

Mauritz Kåshagen

---

## Effekten av nativ myse og melkeprotein supplementering i kombinasjon med styrketrening på muskelmasse og styrke hos utrente yngre

En 12 ukers dobbeltblind, randomisert kontrollert studie

---

Masteroppgave i  
Seksjon for fysisk prestasjonsevne  
Norges idrettshøgskole, 2017



## Sammendrag

**Innlending:** Nativ myse er utvinnet fra melk med filtrering som er en mer skånsom metode enn vanlig produksjon av myse. Denne metoden gir nativ myse et høyere innhold av leucine enn vanlig myse. Leucine anses som den mest anabole aminosyren og har en viktig rolle i å stimulere muskelproteinsyntesen. **Mål:** Målet med denne masteroppgaven er å sammenligne langtidseffektene på muskelmasse og muskelstyrke ved supplementering med nativ myse og melkeprotein gjennom en styrketreningsperiode **Metode:** 40 personer i alderen 18 - 45 år ble rekruttert til studien. Disse inntok 2x20gram nativ myse eller melkeprotein per dag med samtidig styrketrening 3 ganger i uken over 12 uker. Det ble gjort 1RM tester i beinpress og benkpress, ultralyd måling av m. vastus lateralis, DXA og MR av lår og overkropp. Forsøket ble gjennomført som et dobbeltblind randomisert kontrollert studie. **Resultater:** Det ble funnet relativt lik endring i fettfrimasse målt med DXA i begge grupper med en endring på  $5,2 \pm 2,9$  % i melkegruppen og  $5,5 \pm 2,7$  % i nativ mysegruppen. Tykkelsen av venstre m. vastus lateralis økte med  $11,6 \pm 6,4$  % i melkegruppen og  $10,8 \pm 6,5$  % i nativ mysegruppen. Det største tverrsnittet i hver av musklene i quadriceps økte med  $12,1 \pm 6,4$  % i melkegruppen og  $12,5 \pm 5,4$  % i nativ mysegruppen. Volumet i quadriceps økte med  $12,2 \pm 7,3$  % i melkegruppen og  $12,3 \pm 5,6$  % i mysegruppen. Det var ingen signifikante forskjeller mellom gruppene. Endringen i 1RM beinpress var på  $32,6 \pm 14,6$  % i melkegruppen og  $30,1 \pm 11,8$  % i nativ mysegruppen. Endringen i 1RM benkpress var på  $27,3 \pm 7,2$  % i melkegruppen og  $26,9 \pm 11,2$  % i nativ mysegruppen. **Diskusjon:** Det var ingen meningsfulle forskjeller mellom melkegruppen og nativ mysegruppen, dette kan skyldes det høye leucine innholdet i melkeprotein og et høyt totalt protein inntak. De ulike målemetodene stemte godt overens og reduserer risikoen for en type II feil. **Konklusjon:** Etter 12 uker med helkroppsstyrketrening tre ganger per uke økte de unge forsøkspersonene markant i muskelstyrke og muskelmasse. Vi fant ingen forskjeller mellom inntak av 2x20 gram per dag melkeprotein eller nativ myseprotein med hensyn til muskelhypertrofi eller styrke

## Forord

Endelig er jeg ferdig, dette har tatt tid, lang tid og jeg hadde ikke kommet i mål uten all den støtten jeg har fått fra veiledere, familie og venner.

Jeg har samtidig som jeg har vært masterstudent også prøvd å satse friidrett på topp nasjonalt og internasjonalt nivå. Støtten og den utrolige tålmodigheten til rundt meg resulterte i mine beste sesonger noen sinne, tusen takk!

En stor takk til professor Truls Raastad som ikke ga meg opp til tross for varierende oppmøte på lab møter. Tusen takk Håvard Hamarsland for alle gode veiledninger og samtaler. Du har både veiledet og motivert meg til å komme gjennom dette, takk for at du ga meg denne muligheten.

Takk Mathias Korterød Johansen for opplæring på ultralyd. Takk til alle mine klassekamerater, men spesielt Vilde Handegard som alltid er vennlig og imøtekommende. Takk til alle forsøkspersonene og andre som har bidratt direkte og indirekte til at dette ble mulig. Takk til alle som er og har vært innom muskelgruppa.

Takk til mamma og pappa og resten av familien for støtten, selv om dere maser vel mye noen ganger, dette hadde blitt vanskelig om jeg sto på bar bakke. Takk Carl Emil Kåshagen for hjelp med utregninger, graf-plotting og frokost laging.

Oslo, Oktober 2017

Mauritz Kåshagen

# Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG.....	2
FORORD .....	3
<b>1 INNLEDNING .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Hypoteser:.....</b>	<b>7</b>
<b>2 TEORI .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Protein supplementering ved samtidig styrketrening .....</b>	<b>8</b>
2.1.1 Myse .....	9
2.1.2 Leucine.....	9
<b>2.2 Målemetoder.....</b>	<b>10</b>
2.2.1 DXA .....	10
2.2.2 Ultralyd .....	11
2.2.3 MR .....	12
<b>3 METODE.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Forsøkspersoner .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Treningsintervensjonen .....</b>	<b>15</b>
3.2.1 Ultralyd .....	17
3.2.2 DXA .....	17
3.2.3 MR .....	18
<b>3.3 Akutforsøk .....</b>	<b>19</b>
<b>3.4 Ernæring .....</b>	<b>19</b>
<b>3.5 Muskelstyrke .....</b>	<b>21</b>
3.5.1 Beinpress .....	21
3.5.2 Benkpress .....	21
3.5.3 MVC .....	21
<b>3.6 Statistikk.....</b>	<b>22</b>
<b>4 RESULTATER.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1 Treningsbelastning og ernæring.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2 Kroppssammensetning .....</b>	<b>24</b>
<b>4.3 Hypertrofi .....</b>	<b>26</b>
4.3.1 Hypertrofi overkropp.....	26

4.3.2	Hypertrofi vastus lateralis.....	27
4.3.3	Hypertrofi bein .....	28
4.3.4	Hypertrofi bryst .....	31
4.3.5	Hypertrofi per snitt.....	32
<b>4.4</b>	<b>Muskelstyrke .....</b>	<b>33</b>
<b>5</b>	<b>DISKUSJON .....</b>	<b>36</b>
<b>5.1</b>	<b>Ernæring .....</b>	<b>36</b>
<b>5.2</b>	<b>Kroppssammensetning .....</b>	<b>37</b>
5.2.1	DXA .....	37
5.2.2	MR .....	38
5.2.3	Ultralyd .....	39
<b>5.3</b>	<b>Hypertrofi .....</b>	<b>39</b>
5.3.1	Muskelstyrke .....	40
<b>5.4</b>	<b>Korrelasjoner .....</b>	<b>41</b>
<b>5.5</b>	<b>Metodediskusjon .....</b>	<b>42</b>
<b>5.6</b>	<b>Konklusjon .....</b>	<b>42</b>
<b>6</b>	<b>KILDER.....</b>	<b>44</b>
	TABELLOVERSIKT .....	52
	FIGUROVERSIKT.....	53
	VEDLEGG .....	55

# 1 Innledning

Fra et helseperspektiv er det mange fordeler med økt muskelmasse og funksjonalitet. Hos den eldre befolkningen vil en økning i muskelmasse og funksjon gjøre hverdagslige gjøremål enklere og fremme livskvaliteten. Økt muskelmasse fungerer også som en beskyttende faktor mot sykdom og til og med død (Beaudart, Zaaria, Pasleau, Reginster, & Bruyere, 2017; Ruiz et al., 2008). Også hos den yngre befolkningen vil økt muskelmasse ha positive aspekter i for eksempel idrett, selv om det kosmetiske er viktigst for noen.

Den viktigste regulatoren for muskelmasse er aktivitetsnivået, men også energi og proteinbalansen er viktig. Muskulaturen må være i en positiv nitrogenbalanse for å øke muskelmassen (Tarnopolsky, MacDougall, & Atkinson, 1988).

Det er innen idretten man har sett størst interesse rundt hvordan en kan øke muskelmasse og prestasjon og det kan være mye å tjene på selv en liten øking i muskelmasse og styrke. På det jevne treningssenteret kan nå virke som bred enighet, godt hjulpet av kommersielle interesser, om at proteintilskudd ved styrketrening gir økt muskelmasse. Selv om det vitenskapelige grunnlaget for å påstå dette er noe mer nyansert, har det allikevel grunnlag i vitenskapelige undersøkelser (Cermak, Res, de Groot, Saris, & van Loon, 2012a; Morton et al., 2017).

Selv om et godt og variert kosthold med nok protein normalt sett er tilstrekkelig for å oppnå muskelvekst ved samtidig styrketrening, kan det muligens føre til en ytterligere økning i muskelmasse med ekstra tilskudd av protein. Dette kan være spesielt viktig for grupper som har et lavt inntak av protein i utgangspunktet som eldre, syke og for grupper som har et økt protein behov som idrettsutøvere eller aktive mosjonister.

Det er vist at forskjeller i proteinkvalitet kan ha betydning for størrelsen på signaleringen ved samtidig styrketrening (Phillips, Tang, & Moore, 2009). Det har vært vanskelig å finne forskjeller i muskel hypertrofi ved sammenligning av protein av ulik kvalitet. Eventuelle forskjeller kan derfor være små og det er viktig med presise målemetoder.

I motsetning til vanlig myseprotein er ikke nativ myse et resultat av osteproduksjon, men filtreres ut i forkant av den videre behandlingen av kaseinet. Å produsere myse med denne filtrasjonsteknikken gir et høyere innhold av aminosyren leucine. Leucine anses som den mest anabole aminosyren og har en viktig rolle i å stimulere muskelproteinsyntesen (Devries & Phillips, 2015). Nativ myse er derfor interessant å undersøke i forbindelse med styrketrening og muskelvekst, da det er mange grupper i samfunnet som kan dra nytte av protein med

positive egenskaper på styrke og muskelmasse. Det er gode holdepunkter for at proteintilskudd ved styrketrening resulterer i økt muskelmasse og styrke sammenlignet med karbohydrat, protein av lavere kvalitet og uten tilskudd (Cermak et al., 2012a; Morton et al., 2017) Sett fra et samfunnsperspektiv er det derfor mer interessant å sammenligne nativ myse med en proteinkilde som allerede er godt tilgjengelig og av høy kvalitet nemlig melkeprotein.

Målet med denne masteroppgaven er å sammenligne langtidseffektene av supplementering med nativ myse og melkeprotein ved samtidig styrketrening på muskelmasse og muskelstyrke

TINE-studien: Sammenligne supplementering med Nativ Myse eller lettmeik over en 12-ukers styrketreningsperiode med hensyn til endringer i muskelmasse, styrke og funksjonalitet hos yngre og eldre deltakere.

Min masteroppgave: Undersøke endringer i muskelmasse og muskelstyrke, ved supplementering av nativ myse eller melkeprotein etter 12-ukers styrketreningsperiode og se på eventuelle forskjeller mellom gruppene.

## **1.1 Hypoteser:**

H<sub>1</sub>: Daglig inntak av native myseprotein vil fremme en økning i styrke og muskelmasse målt med DXA, ultralyd og MR over en 12 ukers treningsperiode sammenlignet med tilskudd av proteiner fra lettmeik.

H<sub>0</sub>: Det vil ikke være noen forskjeller i verken styrke eller muskelmasse målt med DXA, ultralyd og MR. Det betyr at det ikke er noen signifikante forskjeller mellom proteiner fra lettmeik og myseprotein når det kommer til økning i muskelmasse og styrke over tid.



## 2 Teori

Tabell 1: oversikt over utvalgte studer som har undersøkt proteintilskudd ved samtidig styrketrening over tid:

	Protein	Kontroll	Intensitet	Treningsperiode (uker)	Energi lik?	1 RM forandring beinpress	Gruppeforskjell?	Hypertrofi fettfri masse	Gruppeforskjell?
(Hartman JW1, 2007)	Melk	Karbohydrat	80 % 1RM	12	ja	102 %	nei	6,2 %	Nei
(Hulmi et al., 2009a)	Myse	Vann	40-85 % 1M	21	nei	19,8 %	ja	9,9 % tverrsnitt quadriceps	nei
(Rozenek, Ward, & Garhammer, 2002)	Myse + kasein	Karbohydrat	70% 1RM	8	ja	24,5 %	nei	4,3 %	nei
(Volek et al., 2013)	Myse	Myse + kasein	30 -90 % 1RM	12	ja	20,4 % (knebøy)	ja	3,1	ja
(Joy et al., 2013)	Myse	Ris protein		6	ja	10 %	nei	5,4	nei
(Cribb, Williams, Stathis, Carey, & Hayes, 2007)	Myse	karbohydrat		11	ja	Oppgir ikke tall	ja	3,9 %	nei

### 2.1 Protein supplementering ved samtidig styrketrening

Det er antatt at en økning i protein inntak fremmer en økning i muskelmasse ved samtidig styrketrening (Cermak, Res, de Groot, Saris, & van Loon, 2012b). Samtidig er det vist at når det grunnleggende protein behovet er dekket vil økning i energiinntak fremme muskelvekst (Rozenek et al., 2002). En økning i protein og energiinntak uten trening hos utrente kan også fremme muskelvekst, men også økt fettmasse (Bray et al., 2012). Styrketrening, eller annen aktivitet som stimulerer muskulaturen, vil fremme muskelvekst også uten inntak av ekstra protein eller energi som vist i de fleste studier som benytter kontrollgruppe uten supplementering.

Det er vist at proteinsupplementering gir økt signalering etter styrketrening (Biolo, Tipton, Klein, & Wolfe, 1997; Burd, Tang, Moore, & Phillips, 2009; Burd et al., 2011; Tipton et al., 2004). Denne effekten er vanskeligere å observere som muskelvekst over tid, og mange studier finner ingen effekter over tid av proteinsupplementering (Mitchell et al., 2015; Rozenek et al., 2002; White, Bauer, Hartz, & Baldrige, 2009). Mens andre finner en positiv

effekt av protein inntak(Hulmi et al., 2009a; Josse, Tang, Tarnopolsky, & Phillips, 2010; Volek et al., 2013). Årsaken til det at det konkluderes i begge retninger kan være knyttet til studiedesign og hvilken type kontroll supplementering som ble benyttet. Det er gjennomført tre metaanalyser som har gjennomgått gjeldene literatur på proteinsupplementering ved samtidig styrketrening for yngre forsøkspersoner. Disse konkluderte med at inntak av protein i forbindelse med styrketrening fremmet muskelvekst og muskelstyrke(Cermak et al., 2012b; Miller, Alexander, & Perez, 2014; Morton et al., 2017).

Det er som nevnt vist at proteintilskudd ved samtidig styrketrening øker signaleringen etter styrketrening. Protein fra ulike kilder har også vist å gi en ulik størrelse på signaleringen som igjen kan føre til endring i muskelmassen og styrke(Candow, Burke, Smith-Palmer, & Burke, 2006; Cribb, Williams, Carey, & Hayes, 2006; Volek et al., 2013). Andre har ikke funnet en forskjell(Denysschen, Burton, Horvath, Leddy, & Browne, 2009; Joy et al., 2013).

### **2.1.1 Myse**

Myseprotein kan lages på flere måter, men lages som oftest som et overskuddsprodukt fra osteproduksjon. Ved å redusere pH verdien i melk til 4,6 vil 80 % av melkeproteinene klumpe seg og forme kasein. De resterende 20 % av melkeproteinene kalles myse. Denne måten å produsere myse på denaturerer proteinene og reduserer mengden essensielle aminosyrer(Schmidt, Packard, & Morris, 1984).

Ved å filtrere melken gjennom en serie med mikrofilter kan man produsere myseprotein uten å redusere pH og uten denaturering av proteinene. Myseprotein produsert på denne måten kalles nativ myse(Brans, Schroën, van der Sman, & Boom, 2004). Sett fra et treningsperspektiv er den største forskjellen mellom vanlig myse og nativ myse at nativ myse har et større innhold av aminosyren leucine

### **2.1.2 Leucine**

Leucine blir av noen vurdert som avgjørende for å maksimere proteinsyntesen, dette blir kalt leucine-trigger hypotesen(Phillips, 2014). Leucine stimulerer proteinsyntesen gjennom mTOR signalering(Anthony et al., 2000). Det er vist at den maksimale proteinsyntesen akutt etter styrketrening øker med inntak leucine(Norton et al., 2009). Verhoeven et al fant imidlertid ikke langtidseffekter ved inntak av ren leucine hos eldre forsøkspersoner(Verhoeven et al., 2009). Det er blitt spekulert i om den økningen i proteinsyntese etter inntak av leucine er av for kort varighet til å resultere i hypertrofi av muskulaturen(Breen & Churchward-Venne,

2012; Glover et al., 2008). Om leucine-trigger hypotesen skulle stemme kan en større mengde protein som inneholder mindre mengde leucine akkumulere mengden leucine til å trigge maksimal proteinsyntese (Joy et al., 2013).

Inntak av 20 gram protein av høy kvalitet er vist å stimulere proteinsyntesen maksimalt, uten merkbar ekstra effekt av 40 gram protein i yngre (Cuthbertson et al., 2005; Moore et al., 2009). 20 gram protein med høy kvalitet tilsvarer 8-9 gram essensielle aminosyrer og 1,8 gram leucine. Det dette tilsvarer rundt 0,24 gram protein per kilo kroppsvekt. Det er noe uklart om enda større mengde leucine vil økte proteinsyntesen ytterligere (Tipton, Elliott, Ferrando, Aarsland, & Wolfe, 2009).

Det er tidligere blitt antatt at protein gitt en kort periode etter styrketrening øker muskelmassen enn om proteinet blir inntatt senere (Cribb et al., 2006). En annen studie annen studie fant ikke noen effekt på protein timingen (Hoffman et al., 2009). Schoenfeld et al fant i sin metastudie ingen effekt på protein timingen (Schoenfeld, Aragon, & Krieger, 2013).

## **2.2 Målemetoder**

Det finnes flere ulike måter å måle muskelmasse, eksempler på de mest brukte metodene som benyttes er ultralyd, magnetresonanstomografi (MR), dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) og computed tomography (CT). Disse metodene har ulik validitet og reliabilitet (Heymsfield, Adamek, Gonzalez, Jia, & Thomas, 2014). I denne studien benyttes, MR, DXA og ultralyd.

### **2.2.1 DXA**

En mye benyttet metode for måling av kroppssammensetning er dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). DXA har i likhet med MR høy validitet og reliabilitet (Chen et al., 2007b). DXA er vist å samsvare godt med MR (T.M. Maden-Wilkinson, H. Degens, D.A. Jones, & McPhee, 2013). I motsetning til MR egner DXA seg godt til helkroppsanalyser, og er en betydelig raskere å analysere i etterkant enn MR (Chen et al., 2007a). DXA egner seg også godt til å undersøke beinmineraltettheten, noe som kan være spesielt interessant hos eldre, men også yngre (Fuller, Laskey, & Elia, 1992). En utfordring ved DXA er at man må faste i minst 6 timer før undersøkelsen får å få nøyaktige resultater (Laskey, 1996). Om man ikke faster vil mage og tarminnholdet og den totale væskebalansen forstyrre målingene (Pietrobelli, Wang, Formica, & Heymsfield, 1998). Forsøkspersonene blir ved DXA utsatt for

små doser røntgenstråling, men godt innenfor akseptable mengder for friske personer (Laskey, 1996).

Levine et al har vist at DXA overestimerer fettfrimasse i underekstremitetene sammenlignet med CT (Levine et al., 2000). Levine et al peker på at dette kan være grunnet usikkerhet med CT og at det ikke nødvendigvis er DXA som måler feil. Levine konkluderer med at det er fordelaktig med flere målemetoder for å sikre større validitet. Ved måling av fettmasse er DXA vist å måle svært nøyaktig(Levine et al., 2000).

DXA er vist å måle noe ulikt på tvers av produsenter og modeller av DXA apparater (Marinangeli & Kassis, 2013). På samme apparat er derimot DXA vist å ha høy reliabilitet og Bredella et al rapporterte en variasjonskoeffisient på 2,4 % for fettfri masse og 1,7 % for fettmasse (Bredella et al., 2010).

### **2.2.2 Ultralyd**

Ultralyd er en kostnadseffektiv og rask metode som blant annet benyttes til å måle muskeltykkelse og tverrsnittareal. Metoden krever en standardisert prosedyre da små avvik kan resultere i unøyaktige resultater(Bemben, 2002; Lixandra~o et al., 2014). En viktig faktor når man måler muskelstørrelsen er trykket fra ultralydproben mot huden, dette vil komprimere den underliggende muskulaturen og man vil få et underestimert resultat. Dette kan løses ved å bruke en betydelig mengde ultralyd gele, slik man kan se gelen mellom huden og proben på ultralydbildene(Lixandra~o et al., 2014). Det er viktig å måle på nøyaktig samme målested da muskeltykkelsen ikke lik i hele muskulaturens lengde(Hakkinen et al., 2001). dette kan gjøres på ulike måter, men det viktigste er at metoden blir standardisert (Mendis, Wilson, Stanton, & Hides, 2010).

Bemben (2002) peker i sin redegjørelse av ultralydmåling på muskelstørrelsen på flere mulige feilkilder (Bemben, 2002). Som nevnt tidligere er trykk av proben viktig å ta hensyn til, men også orienteringen av proben er av betydning. Ved tverrsnitts målinger vil en liten rotasjon av proben resultere i en stor endring av målt areal. Betydningen av å vite hvordan proben er orientert ved pre til post målinger er derfor viktig. Bemben konkluderer allikevel med at ultralyd er god og effektiv målemetode når man tar utfordringene i betraktning sammenlignet med DXA og MR. Menon et al konkluderte i sitt studie med at ultralyd kan være mer sensitiv for å finne endringer i muskelstørrelse enn DXA(Menon et al., 2012).

Ultralyd er betegnet som en nøyaktig målemetode gjort på rett måte (Heymsfield et al., 2014; Mendis et al., 2010). English et al konkluderte i sin metaanalyse med at ultralyd har en god reliabilitet(English, Fisher, & Thoirs, 2012). Selv om nøyaktigheten til metoden avhenger av ferdighetene til ultralydoperatøren er det vist at med god opplæring gir ultralydmålinger god reliabilitet på kort tid(Menon et al., 2012).

### **2.2.3 MR**

Magnetresonanstomografi (MR) blir ofte omtalt som gullstandarden innenfor måling av muskelvekst (Lixandraõ et al., 2014). MR er en relativt dyr målemetode, men har etter hvert sunket i pris og er nå betydelig billigere og mer tilgjengelig enn den var. (Gille et al., 2011; Heymsfield et al., 2014). MR har en svært god validitet i måling av muskelmasse ved måling av kadaverkontroller(Abate, Burns, Peshock, Garg, & Grundy, 1994; Mitsiopoulos et al., 1998). MR er også en god metode for måling av fettmasse, selv om DXA er vanligere og enklere å benytte(Abate et al., 1994).

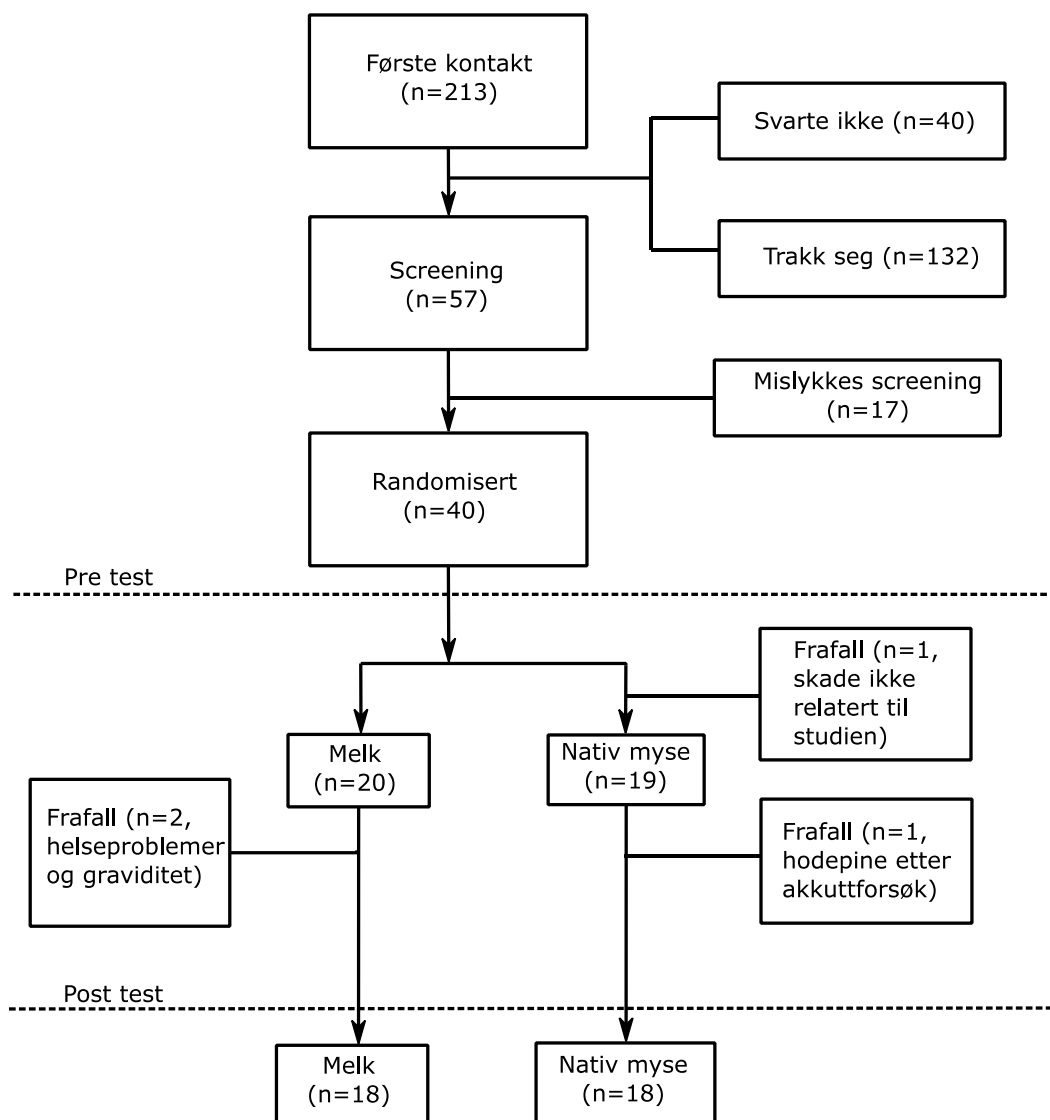
### **3 Metode**

Denne masteroppgaven inngår som en del av et større doktorgradsprosjekt ved Norges Idrettshøyskole. Studien denne masteroppgaven baserer seg på er en tolv ukers treningsintervensjon med protein supplementering. Den dobbeltblinde randomiserte og kontrollerte studien har sett på akutt signalisering og ulike målinger av forandring i kroppssammensetning og muskelstyrke. Fokuset i denne masteroppgaven er forandring i kroppssammensetning, muskelmasse og muskelstyrke.

Prosjektet ble godkjent av regional komite for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk sørøst Norge og er gjennomført i henhold til Helsinkideklarasjonen. Studien finansieres av Tine og Forskningsrådet

#### **3.1 Forsøkspersoner**

40 personer i alderen 18 - 45 år ble rekruttert til studien, hovedsakelig gjennom det sosiale nettstedet Facebook og ga sitt samtykke etter å ha lest informasjonsskrivet om studien. Disse forsøkspersonene ble randomisert til en av de to supplementeringsgruppene: nativ myse eller lettmeik. Underveis i studien frafalt det fire personer, slik at det til slutt ble 18 personer i hver av supplementeringsgruppene. Se figur 1. for et prosessdiagram av rekrutering og frafall underveis. Inklusjons og eksklusjonskriteriene kommer frem av tabell 2.



Figur 1: Et prosessdiagram over antall personer under rekrutering og underveis i studien.

Tabell 2: Inklusjonskriterier og eksklusjonskriterier

Inklusjonskriterier	Eksklusjonskriterier
18-45 år	Laktoseintoleranse eller melkeallergi
Uten skader i skjelett og muskelapparatet	Allergi mot bedøvelse
Ingen regelmessig styrketrening de siste seks måneder	Inntak av kosttilskudd senere enn en uke før intervensjonsstart

Tabell 3: Oversiktstabell over forsøkspersonene

	Nativ myse (n=18)	Lettmelk (n=18)
Kjønnsfordeling (antall)	♂=8 ♀=10	♂=8 ♀=10
Alder (år)	30,1 ± 5,5	28,9 ± 5,3
Vekt (kg)	77,9 ± 11,7	77,9 ± 16,0
VL tykkelse (cm)	2,64 ± 0,46	2,46 ± 0,46
Quadriceps CSA (cm <sup>2</sup> )	198 ± 35	194 ± 43
Triceps CSA (cm <sup>2</sup> )	26,3 ± 7,5	24,2 ± 8,1
Lean body mass (kg)	54,2 ± 8,0	53,2 ± 10,7
Fettmasse (kg)	27,3 ± 7,9	29,1 ± 6,1
Beinpress (kg)	269 ± 76,6	273 ± 83,0
Benkpress (kg)	64,3 ± 22,5	60,9 ± 22,4

### 3.2 Treningsintervensjonen

Forsøkspersonene gjennomførte et 12 ukers helkroppstreningsprogram med trening tre ganger per uke. Forsøkspersonene ble trent av instruktør alle øktene de første tre ukene og to ganger per uke, på mandag og fredag, fra og med uke fire. Instruktør var til stede og tilgjengelig for hjelp den resterende treningsdagen. Det ble rullert på hvilken instruktør som var tilstede på øktene for å unngå systematiske forskjeller basert på innflytelse fra instruktør. På mandag og fredagsøktene skulle settene kjøres til utmattelse, mens onsdagsøktene skulle

Tabell 4: Oversikt over relativ belastning og progresjon i de ulike øvelsene



Uke	Øvelse	Mandag			Onsdag			Fredag		
		Sett	Repetisjoner	Belasting	Sett	Repetisjoner	Belasting	Sett	Repetisjoner	Belasting
1-3	<b>Knebøy</b>	2	12	RM	2	10	90 % av 12RM	1	8	RM
	<b>Beinpress</b>	2	12	RM	2	10	90 % av 12RM	2	8	RM
	<b>Kneekstensjon</b>	1	12	RM	2	10	90 % av 12RM	1	8	RM
	<b>Benkpress</b>	1	12	RM	2	10	90 % av 12RM	2	8	RM
	<b>Sittende roing</b>	2	12	RM	2	10	90 % av 12RM	1	8	RM
	<b>sittende nedtrekk</b>	1	12	RM	2	10	90 % av 12RM	2	8	RM
	<b>Skulderpress</b>	1	12	RM	2	10	90 % av 12RM	1	8	RM
4-6	<b>Knebøy</b>	2	10	RM	2	10	90 % av 10RM	2	8	RM
	<b>Beinpress</b>	2	10	RM	3	10	90 % av 10RM	2	8	RM
	<b>Kneekstensjon</b>	2	10	RM	2	10	90 % av 10RM	2	8	RM
	<b>Benkpress</b>	2	10	RM	3	10	90 % av 10RM	2	8	RM
	<b>Sittende roing</b>	2	10	RM	3	10	90 % av 10RM	2	8	RM
	<b>sittende nedtrekk</b>	2	10	RM	2	10	90 % av 10RM	2	8	RM
	<b>Skulderpress</b>	2	10	RM	2	10	90 % av 10RM	1	8	RM
7-9	<b>Knebøy</b>	3	10	RM	3	10	90 % av 10RM	3	6	RM
	<b>Beinpress</b>	3	10	RM	3	10	90 % av 10RM	3	6	RM
	<b>Kneekstensjon</b>	2	10	RM	3	10	90 % av 10RM	2	6	RM
	<b>Benkpress</b>	3	10	RM	3	10	90 % av 10RM	3	6	RM
	<b>Sittende roing</b>	3	10	RM	3	10	90 % av 10RM	2	6	RM
	<b>sittende nedtrekk</b>	2	10	RM	3	10	90 % av 10RM	3	6	RM
	<b>Skulderpress</b>	2	10	RM	2	10	90 % av 10RM	2	6	RM
10-12	<b>Knebøy</b>	3	8	RM	3	8	90 % av 10RM	3	6	RM
	<b>Beinpress</b>	3	8	RM	3	8	90 % av 10RM	3	6	RM
	<b>Kneekstensjon</b>	3	8	RM	3	8	90 % av 10RM	3	6	RM
	<b>Benkpress</b>	3	8	RM	3	8	90 % av 10RM	3	6	RM
	<b>Sittende roing</b>	3	8	RM	3	8	90 % av 10RM	3	6	RM
	<b>sittende nedtrekk</b>	2	8	RM	3	8	90 % av 10RM	3	6	RM
	<b>Skulderpress</b>	2	8	RM	3	8	90 % av 10RM	2	6	RM

kjøres submaksimalt, 90 prosent av RM, se tabell 3. Om noen av forsøkspersonene mistet noen av øktene ble det lagt opp til at de kunne ta igjen øktene ved et senere tidspunkt, da målet var at alle forsøkspersonene skulle gjennomføre 36 økter.

### 3.2.1 Ultralyd

Forsøkspersonene gjennomgikk en ultralydundersøkelse av høyre lår, der det ble målt tykkelsen av m. vastus lateralis (VL) Målingene ble gjort på 40 % av målt femur lengde fra kneet nedenfra og opp. Femur lengden ble definert som distansen fra trochanter major til leddspalten, lokalisert med palpering og ultralyd, og målt med målebånd. En penn ble brukt til å markere målingspunktet.

Flere bilder ble tatt pre og post, og de tre beste bildene ble inkludert til bruk i utregningen av VL tykkelsen. En betydelig mengde ultralydgele ble brukt, slik at det dannet seg et cirka 0,4 centimeter tykt lag mellom huden og proben, dette for å hindre trykk og deformering av muskelen i tråd med anbefaling i litteraturen (Lixandra~o et al., 2014). Etter ultralydmålingene ble et gjennomsiktig plastark plassert på låret og målestedet avmerket med tusj på plastarket sammen med kneskålen, føflekker, arr og andre kjennetegn i huden. Ved post måling ble det gjennomsiktige plastarket på nytt lagt på låret og målestedet avtegnet på huden gjennom hull i plastarket.

Ved post måling ble de tidligere bildene vist på en separat skjerm til finjustering til ultralydmålingene basert på synlig bindevev inne i muskulaturen.

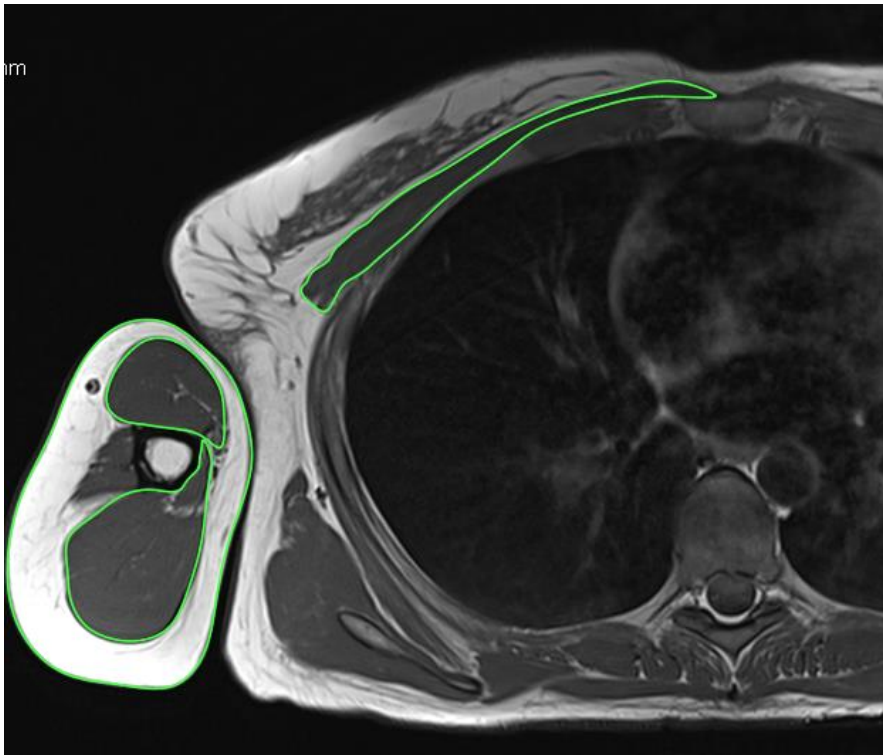
Alle ultralydbildene ble analysert tre ganger i ImageJ v1.50a (National Institutes of Health, USA). Et gjennomsnitt av 3 bilder ble benyttet til utregning av et gjennomsnitt av tykkelsen av VL for pre og post målingene.

### 3.2.2 DXA

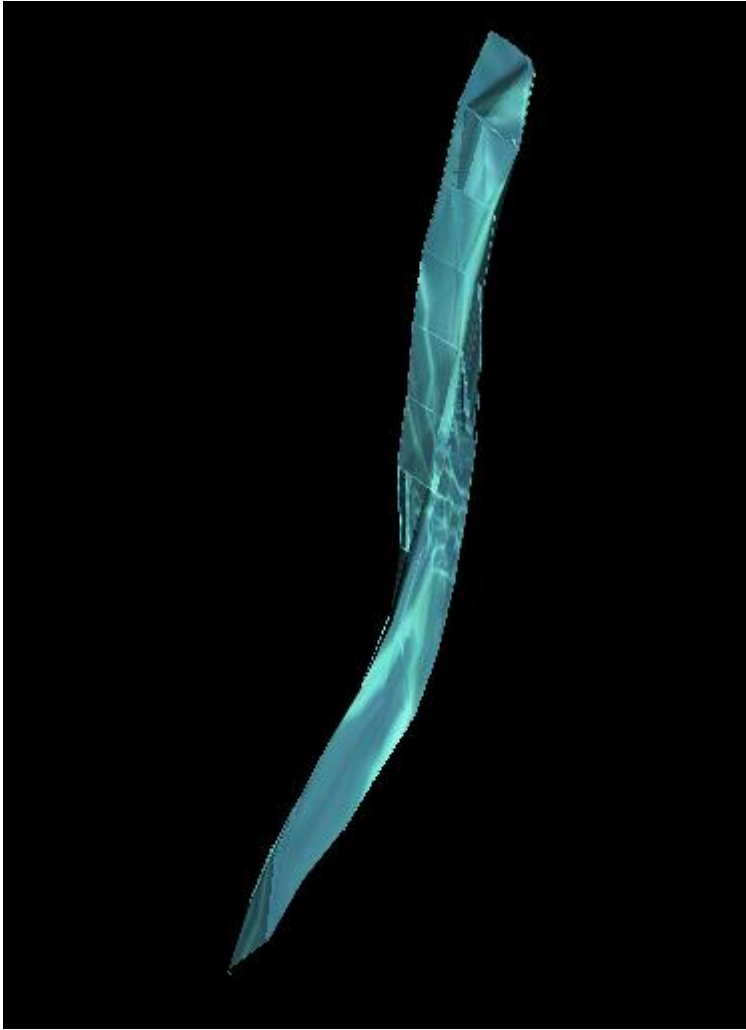
Måling av kroppssammensetning ble gjort med dual energy X-ray absorptiometry (DXA) på en Lunar iDXA (GE Healthcare, Madison, Wisconsin) med enCORE programvare (versjon 14.10.022) før og etter intervensjonen. DXA målingene ble gjort om morgenen med 8 timer siden sist måltid. Forsøkspersonene ble scannet fra hode til føtter liggende på ryggen i tråd med produsentens retningslinjer. Det ble gjort analyser på fettfri kroppsmasse, fettmasse og beinmineralitet. Analyser for armer, bein og bryst ble gjort i etterkant på enCORE programvaren. Leddspalten albuledet og armhulen ble brukt som retningslinjer for måling av overarm. Kragebein og det 6 ribbeinsparet, ovenfra og ned, ble brukt som retningslinjer for avgrensingen av m. pectoralis major.

### 3.2.3 MR

Det ble gjort magnetisk resonans bildeframstilling (MR) av forsøkspersonene (GE Signa 1.5 Tesla Echospeed, GE Medical). 15 tverrsnittsbilder ble tatt av lårmuskulaturen med lik avstand mellom bildene. Lengden av femur ble brukt som utgangspunkt for fordeling av MR bildene. Det ble tatt 10 bilder av bryst og overarm med lik lengde mellom bildene. Lengden av humerus ble brukt som utgangspunkt for fordelingen av MR bildene. Bildene ble lagret DICOM format (Digital Imaging and Communications in Medicine) og analysert ved hjelp av dataprogrammet OsiriX v5.5.1 (Pixmeo, Sveits). Tverrsnittet av musklene i låret og høyre overarm samt høyre bryst ble funnet manuelt og brukt til å lage en estimering av volumet av de enkelte musklene i måleområdet. Variasjonskoeffisient i målingene var under to prosent.



Figur 2: Eksempel på et MR bilde med markert omriss av *m. pectoralis major*, *m. biceps brachii* og *m. triceps brachii*



*Figur 3: Eksempel på 3D figur hentet fra OsiriX. Representerer muskelvolumet laget med utgangspunkt fra muskelomrissene i MR tverrsnittene. Muskelen på bilde er m. sartorius.*

### **3.3 Akutforsøk**

Det ble gjennomført et akutforsøk på 20 av forsøkspersonene. Akutforsøket inkluderte fire biopsier av vastus lateralis og blodprøver i forbindelse med en treningsøkt. Akutforsøket inngår ikke i denne oppgaven og vil derfor ikke bli omhandlet her.

### **3.4 Ernæring**

Forsøkspersonene ble instruert til å innta 20 gram proteinsupplement to ganger per dag med enten nativ myse eller melkeprotein. Tilskuddet ble tatt morgen og kveld på treningsfrie

dager, på dager med trening ble en av dosene tatt rett etter trening. Eventuelle avvik ble registrert gjennom selvrapporing notert ved hver treningsdag av instruktør.

Proteintilskuddet var i pulverform og ble blandet ut i fire desiliter vann før inntak. Nativ myse ble kjøpt av Lactalis® (Laval, Mayenne, Frankrike) og melkeproteinet ble levert av Tine ASA (Oslo, Norge). Proteintilskuddene inneholdt tilnærmet like mye energi, og makronæringsstoffer, Se tabell 5.

Tabell 5: Aminosyresammensetting og næringsinnhold i proteintilskuddene

Aminosyrer (gram per pose)	Native myse	Melk
Alanin	0,6	1,0
Arginin	0,6	0,6
Asparaginsyre	1,5	2,2
Cystein	0,2	0,5
Fenylalanin	0,9	0,9
Glutaminsyre	4,1	3,9
Glycin	0,4	0,4
Histidin	0,5	0,5
Isoleucin	1,0	1,1
Leucin	1,9	2,5
Lysin	1,6	2,1
Metionin	0,5	0,5
Prolin	1,9	1,3
Serin	1,1	1,0
Treonin	0,8	1,0
Tyrosin	0,8	0,7
Valin	1,2	1,2
Tryptofan	0,2	0,4
Total protein	<b>19,7</b>	<b>21,8</b>
Fett	<b>19,1</b>	<b>20,0</b>
Karbohydrat	<b>6,9</b>	<b>7,5</b>
Energi (Kjoule)	<b>1251</b>	<b>1247</b>

En ernæringsfysiolog registrerte kostholdet med to kostholdsintervju basert på den forutgående dagen før start, midtveis og i slutten av treningsperioden. Forsøkspersonene ble

oppfordret til å fortsette med sine matvaner utover i treningsperioden. Forsøkspersoner (5 stk) med et proteininntak lavere enn et gram per kilo kroppsvekt ved første kostholdsintervju fikk råd om hvordan de kunne øke proteininntaket.

### **3.5 Muskelstyrke**

Tilvenning til styrketestene ble gjort cirka en uke før testene. I forkant av styrketestene varmet forsøkspersonene opp i 10 minutter på en tredemølle eller ergometersyssel. Deretter gjennomførte de fire oppvarmingssett på ti, seks, tre og en repetisjoner på 50, 70, 80 og 90 prosent av 1RM. Testene ble gjort i apparat fra Technogym (Cesen, Italia).

#### **3.5.1 Beinpress**

Forsøkspersonene ble instruert til å ha 90 grader vinkel i kneleddet i utgangsstilling, en kloss ble benyttet til å finne eksakt dybde og posisjon på utgangsstillingen og ble tatt vare på mellom pre og post testingen. Forsøkspersonene skulle ha føttene midt på plattformen med skulderbreddes avstand. Forsøkspersonene måtte holde armene rundt to håndtak i hoftehøyde for å unngå at de dyttet på knærne og dermed redusere belastningen på beinmuskulaturen. Etter 1RM forsøk ble vekten om nødvendig tilpasset med intervaller på minimum fem kilo, totalt to til fem forsøk ble gitt med 2 til 3 minutter pause. Teknikken ble nøye kontrollert og for store avvik fra riktig teknikk resulterte i et ugyldig forsøk. CV for beinpress var under fem prosent.

#### **3.5.2 Benkpress**

Avstanden mellom hendene ble standardisert og var lik mellom pre og post testing. Det ble kontrollert at forsøkspersonene gjennomførte øvelsen med riktig teknikk. Etter 1RM forsøk ble vekten om nødvendig tilpasset med intervaller på minimum en kilo, totalt to til fem forsøk ble gitt med 2 til 3 minutter pause. CV for benkpress var under fem prosent.

#### **3.5.3 MVC**

Som oppvarming til Maksimal voluntær isometrisk kontraksjon (MVC) syklet forsøkspersonene i fem minutter på en ergometersyssel, deretter gjennomførte de tre sett med tre kontraksjoner på 25, 50 og 75 prosent av deres subjektive følelse av innsats.

MVC ble gjennomført på et spesiallaget kneekstensjons apparat (Gym2000, Geithus, Norge). Forsøkspersonene ble nøye posisjonert og festet med et belte i apparatet. Dette ble justert slik at rotasjonsaksen samsvarte med rotasjonsaksen i kneleddet med 90 graders vinkel i kneleddet

i utgangsstilling og 90 graders vinkel i hoftelddet. Testene ble gjort på et bein av gangen. Et bånd ble festet rundt beinet til forsøkspersonene og kontaktpunktet i apparatet for sikre at det var kontakt mellom beinet og apparatet til enhver tid. De maksimale kontraksjonene varte i tre sekunder hver med et minutt pause. Forsøkspersonene ble instruert til å forsøke å øke maksimal kraft så hurtig som mulig.

### **3.6 Statistikk**

Statistikk analysene ble gjort i Microsoft Excel (2016v 16.0.8528.212, Microsoft, Redmond, USA) og Graphpad Prism 6 (Graphpad Software, La Jolla, USA). Eventuelle gruppeforskjeller ble analysert med uparet students t-test, mens forskjeller pre til post ble analysert med parett students t-test. Signifikans nivået ble satt til  $p \leq 0,05$ . Alle verdier i grafer, med unntak av figur 10 er gitt som gjennomsnitt  $\pm$  standardavvik. Verdier i tabeller er gitt som absoluttverdier  $\pm$  standardavvik. Statistikk analysene ble gjort i Microsoft Excel (2016v 16.0.8528.212, Microsoft, Redmond, USA) og Graphpad Prism 6 (Graphpad Software, La Jolla, USA).

## 4 Resultater

### 4.1 Treningsbelastning og ernæring

Tabell 6: Daglig inntak av energi og makronæringsstoffer basert på gjennomsnittet av to intervjuer om hva de hadde spist den forutgående dagen

	Melk		Nativ myse	
	Pre	Intervensjon	Pre	Intervensjon
Energi (Kj)	9100 ± 2700	12,600 ± 3000*	10,100 ± 3400	12,400 ± 2500*
Protein (g per kg kroppsvekt)	1.5	2.0 ± 0.6*	1.4	2.0 ± 0.5*
Protein (E%)	19 ± 4	20 ± 3	19 ± 4	21 ± 3
Karbohydrat (E%)	40 ± 6	47 ± 7*	41 ± 9	39 ± 8†
Fett (E%)	41 ± 7	33 ± 6*	40 ± 8	40 ± 7†

Verdier som gjennomsnitt ± SD. \* indikerer signifikant forskjeller fra pre, † indikerer forskjell mellom gruppene.  $p > 0,05$ .

Supplementeringsgruppene økte sitt energiinntak signifikant med 3500 kj for begge grupper.

Det var ingen signifikant forskjell i energiinntak eller økningen i energiinntak mellom gruppene. Begge grupper økte energiprosenten ifra protein signifikant, men det var ingen forskjeller mellom gruppene. Det var ingen forskjeller i energifordelingen av makronæringsstoffer mellom gruppene før intervensjonene, men en signifikant forskjell i energiprosent fra karbohydrat og fett mellom gruppene underveis i intervensjonen.

Det selvrapporterte inntaket var på  $94.8 \pm 2.5\%$  og  $96.4 \pm 1,9\%$  av proteinsupplementet i melke og nativ myse gruppen

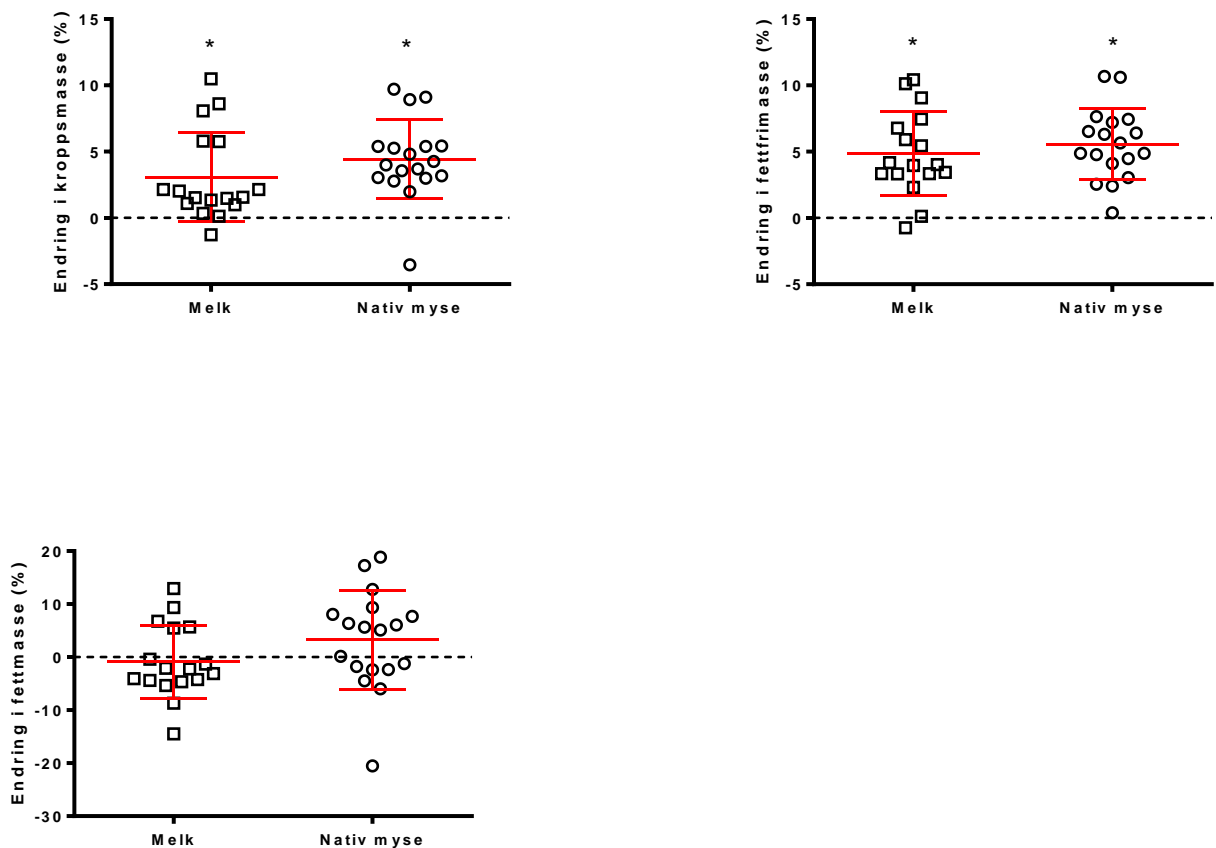
Tabell 7: Oversikt over grad av oppmøte, mengde protein spist og treningsbelastning.

	Melk	Nativ myse
<b>Oppmøte (antall økter)</b>	35.8 ± 0.5	35.4 ± 1.2
<b>Proteinsupplement spist (% spist)</b>	94.8 ± 2.5%	96.4 ± 1,9%
<b>Treningsbelastning (kg)</b>	390,000 ± 110,000kg	400,000 ± 95,000kg



Ingen signifikante forskjeller i treningsoppmøte mellom gruppene. Oppmøte lå på 35,8 og 35,4 ganger for melk og nativ mysegruppen av 36 mulige. Forsøkspersonene inntok henholdsvis 94.8 og 96.4 % av proteinsupplementet i melke og nativ mysegruppen. Det var ingen signifikant forskjell mellom gruppene. Treningsbelastningen ble beregnet som antall repetisjoner ganger antall sett, ganger antall treningsøkter. Det var ingen signifikant forskjell mellom gruppene med en p verdi på 0,72.

## 4.2 Kroppssammensetning



Figur 4: Individuelle forandringer i kroppsvekt, fettfri kroppsmasse og fettmasse. Gjennomsnitt og standard avvik er markert i rødt. \* indikerer signifikant forskjell fra pre.  $p < 0,05$ .

Gruppene hadde en signifikant økning i kroppsvekt og fettfri kroppsmasse, men det var ingen signifikant forskjell mellom gruppene. Fettfri masse økte med 5,2 % i melkegruppen og 5,6 % i nativ mysegruppen.

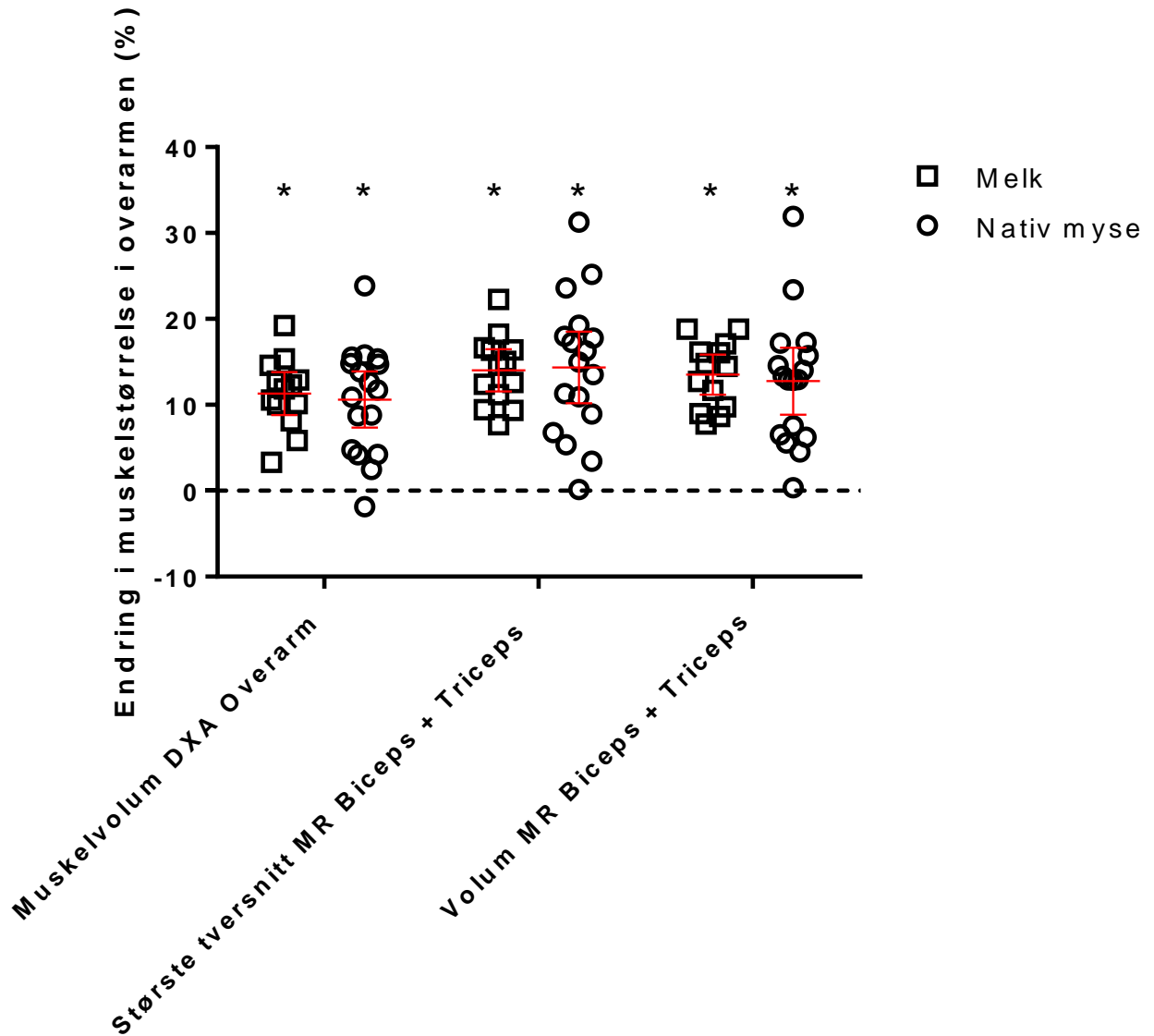
Tabell 8:DXA resultater for fettmasse og fettfrimasse, samt fettfrimasse fordelt på armer, torso og bein. Kroppsmassen er målt med en ordinær badevekt

	Gruppe	Pre	Post	Differanse
<b>Kroppsmasse (kg)</b>	Melk	77,8 ± 16	80 ± 15,3*	2,2 ± 2,3
	Nativ myse	77,9 ± 11,7	81,3 ± 12*	3,4 ± 2,4
<b>Fettmasse (kg)</b>	Melk	22 ± 7	21,6 ± 6,4	-0,4 ± 1,6
	Nativ myse	20,8 ± 7,8	21,4 ± 8,3	0,6 ± 1,9
<b>Fettfrimasse (kg)</b>	Melk	53,4 ± 10,9	56,1 ± 11,5	2,8 ± 1,6
	Nativ myse	54,2 ± 8	57,2 ± 8,2*	3 ± 1,3
<b>Fettfrimasse bein (kg)</b>	Melk	19 ± 3	20,2 ± 3,1*	1,1 ± 0,6
	Nativ myse	19 ± 3	20,2 ± 4,6*	1,2 ± 0,8
<b>Fettfrimasse armer (kg)</b>	Melk	6,3 ± 1,8	6,9 ± 2*	0,5 ± 0,3
	Nativ myse	6,4 ± 1,5	6,9 ± 1,6*	0,5 ± 0,3
<b>Fettfrimasse torso (kg)</b>	Melk	24,9 ± 4,5	26 ± 4,8*	1,5 ± 0,9
	Nativ myse	25,5 ± 3,6	26,9 ± 3,7*	1,1 ± 0,8

Verdier i kilogram ± SD. \* indikerer signifikant forskjeller fra pre, p < 0,05.

## 4.3 Hypertrofi

### 4.3.1 Hypertrofi overkropp



Figur 5: Individuelle resultater for prosentvis muskelvekst i overarmen. Muskelmasse målt med DXA, tversnittets areal og volum målt med MR. Gjennomsnitt og standard avvik er markert i rødt. \* indikerer forskjell signifikant forskjell ifra pre.  $p < 0,05$ .

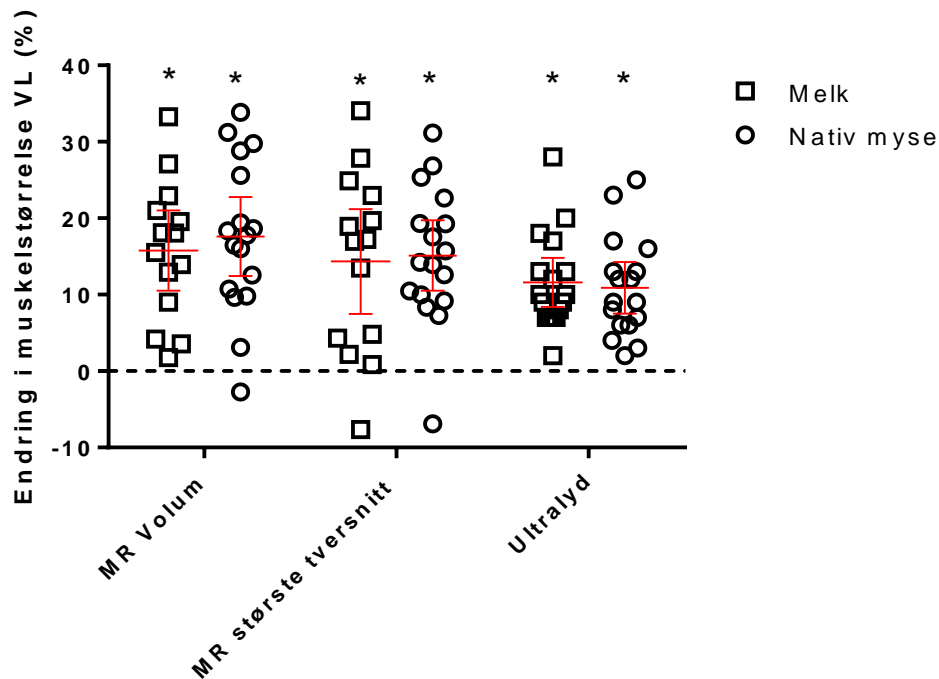
Region spesifikk DXA for overarmen viste en signifikant gjennomsnittlig økning i muskelmasse på 11,3 i melkegruppen og 10,6 % i nativ myse gruppen. Den signifikante økningen i MR i tversnittet med størst areal for biceps brachii og triceps brachii slått sammen var i gjennomsnitt 14,6 og 14,0 % for melk og nativ mysegruppen. Beregnet muskelvolum

utfra MR bildene viste en samlet økning i muskelvolum for biceps brachii og Triceps brachii på 13,5 % i melkegruppen og 12,8 % i nativ mysegruppen.

Det var ingen signifikante forskjeller mellom gruppene på hverken muskelmasse, største tverrsnitt eller muskelvolum. Samtlige forsøkspersoner i begge grupper på alle målemetodene, med unntak av en måling for en forsøksperson i nativ mysegruppen i DXA viste muskelvekst.

#### **4.3.2 Hypertrofi vastus lateralis**

Det var en signifikant økning av muskelstørrelsen i høyre vastus lateralis fra før til etter innervasjonen i begge treningsgrupper målt ved estimert volum fra MR bildene på gjennomsnittlig 15,9 % i melkegruppen og 17,6 % i nativ mysegruppen. Begge grupper økte arealet signifikant i det største målte muskeltvernsnittet i høyre vastus lateralis med 16,0 % i melkegruppen og 15,1 % i nativ mysegruppen. Ved ultralyd måling fant man en signifikant økning i muskeltykkelse hos begge grupper på 11,6 % i melkegruppen og 10,8 % i nativ mysegruppen. Det var ingen signifikante forskjeller mellom gruppene i verken muskelvolum, største tverrsnitt eller muskeltykkelse.



d

Figur 6: Individuelle resultater for prosentvis muskelvekst i vastus lateralis. Muskelvolum og tverrsnittsareal målt med MR, muskeltykkelse målt med Ultralyd. Gjennomsnitt og standard avvik er markert i rødt. \* indikerer forskjell signifikant forskjell ifra pre.  $p < 0,05$ .

Tabell 9: Vekst i m. vastus lateralis tykkelsen målt med ultralyd (cm), tverrsnitt (cm<sup>2</sup>) og volum (cm<sup>3</sup>) målt med MR.

	Gruppe	Pre	Post	Differanse
Tykkelse VL (cm)	Melk	2,46 ± 0,39	2,74 ± 0,39*	0,28 ± 0,16
	Nativ myse	2,64 ± 0,46	2,91 ± 0,49*	0,28 ± 0,14
Tverrsnittsareal VL (cm <sup>2</sup> )	Melk	31,4 ± 5,5	36,5 ± 8,5*	5,1 ± 3,7
	Nativ myse	33,4 ± 6,8	38,3 ± 7,4*	4,9 ± 3,1
Volum VL (cm <sup>3</sup> )	Melk	585,4 ± 170,7	674,3 ± 193,3*	88,9 ± 56,4
	Nativ myse	581,6 ± 138,8	681,2 ± 162,4*	99,6 ± 65,9

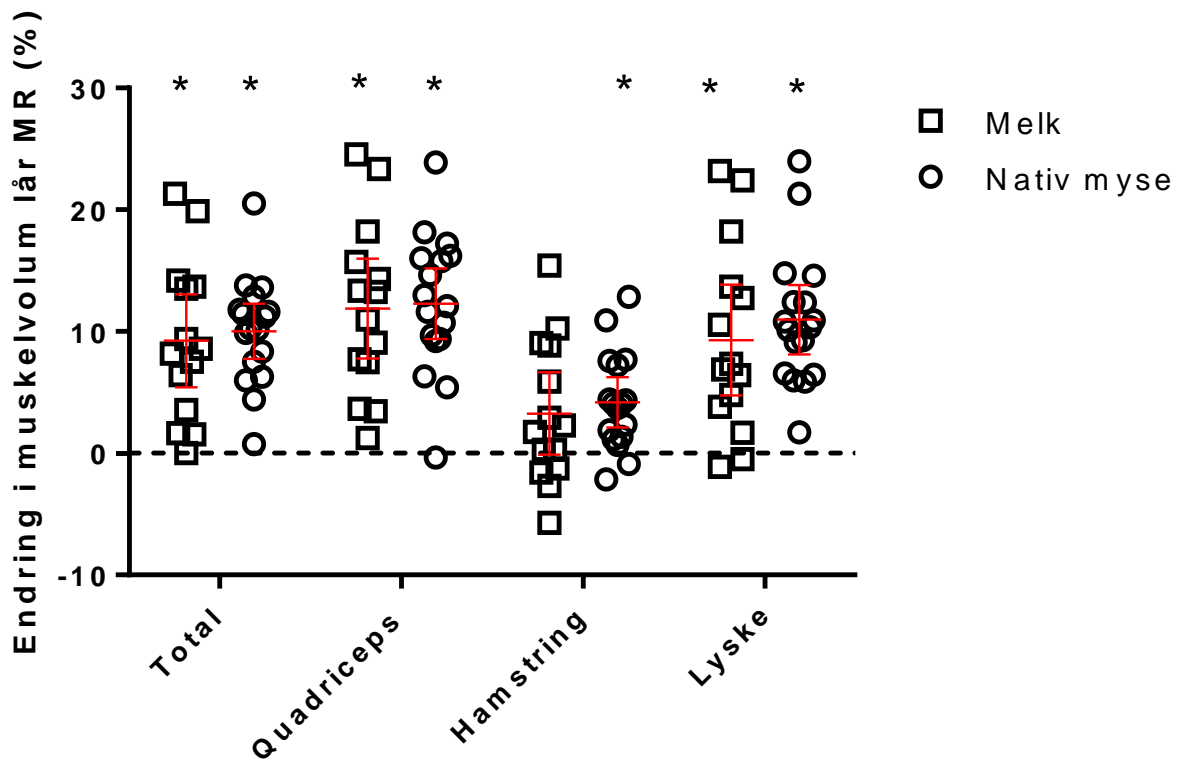
± indikerer SD. \* indikerer signifikant forskjeller fra pre,  $p < 0,05$ .

### 4.3.3 Hypertrofi bein

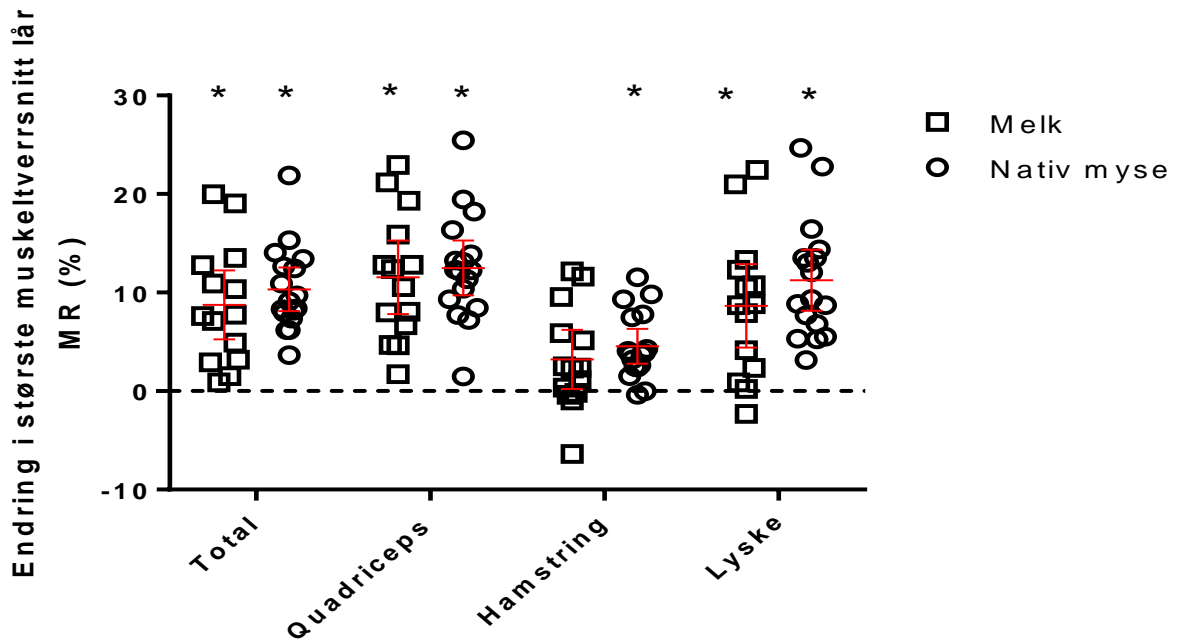
Det var en signifikant økning i det estimert muskelvolumet i høyre og venstre bein målt ved MR bilder før og etter intervensjonen. I quadriceps var denne økningen på  $12,2 \pm 7,3$  % i melkegruppen og  $12,3 \pm 5,6$  % i mysegruppen. Muskelvolumet i hamstring økte signifikant i nativ mysegruppen på gjennomsnittlig 4,0 %, mens det var en ikke signifikant gjennomsnittlig

økning på 3,5 % i melkegruppen. Muskelvolumet i lysken økte signifikant hos begge grupper, 9,6 og 10,7 % for melk og mysegruppen. Det var ingen forskjeller mellom gruppene i verken total muskelvolum, eller i quadriceps, hamstring og lyske. Sartorius er bare inkludert i den totale muskelvolum endringen, det var igjen signifikant vekst i sartorius. Sartorius ble 0,7 % mindre i melkegruppen og vokste med 0,5 % i mysegruppen, men dette var ikke en signifikant forskjell mellom gruppene.

Musklene i låret ble delt inn i tre muskelgrupper: quadriceps, hamstring og lyske. Quadriceps ble definert som vastus lateralis, m. vastus intermedius, m. vastus medialis, m. rectus femoris. Hamstring ble definert som m. biceps femoris (korte og lange hode), m. semimembranosus, m. semitendinosus. Lysken ble definert som: m. gracilis, m. aductor magus, m. aductor longus, m. aductor brevis. m. sartorius ble holdt utenfor de tre muskelgruppene.



Figur 7: Individuelle resultater for prosentvis forandring muskelvolum i lårmuskulaturen, begge bein samlet. Målt med MR. Gjennomsnitt og standard avvik er markert i rødt. \* indikerer forskjell signifikant forskjell ifra pre.  $p < 0,05$ .



Figur 8: Individuelle resultater for prosentvis forandring i muskeltverrsnitt i lårmuskulaturen, begge bein samlet. Målt med MR. Gjennomsnitt og standard avvik er markert i rødt. \* indikerer forskjell signifikant forskjell ifra pre.  $p < 0,05$ .

I figur 5 kan man se forandring i det samlede muskeltverrsnittet for låret, quadriceps, hamstring og lyske. Det var signifikant økning i muskeltverrsnittet totalt og i alle muskelgrupper med unntak av hamstring hos melkegruppen som ikke signifikant økte verrsnittetarealet med 4 % med en p-verdi på 0,051. Det største tverrsnittet i hver av musklene i quadriceps økte med 12,1 % i melkegruppen og 12,5 % i nativ mysegruppen. Det var igjen forskjeller mellom gruppene.

Tabell 10: Estimert volum MR. Overkropp består av venstre m. pectoralis, m. biceps og m. triceps. Quadriceps, hamstring og lyske er definert i teksten, m. sartorius er utelatt fra de tre muskelgruppene.

	Gruppe	Pre	Post	Differanse
<b>Total muskelvolum bein (cm<sup>3</sup>)</b>	Melk	6712 ± 1969	7293 ± 1991*	670,8 ± 300
	Nativ myse	6815 ± 1399	7486 ± 1484*	581 ± 366
<b>Quadriceps volum (cm<sup>3</sup>)</b>	Melk	3723 ± 1117	4143 ± 1185*	420 ± 244
	Nativ myse	3740 ± 794	4194 ± 900*	454 ± 238
<b>Hamstring volum (cm<sup>3</sup>)</b>	Melk	1424 ± 391	1465 ± 362	41 ± 58
	Nativ myse	1502 ± 300	1559 ± 288*	57 ± 49
<b>Lyske volum (cm<sup>3</sup>)</b>	Melk	1443 ± 440	1565 ± 440*	122 ± 100
	Nativ myse	1452 ± 332	1610 ± 370*	158 ± 72
<b>Overkropp Volum venstre (cm<sup>3</sup>)</b>	Melk	419 ± 155	479 ± 184*	60 ± 42
	Nativ myse	481 ± 173	545 ± 192*	64 ± 33

Verdier i kubikkcentimeter ± SD. \* indikerer signifikant forskjeller fra pre, p < 0,05.

Tabell 11: Tverrsnitt av låret og overkropp i absolutte verdier. Overkropp består av venstre m. pectoralis, m. biceps og m. triceps. Quadriceps, hamstring og lyske er definert i teksten, m. sartorius er utelatt fra de tre muskelgruppene.

	Gruppe	Pre	Post	Differanse
<b>Total muskeltvernsnitt lår (cm<sup>2</sup>)</b>	Melk	419,7 ± 94,2	453,8 ± 94,7*	34,1 ± 22
	Nativ myse	429,7 ± 65,3	473,3 ± 70,2*	43,5 ± 16,7
<b>Quadriceps muskeltvernsnitt (cm<sup>2</sup>)</b>	Melk	194,9 ± 44,8	217,4 ± 47,3*	22,4 ± 11,1
	Nativ myse	197,8 ± 34,8	222,2 ± 39,6*	24,4 ± 11,2
<b>Hamstring muskeltvernsnitt (cm<sup>2</sup>)</b>	Melk	89,4 ± 21	92,3 ± 19,5	3 ± 3,3
	Nativ myse	91,3 ± 14,4	95,3 ± 14,2*	4 ± 2,7
<b>Lyske muskeltvernsnitt (cm<sup>2</sup>)</b>	Melk	132,7 ± 33,2	143 ± 32,9*	10,3 ± 9,3
	Nativ myse	136,7 ± 21,2	151,5 ± 21,9*	14,8 ± 6,9
<b>Overkropp muskeltvernsnitt venstre (cm<sup>2</sup>)</b>	Melk	83 ± 27,6	94,7 ± 30,5*	11,7 ± 5,2
	Nativ myse	89,2 ± 23,5	101,9 ± 24*	12,7 ± 5,1

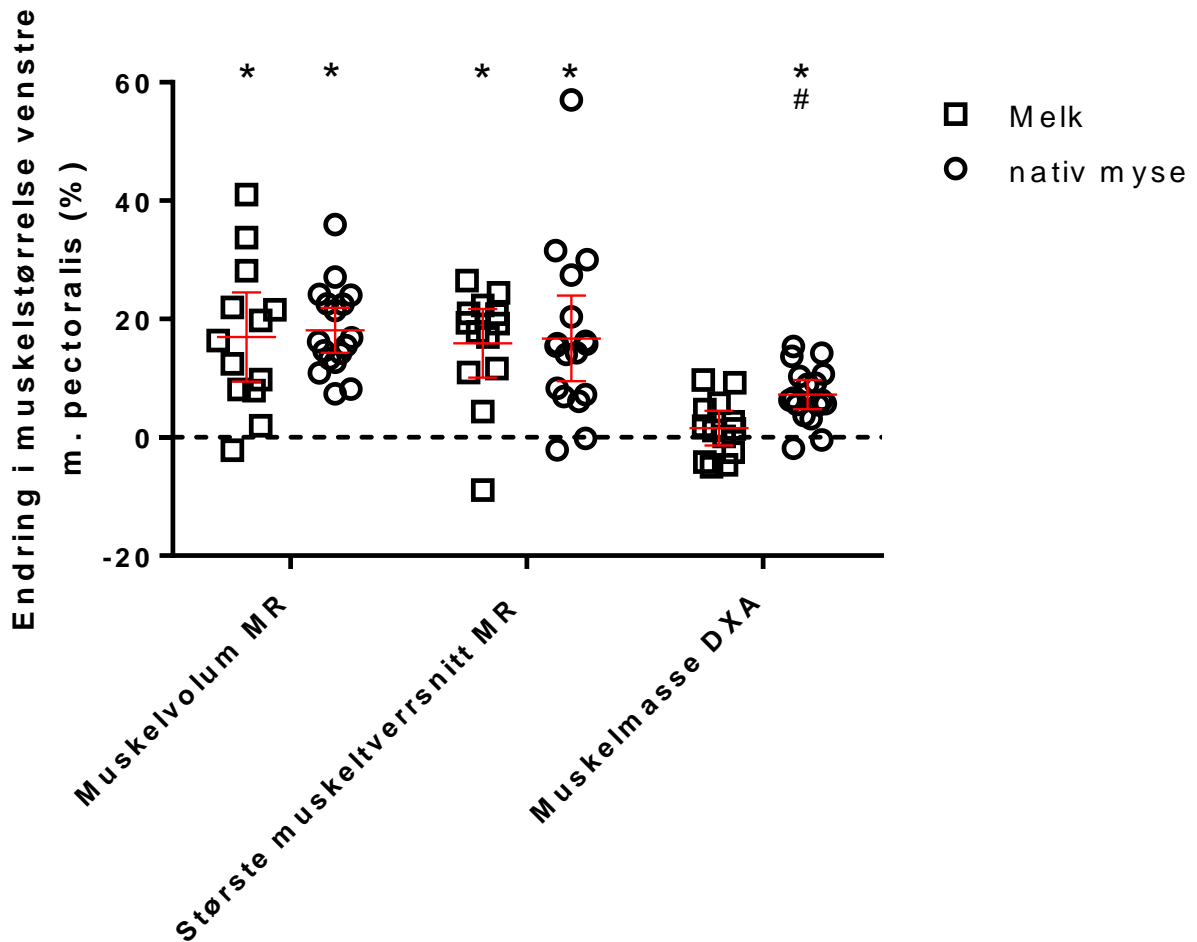
Verdier i kvadratcentimeter ± SD \* indikerer signifikant forskjeller fra pre, p < 0,05.

#### 4.3.4 Hypertrofi bryst

Muskelvolumet i m. pectoralis økte signifikant i gjennomsnitt med 17,0 % i melkegruppen og 18,1 i nativ mysegruppen. Dette var ikke signifikant mellom gruppene. Det største muskeltvernsnittet økte signifikant i gjennomsnitt med 15,9 % i melkegruppen og med 14,1 % i nativ mysegruppen. Dette var ikke signifikant mellom gruppene. Målt ved DXA var det en signifikant gjennomsnittlig økning i muskelmassen 7,2 % i nativ mysegruppen. I



melkegruppen var det en ikke signifikant økning i den gjennomsnittlige muskelmassen på 1,5 %. Dette var signifikant forskjellig mellom gruppene med en p-verdi under 0,01.

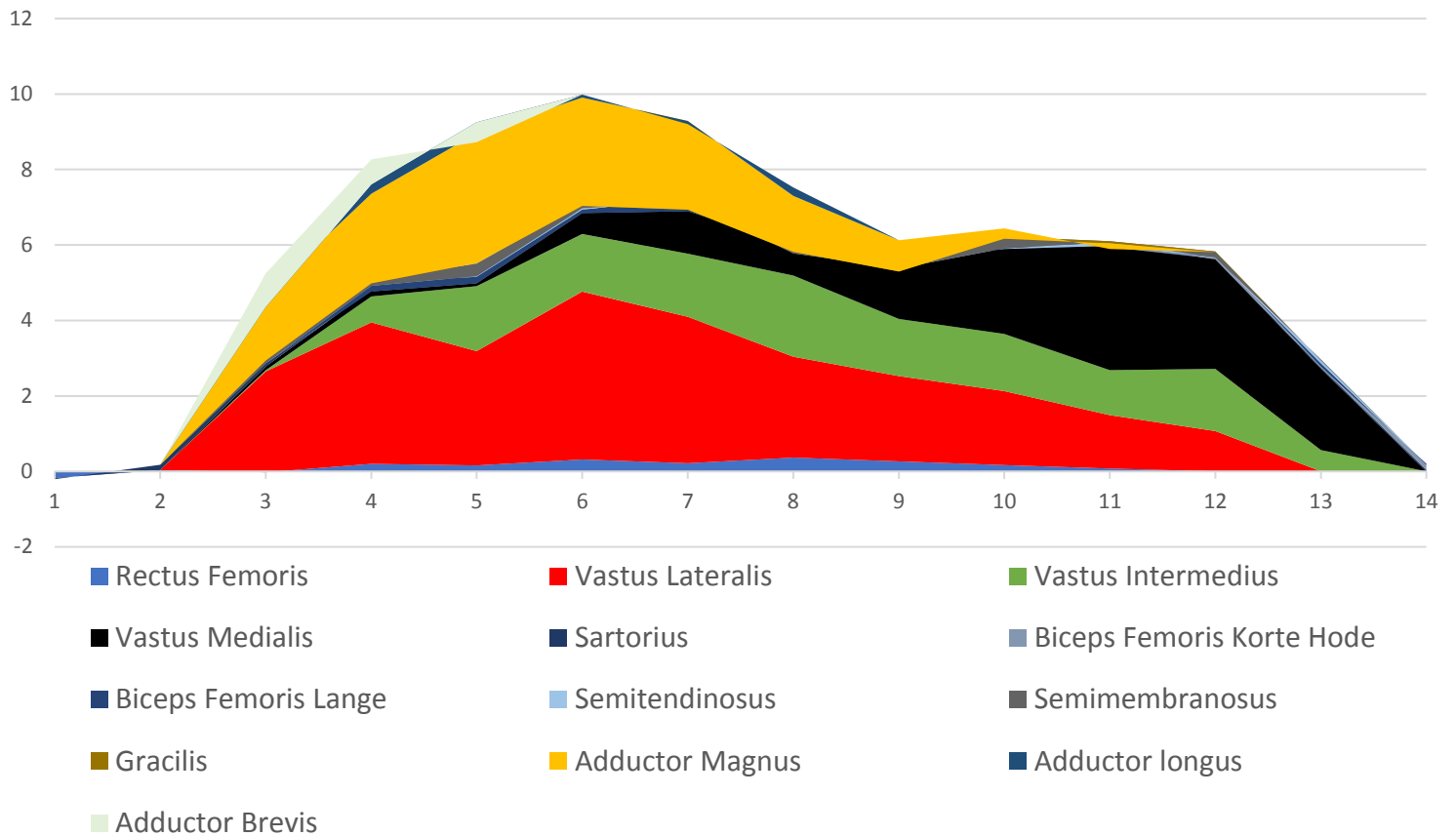


Figur 9: Individuelle resultater for prosentvis muskelvekst i venstre pectoralis major. Muskelmasse målt med DXA, tverrsnittets areal og volum målt med MR. Gjennomsnitt og standard avvik er markert i rødt. \* indikerer forskjell signifikant forskjell ifra pre.  $p < 0,05$ . # indikerer signifikant forskjell mellom gruppene  $p < 0,01$

#### 4.3.5 Hypertrofi per snitt

Figur 10 gir et visuelt bilde av bidraget fra de ulike musklene i låret til den samlede muskelveksten. Den totale høyden av grafen viser den totale muskelveksten i det MR snittet

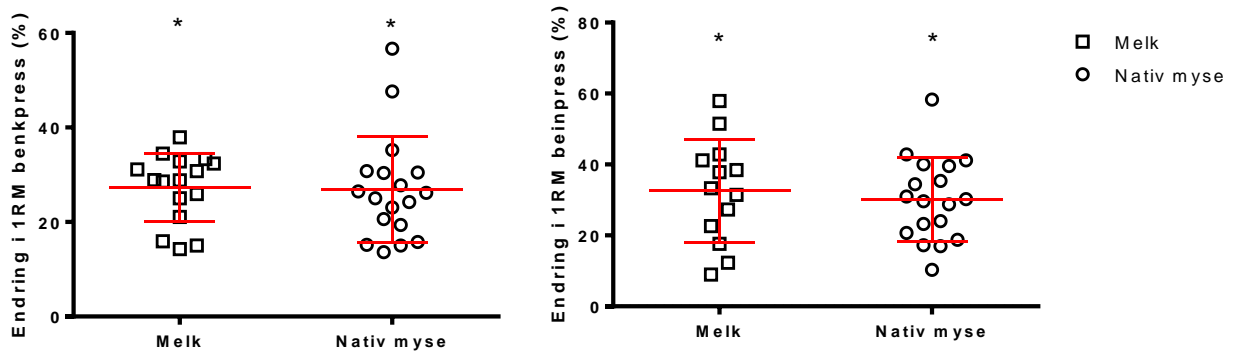
## Vekst per MR snitt



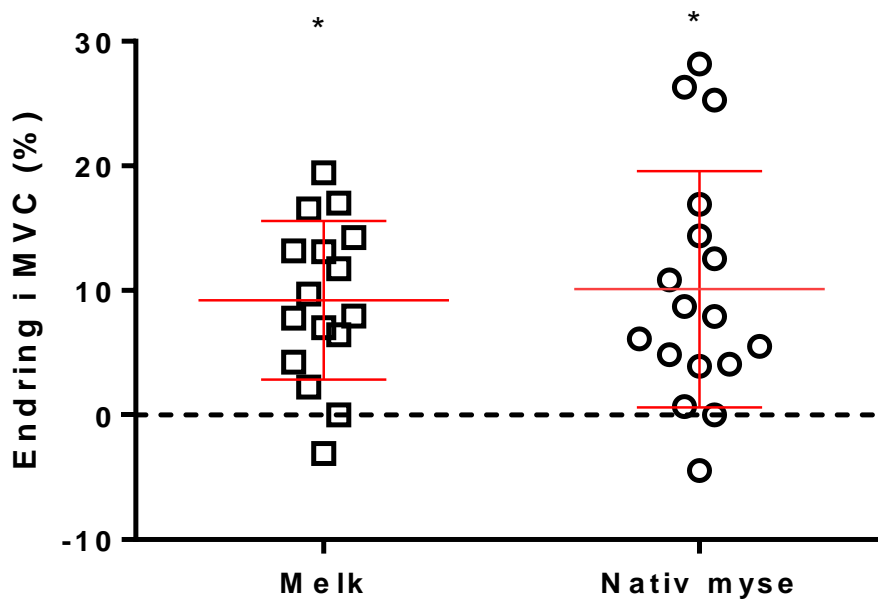
Figur 10: viser absolutt vekst per snitt i høyre lår som et areal. Snitt 1 er mest proksimal. Grafen er stablet slik arealet som representerer hver muskel ligger oppå hverandre. Muskler med liten eller negativ vekst i noen eller flere snitt blir ikke synlige.

## 4.4 Muskelstyrke

Det var en signifikant økning i 1 RM i beinpress og benkpress under intervensjonen for begge grupper, men ingen signifikant forskjell mellom gruppene. Endringen i 1RM beinpress var på 32,6 % i melkegruppen og 30,1 % i nativ mysegruppen. Endringen i 1RM benkpress var på 27,3 % i melkegruppen og 26,9 % i nativ mysegruppen. Det var en økning i muskelstyrke i bein og benkpress hos samtlige forsøkspersoner i begge grupper.



Figur 11: Individuelle resultater over gjennomsnittlig prosentvis forandring i muskelstyrke i benkpress (1RM) og beinpress (1RM). Gjennomsnitt og standard avvik er markert i rødt. \* indikerer forskjell signifikant forskjell ifra pre.  $p < 0,05$ .



Figur 12: Individuelle resultater over gjennomsnittlig prosentvis forandring i muskelstyrke i MVC. Gjennomsnitt og standard avvik er markert i rødt. \* indikerer forskjell signifikant forskjell ifra pre.  $p < 0,05$ .

Begge gruppene økte signifikant i MVC med 9,2 % i melkegruppen og 10,1 % i nativ mysegruppen. Det var ikke signifikant forskjell mellom gruppene.

Tabell 12: Absoluttverdier i styrketestene.

	Gruppe	Pre	Post	Differanse
<b>Benkpress (kg)</b>	Melk	62,1 ± 22,4	78,6 ± 27,5*	16,6 ± 6,5
	Nativ myse	64,3 ± 22,5	80,3 ± 25,6*	16,1 ± 5,7
<b>Beinpress (kg)</b>	Melk	268,5 ± 83	348,8 ± 74,4*	80,4 ± 30,2
	Nativ myse	268,6 ± 76,6	344,2 ± 82,7*	75,6 ± 23,3

Beinpress og benkpress i kilogram. \* indikerer signifikant forskjeller fra pre,  $p < 0,05$ .

## 5 Diskusjon

Hovedfunnene i denne studien var at det ikke var noen vesentlig signifikante forskjeller mellom inntak av melkeprotein eller nativ myseprotein med hensyn til på forandring i muskelstørrelse og forandring muskelstyrke etter 12 uker med styrketrening.

### 5.1 Ernæring

Begge gruppene hadde signifikant økt protein inntak per kilo kroppsvekt. Studier har antydnet at det totale energiinntaket, når protein behovet er oppfylt, er viktig for muskelvekst ved samtidig styrketrening (Rozenek et al., 2002), og en annet har funnet at økt proteininntak ikke gir en effekt på maksimal styrke og hypertrofi ved 4 uker styrketrening (Boone, Stout, Beyer, Fukuda, & Hoffman, 2015). Det kan imidlertid tenkes at 4 uker er for kort tid til å finne signifikante effekter av proteintilskudd. Flere andre studier har funnet at en økning i protein inntak ved samtidig styrketrening gir økt hypertrofi og styrke (Bosse & Dixon, 2012; Cermak et al., 2012b; Hulmi et al., 2015). Morton et al fant i sin metastudie en effekt av proteintilskudd i studier med et gjennomsnittlig proteininntak på opptil 1,6 gram per kilo kroppsvekt per dag, proteintilskudd utover dette ga ingen ytterligere effekt (Morton et al., 2017).

Under denne studien økte forsøkspersonene i begge supplementeringsgruppene sitt energiinntak med 3500 kj. Hvilken makronæringsgruppe denne energi økningen i energiinntak kom ifra var noe skeivfordelt mellom gruppene. melkegruppa hadde signifikant økning i energi fordelingen fra karbohydrat fra en gjennomsnittlig energiprojekt 40 til 47, se tabell 6. Melkegruppen hadde et tilsvarende fall i energibidraget fra fett fra 41 % til 33 %. En slik forandring i fordelingen av makronæringsstoffer så vi ikke nativ mysegruppen. Det er imidlertid lite trolig denne forskjellen påvirker muskelvekst og styrke i nevneverdig grad.

Supplementeringsgruppene økte fettfrimasse med 2,8 kilo i melkegruppen og 3 kilo i mysegruppen, dette er vesentlig større enn mange av studiene som har sett på styrketrening over en periode på 12 uker. (Brown, DiSilvestro, Babaknia, & Devor, 2004; Candow et al., 2006; Denysschen et al., 2009; Wilborn et al., 2013). Tversnittarealet i quadriceps for treningsgruppene økte med 12,1 og 12,5 % for melke og nativ mysegruppen, dette er i

samsvar med forventet muskelvekst etter et 12 ukers treningsprogram(Hulmi et al., 2009b; Hulmi et al., 2015). At hypertrofien i denne studien var så vesentlig tyder på et optimalt inntak av essensielle aminosyrer i begge grupper, og siden begge grupper økte sitt inntak av energi like mye kan dette være med å forklare hvorfor det ikke var noen meningsfulle forskjeller mellom gruppene i noen av målingene.

Siden vi i denne studien sammenlignet to supplementeringsgrupper med to ulike proteinkilder kan vi ikke se eventuelle forskjeller uten tilført protein eller med karbohydrat som kontroll. Flere studier har ikke klart å finne en signifikant forskjell mellom proteinsupplementering og energi lik kontroll, se tabell 1. De studiene som har funnet en forskjell mellom proteintyper ga lave doser protein(Hartman et al., 2007; Volek et al., 2013), ved inntak av større mengder protein er det vanskeligere å finne forskjell mellom proteintypene(Brown et al., 2004; Joy et al., 2013; Wilborn et al., 2013).

## 5.2 Kroppssammensetning

### 5.2.1 DXA

Det var en klar signifikant økning i muskelstørrelsen til m. pectoralis målt som volum og muskeltversnitt med MR, ved DXA var det imidlertid kun en signifikant økning i muskelmassen hos nativ mysegruppen. Denne forskjellen var signifikant forskjellig fra melkegruppen med en p verdi på 0,004, men med en betydelig mindre prosentvis vekst enn det som ble målt ved MR. MR er betydelig mer reliabel metode enn DXA målinger selv om DXA er vurdert som en god metode for å se på endringer i muskelmasse ved supplementering i treningsstudier (Marinangeli & Kassis, 2013). DXA målingene for m. pectoralis ble gjort ved å avgrense analyseområdet i DXA programvaren til det området m. pectoralis ligger. Dette ble gjort i sagittalaksen slik at deler av ryggmuskulaturen ble inkludert i måleområdet. Det er knyttet en ekstra usikkerhet til DXA målt i trunkus grunnet indre organer og hud regnes som fett og beinfri masse, siden kvinner har bryster kan dette være mer fremtredende ved måling av kvinner. Vi fant ingen signifikant forskjell på muskelvekst i m. pectoralis mellom kjønnene, men det var en signifikant forskjell mellom gruppene hos kvinner ( $p=0,036$ ), men ikke hos menn ( $p=0,085$ ). Grunnet at ryggmuskulatur, indre organer og hud blir medregnet i fettfrimasse, og at man ikke finner samme forskjell i muskelvekst målt med MR og uten en annen god forklaring, konkluderes det med at forskjellen i muskelvekst i m.

pectoralis mellom gruppene målt med DXA er tilfeldig. Det er også vært å merke seg det store antallet målemetoder og muskler analysert i studien, noe som øker muligheten for falske signifikante forskjeller.

I overarmen var det en relativ lik prosentvis endring i muskelmasse, muskeltverrsnitt og muskelvolum, se figur 5. DXA målingene i overarmen ble gjort ved å avgrense måleområdet på DXA programvaren i etterkant av DXA undersøkelsene. Måleområdet ble tilpasset til å ligge på samme sted som m. biceps brachii og m. triceps brachii. Det er mindre variasjon i mengden hud i overarmen enn i brystet, og det er heller ingen indre organer i overarmen som vi påvirke måleresultatene. Endringer i muskelmasse er derfor forventet å samsvare bedre med endringer i muskeltverrsnitt og muskelvolum.

### 5.2.2 MR

MR er kjent som gullstandarden ved måling av muskelmasse med god reliabilitet (Gille et al., 2011; Mitsiopoulos et al., 1998; Popadic Gacesa, Dragnic, Prvulovic, Barak, & Grujic, 2011). Kjenner man lengden av en bestemt muskel er det mulig å estimere muskelens volum ut fra tverrsnittsarealet slik det ble gjort hos Popadic Gacesa et al har gjort i m. triceps brachii og Morse et al gjorde i quadiceps (Morse, Degens, & Jones, 2007; Popadic Gacesa et al., 2011). Det vil imidlertid være mer nøyaktig jo flere MR tverrsnitt man kjenner til. I denne studien ble det tatt 15 bilder av låret og 10 bilder av overkroppen med lik avstand, ved å vite tverrsnittsarealet og lengden mellom hvert tverrsnitt ble hver enkelt muskels volum estimert ved å interpolere mellom tverrsnittene. Dette ble gjort i hver enkelt muskel i låret og slått sammen i muskelgrupper og totalt muskelvolum. En svakhet med denne metoden er at man ikke nøyaktig kan estimere volumet i ytterkant av hver enkelt muskel siden man ikke vet hvor langt muskelen strekker seg utenfor tverrsnittbilde. Siden muskulatur har minst tverrsnittsareal nært feste og utspring utgjør det allikevel en liten usikkerhet når man ser på muskelens totale volum. Med dette i betraktning anses en estimering av muskelvolum ved bruk av tverrsnittsareal med MR som en nøyaktig men tidkrevende målemetode.

Endringer i den enkelte muskels største tverrsnittsareal ble gjort ved å ta alle tverrsnittene til den enkelte muskel og benytte det største tverrsnittet. Det samme tverrsnittbildet ble brukt til å se på endringer fra pre til post selv om det i enkelte tilfeller skulle bli målt et større tverrsnittsareal i et annet tverrsnittbilde post. De største tverrsnittene ble summert opp til muskelgrupper, det vil si at endringer tverrsnittsarealet i quadiceps i figur 8 ikke nødvendigvis er tatt i samme tverrsnittbilde. På dette punktet skiller denne studien fra de fleste andre som har

sett på endringer i tverrsnittarealet, men det er lite trolig dette er av vesentlig betydning når man sammenligner prosentvise endringer.

### 5.2.3 Ultralyd

Det ble funnet en økning i tykkelsen i m. vastus lateralis på 11,6 % i melkegruppen og 10,8 % i nativ mysegruppen. Dette var noe under endringen i tverrsnittsareal som økte med 15,9 % i melkegruppen og 17,6 % i nativ mysegruppen, se forøvrig figur 6. Om vi antar at m. vastus lateralis vokser unisont i alle retninger i tverrsnittet, så vil endringen i muskelarealet være proporsjonalt med kvadratet av endringen i muskeltykkelsen. Man kan imidlertid forvente en større endring i tykkelsen vinkelrett med huden, som ble målt med ultralyd, og den forventede endringen i tverrsnittsareal vil være noe mindre enn kvadratet av endringen i tykkelse. Med dette i betraktning ser det ut til at endringen i muskeltykkelse og muskeltverrsnitt stemmer overens.

Selv om ultralyd er en reliabel metode (English et al., 2012; Heymsfield et al., 2014; Zaidman, Wu, Wilder, Darras, & Rutkove, 2014) er det flere faktorer som kan påvirke reliabiliteten til målingene (Lixandra et al., 2014). Siden muskeltykkelsen til m. vastus lateralis ikke er like stor i hele lengderetningen er det viktig å måle nøyaktig på samme lengde av muskelen, 40 % av lengden til humerus fra kneet og opp i denne studien. Det ble sikret at det ble målt samme sted ved å bruke et gjennomsiktig plastark til å markere kjennetegn i huden til forsøkspersonene, og markere målestedet gjennom små hull i plastarket ved post måling. Ultralydbilder fra premåling ble benyttet til å finne nøyaktig målepunkt. Det ble gjennomført reliabilitet tester i forkant av studien for å sikre god reliabilitet i ultralydmålingene. For å hindre at ultralydproben trykket sammen m. vastus lateralis ble det benyttet en betydelig mengde ultralyd gel slik at gelen ble synlig på ultralydbildene som en svart bånd mellom huden og proben. Dette er i tråd med anbefalinger får måling av muskelstørrelsen med ultralyd. Med disse tilpasningene i betraktning vurderes ultralyd til en nøyaktig målemetode gjort på rett måte.

## 5.3 Hypertrofi

Melkeprotein og nativ myseproteiner begge av høy kvalitet og begge protein typene har i tidligere studier blitt vurdert som bedre til å økte muskelmassen og muskelstyrken enn soyaprotein (Hartman JW1, 2007; Volek et al., 2013). Eventuelle forskjeller mellom melke og



nativ myseprotein er derfor forventet å være mindre enn mellom melk eller nativ myse og en proteinkilde av lavere kvalitet.

Forsøkspersonene oppga under kostholdsintervjuene at de spiste henholdsvis 1,5 og 1,4 gram protein per kilo kroppsvekt per dag i melkegruppen og mysegruppen. Morton et al fant som nevnt ikke en ytterligere effekt av proteintilskudd hvis det daglige inntaket var over 1,6 gram per kilo kroppsvekt (Morton et al., 2017). Siden forsøkspersonene i begge gruppene lå relativt nære 1,6 gram protein per kilo kroppsvekt før studiestart kan det tenkes at effekten av proteintilskuddet var begrenset. Den relativt store økningen i muskelmasse og styrke kan dermed tenkes å tilskrives et godt treningsprogram med veiledning og motivasjon for forsøkspersonene underveis.

### **5.3.1 Muskelstyrke**

Det ble funnet en signifikant økning i muskelstyrke (1RM) i begge grupper uten signifikant forskjell mellom gruppene. Denne økningen var som forventet utfra tidligere forskning som har sett på inntak av myse protein ved samtidig styrketrening (Hartman JW1, 2007; Volek et al., 2013). Siden økingen i muskelstyrke i denne studien var sammenlignbar med andre studier som har benyttet myseprotein kan det tyde på at treningsprogrammet forsøkspersonene gjennomgikk har vært tilstrekkelig for å økte muskelstyrken optimalt, og at det ikke ga noen fordel å innta myseprotein fremfor melkeprotein. Det er en relativt liten ekstra effekt av proteintilskudd ved styrketrening og Morton et al fant at proteinsupplementering økte 1RM styrke med 9 % mer enn kontroll (Morton et al., 2017). Det vil si at den aller største påvirkningen på 1RM styrke er styrketreningen og ikke proteinsupplementet. Når forsøkspersonene hadde et proteininntak på 1,5 og 1,4 gram per kilo kroppsvekt per dag før treningsintervensjonen og styrketreningen i seg står for den aller meste av endringene i muskelstyrke er det vanskelig å finne forskjeller mellom gruppene som kan tilskrives proteinsupplementering.

Det ble gjort analyser på forskjell mellom kjønnene på endring i styrke og muskelmasse uten noen nevneverdige forskjeller mellom kjønnene. Det er gjort mindre forskning på kvinner enn menn, men den forskingen som er gjort har i hovedsak ikke funnet forskjeller mellom kjønnene (Morton et al., 2017).

## 5.4 Korrelasjoner

Det var god korrelasjon mellom endring tykkelsen av m. vastus lateralis målt med ultralyd og endring i tverrsnittarealet i quadriceps målt med MR 0,67  $p < 0,001$ , og mellom endring i VL tykkelsen og endring i quadriceps volumet målt med MR, 0,67  $p < 0,001$ . Dette kan indikere at ultralyd er en valid målemetode sammenlignet med MR målinger.

Korrelasjonen mellom endring i tverrsnittarealet i quadriceps og endring i quadriceps volum var 0,93  $p < 0,001$ . Det er forventet en høy korrelasjon mellom tverrsnittet og volumet siden begge er utarbeidet fra DCOM bildene fra MR. Det kan også indikere at prosentvise endringer i det største tverrsnittet i muskel samsvarer med den prosentvise veksten langs hele muskelbukken. Tracy et al fant at quadriceps vokser mest midt på og minst distalt og proksimalt (Tracy et al., 1999). Denne studien fant at det største quadriceps tverrsnittet vokser prosentvis mer enn quadriceps volumet. Dette samsvarer ikke funnene våre, der endringen i quadriceps volumet var noe større enn endringen i det samlede største tverrsnittet i quadriceps. Studien til Tracy et al så på et felles tverrsnitt av quadriceps, mens vår studie så på det største tverrsnittet til hver enkelt muskel i quadriceps slått sammen. Häkkinen et al viste at m. vastus lateralis og m. vastus medialis vokser mest der de allerde er størst, mens man ikke så dette for m. vastus intermedius eller m. rectus femoris (Häkkinen et al., 2001). Korrelasjonen mellom tverrsnitt og volum i quadriceps i vår studie, samt relativ lik prosentvis endring i tverrsnitt og volum kan tyde på at endring i det største totale tverrsnittet gir en god indikasjon på den totale muskelveksten i quadriceps.

Korrelasjonen mellom endring i MVC og endring i volumet av quadriceps var på 0,53  $p = 0,003$ . Korrelasjonen mellom MVC og endring av tverrsnittet quadriceps var på 0,63  $p < 0,001$ . Dette kan indikere at endringer det største muskel tverrsnittet er noe viktigere for endring MVC enn endring i muskelvolumet. Korrelasjonene mellom 1RM i beinpress og quadriceps volumet var 0,23  $p = 0,25$  og mellom 1RM beinpress og endring i tverrsnittet quadriceps var på 0,30  $p = 0,126$ . Dette kan tyder på at beinpress er en øvelse som involverer flere muskelgrupper enn quadriceps og kanskje en større grad av teknikk.

Det var en korrelasjon mellom endringen i det samlede volumet i m. triceps brachii og m. pectoralis og mellom endringen i 1RM benkpress på 0,44  $p = 0,017$ . Korrelasjonen mellom endringen i det største tverrsnittet og 1RM var på 0,54  $p = 0,002$ . Det indikerer muligens en tendens at endringer i det største tverrsnittet er viktigere enn endringer i volumet. Dette er i så fall i tråd med ideen om det er mengden kontraktile komponenter i parallell som er avgjørende

for muskelstyrken. Korrelasjonen mellom tverrsnittet i det samlede volumet i m. triceps brachii og m. pectoralis og mellom 1RM benkpress var på 0,94  $p < 0,001$ . Korrelasjon mellom det samlede volumet i m. triceps brachii og m. pectoralis og mellom 1RM benkpress var på 0,88  $p < 0,001$ .

## 5.5 Metodediskusjon

Selv om det ikke ble funnet en signifikant forskjell mellom gruppene i denne studien kan det ikke utelukkes at det eksisterer en reel forskjell mellom gruppene. Denne eventuelle forskjellen kunne man muligens ha funnet med flere forsøkspersoner i hver av gruppene. At det ikke ble funnet en signifikant forskjell mellom gruppene målt med flere målemetoder, ultralyd, DXA, MR og heller ikke i styrketestene tyder derimot på at det ikke er noen vesentlig forskjell mellom inntak av melkeprotein og nativ myseprotein med hensyn til muskelvekst.

Gruppene rapporterte selv inn at de hadde spist 94,8 % og 96,4 % av proteinpulveret. Det kan imidlertid ikke utelukkes at det faktiske proteinpulveret som ble spist var noe mindre dette grunnet overrapportering.

MR bildene i DCOM format ble analysert manuelt med OsiriX v5.5.1 (Pixmeo, Sveits). Det ble laget et omriss av alle musklene i måleområdet i låret og m. biceps brachii, m. pectoralis major og m. triceps brachii i overkroppen. Omrisset ble gjort manuelt for å finne tverrsnittsarealet i hver enkelt muskel i alle MR tverrsnittbildene der muskelen var synlig, se figur 2. Det kan ikke utelukkes manuelle feil ved målinger, variasjonskoeffisient ved disse målingene var på under 2 %.

## 5.6 Konklusjon

Etter 12 uker med helkroppss styrketrening tre ganger per uke økte de unge forsøkspersonene markant i muskelstyrke og muskelmasse. Det var imidlertid ingen forskjell i styrkefremgang eller muskelvekst mellom gruppen som inntok av 2x20 gram melkeprotein per dag sammenlignet gruppen som inntok 2x20 gram nativ myseprotein. Vi kunne derfor ikke bekrefte hypotesen om at inntak av native myse skulle gi bedre effekt enn inntak av tilsvarende mengde melkeprotein, og beholder derfor nullhypotesen med at det ikke er forskjeller i effekt.

Videre forskning på proteintilskudd ved samtidig styrketrening bør vurdere hvilken proteinmengde som er nødvendig for å oppnå maksimal eller tilstrekkelig muskel hypertrofi. I praksis er det flere grupper i samfunnet, eldre, syke eller andre med et begrenset matinntak som kan dra nytte av kunnskap rundt hvilke proteinkilder som gir størst effekt også ved mindre proteinmengder.

## 6 Kilder

- Abate, N., Burns, D., Peshock, R. M., Garg, A., & Grundy, S. M. (1994). Estimation of adipose tissue mass by magnetic resonance imaging: validation against dissection in human cadavers. *J Lipid Res*, *35*(8), 1490-1496.
- Anthony, J. C., Yoshizawa, F., Anthony, T. G., Vary, T. C., Jefferson, L. S., & Kimball, S. R. (2000). <Leucine stimulates translation initiation in skeletal muscle of postabsorptive rats via a rapamycin-sensitive pathway.pdf>. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 2413-2419.
- Beaudart, C., Zaaria, M., Pasleau, F., Reginster, J. Y., & Bruyere, O. (2017). Health Outcomes of Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*, *12*(1), e0169548. doi:10.1371/journal.pone.0169548
- Bemben, M. G. (2002). Use of Diagnostic Ultrasound for Assessing Muscle Size. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *16*(1), 103-108.
- Biolo, G., Tipton, K. D., Klein, S., & Wolfe, R. R. (1997). An abundant supply of amino acids enhances the metabolic effect of exercise on muscle protein. *Am J Physiol*, *273*(1 Pt 1), E122-129.
- Boone, C. H., Stout, J. R., Beyer, K. S., Fukuda, D. H., & Hoffman, J. R. (2015). Muscle strength and hypertrophy occur independently of protein supplementation during short-term resistance training in untrained men. *Appl Physiol Nutr Metab*, *40*(8), 797-802. doi:10.1139/apnm-2015-0027
- Bosse, J. D., & Dixon, B. M. (2012). Dietary protein to maximize resistance training: a review and examination of protein spread and change theories. *J Int Soc Sports Nutr*, *9*(1), 42. doi:10.1186/1550-2783-9-42
- Brans, G., Schroën, C. G. P. H., van der Sman, R. G. M., & Boom, R. M. (2004). Membrane fractionation of milk: state of the art and challenges. *Journal of Membrane Science*, *243*(1-2), 263-272. doi:10.1016/j.memsci.2004.06.029
- Bray, G. A., Smith, S. R., de Jonge, L., Xie, H., Rood, J., Martin, C. K., . . . Redman, L. M. (2012). Effect of dietary protein content on weight gain, energy expenditure, and body composition during overeating: a randomized controlled trial. *JAMA*, *307*(1), 47-55. doi:10.1001/jama.2011.1918

- Bredella, M. A., Ghomi, R. H., Thomas, B. J., Torriani, M., Brick, D. J., Gerweck, A. V., . . . Miller, K. K. (2010). Comparison of DXA and CT in the assessment of body composition in premenopausal women with obesity and anorexia nervosa. *Obesity (Silver Spring)*, *18*(11), 2227-2233. doi:10.1038/oby.2010.5
- Breen, L., & Churchward-Venne, T. A. (2012). Leucine: a nutrient 'trigger' for muscle anabolism, but what more? *J Physiol*, *590*(9), 2065-2066. doi:10.1113/jphysiol.2012.230631
- Brown, E. C., DiSilvestro, R. A., Babaknia, A., & Devor, S. T. (2004). Soy versus whey protein bars: effects on exercise training impact on lean body mass and antioxidant status. *Nutr J*, *3*, 22. doi:10.1186/1475-2891-3-22
- Burd, N. A., Tang, J. E., Moore, D. R., & Phillips, S. M. (2009). Exercise training and protein metabolism: influences of contraction, protein intake, and sex-based differences. *J Appl Physiol (1985)*, *106*(5), 1692-1701. doi:10.1152/jappphysiol.91351.2008
- Burd, N. A., West, D. W., Moore, D. R., Atherton, P. J., Staples, A. W., Prior, T., . . . Phillips, S. M. (2011). Enhanced amino acid sensitivity of myofibrillar protein synthesis persists for up to 24 h after resistance exercise in young men. *J Nutr*, *141*(4), 568-573. doi:10.3945/jn.110.135038
- Candow, D. G., Burke, N. C., Smith-Palmer, T., & Burke, D. G. (2006). Effect of whey and soy protein supplementation combined with resistance training in young adults. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, *16*(3), 233-244.
- Cermak, N. M., Res, P. T., de Groot, L. C., Saris, W. H., & van Loon, L. J. (2012a). Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr*, *96*. doi:10.3945/ajcn.112.037556
- Cermak, N. M., Res, P. T., de Groot, L. C., Saris, W. H., & van Loon, L. J. (2012b). Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr*, *96*(6), 1454-1464. doi:10.3945/ajcn.112.037556
- Chen, Z., Wang, Z., Lohman, T., Heymsfield, S. B., Outwater, E., Nicholas, J. S., . . . Going, S. (2007a). Dual-energy X-ray absorptiometry is a valid tool for assessing skeletal muscle mass in older women. *J Nutr*, *137*(12), 2775-2780.

- Chen, Z., Wang, Z., Lohman, T., Heymsfield, S. B., Outwater, E., Nicholas, J. S., . . . Going, S. (2007b). Dual-energy X-ray Absorptiometry is a valid tool for assessing skeletal muscle mass in older women. *Journal of Nutrition*, *137*(12), 2775-2780.
- Cribb, P. J., Williams, A. D., Carey, M. F., & Hayes, A. (2006). The effect of whey isolate and resistance training on strength, body composition, and plasma glutamine. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, *16*(5), 494-509.
- Cribb, P. J., Williams, A. D., Stathis, C. G., Carey, M. F., & Hayes, A. (2007). Effects of whey isolate, creatine, and resistance training on muscle hypertrophy. *Med Sci Sports Exerc*, *39*(2), 298-307. doi:10.1249/01.mss.0000247002.32589.ef
- Cuthbertson, D., Smith, K., Babraj, J., Leese, G., Waddell, T., Atherton, P., . . . Rennie, M. J. (2005). Anabolic signaling deficits underlie amino acid resistance of wasting, aging muscle. *FASEB J*, *19*(3), 422-424. doi:10.1096/fj.04-2640fje
- Denysschen, C. A., Burton, H. W., Horvath, P. J., Leddy, J. J., & Browne, R. W. (2009). Resistance training with soy vs whey protein supplements in hyperlipidemic males. *J Int Soc Sports Nutr*, *6*, 8. doi:10.1186/1550-2783-6-8
- Devries, M. C., & Phillips, S. M. (2015). Supplemental protein in support of muscle mass and health: advantage whey. *J Food Sci*, *80 Suppl 1*, A8-A15. doi:10.1111/1750-3841.12802
- English, C., Fisher, L., & Thoirs, K. (2012). Reliability of real-time ultrasound for measuring skeletal muscle size in human limbs in vivo: a systematic review. *Clin Rehabil*, *26*(10), 934-944. doi:10.1177/0269215511434994
- Fuller, N. J., Laskey, M. A., & Elia, M. (1992). Assessment of the composition of major body regions by dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA), with special reference to limb muscle mass. *Clin Physiol*, *12*(3), 253-266.
- Gille, O., de Seze, M. P., Guerin, P., Jolivet, E., Vital, J. M., & Skalli, W. (2011). Reliability of magnetic resonance imaging measurements of the cross-sectional area of the muscle contractile and non-contractile components. *Surg Radiol Anat*, *33*(8), 735-741. doi:10.1007/s00276-011-0825-7
- Glover, E. I., Phillips, S. M., Oates, B. R., Tang, J. E., Tarnopolsky, M. A., Selby, A., . . . Rennie, M. J. (2008). Immobilization induces anabolic resistance in human myofibrillar protein synthesis with low and high dose amino acid infusion. *J Physiol*, *586*(24), 6049-6061. doi:10.1113/jphysiol.2008.160333

- Hakkinen, K., Pakarinen, A., Kraemer, W. J., 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* (1985), 91(2), 569-580.
- Hartman JW1, T. J., Wilkinson SB, Tarnopolsky MA, Lawrence RL, Fullerton AV, Phillips SM. (2007). Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters. *Am J Clin Nutr*.
- Hartman, J. W., Tang, J. E., Wilkinson, S. B., Tarnopolsky, M. A., Lawrence, R. L., & Fullerton, A. V. (2007). Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters. *Am J Clin Nutr*, 86.
- Heymsfield, S. B., Adamek, M., Gonzalez, M. C., Jia, G., & Thomas, D. M. (2014). Assessing skeletal muscle mass: historical overview and state of the art. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 5(1), 9-18. doi:10.1007/s13539-014-0130-5
- Hoffman, J. R., A., N., Ratamess, Christopher P. Tranchina, Stefanie L. Rashti, Jie Kang, & Faigenbaum., a. A. D. (2009). Effect of Protein Supplement Timing on Strength, Power and Body Compositional Changes in Resistance-Trained Men. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*.
- Hulmi, J. J., Kovanen, V., Selanne, H., Kraemer, W. J., Hakkinen, K., & Mero, A. A. (2009a). Acute and long-term effects of resistance exercise with or without protein ingestion on muscle hypertrophy and gene expression. *Amino Acids*, 37(2), 297-308. doi:10.1007/s00726-008-0150-6
- Hulmi, J. J., Kovanen, V., Selanne, H., Kraemer, W. J., Hakkinen, K., & Mero, A. A. (2009b). Acute and long-term effects of resistance exercise with or without protein ingestion on muscle hypertrophy and gene expression. *Amino Acids*, 37. doi:10.1007/s00726-008-0150-6
- Hulmi, J. J., Laakso, M., Mero, A. A., Hakkinen, K., Ahtiainen, J. P., & Peltonen, H. (2015). The effects of whey protein with or without carbohydrates on resistance training adaptations. *J Int Soc Sports Nutr*, 12, 48. doi:10.1186/s12970-015-0109-4



- Josse, A. R., Tang, J. E., Tarnopolsky, M. A., & Phillips, S. M. (2010). Body composition and strength changes in women with milk and resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 42(6), 1122-1130. doi:10.1249/MSS.0b013e3181c854f6
- Joy, J. M., Lowery, R. P., Wilson, J. M., Purpura, M., De Souza, E. O., Wilson, S. M., . . . Jager, R. (2013). The effects of 8 weeks of whey or rice protein supplementation on body composition and exercise performance. *Nutr J*, 12, 86. doi:10.1186/1475-2891-12-86
- Laskey, M. A. (1996). Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition. *Nutrition*, 12(1), 45-51. doi:Doi 10.1016/0899-9007(95)00017-8
- Levine, J. A., Abboud, L., Barry, M., Reed, J. E., Sheedy, P. F., & Jensen, M. D. (2000). Measuring leg muscle and fat mass in humans: comparison of CT and dual-energy X-ray absorptiometry. *J Appl Physiol (1985)*, 88(2), 452-456.
- Lixandraõ, M. E., ugrinowitsch, C., Bottaro, M., Chacon-Mikahil, M. P. T., Cavaglieri, C. R., Min, L. L., . . . Libardi, C. A. (2014). Vastus Lateralis Muscle Cross-sectional Area Ultrasonography Validity for Image Fitting in Humans. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(11), 5.
- Marinangeli, C. P., & Kassis, A. N. (2013). Use of dual X-ray absorptiometry to measure body mass during short- to medium-term trials of nutrition and exercise interventions. *Nutr Rev*, 71(6), 332-342. doi:10.1111/nure.12025
- Mendis, M. D., Wilson, S. J., Stanton, W., & Hides, J. A. (2010). Validity of real-time ultrasound imaging to measure anterior hip muscle size: a comparison with magnetic resonance imaging. *J Orthop Sports Phys Ther*, 40(9), 577-581. doi:10.2519/jospt.2010.3286
- Menon, M. K., Houchen, L., Harrison, S., Singh, S. J., Morgan, M. D., & Steiner, M. C. (2012). Ultrasound assessment of lower limb muscle mass in response to resistance training in COPD. *Respiratory Research*, 13(1), 119. doi:10.1186/1465-9921-13-119
- Miller, P. E., Alexander, D. D., & Perez, V. (2014). Effects of whey protein and resistance exercise on body composition: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Am Coll Nutr*, 33(2), 163-175. doi:10.1080/07315724.2013.875365
- Mitchell, C. J., Oikawa, S. Y., Ogborn, D. I., Nates, N. J., MacNeil, L. G., Tarnopolsky, M., & Phillips, S. M. (2015). Daily chocolate milk consumption does not enhance the effect of resistance training in young and old men: a randomized controlled trial. *Appl Physiol Nutr Metab*, 40(2), 199-202. doi:10.1139/apnm-2014-0329

- Mitsiopoulos, N., Baumgartner, R. N., Heymsfield, S. B., Lyons, W., Gallagher, D., & Ross, R. (1998). Cadaver validation of skeletal muscle measurement by magnetic resonance imaging and computerized tomography. *J Appl Physiol* (1985), 85(1), 115-122.
- Moore, D. R., Robinson, M. J., Fry, J. L., Tang, J. E., Glover, E. I., Wilkinson, S. B., . . . Phillips, S. M. (2009). Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *Am J Clin Nutr*, 89(1), 161-168.  
doi:10.3945/ajcn.2008.26401
- Morse, C. I., Degens, H., & Jones, D. A. (2007). The validity of estimating quadriceps volume from single MRI cross-sections in young men. *Eur J Appl Physiol*, 100(3), 267-274.  
doi:10.1007/s00421-007-0429-4
- Morton, R. W., Murphy, K. T., McKellar, S. R., Schoenfeld, B. J., Henselmans, M., Helms, E., . . . Phillips, S. M. (2017). A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *Br J Sports Med*. doi:10.1136/bjsports-2017-097608
- Norton, L. E., Layman, D. K., Bunpo, P., Anthony, T. G., Brana, D. V., & Garlick, P. J. (2009). The leucine content of a complete meal directs peak activation but not duration of skeletal muscle protein synthesis and mammalian target of rapamycin signaling in rats. *J Nutr*, 139(6), 1103-1109. doi:10.3945/jn.108.103853
- Phillips, S. M. (2014). A brief review of critical processes in exercise-induced muscular hypertrophy. *Sports Med*, 44 Suppl 1, S71-77. doi:10.1007/s40279-014-0152-3
- Phillips, S. M., Tang, J. E., & Moore, D. R. (2009). The role of milk- and soy-based protein in support of muscle protein synthesis and muscle protein accretion in young and elderly persons. *J Am Coll Nutr*, 28(4), 343-354.  
doi:10.1080/07315724.2009.10718096
- Pietrobelli, A., Wang, Z., Formica, C., & Heymsfield, S. B. (1998). Dual-energy X-ray absorptiometry: fat estimation errors due to variation in soft tissue hydration. *Am J Physiol*, 274(5 Pt 1), E808-816.
- Popadic Gacesa, J., Dragnic, N. R., Prvulovic, N. M., Barak, O. F., & Grujic, N. (2011). The validity of estimating triceps brachii volume from single MRI cross-sectional area before and after resistance training. *J Sports Sci*, 29(6), 635-641.  
doi:10.1080/02640414.2010.549498

- Rozenek, R., Ward, P. L., S., & Garhammer, J. (2002). <Effects of high-calorie supplements on body composition and muscular strength following resistance training.pdf>. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 340-347.
- Ruiz, J. R., Sui, X., Lobelo, F., Morrow, J. R., Jackson, A. W., Sjöström, M., & Blair, S. N. (2008). Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. *BMJ*, 337.
- Schmidt, R. H., Packard, V. S., & Morris, H. A. (1984). Effect of Processing on Whey Protein Functionality. *Journal of Dairy Science*, 67(11), 2723-2733. doi:10.3168/jds.S0022-0302(84)81630-6
- Schoenfeld, B. J., Aragon, A. A., & Krieger, J. W. (2013). The effect of protein timing on muscle strength and hypertrophy: a meta-analysis. *J Int Soc Sports Nutr*, 10(1), 53. doi:10.1186/1550-2783-10-53
- T.M. Maden-Wilkinson, H. Degens, D.A. Jones, & McPhee, J. S. (2013). Comparison of MRI and DXA to measure muscle size and age-related atrophy in thigh muscles. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 282-290.
- Tarnopolsky, M. A., MacDougall, J. D., & Atkinson, S. A. (1988). Influence of protein intake and training status on nitrogen balance and lean body mass. *Journal of Applied Physiology*, 64(1), 187.
- Tipton, K. D., Elliott, T. A., Cree, M. G., Wolf, S. E., Sanford, A. P., & Wolfe, R. R. (2004). Ingestion of casein and whey proteins result in muscle anabolism after resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 36(12), 2073-2081. doi:10.1249/01.mss.0000147582.99810.c5
- Tipton, K. D., Elliott, T. A., Ferrando, A. A., Aarsland, A. A., & Wolfe, R. R. (2009). Stimulation of muscle anabolism by resistance exercise and ingestion of leucine plus protein. *Appl Physiol Nutr Metab*, 34(2), 151-161. doi:10.1139/H09-006
- Tracy, B. L., Ivey, F. M., Hurlbut, D., Martel, G. F., Lemmer, J. T., Siegel, E. L., . . . Hurley, B. F. (1999). Muscle quality. II. Effects Of strength training in 65- to 75-yr-old men and women. *J Appl Physiol (1985)*, 86(1), 195-201.
- Verhoeven, S., Vanschoonbeek, K., Verdijk, L. B., Koopman, R., Wodzig, W. K., Dendale, P., & van Loon, L. J. (2009). Long-term leucine supplementation does not increase muscle mass or strength in healthy elderly men. *Am J Clin Nutr*, 89(5), 1468-1475. doi:10.3945/ajcn.2008.26668

- Volek, J. S., Volk, B. M., Gomez, A. L., Kunces, L. J., Kupchak, B. R., Freidenreich, D. J., . . . Kraemer, W. J. (2013). Whey protein supplementation during resistance training augments lean body mass. *J Am Coll Nutr*, *32*(2), 122-135.  
doi:10.1080/07315724.2013.793580
- White, K. M., Bauer, S. J., Hartz, K. K., & Baldrige, M. (2009). Changes in body composition with yogurt consumption during resistance training in women. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, *19*(1), 18-33.
- Wilborn, C. D., Taylor, L. W., Outlaw, J., Williams, L., Campbell, B., Foster, C. A., . . . Hayward, S. (2013). The Effects of Pre- and Post-Exercise Whey vs. Casein Protein Consumption on Body Composition and Performance Measures in Collegiate Female Athletes. *J Sports Sci Med*, *12*(1), 74-79.
- Zaidman, C. M., Wu, J. S., Wilder, S., Darras, B. T., & Rutkove, S. B. (2014). Minimal training is required to reliably perform quantitative ultrasound of muscle. *Muscle Nerve*, *50*(1), 124-128. doi:10.1002/mus.24117

## Tabelloversikt

Tabell 1:oversikt over utvalgte studer som har undersøkt proteintilskudd ved samtidig styrketrening over tid: .....	8
Tabell 2:inklusionskriterier og eksklusjonskriterier.....	15
Tabell 3:Oversiktstabell over forsøkspersonene .....	15
Tabell 4:Oversikt over relativ belastning og progresjon i de ulike øvelsene ... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Tabell 5:Aminosyresammensetting og næringsinnhold i proteintilskuddene .....	20
Tabell 6:Daglig inntak av energi og makronæringsstoffer basert på gjennomsnittet av to intervjuer om hva de hadde spist den forutgående dagen .....	23
Tabell 7: Oversikt over grad av oppmøte, mengde protein spist og treningsbelastning. ....	23
Tabell 8:DXA resultater for fettmasse og fettfrimasse, samt fettfrimasse fordelt på armer, torso og bein. Kroppsmassen er målt med en ordinær badevekt.....	25
Tabell 9:Vekst i m. vastus lateralis tykkelsen målt med ultralyd (cm), tverrsnitt (cm <sup>2</sup> ) og volum (cm <sup>3</sup> ) målt med MR. ....	28
Tabell 10:Estimert volum MR. Overkropp består av venstre m. pectoralis, m. biceps og m. triceps. Quadriceps, hamstring og lyske er definert i teksten, m. sartorius er utelatt fra de tre muskelgruppene. ....	31
Tabell 11:Tverrsnitt av låret og overkropp i absolutte verdier. Overkropp består av venstre m. pectoralis, m. biceps og m. triceps. Quadriceps, hamstring og lyske er definert i teksten, m. sartorius er utelatt fra de tre muskelgruppene. ....	31
Tabell 12:Absoluttverdier i styrketestene. ....	35

## Figuroversikt

Figur 1:Et prosessdiagram over antall personer under rekrutering og underveis i studien.....	14
Figur 2:Eksempel på et MR bilde med markert omriss av m. pectoralis major, m. biceps brachii og m. triceps brachii .....	18
Figur 3:Eksempel på 3D figur hentet fra OsiriX. Representerer muskelvolumet laget med utgangspunkt fra muskelomrissene i MR tverrsnittene. Muskelen på bilde er m. sartorius. ...	19
Figur 4: Individuelle forandringer i kroppsvekt, fettfri kroppsmasse og fettmasse. Gjennomsnitt og standard avvik er markert i rødt. * indikerer signifikant forskjell fra pre. $p<0,05$ .....	24
Figur 5: Individuelle resultater for prosentvis muskelvekst i overarmen. Muskelmasse målt med DXA, tverrsnitts areal og volum målt med MR. Gjennomsnitt og standard avvik er markert i rødt. * indikerer forskjell signifikant forskjell ifra pre. $p<0,05$ .....	26
Figur 6:Inviduelle resultater for prosentvis muskelvekst i vastus lateralis. Muskelvolum og tverrsnittsareal målt med MR, muskeltykkelse målt med Ultralyd. Gjennomsnitt og standard avvik er markert i rødt. * indikerer forskjell signifikant forskjell ifra pre. $p<0,05$ .....	28
Figur 7: Individuelle resultater for prosentvis forandring muskelvolum i lårmuskulaturen, begge bein samlet. Målt med MR. Gjennomsnitt og standard avvik er markert i rødt. * indikerer forskjell signifikant forskjell ifra pre. $p<0,05$ .....	29
Figur 8: Individuelle resultater for prosentvis forandring i muskeltverrsnitt i lårmuskulaturen, begge bein samlet. Målt med MR. Gjennomsnitt og standard avvik er markert i rødt. * indikerer forskjell signifikant forskjell ifra pre. $p<0,05$ .....	30
Figur 9: Individuelle resultater for prosentvis muskelvekst i venstre pectoralis major. Muskelmasse målt med DXA, tverrsnitts areal og volum målt med MR. Gjennomsnitt og standard avvik er markert i rødt. * indikerer forskjell signifikant forskjell ifra pre. $p<0,05$ . # indikerer signifikant forskjell mellom gruppene $p<0,01$ .....	32
Figur 10: viser absolutt vekst per snitt i høyre lår som et areal. Snitt 1 er mest proksimal. Grafen er stablet slik arealet som representerer hver muskel ligger oppå hverandre. Muskler med liten eller negativ vekst i noen eller flere snitt blir ikke synlige. ....	33
Figur 11: Individuelle resultater over gjennomsnittlig prosentvis forandring i muskelstyrke i benkpress (1RM) og beinpress (1RM). Gjennomsnitt og standard avvik er markert i rødt. * indikerer forskjell signifikant forskjell ifra pre. $p<0,05$ .....	34

Figur 12: Individuelle resultater over gjennomsnittlig prosentvis forandring i muskelstyrke i MVC. Gjennomsnitt og standard avvik er markert i rødt. \* indikerer forskjell signifikant forskjell ifra pre.  $p < 0,05$ ..... 34

## Vedlegg



### Forespørsel om deltakelse som forsøksperson

#### Hvordan påvirker forskjellige melkeproteinfraksjoner muskelproteinbalanse hos yngre?

Dette skrevet er til alle potensielle forsøkspersoner. Vi ber om din deltakelse i prosjektet, så fremt du oppfyller kriteriene: Du må være i alderen 18-45 år, du skal ha drevet regelmessig styrketrening på hele kroppen under de siste 6 mnd (minst 1 gang per uke), og ellers være frisk og uten skader i muskelskjelettapparatet. Du kan ikke bruke noen form for medikamenter eller ha laktoseintoleranse eller melkeallergi. Du kan heller ikke bruke noen form for kosttilskudd (proteinpulver, vitaminer, kreatin eller lignende); hvis du gjør det kan du likevel delta som forsøksperson ved at du slutter med tilskuddet senest en uke før prosjektstart. Du kan ikke delta om du er allergisk mot lokalbedøvelse (tilsvarende det man får hos tannlegen).

#### **Bakgrunn og hensikt med forsøket**

Inntak av proteiner har i seg selv en umiddelbar muskeloppbyggende effekt ved at proteinsyntesen øker; og kombinerer vi proteininntak med styrketrening får vi en vesentlig kraftigere effekt. Økningen i proteinsyntesen bestemmes i stor grad av mengden og kvaliteten på proteinet, samt hvor raskt proteinet tas opp i blodet. I tillegg til proteinsyntesen vil også proteinnedbrytningen til enhver tid spille inn på proteinomsetningen i muskulaturen. Sammenliknet med proteinsyntesen vet vi lite om hvordan proteinnedbrytningen påvirkes av proteininntak etter styrketrening. Ny kunnskap om dette kan gi oss bedre forutsetninger for å maksimere utbyttet av styrketrening, som vil være av stor interesse for både mosjonister, idrettsutøvere og eldre med tanke på prestasjon i idrett og funksjon i hverdagen.



I denne studien ønsker vi å undersøke treningseffekten av et nyutviklet myseprotein produsert av Tine® kombinert med styrketrening. Dette nye myseproteinet vil sammenliknes med vanlig lett melk.

Dette er et dobbelt blindet, randomisert, kontrollert studie, som betyr at verken du eller forskerne du kommer i kontakt med vet hvilken drikk du inntar.

## Gjennomføringen av forsøket

Forsøket går kort fortalt ut på å gjennomføre en teningsperiode på 12 uker med styrketrening tre ganger i uken. Gjennom denne perioden inntas det to enheter på 0,6 l daglig med enten melk eller nativ myse. Du vil bli tilfeldig trukket (randomiseres) til én av gruppene. Før og etter treningsperioden vil det gjennomføres en rekke tester (se senere) for å se på effekten av de forskjellige drikkene.

### Før treningsperioden

Du skal møte på Norges idrettshøgskole 3-4 ganger for tilvenning til tester og treningsøvelser, måling av kroppssammensetning (DXA), en legesjekk og biopsier i ukene før forsøket. Hver seanse untatt biopsiene varer i ca. 2 timer. I tillegg må du møte for en MR-analyse hos Curato røntgen, som vil ta ca. 30 minutter. Tidspunkter for de ulike oppmøtene avtales individuelt. Før treningsstudien må du også gjennomføre en firedagers kostregistrering, en tilsvarende kostregistrering vil gjentas mot slutten av treningsperioden. **I de to siste dagene før tester og biopsi(er) må du avstå fra all krevende fysisk aktivitet (trening).** Fra dagen før biopsiene til dagen etter biopsiene skal du følge en standardisert diett laget av en ernæringsfysiolog.

### Akutforsøk

Ti deltakere fra hver gruppe trekkes tilfeldig ut til å gjennomføre et akutforsøk før og etter treningsperioden, dette innebærer 3 biopsier før treningsperioden og 3 biopsier etter treningsperioden. De fem resterende deltakerne i hver gruppe deltar ikke i akuttstudien og tar bare

en biopsi før og en etter treningsperioden. Hensikten med akutforsøket er å måle hvordan proteinsyntesen og proteinnedbrytningen forandres etter treningsperioden. Oppstart denne dagen vil være mellom kl. 0800 og 0900, og forsøket er ferdig mellom kl. 1530 og 1630. Måling av proteinsyntesen og –nedbrytingen gjøres ved veneinfusjon av aminosyrer (med stabile isotoper). Det er ingen kjent risiko med stabile isotoper; de forekommer naturlig i maten vi spiser og er ikke radioaktive. Det er en infeksjonsfare, men preparatet klargjøres under sterile forhold og infuseres gjennom et filter som ikke slipper mikrober igjennom. Infusjonen vil innebære at vi setter inn et venekateter i hver arm. Før vi gjennomfører treningsøkten vil vi ta en biopsi og gjennomføre en styrketest i et kneekstensjonsapparat. Treningsøkten vil være identisk med noen av øktene som gjennomføres senere i treningsperioden. Etter treningsøkten vil du innta en av de tre drikkene, og det vil bli tatt biopsier en og tre timer etter økten. Det vil også bli tatt blodprøver gjennom dagen og gjennomført styrketester rett etter økten, 3 timer etter økten og 24 timer etter økten, for å måle restitusjon. Dermed vil du måtte sette av en hel dag til testdagen (fra 0700-0800 frem til ca. 1530-1630) og 30 min til styrketesting dagen etter. Utvelgelsen til å gjennomføre akutforsøket vil være tilfeldig.

### **Treningsperioden**

Treningsperioden starter når man har gjennomført alle testene, og den varer i 12 uker. I disse 12 ukene skal det trenes styrke tre ganger i uken (mandag, onsdag og fredag) i grupper på tre deltakere med oppfølging av en personlig trener på alle økter. Drikkene inntas to ganger om dagen; etter trening og på kvelden på treningsdager, og morgen og kveld på treningsfrie dager.

Etter treningsperioden gjennomføres alle testene på nytt for å måle endringer.

### **Tester**

*DXA:* ved et av oppmøtene før testingen gjøres en DXA-analyse for å måle kroppssammensetningen som vil danne grunnlaget for de standardiserte måltidene ved testgjennomføringen. Denne testen innebærer at deltakerne ligger stille i ca. 10 minutter.

*MR:* for å måle muskelvekst i lårmuskulaturen benyttes en MR-analyse. Si noe om stråling? Denne testen innebærer at deltakerne ligger stille i ca. 15 minutter.

*1RM tester:* for å måle styrke vil det testes hvor mye man kan løfte maksimalt en gang i to øvelser som heter beinpress og brystpress.

*Muskelfunksjonstest:* testingen av muskelfunksjonen gjøres i et kneekstensjonsapparat som er låst ved 90° i kneleddet.

*Funksjonelle tester:* en test av hvor raskt man kan reise seg fra en stol fem ganger på rad, samt en test av hvor raskt man kan gå opp en trapp vil bli brukt til å si noe om funksjon i hverdagen og mobilitet.

*Blodprøver:* blodprøvene vil tas i sammenheng med biopsiene og vil gjøres gjennom venekatetrene slik at det ikke blir noen ekstra stikk for blodprøver.

*Biopsier:* For de som tilfeldig velges til å være med på akutforsøket blir det tre biopsier før og tre biopsier etter treningsperioden. For de som ikke skal være med på akutforsøket blir det en biopsi før og en etter treningsperioden.

Biopsiene tas ut på følgende måte:

- Huden og bindevevet lokalbedøves der vevsprøven skal taes.
- Et snitt på ca. 1-2 cm gjøres gjennom hud og muskelfascien.
- En nål med diameter på 6 mm føres inn (2-3 cm) og 1-3 små biter av muskulaturen tas ut (total 2-300 mg).
- Snittet lukkes med tape (strips).

### **Eventuelle ulemper ved å delta**

Deltakelse i prosjektet vil kreve en del tid og oppmerksomhet. Det blir 3-4 oppmøter på Norges idrettshøgskole og ett på Curato røntgen i forkant og etterkant av treningsperioden, samt oppmøte tre ganger i uken gjennom treningsperioden.

Trening skal gjennomføres med stor belastning, og vil medføre en viss risiko for skade og følelse av sårhet/stølhhet i muskulaturen.

Venekateter medfører en liten infeksjonsfare og det kan oppleves ubehagelig.

Vevsprøvetakninger (biopsier) medfører en liten infeksjonsfare, og ubehag/smerter kan oppleves under inngrepet. Du kan også oppleve lette til moderate smerter i 1-2 døgn etter inngrepet.

Du vil få et lite arr etter snittet i huden; arret vil sakte bli mindre tydelig. Enkelte personer vil kunne få en fortykning av huden i arrområdet.

## **Personvern**

Vi vil kun lagre informasjon om deg under ditt forsøkspersonnummer. Undervis i forsøket vil vi oppbevare en kodeliste med navn og forsøkspersonnummer. Denne kodelisten vil fysisk være låst inne, slik at det er kun forskerne tilknyttet studien som har adgang til den. Alle som får innsyn i informasjon om deg har taushetsplikt. Innsamlet data vil bli anonymisert etter 15 år (kodelisten destrueres).

Alle prøver vil analyseres "blindet", det vil si at forskerne som utfører den enkelte analysen ikke vet hvilken forsøksperson prøven kommer fra (verken forsøkspersonnummer eller gruppe). Prøver vil bli analysert ved NIH (biopsier), Universitet i Oslo (ernæringsinstituttet; biopsier og blod) og Universitetet i Arkansas, USA (biopsier og blod).

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

## **Biobank**

Biopsiene og blodprøvene vil bli oppbevart i en forskningsbiobank uten kommersielle interesser (vurdert av Regional Etisk Komite). Hvis du sier ja til å delta i studien, gir du også samtykke til at det biologiske materialet og analyseresultater inngår i biobanken. Prøvene vil bli lagret til år 2028. Ansvarlig for biobanken er Dr. Truls Raastad ved Seksjon for fysisk prestasjonsevne ved NIH. Det biologiske materialet kan bare brukes etter godkjenning fra Regional komité for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk (REK). Hvis du sier ja til å delta i studien, gir du også ditt samtykke til at prøver og aidentifiserte opplysninger utleveres til ernæringsinstituttet ved universitetet i Oslo og universitetet i Arkansas.

## **Innsynsrett og oppbevaring av materiale**

Hvis du sier ja til å delta i studien, har du rett til å få innsyn i hvilke opplysninger som er registrert om deg. Du har videre rett til å få korrigert eventuelle feil i de opplysningene vi har registrert. Dersom du trekker deg fra studien, kan du kreve å få slettet innsamlede prøver og opplysninger, med mindre opplysningene allerede er inngått i analyser eller brukt i vitenskapelige publikasjoner.

## **Informasjon om utfallet av studien**

Etter at data er innsamlet og analysert vil vi avholde et møte for alle forsøkspersonene der vi presenterer resultatene fra studien.

## **Forsikring**

Deltakere i prosjektet er forsikret dersom det skulle oppstå skade eller komplikasjoner som følge av deltakelse i forskningsprosjektet. NIH er en statlig institusjon og er således selvassurandør. Dette innebærer at det er NIH som dekker en eventuell erstatning og ikke et forsikringsselskap.

## **Finansiering**

Prosjektet er fullfinansiert av Tine® og Norges forskningsråd.

## **Publisering**

Resultatene fra studien vil offentliggjøres i internasjonale, fagfelleverderte, tidsskrift. Du vil få tilsendt artiklene hvis du ønsker det.

## **Samtykke**

Hvis du har lest informasjonsskrivet og ønsker å være med som forsøksperson i prosjektet, ber vi deg undertegne "Samtykke om deltakelse" og returnere dette til en av personene oppgitt nedenfor. Du bekrefter samtidig at du har fått kopi av og lest denne informasjonen.

Det er frivillig å delta og du kan når som helst trekke deg fra prosjektet uten videre begrunnelse. Alle data vil, som nevnt ovenfor, bli avidentifisert før de blir lagt inn i en database, og senere anonymisert.

Dersom du ønsker flere opplysninger kan du ta kontakt med Håvard Hamarsland

på tlf: 93 445 916, Gøran Paulsen på tlf: 93429420, eller Truls Raastad på tlf: 23 26 23 28 el. 913 68 896

Vennlig hilsen

Håvard Hamarsland (Stipendiat)

Gøran Paulsen (forsker)

Truls Raastad (Professor)

# Samtykke til deltakelse i studien

Jeg er villig til å delta i studien

-----  
(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Jeg bekrefter å ha gitt informasjon om studien

-----  
(Signert, rolle i studien, dato)







