,044$). TST= tradisjonell styrketrening, FST= funksjonell styrketrening, UT= utholdenhetstrening, KO= kontrollgruppe. N= opprinnelig antall deltakere i gruppen ved pre- og post- tester. n= antall deltakere som har godkjent DXA måling for de enkelte regionene. M= menn. K= kvinner. T= hele gruppen.

Det ble registrert en økt lean masse i trunkus hos kvinner i FST ($p=0,012$), trunkus og bein hos kvinner i UT ($p<0,05$), og alle regioner hos kvinner i TST ($p<0,05$) etter intervensjonsperioden. Kvinner i TST hadde større økning av lean masse i overkropp enn kvinner i KO ($p=0,012$). Menn i UT og TST viste økt lean masse i bein ($p<0,05$), og trunkus for menn i TST ($p=0,021$) etter intervensjonsperioden. Økningen av lean masse i bein hos menn i TST var større enn økningen hos kvinner i samme gruppe ($p=0,044$) (Fig:5.3.3)

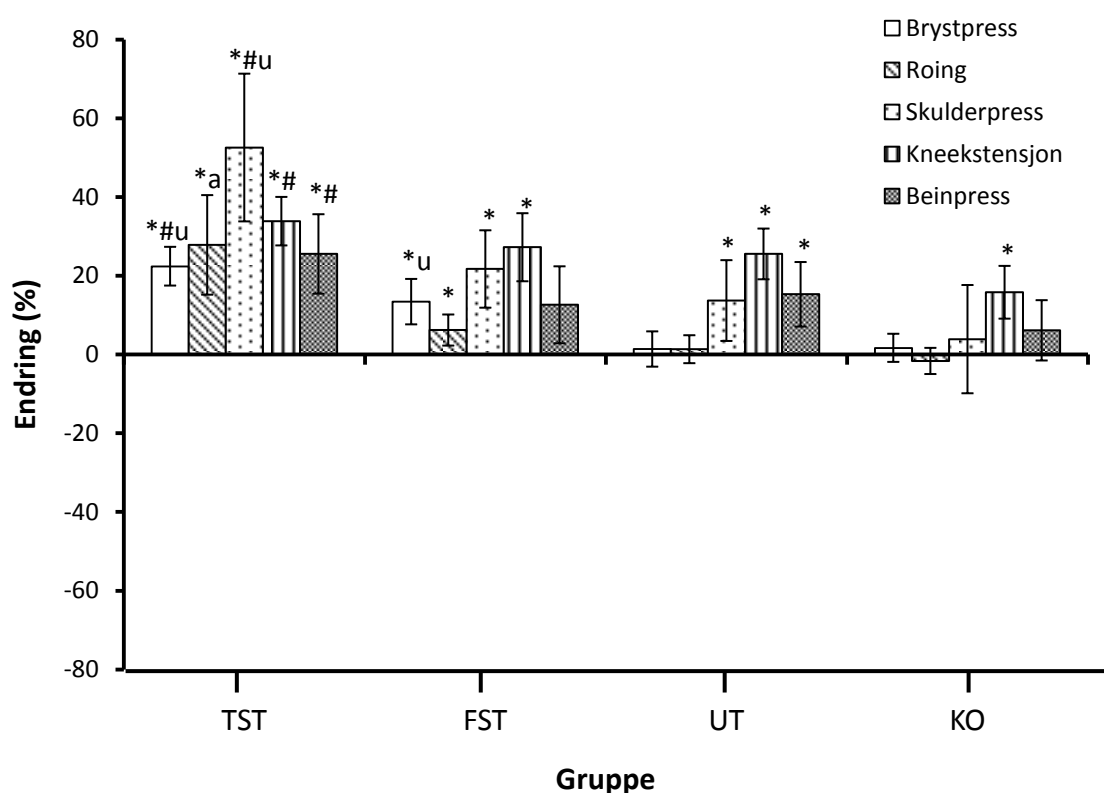


Figur 5.3.3: Prosentvis endring i lbm i armer, truncus og bein hos menn og kvinner. Verdier er oppgitt som mean \pm 95 % CI. **A:** Armer. **B:** Truncus. **C:** Bein. TST= tradisjonell styrketrening, FST= funksjonell styrketrening, UT: utholdhetstrening, KO= kontrollgruppe. *signifikant endring fra pre til post ($p < 0,05$). † signifikant kjønnsforskjell i endring hos gruppen ($p = 0,044$).

5.4. Effekt av ulik type trening på muskelstyrke

5.4.1 Prosentvis fremgang

TST viste en økning i alle styrketester fra før til etter intervensjonsperioden, og sammenlignet med KO ($p < 0,001$). TST endret styrken i brystpress og skulderpress mer enn UT ($p < 0,05$) og styrken i roing mer enn FST, UT og KO ($p < 0,05$). FST viste en økning i alle øvelser i løpet av intervensjonsperioden ($p < 0,05$), med unntak av beinpress ($p = 0,056$). FST økte styrken i brystpress mer enn UT ($p = 0,013$). UT viste en økning i skulderpress, beinpress og kneekstensjon etter intervensjonsperioden ($p < 0,05$). Den prosentvise økningen i kneekstensjon var signifikant større hos menn enn hos kvinner i UT ($p = 0,027$). I KO ble det registrert en økning i kneekstensjon ($p < 0,001$), de andre styrketestene forble uforandret for KO (Figur 5.4.1).



Figur 5.4.1: Prosentvis endring i styrke (1RM, menn og kvinner). Verdiene er oppgitt som mean \pm 95 % CI. *signifikant endring fra pre til post ($p < 0,05$). # signifikant endring sammenlignet med kontrollgruppe ($p < 0,05$). u= signifikant forskjell i endring fra UT ($p < 0,05$). a= signifikant forskjell i endring fra alle de andre gruppene (FST, UT, KO; $p < 0,05$). TST= tradisjonell styrketrening, FST= funksjonell styrketrening. UT= utholdenhetstrening, KO= kontrollgruppe.

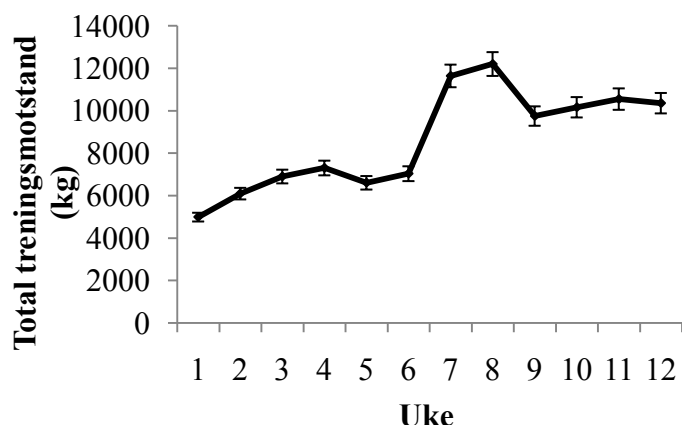
5.4.2 Absolutt fremgang

TST- gruppen økte treningsmotstanden signifikant fra uke 1 til uke 12 ($p < 0,001$) (Fig:5.4.3). Når endringene ble analysert som absolutte tall (kg) i de ulike styrketestene, så økte menn i TST og UT mer i kneekstensjon enn kvinner i respektive grupper ($p < 0,05$) (Tabell: 5.4.2).

Tabell 5.4.2: Oversikt over endring i styrke (kg) ved ulike typer trening (mean \pm SEM).

Gruppe	Kjønn	Brystpress		Roing		Skulderpress		Kneekstensjon		Beinpress	
		Endring	p	Endring	p	Endring	p	Endring	p	Endring	p
TST	M	n=10 7,5 \pm 1,4	0,001* [#] ^u	n=10 9 \pm 3	0,007** [#] ^f ^u	n=10 6,1 \pm 0,8	0,000* [#]	n=10 20 \pm 3	0,000* [†]	n=5 25 \pm 7	0,022*
	K	n=20 5,2 \pm 0,6	0,000* [#] ^u	n=20 5,9 \pm 1,2	0,000* [#] ^u	n=20 4,2 \pm 0,6	0,000* [#] ^u	n=19 12,7 \pm 1,3	0,000* [#]	n=8 23 \pm 6	0,006*
	T	n=30 6,0 \pm 0,6	0,000* [#] ^u	n=30 6,9 \pm 1,2	0,000* [#] ^f ^u	n=30 4,8 \pm 0,5	0,000* [#] ^u	n=29 15,0 \pm 1,5	0,000* [#]	n=13 24 \pm 4	0,000* [#]
FST	M	n=9 5,3 \pm 1,6	0,010*	n=9 1,7 \pm 1,2	0,200	n=9 3,4 \pm 0,9	0,005* [#]	n=8 17 \pm 3	0,001*	n=4 18 \pm 6	0,069
	K	n=12 3,6 \pm 1,0	0,003** [#] ^u	n=11 2,2 \pm 0,8	0,025*	n=10 3,0 \pm 0,6	0,001*	n=11 10 \pm 2	0,001*	n=5 8 \pm 9	0,405
	T	n=21 4,3 \pm 0,9	0,000* [#] ^u	n=20 2,0 \pm 0,7	0,011*	n=19 3,1 \pm 0,5	0,000* [#]	n=19 13 \pm 2	0,000* [#]	n=9 12 \pm 5	0,056
UT	M	n=9 0,9 \pm 1,5	0,537	n=9 1,3 \pm 1,2	0,319	n=7 2,4 \pm 0,8	0,020*	n=9 18 \pm 3	0,000* [†]	n=5 12 \pm 6	0,118
	K	n=19 0,1 \pm 0,7	0,939	n=18 -,1 \pm 0,8	0,900	n=17 0,6 \pm 0,6	0,269	n=17 7,5 \pm 1,2	0,000*	n=9 12 \pm 4	0,016*
	T	n=28 0,3 \pm 0,6	0,604	n=27 0,4 \pm 0,6	0,582	n=24 1,1 \pm 0,5	0,022* [#]	n=26 11,0 \pm 1,5	0,000*	n=14 12 \pm 3	0,002*
KO	M	n=10 -0,3 \pm 0,8	0,762	n=10 -0,5 \pm 1,0	0,633	n=10 -2,6 \pm 1,8	0,188	n=10 8 \pm 3	0,022*	n=6 0 \pm 7	1,000
	K	n=23 0,3 \pm 0,6	0,612	n=23 -0,4 \pm 0,7	0,520	n=21 0,1 \pm 0,7	0,867	n=21 5,2 \pm 1,5	0,002*	n=11 4 \pm 4	0,363
	T	n=33 0,2 \pm 0,5	0,763	n=33 -0,5 \pm 0,6	0,413	n=31 -0,7 \pm 0,8	0,339	n=31 6,1 \pm 1,4	0,000*	n=17 2 \pm 3	0,503

* signifikant endring fra pre til post ($p < 0,05$). # signifikant endring sammenlignet med kontrollgruppe eller samme kjønn i kontrollgruppe ($p < 0,05$). ^f signifikant endring sammenlignet FST eller samme kjønn i FST ($p < 0,05$). ^u signifikant endring sammenlignet med UT eller samme kjønn i UT ($p < 0,05$). [†] Signifikant kjønnsforskjell i gruppen ($p < 0,05$). p= pre til post. TST= tradisjonell styrketrening, FST= funksjonell styrketrening. UT= utholdenhetstrening, KO= kontrollgruppe, M= menn, K= kvinner, T= menn og kvinner.



Figur 5.4.3: Endringen total treningsmotstand for TST (n=30). Total treningsmotstand er antall kg løftet summert for dag 1 og 3, i til sammen 6 øvelser (knebøy, kneekstensjon, tåhev, skulderpress, brystpress, roing) Verdiene er oppgitt som mean \pm 95 % CI.

5.5 Inndeling i kvartiler for initiell lbm, fettmasse og alder

Deltakerne ble delt opp i kvartiler for undersøkelse av eventuelle forskjeller i endring av kroppssammensetning mellom de med lavest og de med høyest utgangsverdier av lbm, fettmasse og alder. Analysene ble gjort på alle deltakere i studien, både samlet og på gruppenivå.

5.5.1 Kvartiler av initiell lbm

Når alle deltakerne ble analysert samlet viste deltakerne i den kvartilen med lavest initiell lbm en signifikant større prosentvis økning av lean masse i trunkus og overkropp enn den høyeste kvartilen av initiell lbm ($p < 0,05$). Kvartilen med lavest initiell lbm hadde også lavere lean masse i trunkus og overkropp enn den høyeste kvartilen ved studiestart ($p < 0,001$). Ingen forskjell ble sett mellom kvartilene når endringen ble analysert i absolutte termer. Det var ingen forskjell mellom den laveste og den høyeste kvartilen i endring av lbm under intervensjonsperioden.

5.5.2 Kvartiler av initiell fettmasse

Den høyeste kvartilen med henblikk på initiell fettmasse (n=28) reduserte sin fettmasse i løpet av intervensjonsperioden ($p = 0,002$), mens kroppsvekten forble uforandret ($p = 0,158$). Kvartilen av deltakere med lavest initiell fettmasse (n=28) økte sin

kroppsvekt signifikant i løpet av intervensjonsperioden ($p=0,003$), mens fettmassen forble uendret ($p=0,498$). Deltakerne i den høyeste kvartilen av initial fettmasse reduserte sin kroppsvekt (kg) og fettmasse (kg) signifikant sammenlignet med deltakerne i den laveste kvartilen av initial fettmasse ($p<0,05$).

5.5.3 Alderskvartiler

Det var ingen signifikante forskjeller i endringen av kroppssammensetning mellom de yngste (≤ 70 år, $n=33$) og de eldste (≥ 80 år, $n=28$) deltakerne når deltakerne ble analysert samlet. På gruppenivå økte de eldste deltakerne i TST (≥ 80 år, $n=8$) sin kroppsvekt og lean masse i armer med henholdsvis 900g og 247g mer enn de yngste deltakerne (≤ 70 år, $n=10$) i gruppen ($p<0,05$).

5.6 Korrelasjoner

5.6.1 Korrelasjon mellom lbm og styrke

Ved studiestart korrelerte lbm hos deltakerne med 1RM i alle de ulike styrketestene ($p < 0,001$). R-verdiene varierte fra 0,691 i kneekstensjon til 0,822 i roing (Tabell:5.6.1).

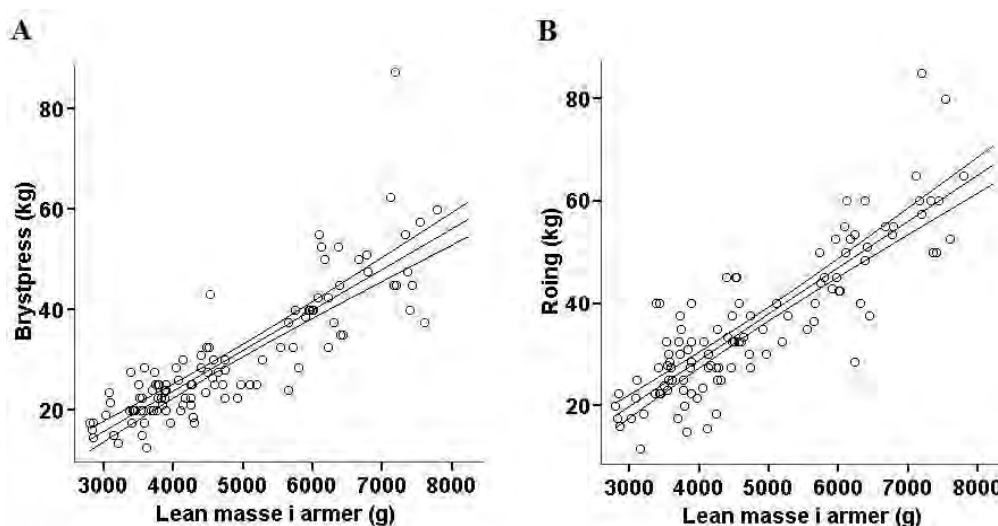
De sterkeste korrelasjonene var mellom lean masse i armer og 1RM i brystpress

($r=0,855$, fig 5.6.2A) og roing ($r=0,862$, figur 5.6.2B)

Tabell 5.6.1: Korrelasjon mellom pre- verdier av lbm og 1RM i styrketester (menn og kvinner)

	Brystpress	Skulderpress	Roing	Kneekstensjon	Beinpress
LBM	$r=0,797$ $n=111$	$r=0,748$ $n=108$	$r=0,822$ $n=111$	$r=0,691$ $n=107$	$r=0,760$ $n=55$
LM armer	$r=0,855$ $n=111$	$r=0,796$ $n=108$	$r=0,862$ $n=108$	$r=0,716$ $n=107$	$r=0,798$ $n=55$
LM trunkus	$r=0,738$ $n=113$	$r=0,709$ $n=110$	$r=0,774$ $n=113$	$r=0,643$ $n=109$	$r=0,732$ $n=56$
LM bein	$r=0,758$ $n=112$	$r=0,700$ $n=109$	$r=0,782$ $n=112$	$r=0,689$ $n=108$	$r=0,737$ $n=55$

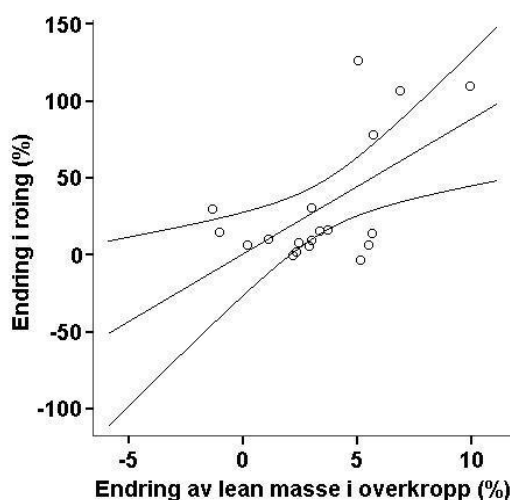
Alle korrelasjonene var signifikante ($p < 0,001$). LBM= lean body mass totalt for hele kroppen. LM armer:= lean masse i armer. LM trunkus= lean masse i trunkus, LM bein= lean masse i bein. n = antall deltakere.



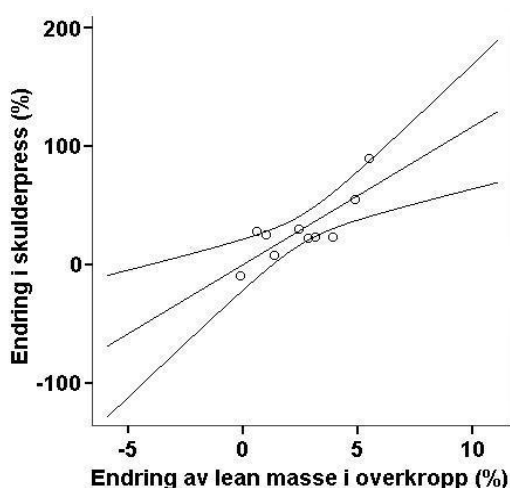
Figur 5.6.2: Korrelasjon mellom lbm i armer og 1RM i styrketestene brystpress og roing ved studiestart. **A:** Korrelasjon mellom lbm i armer (g) og 1RM i brystpress ($r=0,855$, $n=111$). **B:** Korrelasjon mellom lbm i armer (g) og 1RM i roing ($r=0,862$, $n=108$) ($p < 0,001$). Mean \pm 95 % CI for regresjonslinjen.

5.6.2 Korrelasjon mellom endring av lean masse i ulike regioner og styrketester

Deltakerne i TST viste en korrelasjon mellom prosentvis endring av lean masse i overkropp og prosentvis endring av 1RM i roing, både menn og kvinner samlet ($r=0,458$, $p=0,012$, $n=29$) og kvinner alene ($r=0,589$, $p=0,008$, $n=19$) (fig:5.6.3). Prosentvis endring i armer og prosentvis endring av 1RM i skulderpress korrelerte også hos kvinner i TST ($r=0,490$, $p=0,033$, $n=19$). I FST korrelerte prosentvis endring av lean masse i overkropp og 1RM i skulderpress ($r=0,522$, $p=0,026$, $n=18$). Korrelasjonen ble sterkere når kvinnene ble analysert alene ($r=0,809$, $p=0,005$, $n=10$) (fig:5.6.4).



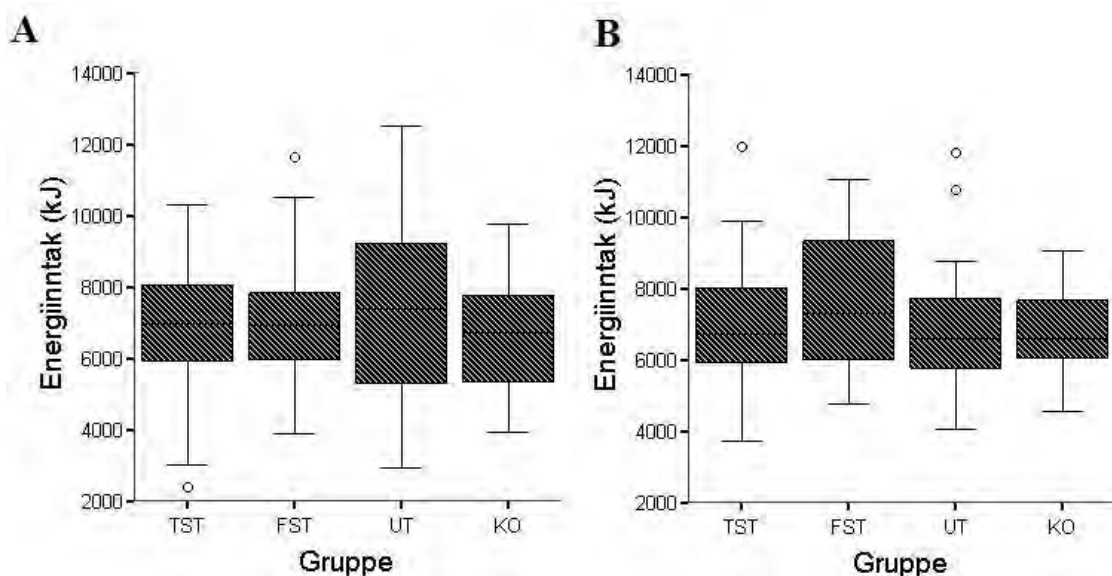
Figur 5.6.3: Korrelasjonen mellom prosentvis endring av lean masse i overkropp og prosentvis endring av 1RM i roing hos kvinner i TST. $r = 0,589$. $n=19$. Mean \pm 95 % CI for regresjonslinjen.



Figur 5.6.4: Korrelasjonen mellom prosentvis endring av lean masse i overkropp og prosentvis endring av 1RM i skulderpress hos kvinner i FST. $r = 0,809$. $n= 10$. Mean \pm 95 % CI for regresjonslinjen.

5.7 Ernæring

106 av deltakerne gjennomførte 24 timers – recall intervju for å kartlegge ernæringsstatus før intervensjonsperioden. Deltakerne hadde et energiinntak på 7035 ± 1976 kJ, og proteininntak på $1,0 \pm 0,4$ per kg kroppsvikt før intervensjonen. Det var ingen forskjell i energiinntak (kJ) (Fig:5.7.1A og B) eller i energiprosent protein, karbohydrat og fett mellom de ulike treningsgruppene før og etter intervensjonsperioden (fig: 5.7.3A og B).



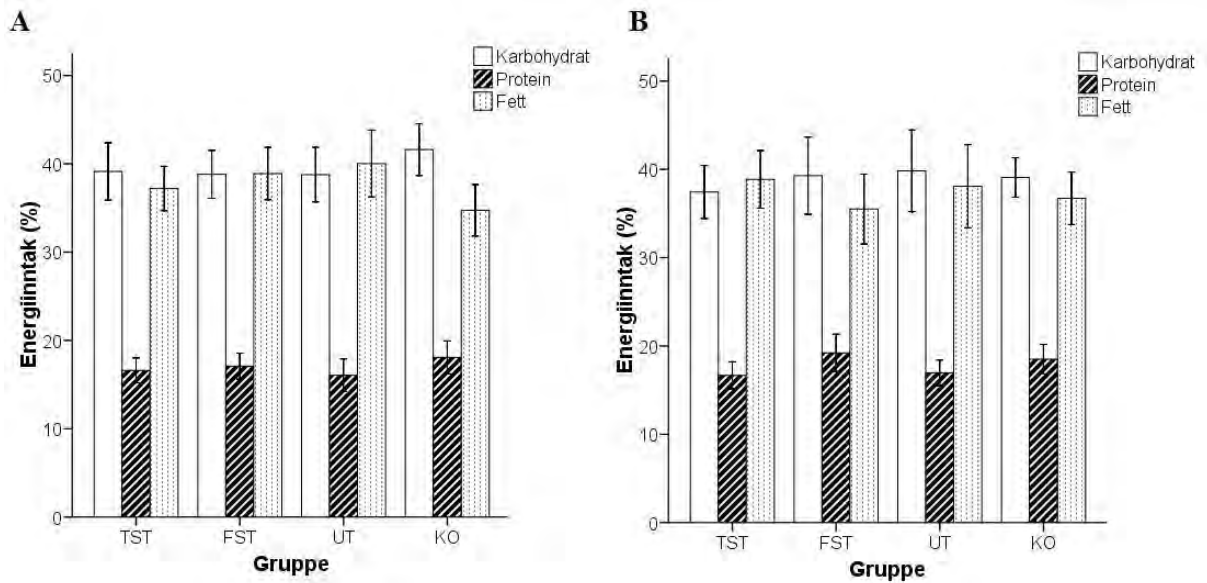
Figur 5.7.1: Energiinntak i de ulike gruppene i median kvartilavvik og 95 % CI. **A:** Energiinntak før treningsperioden. **B:** Energiinntak etter treningsperioden. TST= tradisjonell styrketrening. FST= funksjonell styrketrening, UT= utholdenhetstrening, KO= kontrollgruppe.

Etter intervensjonsperioden besvarte 97 deltakere 24 timers recall intervju. Ingen av gruppene endret sitt energiinntak (kJ) eller inntak (g) av de ulike næringsstoffene fra før til etter intervensjonsperioden (Tabell:5.7.2)

Tabell 5.7.2: Inntak av karbohydrat, protein og fett (g) og energi (kJ) før og etter treningsperioden (mean \pm SD).

Gruppe	Karbohydrat (g)		Protein (g)		Fett (g)		Energiinntak (kJ)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
TST	157 \pm 44	154 \pm 58	68 \pm 25	69 \pm 26	68 \pm 26	72 \pm 25	6827 \pm 1887	6946 \pm 2065
FST	172 \pm 50	174 \pm 51	77 \pm 27	87 \pm 31	74 \pm 27	73 \pm 32	7367 \pm 1900	7555 \pm 2009
UT	173 \pm 72	161 \pm 53	70 \pm 32	69 \pm 21	80 \pm 35	72 \pm 33	7523 \pm 2479	6913 \pm 1910
KO	163 \pm 52	160 \pm 35	70 \pm 18	75 \pm 17	61 \pm 22	69 \pm 21	6588 \pm 1566	6852 \pm 1198

TST= tradisjonell styrketrening. FST= funksjonell styrketrening, UT= utholdenhetstrening, KO= kontrollgruppe.



Figur 5.7.3: Energiprosent av karbohydrater, protein og fett. **A:** Energiprosent av karbohydrater, protein og fett før treningsperioden. **B:** Energiprosent av karbohydrat, protein og fett etter treningsperioden. Verdier er oppgitt i mean \pm 95 % CI. TST= tradisjonell styrketrening, FST= funksjonell styrketrening, UT= utholdenhetstrening, KO= kontrollgruppe.

6.0 Diskusjon

Hovedfunnene i denne studien var en økning i lbm sammenlignet med kontrollgruppen for alle de tre treningsgruppene etter tre treningsøkter per uke i 12 uker. Økt lean masse i armer kunne bare påvises etter TST. Menn i TST økte lean masse i bein mer enn kvinner i samme gruppe. Utholdenhetstrening var det eneste treningsregimet som reduserte fettmassen sammenlignet med KO. Alle gruppene økte 1RM i kneekstensjon. TST var den eneste gruppen som økte 1 RM i alle testøvelser. I absolutte termer økte menn i UT og TST 1RM i kneekstensjon mer enn kvinnene i respektive grupper, for UT- gruppen var kjønnsforskjellen signifikant også i relative termer.

6.1 Endring i kroppssammensetning

Muskelmassen ser ut til å være en sentral faktor for eldres evne til å mestre hverdagen (Visser et al., 2005; Aniansson et al., 1980; Shigematsu et al., 2006), og styrketrening er ansett for å være det mest effektive treningsregimet for utvikling av muskelmasse (Nichols et al., 1993; Tarnopolsky et al., 2007). På den andre siden er utholdenhetstrening gjerne i form av gåturer en kilde til fysisk aktivitet som inaktive personer gjerne prefererer (Morris & Hardman, 1997). Vi ønsket derfor å undersøke hvorvidt tung styrketrening (TST), styrketrening i form av øvelser rettet mot tunge daglige utfordringer (FST), og aerob aktivitet (UT) ville påvirke kroppssammensetningen ulikt, og om responsen på treningen viste kjønnsforskjeller.

6.1.1 Styrketrening, effekt på muskulatur

Økningen vi registrerte i lbm etter 12 uker med TST (1,4 kg) gjenspeiler relativt godt tidligere rapporterte funn etter styrketrening (Tabell:2.5.1). En økning på 1,5 kg lbm etter 24 ukers styrketrening blant allerede aktive kvinner er tidligere rapportert (Nichols et al., 1993). Vi fant en økt lbm på 1,3 kg hos våre kvinner i TST, som bare trente i 12 uker. Kvinnene i vår studie var imidlertid ikke like fysisk aktive ved studiestart.

Endringene i kroppssammensetning ble av Nichols og medarbeidere (1993) analysert ved hjelp av en tidligere versjon av DXA (Dual energy radiography: DER), med en variasjonskoeffisient på 5 %. Nyere versjoner av DXA er rapportert til å ha en lavere variasjonskoeffisient (Chilibeck et al., 1994), men ser ut til å variere mellom de ulike DXA- apparatene (Pritchard et al., 1993). Sammenligning av resultater fra studier som

benytter ulike DXA- apparater vil derfor være vanskelig. Enkelte studier har også rapportert en mer omfattende økning i lbm etter styrketrening av eldre deltakere (Treuth et al., 1994; Tarnopolsky et al., 2007). En robust økning i fettfrimasse på 2 kg etter 16 uker høyintensiv styrketrening ble rapportert i en ikke- randomisert kontrollert studie av friske utrente menn, med en stor variasjon i alder (51-71 år) (Treuth et al., 1994). Studien kontrollerte validiteten for måling av kroppssammensetningen ved å benytte både ved undervannsveieing og DXA. Begge målemetodene resulterte i like endringer, og indikerte derfor at de rapporterte endringene var pålitelige. Like mange styrketreningsøkter, men med en lavere treningsfrekvens, resulterte i en tilsvarende økning i fettfrimasse hos en gruppe eldre kvinner og menn supplementert med kreatin monohydrate og CLA (Tarnopolsky et al., 2007). En placebogruppe gjennomførte samme treningsprotokoll, men endret ikke den fettfrie massen signifikant. Kreatinsupplement har i tidligere studier vist en økning i fettfrimasse for eldre menn og kvinner (Brose, Parise, & Tarnopolsky, 2003) og lbm for eldre menn (Chrusch, Chilibeck, Chad, Davison, & Burke, 2001). Hvorvidt det var kreatin- eller CLA-supplementet eller kombinasjonen av disse som resulterte i en større endring av fettfrimasse hos supplementgruppen har Tarnopolsky og medarbeidere (2007) ingen noen god kontroll på. CLA ser imidlertid ikke ut til å påvirke lbm hos mennesker (Larsen, Toubro, & Astrup, 2003). Til tross for en signifikant større økning i fettfrimasse hos supplementgruppen i Tarnopolsky og medarbeideres (2007) studie, så treningsvolumet ut til å være forholdsvis likt i de to gruppene. Det dobbeltblindede designet sikrer også mot bias hos testerne. Studien omfattet imidlertid et begrenset antall deltakere, med færrest deltakere i placebogruppen. Det kan derfor spekuleres i om den ikke- signifikante tendensen til økt fettfrimasse (0,9 kg) hos placebogruppen er grunnet en type 2 feil. Samtidig er muskulaturens vanninnhold rapportert til å påvirke kroppssammensetningsanalyser ved bruk av DXA (Prior et al., 1997; Roubenoff, Kehayias, Dawson-Hughes, & Heymsfield, 1993). Kreatin- supplementering er antatt å føre til en økt intracellulær væskeretensjon (Ziegenfuss, Lowery, & Lemon, 1998), hvilket kan være en mulig årsak til den store økningen rapportert i fettfrimasse hos supplementgruppen.

En nyere dobbelt blindet studie viste en økt lbm (1,5 kg) hos eldre menn og kvinner etter styrketrening med antioksidant supplement (Bobeuf et al., 2009). Styrketrening med placebo så ikke ut til å endre lbm under intervensjonsperioden. Det virker noe

spesielt at styrketrening over 24 uker ikke endrer lbm uten antioksidant supplement, når man ser de overbevisende resultatene på lbm etter styrketrening i vår og tidligere studier av eldre deltakere (Nichols et al., 1993; Treuth et al., 1994; Binder et al., 2005; Hanson et al., 2009). Bobeuf og medarbeidere (2009) rapporterer imidlertid kontroll av energiinntak, som vil være en viktig faktor for endringen i kroppssammensetning. Ingen endring i lbm etter styrketrening er også rapportert hos eldre kvinner med hjertesykdom (Brochu et al., 2002). Den uendrede lbm i sistnevnte studie kan imidlertid antas å være grunnet for lavt treningsvolum og intensitet - justeringer for å unngå muskelstølheth hos deltakerne.

Tidligere rapporterte økninger i lbm etter intensiv styrketrening av eldre ser altså ut til å være i tråd med våre resultater etter TST, men treningsmotstanden ser ut til å være en en avgjørende faktor.

6.1.2 Utholdenhetstrening, effekt på muskulatur

Hovedhypotesen i vår studie var at TST ville føre til en større endring i lbm enn FST og UT. Til tross for at TST økte lbm med gjennomsnittlige 0,5 kg mer enn FST og UT, så var ikke forskjellen mellom de ulike treningsregimene statistisk signifikant. Få studier på eldre har undersøkt endringer i lbm som et resultat av utholdenhetstrening (Tabell:2.5.2), enda færre har undersøkt endringer i lbm etter utholdenhetstrening med pålitelige målemetoder (Coggan et al., 1992; Vitiello et al., 1997). Den noe overraskende økningen på 0,9 kg lbm hos vår UT- gruppe bringer derfor med seg ny kunnskap på dette området. Vårt funn er i delvis samsvar med to tidligere studier av utholdenhetstrening hvor kroppssammensetning ble målt med undervannsveiing (Vitiello et al., 1997) og hudfoldkalipper (Posner et al., 1992). Eldre menn og kvinner ble rapportert til å øke fettfrimasse (0,6 kg) etter 24 uker med utholdenhetstrening tre dager per uke (Vitiello et al., 1997). Samme treningsprotokoll, men med trening fem dager per uke resulterte imidlertid ikke i noen signifikant økning i fettfrimasse hos en mindre gruppe eldre menn i samme studie. I likhet med vår studie foregikk utholdenhetstreningen på et relativt høyt intensitetsnivå. Våre deltakere gjennomførte imidlertid to intensive og en mer moderat økt per uke i kun 12 uker. Lav til moderat utholdenhetstrening tre dager per uke har tidligere vist både økt lbm hos menn og

kvinner (1 kg) (Posner et al., 1992) og ingen endring i lbm hos menn (Hagberg et al., 1989) etter henholdsvis 16 og 26 uker.

Motstridene til vårt funn etter 12 uker har utholdenhetstrening over en lengre intervensjonsperiode (36-52 uker) tidligere ikke vist noen effekt på fettfrimasse hos en gruppe eldre menn og kvinner (Coggan et al., 1992). Treningsprotokollen besto av 45 min gange eller jogging 4 dager per uke med en gradvis økning i intensitet fra 60 til 85 % av maksimal hjerterefrekvens. En økt muskelfiberstørrelse i m. gastrocnemius ble imidlertid observert, og forfatterne antok at muskelveksten her var for liten til å oppdages med undervannsveiing. Et tverrsnittsmål av en liten andel av muskulaturen sier ikke nødvendigvis så mye om hvilke endringer som faktisk forekommer i andre regioner av kroppen, og i dette tilfellet vil kanskje målemetodens spesifisitet være vel så viktig som dens sensitivitet.

Kombinasjonen av styrke- og utholdenhetstrening har vist en like stor økning i lbm som kun styrketrening hos voksne menn, økningen var imidlertid bare signifikant for den kombinerte gruppen (Sillanpää et al., 2008). I en tilsvarende studie av voksne kvinner ble det vist en økt lbm etter både utholdenhetstrening og kombinert styrke- og utholdenhetstrening, men ikke etter styrketrening alene (Sillanpää et al., 2009). Den rapporterte økningen av lbm på 0,7 kg etter 21 ukers utholdenhetstrening av kvinner (Sillanpää et al., 2009) er noe mindre enn vårt funn på 0,9 kg hos kvinner i UT- gruppen etter kun 12 uker trening. I motsetning til Sillanpää og medarbeidere (2008), som ikke påviste noen effekt av lbm hos menn som gjennomførte utholdenhetstrening, observerte vi en lik økning i lbm hos både menn og kvinner etter utholdenhetstrening. Sillanpää og medarbeideres (2008;2009) utvalg omfattet imidlertid vesentlig yngre deltakere (menn: 40-65, kvinner: 39-64) enn vårt utvalg, som kan være en forklarende faktor for de ulike resultatene mellom menn og kvinner. Økningen av lbm etter kombinasjonen av styrke og utholdenhetstrening kan imidlertid antas å være et resultat av et dobbelt så stort totalt treningsvolum som hos gruppene som gjennomførte hvert treningsregime separat.

En tidligere studie (Izquierdo et al., 2004) undersøkte samme treningsgruppe- oppsett som Sillanpää og medarbeidere (2008;2009) på eldre menn over 16 uker. Her gjennomførte imidlertid alle gruppene tilsvarende antall treningsøkter per uke. Ingen av treningsregimene endret fettfrimasse. Lokalt i quadriceps viste imidlertid både

styrketreningsgruppen og den kombinerte styrke- og utholdenhetstreningsgruppen en større økning i tverrsnittsareal enn utholdenhetsgruppen (Izquierdo et al., 2004). I likhet med to av intervensjonene som undersøkte effekten av utholdenhetstrening (Posner et al., 1992; Hagberg et al., 1989) ble lbm estimert på bakgrunn av hudfoldtykkelse. Dette er en høyst diskutert målemetode, særlig for eldre deltakere som gjerne har løs hud (Wagner & Heyward, 1999; Treuth et al., 1994). Samtidig stiller en slik metode strenge krav til testerens kompetanse og nøyaktighet for å oppnå reliable estimater (Wagner & Heyward, 1999). Testerne er heller ikke rapportert til å være blindet, hvilket kan antas å være en konfunderende faktor for resultatene.

Vår treningsprotokoll med stavgang i oppoverbakke og intensiv aerobics med gjentatte relativt raske kontraksjoner ser ut til å være en adekvat stimulus for muskelvekst hos eldre på lik linje med TST og FST. Det er naturlig å anta at så lenge treningsmengden er adekvat og treningen progressivt blir økt i intensitet og treningsmotstand vil også utholdenhetstrening kunne være en potensiell stimulus for muskelvekst hos eldre. Noe som også er påpekt tidligere (Rogers & Evans, 1993). Individuer med en relativt lav muskelstyrke i utgangspunktet trenger kanskje heller ikke en like stor absolutt treningsmotstand for adaptasjon til vekst av skjelettmuskulatur som yngre eller bedre trente individer. I vår UT- gruppe ble deltakernes treningsintensitet styrt av deres egen subjektive oppfattelse, og trenerens påvirkning, basert på de retningslinjene vi hadde satt for treningsintensiteten. Våre observasjoner kan derfor antas og ha en relativt god overføringsverdi til fysisk aktivitet som eldre senere vil kunne gjennomføre på eget initiativ. Samtidig vil et manglende objektivt mål på den faktiske intensiteten gjennomført kunne være en begrensende faktor i vår studie.

Til tross for motstridene resultater og metodiske svakheter i tidligere studier ser det ut til at også utholdenhetstrening kan føre til muskelvekst hos utrente eldre.

6.1.3 Funksjonell styrketrening, effekt på muskulatur

De ulike treningsprotokollene som er gjennomført for funksjonell trening av eldre varierer stort i øvelsesutvalg, og er ikke nødvendigvis særlig sammenlignbare. Manini og medarbeidere gjennomførte imidlertid et funksjonelt styrketreningsprogram som var forholdsvis lik vår treningsprotokoll for FST (Manini et al., 2007). Øvelsesutvalg i vår

studie var i noe større grad preget av styrkeøvelser som var tilrettelagt og antatt å ha en stor overføringsverdi til tunge daglige aktiviteter, mens Manini og medarbeidere (2007) hadde innslag av enkelte mer spesifikke øvelser som f. eks støvsuging med tung støvsuger og løft av tung vaskekurv. 10 uker med trening 2 dager per uke resulterte, i motsetning til vår FST- gruppe, ikke i noen endring av lbm hos deltakerne. Samme studie fant heller ingen endring i lbm etter styrketrening alene eller etter en kombinasjon av den funksjonelle treningen og styrketrening. Komplikasjoner ved DXA- målingene førte til at kun armer og bein ble analysert. Samtidig kunne kun høyre side brukes for analyser hos flere av deltakerne. Studien har derfor ikke noe direkte mål på endringen i den totale lbm hos deltakerne. Flere av øvelsene måtte modifiseres for at deltakerne skulle være i stand til å gjennomføre treningsprotokollen. Kombinasjonen av et relativt begrenset antall deltakere i de ulike treningsgruppene, og et stort frafall av deltakere særlig i den kombinerte styrke- og funksjonelle treningsgruppen kan også antas å ha svekket effekten resultatenes overføringsverdi.

En treningsprotokoll bestående av aerob aktivitet og sirkeltrening med styrke- og enkelte dagligdags spesifikke øvelser kunne heller ikke påvise noen effekt på lbm hos en gruppe som primært besto av eldre menn, med enkelte eldre kvinner (Toraman et al., 2004). Forfatterne antar at den manglende effekten på lbm er grunnet den korte intervensjonsperioden på 9 uker. Våre funn i FST gruppen tyder imidlertid på at styrketrening utført med den hensikt å bedre deltakerens evne til å mestre hverdagslige utfordringer likevel kan føre til en økt lbm.

6.1.4 Kjønnforskjeller i endring av lbm etter ulik trening

I strid med vår hypotese kunne vi ikke påvise noen kjønnforskjell i økningen av lbm, verken som et resultat av trening (alle treningsgruppene samlet) eller på gruppenivå i de ulike treningsregimene. Litteraturen på området ser ut til å være noe mangelfull. Hanson og medarbeiderer rapporterte en økt fettfrimasse hos menn, men ikke hos kvinner etter styrketrening (Hanson et al., 2009). Det ble imidlertid ikke rapportert noen signifikant kjønnforskjell i endringen i fettfrimasse. Vitiellio og medarbeidere (1997) rapporterte en økt fettfrimasse etter utholdenhetstrening for menn og kvinner samlet, men kunne ikke påvise noen økning når de så på menn og kvinner separat. Tarnopolsky og medarbeidere viste en større økning i fettfrimasse hos menn enn hos kvinner når de

analyserte supplement- og placebogruppen samlet (Tarnopolsky et al., 2007). Dette kan imidlertid ha blitt påvirket av kreatinsupplementeringen.

6.2 Endring i fettmasse

I vår studie reduserte deltakerne som trente (alle treningsgruppene samlet) både fettmassen og fettprosenten i løpet av intervensjonsperioden. På gruppenivå fant vi en større reduksjon i fettmasse UT- gruppen enn KO- gruppen. Det støttet vår hypotese om en redusert fettmasse i UT- gruppen. TST reduserte imidlertid også sin fettmasse fra før til etter studien, men ikke sammenlignet med KO. Fettmassen forble uendret for deltakerne i FST. Reduksjonen i fettmasse akkompagnert med økt lbm resulterte også i en redusert fettprosent for både UT- gruppen og TST- gruppen.

6.2.1 Utholdenhetstrening, effekt på fettmasse og fettprosent

Majoriteten av tidligere studier på utholdenhetstrening av eldre deltakere har funnet en redusert fettmasse (Hagberg et al., 1989; Ready et al., 1996; Vitiello et al., 1997) og fettprosent (Coggan et al., 1992; Posner et al., 1992; Asikainen et al., 2002). Seals og medarbeidere fant i en tidlig studie at utholdenhetstreningen måtte være av en relativt høy intensitet og varighet for å kunne redusere hudfoldtykkelse (Seals et al., 1984). Studien besto av et begrenset antall eldre menn og kvinner som først gjennomførte lavintensitetstrening i 6 mnd for så å intensivere treningen i nye 6 mnd. Senere viste Hagberg og medarbeidere en moderat reduksjon i hudfoldtykkelse etter en utholdenhetsprotokoll som gradvis økte til relativt høy intensitet (Hagberg et al., 1989). 16 ukers lav til moderat utholdenhetstrening på ergometersykkel er også rapportert til å redusere fettprosenten hos eldre menn og kvinner (Posner et al., 1992). Her var intensiteten tilsvarende 70 % av hjertefrekvensen ved VO_2 -max målt ved studiestart. Tråkkfrekvensen ble derfor økt for å kunne opprettholde hjertefrekvensen etter hvert som deltakerne økte sin aerobe kapasitet. Det er naturlig å anta at den rapporterte moderate endringen i fettprosent er et resultat av den relativt lave arbeidsintensiteten. Noe yngre postmenopausale kvinner har også vist en redusert fettprosent etter gåturer 5 dager per uke for 15 uker (Asikainen et al., 2002). Det så imidlertid ikke ut som om reduksjonen i fettprosent var påvirket av om gåturen ble gjennomført kontinuerlig eller fordelt på to økter når energiforbruket var det samme. Studien oppga ikke noe estimat

på endring i lbm, og sier derfor ingenting om hvorvidt endringen i fettprosent er et resultat av redusert fettmasse, økt lbm eller en kombinasjon av disse.

Ready og medarbeidere rapporterte imidlertid en redusert fettmasse og fettprosent hos eldre kvinner som gjennomførte 3 eller 5 ukentlige gåturer for 24 uker (Ready et al., 1996). Det ble ikke påvist noen forskjell i endringen av fettmasse og fettprosent mellom de to gruppene. Forfatterne antok at grunnen til dette kunne være en feilrapportering av fysisk aktivitetsnivå utover det forskrevne treningsprogrammet, eller en eventuell underrapportering av energiinntak for gruppen som gikk 5 ukentlige turer.

Til tross for at majoriteten av studier som undersøker effekten av utholdenhetstrening på fettmasse og fettprosent baserer seg på hudfoldtykkelse (Seals et al., 1984; Hagberg et al., 1989; Posner et al., 1992; Ready et al., 1996; Asikainen et al., 2002), så ser de rapporterte hudfold - estimatene ut til å samsvare med endringer rapportert etter undervannsveiling (Vitiello et al., 1997; Coggan et al., 1992). Coggan og medarbeidere rapporterte en redusert fettprosent og ingen endring i lbm, hvilket indikerte et tap av fettmasse (Coggan et al., 1992). Vitiello og medarbeidere fant en reduksjon i fettmasse på 1,8 kg hos eldre menn og kvinner etter relativt intensiv utholdenhetstrening 3 ganger per uke i 6 mnd (Vitiello et al., 1997). Samme treningsprotokoll med en frekvens på 5 økter per uke resulterte i en redusert fettmasse på 2,4 kg hos en mindre gruppe eldre menn i samme studie. Det er naturlig å anta at en lengre intervensjonstid, og høyere frekvens for gruppen med menn, enn i vår UT- gruppe, forklarer det mer omfattende tapet av fettmasse ved et større energiforbruk.

På tross av metodiske svakheter ved måling av fettmasse i flertallet av tidligere studier ser det ut til at utholdenhetstrening kan redusere fettmassen hos eldre så fremt energiinntaket ikke overstiger energiforbruket.

6.2.2 Styrketrening, effekt på fettmasse og fettprosent

Styrketrening ser ut til å kunne redusere fettprosent samtidig som man har registrert en økt lbm eller fettfrimasse (Nichols et al., 1993; Treuth et al., 1994). I vår studie observerte vi en reduksjon i både fettprosent og fettmasse, som samsvarer med resultatene til Treuth og medarbeidere som rapporterte en redusert fettmasse på 2 kg i

tillegg til en redusert fettprosent (Treuth et al., 1994). En tilsvarende reduksjon i fettmasse ble registrert etter styrketrening supplementert med kreatin og CLA (Tarnopolsky et al., 2007), men ingen effekt av trening ble registrert på fettmasse i placebogruppen. Forfatterne antar at den reduserte fettmassen i supplementgruppen er et resultat av CLA- supplementet. I følge en nyere oversiktsartikkel på området har CLA- supplementering blitt antatt å ha en positiv effekt på reduksjon av fettmasse hos dyr, mens resultater på mennesker fortsatt ser ut til å være inkonsistente (Fischer-Posovszky, Kukulus, & Wabitsch, 2008). Bobeuf og medarbeidere påviste heller ingen effekt på fettprosent etter styrketrening, verken for antioksidant- supplementgruppen som økte lbm, eller etter kun styrketrening (Bobeuf et al., 2009). Ingen effekt på fettprosent til tross for økt lbm er også rapportert etter tidligere styrketreningsintervensjoner (Hanson et al., 2009; Binder et al., 2005). Studien av Hanson og medarbeidere (2009) var kontrollert, men ikke randomisert hvilket kan antas å føre til en seleksjonsbias av deltakere i god fysisk form til styrketreningsgruppen. Samtidig besto styrketreningsgruppen av 50 deltakere, mens kontrollgruppen kun besto av 9 deltakere.

6.2.3 Funksjonelle - styrketreningsintervensjoner, effekt på fettmasse og fettprosent

Tidligere studier av funksjonell styrketrening ser i likhet med våre resultater ikke ut til å påvirke fettmasse eller fettprosent i særlig grad (Manini et al., 2007; Grant et al., 2004; Toraman et al., 2004). Studien til Grant og medarbeidere (2004) omfattet et yngre deltakerutvalg enn i vår FST- gruppe. Redusert fettmasse etter 18 mnd med multikomponentprogram har blitt rapportert i en studie med et relativt stort innslag av aerob aktivitet (Kemmler et al., 2010). Reduksjonen i fettmasse kan derfor kanskje antas å tilskrives den aerobe andelen av treningen. Samtidig skiller den funksjonelle styrketreningsdelen seg fra vår og tidligere studier (Toraman et al., 2004; Manini et al., 2007) når det gjelder øvelsesutvalg, og kan kanskje ikke i like stor grad kategoriseres som funksjonell styrketrening. Den økte kroppsvekten hos deltakerne i vår FST- gruppe ser ut til å være et resultat av økt lbm, og ikke fettmasse, som indikerer at kortvarig funksjonell styrketrening ikke har noen betydelig effekt på fettmasse og fettprosent.

6.2.4 Kjønnforskjeller i endring av fettmasse etter ulik trening

Menn har tidligere vist en større nedgang i fettprosent enn kvinner etter utholdenhetstrening (Coggan et al., 1992). Studien kunne imidlertid ikke påvise noen interaksjonseffekt og antok derfor at endringen var noenlunde lik hos menn og kvinner. I vår studie observerte vi en reduksjon i fettmasse og fettprosent etter UT- trening både hos menn og kvinner. Dette er i overensstemmelse med en tidligere studie (Vitiello et al., 1997) hvor både menn og kvinner reduserte fettmassen etter tre økter med utholdenhetstrening i uken. Eventuelle kjønnforskjeller ble ikke belyst i studien. Etter TST kunne vi ikke påvise en reduksjon i fettmasse hos kvinner, men hos menn alene og menn og kvinner samlet. Både menn og kvinner reduserte imidlertid fettprosenten grunnet økning i lbm. Vi kunne ikke påvise noen kjønnforskjell i reduksjonen av fettmasse, som er i tråd med en tidligere studie av styrketrening (Tarnopolsky et al., 2007). Vi så heller ingen kjønnforskjell når treningsgruppene ble slått sammen. Det er derfor grunn til å anta at eldre menn og kvinner reagerer forholdsvis likt på trening når det kommer til endring i fettmasse og fettprosent.

6.3 Endring av lean masse i ulike kroppsregioner

Så vidt vi vet er endring av lean masse i ulike regioner ikke tidligere rapportert som en følge av funksjonell styrketrening blant eldre deltakere og ser heller ikke ut til å være særlig godt belyst ved andre typer trening, verken hos unge eller eldre deltakere.

I vår kontrollgruppe fant vi en reduksjon av lean masse i armer som understreker viktigheten av trening for opprettholdelse av muskulatur i høy alder. Den tidligere nevnte robuste økningen i fettfrimasse hos en gruppe eldre menn etter 16 ukers høyintensiv styrketrening (Treuth et al., 1994) så, i likhet med vår TST- gruppe, ut til å være et resultat av en økning i fettfrimasse masse i alle kroppsregioner. Treuth og medarbeidere (1994) fant en økning av fettfrimasse i armer, bein og trunkus med respektive 7, 4 og 3 %. Til sammenligning fant vi en økt lean masse på ca 5 % for armer og ca 4 % for lean masse i trunkus og bein etter 12 uker TST. Treningsprotokollen til Treuth og medarbeidere (1994) sikret at alle repetisjonene krevde nær maksimal innsats, og antas derfor å være noe mer intensiv enn vår protokoll for TST.

De to tidligere nevnte studiene av middelaldrene menn (Sillanpää et al., 2008) og kvinner (Sillanpää et al., 2009) undersøkte endring av lean masse i de ulike kroppsregionene. Basert på DXA- målingene viste menn som gjennomførte styrketrening en økning av lean masse i armer og bein, i motsetning til menn som trente utholdenhetstrening eller en kombinasjon av styrke- og utholdenhetstrening. Ultralydmålinger oppdaget likevel et økt tverrsnittsareal for m. vastus lateralis og m. vastus intermedius for alle treningsgruppene (Sillanpää et al., 2008). I den senere studien av kvinner (Sillanpää et al., 2009) påviste imidlertid DXA- målingene en økning av lean masse i bein for alle treningsgruppene. I motsetning til studien på menn ble det observert en økt lean masse i armer hos kvinner som trente en kombinasjon av styrke- og utholdenhetstrening, men ikke etter styrketrening alene. Vårt funn av en økt lean masse i armer for etter TST, men bare hos kvinner i TST når vi vurderte kjønn isolert er muligens i strid med de studiene hvor menn er rapportert til å øke lean masse i armer (Treuth et al., 1994; Sillanpää et al., 2008). Dette kan imidlertid antas å være grunnet en noe lavere statistisk styrke i vår studie. Våre resultater etter tre økter per uke med TST er også delvis i konflikt med studien på kvinner (Sillanpää et al., 2009) hvor en økt lean masse i armer ikke ble rapportert etter styrketrening alene, men etter kombinasjonen av styrke- og utholdenhetstrening. Kombinasjonen av styrke- og utholdenhetstrening ble imidlertid gjennomført med 4 økter per uke, kontra to økter for gruppen som trente styrketrening alene (Sillanpää et al., 2009)

En økt lean masse i trunkus etter utholdenhetstrening på ergometersyssel og kombinasjonen av styrke- og utholdenhetstrening, men ikke etter styrketrening er blitt registrert blant menn (Sillanpää et al., 2008). Kvinner så imidlertid ikke ut til å endre lean masse i trunkus etter noen av treningsregimene (Sillanpää et al., 2009). Disse resultatene er ikke i overensstemmelse med våre resultater, hvor vi fant en økt lean masse i trunkus for menn og kvinner samlet og kvinner alene, men ikke for menn alene etter utholdenhetstrening. Abdominal muskulatur har tidligere blitt rapportert til å fungere som stabilisatorer for ryggstøtten under ustabile forhold (Anderson & Behm, 2005). Til tross for at vår utholdenhetstrening ikke ble gjennomført på direkte ustabile forhold, er det naturlig å anta at gå - turene som ble gjennomført i noe ulendt terreng kan ha utfordret stabiliserende muskulatur i trunkus. Samtidig vil kanskje høyintensiv aerobics med store bevegelser og stavgang i oppoverbakke i større grad utfordrer muskulatur i trunkus enn utholdenhetstrening på ergometersyssel. I tråd med vår

hypotese klarte vi ikke å påvise en signifikant økt lean masse i overkropp (trunkus og armer samlet) for UT- gruppen. Endringen av lean masse i overkropp for UT- gruppen tenderte imidlertid til å skille seg fra endringene man så i overkropp for kontrollgruppen, som kan være grunnet kontrollgruppens reduksjon av lean masse i armer.

Vi fant også en økt lean masse i trunkus etter både TST og FST. Økningen i FST- gruppen kunne imidlertid bare påvises for kvinner når analysene ble gjort fordelt på kjønn. Våre treningsprotokoller for TST og FST besto av et større utvalg av øvelser som omfattet muskulatur sentrert til trunkus enn hva Sillanpää og medarbeidere (2008;2009) gjennomførte. Våre knebøy og ståhev - øvelser i TST- gruppen ble utført i et apparat (V-squat) som sørget for at vi kunne benytte en svært tung treningsmotstand, som gikk rett ned i ryggspylen på deltakerne. Vi gjennomførte også markløft med bruske og trappegange med ekstern vekt i hendene for FST- gruppen. For opprettholdelse av buktrykk og stabilitet omkring ryggspylen under disse øvelsene ser det ut til at muskulaturen sentrert rundt denne i stor grad rekrutteres (Lander, Simonton, & Giacobbe, 1990; Kavcic, Grenier, & McGill, 2004; Warren, Appling, Oladehin, & Griffin, 2001). Det er derfor naturlig å anta at gjentatt stimuli på muskulaturen i trunkus under slike øvelser kan være en potensiell medvirkende årsak til den økte lean massen vi observerte i trunkus etter TST og FST. DXA avgrensingene for trunkusregionen omfatter ikke bare stabiliserende muskulatur sentrert rundt ryggspylen, men også store deler av muskulaturen som beveger overekstremitetene (Fig:4.3). Både FST og TST omfattet øvelser som involverte brystmuskulatur og muskulatur i øvre delen av ryggen, som kan være en av årsakene til økningen av lean masse i trunkus.

I tråd med vår hypotese fant vi en økning av lean masse i bein hos både TST- gruppen og UT- gruppen. FST gruppen endret imidlertid ikke lean masse i bein i løpet av intervensjonsperioden. Samtidig fant vi en kjønnsforskjell i endringen av lean masse i bein etter TST, hvor menn økte mer enn kvinner. Den uendrede lean massen i bein i vår FST- gruppe kan ha vært et resultat av for lite direkte stimuli på bein. Til tross for at FST- gruppen gjennomførte et noe høyere repetisjonsantall enn TST- gruppen ser dette ikke nødvendigvis ut til å være den primære årsaken til forskjellen, da UT- gruppen også økte lean masse i bein. En mulig medvirkende årsak kan være at deltakerne i FST- gruppen muligens ikke var flinke nok til å øke treningsmotstanden progressivt underveis

i treningen. Øvelsene med gange i trapp, knebøy til stol, steg opp og ned på en benk var alle med ekstra ekstern belastning, men så altså ikke ut til å være en adekvat stimulus for muskelvekst i bein hos våre eldre deltakere. Det kan derfor være at en tyngre treningsmotstand og lavere repetisjonsantall som i vår TST- gruppe, er nødvendig for å utvikle muskelvekst ved bruk av styrkeøvelser. Så vidt vi vet foreligger det ingen tidligere dokumentasjon på endring av lean masse i ulike kroppsregioner etter funksjonell styrketrening, hvilket gjør det vanskelig å trekke slutninger. Den økte lean massen i beina hos UT- gruppen indikerer imidlertid at gjentatte varierte repetisjoner over lengre tid med relativt lav treningsmotstand i form av gange og aerobics kan føre til muskelvekst i bein. Økning av lean masse i bein etter utholdenhetstrening ser ut å være i tråd med tidligere funn hos middelaldrene kvinner (Sillanpää et al., 2009), med noe evidens for middelaldrene menn (Sillanpää et al., 2008).

Det kan stilles spørsmålsteget ved hvor reliable dagens DXA- analyser for lean masse i ulike regioner faktisk er. Særlig har variasjonskoeffisienten for armer blitt rapportert til å være stor (Chilibeck et al., 1994). Det kan se ut til at testerens kompetanse er av stor betydning for deltakernes plassering og eventuelle etterjusteringer av avgrensingene for de ulike regionene (Tothill & Hannan, 2007). I likhet med en tidligere studie (Manini et al., 2007) viste det seg å være vanskelig å få enkelte deltakere til å ligge i korrekt anatomisk stilling grunnet deres skrøpeligheit og enkelte deltakeres skjelettproblematikk (f. eks skoliose) i vår studie.

Endring av lean masse i ulike regioner ser naturlig nok først og fremst ut til å være påvirket av hvilke muskler som trenes, og om treningsmotstanden i tilstrekkelig grad overstiger dagliglivets normale belastninger. TST ser derfor ut til å være det treningsregimet som øker lean masse alle kroppsregioner, mens UT ser ut til å kunne øke lean masse i trunkus og bein. Våre data tilsier også at FST kan føre til økt lean masse i trunkus.

6.4 Endring i muskelstyrke (1RM)

6.4.1. Endring av 1RM i underekstremitet etter styrketrening

Vårt funn av en økning i kneekstensjon på henholdsvis 27 og 34 % etter FST og TST ser ut til å være i overensstemmelse med majoriteten av tidligere styrketreningsintervensjoner gjort på eldre (Hakkinen et al., 1998a; Tracy et al., 1999; Kalapotharakos et al., 2004; Seynnes et al., 2004; Binder et al., 2005; Tarnopolsky et al., 2007; Hanson et al., 2009), hvor det rapporteres en økning fra 21- 77 % i samme øvelse.

En studie rapporterte kun 9 % endring (Hagberg et al., 1989), mens andre styrketreningsintervensjoner har rapportert en mer langt mer omfattende økning for menn (Frontera et al., 1988b), kvinner (Charette et al., 1991; Taaffe et al., 1996) og både menn og kvinner (Fiatarone et al., 1994; Kryger & Andersen, 2007). 10 uker med styrketrening og kreatinsupplement har blitt rapportert til å gi en økning på 216 % i kneekstensjon (Fiatarone et al., 1994). Kneekstensjonen ble imidlertid kun testet for et bein. Deltakerne som gjennomgikk styrketrening hadde lavere muskelstyrke enn kontrollgruppen ved oppstart. Det kan derfor antas at den store prosentvise økningen fortrinnsvis var grunnet veldig lave pre- verdier, og derfor ingen eksepsjonell økning i absolutte termer. Stor prosentvis økning ved kneekstensjon av et bein er i samsvar med både den store økningen (156 %) for gruppen uten kreatinsupplement i samme studie, og en tidligere studie på eldre menn (Frontera et al., 1988b). Det ser også ut til å være gode holdepunkter for at kreatinsupplement kan øke muskelstyrken hos eldre deltakere (Stout et al., 2007; Gotshalk et al., 2008; Brose et al., 2003; Chrusch et al., 2001). Samtidig besto Fiatarone og medarbeideres (1994) deltakerutvalg av skrøpelige institusjonaliserte eldre i svært høy alder. En mulig påvirkning av alder og skrøpeligheit samsvarer også med en senere studie hvor det ble rapportert en stor prosentvis økning i kneekstensjon etter 12 uker styrketrening av skrøpelige deltakere i samme alder (Kryger & Andersen, 2007). Våre deltakere var utrente, men bodde hjemme og flertallet av deltakerne kunne ikke kategoriseres som like skrøpelige som deltakerne i de to sistnevnte studiene.

Hanson og medarbeidere rapporterte en liten økning i beinpress 9 % hos friske eldre menn og kvinner (Hanson et al., 2009). Deltakerne var ikke kjent med styrketrening,

men i bedre fysisk form enn deltakerne i de tidligere studiene hvor alle (Fiatarone et al., 1994) eller flere av disse (Kryger & Andersen, 2007) var institusjonaliserte. Økningen i beinpress rapportert av Hanson og medarbeidere (2009) var relativt lav sammenlignet med de økningene vi fant etter TST. Muskelstyrken ble imidlertid målt med apparater hvor motstanden ble justert med lufttrykk, og ikke ved hjelp av tradisjonelle styrketreningsapparater med vektintervaller som i vår studie. Treningsprotokollen i Hanson og medarbeideres (2009) studie besto av to deler hvor den første delen kun trente et bein i kneekstensjon, før man i den andre delen gikk videre til å trene hele kroppen. I den første perioden ble det også gjort ned-justeringer i treningsmengden for deltakerne over 75 år for å unngå eventuell overtrening og derav redusert muskelstyrke. Økningen samme forfatter registrerte i kneekstensjon etter 22 uker ser imidlertid ut til å samsvare med den økningen vi fant i vår TST- gruppe etter 12 uker. Hagberg og medarbeidere (1989) fant en liten økning i kneekstensjon på kun 9 % etter 26 uker styrketrening. Treningsprotokollen besto imidlertid kun av et sett per øvelse med en treningsmotstand tilsvarende 12RM.

Det ser ikke ut til å være rapportert endring i 1RM i underekstremitet etter funksjonelle styrketreningsprotokoller tilsvarende vår FST- gruppe. Manini og medarbeidere rapporterte imidlertid ingen endring i muskelstyrken målt som arbeid under kneekstensjon og -fleksjonsbevegelser i isokinetisk dynamometer ved 60 grader i sekundet (Manini et al., 2007)

Basert på tidligere rapporterte funn og våre egne data ser et derfor ut til at ulike former for styrketrening fører til økt muskelstyrke i underekstremitet hos eldre.

6.4.2 Endring av 1RM i underekstremitet etter utholdenhetstrening

Utholdenhetstrening i form av gåturer har tidligere blitt rapportert til ikke å endre muskelstyrke i kneekstensjon (Hagberg et al., 1989). Vår registrerte økning av styrke i kneekstensjon på 26 % etter UT er imidlertid i overensstemmelse med en tidligere studie av inaktive eldre hvor intensiv utholdenhetstrening tre dager per uke i 12 uker resulterte i en økning på 12 % (Kalapotharakos et al., 2006). Vi fant en 15 % økning i beinpress i vår UT- gruppe. I kontrast viste en nylig studie av utholdenhetstrening på eldre deltakere ikke å føre til noen endring av styrken i beinpress (Strasser et al., 2009).

Intensiteten på utholdenhetstreningen var imidlertid forholdsvis lav og omfattet kun ergometersykling. Det kan synes som vår utholdenhetstrening i form av gange i oppoverbakke og innslag av knebøy - lignende øvelser i aerobicsøktene kan være en mer potensiell stimulus for økt muskelstyrke i underkropp enn sykling på ergometersykkel og vanlige gåturer.

Tidligere er det blitt rapportert en forholdsvis lang innlæringsperiode før eldre deltakere klarer å etablere full nevro-muskulær rekruttering og maksimal kraft (Hurley et al., 1995; Frontera et al., 1988a; Hakkinen et al., 1998b). Til tross for vår teknikk og innlæringsperiode med de ulike styrketestene kan det antas å være en viss tilvenningseffekt hos deltakerne ved etter- testene. Denne hypotesen kan også støttes av at vi registrerte en økt styrke i kneekstensjon blant deltakerne i vår kontrollgruppe. Deltakerne i kontrollgruppen bedt om å opprettholde sitt daglige aktivitetsnivå, men vi har ikke noe direkte objektive mål på dette. Det kan derfor være at enkelte av deltakerne likevel har vært mer aktive enn tidligere. Samtidig kan det være at deltakerne har fått høyere selvtillit eller redusert angst for å utføre slike bevegelser etter de innledende testene (Nichols et al., 1993). Tidligere er det også blitt registrert en økning i kneekstensjon for utrent bein (Tracy et al., 1999).

6.4.3 Endring av 1RM i overkropp etter styrketrening

Vi fant vi en økning i alle styrketester for overkropp etter TST. Vår hypotese om en større økning i muskelstyrke hos TST – gruppen enn UT - gruppen støttes for alle de tre overkroppstestene, men ikke øvelsene på underekstremitet. Litteraturen på styrketrening av eldre er ikke veldig konsekvent i bruken av testøvelser for muskelstyrke i overkropp. Det ser imidlertid ut til at vårt funn av en økt styrke i brystpress (22 %) er i overensstemmelse med tidligere studier som har registrert en økning fra 18 – 68 % (Hagberg et al., 1989; Kalapotharakos et al., 2004; Tarnopolsky et al., 2007). Samtidig er det rapportert en prosentvis endring i benkpress tilsvarende vårt funn i brystpress (Hunter et al., 2001; Brochu et al., 2002). De største rapporterte økningene i brystpress er gjort etter styrketrening med kreatinsupplement hos eldre kvinner (Tarnopolsky et al., 2007) og høyintensiv styrketrening, tilsvarende vår treningsprotokoll for TST, blant eldre menn og kvinner (Kalapotharakos et al., 2004). I likhet med vår TST- gruppe rapporterte også Nicholes og medarbeidere en stor prosentvis økning i skulderpress etter

26 uker styrketrening (Nichols et al., 1993). En noe mindre prosentvis endring i roing enn hva vi fant etter TST er registrert etter 12 ukers styrketrening (Binder et al., 2005). Binder og medarbeideres (2005) deltakere var skrøpeligere og eldre (78+ år) enn våre deltakere. Basert på tidligere rapporterte økninger av muskelstyrke i bein hos skrøpelige eldre (Fiatarone et al., 1994; Kryger & Andersen, 2007) ville det imidlertid være naturlig å anta at Binder og medarbeideres (2005) deltakere ville øke den prosentvise muskelstyrken i overkropp i større grad enn vår TST- gruppe. Binder og medarbeidere rapporterte tilfeller av sykdom hos enkelte deltakere samtidig som flere deltakere ikke var i stand til å fullføre den forskrevne treningsprotokollen, som kan være en mulig årsak til den moderate økningen i roing. Senere har det blitt rapportert en økning på 25 % i sittende benkdrag etter styrketrening av eldre, en øvelse som vil involvere mye av den samme muskulaturen (Strasser et al., 2009).

Manini og medarbeidere rapporterte ingen endring i muskelarbeid under 5 repetisjoner med isokinetiske albuefleksjoner og ekstensjoner etter funksjonell styrketrening (Manini et al., 2007). Toramann og medarbeidere oppdaget imidlertid en økning i muskulær utholdenhet i en albuefleksjonsøvelse hvor deltakeren skulle ta så mange repetisjoner som mulig i løpet av 30 sekunder (Toraman et al., 2004). Verken Manini og medarbeidere (2007) eller Toramann og medarbeiders (2004) tester av muskelstyrke er maksimale og sier ikke nødvendigvis noe om endring av den maksimale dynamiske muskelstyrken. Våre funn av en økt muskelstyrke i skulderpress, brystpress og roing tilsier at også funksjonell styrketrening kan føre til en økt muskelstyrke hos eldre.

6.4.4 Endring av 1RM i overkropp etter utholdenhetstrening

Endring av muskelstyrke i overkropp etter utholdenhetstrening av eldre deltakere er sjelden rapportert i litteraturen. I samsvar med vårt funn av ingen endring i brystpress har heller ikke tidligere studier funnet noen endring i verken decline brystpress (Hagberg et al., 1989), brystpress (Strasser et al., 2009) eller benkpress (Izquierdo et al., 2004) etter utholdenhetstrening. I kontrast til vårt funn av ingen endring av styrken i roing etter UT fant Strasser og medarbeidere en økt muskelstyrke i øvelsen sittende benkdrag (Strasser et al., 2009). Den observerte økningen kan imidlertid kanskje antas å være en innlæringseffekt av teknikk, snarere enn forfatterens hypotese om et muskelarbeid i ryggmuskulatur for å trekke i styret under ergometersyklingen.

Vår UT- gruppe økte muskelstyrken i skulderpress. Skulderpressapparatet benyttet i vår studie er imidlertid biomekanisk konstruert slik at startposisjonen er veldig tung. Utgangsverdiene i skulderpress hos deltakerne er derfor forholdsvis lave, og den prosentvise økningen tilsvarer ikke nødvendigvis en veldig stor økning i absolutte termer. Den prosentvise økningen på 13,7 % i skulderpress hos UT- gruppen utgjorde kun 1,1kg. Flere av deltakerne klaget også på smerter i skulderledd under testing av skulderpress, og klarte derfor ikke å prestere maksimalt. For flere av disse deltakerne ble smertene redusert eller borte i løpet av intervensjonsperioden, hvilket kan ha påvirket resultatene. Det kan også spekuleres i hvorvidt stavgang og bevegelser med armene over hodet uten ekstern belastning i aerobicsøktene kan ha økt muskelstyrken i overekstremitetene i vår UT- gruppe.

6.4.5 Kjønnforskjeller i endring av 1RM etter ulik trening

I kneekstensjon observerte vi en kjønnforskjell i UT og TST. I absolutte termer økte menn styrken i kneekstensjon mer enn kvinner etter TST. I UT gruppen økte menn styrken i kneekstensjon mer enn kvinner både i relative og absolutte termer. Vårt funn i TST samsvarer med en tidligere studie hvor menn ble observert til å ha en større økning i kneekstensjon enn kvinner i absolutte termer, men ikke i relative termer (Tracy et al., 1999). Tarnopolsky og medarbeidere rapporterte imidlertid en større relativ økning i kneekstensjon for kvinner som fikk kreatin og CLA supplement enn både menn som ble supplementert og menn eller kvinner som fikk placebotilskudd (Tarnopolsky et al., 2007). Lignende funn ble også gjort etter en 26 ukers styrketreningsintervensjon hvor kvinner hadde en større relativ økning i kneekstensjon enn menn (Hakkinen et al., 1998a). Eventuelle kjønnforskjeller i endring av muskulær styrke i overkropp som følge av ulik trening på eldre ser ikke ut til å være rapportert i litteraturen. Våre resultater påviste heller ingen kjønnforskjell i utviklingen av muskelstyrke i noen av våre styrketester for overkropp.

6.5 Sammenhengen mellom muskelmasse og muskelstyrke

De initiale testene viste en sterk assosiasjon mellom lean masse i armer og muskelstyrke i brystpress og roing. Økningene vi så i muskelstyrke var generelt større enn økningen i lbm og lean masse i ulike regioner, noe som også er blitt observert i en

tidligere studie av eldre deltakere (Binder et al., 2005). I likhet med Binder og medarbeideres (2005) studie ser endringene i muskelstyrke ut til å være relatert til endringene i lean masse for flere av øvelsene. Økningen vi observerte i alle styrkeøvelsene etter TST ser ut til å samsvare med økt lean masse i alle kroppsregioner hos menn og kvinner samlet. Både menn og kvinner økte styrken i skulderpress etter TST, men kun kvinner hadde en økning av lean masse i armer. Økningen i skulderpress hos kvinner i TST korrelerte også med økningen av lean masse i armer, noe som derfor indikerer at økningen i skulderpress delvis kan være grunnet en økt lean masse i armer. Tidligere er det rapportert en relativt sterk korrelasjon mellom endring i total lbm og endring av skulderpress hos kvinner (Nichols et al., 1993). Den større absolutte økningen i kneekstensjon hos menn enn hos kvinner i TST- gruppen kan ha sammenheng med en større økning av lean masse i bein for menn enn for kvinner. I motsetning viste ikke menn i UT- gruppen noen større økning av lean masse i bein enn kvinner, til tross for en større relativ og absolutt økning av muskelstyrke i kneekstensjon. Økningen av styrken i beinpress og kneekstensjon etter UT ser ut til å kunne forklares med økt lean masse i bein, mens økningen av styrke i skulderpress ikke ser ut til å samsvare med lean masse i armer som forholdt seg uendret.

FST- gruppens økning av styrke i skulderpress og brystpress ser ikke ut til å kunne forklares i økt lean masse i armer, samtidig som økningen av styrke i kneekstensjon ikke ser ut til å kunne forklares av økt lean masse i bein. Det er også tidligere blitt rapportert økning i muskelstyrke uten tilsvarende økning i lbm etter 24 ukers styrketrening av eldre (Brochu et al., 2002). Endringen av lean masse i overkropp (armer og trunkus) og roing så imidlertid til å samsvare godt hos kvinner i FST.

6.6 Ernæringsmessige forhold

Basert på 24 timers – recall intervju så vi ingen endring i ernæringsmessige forhold hos våre deltakere. Inntak av adekvat mengde næringsstoffer og energi er antatt å være en viktig faktor for Eldres opprettholdelse av muskelmasse (Harris & Fraser, 2004; Blumberg, 1997), og særlig har protein- (Wolfe, Miller, & Miller, 2008) og aminosyreinntak (Borsheim et al., 2008; Volpi, Mittendorfer, Wolf, & Wolfe, 1999) blitt assosiert med endringer i lbm. De norske anbefalingene for ernæring tilsier at protein bør utgjøre 10-20 % av energiinntaket (Sosial- og helsedirektoratet, 2005). Våre

deltakere ser ut til å ligge innenfor dette referanseområdet med sitt inntak av 17 % protein (tilsvarende 1g pr. kg/ kv.). De norske anbefalingene retter seg imidlertid til den voksne befolkningen, og ikke primært eldre. Enkelte forfattere spekulerer i hvorvidt proteininntaket hos eldre burde være høyere (Wolfe et al., 2008). De av våre deltakere som deltok i trening reduserte imidlertid sin fettmasse i tillegg til at de økte lbm, noe som indikerer at deltakerens kosthold var adekvat for en positiv endring av kroppssammensetningen.

24 timers recall – intervju for undersøkelse av ernæringsmessige forhold hos eldre kan antas fungerer relativt godt på gruppenivå, men er kanskje ikke like reliabelt på individnivå. Studier som har sammenlignet det faktiske næringsinntaket med det oppgitte næringsinntaket ved bruk av 24 timers recall intervju har vist en variasjonskoeffisient fra 4 til 400 % (Bingham, 1991), og det antas at påliteligheten øker desto flere deltakere man undersøker. En eventuell dårligere hukommelse ved aldring (Lopez & Calero, 2009) kan også antas å være en konfunderende faktor for estimeringen av gårsdagens næringsinntak. Det kan derfor se ut til at generalisering på bakgrunn av slike ernæringskontroller bør foregå med forsiktighet hos eldre deltakere (Quandt et al., 2007).

6.7 Metodiske utfordringer og begrensinger ved studien

Vårt deltakerutvalg besto i en noe større grad av kvinner (68 %) enn menn. Eventuelle kjønnsforskjeller i de ulike variablene vil derfor være vanskeligere å påvise enn hvis det hadde vært like mange menn. 82 % av deltakerne oppfylte kriteriene for godkjent antall økter (>70 % oppmøte) og fullførte studien. Vi så imidlertid et relativt stort frafall av deltakere i FST- gruppen (12 stk), som vil ha svekket den statistiske styrken for denne gruppen.

Kroppsvektmålingene ble i vår studie gjort etter 2 timers faste før DXA- målingene, men ikke nødvendigvis på morgen fastende over natten. Vi har ikke gjennomført noen måling for variasjonskoeffisienten på DXA målingene på våre eldre deltakere. Samme apparat er tidligere rapportert til å vise god reproduserbarhet på fettfrimasse og fettprosent hos en gruppe yngre kvinnelige elite idrettsutøvere (Torstveit et al., 2008). Det kan likevel være at dette ikke er særlig generaliserbart til våre eldre utrente

deltakere. De tidligere variasjonskoeffisientanalysene (Torstveit et al., 2008) er dessuten gjort på fettfrimasse (inkludert beinmasse) og ikke l_{bm}. Vi har heller ingen reproduserbarhetsmål av lean masse i de ulike regionene eller fettmassen hos våre deltakere. 2 av våre deltakere var ikke plassert riktig i DXA- apparatet og måtte ekskluderes fra alle testvariablene som kunne påvirkes av dette. Da avgrensingene for kroppssammensetning i de ulike regionene hos enkelte deltakere ikke var nøyaktig satt måtte disse justeres i ettertid som tidligere beskrevet (Lohman et al., 2009). Det kan derfor stilles spørsmålstegn ved hvorvidt dagens målemetoder er reliable nok for måling av regionale kroppssammensetningsforhold, særlig til bruk på eldre deltakere. Testpersonell ved styrketester var ikke blindet ovenfor deltakernes gruppetilhørighet, som kan antas å ha påvirket resultatene.

En svakhet i treningsprotokollen var vår manglende direkte kontroll av treningsintensiteten i UT- gruppen, og begrensende kontroll for treningsintensitet i FST- gruppen. Vår begrensede kontroll for ernæring og annen fysisk aktivitet utover intervensjonen kan også antas å ha påvirket resultatene.

7.0 Konklusjon

12 uker med trening tre dager per uke resulterte i en positiv endring av kroppssammensetningen hos eldre deltakere over 70 år, med en redusert fettmasse, økt lbm og en opprettholdelse av kroppsvekt. Det var ingen signifikant forskjell i økningen av lbm mellom de ulike treningsregimene. UT og TST ut til å kunne redusere fettmassen. TST økte lean masse i alle kroppsregioner, mens effekten av UT og FST synes å være mer regionsspesifikk. Det ser ikke ut til å være noen kjønnsforskjeller i endringen av kroppssammensetning, med unntak av en større økning av lean masse i bein hos menn enn hos kvinner etter TST. Alle treningsregimene ser ut til å øke muskelstyrken ved kneekstensjon. Menn ser ut til å øke mer i kneekstensjon enn kvinner etter UT og TST. TST ser ut til å øke muskelstyrken i overkropp i større grad enn UT. Våre resultater indikerer at alle tre treningsregimene påvirker lbm og muskelstyrke positivt hos friske eldre, men at TST og UT ser ut til å være de treningsregimene som i størst grad påvirker kroppssammensetningen. TST ser samtidig ut til å være det beste treningsregimet for en generell økning i muskelstyrke.

Referanser

Abellan Van, K. G., Rolland, Y., Bergman, H., Morley, J. E., Kritchevsky, S. B., & Vellas, B. (2008). The I.A.N.A Task Force on frailty assessment of older people in clinical practice. *J Nutr.Health Aging, 12*, 29-37.

Abernethy, P. J. & Jurimae, J. (1996). Cross-sectional and longitudinal uses of isoinertial, isometric, and isokinetic dynamometry. *Med Sci Sports Exerc., 28*, 1180-1187.

Adamo, M. L. & Farrar, R. P. (2006). Resistance training, and IGF involvement in the maintenance of muscle mass during the aging process. *Ageing Res.Rev., 5*, 310-331.

Ahtiainen, J. P., Pakarinen, A., Alen, M., Kraemer, W. J., & Hakkinen, K. (2003). Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength training in strength-trained and untrained men. *Eur.J.Appl.Physiol, 89*, 555-563.

Aloia, J. F., Vaswani, A., Feuerman, M., Mikhail, M., & Ma, R. (2000). Differences in skeletal and muscle mass with aging in black and white women. *Am.J Physiol Endocrinol.Metab, 278*, E1153-E1157.

American Medical Association (1990). American Medical Association white paper on elderly health. Report of the Council on Scientific Affairs. *Arch.Intern.Med, 150*, 2459-2472.

Anderson, K. & Behm, D. G. (2005). Trunk muscle activity increases with unstable squat movements. *Can.J Appl.Physiol, 30*, 33-45.

Aniansson, A., Rungdgren, A., & Sperling, L. (1980). Evaluation of functional capacity in activities of dailey living in 70-year old men and woman. *Scandinavian journal of rehabilitation and medicine, 12*, 145-154.

- Asikainen, T. M., Miilunpalo, S., Oja, P., Rinne, M., Pasanen, M., & Vuori, I. (2002). Walking trials in postmenopausal women: effect of one vs two daily bouts on aerobic fitness. *Scand J Med Sci Sports*, *12*, 99-105.
- Baker, D., Wilson, G., & Carlyon, B. (1994). Generality versus specificity: a comparison of dynamic and isometric measures of strength and speed-strength. *Eur.J Appl.Physiol Occup.Physiol*, *68*, 350-355.
- Bales, C. W. & Ritchie, C. S. (2002). Sarcopenia, weight loss and nutritional frailty in elderly. *Annual review nutrition*, *22*, 323.
- Baumgartner, R. N., Koehler, K. M., Gallagher, D., Romero, L., Heymsfield, S. B., Ross, R. et al. (1998). Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am.J Epidemiol.*, *147*, 755-763.
- Beliaeff, S., Bouchard, D. R., Hautier, C., Brochu, M., & Dionne, I. J. (2008). Association between muscle mass and isometric muscle strength in well-functioning older men and women. *J Aging Phys.Act.*, *16*, 484-493.
- Bemben, M. G., Massey, B. H., Bemben, D. A., Misner, J. E., & Boileau, R. A. (1991). Isometric muscle force production as a function of age in healthy 20- to 74-yr-old men. *Med Sci Sports Exerc.*, *23*, 1302-1310.
- Binder, E. F., Yarasheski, K. E., Steger-May, K., Sinacore, D. R., Brown, M., Schechtman, K. B. et al. (2005). Effects of progressive resistance training on body composition in frail older adults: results of a randomized, controlled trial. *J Gerontol.A Biol.Sci Med Sci*, *60*, 1425-1431.
- Bingham, S. A. (1991). Limitations of the various methods for collecting dietary intake data. *Ann.Nutr.Metab*, *35*, 117-127.

- Bjorntorp, P. (1996). The regulation of adipose tissue distribution in humans. *Int.J Obes.Relat Metab Disord.*, 20, 291-302.
- Blumberg, J. (1997). Nutritional needs of seniors. *J Am.Coll.Nutr.*, 16, 517-523.
- Bobef, F., Labonte, M., Khalil, A., & Dionne, I. J. (2009). Effects of resistance training combined with antioxidant supplementation on fat-free mass and insulin sensitivity in healthy elderly subjects. *Diabetes Res.Clin.Pract.*.
- Borsheim, E., Bui, Q. U., Tissier, S., Kobayashi, H., Ferrando, A. A., & Wolfe, R. R. (2008). Effect of amino acid supplementation on muscle mass, strength and physical function in elderly. *Clin.Nutr.*, 27, 189-195.
- Brochu, M., Savage, P., Lee, M., Dee, J., Cress, M. E., Poehlman, E. T. et al. (2002). Effects of resistance training on physical function in older disabled women with coronary heart disease. *J Appl.Physiol*, 92, 672-678.
- Brose, A., Parise, G., & Tarnopolsky, M. A. (2003). Creatine supplementation enhances isometric strength and body composition improvements following strength exercise training in older adults. *J Gerontol.A Biol.Sci Med Sci*, 58, 11-19.
- Brown, M. & Holloszy, J. O. (1993). Effects of walking, jogging and cycling on strength, flexibility, speed and balance in 60- to 72-year olds. *Aging (Milano.)*, 5, 427-434.
- Brunner, F., Schmid, A., Sheikhzadeh, A., Nordin, M., Yoon, J., & Frankel, V. (2007). Effects of aging on Type II muscle fibers: a systematic review of the literature. *J Aging Phys.Act.*, 15, 336-348.
- Cameron, J. R. & Sorenson, J. (1963). Measurement of bone mineral in vivo: an improved method. *Science*, 142, 230-232.

Charette, S. L., McEvoy, L., Pyka, G., Snow-Harter, C., Guido, D., Wiswell, R. A. et al. (1991). Muscle hypertrophy response to resistance training in older women. *J Appl.Physiol*, *70*, 1912-1916.

Chilibeck, P., Calder, A., Sale, D. G., & Webber, C. (1994). Reproducibility of dual-energy x-ray absorptiometry. *Can.Assoc.Radiol.J*, *45*, 297-302.

Chilibeck, P. D., Calder, A. W., Sale, D. G., & Webber, C. E. (1998). A comparison of strength and muscle mass increases during resistance training in young women. *Eur.J Appl.Physiol Occup.Physiol*, *77*, 170-175.

Chrusch, M. J., Chilibeck, P. D., Chad, K. E., Davison, K. S., & Burke, D. G. (2001). Creatine supplementation combined with resistance training in older men. *Med Sci Sports Exerc.*, *33*, 2111-2117.

Coggan, A. R., Spina, R. J., King, D. S., Rogers, M. A., Brown, M., Nemeth, P. M. et al. (1992). Skeletal muscle adaptations to endurance training in 60- to 70-yr-old men and women. *J Appl.Physiol*, *72*, 1780-1786.

Corpas, E., Harman, S. M., & Blackman, M. R. (1993). Human growth hormone and human aging. *Endocr.Rev.*, *14*, 20-39.

Cutler, D. M. (2001). Declining disability among the elderly. *Health Aff.(Millwood.)*, *20*, 11-27.

Dahl, H. A. (2008). *Mest om muskel. Essensiell muskelbiologi*. Oslo: Cappelen Damm AS.

De, B. H., Blok, G. J., Voerman, H. J., De Vries, P. M., & van der Veen, E. A. (1992). Body composition in adult growth hormone-deficient men, assessed by anthropometry and bioimpedance analysis. *J Clin.Endocrinol.Metab*, 75, 833-837.

Deschenes, M. R. & Kraemer, W. J. (2002). Performance and physiologic adaptations to resistance training. *Am.J Phys.Med Rehabil.*, 81, S3-16.

Dey, D. K., Bosaeus, I., Lissner, L., & Steen, B. (2009). Changes in body composition and its relation to muscle strength in 75-year-old men and women: a 5-year prospective follow-up study of the NORA cohort in Goteborg, Sweden. *Nutrition*, 25, 613-619.

Dirks, A. J. & Leeuwenburgh, C. (2006). Tumor necrosis factor alpha signaling in skeletal muscle: effects of age and caloric restriction. *Journal of nutritional biochemistry*, 17, 501-508.

Doherty, T. J., Vandercoort, A. A., Taylor, A. W., & Brown, W. F. (1993). Effects of motor unit losses on strength in older men and woman. *Journal of applied physiology*, 74, 868-874.

Evans, W. (1997). Functional and metabolic consequences of sarcopenia. *J Nutr.*, 127, 998S-1003S.

Fiatarone, M. A., O'Neill, E. F., Ryan, N. D., Clements, K. M., Solares, G. R., Nelson, M. E. et al. (1994). Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N.Engl.J.Med.*, 330, 1769-1775.

Fischer-Posovszky, P., Kukulus, V., & Wabitsch, M. (2008). [Conjugated linoleic acids (CLA) and their relevance in the reduction of body fat. A critical review of the currently available data]. *MMW.Fortschr.Med*, 149 Suppl 4, 128-131.

Folland, J. P. & Williams, A. G. (2007). The adaptations to strength training : morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Med*, 37, 145-168.

Fried, L. P., Ferrucci, L., Darer, J., Williamson, J. D., & Anderson, G. (2004). Untangling the concepts of disability, frailty, and comorbidity: implications for improved targeting and care. *J Gerontol.A Biol.Sci Med Sci*, 59, 255-263.

Frontera, W. R., Hughes, V. A., Krivickas, L. S., Kim, S. K., Foldvari, M., & Roubenoff, R. (2003). Strength training in older women: early and late changes in whole muscle and single cells. *Muscle nerve*, 28, 601-608.

Frontera, W. R., Hughes, V. A., Lutz, K. J., & Evans, W. J. (1991). A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *J Appl.Physiol*, 71, 644-650.

Frontera, W. R., Meredith, C. N., O'Reilly, K. P., Knuttgen, H. G., & Evans, W. J. (1988a). Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl.Physiol*, 64, 1038-1044.

Frontera, W. R., Meredith, C. N., O'Reilly, K. P., Knuttgen, H. G., & Evans, W. J. (1988b). Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl.Physiol*, 64, 1038-1044.

Gallagher, D., Visser, M., De Meersman, R. E., Sepulveda, D., Baumgartner, R. N., Pierson, R. N. et al. (1997). Appendicular skeletal muscle mass: effects of age, gender, and ethnicity. *J Appl.Physiol*, 83, 229-239.

Gardner, E. M. & Muraski, D. M. (2002). Age-related changes in type 1 and type 2 cytokine production in humans. *Biogerontology*, 3, 271-290.

Goodpaster, B. H., Kelley, D., Thaete, F. L., He, J., & Ross, R. (2000). Skeletal muscle attenuation determined by computed tomography is associated with skeletal muscle lipid content. *Journal of applied physiology*, *89*, 104-110.

Goodpaster, B. H., Krishnaswami, S., Harris, T. B., Katsiaras, A., Kritchevsky, S. B., Simonsick, E. M. et al. (2005). Obesity, regional body fat distribution, and the metabolic syndrome in older men and women. *Arch.Intern.Med*, *165*, 777-783.

Goodpaster, B. H., Park, S. W., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Nevitt, M., Schwartz, A. V. et al. (2006). The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol.A Biol.Sci Med Sci*, *61*, 1059-1064.

Gotshalk, L. A., Kraemer, W. J., Mendonca, M. A., Vingren, J. L., Kenny, A. M., Spiering, B. A. et al. (2008). Creatine supplementation improves muscular performance in older women. *Eur.J Appl.Physiol*, *102*, 223-231.

Grant, S., Todd, K., Aitchison, T. C., Kelly, P., & Stoddart, D. (2004). The effects of a 12-week group exercise programme on physiological and psychological variables and function in overweight women. *Public Health*, *118*, 31-42.

Grimby, G. & Saltin, B. (1983). The ageing muscle. *Clinical physiology*, *3*, 209-218.

Grune, T., Reinheckel, T., & Davies, K. J. (1996). Degradation of oxidized proteins in K562 human hematopoietic cells by proteasome. *J Biol.Chem.*, *271*, 15504-15509.

Grune, T., Shringarpure, R., Sitte, N., & Davies, K. (2001). Age-related changes in protein oxidation and proteolysis in mammalian cells. *J Gerontol.A Biol.Sci Med Sci*, *56*, B459-B467.

Guillet, C., Prod'homme, M., Balage, M., Gachon, P., Giraudet, C., Morin, L. et al. (2004). Impaired anabolic response of muscle protein synthesis is associated with S6K1 dysregulation in elderly humans. *FASEB J*, *18*, 1586-1587.

Hagberg, J. M., Graves, J. E., Limacher, M., Woods, D. R., Leggett, S. H., Cononie, C. et al. (1989). Cardiovascular responses of 70- to 79-yr-old men and women to exercise training. *J Appl. Physiol*, *66*, 2589-2594.

Hagerman, F. C., Walsh, S. J., Staron, R. S., Hikida, R. S., Gilders, R. M., Murray, T. F. et al. (2000). Effects of high-intensity resistance training on untrained older men. I. Strength, cardiovascular, and metabolic responses. *J Gerontol.A Biol.Sci Med Sci*, *55*, B336-B346.

Hakkinen, K., Kallinen, M., Izquierdo, M., Jokelainen, K., Lassila, H., Malkia, E. et al. (1998a). Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *J Appl. Physiol*, *84*, 1341-1349.

Hakkinen, K., Newton, R. U., Gordon, S. E., McCormick, M., Volek, J. S., Nindl, B. C. et al. (1998b). Changes in muscle morphology, electromyographic activity, and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. *J Gerontol.A Biol.Sci Med Sci*, *53*, B415-B423.

Hanson, E. D., Srivatsan, S. R., Agrawal, S., Menon, K. S., Delmonico, M. J., Wang, M. Q. et al. (2009). Effects of strength training on physical function: influence of power, strength, and body composition. *J Strength. Cond. Res.*, *23*, 2627-2637.

Harris, C. L. & Fraser, C. (2004). Malnutrition in the institutionalized elderly: the effects on wound healing. *Ostomy.Wound.Manage.*, *50*, 54-63.

Henwood, T. R., Riek, S., & Taaffe, D. R. (2008). Strength versus muscle power-specific resistance training in community-dwelling older adults. *J Gerontol.A Biol.Sci Med Sci*, *63*, 83-91.

Hoggmark, T., Jansson, E., & Svane, B. (1978). Cross sectional area in man measured by computed tomography. *Scandinavian Journal of clinical and laboratory investigation*, 38, 355-360.

Hughes, V. A., Frontera, W. R., Roubenoff, R., Evans, W. J., & Singh, M. A. (2002). Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity. *Am.J Clin.Nutr.*, 76, 473-481.

Hunter, G. R., Wetzstein, C. J., McLafferty, C. L., Jr., Zuckerman, P. A., Landers, K. A., & Bamman, M. M. (2001). High-resistance versus variable-resistance training in older adults. *Med Sci Sports Exerc.*, 33, 1759-1764.

Hurley, B. F. (1995). Age, gender, and muscular strength. *J Gerontol.A Biol.Sci Med Sci*, 50 Spec No, 41-44.

Hurley, B. F., Redmond, R. A., Pratley, R. E., Treuth, M. S., Rogers, M. A., & Goldberg, A. P. (1995). Effects of strength training on muscle hypertrophy and muscle cell disruption in older men. *Int.J Sports Med*, 16, 378-384.

Izquierdo, M., Ibanez, J., Hakkinen, K., Kraemer, W. J., Larrion, J. L., & Gorostiaga, E. M. (2004). Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. *Med Sci Sports Exerc.*, 36, 435-443.

Janssen, I., Heymsfield, S. B., & Ross, R. (2002). Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am.Geriatr.Soc.*, 50, 889-896.

Janssen, I., Heymsfield, S. B., Wang, Z. M., & Ross, R. (2000). Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *J Appl.Physiol*, 89, 81-88.

Janssen, I., Shepard, D. S., Katzmarzyk, P. T., & Roubenoff, R. (2004). The healthcare costs of sarcopenia in the United States. *J Am.Geriatr.Soc.*, *52*, 80-85.

Jensen, G. L. (2008). Inflammation: roles in aging and sarkopenia. *Journal of perentarl and enteral nutrition*, *32*, 656-659.

Kadi, F. (2008). Cellular and molecular mechanisms responsible for the action of tesosterone on human skeletal muscle. A basis for illegal performance enhacement. *British journal of pharmacology*, *154*, 522-528.

Kalapocharakos, V. I., Michalopoulos, M., Strimpakos, N., Diamantopoulos, K., & Tokmakidis, S. P. (2006). Functional and neuromotor performance in older adults: effect of 12 wks of aerobic exercise. *Am.J Phys.Med Rehabil.*, *85*, 61-67.

Kalapocharakos, V. I., Michalopoulou, M., Godolias, G., Tokmakidis, S. P., Malliou, P. V., & Gourgoulis, V. (2004). The effects of high- and moderate-resistance training on muscle function in the elderly. *J.Aging Phys.Act.*, *12*, 131-143.

Kamel, H. K. (2003). Sarcopenia and aging. *Nutrition reviews*, *61*, 157-167.

Kamel, H. K., Maas, D., & Duthie, E. H. j. (2002). Roles iof hormones in the pathogenesis and management of sarcopenia. *Drugs and aging*, *19*, 865-877.

Kavcic, N., Grenier, S., & McGill, S. M. (2004). Determining the stabilizing role of individual torso muscles during rehabilitation exercises. *Spine (Phila Pa 1976.)*, *29*, 1254-1265.

Kelijman, M. (1991). Age-related alterations of the growth hormone/insulin-like-growth-factor I axis. *J Am.Geriatr.Soc.*, *39*, 295-307.

Kemmler, W., von, S. S., Engelke, K., Haberle, L., Mayhew, J. L., & Kalender, W. A. (2010). Exercise, body composition, and functional ability: a randomized controlled trial. *Am.J Prev.Med*, *38*, 279-287.

Kirkeby, S. & Garbarsch, C. (2000). Aging affects different human muscles in various ways. An image analysis of the histomorphometric characteristics of fiber types in human masseter and vastus lateralis muscles from young adults and the very old. *Histol.Histopathol.*, *15*, 61-71.

Kryger, A. I. & Andersen, J. L. (2007). Resistance training in the oldest old: consequences for muscle strength, fiber types, fiber size, and MHC isoforms. *Scand.J.Med.Sci.Sports*, *17*, 422-430.

Lamberts, S. W., van den Beld, A. W., & van der Lely, A. J. (1997). The endocrinology of aging. *Science*, *278*, 419-424.

Lander, J. E., Simonton, R. L., & Giacobbe, J. K. (1990). The effectiveness of weight-belts during the squat exercise. *Med Sci Sports Exerc*, *22*, 117-126.

Larsen, T. M., Toubro, S., & Astrup, A. (2003). Efficacy and safety of dietary supplements containing CLA for the treatment of obesity: evidence from animal and human studies. *J Lipid Res.*, *44*, 2234-2241.

Lauretani, F., Russo, C. R., Bandinelli, S., Bartali, B., Cavazzini, C., Di, I. A. et al. (2003). Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl.Physiol*, *95*, 1851-1860.

Lebrun, C. E., van der Schouw, Y. T., de Jong, F. H., Grobbee, D. E., & Lamberts, S. W. (2006). Fat mass rather than muscle strength is the major determinant of physical function and disability in postmenopausal women younger than 75 years of age. *Menopause.*, *13*, 474-481.

Lee, R. C., Wang, Z. M., & Heymsfield, S. B. (2001). Skeletal muscle mass and aging: regional and whole-body measurement methods. *Can.J Appl.Physiol*, 26, 102-122.

Leveritt, M., Abernethy, P. J., Barry, B. K., & Logan, P. A. (1999). Concurrent strength and endurance training. A review. *Sports Med*, 28, 413-427.

Lewiecki, E. M. & Borges, J. L. (2006). Bone density testing in clinical practice. *Arq Bras.Endocrinol.Metabol.*, 50, 586-595.

Lexell, J. (1995). Human aging, muscle mass, and fiber type composition. *J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.*, 50 Spec No, 11-16.

Lohman, M., Tallroth, K., Kettunen, J. A., & Marttinen, M. T. (2009). Reproducibility of dual-energy x-ray absorptiometry total and regional body composition measurements using different scanning positions and definitions of regions. *Metabolism*, 58, 1663-1668.

Lopez, A. G. & Calero, M. D. (2009). [Predictors of cognitive decline in the elderly]. *Rev.Esp.Geriatr.Gerontol.*, 44, 220-224.

Lukaski, H. C. (1993). Soft tissue composition and bone mineral status: evaluation by dual-energy X-ray absorptiometry. *J Nutr.*, 123, 438-443.

Lundgren, H., Bengtsson, C., Blohme, G., Lapidus, L., & Sjostrom, L. (1989). Adiposity and adipose tissue distribution in relation to incidence of diabetes in women: results from a prospective population study in Gothenburg, Sweden. *Int.J Obes.*, 13, 413-423.

Maltais, M. L., Desroches, J., & Dionne, I. J. (2009). Changes in muscle mass and strength after menopause. *J Musculoskelet.Neuronal Interact.*, 9, 186-197.

- Manini, T., Marko, M., VanArnam, T., Cook, S., Fernhall, B., Burke, J. et al. (2007). Efficacy of resistance and task-specific exercise in older adults who modify tasks of everyday life. *J Gerontol.A Biol.Sci Med Sci*, 62, 616-623.
- Marcell, T. J. (2003). Sarcopenia: causes, consequences, and preventions. *Journal of gerontology*, 58A, 911-916.
- Miller, A. E., MacDougall, J. D., Tarnopolsky, M. A., & Sale, D. G. (1993). Gender differences in strength and muscle fiber characteristics. *Eur.J Appl.Physiol Occup.Physiol*, 66, 254-262.
- Mitsiopoulos, N., Baumgartner, R. N., Heymsfield, S. B., Lyons, W., Gallagher, D., & Ross, R. (1998). Cadaver validation of skeletal muscle measurement by magnetic resonance imaging and computerized tomography. *J Appl.Physiol*, 85, 115-122.
- Morley, J. E., Kaiser, F. E., Sih, R., Hajjar, R., & Perry, H. M., III (1997). Testosterone and frailty. *Clin.Geriatr.Med*, 13, 685-695.
- Morris, J. N. & Hardman, A. E. (1997). Walking to health. *Sports Med*, 23, 306-332.
- Morse, C. I., Thom, J. M., Davis, M. G., Fox, K. R., Birch, K. M., & Narici, M. V. (2004). Reduced plantarflexor specific torque in the elderly is associated with a lower activation capacity. *Eur.J Appl.Physiol*, 92, 219-226.
- Murray, M. P., Gardner, G. M., Mollinger, L. A., & Sepic, S. B. (1980). Strength of isometric and isokinetic contractions: knee muscles of men aged 20 to 86. *Phys.Ther.*, 60, 412-419.

Narici, M. V., Reeves, N. D., Morse, C. I., & Maganaris, C. N. (2004). Muscular adaptations to resistance exercise in the elderly. *Journal of musculoskeletal neuronal interactions*, 4, 161-164.

Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C. et al. (2007). Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc.*, 39, 1435-1445.

Newman, E., Heslin, M. J., Wolf, R. E., Pisters, P. W., & Brennan, M. F. (1994). The effect of systemic hyperinsulinemia with concomitant amino acid infusion on skeletal muscle protein turnover in the human forearm. *Metabolism*, 43, 70-78.

Nichols, J. F., Omizo, D. K., Peterson, K. K., & Nelson, K. P. (1993). Efficacy of heavy resistance training for active woman over sixty: muscular strength, body composition, and program adherence. *Journal of american geriatric society*, 41, 205-210.

Nindl, B. C., Harman, E. A., Marx, J. O., Gotshalk, L. A., Frykman, P. N., Lammi, E. et al. (2000). Regional body composition changes in women after 6 months of periodized physical training. *J Appl. Physiol.*, 88, 2251-2259.

Paulsen, G., Mykkestad, D., & Raastad, T. (2003). The influence of volume of exercise on early adaptations to strength training. *J Strength. Cond. Res.*, 17, 115-120.

Phillips, T. & Leeuwenburgh, C. (2005). Muscle fiber specific apoptosis and TNF-alpha signaling in sarcopenia are attenuated by life-long calorie restriction. *FASEB J*, 19, 668-670.

Pietrobelli, A., Gallagher, D., Baumgartner, R., Ross, R., & Heymsfield, S. B. (1998). Lean R value for DXA two-component soft-tissue model: influence of age and tissue or organ type. *Appl. Radiat. Isot.*, 49, 743-744.

Posner, J. D., Gorman, K. M., Windsor-Landsberg, L., Larsen, J., Bleiman, M., Shaw, C. et al. (1992). Low to moderate intensity endurance training in healthy older adults: physiological responses after four months. *J Am.Geriatr.Soc.*, 40, 1-7.

Prior, B. M., Cureton, K. J., Modlesky, C. M., Evans, E. M., Sloniger, M. A., Saunders, M. et al. (1997). In vivo validation of whole body composition estimates from dual-energy X-ray absorptiometry. *J Appl.Physiol*, 83, 623-630.

Pritchard, J. E., Nowson, C. A., Strauss, B. J., Carlson, J. S., Kaymakci, B., & Wark, J. D. (1993). Evaluation of dual energy X-ray absorptiometry as a method of measurement of body fat. *Eur.J Clin.Nutr.*, 47, 216-228.

Quandt, S. A., Vitolins, M. Z., Smith, S. L., Tooze, J. A., Bell, R. A., Davis, C. C. et al. (2007). Comparative validation of standard, picture-sort and meal-based food-frequency questionnaires adapted for an elderly population of low socio-economic status. *Public Health Nutr.*, 10, 524-532.

Raguso, C. A., Kyle, U., Kossovsky, M. P., Roynette, C., Paoloni-Giacobino, A., Hans, D. et al. (2006). A 3-year longitudinal study on body composition changes in the elderly: role of physical exercise. *Clin.Nutr.*, 25, 573-580.

Ready, A. E., Naimark, B., Ducas, J., Sawatzky, J. V., Boreskie, S. L., Drinkwater, D. T. et al. (1996). Influence of walking volume on health benefits in women post-menopause. *Med Sci Sports Exerc.*, 28, 1097-1105.

Rennie, M. J., Selby, A., Atherton, P., Smith, K., Kumar, V., Glover, E. L. et al. (2009). Facts, noise and wishful thinking: muscle protein turnover in aging and human disuse atrophy. *Scand J Med Sci Sports*.

Reuben, D. B., Judd-Hamilton, L., Harris, T. B., & Seeman, T. E. (2003). The associations between physical activity and inflammatory markers in high-functioning older persons: MacArthur Studies of Successful Aging. *J.Am.Geriatr.Soc.*, *51*, 1125-1130.

Rogers, M. A. & Evans, W. J. (1993). Changes in skeletal muscle with aging: effects of exercise training. *Exerc Sport Sci Rev.*, *21*, 65-102.

Rolland, Y., Czerwinski, S., Abellan Van, K. G., Morley, J. E., Cesari, M., Onder, G. et al. (2008). Sarcopenia: its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *J.Nutr.Health Aging*, *12*, 433-450.

Rønnestad, B. R., Egeland, W., Kvamme, N. H., Refsnes, P. E., Kadi, F., & Raastad, T. (2007). Dissimilar effects of one- and three-set strength training on strength and muscle mass gains in upper and lower body in untrained subjects. *J Strength.Cond.Res.*, *21*, 157-163.

Rosen, C. J. (2000). Growth hormone and ageing. *Endocrine*, *12*, 197-201.

Rosenberg, I. H. (1997). Sarcopenia: origins and clinical relevance. *J Nutr.*, *127*, 990S-991S.

Roubenoff, R., Kehayias, J. J., Dawson-Hughes, B., & Heymsfield, S. B. (1993). Use of dual-energy x-ray absorptiometry in body-composition studies: not yet a "gold standard". *Am.J Clin.Nutr.*, *58*, 589-591.

Saini, A., Faulkner, S., Al-Shanti, N., & Stewart, C. (2009). Powerful signals for weak muscles. *Aging research reviews*, *8*, 251-267.

Schulte, J. N. & Yarasheski, K. E. (2001). Effects of resistance training on the rate of muscle protein synthesis in frail elderly people. *Int.J Sport Nutr.Exerc.Metab*, *11 Suppl*, S111-S118.

- Seals, D. R., Hagberg, J. M., Hurley, B. F., Ehsani, A. A., & Holloszy, J. O. (1984). Endurance training in older men and women. I. Cardiovascular responses to exercise. *J Appl. Physiol*, *57*, 1024-1029.
- Seynnes, O., Fiatarone Singh, M. A., Hue, O., Pras, P., Legros, P., & Bernard, P. L. (2004). Physiological and functional responses to low-moderate versus high-intensity progressive resistance training in frail elders. *J Gerontol.A Biol.Sci Med Sci*, *59*, 503-509.
- Shigematsu, R., Rantanen, T., Saari, P., Sakari-Rantala, R., Kauppinen, M., Sipilä, S. et al. (2006). Motor speed and lower extremity strength as predictors of fall-related bone fractures in elderly individuals. *Aging Clin.Exp.Res.*, *18*, 320-324.
- Sillanpää, E., Hakkinen, A., Nyman, K., Mattila, M., Cheng, S., Karavirta, L. et al. (2008). Body composition and fitness during strength and/or endurance training in older men. *Med Sci Sports Exerc.*, *40*, 950-958.
- Sillanpää, E., Laaksonen, D. E., Hakkinen, A., Karavirta, L., Jensen, B., Kraemer, W. J. et al. (2009). Body composition, fitness, and metabolic health during strength and endurance training and their combination in middle-aged and older women. *Eur.J Appl.Physiol*, *106*, 285-296.
- Sillanpää, E., Laaksonen, D. E., Hakkinen, A., Karavirta, L., Jensen, B., Kraemer, W. J. et al. (2009). Body composition, fitness, and metabolic health during strength and endurance training and their combination in middle-aged and older women. *Eur.J Appl.Physiol*, *106*, 285-296.
- Sipilä, S. & Suominen, H. (2009). Muscle ultrasonography and computed tomography in elderly trained and untrained woman. *Muscle nerve*, *16*, 294-300.

Sitte, N., Merker, K., Von, Z. T., Davies, K. J., & Grune, T. (2000). Protein oxidation and degradation during cellular senescence of human BJ fibroblasts: part II--aging of nondividing cells. *FASEB J*, *14*, 2503-2510.

Sitte, N., Merker, K., Von, Z. T., Grune, T., & Davies, K. J. (2000). Protein oxidation and degradation during cellular senescence of human BJ fibroblasts: part I--effects of proliferative senescence. *FASEB J*, *14*, 2495-2502.

Slivka, D., Raue, U., Hollon, C., Minchev, K., & Trappe, S. (2008). Single muscle fiber adaptations to resistance training in old (>80 yr) men: evidence for limited skeletal muscle plasticity. *Am.J Physiol Regul.Integr.Comp Physiol*, *295*, R273-R280.

Smith, H. J. & Gjesdal, K. I. (2009). Magnetisk resonans - historikk og teoretisk grunnlag. *Tidsskrift for Norske legeförening*, *120*, 931-935.

Sosial- og helsedirektoratet (2005). *Norske anbefalinger for ernæring og fysisk aktivitet*.

Stålberg, E. & Fawcett, P. R. (1993). Macro EMG in healthy subjects of different ages. *Journal of neurology neurosurg.pyschiatry*, *45*, 878.

Statistisk sentralbyrå (ssb) (1999). *Eldre i Norge*.

Stout, J. R., Sue, G. B., Cramer, J. T., Goldstein, E. R., Costa, P. B., Smith, A. E. et al. (2007). Effects of creatine supplementation on the onset of neuromuscular fatigue threshold and muscle strength in elderly men and women (64 - 86 years). *J Nutr.Health Aging*, *11*, 459-464.

Strasser, B., Keinrad, M., Haber, P., & Schobersberger, W. (2009). Efficacy of systematic endurance and resistance training on muscle strength and endurance performance in elderly adults--a randomized controlled trial. *Wien.Klin.Wochenschr.*, *121*, 757-764.

Suetta, C., Magnusson, S. P., Beyer, N., & Kjaer, M. (2007). Effect of strength training on muscle function in elderly hospitalized patients. *Scand J Med Sci Sports*, *17*, 464-472.

Taaffe, D. R., Pruitt, L., Pyka, G., Guido, D., & Marcus, R. (1996). Comparative effects of high- and low-intensity resistance training on thigh muscle strength, fiber area, and tissue composition in elderly women. *Clin.Physiol*, *16*, 381-392.

Tarnopolsky, M., Zimmer, A., Paikin, J., Safdar, A., Aboud, A., Pearce, E. et al. (2007). Creatine monohydrate and conjugated linoleic acid improve strength and body composition following resistance exercise in older adults. *Plos One*, *2*, e991.

Tarpenning, K. M., Hawkins, S. A., Marcell, T. J., & Wiswell, R. A. (2006). Endurance exercise and leg strength in older women. *J Aging Phys.Act.*, *14*, 3-11.

Tenover, J. S. (1992). Effects of testosterone supplementation in the aging male. *J Clin.Endocrinol.Metab*, *75*, 1092-1098.

Toraman, N. F., Erman, A., & Agyar, E. (2004). Effects of multicomponent training on functional fitness in older adults. *J Aging Phys.Act.*, *12*, 538-553.

Torstveit, M. K., Rosenvinge, J. H., & Sundgot-Borgen, J. (2008). Prevalence of eating disorders and the predictive power of risk models in female elite athletes: a controlled study. *Scand J Med Sci Sports*, *18*, 108-118.

Tothill, P. & Hannan, W. J. (2007). Precision and accuracy of measuring changes in bone mineral density by dual-energy X-ray absorptiometry. *Osteoporos.Int.*, *18*, 1515-1523.

- Tracy, B. L., Ivey, F. M., Hurlbut, D., Martel, G. F., Lemmer, J. T., Siegel, E. L. et al. (1999). Muscle quality. II. Effects Of strength training in 65- to 75-yr-old men and women. *J Appl.Physiol*, *86*, 195-201.
- Trappe, S. (2001). Master athletes. *International journal of sports nutrition exercise and metabolism*, *11*, 196-207.
- Treuth, M. S., Ryan, A. S., Pratley, R. E., Rubin, M. A., Miller, J. P., Nicklas, B. J. et al. (1994). Effects of strength training on total and regional body composition in older men. *J Appl.Physiol*, *77*, 614-620.
- Valentine, R. J., Mistic, M. M., Rosengren, K. S., Woods, J. A., & Evans, E. M. (2009). Sex impacts the relation between body composition and physical function in older adults. *Menopause.*, *16*, 518-523.
- Van Pelt, R. E., Evans, E. M., Schechtman, K. B., Ehsani, A. A., & Kohrt, W. M. (2002). Contributions of total and regional fat mass to risk for cardiovascular disease in older women. *Am.J Physiol Endocrinol.Metab*, *282*, E1023-E1028.
- Vandervoort, A. A. (2002). Aging of the human neuromuscular system. *Muscle nerve*, *25*, 17-25.
- Velthuis, M. J., Schuit, A. J., Peeters, P. H., & Monnikhof, E. M. (2009). Exercise program affects body composition but not weight in postmenopausal women. *Menopause.*, *16*, 777-784.
- Verdijk, L. B., van, L. L., Meijer, K., & Savelberg, H. H. (2009). One-repetition maximum strength test represents a valid means to assess leg strength in vivo in humans. *J Sports Sci*, *27*, 59-68.

Visser, M. (2009). Towards a definition of sarcopenia--results from epidemiologic studies. *J Nutr.Health Aging, 13*, 713-716.

Visser, M., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., Nevitt, M., Rubin, S. M. et al. (2005). Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. *J Gerontol.A Biol.Sci Med Sci, 60*, 324-333.

Vitiello, M. V., Wilkinson, C. W., Merriam, G. R., Moe, K. E., Prinz, P. N., Ralph, D. D. et al. (1997). Successful 6-month endurance training does not alter insulin-like growth factor-I in healthy older men and women. *J Gerontol.A Biol.Sci Med Sci, 52*, M149-M154.

Volpi, E., Mittendorfer, B., Rasmussen, B. B., & Wolfe, R. R. (2000). The response of muscle protein anabolism to combined hyperaminoacidemia and glucose- induced hyperinsulinemia is impaired in the elderly. *Journal of clinical endocrinology metabolism, 85*, 4481-4490.

Volpi, E., Mittendorfer, B., Wolf, S. E., & Wolfe, R. R. (1999). Oral amino acids stimulate muscle protein anabolism in the elderly despite higher first-pass splanchnic extraction. *Am.J Physiol, 277*, E513-E520.

Volpi, E., Nazemi, R., & Fujita, S. (2004). Muscle tissue changes with aging. *Current opinion nutrition metabolism care, 7*, 405-410.

Wagner, D. R. & Heyward, V. H. (1999). Techniques of body composition assessment: a review of laboratory and field methods. *Res.Q.Exerc.Sport, 70*, 135-149.

Warren, L. P., Appling, S., Oladehin, A., & Griffin, J. (2001). Effect of soft lumbar support belt on abdominal oblique muscle activity in nonimpaired adults during squat lifting. *J Orthop.Sports Phys.Ther., 31*, 316-323.

Welle, S., Thornton, C., & Statt, M. (1995). Myofibrillar protein synthesis in young and old human subjects after three months of resistance training. *Am.J Physiol*, 268, E422-E427.

Welle, S. & Thornton, C. A. (1998). High-protein meals do not enhance myofibrillar synthesis after resistance exercise in 62- to 75-yr-old men and women. *Am.J Physiol*, 274, E677-E683.

Wernbom, M., Augustsson, J., & Thomee, R. (2007). The influence of frequency , intensity, volume and mode of strenght training on whole muscle cross sectional area in humans. *Sports medicine*, 37, 225-264.

Williams, M. A., Haskell, W. L., Ades, P. A., Amsterdam, E. A., Bittner, V., Franklin, B. A. et al. (2007). Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation*, 116, 572-584.

Willis, P. E., Chadan, S., Baracos, V., & Parkhouse, W. S. (1997). Acute exercise attenuates age-associated resistance to insulin-like growth factor I. *Am.J Physiol*, 272, E397-E404.

Wolfe, R. R., Miller, S. L., & Miller, K. B. (2008). Optimal protein intake in the elderly. *Clin.Nutr.*, 27, 675-684.

Yarasheski, K. E., Pak-Loduca, J., Hasten, D. L., Obert, K. A., Brown, M. B., & Sinacore, D. R. (1999). Resistance exercise training increases mixed muscle protein synthesis rate in frail women and men \geq 76 yr old. *Am.J Physiol*, 277, E118-E125.

Zapf, J., Hauri, C., Waldvogel, M., & Froesch, E. R. (1986). Acute metabolic effects and half-lives of intravenously administered insulinlike growth factors I and II in normal and hypophysectomized rats. *J Clin. Invest*, 77, 1768-1775.

Ziegenfuss, T. N., Lowery, L. M., & Lemon, P. W. R. (1998). Acute fluid volume changes in men during three days of creatine supplementation. *J Exerc Physiol online*, 1.

Tabelloversikt

Tabell 2.5.1:	Oversikt over styrketreningsintervensjoner som har trent hele kroppen og målt endring i kroppssammensetning med DER/DXA	19
Tabell 2.5.2:	Oversikt over intervensjoner av utholdenhetstrening som har målt endring i kroppssammensetning	21
Tabell 2.7.2.1:	Styrketreningsintervensjoner som måler endring av 1RM i kneekstensjon eller beinpress	28
Tabell 2.7.2.2:	Styrketreningsintervensjoner som måler endring av 1RM i overkropp	29
Tabell 4.1.1:	Inklusjon og eksklusjonskriterier for deltakelse i studie	31
Tabell 4.4.1:	Karakteristikk av deltakere som inngikk i studien, fordelt på de ulike treningsgruppene (mean±SD)	34
Tabell 4.6.1:	Treningsprotokoll for TST	39
Tabell 4.6.2:	Treningsprotokoll FST	42
Tabell 5.2.2:	Effekt av ulik type trening på kroppsvekt, fettmasse og lbm (mean±SEM)	51
Tabell 5.3.2:	Lean masse (g) i de ulike kroppsregionene, pre og post (mean±SD)	53
Tabell 5.4.2:	Oversikt over endring i styrke (kg) ved ulik type trening (mean ± SEM)	56
Tabell 5.6.1:	Korrelasjon mellom pre- verdier av lbm og 1RM i styrketester (menn og kvinner)	59
Tabell 5.7.2:	Inntak av karbohydrat, protein og fett (g) og energi (kJ) før og etter treningsperioden (mean±SD)	61

Figuroversikt

Figur 4.1:	Flytskjema over inklusjon - og eksklusjonsprosess, samt frafall	32
Figur 4.2:	Tidslinje for studien	33
Figur 4.3:	DXA måling av to forskjellige deltakere	35
Figur 4.4:	DXA- måling hvor deltakeren måtte ekskluderes	36
Figur 5.1:	Prosentvis endring i lbm og fettmasse ved ulik type trening (menn og kvinner)	49
Figur 5.3.3:	Prosentvis endring i lbm i armer, truncus og bein hos menn og kvinner	54
Figur 5.4.1:	Prosentvis endring i styrke (1RM) menn og kvinner	55
Figur 5.4.3:	Endringen total treningsmotstand for TST	57
Figur 5.6.2:	Korrelasjon mellom lbm i armer og 1RM i styrketestene brystpress og roing ved studiestart	59
Figur 5.6.3:	Korrelasjonen mellom prosentvis endring av lean masse i overkropp og prosentvis endring av 1RM i roing hos kvinner i TST	60
Figur 5.6.4:	Korrelasjonen mellom prosentvis endring av lean masse i overkropp og prosentvis endring av 1RM i skulderpress hos kvinner i FST	60
Figur 5.7.1:	Energiinntak i de ulike gruppene	61
Figur 5.7.3:	Energi prosent av karbohydrater, protein og fett	62

Vedlegg

Kopi av tillatelse for bruk av bilder i oppgaven:

Seniorløftet
Norges Idrettshøgskole

Jeg gir herved tillatelse til at bilder tatt av meg under trening kan offentliggjøres i forbindelse med presentasjoner av forskningsprosjekter ved NIH.

Dato:.....

Navn:.....