



**Vidar Andersen**

Effekten av tre ulike treningsregimer på muskelmasse, muskelstyrke og fysisk funksjon, blant eldre.

**Masteroppgave i idrettsvitenskap**  
Seksjon for fysisk prestasjonsevne  
Norges idrettshøgskole, 2009

## Sammendrag

Hensikten med denne studien var å sammenligne effekten av tre ulike treningsregimer på endring i muskelmasse, muskelstyrke og fysisk funksjon blant eldre.

Av 74 personer som ble tilbydd deltagelse så var 62 med ved oppstart av intervensjonen. Disse ble delt inn i fire grupper ved hjelp av stratifisert randomisering. Gruppene var tradisjonell styrketrening, funksjonell styrketrening, utholdenhetstrening og kontrollgruppe. Alle treningsgruppene trente tre ganger pr uke i 12 uker. Før og etter intervensjonen testet alle forsøkspersonene fire 1RM tester, syv tester for fysisk funksjon samt kroppssammensetning ved hjelp av DEXA. Et mindre utvalg fra de to styrkegruppene gjennomførte tilleggstester, MR-målinger av quadriceps femoris og patellarsenen samt isokinetiske og isometriske styrketester. Totalt 53 forsøkspersoner fullførte studien.

Vi fant gode korrelasjoner ved baseline mellom lean kroppsvekt og 1RM tester ( $r = 0,69-0,86$ ,  $p < 0,01$ ), 1RM og ulike funksjonelle tester ( $r = -0,49-0,88$ ,  $p < 0,01$ ) og muskel tverrsnittsareal og isometriske- og isokinetiske styrketester ( $r = 0,71-0,91$ ,  $p < 0,01$ ). Det var moderate korrelasjoner mellom endringene i lean kroppsmasse, 1RM tester og fysisk funksjon ( $r = 0,32-0,49$ ,  $p < 0,05$ ). Alle treningsgruppene økte lean kroppsvekt målt ved hjelp av DEXA, med 2-4 % ( $p < 0,01$ ). Den tradisjonelle styrkegruppen og utholdenhetsgruppen hadde en signifikant større økning i lean kroppsvekt enn kontrollgruppen ( $p < 0,01$ ) mens den funksjonelle gruppen hadde en tendens til større endring ( $p < 0,065$ ) enn kontrollgruppen. Når vi slo sammen alle 1RM testene fant vi at alle treningsgruppene økte styrken sin. Den tradisjonelle gruppen med  $37 \pm 5$  %, den funksjonelle med  $18 \pm 3$  % og utholdenhetsgruppen med  $12 \pm 2$  ( $p < 0,01$  for alle gruppene). Den tradisjonelle styrkegruppen hadde signifikant større økning enn alle de andre gruppene ( $p < 0,01$ ), og den funksjonelle gruppen hadde større endring enn kontrollgruppen ( $p < 0,05$ ). Når det gjelder fysisk funksjon så bedret den funksjonelle gruppen seg i fem av syv tester (fra  $12 \pm 3$  til  $19 \pm 2$  %,  $p < 0,01$ ), den tradisjonelle i to av syv ( $9 \pm 1$  og  $16 \pm 5$  %,  $p < 0,01$ ) og kontrollgruppen i én ( $6 \pm 3$  %,  $p < 0,05$ ). Den funksjonelle gruppen hadde en signifikant større forbedring enn utholdenhetsgruppen i trappegang med 10 kg ( $p < 0,05$ ) og kontrollgruppen i chairraise ( $p < 0,05$ ). Den tradisjonelle styrkegruppen hadde en signifikant større forbedring enn utholdenhetsgruppen i funksjonell overkropp ( $p < 0,05$ ). Den funksjonelle gruppen økte tverrsnittsarealet med 3 til 6 % i de tre mest proksimale snittene målt ved MR ( $p < 0,05$ ) og tverrsnittsareal i ett av de distale snittene i patellarsenen ( $9 \pm 3$  %,  $p < 0,05$ ). De hadde i tillegg en signifikant større endring enn den tradisjonelle gruppen i det nest mest distale snittet ( $p < 0,05$ ).

Det faktum at begge styrkegruppene økte muskelmasse, muskelstyrke og fysisk funksjon gir en god indikasjon på viktigheten av denne type trening for seniorer. Når vi i tillegg finner gode korrelasjoner mellom de samme parameterne, virker det åpenbart at det er gunstig for eldre mennesker å opprettholde evt. øke styrken sin ettersom de blir eldre. Litt overraskende var det at utholdenhetsgruppen økte muskelmasse og muskelstyrke. Det kan tenkes at treningen til denne gruppen har vært hard nok til å gi muskelvekst som i sin tur har gitt økt muskelstyrke. Det skal sies at utholdenhetsgruppen var den gruppen med lavest lean kroppsvekt ved oppstart uten at den var signifikant forskjellig fra de andre gruppene. Det kan derfor tenkes at det skulle mindre treningspåvirkning til for å øke muskelmassen for disse deltagerne enn for forsøkspersonene i de andre gruppene.

**Nøkkelord:** Eldre, trening, muskelmasse, muskelstyrke, fysisk funksjon.

# Forord

Denne masteroppgaven er en del av prosjektet Seniorløftet som startet opp ved Norges idrettshøgskole sommeren 2008 og forventes avsluttet vinteren 2009.

Jeg vil takke alle dem som har bidratt til at denne oppgaven har blitt en realitet, med en spesiell takk til:

Truls Raastad og Nils Helge Kvamme for meget god veiledning, nyttige tips og stor imøtekommenhet gjennom hele prosessen.

Paul Andrè Solberg for god hjelp på ulike områder.

Kristoffer Cumming for meget godt samarbeid og kameratskap.

Alle forsøkspersonene for all tålmodighet og god innsats.

En stor takk også til:

Knut Inge Hansen for hjelp til MR-målingene.

Ingvild, Beate, Bjørnar, Øystein, Hege og Ingvild for lange lunsjpauser og nyttige diskusjoner.

Alle testlederne og trenerne for meget god jobbing.

Menneskene på seksjonen for fysisk prestasjonsevne ved NIH for upåklagelig mottagelse og gjestfrihet under året mitt her på seksjonen.

Og sist men ikke minst til Sondre for all tålmodighet samt hjelp til å telle til 5 under chairraise-testen.

# INNHOOLDSLISTE

<b>1.0 INNLEDNING</b>	<b>4</b>
1.1 Problemstilling	5
<b>2.0 TEORI</b>	<b>6</b>
2.1 Aldring og muskelmasse	6
2.2 Aldring og muskelstyrke	7
<b>2.3 Styrketrening og endring i muskelmasse og muskelstyrke hos eldre</b>	<b>9</b>
2.3.1 Studier der man har sett på endringer i enkelte muskler	9
2.3.2 Studier der man har sett på endringer i lean kroppsvekt	13
<b>2.4 Endringer i sener ved aldring og trening</b>	<b>14</b>
<b>2.5 Trening og endring i fysisk funksjon hos eldre</b>	<b>15</b>
2.5.1 Maksimal ganghastighet	15
2.5.2 Chair raise	16
2.5.3 Trappegange	17
2.5.4 Hopp høyde	19
<b>2.6 Oppsummering</b>	<b>20</b>
<b>3.0 METODE</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Utvalget</b>	<b>21</b>
3.1.1 Inndeling i grupper	23
3.1.2 Protokoll	23
<b>3.2 Måling av muskelmasse og tverrsnittsareal av låret og patellarsenen</b>	<b>24</b>
3.2.1 Muskelmasse ved hjelp av DEXA	24
3.2.2 Tverrsnitt av muskulaturen i låret og tykkelse av patellarsenen	25
<b>3.3 Måling av muskelstyrke</b>	<b>26</b>
3.3.1 1RM styrketester	26
3.3.2 Isokinetiske tester	28
3.3.3 Isometriske tester	29
<b>3.4 Måling av fysisk funksjon</b>	<b>29</b>
3.4.1 Trappegange	30
3.4.2 Chairraise	30
3.4.3 Svikthopp	31
3.4.4 Maksimal ganghastighet	31
3.4.5 Funksjonell overkropp	31
<b>3.5 Intervensjon</b>	<b>32</b>
3.5.1 Tradisjonell styrketrening (n = 14)	32
3.5.2 Funksjonell styrketrening (n = 12)	33
3.5.3 Utholdenhetstrening (n = 12)	34
3.5.4 Kontrollgruppe (n = 15)	35
<b>3.6 Statistikk</b>	<b>35</b>

<b>4.0 RESULTAT</b>	<b>36</b>
<b>4.1 Treningsprogresjon</b>	<b>36</b>
4.1.1 Treningsmotstand	36
4.1.2 Treningsvolum	37
<b>4.2 Endring i muskelmasse og senetykkelse</b>	<b>38</b>
4.2.1 MR	38
4.2.2 DEXA	41
<b>4.3 Endring i muskelstyrke</b>	<b>42</b>
4.3.1 1 RM	42
4.3.2 Isometriske tester	43
4.3.3 Isokinetiske tester	44
<b>4.4 Endring i fysisk funksjon</b>	<b>45</b>
<b>4.5 Korrelasjoner</b>	<b>48</b>
4.5.1 1RM tester, lean kroppsvekt og funksjonelle tester	48
4.5.2 Tverrsnittsareal og isometriske-, isokinetiske tester og RFD	50
<b>5.0 DISKUSJON</b>	<b>53</b>
<b>5.1 Sammenhengen mellom muskelmasse, muskelstyrke og fysisk funksjon</b>	<b>53</b>
<b>5.2 Endringer i muskelmasse</b>	<b>55</b>
<b>5.3 Endringer i muskelstyrke</b>	<b>59</b>
<b>5.4 Endringer i fysisk funksjon</b>	<b>61</b>
<b>6.0 KONKLUSJON</b>	<b>65</b>
<b>7.0 REFERANSELISTE</b>	<b>66</b>

## 1.0 Innledning

Andelen av eldre over 67 år ble tredoblet gjennom 1900- tallet fram til 1990. Da stabiliserte det seg og framskrivinger sier at det vil ligge stabilt helt fram til 2010. Deretter forventer man nesten en fordobling fram til 2045 (Statistisk Sentralbyrå, 1999). I tillegg synker antall fysisk aktive med alderen. I 2004 var det 6 % av de mellom 16 og 24 år som aldri mosjonerte mens andelen blant de over 67 år var 26 % (Statistisk Sentralbyrå, 2004).

I flere studier har forfatterne visst at både muskelmasse og muskelstyrke avtar med alderen (Melton, III *et al.*, 2000;Porter *et al.*, 1995), men det er først etter 50-60 års alderen at fallet blir virkelig synlig (Doherty *et al.*, 1993;Lexell *et al.*, 1988). Nedgangen i muskelmasse og muskelstyrke kan skyldes flere årsaker, men både aldringsprosessen i seg selv og et lavere aktivitetsnivå vil være med å forklare fallet (Narici *et al.*, 2003). I og med at flere dagligdagse aktiviteter stiller krav til muskelstyrke vil den fysiske funksjonen til mange mennesker gå ned ettersom de blir eldre (Jette & Branch, 1981), eventuelt vil eldre måtte bruke en større prosentdel av sine fysiske ressurser for å klare å utføre de hverdagslige aktivitetene (Landers *et al.*, 2001).

Det er både i menneskelig og samfunnsøkonomisk interesse å holde eldre selvhjulpne så lenge som mulig. Fysisk aktivitet motvirker den degenereringseffekten som skjer ved økende alder og forfatterne av flere studier har vist at trening har ført til økt muskelmasse (Taaffe *et al.*, 1999;Nichols *et al.*, 1993), muskelstyrke (Kryger & Andersen, 2007;Hakkinen *et al.*, 1998a) og fysisk funksjon (Beyer *et al.*, 2007;Hauer *et al.*, 2002). De fleste treningsintervensjonene som er blitt gjort på disse feltene har kun sett på én treningsform av gangen, og primært tradisjonell styrketrening. Med andre ord er det ikke mange studier hvor forfatterne har sammenlignet effekten av ulike treningsformer på muskelmasse, muskelstyrke og fysisk funksjon.

Svært få intervensjoner har inkludert hverdagslige aktiviteter i treningsprogrammene sine og samtidig utført disse øvelsene på en slik måte at de har fått et styrketreningspreg over seg. Vi har prøvd å utvikle et slikt treningsprogram og kalt dette for funksjonell styrketrening. Rent teoretisk er det kanskje denne type trening som skulle være mest optimalt for eldre. Vi ønsket derfor å sammenligne funksjonell styrketrening med tradisjonell styrketrening. I tillegg lot vi

én gruppe trene utholdenhetspregede aktiviteter da dette antagelig er den mest utbredte treningsformen blant nordmenn samt krever svært lite ressurser.

## 1.1 Problemstilling

Denne mastergradsoppgaven er en del av et større forskningsprosjekt, Seniorløftet, som blir gjennomført ved Norges Idrettshøgskole i perioden fra juni 2008 til desember 2009. En av intensjonene med dette prosjektet er, med bakgrunn i det foregående, å sammenligne tre ulike treningsregimer for å svare på følgende problemstillinger.

”Hvilken effekt gir tradisjonell styrketrening, funksjonell styrketrening og utholdenhetstrening på muskelmasse, muskelstyrke og fysisk funksjon, blant eldre?”

”Er det forskjell på endringene i muskelmasse, muskelstyrke og fysisk funksjon etter tradisjonell styrketrening, funksjonell styrketrening og utholdenhetstrening, blant eldre?”

”Er det sammenhenger ved baseline og i endringer etter trening, mellom muskelmasse, muskelstyrke og fysisk funksjon, blant eldre?”

## 2.0 Teori

### 2.1 Aldring og muskelmasse

Ettersom man blir eldre reduseres muskelmassen (Melton, III et al., 2000). Det kan se ut som om muskelmassen er på topp når man er i midten av 20-årene, holder seg relativt stabil til 50 års alderen for så å avta drastisk ettersom en blir eldre (Lexell et al., 1988). Årsaken til reduksjonen i muskelmasse er kompleks, men hovedforklaringen ser ut til å være forandringer som fører til færre motonevroner og celledød (Narici & Maganaris, 2006). Når antall motonevroner reduseres vil også antall muskelfibre gå ned (Lexell et al., 1988). I tillegg til en reduksjon i antall fibre, så vil også hver enkelt fiber bli mindre. Dette gjelder spesielt for type II-fibre, mens type I-fibre i større grad forblir uendret (Lexell & Taylor, 1991). Når antall fibre minker kan forholdet mellom type I og type II-fibre forskyves. Dette vil skje om reduksjonen av én type fiber er større enn for den andre. Det finns motstridende resultater, men Porter et al. (1995) hevder i sin oversiktsartikkel at dette trolig skyldes variasjon i målemetode. Når en ser på hele muskelen og ikke bare biopsier, finner en ingen endring i forholdet mellom de ulike muskelfibertypene (Lexell et al., 1988). Det skal nevnes at man i de senere år har fått mer sofistikerte metoder for å påvise myosintyper. Disse har vist at aldring fører til en økning i antall hybrid-fibre, det vil si fibre som uttrykker flere isoformer av myosin heavychain (Deschenes, 2004).

Et sentralt spørsmål er om det er aldringsprosessen i seg selv som fører til reduksjon i muskelmasse, eller om det skyldes en reduksjon i den fysiske aktiviteten, ettersom man blir eldre. For å ta høyde for dette, matchet Narici et al. (2003) to grupper, med samme høyde og vekt, for fysisk aktivitet. De fant da at det anatomiske muskeltverrsnittet var 19 % mindre hos aldersgruppen 70-81 år enn hos 27-42 åringene, mens det fysiologiske muskeltverrsnittet var 15 % mindre. Dette til tross for likt aktivitetsnivå.

I noen studier har man sett en økt infiltrasjon av bindevev og fett i muskulaturen ved økende alder (Overend *et al.*, 1992; Rice *et al.*, 1989), dette skyldes trolig en reduksjon i antall motoriske enheter (Doherty et al., 1993). Dermed kan mengden av kontraktile proteiner i en muskelbuk være redusert selv om det totale tverrsnittsarealet av muskelbuken er konstant.

Dette vil i sin tur sette krav til hvilke målemetoder en bør velge ved måling av muskeltverrsnittsareal, når vi ønsker å se dette opp mot muskelen sin funksjon.



Et annet element som kan virke inn på muskelmassen er energiinntaket. Får man i seg for lite næring vil dette forstyrre likevekten mellom energiinntak og energiforbruk. Dersom dette fortsetter over tid vil glykogen og fettlagre reduseres og dermed vil også protein måtte brukes som energikilde (Jeejeebhoy, 1986). Dette vil føre til at forholdet mellom nedbrytning og syntese av muskelprotein forstyrres og muskelmassen vil synke. Mange eldre lider av feilernæring, spesielt er for lavt inntak av proteiner et problem (Nakamura et al., 2006). Dette kommer tydelig fram i studien til Børsheim et al. (2008). Her fikk 12 eldre et tilskudd av essensielle aminosyrer to ganger daglig, i 16 uker. Hver enkelt dose var på 16 gram. Etter 12 uker hadde lean kroppsmasse økt med 1,1 kg, men effekten var borte ved 16 uker. Styrken i beina økte med 22 % og man fant en forbedring i tre ulike funksjonelle tester i løpet av intervensjonen. Dette er i tråd med hva Paddon-Jones et al. hevder i sin oversiktsartikkel (2008). De mener at ved å kontrollere det daglige inntaket av protein og aminosyrer kan man motvirke proteinkatabolismen og dermed også sarkopeni ved økende alder. Andre studier har kombinert trening og kosttilskudd og sett om dette har gitt bedre effekt enn bare trening. Både Iglay et al. (2007), Andrews et al. (2006) og Fiatarone (1994) lot et utvalg av eldre trene styrketrening over en periode på 10 til 12 uker. Enkelte gjennomførte bare trening, mens andre både trente og tok et kosttilskudd. De fant en økning i styrke samt endring i kroppssammensetning, men det var ingen forskjell om man bare trente eller om man fikk kosttilskudd og trente. På den annen side fant Meredith et al. (1992) at styrketrening og kosttilskudd ga større muskelvekst blant eldre enn styrketrening alene, men det var ingen forskjell i endring i muskelstyrke. Intervensjonsperioden her var 12 uker.

## 2.2 Aldring og muskelstyrke

I likhet med muskelmassen faller også muskelstyrken når man blir eldre, men det er først når man er i 60-årene at dette fallet blir godt synlig (Doherty et al., 1993). Dette gjelder for både muskler i over- og underkroppen (Porter et al., 1995). I flere tverrsnittstudier er unge mennesker i alderen 20 til 30 år sammenlignet med eldre mennesker (70-80 år) og det er funnet en reduksjon i styrke på 20-40 % (Morse *et al.*, 2004; Macaluso *et al.*, 2002; Klein *et al.*, 2001). Frontera et al. (2000) fant i en 12 år lang longitudinell studie på ni eldre mennesker, en styrkenedgang på 24 til 29 % i fleksorene og ekstensorene i kneet og 9 til 27 % i fleksorene og ekstensorene i albuen.

Fallet i muskelstyrke har antagelig en multifaktoriell årsakssammenheng, der blant annet tap av muskelmasse er sentralt. Frontera et al. (2000) fant at en reduksjon i muskeltverrsnittsarealet sammen med styrkenivået ved baseline, forklarte 90 % av muskelstyrken etter 12 år. Häkkinen et al. (1996) sammenlignet eldre menn og kvinner med en gjennomsnittsalder på ca 68 år med mennesker av samme kjønn med snittalder lik 49 år. Også her så man at mindre muskelmasse var sentralt for den lavere muskelstyrken hos de eldre, men at det ikke kunne forklare hele forskjellen. En reduksjon i aktiveringsgrad og mindre kraft per tverrsnittsareal, også kalt muskelkvalitet, blir av forfatterne også trukket frem som mulige forklaringer. Lynch et al. (1999) og Metter et al. (1999) fant også reduksjon i muskelkvalitet med økende alder, men at størrelsen på reduksjonen var avhengig av kjønn, hvilken muskel man så på og hvilken målemetode man brukte. Martin et al. (2000) fant også endring i muskelkvalitet med økende alder, da de så på maksimal effekt hos syklistene i alderen 8 til 70 år. De fant at forskjell i muskelvolum og den optimale tråkkfrekvensen var hovedforklaringene til variasjonen i effekt.

Økt aktivering av antagonistene hos eldre er også foreslått som en forklaring på nedgangen i muskelstyrke (Macaluso *et al.*, 2002; Klein *et al.*, 2001). Morse et al. (2004) fant derimot ingen forskjell på aktiveringen av antagonistene da de sammenlignet menn i alderen 19 til 35 med menn mellom 70 til 82 år. De fant imidlertid en reduksjon i aktivering av agonistene hos de eldre. Vandervoort & McComas (1986) fant derimot ingen endring i aktiveringsgrad, ettersom man ble eldre. De konkluderte derfor med at lavere muskelstyrke hos de eldre skyldes ene og alene mindre eksisterende muskelmasse. Klass et al. (2007) oppsummerer i sin oversiktsartikkel, på aktivering av både antagonister og agonister hos eldre, at ulike funn i aktivering av agonister hovedsakelig skyldes at studiene er gjort på forskjellige muskler, da enkelte muskler er lettere å aktivere enn andre. Forfatterne fant også at variasjonene i aktiveringen av antagonistene ser ut til å spille en liten rolle for utvikling av dreiemoment over et ledd.

I flere studier har en lav muskelstyrke vært assosiert med nedsatt funksjon hos eldre (Visser *et al.*, 2000; Rantanen *et al.*, 1994). Visser et al. (2000) slo sammen resultatene fra én gå- og én chair raise-test og definerte det som et mål på funksjonaliteten i beina. De fant da en sammenheng mellom muskelstyrke og funksjonalitet. I Rantanen et al. (1994) sin studie testet de styrke i både over- og underkropp og så dette opp mot bevegelighet, prestasjon i

gangefunksjon og evne til å gå i trapper. De fant også at de som presterte høyt i styrketestene også presterte bra i funksjonstestene.

Evnen til å utvikle stor effekt er nært beslektet med muskelstyrke da det er produktet av kraft multiplisert med hastighet. I likhet med muskelstyrke så reduseres evnen til å utvikle effekt ettersom vi blir eldre (Martin *et al.*, 2000; Bonnefoy *et al.*, 1998). Fallet i effekt er, som fallet i muskelstyrke, relatert til nedsatt funksjon blant eldre (Evans, 2000). Hazell *et al.* (2007) hevder til og med i sin oversiktsartikkel at evnen til å utvikle stor effekt er viktigere enn muskelstyrke, med tanke på evnen til å utføre dagligdagse aktiviteter. Skelton *et al.* (1994) er mer forsiktig med sine konklusjoner selv om de i sin studie finner at den relative evnen til å utvikle effekt i strekkapparatet i beina (effekt/kroppsvekt) har påvirkning på både evnen til å reise seg fra en stol ( $r = 0,38$  for menn og  $r = 0,56$  for kvinner) og evnen til å stige opp på en kasse ( $r = 0,58$  for menn og  $r = 0,47$  for kvinner). Muskelstyrke delt på kroppsvekt derimot var bare relatert til evnen til å reise seg fra en stol ( $r = 0,5$  for menn og  $r = 0,35$  for kvinner).

## **2.3 Styrketrening og endring i muskelmasse og muskelstyrke hos eldre**

Et sentralt spørsmål er om det er mulig å motvirke disse aldersrelaterte endringene i musklene. Dette er et tema som har fått stor oppmerksomhet de siste tyve årene. Spesielt har en rettet oppmerksomheten mot styrketrening og hva denne type trening gjør med muskulaturen hos eldre. Det er en del variasjon i metoden på de ulike studiene. De fleste har sett på endringer i enkelte muskler, mens andre har valgt å se på helkropps-endringer i muskelmassen.

### **2.3.1 Studier der man har sett på endringer i enkelte muskler**

Blant de studiene som har tatt for seg endringer i massen og styrken i enkeltmuskler, er det en del variasjoner i utvalg, intervensjon og målemetoder (tabell 2.1).

**Tabell 2.1:** Studier som har sett på styrketrening, muskelmasse og muskelstyrke i enkelte muskler blant eldre

Forfatter	Grupper/ Alder	Økter	Tr.motstand	Volum	Metode	Δ muskel- masse	Δ muskelstyrke
(Frontera et al., 1988)	N: 12 60-72 år	34	8 rep på 80 % av 1RM	3 serier	CT	CSA: 9-12 %	1 RM: 107-227 % IK: 9-19 %
(Brown et al., 1990)	N = 14 (63 år) C = 14	36	10 rep på 50-90% av 1RM	2-4 serier	CT	CSA: 17 %	1RM: 48 vs 13 % IK: 9 vs 7 % IM: I.S
(Fiatarone et al., 1990)	N = 10 (90 år)	24	8 rep på 80 % av 1RM	3 serier	CT	CSA: 11 %	1RM: 177 %
(Roman et al., 1993)	N = 5 (68 år)	24	8-10RM	4 serier	MR	CSA: 23 % V: 14 %	IK: 23-48 %
(McCartney et al., 1996)	N = 28 C = 27 60-80 år	168	10-12 rep på 80% av 1RM	3 serier	CT	CSA: 9 %	1RM: 32-90 %
(Welle et al., 1996)	N = 8 62-72 år	36	8RM	3 serier	MR	CSA: 1-9 %	3RM: 26-55 %
(Hakkinen et al., 1998a)	N: 21 (72 vs 67 år) ♂: 11, ♀: 10	48	5-15 rep på 50-80 % av 1RM	3-6 serier	Ultralyd	CSA: I.S vs 6%	1RM: 21 vs 30 % IM: 36 vs 57 %
(Hakkinen et al., 1998b)	N = 10 (61 år)	30	3-10 rep på vekt lik 3-15RM	3-6 serier	MR	CSA: 9 %	IM: 17 %
(Tracy et al., 1999)	N: 23 (69 vs 68 år) ♂: 12, ♀: 11 C: ♂: 12, ♀: 11	27	5-20 rep på vekt lik 5RM (dropsett)	4 serier	MR	V: 12 vs 12 % C ♂ 2 %	1RM: 27 vs 29 % IK: IS-9 vs IS % IM ♂: 13 vs IS %
(Hakkinen et al., 2001)	N = 10 (64 år)	42	5-20 rep på 40-80 % av 1RM	3-6 serier	MR	CSA: 8 %	1RM: 29 % IM: 37 %
(Roth et al., 2001)	N: 19 (69 vs 68 år) ♂: 9, ♀: 10	72	15 rep på vekt lik 5RM (dropsett)	2 serier på ben 1 på overkropp	MR	CSA: 2 vs 6 % V: 4 vs 6 %	1RM: 12 vs 27 %
(Ferri et al., 2003)	N = 16 (68 år)	48	10 rep på 80 % av 1RM	1 serie	CT	CSA: 5-7 %	1RM: 22-30 % IK: 12-57 % IM: 12-19 %
(Frontera et al., 2003)	N = 7 (74 år) C = 7	36	8 rep på 80 % av 1RM	4 serier	CT	CSA: 6 %	1RM: 39 % IK: 8 %
(Suetta et al., 2004)	N = 11 (71 år) C = 11	36	20-8RM	3-5 serier	CT	CSA: 12 %	IM: 24 %
(Kryger & Andersen, 2007) og (Harridge et al., 1999)	N = 11 (89 år) C = 12	36	8 rep på 80 % av 1RM	3 serier	MR	CSA: 10 %	1RM: 134 % IK: 41-47 % IM: 37 %
(Slivka et al., 2008)	N = 6 (82 år)	36	10 rep på 70 % av 1RM	3 serier	CT	CSA: 3 %	1RM: 41 %
(Suetta et al., 2008)	N = 10 (71 år) C = 10	36	20-8RM	3-5 serier	Ultralyd	T: 15 %	IK: 29-30 %

C= kontrollgruppe, M.masse= muskelmasse, CSA = muskeltvernsnittareal, V = muskelvolum, T =

muskeltykkelse, IK = isokinetisk, IM = isometrisk, I.S = ingen signifikant endring, S.E = signifikant endring ,

CT = Computertomografi, MR = magnetresonanstomografi, RM = repetition maximum

Sammenligner vi de ulike forsøkene, ser vi at effekten av treningen varierer fra ingen endring i tverrsnittsareal og opp til 23 % økning på 12 uker. Dette kan skyldes flere faktorer som treningsregimet, gjennomføringen av treningsregimet, utvalget eller målemetodene som er brukt for å måle hypertrofi. De samme faktorene vil også kunne være med å forklare forskjellen mellom målte endringer i muskelstyrke. I tillegg vil måten man måler styrken på også være sentral.

I åtte studier er endring i tverrsnittsareal målt ved hjelp av CT. I syv av disse er målingene gjort på låret. I fire studier har forfatterne kun sett på quadriceps femoris (Suetta et al., 2004, Ferri et al., 2003, Frontera et al., 2003 og McCartney et al., 1996), i to har de sett på hele låret (Slivka et al., 2008, og Fiatarone et al., 1990) mens i én har forfatterne sett på både quadriceps og hele låret (Frontera et al., 1988). I tillegg så Ferri et al. (2003) også på tverrsnittsarealet til triceps surae. I en artikkel studerte man endringer i albuefleksorene, nærmere bestemt biceps brachii og brachialis (Brown et al., 1990).

I sju av studiene består utvalget av friske mennesker (Slivka et al., 2008, Ferri et al., 2003, Frontera et al., 2003, McCartney et al., 1996, Brown et al., 1990, Fiatarone et al., 1990, Frontera et al., 1988). Forfatterne i alle disse studiene har kun én øvelse som trener den muskelen hvor de måler tverrsnittsareal. I tillegg har Frontera et al. i begge sine studier fra 1988 og 2003 også en øvelse for knefleksorene, mens McCartney et al. (1996) hadde 6 tilleggsøvelser for andre muskelgrupper. I motsetning til de sju studiene nevnt ovenfor, trente Suetta et al. (2004) pasienter som hadde vært inaktive i den ene foten pga unilateral hoftartrose. Her hadde man to øvelser for quadriceps femoris.

MR har blitt brukt til å måle endring i muskelmasse i åtte studier, fem har sett på tverrsnittsareal (Kryger & Andersen 2007, Häkkinen et al., 2001, Harridge et al., 1999, Häkkinen et al., 1998b, Welle et al., 1996), to har i tillegg målt volum (Roman et al., 1993, Roth et al., 2001) mens én bare har sett på volum (Tracy et al., 1999). I seks av studiene har forfatterne sett på endringer i quadriceps femoris (Kryger & Andersen 2007, Häkkinen et al., 2001, Harridge et al., 1999, Tracy et al., 1999, Häkkinen et al., 1998b, Welle et al., 1996), i to har de sett på albuefleksorene (Welle et al., 1996, Roman et al., 1993) og i én, hele låret (Roth et al., 2001). Utvalget i studiene var friske mennesker med unntak at studiene til Kryger & Andersen (2007) og Harridge et al. (1999). Her var deltagerne betydelig eldre enn i de andre forsøkene samt avhengig av assistanse til daglige gjøremål. Utvalget i disse to forsøkene er nok det samme. Den eneste forskjellen mellom studiene er at Kryger & Andersen (2007) har

innført isokinetiske testing av muskelstyrke samt har kontrollgruppe opp mot styrketestene, men ikke MR resultatene. Det er stor forskjell på hvor mange øvelser som har blitt trent for å stimulere den muskelen hvor muskelveksten har blitt målt. I fire av forsøkene har forfatterne kun hatt én øvelse for den aktuelle muskelen (Kryger & Andersen, 2007, Harridge et al., 1999, Tracy et al., 1999, Welle et al., 1996). I begge studiene til Häkkinen et al. (2001, 1998b) trente forsøkspersonene to øvelser på quadriceps mens Roth et al. (2001) og Roman et al. (1993) hadde henholdsvis tre og fire øvelser på de muskelene hvor de målte muskelmasse. Det skal likevel presiseres at i flere av studiene blir det gjennomført øvelser på andre muskler. I tre av artiklene oppgir forfatterne endringen i muskelmasse i ulike snitt (Häkkinen et al., 2001, Harridge et al., 1999, Roman et al., 1993). Häkkinen et al. (2001) finner en økning i muskelmasse i store deler av muskelen mens Roman et al. (1993) fant endringer primært i den delen av muskelen hvor tverrsnittsarealet var størst ved baseline. Harridge et al. (1999) oppgir verdiene for kun tre snitt i midtre del av muskelen og finner ingen forskjell mellom snittene.

I to studier har man brukt ultralyd for å måle endring i muskelmasse (Suetta et al., 2008, Häkkinen et al., 1998a), men de har målt litt forskjellige parametre. Suetta et al. (2008) så på muskeltykkelsen til vastus lateralis hos 10 pasienter som hadde fått innsatt en hofteprotese som følge av hofteartrose. Intervensjonen bestod av to øvelser, kneekstensjon og beinpress. Häkkinen et al. (1998a) så derimot på tverrsnittsarealet til quadriceps femoris. Forsøkspersonene trente også her de samme øvelsene, men i motsetning til Suetta sin studie, var utvalget friske.

For å summere opp så er det i 15 studier blitt sett på endringer i lårmuskulaturen ved styrketrening av eldre. Den gjennomsnittlige muskelveksten i disse studiene er på 8 % med en økning i muskelstyrke på 55 %. Av disse så er det 12 som har sett på kun quadriceps femoris, den gjennomsnittlige muskelveksten i disse er 9 % med en gjennomsnittlig styrkeøkning på 49 %. I tre studier har forfatterne sett på albuefleksorene. Den gjennomsnittlige muskelveksten her er 16 % og den gjennomsnittlige økning i muskelstyrke er 50 %. At man har funnet større muskelvekst i armmuskulatur enn i beinmuskulatur hos eldre, samsvarer med funn på yngre voksne (Wernbom et al., 2007).

### 2.3.2 Studier der man har sett på endringer i lean kroppsvekt

I tillegg til studiene som er gjort på enkeltmuskler finns det også en del forsøk på endringer i muskelmassen og muskelstyrken i hele kroppen. Det er også her en del variasjon i utvalg, intervensjon og målemetoder i disse studiene (tabell 2.2).

**Tabell 2.2:** Studier der man har sett på styrketrening, muskelmasse og muskelstyrke i helkropp blant eldre

Forfatter	Grupper/ Alder	Økter	Tr.motstand	Volum	Δ muskelmasse	Δ muskelstyrke
(Nichols et al., 1993)	N: 15 (67 år) C: 15	72	8-10 rep på 80 % av 1RM	3 serier	4 %	1RM: 12-71 %
(Taaffe et al., 1996)	HI: 7 (67 år) LI: 7 (68 år) C: 7 (70 år)	156	HI: 7 rep på 80 % av 1RM LI: 14 rep på 40 % av 1RM	HI: 2 serier LI: 3 serier	HI: I.S LI: I.S	1RM HI: 59 % 1RM LI: 42 % HI vs LI: I.S
(Taaffe et al., 1999)	N1: 11 (69 år) N2: 12 (69 år) N3: 11 (71 år) C: 12 (69 år)	N1: 24 N2: 48 N3: 72	8 rep på 80 % av 1RM	3 serier	N1: 5 % N2: 3 % N3: 2 %	1RM N1: 37 % 1RM N2: 42 % 1RM N3: 40 % N1 vs N2 vs N3: I.S
(Binder et al., 2005)	N: 53 (83 år) C: 38 (83 år)	36	8-12 rep på 85-100 % av 1RM	3 serier	2 %	1RM: 17-43 % IK: 7-8 %
(Manini et al., 2007)	N: 11 (76 år) C: 11	20	10RM	2 serier	I.S	IK: 17-19 %

C = kontrollgruppe, RM = repetition maximum, HI = høy intensitet, LI = lav intensitet, I.S = ingen signifikant endring, N1 = 1 trening per uke, N2 = 2 treninger per uke, N3 = 3 treninger per uke, IK = isokinetisk styrke,

I tre av studiene var utvalget friske, eldre mennesker (Taaffe et al., 1999, Taffe et al., 1996, Nichols et al., 1993). Både Taffe et al. (1999) og Nichols et al. (1993) målte endringer i muskelmasse i hele kroppen. Intervensjonene i disse studiene bestod av henholdsvis 8 og 7 styrkeøvelser. Taffe et al. (1996) konsentrerte seg derimot om underekstremitetene og målte endringer i muskelmasse kun i venstre bein. Her målte man både for hele låret og for den midtre tredjedelen av låret. Intervensjonen i dette forsøket bestod av tre øvelser som alle trente lårmuskulaturen.

Utvalget i de to andre studiene (Manini et al., 2007, Binder et al., 2005) var mindre selvhjulpne og hadde problemer eller trengte assistanse med å gjennomføre enkelte daglige aktiviteter. I forsøket til Manini et al. (2007) hadde man problemer med å få enkelte personer inn i DEXA-maskinen, man brukte derfor kun høyre arm og bein for å finne endringer i muskelmassen. Intervensjonen bestod av seks øvelser, tre på arm og skuldre og tre på sete- og lårmuskulatur. Binder et al. (2005) delte treningen opp i to faser på hver tre måneder. I den

første fasen trente man på å bedre bevegelighet, balanse, koordinasjon, reaksjonsevne og i liten grad styrke. I den siste fasen trente man progressiv styrketrening. Denne treningen bestod av seks øvelser, tre på over- og tre på underkropp. Forfatterne har presentert endringer i fettfri masse i både helkropp og for hvert bein.

Summerer vi opp funnene i studiene ser vi at de har en gjennomsnittlig muskelvekst på 2 % og en gjennomsnittlig økning i muskelstyrke på 46 %. Sett opp mot studiene som er gjort på enkeltmuskler finner vi at økningen i muskelstyrke er relativt lik, men muskelveksten er noe lavere i studiene der man har sett på helkropp. Dette skyldes hovedsaklig at alle musklene som måles ikke har fått treningsstimuli slik at endringene i volum målt ved DEXA blir lavere enn endringene i tverrsnittsareal målt ved MR eller CT.

## 2.4 Endringer i sener ved aldring og trening

Det finnes studier der man sett på endringer i tverrsnittet til Ligamentum Patellae som følge av aldring. Carroll et al. (2008) så på forskjeller i patellarsenen hos 11 unge og 26 eldre mennesker. Snittalderen var 27 år hos de unge og 65 hos de eldre. Det ble brukt MR for å måle tverrsnittsarealet av senen. Når man fant arealet ved å regne gjennomsnitt av alle snittene, så var det ingen forskjell mellom eldre og unge. Dersom man derimot tok høyde for kroppsvekt hadde de unge 29 % større tverrsnittsareal i senen. Delte man opp patellarsenen i ulike deler var det forskjeller på de to gruppene i midtregionen av senen. Her hadde de unge 12 % større tverrsnittsareal enn de eldre. Magnusson et al. (2003) så på akillessenen til 9 unge og 10 eldre med en snittalder på henholdsvis 29 og 79 år. Alle forsøkspersonene var kvinner. Forfatterne fant at de eldre hadde 22 % tykkere sene enn de unge. Målemetoden var også her MR, men de brukte kun ett snitt som mål på tverrsnittsarealet. I to studier har forfatterne sett på om trening over tid gir seg utslag i tykkere sener. Både Westh et al. (2008) og Magnusson & Kjær (2003) så på aktive løpere versus ikke løpere. Magnusson & Kjær (2003) så kun på akillessenen og fant at løpere hadde tykkere akillessene i den distale delen av senen. Utvalget var kun menn. Westh et al. (2008) studerte kvinner, og fant ingen forskjell i tykkelse på akillessenen eller patellarsenen mellom løpere og ikke løpere. Begge studiene brukte MR til å måle tverrsnittet, men Magnusson & Kjær (2003) målte kun på ett bein. En studie har sett på styrketrening og endringer i patellarsenen. Kongsgaard et al. (2007) lot 12 menn med en snittalder på 25 år trene tung styrketrening på det ene beinet og lett styrketrening på det andre. Intervensjonen bestod av 36 økter over en 12 ukers periode. Hver økt bestod av 10 serier per



bein der belastningen på det ”tunge” beinet var åtte repetisjoner på 70 % av 1RM. Det ”lette” beinet gjorde 36 repetisjoner per serie med en belastning som medførte at det totale arbeidet ble likt for begge beinene. Etter treningsperioden økte tverrsnittet kun i den proksimalen delen av patellarsenen for det ”lette” beinet mens det ”tunge” hadde en økning i både den proksimale og den distale delen. Ingen av beina hadde en endring i den midtre delen. Til tross for at det er få studier kan vi forsiktig oppsummere med at det ser ut til at yngre har tykkere patellarsene enn eldre, mens eldre har tykkere akillessene enn yngre. Det ser også ut til at tung styrketrening fører til en økning i tverrsnittsarealet til patellarsenen.

## 2.5 Trening og endring i fysisk funksjon hos eldre

Mange av de hverdagslige aktivitetene vi utsettes for, stiller et visst krav til muskelstyrke, eller funksjonell styrke om man vil. Etersom man blir eldre og styrken avtar, vil man få større og større problem med å gjennomføre slike aktiviteter. Jette et al. (1981) gjennomførte en tverrsnittstudie på 2654 mennesker i alderen 55 til 84 år. De fant at færre og færre klarte å gjennomføre, eller hadde store problem med, en rekke dagligdagse aktiviteter ettersom man ble eldre. Blant annet var det bare 85 % av de i alderen 75-84 år som klarte å gå i trapper. I en annen tverrsnittstudie (Landers et al., 2001) fant forfatterne at eldre damer i forhold til yngre, bruker en større prosentandel av sin maksimale muskelaktivitet for å reise seg fra en stol, henholdsvis 51 og 30 %. Skelton et al. (1994) så på styrke, effekt og funksjonalitet blant eldre i alderen 65 til 89 år. En av testene var å gå opp avsatser på 10, 20, 30, 40 og 50 cm. De fant at alder forklarte 44 % av forskjellene i steghøyde blant kvinner og 33 % hos menn. Som en følge av disse funnene er det også forsket på om det er mulig å, ved hjelp av trening, bedre kapasiteten til å utføre ulike dagligdagse aktiviteter.

### 2.5.1 Maksimal ganghastighet

I relativt mange studier har forfatterne studert om styrketrening på strekkapparatet i beina kan føre til en økning i maksimal ganghastighet. Funnene varierer fra ingen endring (Rosendahl *et al.*, 2006; Judge *et al.*, 1993) til 30-40 % forbedring (Host *et al.*, 2007; Hauer *et al.*, 2002; Hauer *et al.*, 2001; Hunter *et al.*, 1995). Felles for de studiene der man fant størst endring er at de er alle gjort på pasienter under rehabilitering av hofteskader. De måler også ganghastigheten over en relativt lang distanse (15 meter). Intervensjonen i disse studiene varer over 12 uker og kan defineres som tung styrketrening. Alle finner store økninger i 1RM

målinger for øvelser som trener knestrekkerne, fra 68 til 82 %. Snittalderen i disse forsøkene er fra 79 år og oppover. I de to studiene der man ikke finner endring i maksimal ganghastighet varer treningsperioden i 12 uker. Utvalget er fra friske eldre, til eldre som trenger litt hjelp til daglige gjøremål. I disse studiene finner forfatterne en økning i beinstyrke på 20 til 32 %. Også her er gjennomsnittsalderen rundt 80 år.

En del forskere har sammenlignet ulike treningsintervensjoner. Galvão og Taaffe (2005) så på én versus tre serier i styrketreningen. Etter 40 økter med en intensitet lik 8RM fant forfatterne ingen fremgang for noen av gruppene på den maksimale ganghastigheten. Gruppen med én serie per øvelse hadde imidlertid en tendens til fremgang. Begge gruppene økte muskelstyrken i beina med 11 og 15 % i beinpress og 9 og 17 % i kneekstensjon. Gruppen med tre serier hadde størst økning i begge øvelsene. Manini et al. (2007) sammenlignet styrketrening, funksjonell trening og en kombinasjon av disse for å se hva som ga best effekt på ulike parametre. Funksjonell trening var her daglige aktiviteter som trappegang, støvsuging, reise opp fra stol, reise opp fra knestående og å bære en skittentøyskurv. Alle gruppene gjennomførte 20 treningsøkter i løpet av 10 uker. Forfatterne fant ingen endring i maksimal ganghastighet i noen av gruppene selv om begge styrketreningsgruppene økte styrken sin. Henwood & Taaffe (2006) sammenlignet også ulike treningsregimer, men her var det styrketrening, ”effekttrening” og en kombinasjon av ”effekt”- og funksjonell trening som ble vurdert. Den funksjonelle treningen bestod av knebøy med fitnessball, reise opp fra stol, gå i trapper, tåhev, tricepspress på stol og abduksjon av armene. Her fant man etter åtte uker med trening, en økning i maksimal ganghastighet hos både kombinasjons- og ”effekttreningen” på henholdsvis 9 og 6 %. Alle gruppene økte muskelstyrken i beinpress med 7-10 % og i kneekstensjon med 25-27 %.

### **2.5.2 Chair raise**

Det eksisterer en del ulike varianter av denne testen, men i mange studier har forfatterne brukt tiden man bruker på å reise og sette seg på en stol fem ganger. I disse studiene varierer resultatene en god del. Beyer et al. (2007) fant en reduksjon i tid på hele 17 % hos eldre kvinner som hadde vært utsatt for fall, etter seks måneder med styrketrening. Hauer et al. (2002) fant derimot kun 2 % reduksjon i tid etter 12 uker med styrketrening på et lignende utvalg. Både Galvao & Taaffe (2005) og Taffe et al. (1999) så på treningsmengden sin påvirkning på ulike tester. Galvao & Taffe fant en forbedring på 10 og 14 % om man

gjennomførte henholdsvis én eller tre serier per øvelse, men det var ingen forskjell mellom gruppene. Taffe et al. (1999) så om det var forskjeller om man trente én, to eller tre økter per uke. Her fant man en reduksjon i tiden på henholdsvis 24, 20 og 30 %. I denne studien forbedret også kontrollgruppen seg med 8 %. I alle studiene økte forsøkspersonene muskelstyrken i strekkapparatet i beina. Størst økning fant Hauer et al. (2002) med en økning på 82 % i beinpress og 31 % i kneekstensjon, mens Galvão & Taffe fant minst økning med 11 og 15 % i beinpress og 9 og 17 % i kneekstensjon for henholdsvis de som trener én og tre serier per øvelse.

Henwood & Taaffe (2006) sammenlignet ”effekt”-, styrke- og en kombinasjon av ”effekt”- og funksjonell trening over en kort intervensjonsperiode på åtte uker. Her fant man en forbedring på 12 % i gruppen som trente ”effekttrening”, men ingen signifikante forbedringer i de andre gruppene. Gruppene økte muskelstyrke i beinpress med 7-10 % og i kneekstensjon med 25-27 %. Henwood et al. (2008) sammenlignet også styrke- med ”effekttrening”. Etter en intervensjonsperiode på 24 uker reduserte effektgruppen tiden med 13 % mens styrkegruppen fikk en reduksjon 9 %. Begge gruppene økte den dynamiske styrken målt som 1RM med 48-50 % og den isometriske styrken med 24-30 %. Det var ingen signifikant forskjell mellom gruppene i noen av testene.

### 2.5.3 Trappegange

Tiden man bruker på å forsere en trapp, er en test som har blitt brukt i flere studier som mål på funksjonalitet. Blant forsøkene er det store variasjoner i antall trinn som skal bestiges, fra 10 trinn hos Holviala et al. (2006) til 27 trinn hos Fahlman et al. (2007). I fem studier har forfatterne sett på trappegang uten ytre belastning (Beyer *et al.*, 2007; Host *et al.*, 2007; Brose *et al.*, 2003; Hauer *et al.*, 2002; Hauer *et al.*, 2001). De har alle funnet en fremgang på ca 20-35 % i trappegange og 14-82 % i muskelstyrken i strekkapparatet i beina. Treningsmengden varierte mellom 36 og 48 økter med trening. Gjennomsnittsalderen i 4 av studiene var relativt høy, fra 79 år og oppover, mens i Brose et al. (2003) var den 68 år. I en studie har man sett på trappegang med ekstern belastning. I forsøket til Holviala et al. (2006) hadde man i tillegg til kroppsvekten en manual i hver hånd på 5,2 kg. Her fant man ingen fremgang etter 21 uker med tung styrketrening. Det skal sies at utvalget i denne studien er relativt ungt med en gjennomsnittsalder på 64 år. Dessuten var de nok i ganske god form da de kun brukte 2,9

sekunder på 10 trappetrinn under pretesten. Til sammenligning brukte forsøkspersonene til Beyer et al. (2007) 8,2 sekunder på 13 trinn, men da uten ytre belastning.

En del forskere har sett på variasjoner i treningsregimet og hvilken effekt det har hatt på trappegange. I to studier har forfatterne sett på forskjell i treningsmengde (Galvao & Taaffe, 2005; Vincent *et al.*, 2002). Galvão & Taaffe (2005) så på forskjeller mellom å trene med ulikt treningsvolum, henholdsvis 1 eller 3 serie mens Vincent et al. (2002) holdt volumet likt, men varierte treningsintensiteten mellom 50 og 80 % av 1RM. I begge studiene fant man en forbedring på 6-8 %, men ingen forskjell mellom endringen til de ulike treningsgruppene. I begge studiene var utvalget friske med en gjennomsnittsalder rundt 70 år. Forfatterne av begge studiene testet beinpress og kneekstensjon og fant økninger i 1RM på mellom 11 og 28 %.

I tre studier har forfatterne sammenlignet ulike treningsregimer (Henwood *et al.*, 2008; Fahlman *et al.*, 2007; Henwood & Taaffe, 2006). Henwood & Taffe (2006) og Henwood et al. (2008) sammenlignet styrke- og "effekttraining". Både utvalg og trapp var relativt likt i de to studiene, men intervensjonsperioden varierte. Den var henholdsvis 8 og 24 uker hos Henwood & Taaffe (2006) og Henwood et al. (2008). Begge gruppene fant en forbedring i trappegang hos "effektgruppen" på 6-7 %, i tillegg fant Henwood et al. en forbedring i styrkegruppen på 2 %. Det var i denne studien ingen forskjell i endringen til de to gruppene. I begge forsøkene testet forfatterne 1RM. Henwood & Taffee (2006) fant en økning på 7-27 % for sine grupper mens Henwood et al (2008) sine grupper økte med 48-50 %. Fahlman et al. (2007) så på styrketrening og kombinasjonen av styrketrening og utholdenhetstrening sin effekt på blant annet trappegange. Utvalget bestod av 109 eldre med en gjennomsnittsalder på rundt 75 år. Forsøkspersonene hadde noen begrensninger i funksjon og trente tre ganger per uke i 16 uker. Styrketreningen ble gjort med elastiske bånd og hadde, i følge forfatterne, en moderat intensitet. Utholdenhetstreningen bestod av gange i 10 til 20 minutter. Begge gruppene hadde en signifikant fremgang på 17 og 14 % i trappegang, for henholdsvis kombinasjons- og styrkegruppen. Det var ingen forskjell mellom gruppene. Gruppene målte isokinetisk muskelstyrke i kneekstensjon. Kombinasjonsgruppen fikk en forbedring på 9 % mens styrkegruppen, noe overraskende, ikke hadde noen signifikant endring.

### 2.5.4 Hopp høyde

Det er få studier der man har målt endring i hopp høyde hos eldre. Kalapotharakos et al. (2005) trente ni eldre kvinner med gjennomsnittsalder på 60 år, over en 12 ukers periode. Intervensjonen bestod av seks øvelser med tung styrketrening, kun én øvelse trente knestrekkerne. Hopp høyden i svikhopp økte med 21 % og 1RM i kneekstensjon med 65 % i treningsgruppen. I en oppfølgingsstudie på menn trente forsøkspersonene de samme øvelsene i 10 uker og intensiteten var moderat (Kalapotharakos et al., 2007). Utvalget bestod av ni menn og alderen var i snitt 68 år. Hopp høyden i svikhopp økte med 31 % og 1RM i kneekstensjon med 32 % i treningsgruppen, mens kontrollgruppen forble uendret i disse testene. I begge studiene fant forfatterne hopp høyde ved å måle flytiden som forsøkspersonene var i luften. Häkkinen et al. (1998a) brukte derimot kraftplattform for å finne hopp høyde, når de kombinerte tung styrke- og "effekttrening" over en seks måneders periode. Her hadde man to øvelser som trente knestrekkerne. Forfatterne delte forsøkspersonene i kvinner og menn med en gjennomsnittsalder på henholdsvis 67 og 72 år. Hopptypen man brukte i denne studien var uten svikt. Etter intervensjonen hadde kvinnene økt hopp høyden sin med 18 % og mennene med 24 %. Begge gruppene hadde også økt 1RM i kneekstensjon med 21 og 30 % for henholdsvis mennene og kvinnene. Caserotti et al. (2008) ville se på forskjeller i blant annet hopp høyde, hos to grupper eldre (60-65 år og 80-89 år). Forfatterne prøvde å fokusere på effektutvikling i sitt styrketreningsregime da de vektla at hver eneste repetisjon skulle utføres så hurtig som mulig. Regimet bestod av hele fem øvelser på underekstremitetene, der fire påvirket hoft-, kne- og ankelstrekkerne. Hopp høyden målt ved svikhopp økte for begge gruppene. De yngste forbedret seg med 10 % mens de eldste hadde en økning på 18 %. I denne studien valgte forfatterne å måle muskelstyrken isometrisk. De fant at den yngste gruppen økte styrken med 22 % og den eldste med 28 %.

Roelants et al. (2004) sammenlignet styrketrening med vibrasjonstrening. Utvalget bestod av kvinner i alderen 58 til 74 år. Styrkegruppen trente to øvelser på knestrekkerne, tre ganger per uke i 24 uker. Vibrasjonstreningen bestod av ulike statiske og dynamiske øvelser uten ekstern belastning. Hopp høyden ble målt som i svikhopp ved hjelp av flytid. Styrkegruppen økte hopp høyden sin med 13 % mens vibrasjonstreningen førte til en økning på 19 %. Det var ingen signifikant forskjell i endringen i de to ulike gruppene. Begge gruppene hadde en økning i sin isokinetiske muskelstyrke på 12 %. Også i isometriske styrke fikk begge gruppene en forbedring. Styrkegruppen med 17 % og vibrasjonsgruppen med 12 %.

## 2.6 Oppsummering

Ettersom vi blir eldre mister vi muskelmasse og muskelstyrke, noe som med en samlebetegnelse blir kalt sarkopeni. Det er flere faktorer som kan bidra til denne tilstanden. Både aldringsprosessen i seg selv og et redusert aktivitetsnivå vil være av stor betydning. I tillegg kan et dårlig kosthold være med på å akselerere den katabole prosessen. Som en følge av nedsatt muskelstyrke vil mange av de dagligdagse aktivitetene bli tyngre og vanskeligere å utføre. Vi kan si at funksjonaliteten blir redusert. Til tross for at muskelstyrken er viktig, mener flere forskere at evnen til å utvikle effekt er viktigere når en ser på bestemmende faktorer for evnen til å utføre daglige aktiviteter. Evnen til å utvikle effekt blir, i likhet med muskelstyrke, redusert med alderen.

Heldigvis viser forskning at trening, og kanskje spesielt styrketrening, har en positiv effekt på å motvirke disse aldersrelaterte endringene. Det finns mange studier som viser en økning i muskelmasse, muskelstyrke og fysisk funksjon som følge av en intervensjon bestående av styrketrening. Det er derimot mindre forskning som sier noe om hvordan funksjonell trening, og spesielt funksjonell styrketrening, påvirker de samme faktorene. Som en konsekvens av dette ønske vi å sammenligne tre ulike treningsregimer, styrketrening, funksjonell styrketrening og utholdenhetstrening, for å se om det var noen form for trening som ga bedre effekt og burde prioriteres av eldre.

## 3.0 Metode

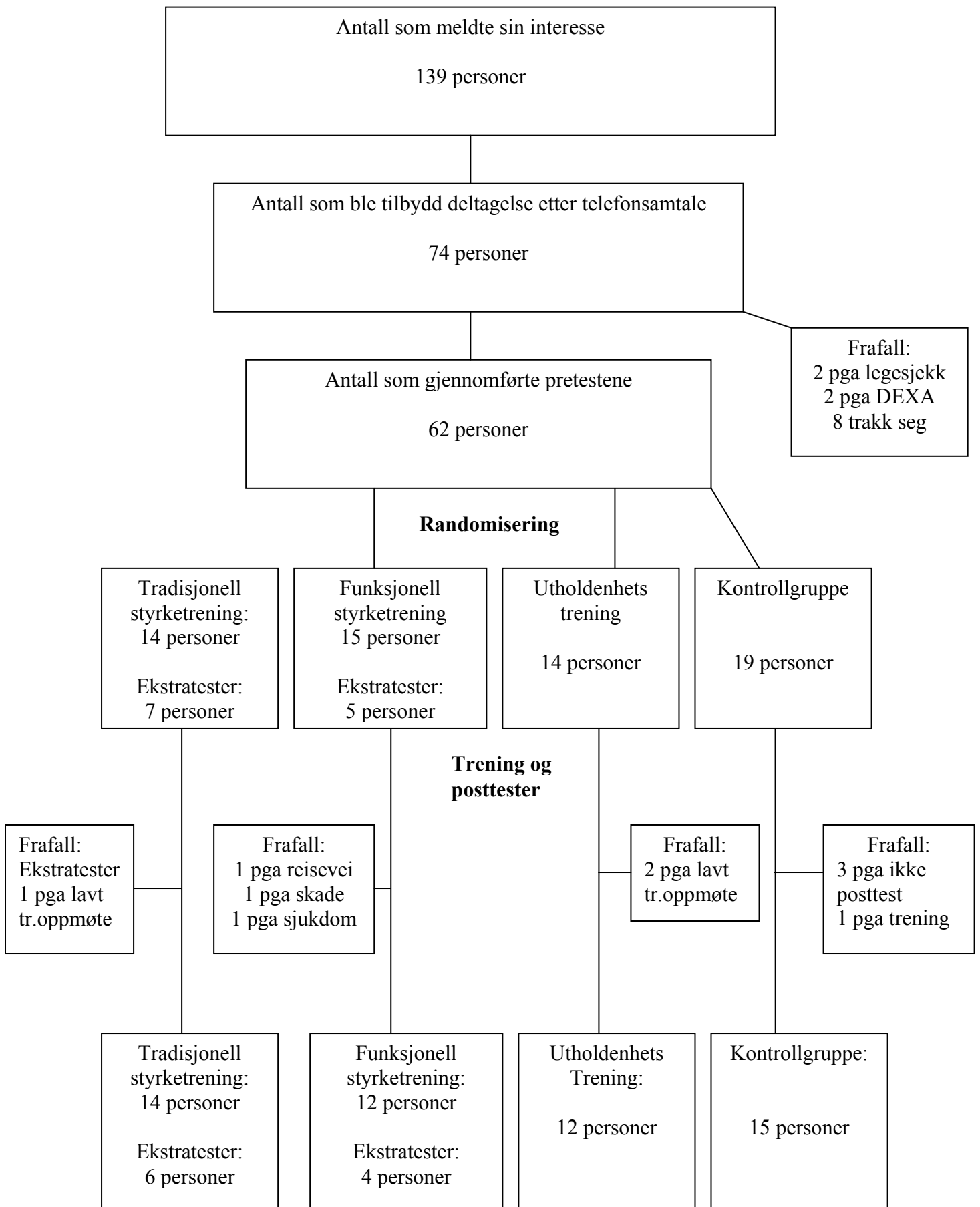
### 3.1 Utvalget

139 personer i alderen 69 til 88 år sa seg villig til å bli med på studien. Forsøkspersonene ble rekruttert gjennom annonser i lokalavisene og oppslag rundt omkring i bydelene i Oslo. Alle som meldte sin interesse ble invitert til et informasjonsmøte der prosjektet ble presentert. I tillegg mottok alle et informasjonsskriv. De som fortsatt var interessert underskrev en samtykkeerklæring til deltakerne i prosjektet. Siden det meldte seg flere interesserte enn det man hadde kapasitet til, så brukte man ”førstemann til mølla” prinsippet og lot de 74 første få tilbud om å starte opp. I tillegg til å ha lyst, måtte deltagerne imøtekomme visse krav for å få bli med (tabell 3.1).

**Tabell 3.1:** Inklusjons- og eksklusjonskriterier

Inklusjonskriterier	Eksklusjonskriterier
Menn og kvinner over 70 år	Nedsatt kognitiv kapasitet (MSSE $\leq$ 24)
Sedate (< to timer moderat/hard trening per uke siste 6 mnd)	Langvarig bruk av corticosteroider siste 6 mnd (5-10 mg prednisolon)
Hjemmeboende og selvhjulpne	Diastolisk blodtrykk $>100$ mmHg
	Ikke forstå norsk
	Ikke godkjenning fra lege
	Beintetthet L2-L4 under $0.84\text{g/cm}^2$
	Bruk av antidepressive medisiner

Til tross for at et av inklusjonskriteriene var at man skulle være over 70 år, fikk en person under 70 år være med. Denne var 69 år og ble randomisert inn i kontrollgruppen.



**Figur 3.1:** Flytskjema over rekrutteringsprosessen og frafall av personer i løpet av intervensjonsperioden.



### 3.1.1 Inndeling i grupper

For å fordele forsøkspersonene inn i de ulike treningsgruppene ble det brukt stratifisert randomisering, der resultatene fra pretesten i de funksjonelle testene var grunnlaget for stratifisering. Det var to ektepar med i studien. Disse ble satt sammen som én forsøksperson i randomiseringen slik at de kom i samme gruppe. Tradisjonell styrketreningsgruppen trente tung styrketrening, funksjonell styrketreningsgruppen trente funksjonell styrketrening, utholdenhetstreningsgruppen trente ulike utholdenhetsaktiviteter og kontrollgruppen fortsatte sin hverdagslige aktivitet. Antropometriske data for de ulike gruppene er vist i tabell 3.2.

**Tabell 3.2:** Alder, høyde og vekt for de ulike gruppene. Verdier er gjennomsnitt ± standardavvik

Gruppe	Alder (år)	Høyde (cm)	Vekt (kg)
TS	75,1±1,6	167±2	73,9±4,0
FS	72,4±0,8	170±2	72,0±3,5
UT	73,8±1,2	167±2	75,0±3,9
KG	74,1±1	164±2	74,0±4,1

TS= tradisjonell styrketrening, FS= funksjonell styrketrening, UT= utholdenhetstrening, KG= kontrollgruppe

På enkelte av målingene (muskelmasse ved hjelp av MR, isokinetisk styrke, isometrisk styrke, RFD og muskulær tretthet) skulle man kun se på forskjell mellom den tradisjonelle og den funksjonelle styrketreningen. Testene var frivillige og totalt 10 personer gjennomførte disse, seks fra tradisjonell og fire fra funksjonell styrketrening (tabell 3.3).

**Tabell 3.3:** Alder, høyde og vekt for utvalget fra TS og FS. Verdier er gjennomsnitt ± standardavvik

Gruppe	Alder (år)	Høyde (cm)	Vekt (kg)
Utvalg TS	74,8±2,5	169±4	74,4±3,5
Utvalg FS	73,0±1,5	172±1	73,3±6,3

TS= tradisjonell styrketrening, FS= funksjonell styrketrening

### 3.1.2 Protokoll

Før og etter intervensjonen ble det, på hele utvalget, gjennomført måling av kroppssammensetning ved hjelp av DEXA (dual-energy X-ray absorptiometry), 1RM test i brystpress, sittende roing, skulderpress og kneekstasjon og funksjonell styrke ved trappegange, maksimal ganghastighet, chairraise, svikthopp og funksjonell overkropp. På et mindre utvalg bestående av deltagere fra de to styrkegruppene ble det målt

muskeltverrsnittareal i låret og tverrsnittareal av patellarsenen ved hjelp av MR, isokinetisk styrke og isometrisk styrke.

Før prosjektet startet gjennomførte et utvalg av deltagerne en del av testene slik at vi kunne beregne en variasjonskoeffisient for eldre mennesker på disse testene. For de testene dette ble gjort, er koeffisienten oppgitt under beskrivelsen av testen.

**Tabell 3.4:** Tidspunkt for måling av ulike variabler, tilvenning og styrketrening

<b>Tester på hele utvalget</b>												
DEXA	X	X	X							X	X	X
IRM tester				X	X						X	X
Funksjonelle styrketester				X	X						X	X
<b>Tester gjort på lite utvalg</b>												
MR tester						X	X			X	X	X
Isokinetisk styrke						X	X			X	X	X
Isometrisk styrke						X	X			X	X	X

Uker	-15	-14	-13	-11	-10	-2	-1	1	til	12	+1	+2	+3
						← Tilvenning				→ Trening			

## 3.2 Måling av muskelmasse og tverrsnittareal av låret og patellarsenen

Måling av muskelmasse på hele utvalget ble gjort ved hjelp av DEXA. Med denne metoden er det mulig å skille mellom muskelmassen i overkropp og bein. Som et komplement til DEXA ble det, på et mindre utvalg, målt muskeltverrsnittareal i lårene med MR. På den måten kunne vi sammenligne de to metodene samt se på korrelasjoner mellom ulike styrketester og muskeltverrsnittareal. I tillegg ble tverrsnittarealet til patellarsenen målt hos det lille utvalget. Disse målingene ble også målt ved hjelp av MR.

### 3.2.1 Muskelmasse ved hjelp av DEXA

DEXA-målingene ble gjort ved Volvat Medisinsk Senter, Oslo. Maskinen som ble brukt var av typen Lunar Prodigy densiometer (GE Medical Systems, Madison, Wisconsin, USA). Her sender apparatet ut to røntgenstråler med varierende intensitet. På veien gjennom kroppen blir

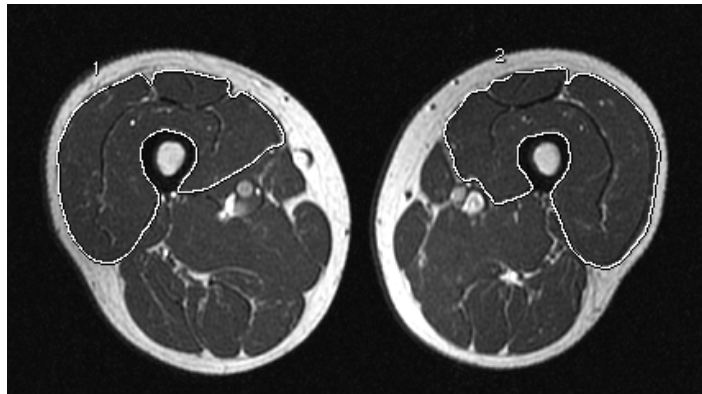
en del av strålingen tatt opp av vevet. Hvor mye som blir tatt opp avhenger hvilken type vev strålene passerer. Ved å måle strålingen som har passert legemet kan en datamaskin kalkulere bein og bløtdelsmassen. forsøkspersonene ble instruert til å ikke innta væske de to siste timene eller trene de siste 24 timene før testen. Samme maskin og samme person stod for testingen og beregningene ved både pre- og posttest. Binder et al. (2005) har oppgitt variasjonskoeffisienten til å være 1,8 % ved måling av lean kroppsmasse hos eldre ved hjelp av DEXA.

### 3.2.2 Tverrsnitt av muskulaturen i låret og tykkelse av patellarsenen

Endringer i tverrsnittet av lårene ble målt ved hjelp av magnetisk resonanstomografi (MR). Disse målingene ble utført ved Sentrum Røntgen og apparatet som ble brukt var av typen GE Signa 1,5 Tesla Echospeed (GE Medical Systems, Madison, Wisconsin, USA). Alle MR-undersøkelsene ble gjennomført av samme radiograf.

Deltakerne ble lagt på ryggen med føttene hvilene mot en bøyle. På den måten ble beina liggende parallelt og likt fra test til test. Det ble tatt ni MR-snitt av låret der hvert snitt var på 5 millimeter og avstanden mellom hvert snitt var 35,5 millimeter. For å standardisere

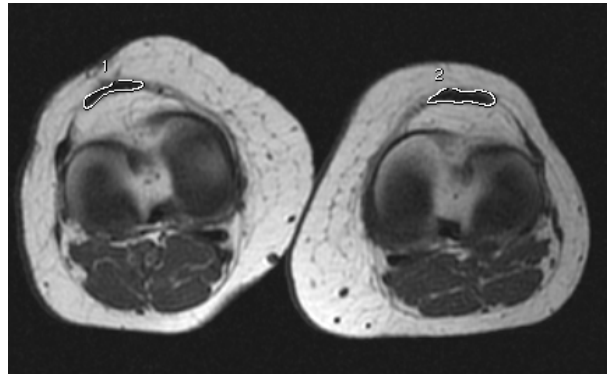
prosedyren slik at snittene ble tatt på samme sted fra forsøksperson til forsøksperson og fra pre- til posttest ble det nederste snittet tatt 35,5 millimeter over leddspalten i kneet. I analysene brukte man tverrsnittsarealet i de snittene som alle forsøkspersonene fikk analyserbare bilder.



Figur 3.2: MR-bilde av låret. Kneekstensorene er markert

Da muskelmassen var relativt lik for venstre og høyre bein, valgte man vi å bruke gjennomsnittet av disse samlet. I resultatene holdt vi oss til kneekstensorene (quadriceps)(figur 2.2). Deretter ble tverrsnittet for disse to gruppene beregna for begge beina. I beregningene av korrelasjoner så brukte vi også verdiene for kneekstensorene. Her slo vi sammen alle snittene og fant en gjennomsnittsverdi for tverrsnittsarealet, i tillegg ble det også gjort korrelasjonsberegninger med det snittet med størst muskeltverrsnitt.

Endringer i tverrsnittet til ligamentum patellae (figur 3.3) ble målt på tilsvarende måte, men her var antallet sju snitt. I tillegg var avstanden mellom hvert snitt 5 millimeter. Som prosedyre for standardisering la radiografen det fjerde snittet i leddspalten. I analysene brukte man de snittene som var mulig å analysere for alle forsøkspersonene. Også her ble verdiene for begge beina slått sammen da det var små forskjeller mellom hvert enkelt bein.



**Figur 3.3:** MR-bilde av kneet. Patellarsenen er markert

Programmet som ble brukt for å måle tverrsnittsarealet var Volume Viewer AW 4.2 (GE Medical Systems, Madison, Wisconsin, USA).

### 3.3 Måling av muskelstyrke

Alle styrketestene ble gjennomført på Norges idrettshøgskole. Hele utvalget gjennomførte 4 1RM tester. I tillegg ble det testet isokinetisk styrke og isometrisk styrke hos de to styrkegruppene, men kun på et mindre utvalg.

#### 3.3.1 1RM styrketester

Før pretestene ble det gjennomført en tilvenningsperiode til testene på 14 dager for på denne måten å eliminere feilkilden ved at man får framgang pga at en blir bedre kjent med testene. I tillegg fant en rett innstilling på de ulike apparatene som ble brukt i testingen. I løpet av denne 14 dagers perioden skulle forsøkspersonene ha gjennomført alle testene minimum to ganger.

1 RM test vil ble gjort i følgende øvelser: Kneekstensjon, brystpress, sittende roing og skulderpress. Apparatene var av typen Technogym, Selection Line (Gambettola, Italia). Før testingen ble det gjennomført en generell oppvarming på 5-10 minutter. Denne ble utført enten på ergometersykkel eller tredemølle og skulle være så hard at forsøkspersonene ble god og varm. I hver enkelt testøvelse hadde de en progressiv spesifikk oppvarming på 3 serier. Deretter gjennomførte deltagerene ett og ett løft helt til motstanden ble så stor at de ikke

klarte å gjennomføre bevegelsen. I alle øvelsene som krevde maksimal innsats fra forsøkspersonene ble det gitt verbal oppmuntring fra testleder.

### 3.3.1.1 Kneekstensjon

Før testen startet stilte testleder setet slik at omdreiningsaksen til apparatet korresponderte med leddspalten i kneet.

Ankelputen ble stilt slik at den hvilte mot nedre del av leggen til forsøkspersonene. Alle innstillingene ble notert slik at de var lik fra test til test. Bevegelsen startet rett på den konsentriske fasen (figur 3.4) og løftet ble godkjent når armen fra omdreiningsaksen til ankelputen var over horisontalplanet. For å gjøre vurderingen lettere for når løftet var godkjent, ble det under oppvarmingen satt en strek på veggen i apparatet. Når vektskivene som ble løftet passerte denne streken var løftet godkjent. Testlederen var den samme fra pre- til posttest.



Figur 3.4: Kneekstensjon

### 3.3.1.2 Brystpress

Setet ble justert slik at håndtakene var ca 5 centimeter under armhulen. Deltagerne ble instruert til å holde i de øverste håndtakene, med mindre det var smertefullt eller de hadde begrenset bevegelighet i skulderleddet. I disse situasjonene fikk forsøkspersonene holde i det nederste håndtaket. Innstilling og grep ble notert slik at det var standardisert for den enkelte personen fra test til test. Bevegelsen startet rett på den konsentriske fasen (figur 3.5) og var avsluttet når albuen var strake. Det var også et krav at setet og ryggen ikke mistet kontakten med apparatet i løpet av løftet.



Figur 3.5: Brystpress

### 3.3.1.3 Sittende roing

Setet ble innstilt slik at brystputen hvilte mot nedre del av sternum. Brystputen ble innstilt slik at forsøkspersonene måtte strekke seg godt fram for å nå fram til håndtakene. Alle innstillingene ble notert. Testen startet med konsentriske fase



Figur 3.6: Sittende roing

(figur 3.6) og var avsluttet når håndtakene var bakenfor omdreiningssaksen til apparatet. For å hjelpe testlederen ble det for hver enkelt forsøksperson merket av på veggen i apparatet, hvor høyt vektskivene skulle løftes for at forsøket var godkjent. Brystkassen skulle til enhver tid være i kontakt med brystputen.

### 3.3.1.4 Skulderpress

Setet ble stilt så håndtakene var høyde med øvre del av skulderne. Forsøkspersonene ble bedt om å bruke de bakre håndtakene, men i de tilfellene deltagerne hadde skulderproblematikk ble det tillatt å bruke de fremre. Innstillingen av setet samt hvilket håndtak som ble brukt ble notert for hver enkelt deltager. Testen startet i nedre posisjon (figur 3.7) og var godkjent når armene var strake. Forsøkspersonen skulle til enhver tid ha kontakt med setet og ryggstøtten.



Figur 3.7: Brystpress

### 3.3.2 Isokinetiske tester

Den isokinetiske styrken i kneestensorene ble testet i et isokinetisk dynamometer (REV 9000, Technogym, Gambettola, Italia) (figur 3.8). Det ble bare testet i det ene beinet. Forsøkspersonene varmet opp 5-10 minutter på en ergometersykkel av typen Monarch 818E (Verberg, Sverige) på en belastning mellom 50 og 100 watt. I tillegg gjennomførte de en spesifikk oppvarming på fire repetisjoner med både fleksjon og ekstensjon der forsøkspersonene gradvis økte kraften. For å



Figur 3.8: Isokinetisk styrketest

standardisere posisjonen til forsøkspersonene mest mulig så stilte vi setet slik at de satt med god ryggstøtte og apparatet sin omdreiningssakse ble justert så den korresponderte med kneet sin omdreiningssakse. I tillegg skulle knehasen hvile mot ytterkanten på setet. Deltagerne ble også spent fast med to sikkerhetsbelter og instruert til å ikke benytte det andre beinet til å skape kraft under testen. Alle innstillinger ble notert slik at de var identiske fra test til test. Forsøkspersonene gjennomførte tester på to ulike hastigheter, 60 og 240 grader per sekund med et bevegelsesutslag fra 90 til 20 graders vinkel i kneleddet, der 0 grader var når beinet

var vannrett. De fikk ett minutt pause mellom de to hastighetene. På hver hastighet fikk personene tre repetisjoner på å få ut sitt maksimale. Testlederne oppmuntret verbalt under testen for å motivere deltagerne til å yte maksimalt.

Ved pretesten gjennomførte alle forsøkspersonene testen to ganger med én til syv dagers mellomrom mellom hver test, slik at de skulle få en tilvenning til apparatet og bevegelsene. Variasjonskoeffisienten for ekstensjon ved 60 grader per sekund var 3,9 % mens den var 10,6 % ved 240 grader per sekund.

### 3.3.3 Isometriske tester

Isometrisk styrke i quadriceps ble testet på tre ulike vinkler, 30, 60 og 90 grader. Testene på 30 og 60 grader ble utført i en REV 9000 (Technogym, Gambettola, Italia). På hver vinkel ble forsøkspersonene gitt to forsøk på å oppnå sitt maksimale nivå. Variasjonskoeffisienten for ekstensjon ved 30 grader var 5,9 % og ved 60 grader var den 6,5 %.

Testen på 90 grader foregikk i et Gym 2000 kneekstensjonsapparat (Modum, Norge) (figur 3.9), som var koblet til en kraftcelle (HBM U2AC2, Darmstadt, Tyskland). Kraftcellen var igjen tilkoblet analyseprogrammet Labview. Forsøkspersonene gjennomførte i utgangspunktet 3 forsøk, men testlederen supplerte med flere forsøk viss det var stor forskjell i maksimal kraft mellom forsøkene. Det beste forsøket på hver vinkel ble brukt i analysen.

Varigheten for kontraksjonene på de ulike vinklene varte fra 3 til 5 sekunder. For alle testene av isometrisk styrke fikk deltagerne oppmuntrende tilrop under testen. I tillegg gjennomførte alle en tilvenningstest én til syv dager før selve testdagen.



**Figur 3.9:** Isometrisk styrketest

## 3.4 Måling av fysisk funksjon

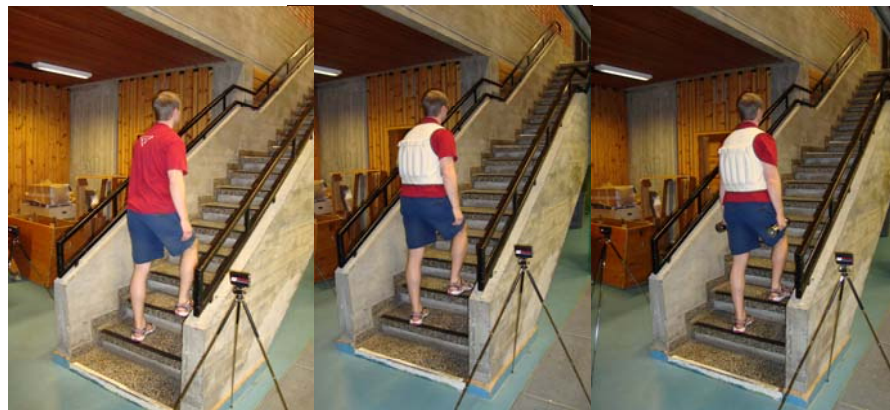
Det ble utført syv ulike funksjonelle tester som mål på fysisk funksjon til FP, 3 tester i trappegang, chair raise, svikthopp, maksimal ganghastighet samt funksjonell overkropp. Alle testene ble gjennomført på samme dag i en gitt rekkefølge. Rekkefølgen var identisk ved pre- og posttest. Før pretesten hadde forsøkspersonene hatt to økter med tilvenning der de øvde på

testene. Dette for å eliminere en evt. læringseffekt. Før deltakerne startet på testene hadde de en generell oppvarming ved å gå i 10 minutter.

### 3.4.1 Trappegange

Deltagerne skulle gå, så fort de kunne, en trapp på 20 trinn der hvert trinn var ca 16 cm høyt og 35 cm dypt (figur 3.10). Midt i trappen var det en avsats på 96 cm. Testen skulle gjøres uten ytre belastning, med 10 kg på ryggen og med 10 kg på ryggen og 5 kg i hver hånd. For

enkelte ble det for tungt med 5 kg i hver hånd så de gjennomførte kun de to første testene. Forsøkspersonene fikk to forsøk på hver belastning der den beste tiden ble benyttet i



**Figur 3.10:** Trappegang uten belastning (venstre), med 10 kg (midt) og med 20 kg (høyre)

analysene. Tiden ble målt ved hjelp av fotoceller (JBL Systems, Oslo, Norge) som stod nederst og øverst i trappen. Plasseringen av disse ble notert slik at de stod på sammen posisjon ved pre- og posttesten.

Variasjonskoeffisienten for uten ytre belastning, med 10 kg ytre belastning og med 20 kg ytre belastning var henholdsvis 1,9 %, 3,2 % og 3,6 %.

### 3.4.2 Chairraise

På denne testen skulle deltagerne reise seg så fort en kunne fem ganger fra en stol. Forsøkspersonene skulle starte i sittende posisjon med armene i kors på brystkassa og ryggen bak i ryggstøtten (figur 3.11). For hver gang deltagerne satt skulle ryggen hvile mot ryggstøtten slik at de hadde full tyngde på stolen. Det ble gitt to forsøk der det beste ble brukt i analysen. Høyden fra gulvet og opp til stolsetet var 46 cm.



**Figur 3.11:** Chairraise



Variasjonskoeffisienten i denne testen ble funnet til å være 6,2 %.

### 3.4.3 Svikthopp

Deltagerne gjennomførte counter movement jump (CMJ) på en kraftplattform av typen AMTI, SG-9 (Massachusetts, USA) og hopp høyden ble utregnet ved hjelp av analyseprogrammet Matlab. Forsøkspersonene ble først veid på plattformen og deretter gjennomførte spensthoppet (figur 3.12). Armene skulle til enhver tid hvile på hoftekammen. Forsøkspersonene ble instruert til å svikte i beina så hurtig som mulig og deretter hoppe så høyt de klarte. Ut fra vekt og kraften produsert i hoppet, ble hopp høyden kalkulert. Hver deltager gjennomførte tre godkjente hopp, der det beste ble benyttet i analysen.



Figur 3.12: Svikthopp

Variasjonskoeffisienten her var 4,6 %.

### 3.4.4 Maksimal ganghastighet

Forsøkspersonene gikk en distanse på 13 meter der farten blir registrert mellom 3 og 13 meter ved hjelp av fotoceller av typen SpeedTrap, Brower Timing Systems (Utah, USA) (figur 3.13). Deltagerne ble instruert til å gå så fort de kunne, men ikke løpe. De fikk to forsøk og det beste ble brukt i analysene. Variasjonskoeffisienten blant deltagerne i denne testen var 2,9 %.



Figur 3.13: Maksimal ganghastighet

### 3.4.5 Funksjonell overkropp

I denne testen skulle forsøkspersonene løfte hantler fra hoftehøyde og opp på et plata som var i høyde med nesen (figur 3.14). De måtte løfte den samme belastningen fem ganger for å få godkjent forsøket. Den tyngste belastningen deltagerne klarte ble



Figur 3.14: Funksjonell overkropp

benyttet i resultatene. I denne testen gjennomgikk forsøkspersonene en spesifikk oppvarming der de begynte med en lav belastning og progressivt økte vektene til man oppnådde sitt maksimale. Variasjonskoeffisienten her var 2,1 %, målt på unge mennesker.

## 3.5 Intervensjon

Intervensjonen bestod av tre ulike treningsgrupper, tradisjonell styrketrening, funksjonell styrketrening og utholdenhet. I tillegg var det en kontrollgruppe.

### 3.5.1 Tradisjonell styrketrening (n = 14)

Forsøkspersonene i den tradisjonelle styrketreningsgruppen gjennomførte et progressivt styrketreningsprogram over 12 uker. Før treningsperioden hadde gruppen en tilvenning på 4 økter over en to ukers periode. Treningsfrekvensen var tre økter per uke der to var tunge og én var middels tung. I de fire første ukene ble de tunge dagene gjennomført med en intensitet på 12- og 8RM mens deltagerne gjorde 10 repetisjoner på den middels tunge dagen. Fra uke fem til og med uke åtte var treningsmotstanden på de harde øktene 10 og 6RM, mens den middels tunge økta hadde åtte repetisjoner. I de fire siste ukene lå treningsmotstanden på 8 og 4RM på de harde og seks repetisjoner på den middels tunge økta. På alle de middels tunge øktene skulle forsøkspersonene kunne klare å gjennomføre et par repetisjoner mer enn det som var planlagt. For å ha en progresjon i treningsvolumet ble serieantallet økt etter seks uker fra én serie på overkroppsovelser og to serier på bein, til to serier på overkropp og tre serier på beinøvelsene. Før styrketreningen hadde deltagerne en generell oppvarming på 10 minutter. Denne varierte mellom oppvarming på ergometersykkel, tredemølle, step- og ellipsemaskin. Treningsprogrammet bestod av ni styrkeøvelser; knebøy i maskin, kneekstensjon, ståhev, brystpress, sittende roing, skulderpress, en øvelse på de rette bukmusklene, en på de skrå bukmusklene og en på ryggstrekkerne (figur 3.15). Forsøkspersonene kunne selv velge øvelser for mage og korsrygg, slik at de varierte noe fra gang til gang. Hver repetisjon skulle



**Figur 3.15:** Øvelser som ble trent men som ikke var testøvelser. Fra venstre: knebøy i maskin, ståhev, sit-ups i apparat og diagonalhev

gjennomføres i kontrollert tempo for å minimalisere sjansen for skade. Totaltida på hele programmet var ca 60 minutt. Deltagerne trente i grupper på tre og tre der hver gruppe hadde med seg sin egen trener under alle øktene. Trenerne førte treningsdagbok for alle øktene for å kontrollere oppmøte og progresjonen i treningen. I tillegg passet instruktørene på at kvaliteten og sikkerheten på treningene ble ivaretatt.

### 3.5.2 Funksjonell styrketrening (n = 12)

Denne gruppen gjennomførte et funksjonelt styrketreningprogram i 12 uker. Før treningen startet hadde gruppa fire tilvenningsøkter over to uker der deltagerne øvde på teknikk og fant riktig belastning. Frekvensen var tre økter per uke, der to var tunge og én var middels tung. Treningsmotstanden på de tunge øktene var 15 RM mens forsøkspersonene på den middels tunge gjorde 10 repetisjoner med 15RM belastning. Etter seks uker ble treningsmotstanden økt på de tunge dagene, fra 15RM til 12RM. På samme tidspunkt gikk treningsvolumet fra én til to serier per øvelse samt at det ble innført trappegang med belastning.

Et av hovedmålene med denne treningen var å få øvelsene til å ligne så mye som mulig på hverdagslige aktiviteter. De øvelsene som ble valgt var: gange opp og ned av benk (to øvelser, en for venstre og en for høyre bein), sit ups, reise og sette seg på stol, push ups, markløft med bruskasse, rygghev på matte og løfte hantler fra hofte- til hodehøyde (figur 3.16). For å ha progresjon i treningen ble øvelsene gjort tyngre etter hvert. Dette ble gjort via kroppsvekt eller ekstern belastning som hantler, sandsekker, vektvester og medisinalboller. Øvelsene ble arrangert i en sirkel slik at deltagerne gjorde de repetisjonene som skulle gjøres på en stasjon før de gikk videre til neste. Hver repetisjon skulle gjennomføres kontrollert for å unngå skader. Mellom hver stasjon fikk forsøkspersonene ett minuts pause. Etter å ha vært gjennom alle øvelsene én gang var det én lengre pause på ca fem minutter. Sirkelen ble gjort to ganger per økt. De første seks ukene ble den første runden gjennomført med lett belastning mens den andre var opp mot maks. Etter disse ukene økte vi belastningen på den første runden slik at begge rundene ble like tunge. I de siste seks ukene ble det i tillegg lagt inn to serier med trappegang. Deltagerne gikk 26 trinn med en så høy ekstern belastning som de klarte. Før den funksjonelle treningen ble det gitt en generell oppvarming på ca 10 minutter. Denne varierte mellom å gå i sirkel og gjøre ulike øvelser og enkel aerobic. I etterkant av treningen ble det gjennomført en lett uttøyning med hovedvekt på de store muskelgruppene som hamstrings, quadriceps, sete, bryst og skuldre. Både oppvarmingen og uttøyningen ble ledet av to faste trenere. Forsøkspersonene noterte på hver økt hvor tungt de løftet i de ulike

øvelsene. På den måten hadde de selv oversikt over progresjonen i treningen. Disse dagbøkene tok trenerne inn med jevne mellomrom for å kontrollere en jevn økning i de ulike øvelsene. På lik linje som den tradisjonelle styrketreningen varte treningene i ca 60 minutt.



**Figur 3.16:** Øvelser som ble trent, men som ikke var testøvelser. Oppe fra venstre: Gange opp og ned av benk, reise seg opp fra stol og markløft med bruske. Nede fra venstre: rygghev, sit ups og push ups

### 3.5.3 Utholdenhetstrening (n = 12)

Deltagerne i denne gruppen gjennomførte ulike utholdenhetsaktiviteter tre ganger i uken over 12 uker. Før treningen startet hadde de en tilvenningsøkt med stavgang.

Dag én var intervalltrening med staver. Her varmet forsøkspersonene først opp i 10-15 minutter. Deretter gikk de fire intervaller à to minutter, i motbakke. Pause mellom dragene var ett minutt der deltagerne gikk i rolig tempo. Intensiteten på intervallene skulle være hard, slik at forsøkspersonene ble instruert til å gå i det tempoet de orket i to minutter uten å stivne til i muskulaturen. Til slutt hadde gruppen nedtrapping med 10-15 minutter med rolig stavgang før de tøyde lett ut. Her ble det lagt vekt på de store muskelgruppene.

Dag to ble gjennomført i sal med trening til musikk. Aktiviteten her var bygget opp etter enkle aerobicøvelser. Først var det en oppvarmingsdel på ca 15 minutter der intensiteten gradvis økte. Deretter var det en hoveddel på ca 35 minutter med små pauser underveis. Denne delen skulle være hard, noe deltagerne og trenerne ga uttrykk for at den var. Til slutt hadde man en nedtrapping på ca 15 minutt med ulike bevegelighetsøvelser for ryggsoylen.

Den siste treningen i uken bestod av en rolig gåtur i ulendt terreng, der hovedfokus var å utfordre balansen. Her gikk forsøkspersonene i 50 minutter med en liten pause etter 25 minutter der de tøyde lett ut. Til avslutning tøyde deltagerne også lett ut i ca fem minutter.

### **3.5.4 Kontrollgruppe (n = 15)**

Forsøkspersonene i kontrollgruppen ble instruert til å fortsette med sin daglige aktivitet i løpet av intervensjonsperioden. Deltagerne måtte svare på et spørreskjema angående sitt aktivitetsnivå før og etter intervensjonen, for på den måten kontrollere at dette ikke økte i løpet av de 12 ukene. I etterkant ble de tilbudt om å bli randomisert inn i en av treningsgruppene for neste intervensjonsperiode.

## **3.6 Statistikk**

For å se på signifikante endringer innad i gruppene samt mellom de to utvalgene som gjennomførte ekstreter ble det brukt parret og uparret t-test. I de analysene der man så på forskjeller mellom alle fire gruppene ble ANOVA brukt. Pearson R ble benyttet til korrelasjonsanalysene. Dataprogrammet SPSS ble brukt i ANOVA- og korrelasjonsanalysene mens Microsoft Excel ble brukt for å beregne t-tester og lage figurer. Signifikansnivået ble satt til  $p \leq 0,05$ . Alle tallene i resultatdelen er gjengitt som gjennomsnitt  $\pm$  standardfeil.

## 4.0 Resultat

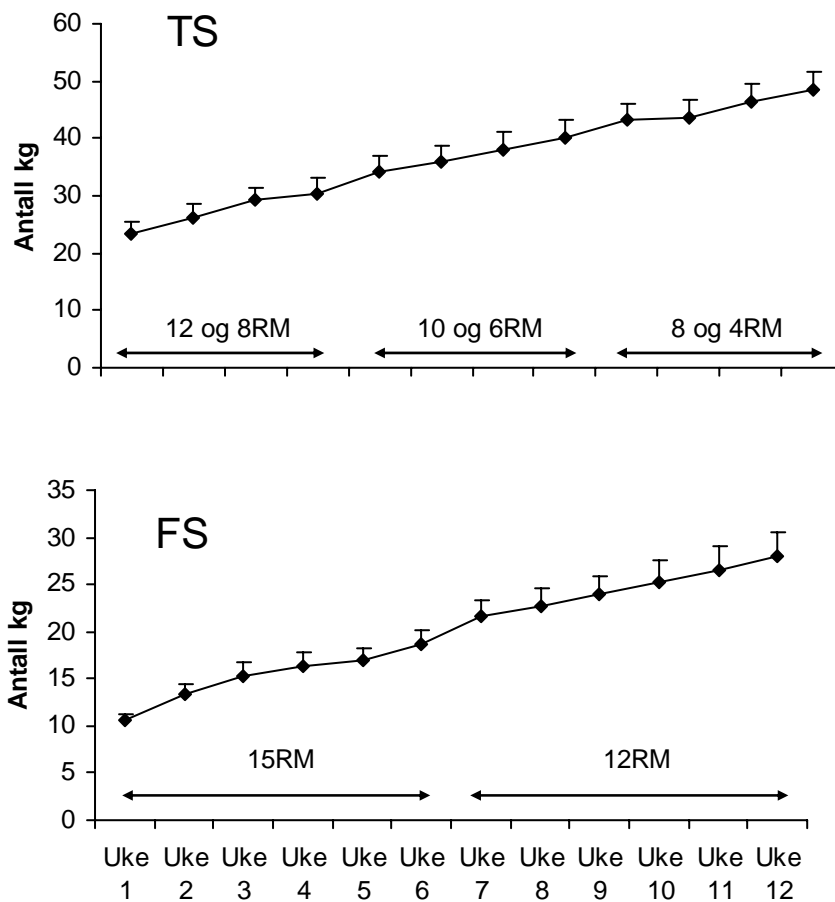
### 4.1 Treningsprogresjon

#### 4.1.1 Treningsmotstand

Både den tradisjonelle og den funksjonelle styrketreningen skulle øke treningsmotstanden ved å senke RM-tallet i løpet av intervensjonen. Den tradisjonelle styrketreningen trente på de to harde øktene med 12 og 8RM i de fire første, 10 og 6RM i de fire midterste og 8 og 4RM i de fire siste ukene. Den funksjonelle treningen trente med 15RM på de to harde øktene fra uke én til og med uke seks og 12RM i de seks siste ukene.

I løpet av intervensjonen økte både den tradisjonelle styrketreningen og den funksjonelle styrketreningen treningsmotstanden med henholdsvis  $120 \pm 13$  % (gjennomsnitt  $\pm$  standardfeil) og  $164 \pm 17$  % ( $p < 0,01$ ) (figur 4.1).

I uke én og uke 12 trente den tradisjonelle styrketreningsgruppen én økt pr uke med en intensitet lik 8RM. Sammenligner vi den gjennomsnittlige treningsmotstanden i disse øktene så var den for seks styrkeøvelser, 26 kg i uke én mot 45 kg i uke 12. Dette tilsvarer en økning i treningsmotstanden på 73 %. Summerer vi derimot belastningen i de samme øktene, men kun for de 4 øvelsene man testet 1RM, finner vi at belastningen øker fra 77 til 120 kg, noe som tilsvarer 56 % økning. Ser vi tallene opp mot 1RM testene ved baseline, finner vi at belastningen i uke 1 tilsvarer 71 % av 1RM, mens den i uke 12 tilsvarer 110 %. Ser vi 8RM belastningen i uke 12 opp mot posttestene finner vi at denne er 83 % av 1RM. Dermed har også den relative treningsbelastningen økt i løpet av intervensjonen.



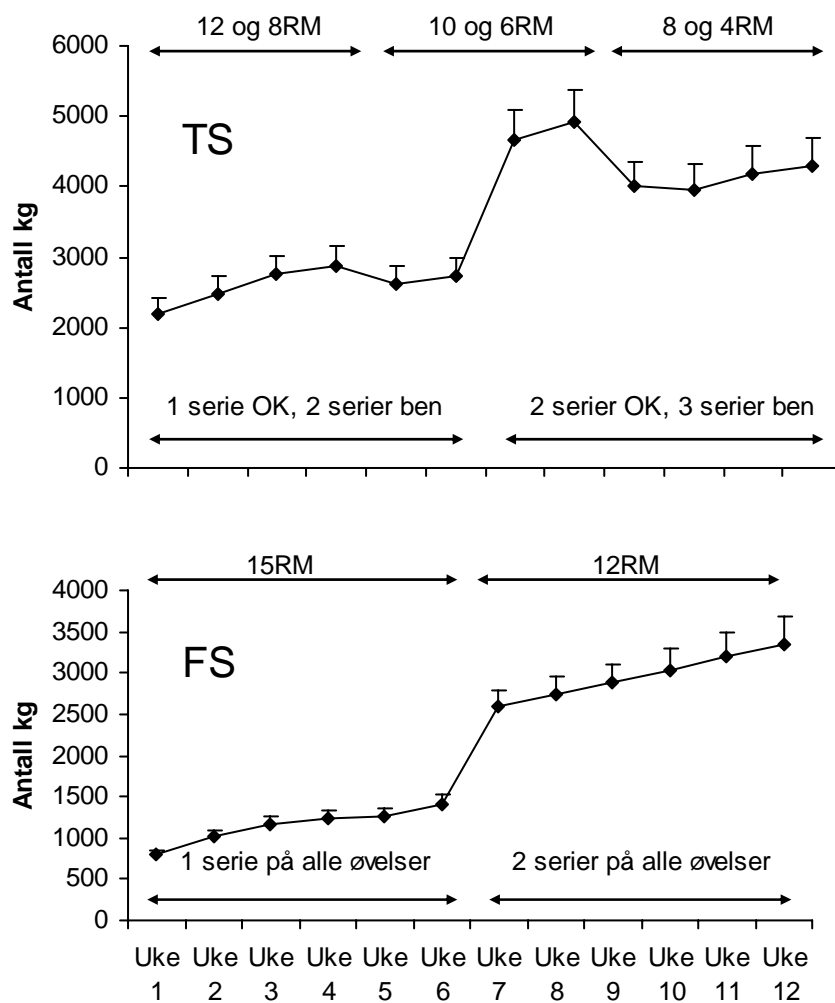
**Figur 4.1:** Gjennomsnittlig treningsmotstand i løpet av 12 uker med trening for TS og FS. Verdier er beregnet fra henholdsvis seks og fem øvelser og gjengitt som gjennomsnitt. Feilmarkører uttrykker standardfeil. TS= tradisjonell styrketrening, FS= funksjonell styrketrening.

### 4.1.2 Treningsvolum

For å ha en progresjon i treningsvolumet i den tradisjonelle styrketreningen ble det økt fra én serie i overkroppsovelser og to serier på beinøvelser til to serier i overkroppsovelser og tre serier i beinøvelser, etter seks uker med trening. For den funksjonelle treningen så gikk man fra én til to serier i alle øvelsene etter seks ukers trening.

I likhet med treningsmotstanden økte også treningsvolumet i løpet av treningsperioden.

Gruppen som trente tradisjonell styrketrening økte sitt volum fra uke 1 til 12 med  $114 \pm 18\%$  mens gruppen med funksjonell styrketrening økte sitt med  $322 \pm 27\%$  ( $p < 0,01$ ) (figur 4.2.).



**Figur 4.2:** Gjennomsnittlig treningsvolum i løpet av 12 uker med trening for TS og FS. Verdier er beregnet fra henholdsvis seks og fem øvelser og gjengitt som gjennomsnitt. Feilmarkører uttrykker standardfeil. TS = tradisjonell styrketrening, FS = funksjonell styrketrening, OK = overkropp

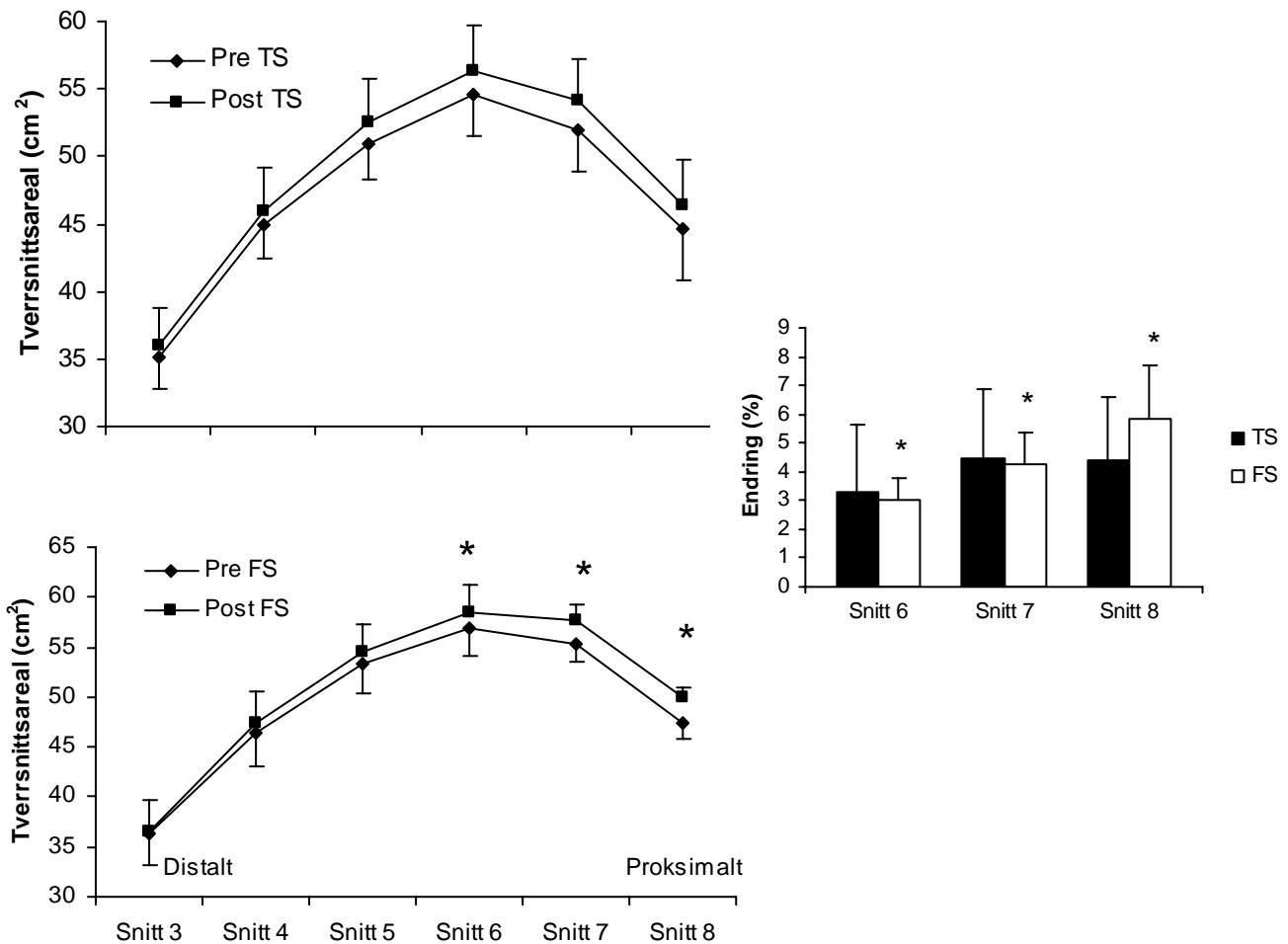
## 4.2 Endring i muskelmasse og senetykkelse

### 4.2.1 MR

#### 4.2.1.1 Quadriceps

På grunn av forskjeller i lengden av lårbeinet hos forsøkspersonene så var det kun i snitt 3 til 8 vi hadde målinger fra alle forsøkspersonene (figur 4.3).



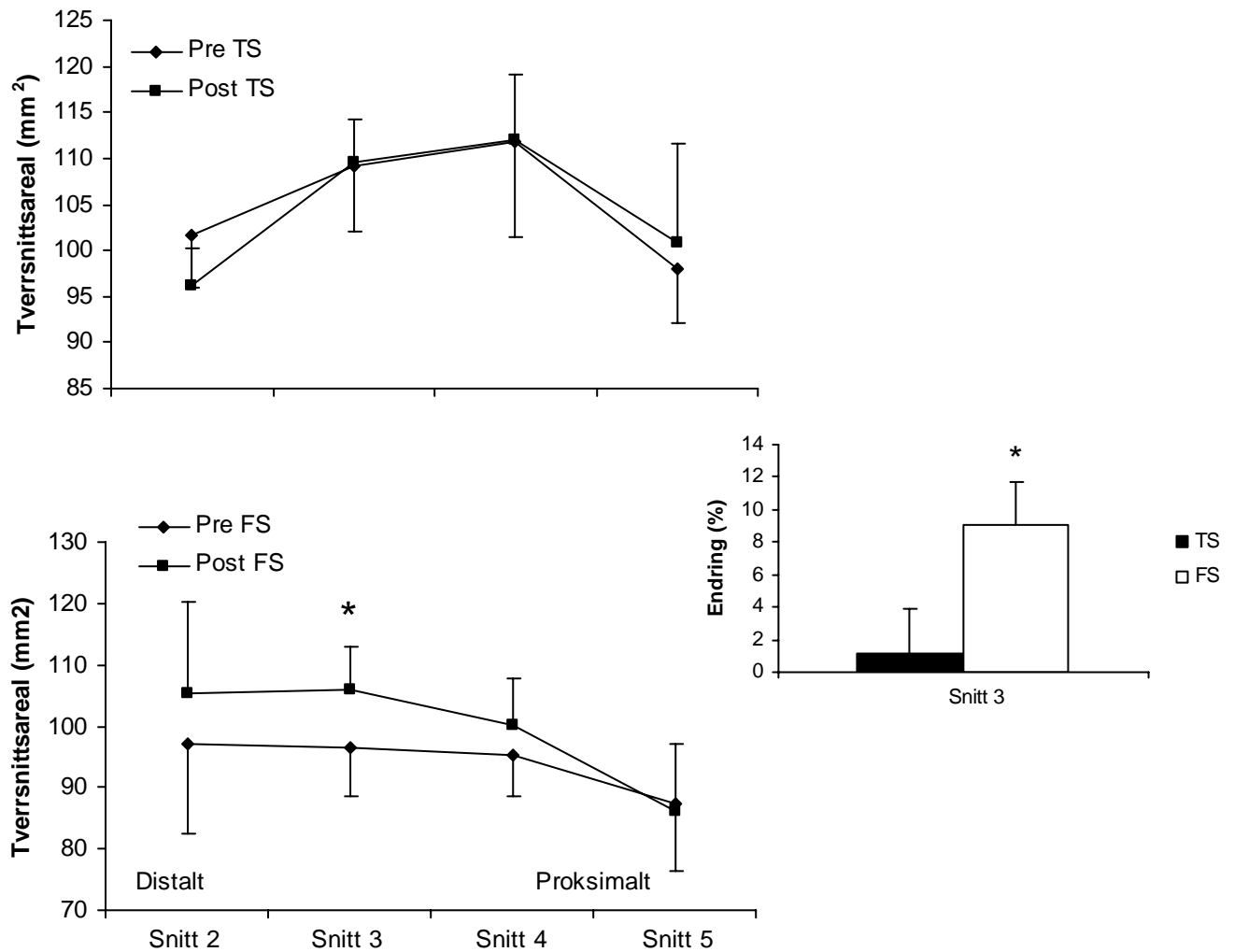


**Figur 4.3:** Tverrsnittsarealet i quadriceps femoris hos den tradisjonell (TS) og den funksjonelle (FS) styrketreninggruppen før og etter intervensjon. Verdier er gjennomsnitt for begge lår og feilmarkører beskriver standardfeil. \* Signifikant endring fra pre til post ( $p < 0,05$ ). Innfelt: sammenligning av endring i prosent mellom gruppene i snitt 6-8.

Det var ingen forskjeller mellom gruppene ved baseline. Den funksjonelle styrketreningen hadde en signifikant framgang i tre snitt fra oppstart til avslutning av treningen, denne var på  $3,0 \pm 0,7$ ,  $4,0 \pm 1,1$  og  $6,0 \pm 1,8$  % for henholdsvis snitt 6, 7 og 8. Sammenligner vi endringen mellom gruppene så var det ingen signifikante forskjeller.

#### 4.2.1.2 Patellarsenen

Ved måling av tykkelsen til patellarsenen fikk vi verdier i snittene 2 til 5. Det var ingen forskjell i tykkelsen i noen av snittene ved oppstart (figur 4.5).



**Figur 4.4:** Tverrsnittsarealet i patellarsenen hos den tradisjonell (TS) og den funksjonelle (FS) styrketreninggruppen før og etter intervensjon. Verdier er gjennomsnitt for begge lår og feilmarkører beskriver standardfeil. \* Signifikant endring fra pre til post ( $p < 0,05$ ). Innfelt: sammenligning av endring i prosent mellom gruppene i snitt 3.

Tradisjonell styrketrening medførte en tendens til nedgang i tverrsnittsareal fra pre- til posttest, i snitt 2 på  $5,0 \pm 2$  % ( $p = 0,06$ ). De som trente funksjonell styrketrening økte i tverrsnittsarealet i snitt 3 med  $9,0 \pm 3$  %. Sammenligner vi endringen i gruppene opp mot hverandre finner vi at den funksjonelle styrketreningen førte til en signifikant større endring i snitt 2 ( $p = 0,02$ ) samt en tendens til større økning i snitt 3 ( $p = 0,07$ ).

### 4.2.2 DEXA

Det var ingen signifikante forskjeller mellom gruppene, i kroppsvekt eller lean kroppsvekt, ved oppstart av intervensjonen (tabell 4.1).

**Tabell 4.1:** Kroppsvekt og lean kroppsvekt målt før og etter intervensjonen. Verdiene er gjennomsnitt ± standardfeil og oppgitt i kg

	Kroppsvekt			Lean kroppsvekt		
	Pre	Post	Endring (%)	Pre	Post	Endring (%)
TS (n= 14)	73,9± 4	74,3± 3,7	0,8±0,8	45,4± 2,1	46,7± 2,1#	3,1±0,8
FS (n= 12)	72,0± 3,5	72,7± 3,6#	0,9±0,2	47,2± 2,7	48,1± 2,8#	2,0±0,5
UT (n= 12)	75,0± 3,9	74,9± 3,8	-0,1±0,6	44,3± 3,0	45,9± 3,1#	3,6±0,8
KG (n= 15)	74,0± 4,1	74,0± 3,9	-0,3±0,6	44,9± 2,4	44,6± 2,4	-0,7±0,5

# Signifikant økning fra pre- til posttest ( $p \leq 0,01$ )

Det var kun den funksjonelle styrketreningsgruppen som endret kroppsmassen sin signifikant i løpet av treningsperioden (0,9±0,2 %). Det var ingen forskjell mellom gruppene med tanke på endring i kroppsmasse. Lean kroppsmasse økte signifikant i alle treningsgruppene en. Gruppen som trente tradisjonell styrketrening gikk opp 3,1±0,8 %, funksjonell styrketreningsgruppen gikk opp 2,0±0,5 % og utholdenhetsgruppen gikk opp 3,6±0,8 %. Når vi sammenlignet endringen i de ulike gruppene med hverandre, fant vi at endringen til den tradisjonelle styrketreningen var signifikant større enn kontrollgruppen ( $p= 0,002$ ), utholdenhetsgruppen var større enn kontrollgruppen ( $p= 0,001$ ), mens endringen til de som trente funksjonell styrketrening hadde en tendens til å være større enn endringen til kontrollgruppen ( $p= 0,07$ ).

## 4.3 Endring i muskelstyrke

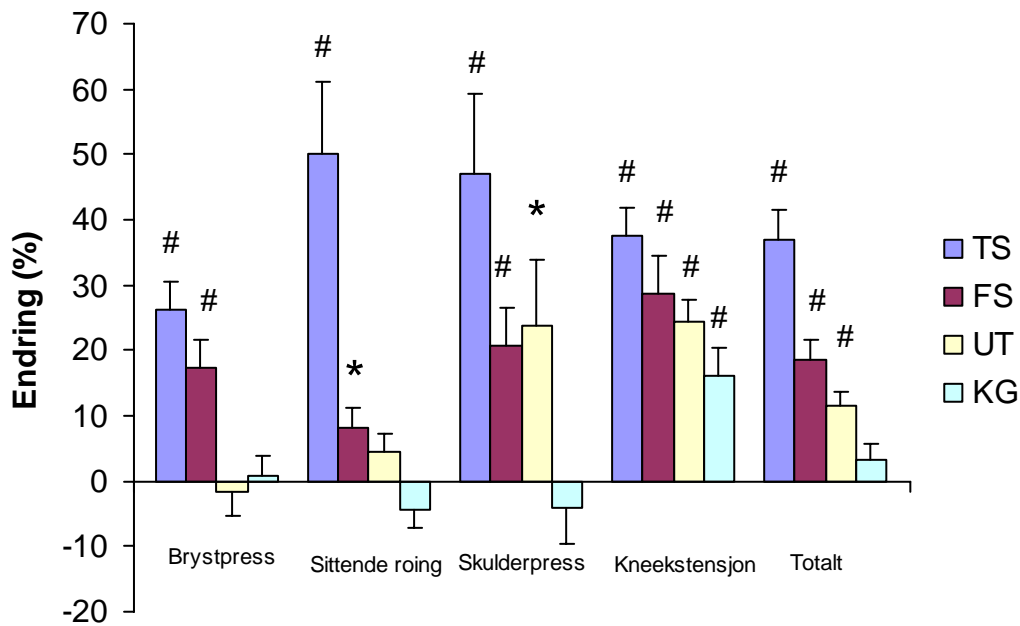
### 4.3.1 1 RM

Det var ingen signifikante forskjeller mellom gruppene før intervensjonen startet (tabell 4.2), men den funksjonelle gruppen hadde en tendens til høyere preverdier enn utholdenhetsgruppen i skulderpress ( $p=0,08$ ). Hvor mange som gjennomførte hver test varierer noe pga av for få gjennomførte treningsøkter, enkelte forsøkspersoner hadde problem med å utføre test samt skade/sjukdom

**Tabell 4.2:** Styrkeresultater før intervensjonen. Verdiene er gjennomsnitt  $\pm$  standardfeil og oppgitt i kg.

	Kneekstensjon	Brystpress	Sittende roing	Skulderpress
	Pre	Pre	Pre	Pre
TS	42,1 $\pm$ 1,9 (n= 12)	28,0 $\pm$ 3,0 (n= 14)	30,5 $\pm$ 3,8 (n= 14)	14,3 $\pm$ 2,0 (n= 14)
FS	49,3 $\pm$ 2,7 (n= 11)	35,3 $\pm$ 3,8 (n= 11)	40,2 $\pm$ 4,1 (n= 11)	20,2 $\pm$ 2,7 (n= 10)
UT	42,5 $\pm$ 3,9 (n= 12)	27,9 $\pm$ 3,9 (n= 12)	33,5 $\pm$ 4,3 (n= 12)	10,2 $\pm$ 2,1 (n= 9)
KG	42,7 $\pm$ 2,9 (n= 14)	30,6 $\pm$ 3,4 (n= 14)	34,7 $\pm$ 3,3 (n= 14)	16,9 $\pm$ 2,8 (n= 13)

I løpet av treningsperioden økte alle gruppene i kneekstensjon (figur 4.5). Ser en på endringen mellom gruppene så hadde de som trente tradisjonell styrketrening en signifikant større endring enn kontrollgruppen ( $p=0,004$ ). I brystpress var det kun de som trente tradisjonell- og funksjonell styrketrening som økte fra pre- til posttest, og de hadde en signifikant større endring enn både utholdenhets- ( $p<0,05$ ) og kontrollgruppen ( $p<0,05$ ). De samme gruppene var også de eneste som økte i sittende roing. De som trente tradisjonell styrketrening var de eneste som hadde større endring enn noen av de andre gruppene. De hadde til gjengjeld større endring enn alle de andre gruppene med en  $p$ -verdi  $\leq 0,001$ . I skulderpress økte den tradisjonelle og den funksjonelle styrketreningsgruppen samt utholdenhetsgruppen. Ser vi på endringen mellom gruppene så var det kun gruppen som trente tradisjonell styrketrening som hadde en signifikant større endring enn kontrollgruppen ( $p=0,001$ ).



**Figur 4.5:** Prosentvis endring i fire ulike 1RM tester, samt endring i summen av de 4 testene.

# Signifikant økning fra pre- til posttest ( $p \leq 0,01$ ), \* Signifikant økning fra pre- til posttest ( $p \leq 0,05$ )

TS = tradisjonell styrketrening, FS = funksjonell styrketrening, UT = utholdenhets trening, KG = Kontrollgruppe

Legger vi sammen alle 1RM resultatene får vi et mål på total styrkeøkning på tvers av de ulike gruppene. Det var ingen forskjell på preverdiene mellom de ulike gruppene. Disse var henholdsvis  $109 \pm 10$  kg,  $143 \pm 12$  kg,  $112 \pm 12$  kg og  $124 \pm 11$  kg for tradisjonell styrketrening, funksjonell styrketrening, utholdenhetstrening og kontrollgruppen. Tradisjonell styrketrening, funksjonell styrketrening og utholdenhetstrening hadde alle en signifikant endring som følge av intervensjonen. Sammenligner vi endringene mellom gruppene så hadde den tradisjonelle styrketreningen en signifikant større endring enn den funksjonelle ( $p = 0,004$ ), utholdenhet ( $p < 0,001$ ) og kontrollgruppen ( $p < 0,001$ ), i tillegg hadde den funksjonelle styrketreninggruppen større endring enn kontrollgruppen ( $p = 0,015$ )

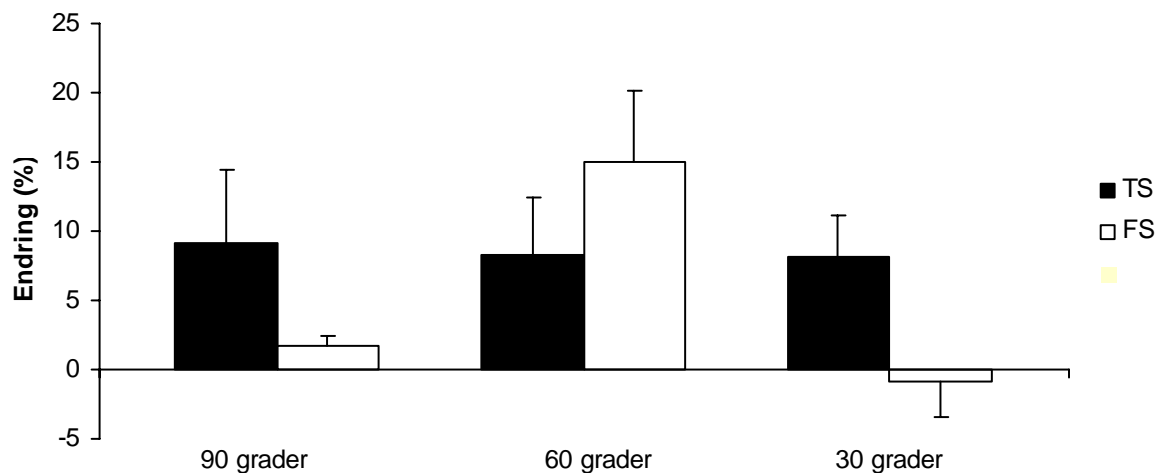
### 4.3.2 Isometriske tester

Den tradisjonelle og den funksjonelle styrketreninggruppen var like ved baseline på alle vinkler i kneekstensjon (tabell 4.3).

**Tabell 4.3:** Preverdier for TS og FS i isometrisk kneekstensjon på 30, 60 og 90 grader. Verdiene er gjennomsnitt  $\pm$  standardfeil og oppgitt i Nm

	30°	60°	90°
TS	78 $\pm$ 6	131 $\pm$ 8	107 $\pm$ 7
FS	87 $\pm$ 9	125 $\pm$ 15	114 $\pm$ 11

Etter intervensjonen hadde de som trente tradisjonell styrketrening en tendens til økning i ekstensjon ved 30 grader ( $p=0,06$ ). De som trente funksjonelt hadde en tendens til økning i ekstensjon ved 90 grader ( $p=0,07$ ) og ekstensjon ved 60 grader ( $p=0,09$ ) (figur 4.6).



**Figur 4.6:** Prosentvis endring i isometrisk styrke på ulike vinkler ved ekstensjon i kneleddet etter 12 ukers trening. Verdier er gjennomsnitt og feilmarkører beskriver standardfeil. \* Signifikant endring fra pre til post ( $p < 0,05$ ).

Ser vi endringene i de to ulike gruppene opp mot hverandre finner vi ingen signifikante forskjeller, men det er en tendens til forskjell i utviklingen ved ekstensjon på 30 grader ( $p=0,07$ ). Her hadde den tradisjonelle gruppen en framgang på  $8,0 \pm 3,1$  % mens den funksjonelle gikk tilbake med  $1,0 \pm 2,6$  %.

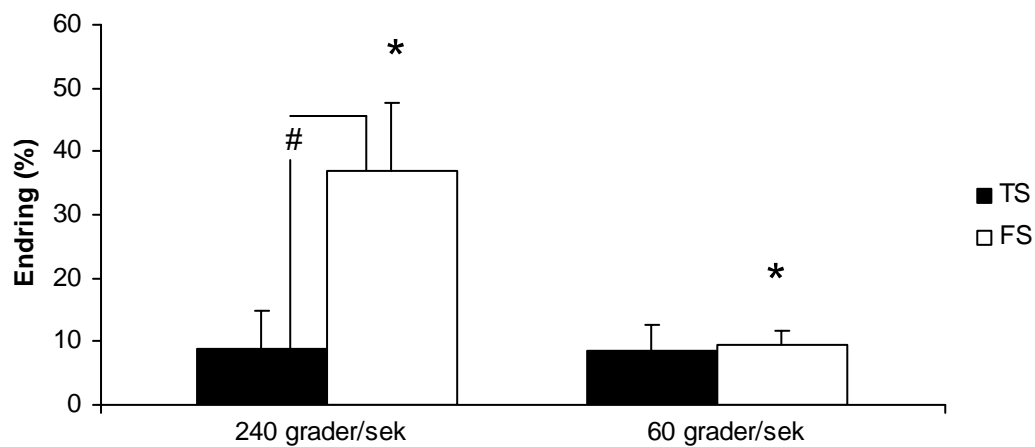
### 4.3.3 Isokinetiske tester

Ved oppstart var det ingen forskjell mellom gruppene på de ulike hastighetene i ekstensjon (tabell 4.4).

**Tabell 4.4:** Preverdier for TS og FS i isokinetisk kneekstensjon ved 60 og 240 grader pr sekund . Verdiene er gjennomsnitt  $\pm$  standardfeil og oppgitt i Nm

	60° pr sekund	240° pr sekund
TS	105 $\pm$ 5	64 $\pm$ 5
FS	101 $\pm$ 10	53 $\pm$ 9

Etter 12 uker med styrketrening gikk den funksjonelle styrketreningsgruppen fram i begge hastighetene ved ekstensjon (figur 4.7).



**Figur 4.7:** Prosentvis endring i isokinetisk styrke på to ulike hastigheter ved ekstensjon i kneleddet etter 12 ukers trening. Verdier er gjennomsnitt og feilmarkører beskriver standardfeil. \* Signifikant endring fra pre til post ( $p < 0,05$ ), # Signifikant forskjell mellom endringen i gruppene ( $p < 0,05$ ).

Sammenligner vi endringene i de to gruppene med hverandre finner vi at den funksjonelle gruppen hadde en signifikant større endring enn den tradisjonelle ved ekstensjon på 240 grader pr sekund ( $p = 0,04$ ).

#### 4.4 Endring i fysisk funksjon

Det var ingen signifikante forskjeller mellom gruppene i noen av testene ved baseline. Også her varierte n fra test til test grunnet problem med å utføre test samt skader og sjukdom i testperioden (tabell 4.5).

**Tabell 4.5:** Resultat i funksjonelle tester før intervensjonen. Verdiene er gjennomsnitt ± standardfeil og oppgitt i sekund om ikke annet er oppgitt.

	Trappegang u/ belastning	Trappegang m/ 10 kg	Trappegang m/ 20 kg	Chair raise
TS	9,2± 0,6 (n= 14)	10,0± 0,8 (n= 14)	10,1± 0,9 (n= 12)	10,6± 0,5 (n= 14)
FS	7,9± 0,5 (n= 11)	8,4± 0,6 (n= 11)	8,5± 0,7 (n= 10)	11,1± 0,6 (n= 11)
UT	8,0± 0,7 (n= 12)	8,6± 0,6 (n= 12)	9,4± 0,7 (n= 12)	10,1± 0,3 (n= 12)
KG	8,5± 0,6 (n= 14)	8,9± 0,6 (n= 14)	9,7± 0,8 (n= 14)	10,5± 0,5 (n= 14)

	Svikthopp (cm)	Maksimal ganghastighet (m/s)	Funksjonell overkropp (kg)
TS	10,4± 1,3 (n= 14)	2,2± 0,1 (n= 14)	8,0± 0,8 (n= 14)
FS	15,3± 2,2 (n= 9)	2,4± 0,1 (n= 10)	9,8± 0,8 (n= 11)
UT	10,7± 1,4 (n= 11)	2,1± 0,1 (n= 12)	8,6± 0,6 (n= 12)
KG	10,6± 1,2 (n= 11)	2,1± 0,1 (n= 14)	8,7± 0,7 (n= 13)

# Signifikant økning fra pre- til posttest ( $p \leq 0,01$ ), \* Signifikant økning fra pre- til posttest ( $p \leq 0,05$ )

TS = tradisjonell styrketrening, FS = funksjonell styrketrening, UT = utholdenhets trening, KG = Kontrollgruppe.

I svikthopp og maksimal ganghastighet var det ingen signifikante endringer i noen av treningsgruppene fra før til etter intervensjonen, men kontrollgruppen hadde en tendens til å gå tilbake i CMJ-testen ( $p= 0,10$ ) (figur 4.8B). Det var heller ikke noen signifikante forskjeller mellom gruppene med tanke på endringer fra pre- til posttest.

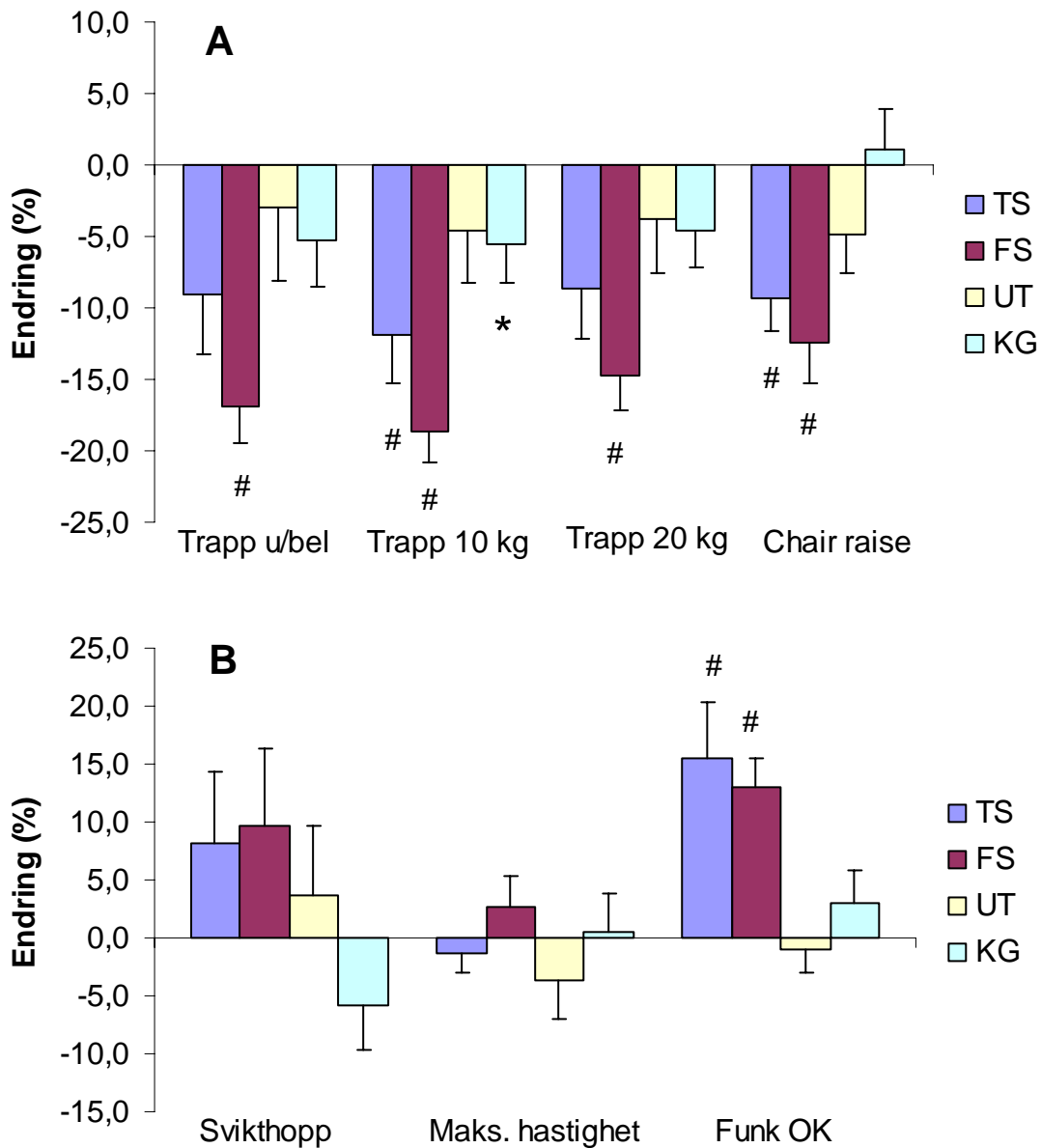
I trappegang uten belastning var det kun den funksjonelle styrketreningsgruppen som reduserte tiden signifikant i løpet av intervensjonen (figur 4.8A). Både tradisjonell styrketreningsgruppen ( $p= 0,06$ ) og kontrollgruppen ( $p= 0,09$ ) hadde en tendens til forbedring i testen. Det var ingen forskjell i endringen mellom gruppene. Ved 10 kg ekstern belastning fikk både styrketreningsgruppene og kontrollgruppen en bedring i prestasjonen. Her hadde utholdenhetsgruppen en tendens til forbedring ( $p= 0,10$ ). Endringen til den funksjonelle styrketreningsgruppen var signifikant bedre enn endringen til utholdenhetsgruppen ( $p= 0,03$ ).

I trappegang med 20 kg ekstern belastning fikk de som trente funksjonell styrketrening en bedring mens de som trente tradisjonelt hadde en tendens til framgang ( $p= 0,06$ ). I denne testen var det ingen forskjell mellom gruppene med tanke på endring fra pre til posttest.

De to styrkegruppene fikk begge en forbedring i prestasjon i chair raise. Sammenligner vi endringen alle gruppene imellom så fikk den funksjonelle styrketreningsgruppen en signifikant større reduksjon i tid enn kontrollgruppen ( $p= 0,01$ ) mens den tradisjonelle styrketreningsgruppen hadde en tendens til større endring enn kontrollgruppen ( $p= 0,06$ ).



I funksjonell overkropp så er det de samme gruppene som får en forbedring i prestasjonen fra pre- til posttest. De som trente tradisjonelt hadde en signifikant større endring enn de som trente utholdenhet ( $p=0,02$ ) og en tendens til en større endring enn de som var kontroller ( $p=0,09$ ). Den funksjonelle styrketreninggruppen hadde en tendens til større framgang enn utholdenhetsgruppen ( $p=0,08$ ).



**Figur 4.8:** Prosentvis framgang i syv funksjonelle tester for de ulike treningsgruppene.

# Signifikant økning fra pre- til posttest ( $p \leq 0,01$ ), \* Signifikant økning fra pre- til posttest ( $p \leq 0,05$ )

TS = tradisjonell styrketrening, FS = funksjonell styrketrening, UT = utholdenhets trening, KG = Kontrollgruppe. u/bel = uten belastning, funk OK = funksjonell overkropp.

## 4.5 Korrelasjoner

### 4.5.1 1RM tester, lean kroppsvekt og funksjonelle tester

#### 4.5.1.1 Korrelasjon mellom baseline-verdier

Korrelasjonene mellom 1RM tester og funksjonelle tester, lean kroppsvekt og funksjonelle tester samt 1RM tester og lean kroppsvekt ved baseline, er oppgitt i tabell 4.6. N varierer fra 40 til 49 i de ulike korrelasjonsanalysene.

R-verdiene varierer fra -0,31 til 0,88 for de signifikante korrelasjonene. Blant de funksjonelle testene er korrelasjonene mellom funksjonell overkropp og lean kroppsvekt, 1RM i skulderpress og 1RM i brystpress gode. I tillegg er r-verdiene mellom lean kroppsvekt og de ulike 1RM testene høye. Det er en tendens til korrelasjon mellom lean kroppsvekt og trappegang med 20 kg ekstern belastning.

**Tabell 4.6:** Korrelasjonene mellom 1RM tester og funksjonelle tester, lean kroppsvekt og funksjonelle tester samt 1RM tester og lean kroppsvekt ved baseline.

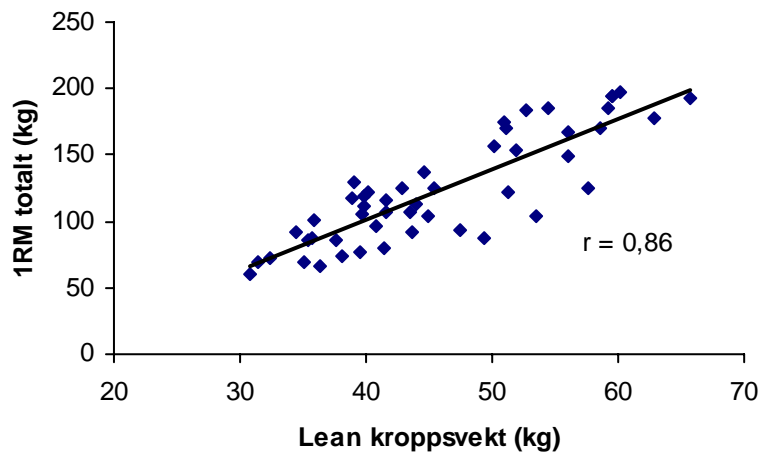
	Trappegang u/bel		Trappegang m/10kg		Trappegang m/20kg		Svikthopp	
	R-verdi	P-verdi	R-verdi	P-verdi	R-verdi	P-verdi	R-verdi	P-verdi
Kne eks	<b>-0,49</b>	p<0,01	<b>-0,53</b>	p<0,01	<b>-0,63</b>	p<0,01	<b>0,72</b>	p<0,01
Kne eks/kv	<b>-0,64</b>	p<0,01	<b>-0,68</b>	p<0,01	<b>-0,75</b>	p<0,01	<b>0,71</b>	p<0,01
Lean kv	-0,24	I.S	-0,24	I.S	-0,26	p=0,08	<b>0,46</b>	p<0,01
Lean kv/kv	<b>-0,55</b>	p<0,01	<b>-0,56</b>	p<0,01	<b>-0,56</b>	p<0,01	<b>0,65</b>	p<0,01

	Chair raise		Max gange		Funk overkr		Lean kv	
	R-verdi	P-verdi	R-verdi	P-verdi	R-verdi	P-verdi	R-verdi	P-verdi
Kne eks	-0,18	I.S	<b>-0,68</b>	p<0,01			<b>0,69</b>	p<0,01
Kne eks/kv	<b>-0,31</b>	P<0,05	<b>-0,70</b>	p<0,01				
Lean kv	0,15	I.S	<b>-0,48</b>	p<0,01	<b>0,80</b>	p<0,01		
Lean kv/kv	<b>-0,31</b>	p<0,05	<b>-0,58</b>	p<0,01	<b>0,48</b>	p<0,01		
Skulderpr					<b>0,81</b>	p<0,01	<b>0,76</b>	p<0,01
Brystpr					<b>0,88</b>	p<0,01	<b>0,84</b>	p<0,01
Sitt roing							<b>0,86</b>	p<0,01
1RM Totalt							<b>0,86</b>	p<0,01

eks = ekstensjon, kv = kroppsvekt, skulderpr = skulderpress, brystpr = brystpress, sitt roing = sittende roing, bel = belastning, funk overkr = funksjonell overkropp

Figur 4.9 viser korrelasjonen mellom summen mellom resultatene i 1RM testene og lean kroppsvekt.



Figur 4.9: Korrelasjon mellom 1 RM totalt og lean kroppsvekt ved baseline.

#### 4.5.1.2 Korrelasjon mellom endringer

Korrelasjonene mellom endringene til 1RM tester og funksjonelle tester, lean kroppsvekt og funksjonelle tester samt 1RM tester og lean kroppsvekt som en følge av intervensjonene, er oppgitt i tabell 4.7. N ligger her mellom 37 og 49 fra korrelasjon til korrelasjon.

De fleste signifikante korrelasjonene finner vi mellom endringer i 1RM og endringer i lean kroppsvekt samt mellom endringer i 1RM tester og endringer i funksjonell overkropp. Disse korrelasjonene varierer fra svake til moderate. I tillegg finner vi en svak korrelasjon mellom endring i lean kroppsvekt og endring i svikthopp samt en tendens til en svak korrelasjon mellom endring i 1 RM kne ekstensjon og endring i svikthopp.

**Tabell 4.7:** Korrelasjonene mellom endringer i 1RM tester og funksjonelle tester, lean kroppsvekt og funksjonelle tester samt 1RM tester og lean kroppsvekt som en følge av 12 uker med trening.

	Trappegang u/bel		Trappegang m/10kg		Trappegang m/20kg		Svikthopp	
	R-verdi	P-verdi	R-verdi	P-verdi	R-verdi	P-verdi	R-verdi	P-verdi
Kne eks	-0,01	I.S	-0,13	I.S	-0,11	I.S	0,26	p=0,09
Kne eks/kv	-0,00	I.S	-0,12	I.S	-0,11	I.S	0,23	I.S
Lean kv	0,16	I.S	0,04	I.S	0,02	I.S	<b>0,37</b>	p<0,05
Lean kv/kv	0,21	I.S	0,06	I.S	0,04	I.S	0,27	p=0,08

	Chair raise		Max gange		Funk overkr		Lean kv	
	R-verdi	P-verdi	R-verdi	P-verdi	R-verdi	P-verdi	R-verdi	P-verdi
Kne eks	-0,11	I.S	0,19	I.S			0,13	I.S
Kne eks/kv	-0,09	I.S	0,21	I.S				
Lean kv	-0,18	I.S	0,00	I.S	0,08	I.S		
Lean kv/kv	-0,10	I.S	0,13	I.S	-0,00	I.S		
Skulderpr					<b>0,48</b>	p<0,01	<b>0,40</b>	p<0,01
Brystpr					<b>0,49</b>	p<0,01	0,07	I.S
Sitt roing							<b>0,36</b>	p<0,05
1RM Totalt							<b>0,32</b>	p<0,05

eks = ekstensjon, kv = kroppsvekt, skulderpr = skulderpress, brystpr = brystpress, sitt roing = sittende roing, bel = belastning, funk overkr = funksjonell overkropp

## 4.5.2 Tverrsnittsareal og isometriske-, isokinetiske tester og RFD

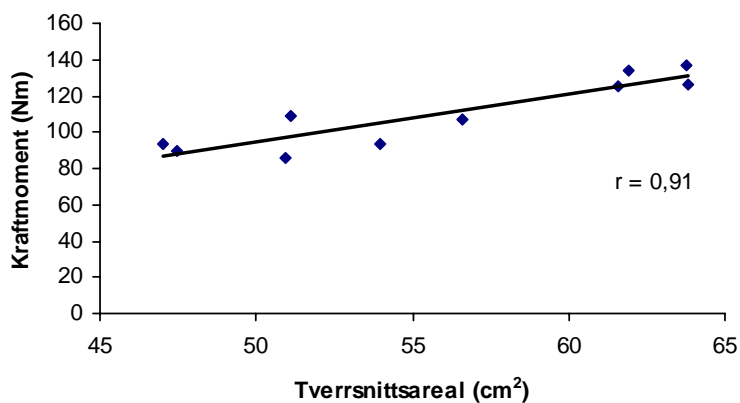
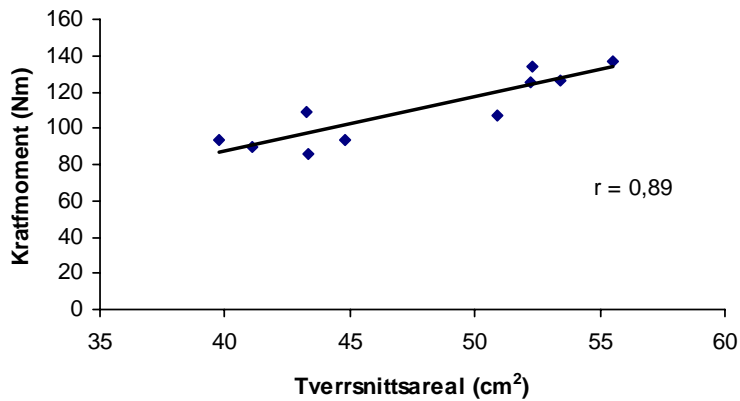
### 4.5.2.1 Korrelasjon mellom baseline-verdier

Vi finner sterke signifikante korrelasjoner mellom tverrsnittsareal av quadriceps og de isometriske testene (figur 4.10), isokinetisk styrke ved 60 grader pr sekund (tabell 4.8). Disse korrelasjonene er relativt like mellom gjennomsnittlig tverrsnittsareal og det snittet med størst areal.

**Tabell 4.8:** Korrelasjonene ved baseline og mellom endringer til det gjennomsnittlig tverrsnittsareal av quadriceps i snitt 3 til 8, samt det snittet med høyest tverrsnittsareal av quadriceps og 1RM kneekstensjon, isometriske og isokinetiske tester. N = 10.

	Korrelasjoner ved baseline				Korrelasjoner mellom endringer			
	Gj.snitt areal		Største areal		Gj.snitt areal		Største areal	
	R-verdi	P-verdi	R-verdi	P-verdi	R-verdi	P-verdi	R-verdi	P-verdi
Kne eks	0,42	I.S	0,34	I.S	0,14	I.S	0,30	I.S
Isom 90°	<b>0,89</b>	p<0,01	<b>0,91</b>	p<0,01	0,45	I.S	0,41	I.S
Isom 30°	<b>0,73</b>	p<0,05	<b>0,71</b>	p<0,05	0,47	I.S	0,38	I.S
Isom 60°	<b>0,88</b>	p<0,01	<b>0,86</b>	p<0,01	0,22	I.S	0,29	I.S
Isok 60°/s	<b>0,76</b>	p<0,05	<b>0,75</b>	p<0,05	0,40	I.S	0,34	I.S
Isok 240°/s	0,32	I.S	0,34	I.S	0,39	I.S	0,43	I.S

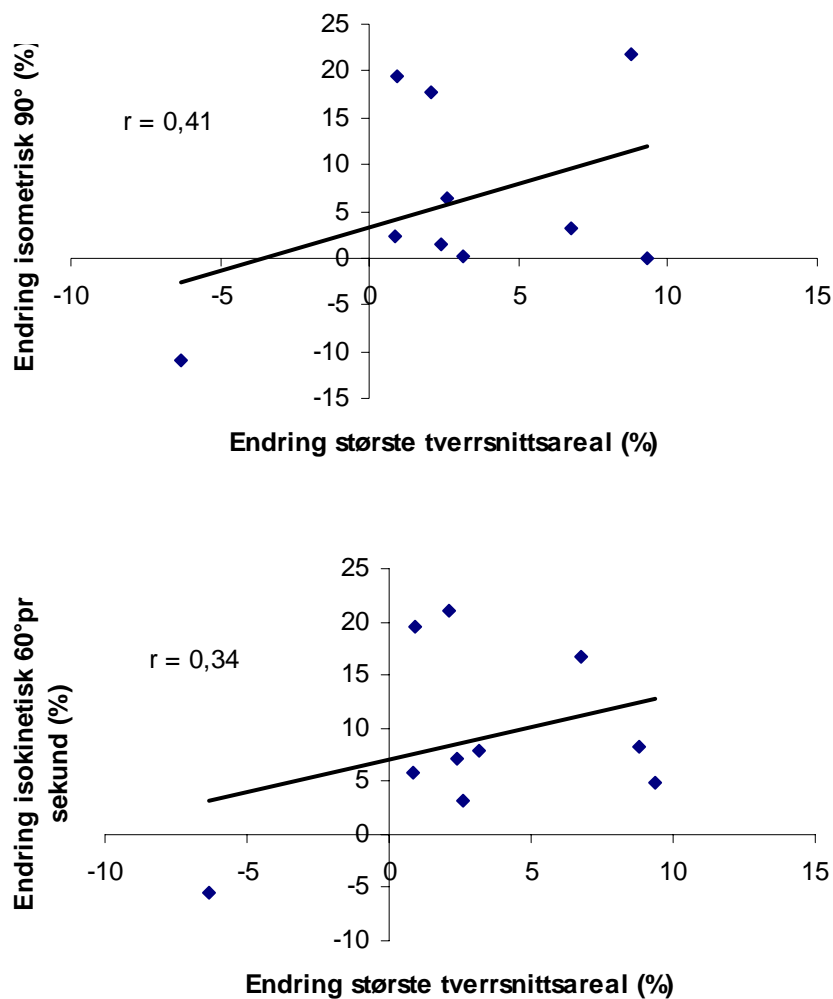
Eks = ekstensjon, isom = isometrisk, isok = isokinetisk.



**Figur 4.10:** Korrelasjon ved baseline mellom gjennomsnittlig tverrsnittsareal snitt 3 -8 i quadriceps og kraftutvikling ved isometrisk ekstensjon på 90° (øverst) og det høyeste tverrsnittsarealet i ett snitt og kraftutvikling ved isometrisk ekstensjon på 90° (nederst).

#### 4.5.2.2 Korrelasjon mellom endringer

Vi fant ingen signifikante korrelasjoner mellom de ulike parameterne (tabell 4.8). Når vi ser på sammenhengene ved endringer i det største tverrsnittsarealet, finner vi den høyeste korrelasjonskoeffisienten med endring i isometrisk kraftutvikling på 90 grader (figur 4.11). Den høyeste korrelasjonskoeffisienten ved endringer i det gjennomsnittlige tverrsnittsarealet finner vi med isometrisk kraftutvikling på 30 grader ( $p=0,17$ ).



**Figur 4.11:** Korrelasjon mellom endringer i største tverrsnittsareal målt ved MR og endring i kraftutvikling ved isometrisk kneekstensjon på 90° (øverst) og endring i kraftutvikling ved isokinetisk kneekstensjon med en hastighet på 60° pr sekund (nederst)

## 5.0 Diskusjon

Vi fant gode sammenhenger mellom muskelstyrke, muskelmasse og fysisk funksjonsevne ved baseline. Når vi så på endringer i de samme parameterne fant vi også korrelasjoner, men ikke like mange og ikke like gode. Alle treningsgruppene økte lean kroppsvekt som følge av intervensjonen. I tillegg økte begge de små utvalgene muskeltverrsnittetsarealet i knestrekkerne, selv om det var signifikant for kun det utvalget som trente funksjonell styrketrening. Alle treningsgruppene økte også 1RM når vi slo sammen de fire ulike styrketestene. Styrken i den tradisjonelle styrkegruppen økte signifikant mer enn i alle de andre gruppene. Begge styrkegruppene økte i alle fire testene, mens utholdenhetsgruppen økte i to. Når det gjelder testene for fysisk funksjon så økte den funksjonelle styrkegruppen i fem og den tradisjonelle styrkegruppen i to av syv tester. Det var imidlertid ingen signifikant forskjell mellom den tradisjonelle og funksjonelle styrkegruppen når vi så på i endring i de ulike funksjonelle testene fra pre til post.

### 5.1 Sammenhengen mellom muskelmasse, muskelstyrke og fysisk funksjon

Vi fant signifikante korrelasjoner ved baseline mellom både 1RM testene og lean kroppsvekt mot de funksjonelle testene. Korrelasjonene varierte fra moderate til sterke. Når vi så på korrelasjonene mellom endringene for de samme variablene fant vi færre signifikante sammenhenger. Korrelasjonene varierte her fra svake til moderate.

Sammenhengen mellom muskelmasse og muskelstyrke er velkjent (Hunter et al., 2004) og forklarer hvorfor vi finner gode korrelasjoner ved baseline mellom lean kroppsvekt og ulike styrketester. At vi også finner gode sammenhenger mellom muskelstyrke og ulike funksjonelle tester er også vist tidligere (Knutzen et al., 2002), og er med på å underbygge det faktum at styrke er viktig i hverdagslige aktiviteter for eldre. Det ser ut som den relative muskelmassen og den relative muskelstyrken i beina er viktigere enn den absolutte styrken, for trappegang, svikthopp, chair raise og maksimal ganghastighet, da korrelasjonene til lean kroppsvekt og 1RM kneekstensjon blir sterkere ved å dele på kroppsvekten. Dette er logisk da man i alle disse funksjonelle testene for beina skal bære eller akselerere sin egen kroppsvekt.

Dersom vi samler alle 1RM testene og ser på endringen i disse opp mot endringene i lean kroppsvekt finner vi en signifikant, men moderat sammenheng ( $r=0,32$ ). Dette kan tyde på at endringer i muskelmassen hvertfall delvis er med på å forklare endringen i styrketestene. I tillegg vil en endring i muskelkvalitet også kunne bidra til styrkeendringene (Hakkinen et al., 1996).

Ser vi på sammenhengen mellom endringer i muskelstyrke og endringer i de funksjonelle testene så finner vi ingen sammenheng for de testene der man bruker beina, men en moderat sammenheng der man bruker armene. En mulig forklaring kan være at man kun har en effekt på funksjonaliteten av å bedre styrken sin opp til et gitt punkt. Beina er kanskje den kroppsdelen som får mest trening gjennom hverdagslige aktiviteter som å gå, reise seg osv. Beinmuskulaturen er kanskje derfor relativt godt trent i forhold til muskulatur i overkroppen som i mye mindre grad blir brukt i hverdagen. På bakgrunn av dette kan det tenkes at en økning i overkroppstyrken vil føre til bedre funksjon mens det er vanskeligere å finne dette for beina. Kalapotharakos et al. (2005) fant derimot gode sammenhenger mellom både endring i muskelstyrke i beina og endring i hopp høyde i svikthopp, samt endring i muskelstyrke i beina og prestasjon i chair raise. Det er sannsynlig at utvalget i denne studien var på et lavere utgangsnivå enn våre forsøkspersoner. Blant annet var preverdiene for 1RM i kneekstensjon ca 20 kg mens våre deltagere hadde baselineverdier fra 42 kg og oppover. I tillegg brukte utvalget til Kalapotharakos et al. (2005) over 1 sekund mer på chair raise-testen ved oppstart av intervensjonen. For å undersøke betydningen av styrken ved oppstart nærmere, gjorde vi analysene én gang til, men denne gangen kun på den halvparten av forsøkspersonene som var svakeste ved baseline. Vi fant fortsatt ingen signifikante korrelasjoner mellom endringer i muskelstyrken til beina og de endringer i de fysiske funksjonstestene, men det var en tendens mellom endring i 1RM kneekstensjon og endringer i svikthopp ( $p=0,09$ ). Dette kan tyde på at til og med de svakeste i vår studie var i relativt god form.

Vi finner også gode, signifikante korrelasjoner ved baseline, mellom muskeltverrsnittetsarealet i quadriceps og isometrisk styrke og isokinetiske styrke ved 60 grader i sekundet. Ser vi på korrelasjonen mellom endringene finner vi derimot ingen signifikante sammenligninger. Korrelasjonene ved baseline mellom muskeltverrsnittetsarealet og muskelstyrke stemmer godt overens med forskning som viser at muskelmassen er med på å bestemme muskelstyrken også hos eldre (Hunter et al., 2004). Ser man på endringer i



muskelmasse og muskelstyrke etter styrketrening viser flere studier at styrken øker mer enn hva man kunne forvente ut fra endring i muskelmasse (Bamman *et al.*, 2003; Ivey *et al.*, 2000; Tracy *et al.*, 1999). Dette tyder på at også muskelkvaliteten øker. Årsaken til dette kan blant annet være økt grad av aktivering og endringer av arkitekturen i muskelen. Korrelasjonene vi finner mellom endringer i muskeltverrsnittsareal og endringer i muskelstyrke ligger stort sett mellom 0,3 og 0,5. Dette må kunne sies å være gode korrelasjoner i forhold til at vi ser på endringer mellom variablene. Når disse korrelasjonene likevel ikke blir signifikante så kan det komme av en stor variasjon i både tverrsnittsarealmålingene og muskelstyrke-målingene. Dette gjør det vanskelig å finne signifikante korrelasjoner når man kun har 10 forsøkspersoner. Det skal dessuten presiseres at 10 personer er et veldig lavt antall i en korrelasjonsanalyse, en skal derfor være forsiktig med å trekke sterke konklusjoner ut fra våre resultater.

## 5.2 Endringer i muskelmasse

Vi fant at treningsgruppene fikk en økning i lean kroppsvekt på mellom 2 og 4 %. Noe overraskende var det ingen forskjell i endringen mellom utholdenhetsgruppen og styrketreningsgruppene. Økningen i styrkegruppene i vår studie stemmer godt overens med resultatene til Binder *et al.* (2005), Taaffe *et al.* (1999) og Nichols *et al.* (1993). I alle disse studiene målte man muskelmassen i hele kroppen. At det i to andre studier (Manini *et al.*, 2007; Taaffe *et al.*, 1996) ikke ble funnet endring i muskelmasse etter styrketreningsintervensjoner, kan skyldes at de kun målte kroppssammensetningen i visse kroppsdelar eller at treningsstimuli var for lite. Det kan tenkes at man i disse studiene gikk glipp av den reelle framgangen i og med at man kan ha fått en økt muskelmasse i kroppsdelar som ikke ble målt. Taaffe *et al.* (1996) mener dessuten at manglende positive funn kan skyldes at DEXA ikke klarer å skille mellom lean kroppsmasse og vann. En eventuell økt lean kroppsmasse kan ha blitt maskert ved en dehydrering ved posttesten.

Manini *et al.* (2007) er i tillegg de som har benyttet lavest treningsmengde på sine forsøkspersoner. De har kun trent 20 økter over en periode på 10 uker og hatt to serier per øvelse. Taaffe *et al.* (1999) har nest lavest treningsmengde. Her var intervensjonen på 24 økter med tre serier per øvelse. Sammenligner vi disse mengdene med vår studie så har vi 336 serier mer enn Manini *et al.* (2007) sin og samme antall serier som Taaffe *et al.* (1999). Med andre ord kan det se ut som om man er nødt til å ha en viss treningsmengde for å finne økning i lean

kroppsmasse. Et siste moment som også Manini et al. (2007) tar kritikk for, er et stort frafall av forsøkspersoner. Hele 35 % av de opprinnelige deltagerne trakk seg i løpet av intervensjonen. Dermed blir antall forsøkspersoner lite, noe som reduserer den statistiske styrken i studien.

Det var overraskende at utholdenhetsgruppen økte muskelmassen sin som en følge av intervensjonen. Dette var imidlertid gruppen med størst kroppsvekt og lavest lean kroppsvekt ved oppstart, og kanskje skulle det ikke så stor treningspåvirkning til for å få en muskelvekst for denne gruppen. Det hadde vært interessant å sett på hvordan muskelveksten fordelte seg i de ulike kroppsdelenes. Antagelig har muskelveksten i beina vært stor siden en stor del av utholdenhetsgruppen påvirker nettopp beina, samt at vi måler at de har økt muskelstyrken i kneestensjon. Dessverre var grensesnittene på DEXA-målingene ikke presise nok til å kunne se de ulike kroppsdelenes opp mot hverandre.

Tverrsnittsareal av lårmuskuluren ble bare målt i en undergruppe i den tradisjonelle og den funksjonelle styrketreningsgruppen, og det var kun den funksjonelle styrketreningen som fikk en signifikant økning i tverrsnittsareal av quadriceps. Begge gruppene hadde imidlertid lik prosentvis framgang i tverrsnittsareal med 3-6 % økning i de tre mest proksimale snittene.

En av hovedforklaringene til at kun den funksjonelle gruppen fikk signifikante endringer ligger i en svak statistisk styrke, gjennom at det er få forsøkspersoner i hvert utvalg. Én av forsøkspersonene i den tradisjonelle styrkegruppen har til tross for 12 uker med styrketrening, redusert muskeltverrsnittsarealet i alle snittene på quadriceps. Ved å fjerne denne personen får også den tradisjonelle styrkegruppen en signifikant økning i de tre samme snittene som den funksjonelle gruppen. Den samme forsøkspersonen har redusert kroppsmassen sin med 2,5 kg og kun hatt en minimal økning i lean kroppsmasse (0,75 %). Det er derfor flere element som kan tyde på at utbyttet av intervensjonen har vært minimal for denne forsøkspersonen. Dette kan skyldes både for lav innsats på treningene og et ikke-optimalt kosthold med tanke på muskelvekst, siden han gikk ned i vekt. Dette er en indikasjon på hvor "sårbare" resultatene er og at man gjerne burde hatt flere forsøkspersoner inne til MR-testing. I forbindelse med treningen skal det sies at personen har, sammenlignet med de andre i den tradisjonelle styrketreningsgruppen, hatt en helt "normal" utvikling på treningsmotstanden i løpet av intervensjonen, med en gjennomsnittlig økning på 112 % for alle øvelsene.

Sammenligner vi framgangen i muskeltverrsnittsbareal til styrketreningsgruppene med andre studier, ser vi at det er flere studier som har lignende resultat med økning på 2-7 % (Slivka *et al.*, 2008; Frontera *et al.*, 2003; Ferri *et al.*, 2003; Roth *et al.*, 2001; Welle *et al.*, 1996). Andre studier har imidlertid funnet mye større framgang (Suetta *et al.*, 2008; Suetta *et al.*, 2004; Tracy *et al.*, 1999; Roman *et al.*, 1993; Brown *et al.*, 1990; Frontera *et al.*, 1988) der Roman *et al.* (1993) var de som fant størst framgang med en økning i tverrsnittsbarealet på hele 23 %, mens de andre som observerte stor framgang i tverrsnittsbareal, rapporterer en økning på 9-17 %. Ser vi på treningsvolumet i disse studiene, på den gjeldende muskelgruppen, finner vi store variasjoner. Frontera *et al.* (1988) hadde kun 102 serier mens Roman *et al.* (1993) gjennomførte hele 312 serier på sine forsøkspersoner. Våre styrkegrupper trente 162 og 180 serier på knestrekkerne i henholdsvis den funksjonelle styrkegruppen og den tradisjonelle styrketreningsgruppen. Dermed er det i tillegg til Frontera *et al.* (1988) kun Tracy *et al.* (1999) og Brown *et al.* (1990) som har færre serier enn våre treningsgrupper. I disse forsøkene var serieantallet henholdsvis 135 og 144. Det skal sies at i studien til Tracy *et al.* (1999) ble 108 av seriene gjennomført som dropserier slik at intensiteten ble veldig høy. I de to siste studiene (Suetta *et al.*, 2008; Suetta *et al.*, 2004) har man i likhet med Roman *et al.* (1993) adskillig flere serier enn i vår studie, med henholdsvis 264 og 288 serier. Det ser med andre ord ut til å være en viss sammenheng mellom treningsvolumet og endring i tverrsnittsbareal, der de treningsintervensjonene som har hatt et stort treningsvolum også har fått en stor økning i muskeltverrsnittsbareal.

I tillegg til treningsvolum kan også muskelgruppen som er undersøkt påvirke resultatet av treningen. I tre studier har man sett på tverrsnittsendringer i biceps brachii (Welle *et al.*, 1996; Roman *et al.*, 1993; Brown *et al.*, 1990). Quadriceps blir sannsynligvis mer brukt i hverdagen enn biceps brachii, og dermed er quadriceps bedre ”trent” enn biceps brachii hos utrente mennesker. Dermed skal det kanskje mindre treningspåvirkning til for å få en respons i form av hypertrofi på biceps brachii. Dette kan være med å forklare hvorfor den gjennomsnittlige muskelveksten på biceps brachii var på hele 16 %, mens det på quadriceps er funnet en gjennomsnittlig økning på 9 %. Dette stemmer godt overens med den systematiske oversiktsartikkelen til Wernbom *et al.* (2007) som fant en gjennomsnittlig økning på 8,5 % i quadriceps og 15,8 % for biceps i de studiene der man trente dynamisk styrketrening. Et interessant aspekt ved studien til Roman *et al.* (1993) er at de finner økning i tverrsnittsbareal i de delene av biceps brachii som har størst muskeltverrsnittsbareal før intervensjonen. Dette stemmer også overens med våre funn til tross for at vi ser på to forskjellige muskler.

Suetta et al. (2008) så kun på én del av quadriceps, nemlig vastus lateralis. Her brukte forfatterne ultralyd til å måle muskeltykkelse. I og med at forfatterne her måler endringer i muskelen i kun ett plan, kan det være at man mister viktig informasjon om muskelendringene. Når forfatterne i tillegg måler muskeltykkelsen kun ett sted på buken er det enda større sjanse for at man ikke ser de reelle endringene for hele muskelen. Siden denne studien bare ser på én del av quadriceps blir det ytterligere vanskelig å sammenligne resultatene med våre målinger på MR. Eksempelvis målte våre forsøkspersoner også tykkelsen til vastus lateralis ved hjelp av ultralyd. Utvalgene fra den tradisjonelle og den funksjonelle styrketreningsgruppen økte tykkelsen med henholdsvis 20 og 14 %, med andre ord mye mer enn hva de økte i muskeltvernsnittareal. Sammenligner vi Suetta et al. (2008) sine funn med ultralyd resultatene våre ser vi at funnene er relativt like. Med andre ord er det viktig å være klar over hvilken målemetode som er benyttet når man sammenligner resultatene på muskelvekst i ulike studier.

Kun i én studie fant man ingen signifikant framgang i tverrsnittarealet etter styrketrening (Hakkinen *et al.*, 1998a), men dette var kun på de mannlige forsøkspersonene i utvalget. Kvinnene hadde en økning på 6 %. Målemetode i denne studien var ultralyd. Man har kun gjort målinger på ett lår og kun på den distale delen av muskulaturen. Sammenligner vi dette med våre resultat ser vi at hypertrofi kan skje i visse deler av muskelen, og i vår studie fant vi en økning i de proksimale delene av quadriceps. Med andre ord kan det være at Hakkinen et al. (1998a) ikke har funnet endringer i tverrsnittareal på grunn av målemetodene og målestedet de har brukt.

Den funksjonelle styrketreningsgruppen økte tverrsnittarealet i patellarsenen i ett snitt, i tillegg var det ett snitt der endringen til den funksjonelle styrketreningsgruppen var signifikant større enn endringen til den tradisjonelle styrketreningsgruppen. På grunn av antall forsøkspersoner i hvert utvalg, og dermed den lave statistiske styrken, er det vanskelig å trekke noen klare slutninger fra disse målingene, men de største endringene kom i de distale delene av senen. Dette stemmer godt overens med Kongsgaard et al. (2007) som fant at tung styrketrening økte tverrsnittarealet av patellarsenen i ytterkantene, det vil si de snittene som var mest distalt og proksimalt hos unge menn. Vi har derfor indikasjoner på at styrketrening kan øke tverrsnittareal av patellarsenen også hos eldre, men vi må inkludere flere personer i disse målingene før vi kan si dette med sikkerhet.

### 5.3 Endringer i muskelstyrke

De to styrketreningsgruppene hadde en økning i de ulike 1RM testene på 8 til 50 %. Det var kun signifikant forskjell i endringen mellom de to styrketreningsgruppene i sittende roing, der endringen til den tradisjonelle styrketreningen var signifikant større enn endringen til den funksjonelle styrketreningen. Utholdenhetsgruppen hadde kun signifikant økning i kneekstensjon og skulderpress, mens kontrollgruppen økte signifikant i kneekstensjon. Legger vi sammen alle styrketestene og ser på 1RM totalt, ser vi at den tradisjonelle styrketreningsgruppen hadde signifikant større framgang enn alle de andre gruppene.

Funnene for styrketreningsgruppene er som forventet og hovedforklaringen til at den tradisjonelle styrketreningen ga signifikant bedre resultat enn den funksjonelle styrketreningen i sittende roing og 1RM totalt, skyldes nok spesifisitet i treningen. Den tradisjonelle gruppen trente alle testøvelsene i 12 uker, mens den funksjonelle gruppen ikke trente noen øvelser som gikk direkte på øvre del av ryggen. Framgangen til utholdenhetsgruppen i to styrketester var overraskende, men hvis vi ser resultatene opp mot endringen i muskelmasse målt ved hjelp av DEXA, så virker det mer fornuftig. Siden de hadde en økning i muskelmasse på 4 % så kan man også forvente seg en økning i muskelstyrke. Antagelig har dyp gange med staver, samt trening i sal gitt nok påvirkning på musklene til å gi muskelvekst og økning i styrke. Det skal også sies at treningen i sal inneholdt en egen del med styrkeøvelser. Dette kan også være en indikasjon på hvor lite påvirkning som skal til hvis utgangspunktet er lavt. Utholdenhetsgruppen har hatt stor treningspåvirkning på beinmuskulaturen, noe som kan forklare økningen i kneekstensjon. Igjen hadde det vært interessant og sett på muskelveksten for de ulike kroppsdelene da dette kunne vært med på å forsterke tanken om at treningen i denne gruppen har primært hatt påvirkning på beina og i mindre grad overkroppen. Litt verre er det å forklare økningen skulderpress. Utholdenhetsgruppen var imidlertid den gruppen med desidert lavest preverdier i skulderpress. Det kan derfor tenkes at det lille av styrketrening som har blitt gjort på overkroppen, samt gange med staver, har vært nok til å gi økt muskelstyrke rundt skuldrene.

At kontrollgruppen økte styrken sin i kneekstensjon er verre å forklare. Det kan tenkes at deltagerne i denne gruppen, ved å være med i prosjektet, har blitt motivert til å øke sin daglige

aktivitet og på den måten økt muskelstyrken. Alternativt kan det være at vi har hatt for lite tilvenning til testene slik at de har økt resultatet rett og slett ved å bli mer kjent med testen. Noe som taler mot det siste er at gruppen ikke har økt styrken i de andre testene selv om man har hatt like mye tilvenning i disse som i kneekstensjon. I tillegg er kneekstensjon den eneste 1RM-testen som går over kun ett ledd og er dermed en teknisk enkel test. Man skulle derfor ikke trenge så mye tilvenning for å få en optimal teknikk i denne testen. Vi mistenker derfor kontrollgruppen for å ha økt aktivitetsnivået noe.

Ser vi på styrkeøkningen i våre forsøkspersoner opp mot andre studier på eldre så finner vi at de ligger på samme nivå som de fleste, men det er enkelte som har funnet mye større økninger (Kryger & Andersen, 2007; Fiatarone *et al.*, 1990; Frontera *et al.*, 1988). Disse har funnet en økning i styrke på henholdsvis 134, 177 og 107-222 %. Hovedforklaringen på disse store økningene ligger nok i utgangsnivået til forsøkspersonene. I alle tre studiene er preverdiene på styrketestene svært lave. I studien til Kryger & Andersen (2007) og Fiatarone *et al.* (1990) var preverdiene i kneekstensjon så lave som 7,6 og 8 kg. Dermed vil en absolutt økning på bare 8 kg føre til en relativ økning på 100 %. I studien til Frontera *et al.* (1988) så lå utgangsstyrken i kneekstensjon litt høyere, nemlig på 20 kg, mens knefleksjon lå på 8 kg. Sammenligner vi disse verdiene med våre grupper ser vi at alle gruppene ligger over 40 kg ved pretesten. Det skal også nevnes at to av studiene (Fiatarone *et al.*, 1990; Frontera *et al.*, 1988) mangler kontrollgruppe, og det er dermed vanskelig å si om noe av økningen skyldes en tilvenning til testen eller om alt kan relateres til en reell økning i muskelstyrke.

Vi fant ingen signifikante endringer i de isometriske styrketestene i noen av utvalgene. Det var dog tendenser til økning hos utvalget som trente tradisjonell styrketrening i ekstensjon ved 30 grader samt hos det funksjonelle utvalget ved 60 og 90 grader. En forklaring til at vi ikke finner flere signifikante endringer kan være at det er for få forsøkspersoner i de to undergruppene. For eksempel finner vi signifikante endringer for det tradisjonelle utvalget på alle vinkler om vi fjerner forsøkspersonen som ble nevnt tidligere, med nedgang i tverrsnittsareal på alle MR-snittene i knestrekke.

Sammenligner vi med andre som har sett på endring isometrisk styrke etter styrketrening, så er det to studier der man ikke har funnet noen endring (Tracy *et al.*, 1999; Brown *et al.*, 1990). Her skal det sies at i studien til Tracy *et al.* (1999) så var det kun hos kvinnene man ikke fant noen endring. Mennene hadde en økning på 13 %. I de studiene der man har funnet økninger,

har resultatet variert fra 12 (Ferri et al., 2003) til 57 % (Hakkinen *et al.*, 1998a). Det som hovedsakelig skiller studiene der man har funnet signifikante endringer fra vår studie, er antall forsøkspersoner. For eksempel så hadde Hakkinen et al. (2001) og Kryger & Andersen (2007) henholdsvis 10 og 11 personer i sin intervensjonsgruppe da de begge fant endringer på 37 %. Her skal det presiseres at disse studiene også hadde en betraktelig større økning i muskeltvernsnittareal blant sine forsøkspersoner, enn vår studie.

Det var kun den funksjonelle styrkegruppen som økte signifikant i de isokinetiske styrketestene. De hadde til gjengjeld økning i begge hastighetene ved ekstensjon. Ved 240 grader per sekund i ekstensjon var endring til den funksjonelle gruppen større enn i den tradisjonelle. Igjen så er det sannsynligvis den lave statistiske styrken som er hovedårsaken til funnene i den tradisjonelle styrketreningsgruppen. Også i de isokinetiske testene hadde den tidligere nevnte forsøkspersonen en nedgang i alle testene. Ved å ta han ut av analysene finner vi signifikant økning også for det tradisjonelle styrketreningsutvalget ved begge hastighetene samt at den signifikante forskjellen mellom endringen til utvalgene ved 240 grader per sekund ikke lengre er signifikant, men kun en tendens.

Sammenligner vi den funksjonelle gruppen sine resultater med andre studier finner vi at de er i tråd med de fleste av disse (Suetta *et al.*, 2008; Manini *et al.*, 2007; Roman *et al.*, 1993; Brown *et al.*, 1990). Her skal det sies at i studien til Brown et al. (1990) så hadde intervensjonsgruppen en framgang på 9 % og kontrollgruppen 7 %. Treningsgruppen her bestod av én arm mens den andre var kontroll. Økningen i kontrollarmen kan skyldes for lite tilvenning til testene, eventuelt at det er en overføringsverdi til den ikke-trente armen. I en studie har man ikke funnet økning i den isokinetiske styrken (Tracy et al., 1999). Som for isometrisk styrke så er det kvinnene som ikke har framgang, mennene derimot hadde 9 % framgang på 30 grader per sekund men ingen framgang på 180 grader per sekund. Forfatterne trekker fram tilvenning og en relativ kort intervensjon som forklaring på manglende økning i styrke sammenlignet med andre studier.

## 5.4 Endringer i fysisk funksjon

Den funksjonelle styrketreningsgruppen var den eneste som fikk en signifikant bedring i alle trappetestene. I tillegg fikk den tradisjonelle styrkegruppen og kontrollgruppen en bedring når de hadde 10 kg ytre belastning. Årsaken til at den funksjonelle gruppen fikk en signifikant

forbedring i alle testene kan være at de har trent veldig spesifikt på testene. I 6 av 12 uker i treningsperioden har de gått i trapper med ytre belastning og dermed fått trent musklene på samme måte som de blir brukt i testene. I tillegg hadde gruppen andre treningsøvelser som ligner på det å gå i trapp. En kan derfor tenke seg en stor overføringsgrad fra treningen til testene. I og med at den tradisjonelle styrketreningen også hadde framgang i trappegang med 10 kg ytre belastning kan det tenkes å være en god overføringsgrad av styrkeøkning i lårmuskulatur til trappegang. Dette til tross for at øvelsene som har blitt trent ikke ligner på testen. Det faktum at også kontrollgruppen bedret sin prestasjon i denne testen er litt vanskeligere å forklare. En mulig årsak, som tidligere nevnt, kan være at den daglige aktiviteten til deltagerne i denne gruppen er blitt økt fordi de har blitt med i et forskningsprosjekt. Dermed kan deres fysiske form ha blitt forbedret noe som kan gi seg utslag i ulike fysiske tester. Som nevnt tidligere økte kontrollgruppen muskelstyrken i kneekstensjon, og dette kan være med å forklare økningen i trappegang. En alternativ forklaring kan være at vi hadde litt for lite tilvenning til testene slik at gruppen har fått en økning rett og slett fordi de har blitt mer kjent med testen. Det skal imidlertid presiseres at forsøkspersonene hadde to ganger med tilvenning til testene før pretestene ble gjennomført, nettopp for å motvirke akkurat dette.

Det er svært få studier der man har sett på effekten av funksjonell trening på funksjon i trappegang. Henwood & Taffe (2006) sammenlignet ulike treningsregimer der én av disse var en kombinasjon av effekt- og funksjonell trening. Øvelsene i den funksjonelle treningen ligner på de øvelsene vi hadde, men treningen til Henwood & Taffe (2006) var nok ikke like intensiv som i vår studie, og ble kun gjennomført én gang per uke. Forfatterne fant ingen framgang i trappegange for denne gruppen, noe som kan skyldes både lav intensitet og lavt treningsvolum. Sammenligner vi derimot resultatene våre med andre studier som har sett på styrketrening og trappegang, finner vi at resultatene stemmer godt overens. Det skal sies at enkelte forfattere har funnet større endringer enn det vi har. Hauer et al. (2002) fant for eksempel en bedring på 35 % etter tre måneder med styrketrening. En av grunnene til den store framgangen i denne studien kan være at utvalget bestod av pasienter som hadde operert hofta, og dermed hadde et veldig lavt utgangspunkt. Sammenligner vi vårt utvalg med utvalget til Hauer et al. (2002) ser vi at våre brukte mellom 8 og 9 sekunder på 20 trappetrinn mens utvalget til Hauer et al. brukte 26 sekunder på 13 trinn.



Begge styrketreningsgruppene fikk en signifikant nedgang i tiden i chair raise, og det var ingen forskjell i endringen mellom gruppene. Det kan derfor se ut som om det å trene styrke og bli generelt sterkere i beina gir en forbedret evne til å reise seg fra en stol. Begge styrketreningsregimene hadde øvelser som ligner på bevegelsen i chair raise og man kan få en stor overføringsverdi fra trening til test. Dette kan kanskje forklare hvorfor de to andre gruppene ikke økte prestasjonen sin i chair raise selv om de ble sterkere i lårmuskulaturen målt i kneekstensjonstesten. De to styrketreningsgruppene hadde en bedring i chair raise-prestasjon på 9 og 12 %, noe som stemmer godt overens med andre studier (Beyer *et al.*, 2007; Galvao & Taaffe, 2005; Henwood *et al.*, 2008). En studie skiller seg seg ut med store økninger i prestasjon etter styrketrening. Taffe *et al.* (1999) fant en framgang på 20 til 30 % alt etter om man trente styrketrening én, to eller tre ganger per uke. I denne studien gikk også kontrollgruppen fram med 8 %, noe som kan indikere at resultatene er litt overestimert på grunn av for lite tilvenning til testen.

Likeledes som for chair raise var det kun styrketreningsgruppene som fikk en signifikant økning i funksjonell overkropp. At den funksjonelle gruppen har fått framgang er naturlig i og med at de har trent en øvelse som er lik testen. Skulderpress-øvelsen til den tradisjonelle gruppen involverer noen av de samme muskelgruppene som den funksjonelle testen, slik at en kan tenke seg en overføring fra treningen til testen. Utholdenhetsgruppen hadde en økning i skulderpressøvelsen, men ikke i funksjonell overkropp. Årsaken til at utholdenhetsgruppen økte i skulderpress, men ikke i funksjonell kan være at funksjonell overkropp er en øvelse der man må bruke flere muskler til å stabilisere og løfte enn det man må i skulderpress. I og med at den tradisjonelle styrketreningsgruppen har trent styrke på hele kroppen, kan det tenkes at deltagerne har bedre forutsetninger for å øke i funksjonell overkropp enn det utholdenhetsgruppen har, selv om begge gruppene har blitt sterkere i muskulaturen rundt skuldrene. Den tradisjonelle styrkegruppen hadde dessuten en signifikant større økning i skulderpress enn det utholdenhetsgruppen hadde. Det er så vidt meg bekjent ingen andre som har brukt funksjonell overkropp-testen i tidligere studier, og det er dermed umulig å sammenligne våre funn med andre.

Ingen av gruppene endret den maksimale ganghastigheten sin i løpet av intervensjonen. Dette er i samsvar med flere andre studier. Rosendahl *et al.* (2006) gjennomførte funksjonell styrketrening over 3 måneder uten å finne noen endring på ganghastigheten. Galvão & Taffe (2005) og Judge *et al.* (1993) trente tradisjonell styrketrening på sine utvalg, men heller ikke

de fant noen endringer i maksimal ganghastighet. I andre studier har man funnet en økning på helt opp til 30-40 % (Host *et al.*, 2007;Hauer *et al.*, 2001). Her har imidlertid utvalget bestått av pasienter som har gjennomgått hofteoperasjoner og utgangspunktet har derfor vært veldig lavt. Eksempelvis var ganghastigheten til utvalget i studien til Host *et al.* (2007) 55,6 meter per minutt ved baseline. I våre utvalg lå hastigheten fra 125 til 143 meter per minutt ved baseline.

I likhet med maksimal ganghastighet så var det ingen signifikante endring i hopp høyden til noen av gruppene fra pre- til posttestene. Begge styrkegruppene fikk imidlertid en økning på 8-10 % med en p-verdi på  $p=0,4$  og  $0,11$  for henholdsvis tradisjonell- og funksjonell styrketrening, men på grunn av stor spredning blant forsøkspersonene så blir ikke økningene signifikant. For eksempel har én forsøksperson i den tradisjonelle styrketreninggruppen, som ikke har økt i hverken muskeltvernsnittareal, isometrisk- eller isokinetisk styrke, gått tilbake med hele 30 %. Ved å fjerne denne forsøkspersonen endres p-verdien fra 0,4 til 0,14. Det kan derfor se ut som om den statistiske styrken er for svak og at man for denne testen burde hatt flere forsøkspersoner i hver gruppe. Et annet moment som bygger opp rundt denne forklaringen er at andre lignende studier på eldre alle har funnet en økning i hopp høyde som følge av styrketrening (Kalapotharakos *et al.*, 2007;Roelants *et al.*, 2004;Hakkinen *et al.*, 1998a). Her skal det presiseres at for eksempel Hakkinen (1998a) hadde krav til eksplosiv utførelse av styrkeøvelsene, noe vi ikke hadde. Dermed kan det tenkes at hastigheten øvelsene blir utført med er viktig for en eventuell økning i hopp høyde.

Resultatene, fra vår og tidligere studier, i testene for fysisk funksjon viser at det er gunstig å bedre muskelstyrken sin for å bedre funksjonsevnen. Vi kan derimot ikke si at en type styrketrening er bedre enn den andre. Hovedårsakene til at vi ikke fant noen signifikante endringer for noen av gruppene i maksimal ganghastighet og svikthopp, er antagelig stor spredning mellom forsøkspersonene, at forsøkspersonene var i relativ god fysisk form ved baseline, samt liten vektlegging på utvikling av stor effekt i intervensjonen. Overføringen fra bedret styrke til bedret funksjon ville derfor sannsynligvis vært enda bedre på et utvalg i litt dårligere form.

## 6.0 Konklusjon

Alle treningsgruppene økte den totale muskelstyrken sin, målt ved de fire 1RM-testene. Som forventet hadde de to styrketreningsgruppene størst bedring i muskelstyrke, der den tradisjonelle styrketreningsgruppen hadde signifikant større endringer enn alle de andre gruppene. Økningen i muskelstyrke kan blant annet forklares ved at gruppene også økte muskelmassen sin. Noe overraskende hadde alle treningsgruppene den samme økningen i leankroppsvekt. At utholdenhetsgruppen økte muskelmassen samt muskelstyrken i to av fire styrketester kan tilskrives at treningspåvirkningen har vært tilstrekkelig til å gi muskelvekst. Lave preverdier i lean kroppsvekt kan ha medvirket til at deltagerne i utholdenhetsgruppen trengte mindre treningspåvirkning for å øke muskelmassen. Sammenhengen mellom endring i muskelmasse og muskelstyrke ble ytterligere forsterket når vi så på resultatene i de mindre utvalgene til styrkegruppene. Her var det kun det utvalget som økte tverrsnittsarealet i quadriceps som også økte den isokinetiske styrken i kneekstensjon. At ikke de som trente tradisjonell styrke også økte tverrsnittsareal og muskelstyrke signifikant, skyldes nok primært få forsøkspersoner i hvert utvalg og dermed en lav statistisk styrke.

Den fysiske funksjonen ble også bedret som en følge av styrketreningen, der spesielt den funksjonelle styrketreningen ga en forbedring i mange funksjonelle tester. Det er likevel vanskelig å si at den ene formen for styrketrening er bedre enn den andre da det ikke var noen signifikante forskjeller mellom endringene til de to gruppene. Ut fra sammenhengene vi fant mellom muskelmasse, muskelstyrke og fysisk funksjon kan det se ut som om det er gunstig for eldre å øke muskelmassen og muskelstyrken for å stå bedre rustet til å klare de hverdagslige aktivitetene.

## 7.0 Referanseliste

Andrews RD, MacLean DA, & Riechman SE (2006). Protein intake for skeletal muscle hypertrophy with resistance training in seniors. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* **16**, 362-372.

Bamman MM, Hill VJ, Adams GR, Haddad F, Wetzstein CJ, Gower BA, Ahmed A, & Hunter GR (2003). Gender differences in resistance-training-induced myofiber hypertrophy among older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* **58**, 108-116.

Beyer N, Simonsen L, Bulow J, Lorenzen T, Jensen DV, Larsen L, Rasmussen U, Rennie M, & Kjaer M (2007). Old women with a recent fall history show improved muscle strength and function sustained for six months after finishing training. *Aging Clin Exp Res* **19**, 300-309.

Binder EF, Yarasheski KE, Steger-May K, Sinacore DR, Brown M, Schechtman KB, & Holloszy JO (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.

Bonnefoy M, Kostka T, Arsac LM, Berthouze SE, & Lacour JR (1998). Peak anaerobic power in elderly men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* **77**, 182-188.

Borsheim E, Bui QU, Tissier S, Kobayashi H, Ferrando AA, & Wolfe RR (2008). Effect of amino acid supplementation on muscle mass, strength and physical function in elderly. *Clin Nutr* **27**, 189-195.

Brose A, Parise G, & Tarnopolsky MA (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 AB, McCartney N, & Sale DG (1990). Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly. *J Appl Physiol* **69**, 1725-1733.

Carroll CC, Dickinson JM, Haus JM, Lee GA, Hollon CJ, Aagaard P, Magnusson SP, & Trappe TA (2008). Influence of aging on the in vivo properties of human patellar tendon. *J Appl Physiol* **105**, 1907-1915.

Caserotti P, Aagaard P, Buttrup LJ, & Puggaard L (2008). Explosive heavy-resistance training in old and very old adults: changes in rapid muscle force, strength and power. *Scand J Med Sci Sports*.

Deschenes MR (2004). Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med* **34**, 809-824.

Doherty TJ, Vandervoort AA, & Brown WF (1993). Effects of ageing on the motor unit: a brief review. *Can J Appl Physiol* **18**, 331-358.

Evans WJ (2000). Exercise strategies should be designed to increase muscle power. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* **55**, M309-M310.

Fahlman M, Morgan A, McNevin N, Topp R, & Boardley D (2007). Combination training and resistance training as effective interventions to improve functioning in elders. *J Aging Phys Act* **15**, 195-205.

Ferri A, Scaglioni G, Pousson M, Capodaglio P, Van HJ, & Narici MV (2003). Strength and power changes of the human plantar flexors and knee extensors in response to resistance training in old age. *Acta Physiol Scand* **177**, 69-78.

Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, & Evans WJ (1990). High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA* **263**, 3029-3034.

Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, Clements KM, Solares GR, Nelson ME, Roberts SB, Kehayias JJ, Lipsitz LA, & Evans WJ (1994). Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med* **330**, 1769-1775.

Frontera WR, Hughes VA, Fielding RA, Fiatarone MA, Evans WJ, & Roubenoff R (2000). Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *J Appl Physiol* **88**, 1321-1326.

Frontera WR, Hughes VA, Krivickas LS, Kim SK, 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 WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuttgen HG, & Evans WJ (1988). Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol* **64**, 1038-1044.

Galvao DA & Taaffe DR (2005). Resistance exercise dosage in older adults: single- versus multiset effects on physical performance and body composition. *J Am Geriatr Soc* **53**, 2090-2097.

Hakkinen K, Kallinen M, Izquierdo M, Jokelainen K, Lassila H, Malkia E, Kraemer WJ, Newton RU, & Alen M (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, Kraemer WJ, Kallinen M, Linnamo V, Pastinen UM, & Newton RU (1996). Bilateral and unilateral neuromuscular function and muscle cross-sectional area in middle-aged and elderly men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* **51**, B21-B29.

Hakkinen K, Newton RU, Gordon SE, McCormick M, Volek JS, Nindl BC, Gotshalk LA, Campbell WW, Evans WJ, Hakkinen A, Humphries BJ, & Kraemer WJ (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.

Hakkinen K, Pakarinen A, Kraemer WJ, Hakkinen A, Valkeinen H, & Alen M (2001). Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *J Appl Physiol* **91**, 569-580.

Harridge SD, Kryger A, & Stensgaard A (1999). Knee extensor strength, activation, and size in very elderly people following strength training. *Muscle Nerve* **22**, 831-839.

Hauer K, Rost B, Rutschle K, Opitz H, Specht N, Bartsch P, Oster P, & Schlierf G (2001). Exercise training for rehabilitation and secondary prevention of falls in geriatric patients with a history of injurious falls. *J Am Geriatr Soc* **49**, 10-20.

Hauer K, Specht N, Schuler M, Bartsch P, & Oster P (2002). Intensive physical training in geriatric patients after severe falls and hip surgery. *Age Ageing* **31**, 49-57.

Hazell T, Kenno K, & Jakobi J (2007). Functional benefit of power training for older adults. *J Aging Phys Act* **15**, 349-359.

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

Henwood TR & Taaffe DR (2006). Short-term resistance training and the older adult: the effect of varied programmes for the enhancement of muscle strength and functional performance. *Clin Physiol Funct Imaging* **26**, 305-313.

Holviola JH, Sallinen JM, Kraemer WJ, Alen MJ, & Hakkinen KK (2006). Effects of strength training on muscle strength characteristics, functional capabilities, and balance in middle-aged and older women. *J Strength Cond Res* **20**, 336-344.

Host HH, Sinacore DR, Bohnert KL, Steger-May K, Brown M, & Binder EF (2007). Training-induced strength and functional adaptations after hip fracture. *Phys Ther* **87**, 292-303.

- Hunter GR, McCarthy JP, & Bamman MM (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Med* **34**, 329-348.
- Hunter GR, Treuth MS, Weinsier RL, Kekes-Szabo T, Kell SH, Roth DL, & Nicholson C (1995). The effects of strength conditioning on older women's ability to perform daily tasks. *J Am Geriatr Soc* **43**, 756-760.
- Iglay HB, Thyfault JP, Apolzan JW, & Campbell WW (2007). Resistance training and dietary protein: effects on glucose tolerance and contents of skeletal muscle insulin signaling proteins in older persons. *Am J Clin Nutr* **85**, 1005-1013.
- Ivey FM, Tracy BL, Lemmer JT, NessAiver M, Metter EJ, Fozard JL, & Hurley BF (2000). Effects of strength training and detraining on muscle quality: age and gender comparisons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* **55**, B152-B157.
- Jeejeebhoy KN (1986). Muscle function and nutrition. *Gut* **27 Suppl 1**, 25-39.
- Jette AM & Branch LG (1981). The Framingham Disability Study: II. Physical disability among the aging. *Am J Public Health* **71**, 1211-1216.
- Judge JO, Underwood M, & Gennosa T (1993). Exercise to improve gait velocity in older persons. *Arch Phys Med Rehabil* **74**, 400-406.
- Kalopotharakos V, Smilios I, Parlavatzas A, & Tokmakidis SP (2007). The effect of moderate resistance strength training and detraining on muscle strength and power in older men. *J Geriatr Phys Ther* **30**, 109-113.
- Kalopotharakos VI, Tokmakidis SP, Smilios I, Michalopoulos M, Gliatis J, & Godolias G (2005). Resistance training in older women: effect on vertical jump and functional performance. *J Sports Med Phys Fitness* **45**, 570-575.
- Klass M, Baudry S, & Duchateau J (2007). Voluntary activation during maximal contraction with advancing age: a brief review. *Eur J Appl Physiol* **100**, 543-551.
- Klein CS, Rice CL, & Marsh GD (2001). Normalized force, activation, and coactivation in the arm muscles of young and old men. *J Appl Physiol* **91**, 1341-1349.
- Knutzen KM, Brilla L, Caine D, Chalmers G, Gunter K, & Schot P (2002). Absolute vs. relative machine strength as predictors of function in older adults. *J Strength Cond Res* **16**, 628-640.

Kongsgaard M, Reitelseder S, Pedersen TG, Holm L, Aagaard P, Kjaer M, & Magnusson SP (2007). Region specific patellar tendon hypertrophy in humans following resistance training. *Acta Physiol (Oxf)* **191**, 111-121.

Kryger AI & Andersen JL (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.

Landers KA, Hunter GR, Wetzstein CJ, Bamman MM, & Weinsier RL (2001). The interrelationship among muscle mass, strength, and the ability to perform physical tasks of daily living in younger and older women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* **56**, B443-B448.

Lexell J & Taylor CC (1991). Variability in muscle fibre areas in whole human quadriceps muscle: effects of increasing age. *J Anat* **174**, 239-249.

Lexell J, Taylor CC, & Sjoström M (1988). What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J Neurol Sci* **84**, 275-294.

Lynch NA, Metter EJ, Lindle RS, Fozard JL, Tobin JD, Roy TA, Fleg JL, & Hurley BF (1999). Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. *J Appl Physiol* **86**, 188-194.

Macaluso A, Nimmo MA, Foster JE, Cockburn M, McMillan NC, & De VG (2002). Contractile muscle volume and agonist-antagonist coactivation account for differences in torque between young and older women. *Muscle Nerve* **25**, 858-863.

Magnusson SP, Beyer N, Abrahamsen H, Aagaard P, Neergaard K, & Kjaer M (2003). Increased cross-sectional area and reduced tensile stress of the Achilles tendon in elderly compared with young women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* **58**, 123-127.

Magnusson SP & Kjaer M (2003). Region-specific differences in Achilles tendon cross-sectional area in runners and non-runners. *Eur J Appl Physiol* **90**, 549-553.

Manini T, Marko M, VanArman T, Cook S, Fernhall B, Burke J, & Ploutz-Snyder L (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.

Martin JC, Farrar RP, Wagner BM, & Spirduso WW (2000). Maximal power across the lifespan. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* **55**, M311-M316.



- McCartney N, Hicks AL, Martin J, & Webber CE (1996). A longitudinal trial of weight training in the elderly: continued improvements in year 2. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* **51**, B425-B433.
- Melton LJ, III, Khosla S, Crowson CS, O'Connor MK, O'Fallon WM, & Riggs BL (2000). Epidemiology of sarcopenia. *J Am Geriatr Soc* **48**, 625-630.
- Meredith CN, Frontera WR, O'Reilly KP, & Evans WJ (1992). Body composition in elderly men: effect of dietary modification during strength training. *J Am Geriatr Soc* **40**, 155-162.
- Metter EJ, Lynch N, Conwit R, Lindle R, Tobin J, & Hurley B (1999). Muscle quality and age: cross-sectional and longitudinal comparisons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* **54**, B207-B218.
- Morse CI, Thom JM, Davis MG, Fox KR, Birch KM, & Narici MV (2004). Reduced plantarflexor specific torque in the elderly is associated with a lower activation capacity. *Eur J Appl Physiol* **92**, 219-226.
- Nakamura H, Fukushima H, Miwa Y, Shiraki M, Gomi I, Saito M, Mawatari K, Kobayashi H, Kato M, & Moriwaki H (2006). A longitudinal study on the nutritional state of elderly women at a nursing home in Japan. *Intern Med* **45**, 1113-1120.
- Narici MV & Maganaris CN (2006). Adaptability of elderly human muscles and tendons to increased loading. *J Anat* **208**, 433-443.
- Narici MV, Maganaris CN, Reeves ND, & Capodaglio P (2003). Effect of aging on human muscle architecture. *J Appl Physiol* **95**, 2229-2234.
- Nichols JF, Omizo DK, Peterson KK, & Nelson KP (1993). Efficacy of heavy-resistance training for active women over sixty: muscular strength, body composition, and program adherence. *J Am Geriatr Soc* **41**, 205-210.
- Overend TJ, Cunningham DA, Paterson DH, & Lefcoe MS (1992). Thigh composition in young and elderly men determined by computed tomography. *Clin Physiol* **12**, 629-640.
- Paddon-Jones D, Short KR, Campbell WW, Volpi E, & Wolfe RR (2008). Role of dietary protein in the sarcopenia of aging. *Am J Clin Nutr* **87**, 1562S-1566S.
- Porter MM, Vandervoort AA, & Lexell J (1995). Aging of human muscle: structure, function and adaptability. *Scand J Med Sci Sports* **5**, 129-142.

- Rantanen T, Era P, & Heikkinen E (1994). Maximal isometric strength and mobility among 75-year-old men and women. *Age Ageing* **23**, 132-137.
- Rice CL, Cunningham DA, Paterson DH, & Lefcoe MS (1989). Arm and leg composition determined by computed tomography in young and elderly men. *Clin Physiol* **9**, 207-220.
- Roelants M, Delecluse C, & Verschueren SM (2004). Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *J Am Geriatr Soc* **52**, 901-908.
- Roman WJ, Fleckenstein J, Stray-Gundersen J, Alway SE, Peshock R, & Gonyea WJ (1993). Adaptations in the elbow flexors of elderly males after heavy-resistance training. *J Appl Physiol* **74**, 750-754.
- Rosendahl E, Lindelof N, Littbrand H, Yifter-Lindgren E, Lundin-Olsson L, Haglin L, Gustafson Y, & Nyberg L (2006). High-intensity functional exercise program and protein-enriched energy supplement for older persons dependent in activities of daily living: a randomised controlled trial. *Aust J Physiother* **52**, 105-113.
- Roth SM, Ivey FM, Martel GF, Lemmer JT, Hurlbut DE, Siegel EL, Metter EJ, Fleg JL, Fozard JL, Kostek MC, Wernick DM, & Hurley BF (2001). Muscle size responses to strength training in young and older men and women. *J Am Geriatr Soc* **49**, 1428-1433.
- Skelton DA, Greig CA, Davies JM, & Young A (1994). Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65-89 years. *Age Ageing* **23**, 371-377.
- 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.
- Statistisk Sentralbyrå. Eldre i Norge. Statistisk Sentralbyrå . 1999.  
<http://www.ssb.no/emner/00/02/sa32/index.html>
- Statistisk Sentralbyrå. Trening, mosjon og friluftsliv. Statistisk Sentralbyrå . 2004.  
[http://www.ssb.no/vis/magasinet/slik\\_lever\\_vi/art-2004-06-15-01.html](http://www.ssb.no/vis/magasinet/slik_lever_vi/art-2004-06-15-01.html)
- Suetta C, Aagaard P, Rosted A, Jakobsen AK, Duss B, Kjaer M, & Magnusson SP (2004). Training-induced changes in muscle CSA, muscle strength, EMG, and rate of force development in elderly subjects after long-term unilateral disuse. *J Appl Physiol* **97**, 1954-1961.

Suetta C, Andersen JL, Dalgas U, Berget J, Koskinen S, Aagaard P, Magnusson SP, & Kjaer M (2008). Resistance training induces qualitative changes in muscle morphology, muscle architecture, and muscle function in elderly postoperative patients. *J Appl Physiol* **105**, 180-186.

Taaffe DR, Duret C, Wheeler S, & Marcus R (1999). Once-weekly resistance exercise improves muscle strength and neuromuscular performance in older adults. *J Am Geriatr Soc* **47**, 1208-1214.

Taaffe DR, 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.

Tracy BL, Ivey FM, Hurlbut D, Martel GF, Lemmer JT, Siegel EL, Metter EJ, Fozard JL, Fleg JL, & Hurley BF (1999). Muscle quality. II. Effects Of strength training in 65- to 75-yr-old men and women. *J Appl Physiol* **86**, 195-201.

Vandervoort AA & McComas AJ (1986). Contractile changes in opposing muscles of the human ankle joint with aging. *J Appl Physiol* **61**, 361-367.

Vincent KR, Braith RW, Feldman RA, Magyari PM, Cutler RB, Persin SA, Lennon SL, Gabr AH, & Lowenthal DT (2002). Resistance exercise and physical performance in adults aged 60 to 83. *J Am Geriatr Soc* **50**, 1100-1107.

Visser M, Deeg DJ, Lips P, Harris TB, & Bouter LM (2000). Skeletal muscle mass and muscle strength in relation to lower-extremity performance in older men and women. *J Am Geriatr Soc* **48**, 381-386.

Welle S, Totterman S, & Thornton C (1996). Effect of age on muscle hypertrophy induced by resistance training. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* **51**, M270-M275.

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

Westh E, Kongsgaard M, Bojsen-Moller J, Aagaard P, Hansen M, Kjaer M, & Magnusson SP (2008). Effect of habitual exercise on the structural and mechanical properties of human tendon, in vivo, in men and women. *Scand J Med Sci Sports* **18**, 23-30.