

Sanna Grydeland

Effekten av måltidsfrekvens på muskelstyrke og muskelvekst ved periodisert, progressiv styrketrening

En 12-ukers randomisert intervensjonsstudie

Masteroppgave i idrettsvitenskap
Seksjon for idrettsmedisinske fag
Norges idrettshøgskole, 2019

Sammendrag

Bakgrunn: Positiv energi- og proteinbalanse sammen med styrketrening er noen av de viktigste faktorene for muskelvekst. Flere studier har derfor undersøkt hvor mye og hvor ofte protein bør inntas, og derigjennom stimulere proteinsyntesen. Hvorvidt måltidsfrekvensen påvirker treningsinduserte adaptasjoner er således uavklart i litteraturen. Hensikten med denne studien var derfor å undersøke hvilken effekt måltidsfrekvens hadde på utvikling av muskelvekst og -styrke hos trente individer som trente progressiv styrketrening i positiv energibalanse.

Metode: Tjue styrketrente menn og kvinner (20-33år) ble randomisert til to ulike måltidsfrekvensgrupper; tre (3M) eller seks (6M) måltider per dag. Begge gruppene trente styrketrening fire ganger i uken i 12 uker med en progressiv økning i treningsmotstand og volum. Kostholdsplanene ble individuelt tilpasset, og sikret et svakt energioverskudd, og tilstrekkelig næringsinntak. Maksimal styrke (i seks øvelser) ble målt fire ganger: pre- og posttest, samt to midtveistesting. Muskeltykkelsen til m. vastus lateralis (mVL) og m. biceps brachii (mBB), målt ved hjelp av ultralyd, og muskelmassen, målt med DXA-skann, ble undersøkt ved pre- og posttest. Energi-balansen ble kontrollert ved ukentlig veing av forsøkspersonene. Etterlevelsen av trenings- og kostholdsintervensjonen ble kontrollert via henholdsvis treningsdagbøker og 24-timers recall intervjuer.

Resultater: Det var en tendens til at 6M inntok mer protein ($p=0,095$), og mer energi ($p=0,122$) gjennom intervensjonen. Likevel ble det ikke funnet noen signifikante gruppeforskjeller i verken muskelvekst eller muskelstyrke, etter 12 uker med styrketrening. Som følge av intervensjonen fikk begge gruppene en signifikant ($p\leq 0,01$) økning i muskelmasse (4,67% vs. 5,45%), muskeltykkelsen til mVL (6,22% vs. 7,12%) og mBB (8,12% vs. 8,59%), total muskelstyrke (26,5% vs. 31,5%), for henholdsvis 3M og 6M.

Konklusjon: Det ble ikke funnet noen forskjell mellom 3M og 6M i verken muskelvekst eller utvikling av muskelstyrke etter 12 uker med progressiv styrketrening.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	III
Forkortelser	VI
Forord	VII
1. Introduksjon	8
1.1 Problemstillinger og hypoteser	10
2. Teori	11
2.1 Styrketrening for muskelvekst og muskelstyrke.....	11
2.1.1 Treningsstimuli	11
2.1.2 Tidsforløp	13
2.1.3 Måling av muskelvekst	14
2.2 Ernæring for muskelvekst og muskelstyrke.....	15
2.2.1 Totalt energiinntak.....	15
2.2.2 Proteininntak.....	16
2.3 Måltidsfrekvens for muskelvekst og muskelstyrke.....	18
2.3.1 Timing og frekvensen av proteininntak	18
2.3.2 Måltidsfrekvens	20
3. Metode	23
3.1 Deltakere.....	23
3.1.1 Randomisering	24
3.2 Studiedesign.....	25
3.3 Trenings- og kostholdsintervensjon	26
3.3.1 Styrketrening	26
3.3.2 Kosthold.....	28
3.3.3 Kosthold- og aktivitetsregistrering	29
3.3.4 Oppfølging av kostholdsplanene	30
3.4 Testprosedyrer	30
3.4.1 Kroppskomposisjon	30
3.4.2 Muskeltykkelse	32
3.4.3 Maksimal muskelstyrke	33
3.5 Statistiske analyser	37
4. Resultater	38
4.1 Styrketrening.....	38
4.2 Kosthold.....	39

4.2.1	Endringer i kostholdet.....	39
4.2.2	Proteininntak per måltid	41
4.2.3	Kroppsvekt.....	41
4.3	Muskelvekst og muskelstyrke.....	42
4.3.1	Muskelmasse	42
4.3.2	Muskeltykkelse	43
4.3.3	Maksimal muskelstyrke	44
5.	Diskusjon	46
5.1	Kosthold	46
5.1.1	Energiinntak og kroppsvekt.....	47
5.1.2	Proteininntak.....	48
5.1.3	Proteininntak per måltid	49
5.1.4	Oppfølging av kostholdsplanene	50
5.2	Muskelvekst og muskelstyrke	50
5.2.1	Muskelmasse	50
5.2.2	Muskeltykkelse	52
5.2.3	Maksimal muskelstyrke	54
5.3	Studiens begrensninger	57
5.4	Praktiske implikasjoner og videre forskning	59
6.	Konklusjon.....	60
	Referanseliste	61
	Tabelloversikt	76
	Figuroversikt.....	77
	Vedlegg	79

Forkortelser

ACSM	American college of sport medicine
DXA	dual energy x-ray absorptiometry
KV	kroppsvekt
LBM	lean body mass (fett- og beinfri masse)
L1	lett styrkeøkt 1
L2	lett styrkeøkt 2
mBB	m. biceps brachii
mBB+B	m. biceps brachii + brachialis
MPN	muskelprotein-nedbryting
MPS	muskelproteinsyntese
MR	magnetresonanstomografi
mVL	m. vastus lateralis
PAL	fysisk aktivitetsnivå
RM	repetisjon maksimum
RMR	hvilestoffskifte
T1	tung styrkeøkt 1
T2	tung styrkeøkt 2
3M	tre måltidsgruppen
6M	seks måltidsgruppen
24-HR	24-timers recall intervju

Forord

Dette markerer slutten på mitt fireårige studieløp på Norges idrettshøgskole (NIH), og derfor også slutten på det gode studentliv. Jeg har økt kunnskap, og er mange erfaringer, opplevelser og venner rikere. Denne tiden kommer jeg aldri til å glemme. Det siste året har vært krevende, med både planlegging, gjennomføring og strukturering av et forskningsprosjekt. Prosessen har således vært både spennende og lærerikt, og jeg tar med meg det store læringsutbytte og erfaringene videre. Jeg er veldig takknemlig for all den gode hjelpen jeg har fått underveis.

Først vil jeg takke mine tre veiledere, Jorunn S. Borgen, Therese F. Mathiesen og Truls Raastad; en spesiell takk til Therese og Truls for raske og gode tilbakemeldinger, og for all deres hjelp under planleggingen og utførelse av prosjektet.

Takk til alle mine medstudenter som har gjort mine fire år på NIH helt fantastisk, og en stor takk til de som har stått meg nærmest – studenthverdagen hadde ikke vært den samme uten dere!

Takk, Magnus Breines for et godt samarbeid og støtte gjennom hele prosjektet. Takk, Brent, for din frivillighets ånd, og takk, Mauritz Kåshagen for all din hjelp med ultralydmålingene.

Takk, Marius, Runar og Christian for korrekturlesing!

En stor takk rettes også til Tine Meieri for deres bidrag av YT produkter.

Og til slutt, tusen takk til alle deltakerne i vårt prosjekt. Veldig stolt over at dere kom dere igjennom 14 uker med mye mas fra oss, men uten deres innsats hadde ikke denne oppgaven vært mulig!

Sanna Grydeland
Oslo, mai 2019

1. Introduksjon

Mange individer har et ønske om å forbedre sin kroppskomposisjon og/eller prestasjon gjennom økt muskelmasse og -styrke. Det finnes imidlertid ingen godt dokumentert optimal strategi for å øke muskelmassen uten å øke fettmassen betydelig. Dog er styrketrening ansett som den beste metoden for å stimulere til muskelvekst, samt vedlikeholde eller øker muskelstyrken (ACSM, 2009). I tillegg til styrketrening, spiller kostholdet en vesentlig rolle for å maksimere de treningsinduserte adaptasjonene, forbedre prestasjon og restituasjon, samt unngå overtrening og skader (Thomas, Erdman, Burke & MacKillop, 2016; Kerksick et al., 2018). Grunnmuren i en kostholdsplan for økt muskelmasse er det totale energiinntaket, og når målet er muskelvekst bør individet være i positiv energibalans (Garthe, 2011a, Garthe, Raastad, Refsnes & Sundgot-Borgen, 2013). En annen viktig faktor er proteininnholdet i kostholdsplanen, ettersom proteinbalansen er en sentral prosess i reguleringen av muskelmasse (Thomas et al., 2016; Kraemer, Ratamess & French, 2002). Over tid, vil den synergiske effekten av å innta protein etter styrketreningsøkter øke mengden proteiner i musklene, og føre til muskelvekst (Damas, Libardi, & Ugrinowitsch, 2018; Stokes, Hector, Morton, McGlory, & Phillips, 2018; Morton, McGlory, & Philips 2015; Phillips, 2014). Anbefalingene for hvor mye og ofte protein bør inntas, samt timingen av proteininntaket er imidlertid basert på studier som undersøker den akutte effekten av å innta isolert protein etter en styrketreningsøkt. I tillegg er de fleste studiene utført på unge menn som utfører styrketrening for små muskelgrupper.

Det er flere, men fremdeles få, studier som har undersøkt effekten frekvensen på proteininntaket i løpet av en dag (Areta et al., 2013; Arciero, Ormsbee, Gentile, Nindl, Brestoff & Maxwell, 2013), sammenlignet med studier som undersøker effekten måltidsfrekvens, har på muskulære adaptasjoner til styrketrening (Schoenfeld & Aragon, 2018). I tillegg ser de fleste studier som undersøker effekten av måltidsfrekvens, på effekten dette har på vekt nedgang hos tidligere utrente, og ofte overvektige personer (La Bounty et al., 2011; Schoenfeld, Aragon, & Krieger 2015b; Kulovitz, Kravitz, Mermier, Gibson, Conn, Kolkmeier, Kerksick, 2014). Det eksisterer derfor ingen forskningsbaserte anbefalinger på hvor ofte idrettsutøvere og andre trente individer bør spise, og derigjennom stimulere muskelproteinsyntesen (MPS).

Idrettsutøvere anbefales likevel å spre sitt daglige energiinntak over fire til seks hovedmåltider, i tillegg til mellom-måltider (Kerksick et al., 2018; Burke, Slater, Broad, Haukka, Modulon, & Hopkins 2003). Bakgrunnen til disse anbefalingene er at idrettsutøverne skal greie å møte de store energikravene idretten krever (Kerksick et al., 2018; Burke et al., 2003), og en hyppigere måltidsfrekvens kan også forhindre mage- og tarmproblemer som kan oppstå ved store måltider (Hawley & Burke, 1997). I tillegg er det vist at et hyppigere mat-inntak (seks måltider) med høyt proteininnhold opprettholder mer av muskelmassen i energiunderskudd, sammenlignet med tre måltider per dag (Arviero et al., 2013). På den andre siden vil større måltider, som inntas sjeldnere, sikre optimalt proteininnhold i hvert måltid (Moore et al., 2012; Areta et al., 2013). Likeledes er det mulig lettere å inkorporere fire til seks måltider i en hverdagslig setting, da fire hovedmåltider anses som en tradisjon i Skandinavia (Øverby, Stea, Vik, Klepp & Bere, 2011).

Inntak av andre næringsstoffer samtidig som protein kan påvirke effekten protein har på MPS (Areta et al., 2013). Forskjellige proteintyper har i tillegg ulik opptakshastighet i kroppen, og dermed ulik effekt på MPS (Morton et al., 2015; Burd, Tang, Moore, & Phillips, 2009). Funnene fra studier som undersøker effekten av isolert proteininntak, og dens timing har derfor diskuterbar overførbarhet til en frittlevende situasjon hvor vi spiser mat – ikke næringsstoffer. Hvordan hele måltider (inneholder både protein, karbohydrater og fett) stimulerer MPS, er derfor viktig å undersøke.

Det har tidligere blitt utført et masterprosjekt om effekten av måltidsfrekvens på muskelvekst og -styrke, som heretter kalles originalstudien (Fostervold, 2006). Hypotesen i originalstudien var at et hyppig matinntak på seks måltider per dag ville stimulere til større muskelvekst og muskelstyrke, enn tre måltider per dag. Denne hypotesen begrunnes med blant annet at en høyere måltidsfrekvens har vist å kunne resultere i en høyere anabolsk respons (Paddon-Jones, Sheffield-Moore, Aarsland, Wolfe & Ferrando, 2005). Resultatene til Fostervold (2006) utfordret hypotesen, ettersom tre måltidsgruppen økte tverrsnittarealet til overarmmuskulaturen, samt muskelstyrken i overkroppen, mer enn seks måltidsgruppen. Fostervold (2006) forklarer funnene med blant annet en skjev kjønnsfordeling mellom måltidsgruppene. I tillegg var en av svakhetene med originalstudien at de ikke kontrollerte for proteininnhold i hvert måltid. Hvorvidt ulikheten i proteininnhold per måltid påvirket resultatene i

originalstudien, er derfor usikkert. Således er det av interesse å enten bekrefte eller avkrefte originalstudiens resultater. Vår problemstilling er derfor lik originalstudiens (Fostervold, 2006). I tillegg så er et av formålene i vår studie å bedre kontrollere proteininnholdet i hvert måltid, i tillegg til å sikre en lik fordeling av kjønn mellom gruppene.

1.1 Problemstillinger og hypoteser

Har måltidsfrekvens (her: 3 måltider eller 6 måltider per dag) en betydning på endring i muskelvekst og -styrke hos en gruppe trente unge menn og kvinner, som er i positiv energibalanse og trener tilrettelagt, progressiv styrketrening i 12 uker?

Ettersom originalstudiens resultater var i favør for tre måltidsgruppen, var vår hypotese følgende:

Gruppen som inntar all næring gjennom tre store måltider per dag vil ha en større muskelvekst og økning i muskelstyrke enn seks måltidsgruppen.

2. Teori

2.1 *Styrketrening for muskelvekst og muskelstyrke*

Det er godt dokumentert i litteraturen at styrketrening er den viktigste treningsformen for å stimulere til muskulære adaptasjoner (Schoenfeld, Peterson, Ogborn, Contreas & Sonmez, 2015a), som blant annet økt maksimal muskelstyrke (ACSM, 2009; Grgic, Schoenfeld, Davis, Lazinica, Krieger, & Pedisic, 2018), økt muskelstørrelse (ACSM, 2009; Tang, Hartman & Philips, 2006; Franchi, Longo, Mallinson, Quinlan, Taylor, Greenhaff & Narici, 2018), og økt MPS (Wilkinson, Phillips, Atherton, Patel, Yarasheski, Tarnopolsku & Rennie, 2008). Likeledes er de ovennevnte adaptasjonene vist å være uavhengig av kjønn og alder (Ivey et al., 2000; Kosek, Kim, Petrella, Cross & Bammam, 2006). Styrketrening er derfor anbefalt både for å ivareta og fremme helse, samt bedre fysisk prestasjon.

2.1.1 *Treningsstimuli*

American College of Sport Medicine (ACSM) anbefaler individer som har trent styrke regelmessig i omtrent seks måneder eller mer, å trene med få repetisjoner (1-6 repetisjon maksimum (RM)) med høy treningsmotstand ($\geq 80\%$ av 1RM) for å maksimere muskelstyrken (ACSM, 2009). For maksimering av muskelvekst, anbefales det en moderat treningsmotstand og noe økt antall repetisjoner (6-12 RM-serier) (ACSM, 2009). Imidlertid er det demonstrert at et høyt repetisjonsantall (25-35 RM-serier) utført til utmattelse, kan stimulere til muskelvekst på lik linje med lavere repetisjonsantall (8-12 RM-serier) hos veltrente unge menn (Schoenfeld et al., 2015a). Det kan i tillegg være fordelaktig å variere motstanden i treningen ($\geq 60\%$ av 1RM) for både stimulere til muskelvekst og styrke, fremfor å kun trene på en bestemt relativ motstand (eks. 6 RM-serier) over lengre tid (Raastad & Refsnes, 2010; ACSM, 2009). Videre anbefales det å trene hver muskelgruppe minimum to ganger per uke hvis målet er muskelstyrke og/eller muskelvekst (Raastad & Refsnes, 2010; Schoenfeld, Ogborn & Krieger, 2016). Siden en økning i både treningsfrekvens og -motstand fører til en økning i det totale treningsvolumet, spekuleres det i hvorvidt treningsvolumet er den viktigste faktoren for treningsinduserte adaptasjoner i lengre styrketreningsprogram (Schoenfeld, Contreras, Krieger, Grgic, Delcastillo, Belliard, & Alto, 2019; Figueiredo, Salles & Trajano, 2018).

Økning i muskelstørrelse oppstår hovedsakelig på grunn av muskelhypertrofi (Kraemer et al., 2002), som over tid vil øke muskeltverrsnittet (Schoenfeld, 2010). Stimuli til økt muskeltverrsnitt fremmes av styrketrening med stort metabolsk stress, og resulterer i at proteininnholdet (kontraktile og strukturelle proteiner) i muskelen øker (Schoenfeld, 2010; Damas et al., 2018). En slik hypertrofisk respons, fordrer lokal positiv netto proteinbalanse (Stokes et al., 2018; Phillips, 2014) som skapes ved at enten hastigheten på MPS økes, hastigheten på muskelprotein nedbrytingen (MPN) reduseres, eller en kombinasjon av disse (Kraemer et al., 2002). Vi er langt ifra å forstå hvordan muskelvekst reguleres i etterkant av en styrketreningsøkt, og de ulike interaksjonene som påvirker, og det er i senere tid diskutert om muskelskade er nødvendig for muskelvekst (Damas et al., 2018).

En av den viktigste faktoren for muskelstyrke er muskelens største tverrsnittareal (Schoenfeld et al., 2015a). Tidligere så har muskelens tverrsnitt (ACSM, 2009) og muskelens styrke, ansett å ha en sterk sammenheng (ACSM, 2009), på lik linje med muskelmasse og muskelstyrke (Breschue & Abe, 2002). Ettersom kontinuerlig økning av styrke fordrer et nivå av muskelvekst, vil utviklingen i muskelstyrke relativt raskt stagnere hvis ikke tverrsnittarealet til muskelgruppene økes. Trening som påvirker muskelens tverrsnitt må dermed utføres hvis den maksimale styrken skal øke. I senere tid kan det således virke som om denne sammenhengen er noe svakere enn tidligere foreslått (Buckner, Dankel, Mattocks, Jessee, Mouser, Counts, & Loenneke, 2016).

Det bør betraktes at de fleste studiene som ligger i grunn til anbefalingene for styrketreningsmetodene er utført nesten utelukkende på trente (Mangine et al., 2015; Schoenfeld et al., 2015a) og utrente menn (Schoenfeld, Aragon, Wilborn, Urbina, Hayward & Krieger, 2017a). Det er dokumentert at styrketrente individer responderer ulikt på styrketrening enn individer som tidligere ikke har trent styrke (Peterson, Rhea & Alvar, 2005), og at kvinner muligens responderer ulikt enn menn (Burd et al., 2009). Det kan derfor være vanskelig å generalisere funnene til godt trente individer, og til kvinner.

2.1.2 Tidsforløp

Muskelvekst

Eksisterende litteratur som undersøker effekten av styrketrening på muskelvekst benytter ulike treningsprogrammer, og inkluderer deltakere med ulik treningsstatus. Dette gjør det vanskelig å ha en formening om hvor stor muskelvekst en kan forvente over en gitt treningsperiode. I tillegg er det et limitert antall studier som tar hensyn til ødemdannelse i muskelen når tidsforløpet til muskelvekst skal undersøkes (Seynnes, de Boer, & Narici, 2007; DeFreitas, Beck, Stock, Dillon & Kasishke, 2011). Ødemdannelse i musklene er et resultat fra muskelskadene som oppstår under styrketrening, og kan feiltolkes som økning i muskelens tverrsnittareal (Damas et al., 2018). Dette kan ha ført til at tidligere studier, som ikke har tatt høyde for ødemdannelse, har overestimert størrelsen på muskelveksten som oppstår tidlig i et styrketreningsregime (Damas et al., 2018). En rimelig antakelse kan være at etter 10 til 18 styrketreningsøkter (fire til seks uker) vil en signifikant andel av den rapporterte endringen i muskeltykkelse faktisk være muskelvekst (ACSM, 2009), og ikke ødemdannelse (Damas et al., 2018). Hvis vi ser på en rekke antall studier utført på utrente individer, rapporteres det i flere studier en økning i muskeltverrsnittet på mellom 3 til 25% i løpet av en 12-ukers treningsperiode med tung styrketrening (Wernbom, Augutsson & Thomé, 2007). Det er således store individuelle forskjeller bak gruppegjennomsnittet (Timmons, 2010).

Hvis størstedelen av vektøkningen er muskelmasse, kan en realistisk ukentlig vektøkning være maksimalt 0,2-0,5kg for trente individer (Jeukendrup & Gleeson, 2019b; ACSM, 2009; Houston 1999). Dette tilsvarer en vektøkning på mellom 2,5-6,0kg i en 12-ukers periode. Nyere studier (Garthe et al., 2013; Thomas & Burns, 2016) har bekreftet dette, der trente individer i gjennomsnitt økte sin muskelmasse med 1,06kg (2,8%) og 1,7kg (1,9%) etter en styrketreningsperiode på 8-12 uker.

Muskelstyrke

Etter lengre perioder med systematisk styrketrening vil økningen i muskelstyrken øke blant annet på grunn av økt muskeltverrsnitt, bedret nevralfunksjon (slik som bedre fyringsfrekvensen og rekruttering av muskelfibre), samt endring i muskelarkitekturen (slik som endret fibertypesammensetning) (ACSM, 2009). Det er vanskelig å vite nøyaktig hvor stor økning i muskelstyrke et individ kan forvente, ettersom dette påvirkes av blant annet av treningsprogrammet benyttet (ACSM, 2009). Dog finnes det

evidens på at treningsadaptasjoner avtar over tid (Kraemer et al., 2002), og at treningsbakgrunnen påvirker størrelsen på muskelveksten (ACSM, 2009). Studier rapporterer en større styrkefremgang per treningsøkt hos utrente (Rønnestad, Egeland, Kvamme, Refsnes, Kadi, & Raastad, 2007), sammenlignet med styrketrente individer (Schoenfeld et al., 2015a; Thomas & Burns, 2016). Det bør dog tas i betraktning at individuelle forskjeller i styrkeøkning etter en treningsperiode er vanlig (Timmons, 2010).

2.1.3 Måling av muskelvekst

For å kunne måle effekten ulike treningsregimer har på muskelvekst, kan ulike metoder benyttes for å måle endring i muskelmassen. Studier måler ofte tverrsnittarealet (cm²) (Wernbom et al., 2007; Mangine et al., 2015) eller tykkelsen (cm) (Schoenfeld et al., 2015a; Franchi et al., 2018) til utvalgte muskelgrupper, ved enten å utføre en ultralyd- eller magnetresonanstomografi (MR) undersøkelse. Ettersom lokal muskelvekst fører til at den totale muskelmassen øker, benytter flere studier også helkroppsanalyser i en DXA maskin for å måle muskelvekst (Garthe et al., 2013; Thomas & Burns, 2016).

Den nåværende «gull-standard» for å estimere muskelstørrelse er MR (Lixandrão et al., 2014). Siden MR er en særdeles kostbar metode, har ultralyd blitt validert opp mot MR i en rekke studier. Ultralyd er en mindre kostbar metode, og viser seg å være et valid og reliabelt alternativ for å estimere tverrsnittarealet i kroppens store muskler (Reeves, Maganaris & Narici, 2004). Det er også demonstrert i studier at ultralyd er en valid metode for å estimere treningsindusert endring i muskeltverrsnitt, sammenlignet med MR (Franchi, et al., 2018; Ahtiainen, Hoffren, Hulmi, Pietikäinen, Mero, Avela, & Häkkinen, 2010). Det bør bemerkes at muskeltverrsnitt og muskeltykkelse er to ulike mål på muskelstørrelse, og de måles i ulike dimensjoner: Muskeltykkelse er et mål på muskelstørrelse i en dimensjon, mens muskeltverrsnittarealet er et mål på muskelstørrelse i flere dimensjoner (Franchi, et al., 2018). Det finnes ulike ultralydmetoder som kan estimere muskel-tverrsnittet, hvor enkeltstudier viser at ultralyd underestimerer muskeltverrsnittet sammenlignet med MR (Ahtiainen et al., 2010), mens andre studier viser at dette ikke er tilfellet (Reeves et al., 2004). Mulige forklaringer på divergensen mellom målemetodene er det relativt begrensede dybde- og synsfeltet ved ultralyd (Ahtiainen et al., 2010, Reeves et al., 2004), at de måler i ulike dimensjoner, samt at bildene kan tas fra ulike vinkler på musklene. Hvis ultralyd og MR tar bildene fra ulike

vinkler på muskelen, kan dette resultere i 1-3% forskjeller i muskeltverrsnitt (Ahtiainen et al., 2010). I tillegg vil en liten rotasjon av ultralyd-proben resultere i stor endring av målt tverrsnittareal. Det spekuleres i hvorvidt ultralyd bør benyttes til å måle endring i muskelens volum, da enkeltstudier rapporterer om manglende sammenheng mellom disse målene (Franchi et al., 2018), mens tidligere studier rapporterer god sammenheng (Miyatani, Kanehisa, Ito, Kawakami, & Fukunaga, 2004).

2.2 Ernæring for muskelvekst og muskelstyrke

Mens styrketrening sikrer stimuli til fysiologisk endring, sikrer kostholdet energi og byggesteiner som muliggjør optimal adaptering til treningen (Thomas et al., 2016; Kerksick et al., 2018). Et tilstrekkelig næringsinntak er viktig for å redusere skader, optimalisere prestasjon på trening og i idrettslige konkurranser, samt restitusjonsprosessen (Thomas et al., 2016). Hvor mye energi og næringsstoffer et individ trenger er individuelt, ettersom dette påvirkes av blant annet alder, kjønn, og kroppsmasse, men også treningsspesifikke faktorer slik som treningsbelastning og type trening som naturlig vil variere gjennom en periodisert treningsplan (Thomas et al., 2016). Individualiserte kostholdsplaner bør derfor inkorporeres i et treningsregime (Kerksick et al., 2018). Vesentlige faktorer i en kostholdsplan som skal legge til rette for muskelvekst som følge av styrketrening, er positiv energi- og proteinbalanse (Thomas et al., 2016).

2.2.1 Totalt energiinntak

Optimal utvikling av muskelmasse fordrer positiv energibalanse (Garthe, 2011a; Rozenek, Ward, Long & Garhammer, 2002), og innebærer i praksis en gradvis vektøkning. I perioder hvor økning av muskelmasse er ønskelig vil det være gunstig å ha et energioverskudd på mellom 300-1000 kcal per dag, samtidig som en trener styrke regelmessig (Garthe et al., 2013, Garthe, 2011a; Hawley & Burke, 1998). Selv om det er vist at et energioverskudd ikke er nødvendig for å øke muskelmassen (Garthe, 2011b), gir det en energitilgjengelighet som sikrer tilstrekkelig inntak av makro- og mikronæringsstoffer som kreves for en optimal kroppslig funksjon og prestasjon (Thomas et al., 2016; Burke, 2001). Individer som har trent styrketrening i mange år har mindre kapasitet til å øke sin totale muskelmasse (ACSM, 2009), og et for stort energioverskudd kan føre til en økning i fettmasse (Garthe et al., 2013). Det kan derfor være

gunstigere for godt trente individer ha et daglig energioverskudd nærmere 300 kcal enn 1000 kcal.

Studier på sedate individer i positiv energibalanse viser at muskelmasse kan utgjøre mellom 38% til 46% av vektøkningen (Bouchard et al., 1990; Forbes, Brown, Welle & Lipinski, 1986). Dette tyder på at et energioverskudd alene har en stor anabolsk effekt. Ved å kombinere positiv energibalanse og regelmessig styrketrening, kan derimot muskelmasse utgjøre opp mot 75% til 100% av den totale vektøkningen i en tilsvarende periode (Garthe et al., 2013; Kreider et al., 1996; Rozenek et al., 2002). Selv om muskelvekst fordrer proteintilførsel, er energiinntak primært i form av karbohydrater avgjørende for optimal utnyttelse av tilførte proteiner, og derigjennom muskelvekst (Thomas et al., 2016). Karbohydratinntak har i tillegg muligens en indirekte rolle i muskelvekstprosessen, ettersom glykogen øker nivåene av insulin i blodet, som har vist å kunne redusere MPN (Morton et al., 2015).

2.2.2 Proteininntak

Musklene er kroppens største proteinlager, hvor omtrent 40% av all protein lagres (Jeukendrup & Gleeson, 2019a). For å opprettholde en optimal funksjon må proteinene kontinuerlig brytes ned (MPN) og bygges opp (MPS). Som tidligere nevnt er det balansen mellom MPS og MPN som avgjør om muskelfibrene vokser eller ikke (Kraemer et al., 2002). Sentrale faktorer for MPS og MPN er blant annet mengde protein inntatt, samt proteinets kilde og kvalitet.

Mengde

Total behovet for proteiner avhenger av flere faktorer slik som alder, treningsstatus (Kerksick et al., 2018), frekvensen og volumet av treningen, samt kvaliteten på proteinet (Morton et al., 2015; Witard, Wardle, MacNaughton, Hodgson & Tipton, 2016). For å dekke det helsemessige behovet anbefaler Helsedirektoratet at protein utgjør 10-20% av det daglige energiinntaket (Helsedirektoratet, 2018), og Verdens helseorganisasjon (WHO) anbefaler et proteininntak på $0,8\text{g}\cdot\text{kg}\cdot\text{d}^{-1}$ per dag (WHO/FAO/UNU, 2007). Høyt aktivitetsnivå øker energiomsetningen og proteinbehovet (Kerksick et al., 2018), ettersom trening stimulerer til muskelvekst i tillegg til at oksidering av proteiner som energi tiltar (Thomas et al., 2016). Idrettsutøvere som driver trening med høy intensitet og lengre varighet (Thomas et al., 2016; Kerksick et al., 2018), samt individer som

trener for å endre kroppskomposisjonen (Phillips, Chevalier, Leidy, 2016; Witard et al., 2016; Jager et al., 2017; Tipton & Witard, 2007), bør derfor ha et absolutt proteininntak høyere enn de generelle anbefalingene. For å sikre proteinbalanse, optimale adaptasjoner til trening, samt reparasjon og re-modellering av muskelprotein, anbefales trente individer å ha et daglig proteininntak mellom $1,2\text{-}2,0\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$ (Thomas et al., 2016). Det er således dokumentert at friske voksne som driver regelmessig styrketrening, ikke øker muskelmassen ytterligere med et proteininntak over $1,62\text{ g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$ per dag (Morton et al., 2018).

For å stimulere til muskelvekst er det sett at det daglige proteininntaket er viktigere enn blant annet timing av inntakene (Schoenfeld, Aragon & Krieger, 2013), men proteininntaket i hvert måltid er også vesentlig. Flere studier rapporterer at inntak av høykvalitetsprotein på 20g vil maksimalt stimulere MPS hos unge voksne, både når inntaket skjer i hvile (Witard et al., 2016) og rett etter en treningsøkt (Moore et al., 2009a, Areta et al., 2013; Moore et al., 2012), sammenlignet med høyere og lavere doser. Disse resultatene er brukt for å forklare en «muscle-full» effekt, som innebærer at overskytende aminosyrer vil oksideres, fremfor å brukes som byggemateriale i muskulaturen (Moore, Tang, Burd, Rericich, Tarnopolsky, & Phillips, 2009b; Atherton et al., 2010; Witard, Jackman, Breen, Smith, Selby, & Tipton, 2014). På den andre siden kan høyere konsentrasjon av protein per inntak mulig bedre fremme stimulansen for MPS. Dette er illustrert i studier hvor et daglig proteininntak på $2,0\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$ ($\geq 0,25\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$ protein per måltid) ga større økning i treningsinduserte adaptasjoner enn $1,0\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$ protein over likt antall måltider (Arciero et al., 2016a; Ives et al., 2017). Enkelte usikkerheter forblir fortsatt rundt den optimale proteindosen for unge voksne, ettersom 40g myseprotein har vist seg å stimulere MPS i større grad enn 20g etter en helkropp styrketreningsøkt (MacNaughton et al., 2016). På bakgrunn av overnevnte funn er det generelt anbefalt at trente, unge voksne har et proteininntak per måltid på mellom $0,25\text{-}0,55\text{ g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$ (Kerksick et al., 2018; Moore, Churchward-Venne, Witard, Breen, Burd, Tipton & Phillips, 2015; Thomas et al., 2016; Schoenfeld & Aragon, 2018). Noe som tilsvarer minimum 20g protein per måltid for et individ som veier 70kg, eller mer.

Kvalitet og kilde

Det er store forskjeller i kvaliteten på de tre vanlige proteintypene: soya-, kasein- og myseprotein (Morton et al., 2015; Phillips, 2017). Kvaliteten til en proteinkilde blir bestemt av innholdet av essensielle aminosyrer, og proteinets fordøyelses-hastighet (Phillips, 2014). I motsetning til lavkvalitetsprotein har høykvalitetsprotein et høyt innhold av raskfordøyelige essensielle aminosyrer. Årsaken til at innholdet av essensielle aminosyrer avgjør kvaliteten til proteinet, er fordi det er de som stimulerer MPS prosessen (Phillips, 2017). Av de ni essensielle aminosyrer antas leucin å være den viktigste, ettersom leucin alene kan være en trigger for MPS (Phillips, 2017; Witard et al., 2016). Proteinkilder som er rike på leucin (f.eks. myse- og melkeprotein) er dermed mer effektive i å stimulere MPS i en akutt setting, sammenlignet med proteinkilder med lavere leucininnhold (f.eks. soya- og risprotein) (Katsanos, Kobayashi, Sheffield-Moore, Aarsland & Wolfe, 2006; Phillips, 2017). I tillegg så evner raskfordøyelig protein, slik som myseprotein, å frigjøre mer leucin per tidsenhet, enn proteinkilder som fordøyes tregere (slik som kasein) (Burd et al., 2009; Thomas et al., 2016; Tang, Moore, Kujbida, Tarnopolsky, & Phillips, 2009). Nativ myse (som inneholder mer leucin enn myse-konsentrat) har i senere tid vist å stimulere MPS i større grad enn melkeprotein i de første timene etter inntak (Hamarsland, 2017). Etter 12 uker med styrketrening ble det dog ikke funnet noen forskjeller i verken muskelmasse eller muskelstyrke mellom de to tilskuddene (doser på 20gx2 per dag) (Hamarsland, 2017). Således er det diskutert hvorvidt leucininnholdet i proteinkildene er av betydning over en lengre periode. Det anbefales likevel å innta høykvalitetsprotein, med et høyt leucininnhold, til hvert måltid for å maksimere muskulære adaptasjoner som følge av styrketrening (Thomas et al., 2016; Morton et al., 2015; Phillips, 2014).

2.3 Måltidsfrekvens for muskelvekst og muskelstyrke

2.3.1 Timing og frekvensen av proteininntak

Ettersom protein er vesentlig for muskelvekst, er det ofte påvirkningen av timing, frekvensen, og fordelingen av proteininntaket i løpet av en dag på ulike trenings-induserte adaptasjoner, som undersøkes i studier. De fleste av disse studiene baserer seg imidlertid ofte på kortvarige målinger (over 4-6 timer) av MPS etter en styrketrenings-økt og proteininntak (Moore et al 2009a, b; West et al., 2011; MacNaughton et al., 2016). Styrketreningsøktene innebærer i tillegg ofte enkle unilaterale øvelser, og utføres

hovedsakelig på unge menn. Selve proteinet som inntas i slike studier er for det meste isolert form for høykvalitetsprotein (myse- og melkeprotein), eller aminosyrer som inntas på laboratorium (Morton et al., 2015). Overførbarheten til lengre treningsperioder hvor flere muskelgrupper trenes i hver økt, og hvor protein inntas med andre næringsstoffer, er derfor diskuterbar.

Timing

Det finnes enkeltstudier som viser at et proteininntak både før (Tipton, Rasmussen, Miller, Wolf, Owens-Stovall, Petrini, & Wolfe, 2001) og rett etter treningsøkten (Moore et al., 2009b; Phillips, Tipton, Aarsland, Wolf & Wolfe, 1997), er best for å optimalt stimulere MPS i forhold til et forsinket inntak. Sistnevnte støtter seg til en teori om et «anabolsk vindu» rett etter treningsøkten (~1t), hvor protein må inntas for å maksimere de muskulære adaptasjonene (Phillips & van Loon, 2011). Det er imidlertid mangelfull dokumentasjon på at dette smale «anabolske vinduet» eksisterer (Aragon & Schoenfeld, 2013; Witard & Tipton, 2014; Schoenfeld et al., 2013), og det foreslås at vinduet kan være så langt som fire til seks timer etter en treningsøkt (Aragon & Schoenfeld, 2013), og opp mot 48t (Thomas et al., 2016; Morton et al., 2015). Således er det mulig at inntak av protein innenfor denne vide perioden uansett vil øke MPS ytterligere, som igjen vil øke stimuleringen til muskelvekst (Tipton, 2011).

Av foreliggende studier, kan det se ut som at effektene av å innta protein før eller etter treningsøkten på muskulære adaptasjoner er sammenlignbare (Witard et al., 2016; Schoenfeld, Aragon, Wilborn, Urbina, Hayward & Krieger 2017b), og når anbefalt daglig proteinmengde er inntatt ser det ikke ut til at timingen av inntaket har en ekstra betydning (Schoenfeld et al., 2013; Aragon and Schoenfeld 2013). De fleste studiene som undersøker effekten av ulike proteininntak timinger på treningsinduserte adaptasjoner, har imidlertid noen svakheter. Blant annet glemmer de å sikre et likt totalt proteininntak per dag mellom gruppene som undersøkes (Aragon & Schoenfeld, 2013; Schoenfeld et al., 2013). Det er derfor usikkert hvorvidt de positive utfallene er på grunn av selve timingen relatert til treningsøkten, eller fordi proteininntaket var større.

Frekvens

For å møte anbefalingene for daglig proteininntak, kan man enten innta seks måltider som hver inneholder $\geq 0,2\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$ protein, tre måltider med $\geq 0,4\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$ protein, eller

en annen kombinasjon. En måltidsfrekvens høyere enn seks måltider, som hver inneholder tilstrekkelig protein ($\geq 0,3\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$), er lite gunstig, ettersom dette vil gi et daglig proteininntak over anbefalingene ($\geq 2,0\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$). Det anbefales imidlertid å innta måltider med tilstrekkelig protein jevnt ut over hele dagen, gjerne hver tredje til femte time (Thomas et al., 2016; Phillips et al., 2016; Stokes et al., 2018).

Enkeltstudier har vist at et inntak på 20g myseprotein etter en unilateral styrkeøvelse, og deretter hver tredje time ga en større økning i MPS gjennom 12 timer, sammenlignet med åtte inntak med hver 10g protein, eller to inntak med hver 40g protein (Moore et al., 2012; Areta et al., 2013). Det totale proteininntaket var imidlertid lavt i disse to studiene: et daglig proteininntak på 80g vil ikke gi tilstrekkelig med protein ($\geq 1,2\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$) for personer som veier 70 kg eller mer. En annen mulig forklaring på hvorfor 20g protein over fire måltider ga en bedre effekt, er at større proteindoser kan øke oksideringen av aminosyrer (Areta et al., 2013; Witard et al., 2014; Morton et al., 2015). Likeledes får man flere stimuleringer av MPS ved å innta 20g ved fire anledninger versus to anledninger, samt at 10g protein vil gi en suboptimal stimulering av MPS.

Det er foreslått at protein med en sakte opptakshastighet, og da spesielt forårsaket av inntak med andre makronæringsstoffer, vil senke responsen på MPS (Schoenfeld & Aragon, 2018; Areta et al., 2013). Ettersom inntak av andre næringsstoffer samtidig som protein er vanlig i en frittlevende setting, bør effekten hele måltider har på MPS undersøkes, samt hvordan hele måltider påvirker treningsinduserte adaptasjoner etter en lengre treningsperiode.

2.3.2 Måltidsfrekvens

Måltidsfrekvens kan defineres som antall episoder med matinntak i løpet av en dag (Kerksick et al., 2017). Litteraturen er ikke samstemte på om måltidsfrekvens påvirker kroppsvekt, kroppssammensetning (La Bounty et al., 2011), eller effekten måltidsfrekvens med samtidig energioverskudd har på muskelstyrke og -vekst (Schoenfeld & Aragon, 2018). Enkeltstudier hevder at hele måltider er like effektive i å forbedre kroppskomposisjon og fysisk prestasjon som isolert proteininntak (Arciero et al., 2016b). Dette kan mulig forklares med at studiene benytter ulikt studiedesign og utvalg, men også hvordan et måltid defineres. Minst åtte ulike definisjoner på et måltid har blitt

identifisert (Leech, Worsley, Timperio, & McNaughton, 2015). Noen studier slår sammen hoved- og mellommåltid til en spiseanledning som et fellesbegrep, mens andre studier velger å skille mellom disse to måltidene (Leech et al., 2015). En forklaring på slike ulikheter i valg av definisjon av måltid, kan relateres til nasjonale og kulturelle ulikheter i kostholdsrutiner. For eksempel er det vanlig å innta fire hovedmåltider i skandinaviske land, mens nasjoner i mer sydlige strøk typisk har tre hoved-måltider (Øverby et al., 2011; Kant, Graubard & Mattes, 2012; Forslund, Lindroos & Lissner, 2002).

Størstedelen av eksisterende studier er utført med den hensikt å undersøke måltids-frekvensens effekt på vektnedgang hos overvektige, og utrente individer (La Bounty et al., 2011; Schoenfeld et al., 2015b; Kulovitz et al., 2014). Det har lenge blitt anbefalt å øke antall måltider per dag hvis målet er vektnedgang, vektstabilisering, eller endre kroppskomposisjonen. Disse anbefalingene er basert på eldre studier som rapporterte at den gjennomsnittlige hudfoldstykkelsen (mål på underhudsfett) var negativt korrelert med antall måltider (Fabry, Hejl, Fodor, Braun, Zvolankova, 1964; Hejda & Fabry, 1964). Resultatene fra nyere studier indikerer derimot at måltids-frekvens ikke spiller en vesentlig rolle for vektnedgang hos overvektige individer (Cameron, Cyr, Doucet, 2010; Alencar et al., 2015), og spesielt hvis det totale energi-inntaket og/eller det begrensede kaloriinntaket blir kontrollert for (Kulovitz et al., 2014; Schoenfeld, et al., 2015b; La Bounty et al 2011; Canuto, da Silva Garcez, Kac, de Lira, & Olinto 2017). Det er derimot vist at et høyt daglig proteininntak (35E%, 172g) fordelt over seks måltider (hver ≥ 25 g protein) er fordelaktig for overvektige som ønsker å opprettholde sin muskelmasse i en vektnedgangs periode, sammenlignet med tre måltider per dag (Arciero et al., 2013). Flere og mindre måltider i løpet av dagen kan også være gunstig for å forhindre mage- og tarmproblemer som kan oppstå ved store måltider (Hawley & Burke, 1997).

En annen gruppe som anbefales høy måltidsfrekvens, er idrettsutøvere med høyt energiforbruk (Kerksick et al., 2018; Burke et al., 2003). Anbefalingene baserer seg lite på forskning, men på følgende logikk: (1) for å møte energikravene må idrettsutøvere innta det store energiinntak over flere hovedmåltider, i tillegg til mellommåltider (Kerksick et al., 2018; Burke et al., 2003), (2) i tillegg trener idrettsutøvere ofte flere økter om dagen. Det er derfor viktig å starte restitusjonsprosessen så raskt og tidlig som mulig ved å

innta et måltid rett etter den første økten (Thomas et al., 2016). Dette kan være årsaken til at undersøkelser viser at det er normalt for idrettsutøvere å innta mellom fem til seks måltider per dag (Burke et al., 2003; Shriver, Betts & Wollenberg, 2013).

Det er enkelte holdepunkter for at det kan være gunstig å innta det totale proteininntaket over flere inntak gjennom dagen. Blant annet fordi dette gir flere stimuleringer av MPS, og derigjennom større anabolsk respons (Paddon-Jones et al., 2005). En måltidsfrekvens over seks måltider (som hver inneholder $\geq 0,3 \text{g} \cdot \text{kg} \cdot \text{kv}^{-1}$ protein) per dag vil imidlertid være lite hensiktsmessig, da dette vil resultere i et daglig proteininntak over øvre anbefaling. Det er mulig fire måltider med optimalt proteininnhold (20g) vil stimulere MPS i større grad enn både åtte og to daglige proteininntak (Moore et al., 2012; Areta et al., 2013). Ettersom proteininnholdet i hvert måltid er en vesentlig faktor på størrelsen av MPS stimuleringen, er det behov å gjenta tre versus seks måltidsstudien til Fostervold (2006), med bedre kontroll på proteininntaket i hvert måltid.

3. Metode

Denne masteroppgaven er basert på resultatene fra en randomisert intervensjon. Intervensjonen er en replikasjon av et tidligere gjennomført masterprosjekt (Fostervold, 2006), hvor hensikten var å undersøke effekten av måltidshyppighet på utvikling av muskelmasse, muskeltverrsnitt og muskelstyrke gjennom 12 uker med progressiv styrketrening. I tillegg til å replikere originalstudien, ble det valgt å kontrollere for proteininnholdet i hvert måltid, da dette kan påvirke enkelte treningsinduserte adaptasjoner (Thomas et al., 2016; Areta et al., 2013; MacNaughton et al., 2016). Det ble planlagt å slå resultatene fra originalstudien sammen med resultatene fra vår studie, men på grunn av finansielle utfordringer lot ikke alle resultatvurderingene seg replikere fra originalstudien. Det foreligger derfor noen metodiske endringer.

Kostnadene for ultralyd og dual energy X-ray absorptiometry (DXA) ble dekket av interne forskningsmidler på seksjonen for fysisk prestasjonsevne og seksjonen for idrettsmedisinske fag på NIH. Tine Meieri sponset 960 YT restitusjonsdrikker (tilsvarende fire drikker per forsøksperson per uke i tolv uker).

3.1 Deltakere

Totalt ble tjue trente personer rekruttert til studien (åtte menn og tolv kvinner, 20-33 år), hvorav 16 forsøkspersoner fullførte intervensjonen, samt pre-, midtveis- og posttestene. Vi definerte trent som minst ett års selvrapportert erfaring med styrketrening (≥ 2 styrketreningsøkter per uke). Fullstendig oversikt over inklusjons- og eksklusjons-kriteriene presenteres i tabell 1.

Rekrutteringen skjedde via ulike informasjonskanaler, samt via plakater i Oslo-området. Alle interesserte ble tilsendt et informasjonsskriv med detaljert beskrivelse av prosjektet (vedlegg C), og ble invitert til et informasjonsmøte hvor informasjonsskrivet ble gjennomgått i detalj. På møtet ble det også gjennomført screening ved at deltakerne besvarte et spørreskjema om treningsbakgrunn og eksklusjonskriteriene tre og fire (vedlegg D), i tillegg til at vi gjorde deltakerne klar over eksklusjonskriteriene én og fem (tabell 1). Av totalt 44 personer som meldte interesse for deltakelse i studien, var det 24 som deltok på informasjonsmøtet (figur 1). De resterende 20 personene hadde ikke lengre et ønske om å delta (besvarte ikke mail (n=14), synes det var for lite trening

og for mye forpliktelser (n= 6)). Etter screeningen var det tre personer som ikke oppfylte inklusjonskriterium nummer to, og én som ikke innfridde inklusjonskriterium nummer tre (tabell 1). Disse ble ekskludert fra deltakelse.

Tabell 1 Oversikt over inklusjons- og eksklusjonskriterier for deltakelse i studie (Fostervold, 2006)

Inklusjonskriterier	Eksklusjonskriterier
(1) Kvinner og menn mellom 20 og 35 år.	(1) Personer som har skader eller sykdom (fysisk eller psykisk) som har en betydning for styrketrening eller kostendring
(2) Personer med minst 1 års selvrapportert erfaring med styrketrening (≥ 2 styrketreningsøkter i uken siste året).	(2) Personer som gjennomfører >1 treningsøkt per uke utenom studien ¹ .
(3) Personer bosatt i Oslo og Omegn.	(3) Personer som har brukt erogene kosttilskudd ² i de 10 forutgående ukene.
	(4) Personer som har brukt/bruker pro-hormoner eller anabole steroider.
	(5) Personer som er gravide eller som planlegger å bli gravid i løpet av studieperioden.

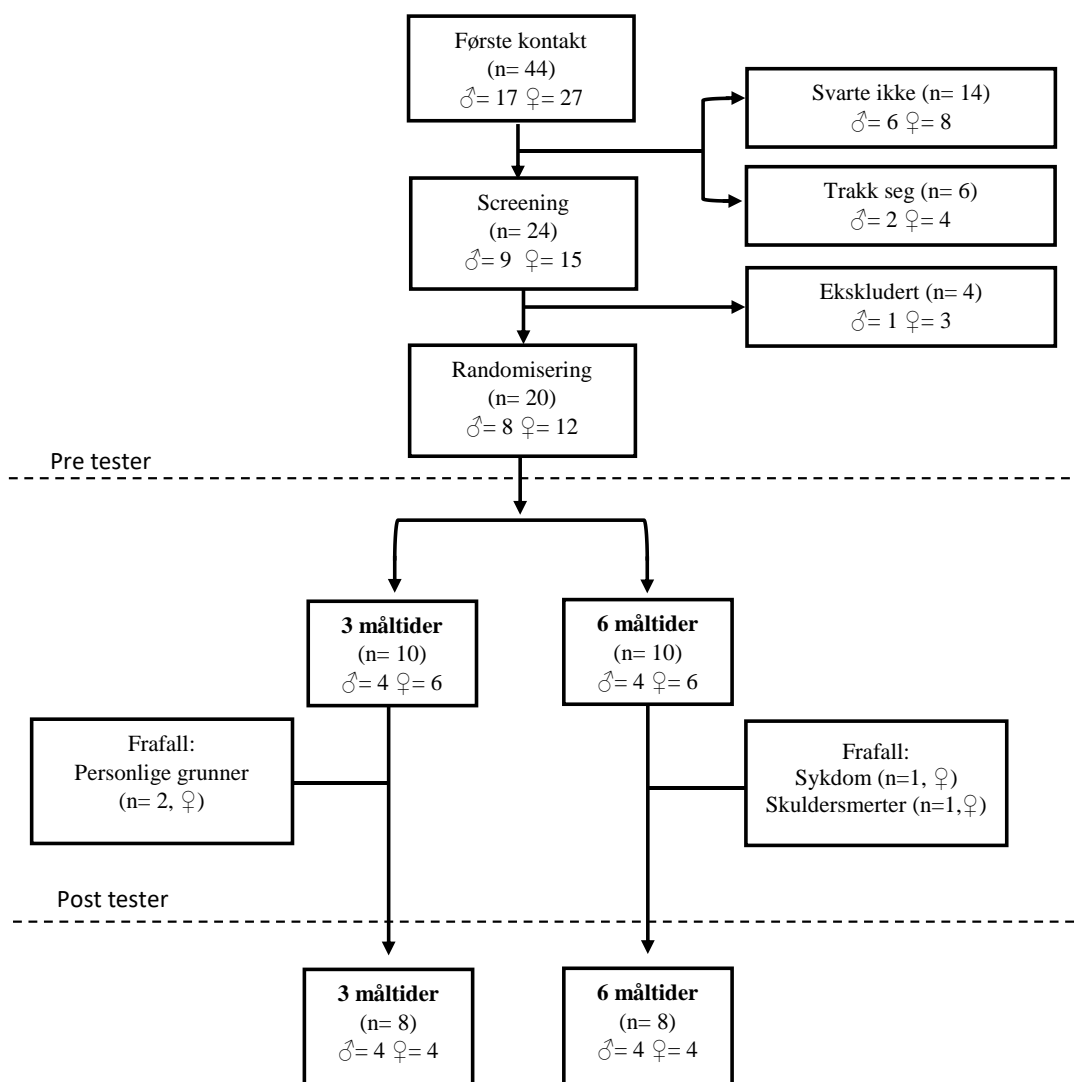
Deltakerne som tilfredsstilte inklusjonskriteriene (n= 20), bekreftet at de hadde lest informasjonen og ønsket om å delta ved å signere et skriftlig samtykke på informasjonsskrivets samtykkeerklæring (vedlegg C). Prosjektet er gjennomført i henhold til Helsinkideklarasjonen, og godkjent av Norsk senter for forskningsdata (NSD) (25.07.2018, ref.no: 60606/LAR/LR) (vedlegg A), og NIHs lokale etiske komiteen.

3.1.1 Randomisering

Forsøkspersonene ble randomisert inn i to grupper basert på resultater fra styrketestene i pretesten: 3 måltider per dag (3M), eller 6 måltider per dag (6M). Det ble også stratifisert for kjønn for å få en lik kjønnsfordeling mellom gruppene. Deltakerne ble deretter tilfeldig trukket inn i hver sin gruppe utfra terningkast (figur 1). Testlederne var ikke blindet for gruppeinndelingen.

¹ Tillat med maksimalt én ekstra kondisjon-, yoga og lignende økt i uken av ikke-intensiv art.

² Produkter som (påstås å) øke(r) prestasjonsevnen, som for eksempel de erogene stoffene koffein, kreatin, betaalanin (Hemmersbach & Helle, 2011).



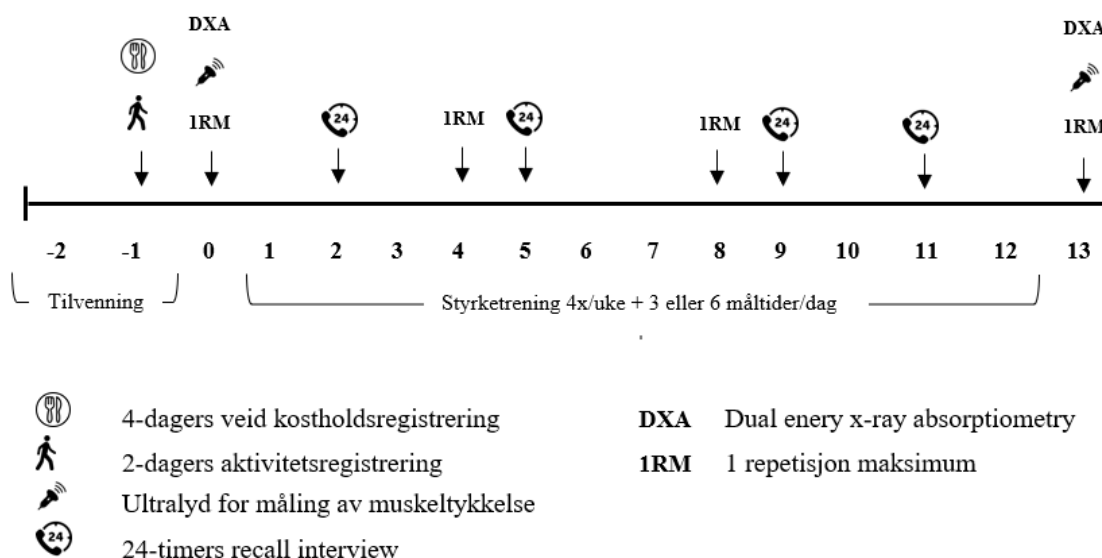
Figur 1 Flytdiagram for rekruttering og inkludering av deltakere. ♂ = mann, ♀ = kvinne

3.2 Studiedesign

Studien ble utført som en 12-ukers trenings- og kostholdsintervensjon (figur 2). Parallelt med styrketreningen skulle deltakerne følge en individuelt tilpasset kostholdsplan hvor det daglige energiinntaket enten var spredt over 3M eller 6M.

Effekten av måltidsfrekvens ble undersøkt ved å sammenligne gruppeforskjeller i endring fra pre- til posttest i: (1) total og regional muskelmasse, (2) muskeltykkelsen til m. vastus lateralis (mVL) og m. biceps brachii (mBB), samt (3) maksimal muskelstyrke (målt som 1RM) i seks øvelser for over- og underkropp (figur 2). Underveis i studien var det to midtveistester hvor muskelstyrken ble målt (uke fire og åtte). I tillegg ble

kroppsvekten målt hver uke, og 24-timers recall intervjuer (24-HR) ble utført ved fire planlagte, men uvarslede anledninger (uke 2, 5, 9 og 11).



Figur 2 Illustrasjon av studiedesignet. Tilvenning til testøvelsene (uke -2 til uke 0), kost- og aktivitetsregistreringer (uke -1), og pretester (uke 0), etterfulgt av en 12-ukers trenings- og kostholdsintervensjon, deretter posttester (uke 13). Ukentlig veiing ble også utført. Numrene på x-aksen forklarer ukene for start av studien.

3.3 Trenings- og kostholdsintervensjon

3.3.1 Styrketrening

Treningsintervensjonen innebar fire styrketreningsøkter i uken over 12 uker (totalt 44 økter), med den hensikt å stimulere til muskelvekst og -styrke. Treningsprogrammet er det samme som ble benyttet i originalstudien (Fostervold, 2006), og er et periodisert 2-splittprogram, hvor hver muskelgruppe trenes to ganger i uken (tabell 2). Øvelsene er fordelt på to ulike økter, hvor økt 1 inkluderer øvelser for underkropp, rygg og mage-muskulatur, og økt 2 inkluderer øvelser for bryst, armer og skuldre (tabell 3). Begge øktene ble trent to ganger³ i uken med ulik progressiv motstand gjennom tre perioder (tabell 2). I de lette øktene skulle øvelsene trenes på en motstand $\geq 10RM$, mens i de tyngre øktene økte motstanden fra 12RM til 3RM: tung økt 1 (T1), tung økt 2 (T2), lett

³ I de to ukene hvor midtveistesting av 1RM ble gjennomført (uke fire og åtte) var det kun L1 og L2 som skulle utføres. Derfor var det totalt 24 lette økter og 20 tunge økter inkludert i treningsprogrammet.

økt 1 (L1) og lett økt 2 (L2) (tabell 2). Den individuelle treningsmotstanden økte parallelt med at repetisjonsantallet minsket, samt individuell progresjon i øvelsene.

Tabell 2 Oversikt over treningsprogrammet benyttet i intervensjonen, hvorav øvelser, motstand og progresjon presenteres for: (A) T1 og L1, og (B) L2 og T2. Antall repetisjoner oppgis slik: «10+8+8», som betyr at det var tre RM-serier som skulle utføres.

A	T1			L1		Motstand
	Uke 1-4	Uke 5-8	Uke 9-12	Uke 1-4	Uke 5-12	
Knebøy i smith*	X+12+10+8+8	X+10+8+5+5	X+10+8+5+3+3	X+ (3*10)	X+ (3*10)	RM
Sittende roing	10+8+8	X+10+8+5	X+8+5+5	12+10+10	3*10	RM
Benekstensjon	10+8+8	8+8+5	8+5+5	12+10+10	3*10	RM
Lårcurl, sittende*	10+8+8	8+8+5+5	8+5+5+5	12+10+10	3*10	RM
Liggende roing med stang*	10+8+8	10+8+5+5	8+5+5+5+5	12+10+10	3*10	RM
Tåhev i benpress apparat	12+10+8	10+8+8	10+8+5	15+15+15	3*10	RM
Sit up's i benk	12+10+10	10+8+5	8+5+5	12+10+10	3*10	RM
Rygghev	12+10+8	10+8+8	10+8+8	12+10+10	3*10	RM
Magemaskin	12+10+10	10+8+8	10+8+8	12+10+10	3*10	RM

B	T2			L2		Motstand
	Uke 1-4	Uke 5-8	Uke 9-12	Uke 1-4	Uke 5-12	
Benkpress* ^	X+10+8+6+6	X+10+8+5+5	X+10+8+5+5+3	X+(3*10)	X+(3*10)	RM
Preacher curl med kabel*	10+8+8	8+8+5	8+5+5+5	12+10+10	3*10	RM
Incline brystpress (35°)	10+8+8	8+8+5	5+5+5	12+10+10	3*10	RM
Fremoverlent sidehev	12+10+10	10+8+8	10+8+6	12+10+10	3*10	RM
Flyes (35°)	12+10+8	10+8+8	10+8+8	12+10+10	3*10	RM
Triceps nedtrekk (liggende)*	10+8+8	10+8+5	8+5+5	12+10+10	3*10	RM
Sittende skulderpress	10+8+8	8+8+5	8+5+5	12+10+10	3*10	RM
Franskpress	10+8+8	10+8+5	8+5+5	12+10+10	3*10	RM
Sittende incline bicepscurl (~75°)	10+8+8	8+8+5	8+5+5+5	12+10+10	3*10	RM
Stående sidehev	12+10+8	10+8+8	10+8+6	12+10+10	3*10	RM

X= Oppvarmingssett på 10-12 repetisjoner; RM= repetisjon maksimum; T1= tung økt 1, T2= tung økt 2, L1= lett økt 1, L2= lett økt 2; *Testøvelser; ^ Benkpress periodiseres slik vist i uke 9 og 10, men i uke 11 og 12 slik= X+8+5+ 3+3+3

Alle treningsøktene foregikk på NIHs treningssenteret i grupper på to til seks deltakere. De to første ukene i intervensjonen ble samtlige treningsøkter veiledet av en instruktør for å sikre riktig teknikk i alle øvelsene. Deretter var det kun T1 og T2 som ble gjennomført med instruktør, mens L1 og L2 ble gjennomført uten tilsyn. Det ble i tillegg benyttet en nettbasert treningsdagbok for å sikre treningsprogresjon og utførelse av treningsøktene. Underveis i studien forekom det individuelle tilpasninger av treningsøkter ved sykdom og ferier, slik at tapte treningsøkter ble tatt igjen ved et senere tidspunkt.

3.3.2 Kosthold

Kostholdsintervensjonen innebar å enten innta det daglige energiinntaket over tre eller seks måltider. Det eneste som var ulikt i intervensjonen hos de to randomiserte gruppene var dermed antall måltider per dag. Innholdet av energi og makronæringsstoffer ble designet til å være tilsvarende lik for 3M og 6M. Det ble utarbeidet individuelle kostholdsplaner på bakgrunn av estimert energiforbruk fra aktivitetsregistreringen, i tillegg til kostholdsregistreringen, eventuelle matallergier, eller ønsket om vegan/vegetarisk kost. For å belaste deltakerne minimalt, var et av målene å la dem beholde sitt vanlige matvarevalg i størst mulig grad. Det ble også lagt på 1260 kilojoule (kJ) (tilsvarer 300kcal) over det estimerte energiforbruket, for å gi et energioverskudd som skaper de riktige forutsetningene for muskelvekst (Garthe, 2011a). Kriteriene som ble fulgt under utarbeidingen av kostholdsplanene var basert på internasjonale anbefalinger for trente individer:

1. Karbohydratinntak på $5-7\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$ per dag (Thomas, Erdman, Burke & MacKillop 2016), hvorav 25-35g er fiber, og $<10\text{ E}\%$ er tilsatt sukker (Helsedirektoratet, 2018).
2. Proteininntak mellom $1,2-1,7\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$ per dag (Thomas et al., 2016; Morton et al., 2018), $\geq 0,3\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$ per hovedmåltid (Areta et al., 2013; Thomas et al., 2016), og $\geq 0,2\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$ per mellommåltid i 6M.
3. Fettinntaket mellom 20-35 E% per dag, hvor mettede fettsyre utgjør $<10\text{ E}\%$ (Thomas et al., 2016).

I tillegg oppfylte alle kostholdsplanene minimumsanbefalingene for inntak av makronæringsstoffer for normalbefolkning, med spesielt hensyn til inntak av jern, kalsium, vitamin-D, og antioksidanter (Helsedirektoratet, 2018; Thomas et al., 2016). Samtlige ble anbefalt å innta omega-3 tilskudd (tran eller omega-3 tablett) for å oppfylle vitamin-D anbefalingene.

Det ble i tillegg gitt anbefalinger om fordelingen av måltidene i løpet av en dag, hvor 3M ble oppfordret til å innta tre hovedmåltider (frokost, lunsj og middag) med fire til fem timers mellomrom. 6M ble anbefalt å spise fire hovedmåltider (frokost, lunsj, middag og kveldsmat) samt to mindre mellommåltider. Dagene hvor 6M gjennomførte

trenings-økter, skulle det ene mellommåltidet inntas rett etter økten. Dette restitusjonsmåltidet var designet etter gjeldende anbefalinger, og inneholdte $\geq 0,2 \text{ g} \cdot \text{kgkv}^{-1}$ protein og $0,6-1,0 \text{ g} \cdot \text{kgkv}^{-1}$ karbohydrater (Raastad, 2010; Thomas et al., 2016). Tilsvarende én YT restitusjonsdrikk og én til to frukt(er) eller müslibar(er).

3.3.3 Kosthold- og aktivitetsregistrering

For å kunne individuelt beregne nødvendig energiinntak for energibalanse, og deretter tilrettelegge for et svakt energioverskudd, innhentet vi informasjon om nåværende habituelle energiinntak og -forbruk, i tillegg til å gjøre tekniske beregninger.

Kostholdsregistrering

For å estimere forsøkspersonenes daglige energiinntak, samt innhente informasjon om valg av matvarer, gjennomførte samtlige en fire-dagers veid kostholdsregistrering (figur 2). Per dags dato finnes det ingen «gull standard» innenfor kostholdsregistrering, men selvrapporterte kostholds-logger er den mest anvendte metoden (Capling, Beck, Gifford, Slater, Flood & O'Conner, 2017). Sammenlignet med dobbeltmerket vann er det vist at selvrapportert kostholdsregistrering underestimerer det daglige energiinntaket med 19% (Capling et al., 2017), og 10-30% hos idrettsutøvere (Magkos & Yannakoulia, 2003). Gjennom å veie alt inntak av mat- og drikke gjennom en dag, gir veid kostholdsregistrering informasjon om både energiinntak, kostvaner og matvarevalg (Deakin, Kerr, & Boushey, 2015). Deltakerne som ikke eide en kjøkkenvekt, fikk dette tildelt. Kostholds-registreringen ble gjennomført i en standardisert logg (vedlegg F), og hvordan loggføringen skulle gjøres ble gjennomgått forut registreringen,

Aktivitetsregistrering

Deltakeres daglige energiforbruk ble estimert ut i fra en to-dagers aktivitetsregistrering (figur 2). Et slikt estimat inneholder store feilkilder, og har vist å kunne overestimerer energiforbruket (Busschaert, De Bourdeaudhuij, Van Holle, Chastin, Cardon, & De Cocker, 2015). Dataen ble samlet inn prospektivt ved at deltakerne loggførte utført aktivitet, både med hensyn til type og intensitet, i blokker på 30 minutter over en 24-timers periode (vedlegg E).

For å estimere fysisk aktivitetsnivå (PAL) ble først energiforbruket per rapportert aktivitet kalkulert: Minutter med aktivitet multiplisert med en aktivitetsfaktor.

Aktivitetsfaktorene benyttet i denne studien gikk fra «1» for sover, til «6,6» for hard trening (FAO/WHO/UNU, 1985). Aktiviteter som ikke var opplistet ble gitt en estimert verdi. Deretter ble energiforbruket fra all aktivitet den dagen summert, for så å bli delt på 24 (timer), dette ble den gjennomsnittlige daglige PAL. For å estimere det daglige energiforbruket ble PAL multiplisert med det estimerte hvilestoffskiftet (RMR). Ved å beregne et gjennomsnitt fra de to dagene aktivitetsregistreringen ble utført, fant vi det gjennomsnittlige energiforbruket. Likningen som ble benyttet for å estimere RMR var *Cunningshams's formel*:

$$\text{RMR} = 500 + 22(\text{lean body mass (LBM)}) \text{ (Cunningham, 1980),}$$

ettersom denne har vist seg å gi et bedre estimat på RMR hos både aktive kvinner og menn, sammenlignet med andre kjente likninger (Thompson & Manore, 1996; Manore & Thompson, 2015).

3.3.4 Oppfølging av kostholdsplanene

For å kontrollere om deltakerne fulgte kostholdsplanene ble det gjennomført fire planlagte, men uvarslede 24-HR i løpet av intervensjonen (figur 2). 24-HR er vist å være en valid metode for å subjektivt estimere matinntaket det siste døgnet (Shim, Oh, Kim, 2014). Undersøkelsene ble utført av den samme personen, og tok mellom 15-30 minutter å gjennomføre. De åpne spørsmålene i intervjuet innhentet detaljert informasjon om inntatt mat- og drikkevarer, ingredienser, hvordan maten ble laget (eks. kocht eller stekt), og fordelingen av matinntak i løpet av én dag (måltidsfrekvensen) (Shim et al., 2014). Som en kontroll på optimalt energioverskudd ble samtlige veid ved omtrent like tidspunkter hver uke. Gradvis økning av kroppsvekt var en målsetning, og hvis en eller flere deltakere opplevde en vektnedgang eller vektstabilisering i løpet av intervensjonen, ble det gitt råd om hvordan de kunne øke sitt daglige energiinntak.

3.4 Testprosedyrer

3.4.1 Kroppskomposisjon

Total og regional fett- og beinfrimasse (muskelmasse), samt fettmasse ble målt med DXA (modell: GE Medical Systems, Lunar Prodigy, Wisconsin, USA, programvare enCORE versjon 14.10.022) av en erfaren tekniker. Reproduerbarheten til NIHs DXA maskin anses som høy for repeterte målinger, hvor variasjonskoeffisienten for total

fettmasse og muskelmasse var henholdsvis 3,0%, og 0,7% (Garthe et al., 2013). DXA vurderes generelt som en nøyaktig og anerkjent metode for å måle total og regional muskelmasse (Ackland, Lohman, Sundgot-Borgen, Maughan, Meyer, Stewart & Müller, 2012).

Etter at kroppsvekten og høyden var målt med et fast stadiometer (Seca scale, Mod: 8777021094, S/N: 5877248124885) ble forsøkspersonen plassert i DXA-maskinen for en helkroppsanalyse (figur 3). Teknikeren fulgte retningslinjer for målingene og analysene som tidligere er presentert (Nana, Slater, Stewart & Burke, 2015), med unntak av fasteprosedyren: Våre deltakere ble oppfordret til å ikke innta mat- og drikke minimum to timer før undersøkelsen, mens Nana og medarbeider (2015) anbefaler en overnattsfaste. Fettmasse ble uttrykt som prosent kroppsfett og total fettmasse (kg). Muskelmasse ble uttrykt i kilogram, samt delt inn i total, underkropp, og overkropp (summen av muskelmassen i armene og «thrukk»).



Figur 3 Kroppsposisjonering under DXA målingene.

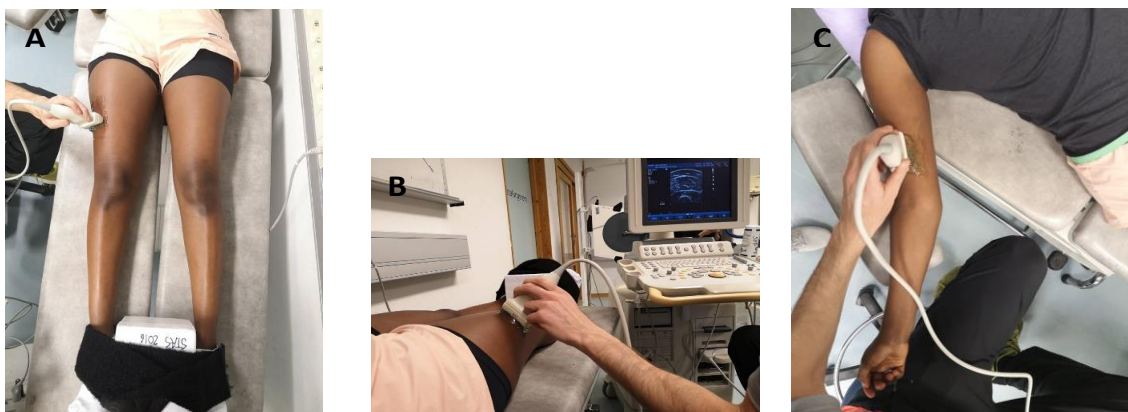
Sikkerhet

Deltakerne ble utsatt for minimale stråledoser fra røntgenstrålene, og det var derfor ingen ubehag eller påfølgende helserisiko ved utførelse av målingene (Laskey, 1996; Damilakis, Maris & Karantanas, 2007). Etersom gravide, eller kvinner som planlegger å bli gravid, frarådes å utsettes for slik stråledoser (Ackland et al., 2012), var dette et av eksklusjonskriteriene i studien (tabell 1, nummer fem).

3.4.2 Muskeltykkelse

Økonomien i prosjektet begrenset muligheten for å gjenta MR målinger, slik som i originalstudien. Det ble derfor benyttet ultralyd for å måle muskeltykkelsen til mVL og mBB ved pre- og posttest (figur 2). En erfaren tekniker, som var blindet for gruppeinndelingen, stod for samtlige målinger og benyttet maskinen Philips HD11 XE (Royal Philips Electronics, Amsterdam, Nederland), på NIHs laboratorium. Variasjonskoeffisienten til målingene var 0,57% for mBB, og 0,82% for mVL, som tyder til at det var lite variasjon i de utførte målingene og derav høy grad av reproducerbarhet. Flere studier har i tillegg validert ultralyd som en god metode for å estimere muskelvekst (Farthing & Chilibeck, 2003; Reeves et al., 2004; Ahtiainen et al., 2010; Schoenfeld et al., 2015a; Franchi et al., 2018).

Teknikeren benyttet rikelig med vannløselig gel (Aquasonic 100 ultrasound transmission gel; Parker laboratories inc., Fairfield, NJ, USA) på begge målestedene, i tillegg til å legge minimalt med trykk mot huden, for å unngå deformering av musklene som ble målt (Lixandrão et al., 2014). Det ble omtrent 0,4cm mellom ultralydproben og huden.

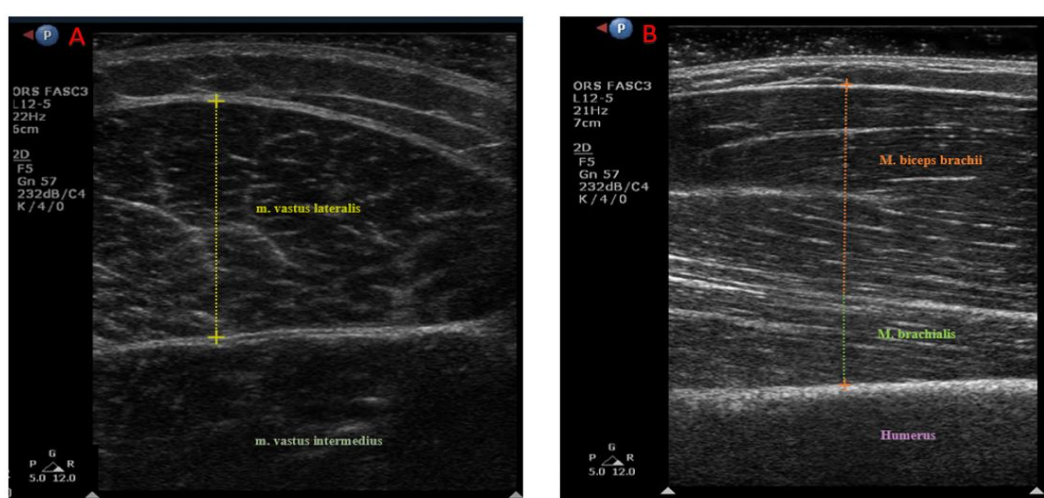


Figur 4 (A) Ultralydundersøkelsen av høyre lår, (B) nærbilde av ultralydproben, og dens vinkel på låret; (C) ultralyd av høyre overarm.

Målingene ble utført på høyre side av kroppen, mens forsøkspersonen lå helt avslappet på en undersøkelsesbenk (figur 4A). Under ultralydundersøkelsen av høyere overarm ble forsøkspersonenes arm plassert i en ekstendert posisjon med supinert underarm (figur 4C). Muskeltykkelsen til mBB ble målt på muskelens tykkeste punkt når ultralydproben (5-12 MHz) ble plassert vinkelrett mot humerus, parallelt med

muskel-fibrene. Deler av *m. brachialis* er medberegnet i totaltykkelsen til *mBB* (figur 5B).

Målingene av høyre lår ble utført med en plastboks mellom føttene som var festet med borrelås (figur 4A). Målepunktet for *mVL* var på 40% av femur, målt fra kneleddet. Lengden av femur ble definert som distansen fra leddspalten til trochanter major (lokalisert med palpering og ultralyd). Ved pretesten ble målestedet og andre kjennetegn (slik som kneskålen, føflekker, og arr i huden) markert på et transparent ark, for å sikre at målingene ble utført på samme sted ved posttest.



Figur 5 Skjermdump av ultralydanalyser. (A) Muskeltykkelsen til *m. vastus lateralis* (*mVL*), og (B) *m. biceps brachii* (*mBB*) og deler av *m. brachialis*.

Analysene ble utført i ImageJ v1.52a (National institutes of Health, USA), hvor muskeltykkelsen ble funnet ved å måle avstanden som vises i figur 5A og 5B. For å sikre god kvaliteten på bildene ble det tatt, og lagret flere bilder. Gjennomsnittet av de tre beste bildene ble benyttet i analysene.

3.4.3 Maksimal muskelstyrke

Den maksimale styrken (1RM) i over- og underkroppen ble testet i seks ulike øvelser over to dager: (dag 1) henholdsvis knebøy i smith-maskin, sittende lårcurl, og liggende roing med stang, og (dag 2) henholdsvis benkpress, preacher curl i kabeldrag-maskin, og triceps nedtrekk (liggende). Deltakeren ble instruert til å ikke å drive med noen form for hard trening eller fysisk aktivitet 48 timer forut for testingen. Før styrketestene ble

det gjennomført en ti minutters generell oppvarming på valgfritt kondisjonsapparat. Deretter ble testprotokollen gjennomgått, før fire standardiserte oppvarmingsserier:

1. 12 repetisjoner på 40% av 1RM
2. 10 repetisjoner på 60% av 1RM
3. 7 repetisjoner på 75% av 1RM
4. 3 repetisjoner på 85% av 1RM

Det første løftet etter oppvarming ble forsøkt tilpasset til 5,0% under forventet 1RM ved pretesten. Motstanden ved senere testtidspunkt ble satt til forrige 1RM resultat. Avhengig av hvor lett det første forsøket var, ble motstanden økt med 0,5 til 10kg for hvert løft til 1RM ble funnet med maksimalt fire forsøk. Pausene mellom hver oppvarmingsserie og hvert maksløft var henholdsvis ett til to minutter, og tre til fire minutter. Testleder ga verbal oppmuntring under og mellom maksløftene. Teknikken i hver enkelt øvelse, samt kravene for godkjent (beskrevet under) ble nøye gjennomgått før testene.

Knebøy i smith-maskin

Øvelsen ble utført uten sko, med hoftebreddes avstand og hælene 10cm foran stangen, oppmålt med tape (figur 6). Hver enkelt fikk målt sin individuelle dybde, som tilsvarte at lårbeinet var parallelt med gulvflaten ($\sim 100^\circ$ i kneleddet, kontrollert ved å legge vektskiver under rumpen deres). Løftet ble godkjent dersom rumpen berørte vektskivene, uten effekt fra «motsprett» fra vektplatene. Vektløfterbelte var tillat for dem som benyttet dette under trening. Sikkerheten under maksløftene ble opprettholdt ved at det stod en person på hver sin side av stangen og tok imot hvis testpersonen ikke



Figur 6 Teknikk i knebøy.

klarte å reise seg opp. I tillegg var sikkerhetshåndtakene i smith-maskinen alltid i bruk. Smith-maskinen som ble benyttet var *1080 Quantum Syncro* (1080motion, Lidingö, Sweden).

Sittende lårcurl

Både ryggstøtten og leggputen i apparatet ble stilt inn til hver enkelt ved første test, slik at kneleddets omdreiningsakse ble justert i samsvar med apparatets omdreiningsakse (figur 7). Leggputen skulle ligge under akillessenen. Det ble stilt krav til at rumpen til enhver tid skulle være i kontakt med setet, ryggen skulle være tilbakeleant (svai i korsrygg var tillat), og hendene plassert rundt håndtakene på apparatet. Bevegelsen startet med nivå 1 på range of motion-innstilling, og løftet ble regnet som godkjent når kneleddet var flektert til 90°. Apparatet benyttet var *TECHNOGYM® selection - leg curl* (Technogym, Cecena, Italy)



Figur 7 Teknikk i lårcurl.

Liggende roing med stang

Benken ble stilt inn slik at ryggen og hoften lå helt vannrett på benken, samt at armene var strake i det de grep rundt stangen (figur 8). Dette var utgangsstillingen for øvelsen, og løftet ble godkjent når stangen berørte benkens underside. Andre kriterier for godkjent løft var at overkroppen aldri forlot benken, nakken ble holdt parallelt med ryggspylen, samt at knærne skulle berøre leggputen under hele løftet. Apparatet benyttet var *Eleiko classic rowing bench* (Eleiko, Halmstad, Sweden), med Eleikos vektløfterstang (iwf weightlifting training bar, nxg - 20 kg, men, Halmstad, Sweden).



Figur 8 Teknikk i liggende roing med stang.

Benkpress

Den riktige teknikken i benkpress krevde at deltakeren opprettholdt en kontakt med føttene og gulvet, samt at hodet, skuldrene, og rumpen hadde kontakt med benken gjennom hele bevegelsen. Grepsbredden ble individuelt tilpasset, og gjentatt ved samtlige tester. Når stangen ble senket mot brystet skulle det være et markant stopp, og

stangen kunne løftes opp igjen når testlederne sa «JA». Dette for å unngå at «motsprett» fra brystet skulle påvirke resultatene. Det var tillatt med oppspenning i korsryggen. Apparatet som ble benyttet var *Eleiko powerlifting squat stand/bench combo* (Eleiko, Halmstad, Sweden), med lik vektstang som ved liggende roing.

Triceps nedtrekk, liggende

NIHs treningscenter hadde ikke en kabelmaskin med ryggstøtte, slik som originalstudien benyttet i denne testøvelsen. Derfor ble testøvelsen utført liggende (figur 9), og løftet ble godkjent når albueleddet var fullt ekstendert og stangen berørte låret,



Figur 9 Teknikk i liggende triceps nedtrekk.

uten påfallende bruk av rygg eller skuldre. Det var tillatt med svai i korsryggen, men underkroppen skulle hele tiden berøre underlaget. Albueene skulle holdes inntil kroppen. Apparatet benyttet i dette prosjektet var *TECHNOGYM® cable stations - dual adjustable pulley* (Technogym, Cesena, Italy).

Preacher curl i kabeldrag maskin

Benken ble justert inn for hver enkelt slik at brystputen var godt plassert under armhulene. Avstanden mellom benken og kabeldraget, samt høyden kabelen ble plassert på, var standardisert. Løftet startet med en fullt ekstendert albue og et supinert grep rundt stangen (figur 10). Videre flekterte forsøkspersonen albuen til stangen/hendene berørte haken for et godkjent løft.



Figur 10 Teknikk i preacher curl.

Skuldrene og ryggen skulle holdes i ro under bevegelsen. Kabelapparatet benyttet i denne øvelsen var det samme som i triceps nedtrekk.

3.5 Statistiske analyser

De statistiske analysene ble utført i *IBM SPSS* (versjon 24.0), mens programvaren *GraphPad Prism 8* ble benyttet til å lage illustrasjonene. For å undersøke hvorvidt datamaterialet var normalfordelt ble Shapiro-Wilk ($p \geq 0,05$) og skewness z-verdi (-1.96, +1.96) benyttet. Dataene ble funnet tilstrekkelig normalfordelt og det ble derfor benyttet parametriske analyser. Statistisk styrke ble beregnet på bakgrunn av at datamaterialet skulle slås sammen med originalstudien. Det ble anslått at tjue deltakere i hver gruppe var nok etter sammenslåingen. α -verdiene $\leq 0,05$ og $\leq 0,1$ ble ansett som henholdsvis signifikant og tendens.

Demografisk og deskriptiv data vil bli presentert som henholdsvis gjennomsnitt med standardavvik (SD), og gjennomsnitt med standard error (SE). Endringsdata og gruppeforskjeller vil bli presentert som gjennomsnitt med 95% konfidensintervall (95% KI). For å undersøke om det var signifikante endringer innad i gruppene ble det benyttet parett t-test, mens gruppeforskjeller i muskelvekst og muskelstyrkefremgang ble analysert med uparet t-test. Korrelasjoner (*Pearson r*) ble utført for å undersøke mulige sammenhenger mellom pre- og endringsvariablene til muskelvekst, muskelstyrke, samt ernæringsvariabler.

Gjennomsnittlig proteininntak per måltid ble kalkulert ved å først regne ut gjennomsnittet for hvert individ, deretter gruppegjennomsnitt. Den totale muskelstyrken ble kalkulert ved å beregne gjennomsnittet av baselineresultatene fra de seks 1RM-testene. Treningsmotstanden ble kalkulert ved å summere antall kilogram løftet i hver øvelse i de tunge treningsøktene (T1 og T2), og deretter dele denne summen på antall serier. Ved å regne gjennomsnittet for alle øvelsene i hver økt ble den gjennomsnittlige kg per repetisjon ($\text{kg} \cdot \text{rep}^{-1}$) kalkulert.

Data tilhørende deltakerne som trakk seg ($n=4$) er inkludert i fremstilling av demografiske data, men ekskludert fra hovedanalysene. Frafallsanalyser ble utført ved å benytte uavhengig t-test mellom de som trakk seg fra studien og resten av utvalget.

Manglende data for deltakerne som fullførte studien (én 1RM test i uke åtte, ett 24-HR intervju, treningsmotstand) ble håndtert med «per protocol analysis». Samtlige deltakere som fullførte posttestene ble inkludert i hovedanalysene, selv om de manglet data.

4. Resultater

Studien inkluderte totalt 20 deltakere, randomisert i to måltidsgrupper (tabell 3), hvorav 16 fullførte (80%). Det var fire kvinnelige deltakere som trakk seg fra studien, to fra hver måltidsgruppe (figur 1). Årsakene til frafallene var ulike; personlige årsaker (n= 2), langvarig sykdom (n= 1), og skuldersmerter (n= 1). De som trakk seg fra studien var signifikant svakere ($p \leq 0,05$) i 1RM triceps nedtrekk og liggende roing, samt tenderte ($p = 0,076$) til å ha mindre muskelmasse sammenlignet med de som fullførte studien. Det ble ikke funnet noen andre signifikante forskjeller i frafallsanalysene ($p \geq 0,135$).

Tabell 3 Demografisk data for deltakerne ved baseline. Verdiene er oppgitt som gjennomsnitt (SD).

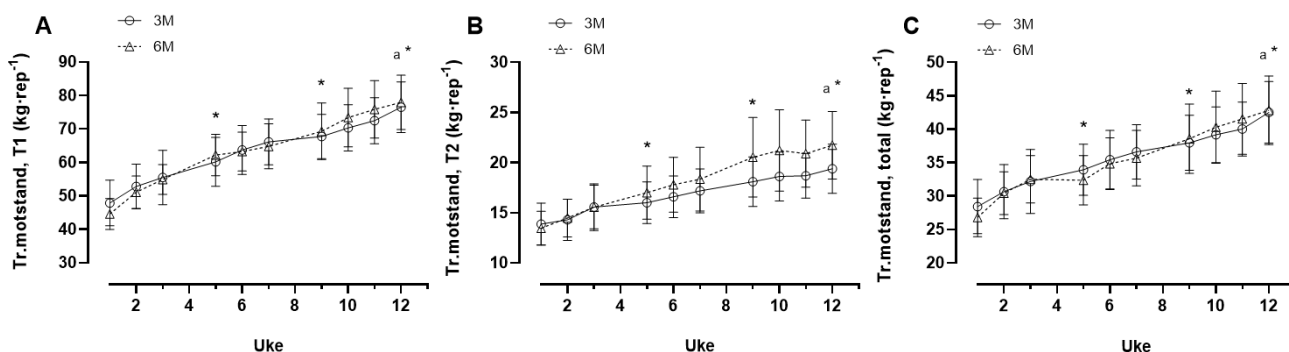
	3M	6M
	(n =10)	(n =10)
Kjønnsfordeling, n	♂= 4 ♀= 6	♂= 4 ♀= 6
Alder, år	26,7 (4,74)	26,2 (4,66)
Kroppsvekt, kg	72,4 (14,2)	70,8 (14,2)
Høyde, cm	173 (8,13)	173 (8,65)
Muskelmasse, kg	50,3 (11,0)	51,8 (11,2)
Fettmasse, kg	19,5 (7,57)	17,2 (7,04)
Fettprosent, %	27,9 (8,62)	25,4 (8,90)
Styrke, kg #	48,3 (16,1)	47,4 (15,6)

3M = 3 måltider per dag; 6M= 6 måltider per dag; ♂= mann, ♀= kvinne; # den gjennomsnittlige 1RM (én repetisjon maksimum) for de seks testøvelsene ved pretesten

4.1 Styrketrening

Antall gjennomførte treningsøkter var lik mellom måltidsgruppene ($p \geq 0,135$), hvor 3M og 6M utførte henholdsvis 96,3% og 92,4% av alle treningsøktene, 94,8% og 88,2% av de lette øktene (L1 og L2). Begge gruppene utførte 98% av de tunge øktene (T1 og T2). Det var ingen forskjell ($p \geq 0,576$) mellom måltidsgruppene i total- eller økt treningsmotstand ($\text{kg} \cdot \text{rep}^{-1}$) for noen av ukene i intervensjonen, og de hadde en tilnærmet lik endring ($p \geq 0,191$) gjennom treningsperioden (figur 11). Begge måltidsgruppene økte

treningmotstanden signifikant ($p \leq 0,05$) fra uke en til fem, uke fem til ni, uke ni til tolv, og fra uke en til tolv (figur 11).



Figur 11 Endring i treningmotstand ($\text{kg}\cdot\text{rep}^{-1}$) for (A) økt T1, (B) økt T2, og (C) gjennomsnittet av T1 og T2 (total). Verdiene er oppgitt som gjennomsnitt (SE).
 * Signifikant økning fra enten uke 1 til 5, uke 5 til 9 eller uke 9 til 12 ($p \leq 0,05$);
^a signifikant økning fra baseline ($p \leq 0,05$); 3M= 3 måltider per dag; 6M= 6 måltider per dag; tr.motstand= treingsmotstanden; $\text{kg}\cdot\text{rep}^{-1}$ = gjennomsnittlig kg per repetisjon; T1= tung styrketreningsøkt for bein/rygg/mage; T2= tung styrketreningsøkt for bryst/armer/skuldre.

4.2 Kosthold

4.2.1 Endringer i kostholdet

Begge måltidsgruppene måtte øke sitt energi-, karbohydrat- og proteininntak signifikant ($p \leq 0,05$) fra baseline (tabell 4). 6M var i tillegg nødt til å redusere sitt daglige fettinntak betraktelig ($p \leq 0,05$). Utarbeidingen av kostholdsplanene lyktes ikke helt som resulterte i at kostholdsplanene til 6M tenderte til å inneholde mer protein ($p = 0,090$) enn for 3M. Forskjellen i proteininnhold ble signifikant ($p \leq 0,01$) etter frafallene, hvor 6M skulle innta i gjennomsnitt $0,892\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$ (33,7%) mer protein enn 3M (tabell 4). Energiinnholdet var fortsatt høyere i kostholdsplanene til 6M ($28,1\text{kJ}\cdot\text{kgkv}^{-1}$) sammenlignet med 3M, men ikke signifikant ($p = 0,167$).

Tabell 4 Gjennomsnittlig (SE) inntak av energi og makronæringsstoffer ved baseline (kost.reg), i kostholdsplanen som ble tildelt under intervensjonen (meny), og gjennomsnittet fra de fire 24-HR utført underveis i studien (24-HR), for deltakerne som fullførte studien i 3M (n= 8) og 6M (n= 8). Gjennomsnittlig (95%KI) gruppeforskjell er kalkulert for resultatene fra 24-HR.

	3M (n=8)			6M (n=8)			Gruppeforskjell	
	Kost.reg	Meny	24-HR	Kost.reg	Meny	24-HR	Differanse (95% KI)	p-verdi
Energi								
kJ	9661 (1370)	12937 (701) *	11470 (922)	10314 (884)	14323 (543) *	13331 (646)	1861 (-4275, 553)	0,120
kJ·kgkv ⁻¹	136 (20,5)	178 (10,1) *	154 (12,0)	142 (9,27)	203 (13,9) *	181 (11,7) ^	27,5 (-63,3, 8,30)	0,122
Protein								
g·kgkv ⁻¹	1,36 (0,203)	1,82 (0,111) #*	1,72 (0,143)	1,71 (0,323)	2,65 (0,244) #*	2,23 (0,246) ^	0,509 (-1,12, 0,101)	0,095
E%	17,9 (1,75)	17,7 (1,29) #*	19,8 (2,00)	20,03 (2,90)	22,3 (1,29) #*	19,05 (1,59) ^	0,700 (-4,78, 6,18)	0,788
Karbohydrat								
g·kgkv ⁻¹	4,29 (0,812)	5,82 (0,529) *	4,84 (0,475) ^	3,70 (0,255)	6,37 (0,397) *	5,17 (0,408) ^	0,323 (-1,67, 1,02)	0,613
E%	51,8 (2,77)	56,1 (2,35) *	52,9 (2,85)	44,5 (1,58)	53,9 (1,77) *	48,7 (2,10) ^	4,26 (-3,33, 11,9)	0,248
Fett								
E%	33,1 (1,42)	30,3 (1,39)	29,7 (1,54)	38,4 (2,29)	28,1 (1,41) *	31,6 (2,71)	1,90 (-8,58, 4,79)	0,553

Signifikat gruppeforskjell mellom intervensjonsmeny ($p \leq 0,01$); * Signifikant forskjell fra tilhørende kostholdsregistrering-verdi ($p \leq 0,05$); ^ Signifikant forskjell fra tilhørende meny ($p \leq 0,05$); 3M = 3 måltider per dag; 6M = 6 måltider per dag; 95%KI = 95% konfidensintervall; E% = prosentandel energi som kommer fra dette næringsstoffet per dag; kJ = kilojoule; g·kgkv⁻¹ = gram per kilogram kroppsvekt

Basert på resultatene fra 24-HR inntok 3M tilstrekkelig ($p=0,515$) med protein, men de inntok imidlertid signifikant mindre ($p\leq 0,05$) karbohydrat, og tenderte ($p=0,074$) til å innta mindre energi, sammenlignet med kostholdsplanen (tabell 4). Det ble registrert at 6M inntok signifikant ($p\leq 0,05$) mindre energi, protein, og karbohydrater, sammenlignet med kostholdsplanen (tabell 4). Analysene viste i tillegg at 6M tenderte ($p=0,095$) i å innta mer protein enn 3M, i tillegg inntok mindre energi enn 3M, men dette var ikke en signifikant forskjell ($p=0,120$).

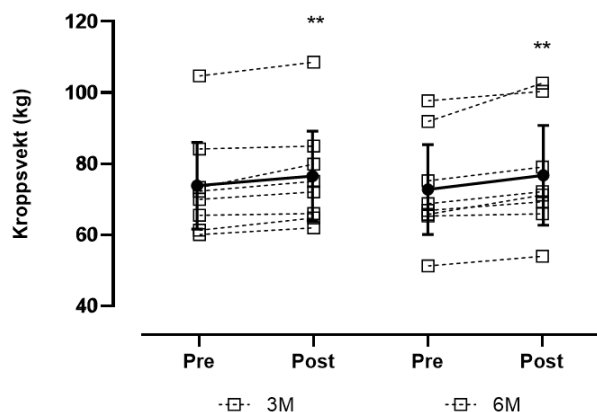
4.2.2 Proteininntak per måltid

Kostholdsplanene la opp til at 3M og 6M skulle innta henholdsvis $0,60\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$ og $0,44\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$ protein per måltid, hvor måltidene til 3M inneholdte signifikant mer ($p\leq 0,05$) protein enn måltidene til 6M. Registrert inntak underveis i intervensjonen viste at begge gruppene fulgte kostholdsplanen, hvor proteininntaket per måltid var $0,572\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$ og $0,400\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$ for henholdsvis 3M og 6M. Forskjellen mellom gruppene var derfor fremdeles signifikant ($p\leq 0,05$). Når vi delte mellom hoved- og mellommåltider i 24-HR analysene var det ingen signifikant gruppeforskjell ($p=0,662$) i proteininntaket per hovedmåltid, henholdsvis $0,572\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$ og $0,538\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$, hos 3M og 6M. Proteininnholdet i hvert mellommåltid for 6M var $0,121\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$.

Korrelasjonsanalysene fant ingen sammenheng mellom rapportert proteininntak per måltid og prosentvis endring i total eller regional muskelstyrke ($r\leq -0,119$, $p\geq 0,660$), muskelmasse ($r\leq -0,085$, $p\geq 0,754$), eller muskeltykkelse ($r\leq 0,188$, $p\geq 0,485$).

4.2.3 Kroppsvekt

Begge måltidsgruppene økte kroppsvekten signifikant ($p\leq 0,01$) fra pre- til posttest (figur 12), henholdsvis $2,76\text{kg}$ (95% KI: 1,13, 4,40) og $3,99\text{kg}$ (95% KI: 1,42, 6,56) for 3M og 6M. Dette tilsvarer en gjennomsnittlig ukentlig vektøkning på $0,23\text{kg}$ for 3M, og $0,33\text{kg}$ for 6M. Selv om 6M økte kroppsvekten i gjennomsnitt $1,23\text{kg}$ mer enn 3M, var det ikke en signifikant forskjell ($p=0,357$).



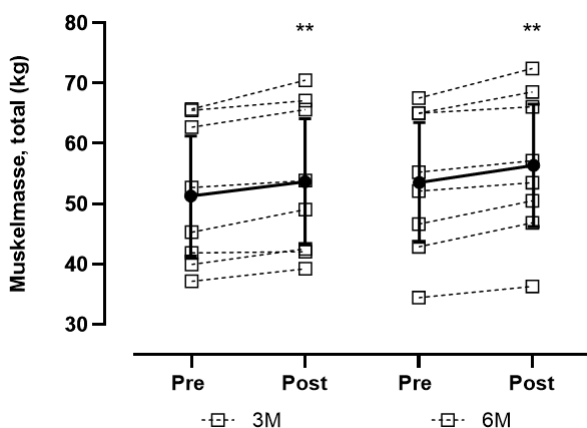
Figur 12 Kroppsvekt (kg) ved baseline (pre) og posttest for alle deltakerne som fullførte studien i 3M (n=8) og 6M (n=8). Åpne firkanter (\square) indikerer individuelle data, mens fylte sirkler (\bullet) indikerer gruppegjennomsnittet (95%KI). ** Signifikant endring fra baseline for gruppegjennomsnittet ($p \leq 0,01$); 3M= 3 måltider per dag; 6M= 6 måltider per dag

4.3 Muskelvekst og muskelstyrke

4.3.1 Muskelmasse

Total

Fett- og beinfri masse (muskelmassen) økte signifikant ($p \leq 0,01$) i begge måltidsgrupper fra baseline med henholdsvis 2,38kg (95%KI: 1,15, 3,61; 4,67%), og 2,82kg (95%KI: 1,63, 4,01; 5,54%) hos 3M og 6M (figur 13). Dette tilsvarer en ukentlig økning på henholdsvis 0,20kg og 0,24kg. Det var ingen signifikant gruppeforskjell ($p = 0,555$) i endring av total muskel-masse.



Figur 13 Total muskelmasse (kg) ved baseline (pre) og posttest, for deltakere som fullførte studien i 3M (n= 8) og 6M (n= 8). Åpne firkanter (\square) indikerer individuelle data, mens fylte sirkler (\bullet) indikerer gruppegjennomsnittet (95%KI). ** Signifikant endring fra baseline for gruppegjennomsnittet ($p \leq 0,01$); 3M= 3 måltider per dag; 6M= 6 måltider per dag.

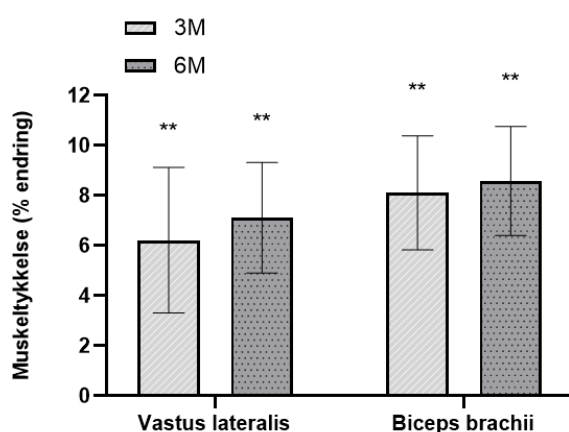
Over- og underkropp

Begge måltidsgruppene fikk en signifikant økning ($p \leq 0,01$) i overkroppens muskelmasse fra pre- til posttest, med en gjennomsnittlig økning på 1,51kg (95%KI: 0,65, 2,37; 5,12%) og 1,68kg (95%KI: 0,75, 2,61; 5,61%) hos henholdsvis 3M og 6M.

Likeledes økte muskelmassen i underkroppen signifikant fra baseline ($p \leq 0,01$) hos 3M og 6M, henholdsvis 0,83kg (95%KI: 0,39, 1,28; 4,61%) og 1,03kg (95%KI: 0,64, 1,42; 5,62%). Det ble ikke funnet noen gruppeforskjell ($p \geq 0,435$) for endring av regional muskelmasse.

4.3.2 Muskeltykkelse

Muskeltykkelsen til mVL økte signifikant ($p \leq 0,01$) innad i begge måltidsgruppene fra baseline, med henholdsvis 1,24mm (95%KI: 0,71, 1,77) og 1,63mm (95%KI: 1,16, 2,09) hos 3M og 6M (figur 14). Disse endringen svarer til en økning per treningsøkt på 0,14% for 3M, og 0,16% for 6M. Begge måltidsgruppene økte også muskeltykkelsen til mBB signifikant ($p \leq 0,01$) fra baseline, hvor 3M økte med 2,79mm (95%KI: 1,70, 3,88), og 6M økte med 3,16mm (95%KI: 2,17, 4,15). Gjennomsnittlige økning per treningsøkt for muskeltykkelsen til mBB var henholdsvis 0,18% og 0,20%, hos 3M og 6M. Det var ingen signifikant forskjell mellom måltidsgruppene i økningen i muskeltykkelsen i mVL ($p = 0,209$) eller mBB ($p = 0,565$).

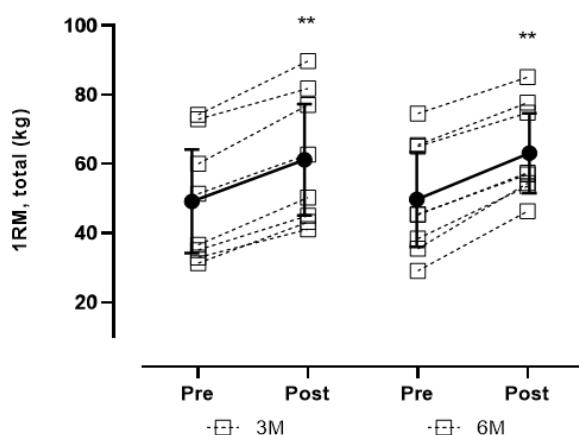


Figur 14 Endring (%) i muskeltykkelse fra baseline, for alle deltakerne som fullførte pre- og posttestingen i 3M ($n = 8$) og 6M ($n = 8$). Verdiene er oppgitt som gjennomsnitt (95%KI). ** Signifikant endring fra baseline ($p \leq 0,01$); 3M= 3 måltider per dag; 6M= 6 måltider per dag.

4.3.3 Maksimal muskelstyrke

Total

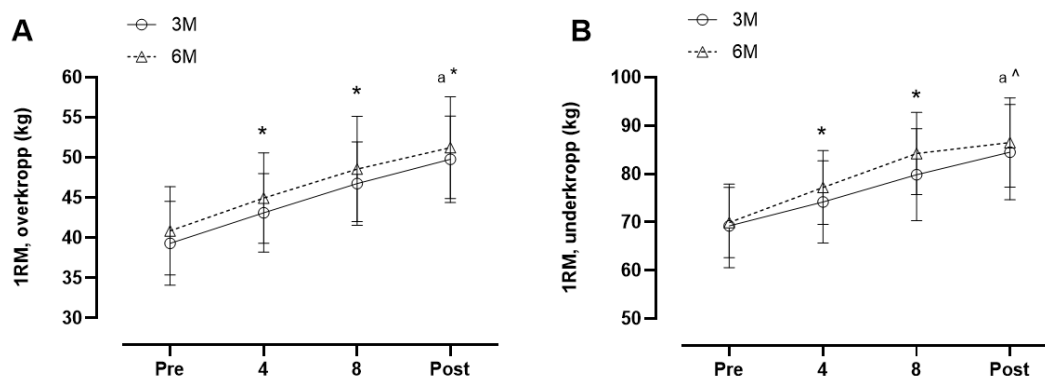
Som et resultat av trenings- og kostholdsintervensjonen økte begge måltidsgruppene deres totale muskelstyrke signifikant ($p \leq 0,01$), med 26,5% (95%KI: 19,4, 33,7) hos 3M, og 31,5% (95%KI: 16,9, 46,1) hos 6M (figur 15). Det var ingen signifikant gruppeforskjell ($p = 0,412$) i endring av total muskelstyrke.



Figur 15 Total muskelstyrke (kg) ved pre- og posttest, for alle deltakerne som fullførte studien i 3M ($n = 8$) og 6M ($n = 8$). Åpne firkanter (\square) indikerer individuelle data, mens fylte sirkler (\bullet) indikerer gruppegjennomsnittet (95%KI). ** Signifikant endring fra baseline for gruppegjennomsnittet ($p \leq 0,01$); 3M = 3 måltider per dag; 6M = 6 måltider per dag; 1RM = én repetisjon maksimum; total = gjennomsnittet av resultatene fra alle styrketestene ved samme tidspunkt.

Over- og underkropp

Begge måltidsgruppene økte muskelstyrken signifikant ($p \leq 0,01$) fra pre- til posttest når testøvelsene (tabell 3) ble delt inn i over- og underkropp (figur 16). Allerede ved første midtveistesting hadde både 3M og 6M økt muskelstyrken signifikant i overkroppen ($p \leq 0,01$, figur 16A). Muskelstyrken i overkroppen fortsatte å øke signifikant fra uke fire til uke åtte, og fra uke åtte til posttest for begge måltidsgruppene ($p \leq 0,01$). Fra baseline hadde 3M og 6M en gjennomsnittlig økning på henholdsvis 29,8% (95%KI: 20,4, 39,2) og 26,8% (95%KI: 22,0, 31,7). Det var ingen signifikant forskjell mellom måltidsgruppene ($p = 0,521$) i økning av muskelstyrken i overkroppen.



Figur 16 Endring i muskelstyrke for (A) overkroppen, og (B) underkroppen for alle deltakerne som fullførte pre- og posttesting i 3M (n= 8) og 6M (n= 8), fire-ukers testingen i 3M (n=8) og 6M (n=8), og åtte-ukers testingen i 3M (n=8) og 6M (n=7). Verdiene er oppgitt i gjennomsnitt (SE). ^a signifikant endring fra baseline ($p \leq 0,01$); * Signifikant endring fra forrige testtidspunkt ($p \leq 0,05$); ^ Signifikant endring fra forrige testtidspunkt for 3M ($p \leq 0,01$); 3M= 3 måltider per dag; 6M= 6 måltider per dag; 1RM= én repetisjon maksimum; overkropp= gjennomsnittet av 1RM i benkpress, triceps nedtrekk, preacher curl og liggende roing; underkropp= gjennomsnittet av 1RM i knebøy i smith-maskin og lårcurl.

Likeledes økte muskelstyrken i underkroppen signifikant ($p \leq 0,05$) fra pretesten til uke fire, og fra uke fire til uke åtte for begge måltidsgruppene (figur 16B). Fra uke åtte til uke tolv var det imidlertid kun 3M som signifikant økte ($p \leq 0,01$) muskelstyrken i underkroppen. Fra pre- til posttest fikk måltidsgruppene en økning på henholdsvis 23,1% (95% KI: 16,5, 29,8), og 23,6% (95% KI: 18,9, 28,4), hos 3M og 6M. Det var ingen gruppeforskjell i muskelstyrkefremgang i underkroppen ($p = 0,889$).

Ved baseline var det sterk sammenheng mellom muskelstyrke og muskelmasse ($r \geq 0,873$, $p \leq 0,001$). Foruten en moderat, negativ sammenheng mellom prosentvis endring i 1RM preacher curl og muskeltykkelsen til mBB ($r = -0,555$, $p = 0,026$), og en moderat, positiv sammenheng mellom prosentvis endring i 1RM knebøy og muskeltykkelsen til mVL ($r = 0,445$, $p = 0,084$), ble det ikke funnet noen andre sammenhenger mellom endring i muskelstyrke og muskelmasse ($r \leq 0,373$, $p \geq 0,155$).

5. Diskusjon

Vi ønsket med denne studien å undersøke hvorvidt måltidsfrekvens ville påvirke økningen i muskelmasse og -styrke gjennom 12 uker med styrketrening og positiv energibalans. Etter 12 uker med styrketrening var det ingen forskjell mellom 3M og 6M i muskelvekst eller muskelstyrkefremgang, men begge grupper økte muskelstyrken, muskeltykkelsen til mBB og mVL, samt muskelmassen signifikant gjennom treningsperioden.

5.1 Kosthold

Under utformingen av kostholdsplanene (etter randomiseringen), ble det oppdaget at vi hadde inkludert to vegetarianere og én veganer i 3M. Vi valgte å ikke ekskludere disse fra analysene ettersom dette ville redusert utvalgsstørrelsen betraktelig. Re-analysene viste at disse deltakerne ikke påvirket resultatene (gruppeskjellene i muskelvekst- og styrke). Dog er det mulig at det lave antallet i 3M i reanalysene ($n=5$) gjorde slik at vi ikke fant noen gruppeskjeller. Gruppegjennomsnittet for endring i muskelmasse og muskelstyrke hos 3M ble imidlertid høyere uten disse tre deltakerne, som gjorde at 3M og 6M ble mer lik. Årsaken til hvorfor de deltakerne kan ha påvirket resultatene er at de inntok mindre protein enn hva som er anbefalt for individer med vegansk kosthold. De tre deltakerne i 3M rapporterte et proteininntak på henholdsvis $2,13\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$, $1,58\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$, og $1,04\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$. For å undersøke hvorvidt de påvirket resultatene, undersøkte vi deres individuelle muskelvekst, hvor deltakeren med et registrert proteininntak på $1,04\text{g}\cdot\text{kgkv}^{-1}$ fikk en lavere økning i muskelmasse (0,48%) enn gruppegjennomsnittet i 3M (2,43%). Likevel hadde denne deltakeren en vektøkning på 3,16kg, samt en 6,1% og 4,63% økning i muskeltykkelsen til mVL og mBB.

Individer med vegansk/vegetariansk kosthold bør optimalt sett innta mer protein enn individer som spiser kjøtt- og melkeprodukter, ettersom vegansk protein har lavere kvalitet (Phillips, 2017; Morton et al., 2015). Det er imidlertid usikkert hvor mye ekstra protein vegetarianere/veganere bør innta. Antakeligvis er en proteindose tilsvarende 3g leucin per måltid nok, da dette er dosen som antas å stimulere MPS maksimalt (Churchward-Venne et al., 2014). For å sikre at de tre deltakerne inntok tilstrekkelig med protein, oppfordret vi dem til å innta et vegansk proteintilskudd til hvert måltid

(soya). Deltakerne fulgte imidlertid ikke disse rådene, mye på grunn av at de ikke synes tilskuddet smakte særlig godt.

5.1.1 Energiinntak og kroppsvekt

Kostholdsplanene skulle sikre et energioverskudd på omtrent 300 kalorier. Dessverre lyktes vi ikke helt med utarbeidingen av kostholdsplanene, som resulterte i at 6M hadde et høyere energiinntak sammenlignet med 3M ($27,5\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$, $p=0,122$). I tillegg er ikke sikkert at deltakerne faktisk lå i energioverskudd gjennom intervensjonen, ettersom 3M rapporterte en tendens til å innta mindre energi ($p=0,074$), og 6M rapporterte et signifikant lavere energiinntak ($p=0,036$) sammenlignet med kostholdsplanen. Både 3M og 6M fikk imidlertid en signifikant økning i kroppsvekten fra baseline ($p\leq 0,05$), som kan tolkes dithen at flere deltakere i begge gruppene lå i energioverskudd i deler, eller hele intervensjonen.

Målet i vår studie var en jevn, lineær vektøkning hos deltakerne, med en total vektøkning etter 12 uker på maksimalt 2,5-6,0kg. Fra baseline økte 3M og 6M kroppsvekten med henholdsvis 2,76kg og 3,99kg. Som en følge av at 6M inntok mer energi, fikk de en 30,7% større vektøkning enn 3M, selv om denne forskjellen ikke var signifikant ($p=0,357$). Det var dog store individuelle forskjeller innad i måltids-gruppene: halvparten av deltakerne i 3M og fem deltakere i 6M fikk en vektøkning på lik eller mindre enn 2,5kg. I tillegg var det to deltakere i 3M, og én deltaker i 6M som var omtrent vektstabil gjennom studien ($\leq 1\text{kg}$ økning). Begge måltidsgruppene hadde også én deltaker som økte kroppsvekten mer enn 6,0kg (3M: 6,6kg, 6M: 10,8kg), hvor store deler av vektøkningen bestod av økning i fettmasse. Vi hadde ikke mulighet til å se på individuelle kroppsvektendringene i originalstudien (Fostervold, 2006). Dersom vi likevel ser på gruppegjennomsnittet, økte begge måltidsgruppene sin vekt signifikant fra baseline ($p\leq 0,01$), hvor 3M og 6M fikk en vektøkning på henholdsvis 3,4kg og 2,0kg. Fostervold (2006) rapporterte videre en tendens ($p=0,07$) til at 3M økte kroppsvekten mer enn 6M, som forklares med at 3M hadde et høyere energiinntak sammenlignet med 6M. Noe som er lik forklaring vi har på hvorfor 6M i vår studie økte kroppsvekten mer enn 3M.

Det spekuleres i årsaken til de store ulikhetene i endring av kroppsvekt innad i måltidsgruppene. Mest sannsynlig var det på grunn av at kostholdsplanene ikke ble fulgt, at

kostholdsplanene var basert på et ukorrekt estimert energiforbruk, eller en kombinasjon av disse. Ettersom kostholdsplanene baserte seg på selvrapporert data fra aktivitetsregistreringen, som har vist å kunne overestimere energiforbruket (Busschaert et al., 2015) og inneholde store feilkilder (Thomas et al., 2016; Capling et al., 2017), kan dette være en rimelig forklaring på hvorfor kostholdsplanene ikke ble fulgt. En vektøkning på opptil 0,5kg i uken er derimot hva vi maksimalt kan forvente (Jeukendrup & Gleeson, 2019b; ACSM, 2009b; Houston, 1999). Tidligere studier har sett en ukentlig vektøkning på så lavt som 0,03kg hos kvinner (Abe et al., 2000), og opp til 0,34kg hos idrettsutøvere (Garthe et al., 2013).

5.1.2 Proteininntak

Kostholdsplanene skulle sikre at alle deltakerne hadde et daglig proteininntak mellom 1,2-1,7g·kgkv⁻¹, samt et likt proteininntak mellom gruppene. Grunnlaget for kostholdsplanen var derfor likt mellom gruppene. Etter utarbeidingen av planene var det imidlertid en tendens ($p=0,09$) til at 6M skulle innta mer protein enn 3M.

Utarbeidingen av kostholdsplanene lyktes derfor ikke helt med å sikre at alle deltakere lå innenfor anbefalt proteininntak: proteininnholdet til fire deltakere i 3M og syv deltakere var over 1,7 g·kgkv⁻¹ per dag, og kostholdsplanen til én deltaker i hver gruppe inneholdte under 1,2g·kgkv⁻¹ protein. Etter frafallene ble gruppeforskjellen i proteininntak dessverre signifikant ($p\leq 0,01$), hvor kostholdsplanene la opp til at 6M skulle innta 0,892g·kgkv⁻¹ mer enn 3M ($p\leq 0,01$).

Måltidsgruppene rapporterte om et daglig proteininntak på henholdsvis 2,23g·kgkv⁻¹ og 1,72g·kgkv⁻¹, hos 6M og 3M. Selv om resultatene fra 24-HR viste at det ikke var signifikant forskjell mellom måltidsgruppene, tenderte 6M til et større totalt proteininntak enn 3M ($p\geq 0,095$). Det varierte imidlertid hvor mye protein den enkelte deltaker inntok hver dag gjennom intervensjonen. Således er det rapportert at et proteininntak over 1,62g·kgkv⁻¹ ikke vil påvirke hvor mye muskelmasse man legger på seg i en styrketreningsperiode (Morton et al., 2018). Det spekuleres i at et høyere registrert totalt proteininntak hos 6M, sammenlignet med 3M, ikke påvirket resultatene nevneverdig. Videre viste korrelasjonsanalyser ingen sammenheng mellom proteininntak per dag og endring i muskelmasse, - tykkelse eller -styrke ($r\leq 0,121$, $p\geq 0,655$), som tyder på at det daglige proteininntaket ikke påvirket resultatene betraktelig.

5.1.3 Proteininntak per måltid

Et av formålene med denne studien var å kontrollere for proteininntak per måltid, slik at dette ikke skulle påvirke resultatene. Det ble lagt opp til at alle hovedmåltidene inneholte $\geq 0,3 \text{g} \cdot \text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$ protein, og at mellommåltidene til 6M inneholdte $\geq 0,2 \text{g} \cdot \text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$ protein. Begge måltidsgruppene rapporterte et inntak på lik linje med kostholdsplanen, hvor det ble registrert et proteininntak per måltid på henholdsvis $0,57 \text{g} \cdot \text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$ og $0,40 \text{g} \cdot \text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$, hos 3M og 6M. Måltidene til 3M inneholdte derfor signifikant mer protein ($p = 0,025$) enn 6M. Rapportert proteininntak per mellom- og hovedmåltidene til 6M var henholdsvis $0,12 \text{g} \cdot \text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$ og $0,54 \text{g} \cdot \text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$, som tyder på at mellommåltidene inneholdte mindre protein enn planlagt. Analysene av 24-HR fant ingen signifikant forskjell ($p = 0,662$) mellom måltidsgruppene for proteininntak i hovedmåltidene. Til tross for individuelle variasjoner innad i måltidsgruppene, hadde alle deltakerne i 3M et proteininntak tilsvarende, eller større enn planlagt inntak ved hvert 24-HR. I 6M var det én deltaker som alltid rapporterte et proteininntak per måltid mindre enn planlagt, samt to deltakere som ved ett 24-HR rapporterte et lavere inntak enn kostholdsplanen. Dette resulterte i at to deltakere i 6M hadde et gjennomsnittlig daglig proteininntak under $1,2 \text{g} \cdot \text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Vi valgte å ha et mindre innhold av protein i mellommåltidene, slik at 6M ikke skulle overskride $1,7 \text{g} \cdot \text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$ protein per dag. Dessverre lyktes vi ikke med å holde det totale proteininntaket til alle deltakerne under $1,7 \text{g} \cdot \text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$, som førte til at 6M rapporterte et gjennomsnittlig daglig proteininntak over $1,7 \text{g} \cdot \text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$. I tillegg ga høyst sannsynlig det lave rapporterte proteininnholdet i mellommåltidene til 6M ($0,12 \text{g} \cdot \text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$) en sub-optimal effekt på MPS, ettersom det anbefales å ha et inntak på minimum $0,3 \text{g} \cdot \text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$ protein per måltid (Thomas et al., 2016). Det er derfor mulig at 6M bare inntok fire fullverdige måltider, som kan ha gjort gruppene mer like enn ønsket. Vi innser i etterkant at vi skulle ha planlagt et høyere proteininnhold i hovedmåltidene til 3M, sammenlignet med hovedmåltidene til 6M. Energi- og næringsinnholdet i mellommåltidene til 6M ble derfor «ekstra», som logisk førte til at 6M hadde et høyere næringsinntak enn 3M. Om dette er årsaken til hvorfor vi ikke fant noen gruppeforskjeller i muskelvekst eller utvikling av muskelstyrke, er usikkert. Korrelasjonsanalysene viste derimot at det ikke var noen sammenhenger mellom proteininnholdet i hvert måltid og de prosentvise endringene av de ulike utfallsmålene ($r \leq 0,188$, $p \geq 0,485$).

5.1.4 Oppfølging av kostholdsplanene

Vi benyttet oss kun av 24-HR og ukentlig veiinger for å sikre energioverskudd gjennom treningsperioden. Dette vanskeliggjorde kontrollen av om deltakerne faktisk fulgte kostholdsplanen, og hvorvidt de inntok sitt daglige energiinntak over tre eller seks måltider. Tilbakemeldinger og endringer i kostholdsplanen ble dog gjort dersom deltakeren var vektstabil i to uker. Det ble imidlertid ikke bemerket om noen hadde en raskere vektøkning enn planlagt, da vi fokuserte på dem som ikke gikk opp i vekt. For å sikre tilstrekkelig energi- og næringsinntak gjennom hele vektøkingsperioden, sammenlignet vi rapportert næringsinntak fra hvert 24-HR med kroppsvekten til deltakeren den uken intervjuene ble gjort.

I tillegg kan det ha vært en utfordring å endre sin normale måltidsfordeling til å bare holde seg til én frekvens. Det oppsto derfor enkelte avvik fra antall måltider, hvor resultatene fra de fire 24-HR viste at 3M og 6M inntok i henholdsvis 3,03 og 5,61 måltider per dag. Ettersom vi jevnlig nevnte at det var viktig å melde fra om avvik fra kostholdsplanen, antok vi at andre avvik enn antall måltider også ble meldt fra om. Likevel så virket enkelte deltakere mindre motiverte mot slutten av studien. Det kan derfor hende at disse ikke fulgte kostholdsplanene, eller rapporterte avvik i like stor grad som de motiverte deltakerne. Slike avvik kan ha påvirket resultatene i studien, og fjernet potensielle forskjeller som finnes mellom ulike måltidsfrekvenser.

5.2 Muskelvekst og muskelstyrke

5.2.1 Muskelmasse

Begge måltidsgrupper økte sin totale muskelmasse signifikant ($p \geq 0,01$) fra baseline, hvor 3M og 6M økte med henholdsvis 2,38kg (4,67%) og 2,82kg (5,45%). Selv om 6M økte sin totale muskelmasse, og muskelmassen i under- og overkroppen med henholdsvis 15,5%, 19,4% og 10,4% mer enn 3M, var det ingen signifikant forskjell mellom gruppene ($p \geq 0,435$). Endringen i total muskelmasse for 3M og 6M tilsvarte en gjennomsnittlig økning på henholdsvis 0,20kg og 0,24kg per uke, og 0,05kg og 0,06kg per treningsøkt. Dette er i samsvar med tidligere studier hos idrettsutøvere (Garthe et al., 2013) og tre utrente menn (Abe, Kojima, Kearns, & Fukuda, 2003). Imidlertid fant Thomas og Burns (2016) en lavere ukentlig muskelmassefremgang på 0,13kg hos trente individer.

Den totale økningen i muskelmassen bidro til henholdsvis 136% og 100% av den totale vektøkningen hos 3M og 6M. Dette kan forklares med at enkelte deltakere gikk ned i fettmasse, samtidig som de gikk opp i muskelmasse. Den totale vektøkningen ble derfor ikke like stor som den totale økningen i muskelmasse. Imidlertid var det stor variasjon innad i måltids-gruppene i hvor mye muskelmassen bidro til vektøkningen (range i 3M: 11-200%, og i 6M: 27-237%).

Fostervold (2006) rapporterte at 3M økte muskelmassen med 0,23kg per uke, som er tilsvarende for 3M i vår studie (0,20kg per uke). For 6M var det motsatt, hvor vår studie hadde en større ukentlig økning enn originalstudien (0,24kg vs. 0,17kg). I tillegg fant Fostervold (2006) en svak tendens ($p=0,13$) til at 3M økte sin muskelmasse mer enn 6M. Det kan spekuleres i hvorfor vi ikke fant gruppeforskjeller i endring av muskelmasse. Originalstudien forklarer således gruppeforskjellen med ulik endring i treningsmotstand; 3M hadde en signifikant større endring i treningsmotstand i enkelte øvelser. Hvis vi benytter oss av denne forklaringen, er det logisk at vi ikke fant like store gruppeforskjeller, da våre grupper hadde lik økning i treningsmotstand gjennom studien ($p \geq 0,191$). I tillegg rapporterte Fostervold (2006) en tendens til at kvinnene økte muskelmassen mer enn mennene ($p=0,06$). Ettersom det var flere menn enn kvinner i 6M sammenlignet med 3M, kan dette derfor forklare gruppeforskjellene i originalstudien. Selv om kjønn har vist seg å være en påvirkende faktor for muskelvekst (Schoenfeld et al., 2010; ACSM, 2009; Damas, Phillips, Vechin & Ugrinowitch, 2015), fant vi en lik prosentvis økning i muskelmasse mellom kjønn ($p=0,269$). Vi hadde i tillegg en lik kjønnsfordeling, som kan være en alternativ forklaring på manglende gruppeforskjell i vår studie. En annen faktor som kan påvirke muskelvekst, er kostholdet (Thomas et al., 2016). Både 3M og 6M fikk en signifikant økning i muskelmasse, som kan det bety at begge grupper fikk tilstrekkelig stimuli til muskelvekst fra kostholdet. Imidlertid kan et høyere energi- og proteininntak forklare større muskelvekst i 6M enn 3M. Det kan spekuleres i hvorvidt kostholdet spilte en vesentlig rolle i gruppeforskjellene, ettersom vi ikke fant noen sammenhenger mellom endring i muskelmasse og rapportert energiinntak ($r=-0,066$ $p=0,808$), eller proteininntak ($r=0,003$, $p=0,993$). Fostervold (2006) fant heller ingen sammenheng mellom energiinntak og endring i muskelmasse ($r=-0,19$, $p=0,35$).

Hvorfor vi fant en større økning i muskelmasse i 6M sammenlignet med originalstudien kan mulig også forklares med kostholdet. Det var en svak tendens til at 6M i vår studie inntok mer energi ($p=0,122$), og protein ($p=0,095$) under intervensjonen, sammenlignet med 3M. I studien til Fostervold (2006) var det motsatt: 3M tenderte til et høyere næringsinntak enn 6M. Noe høyere energi- og proteininntak kan derfor ha favorisert 3M i originalstudien, og 6M i vår studie. Likeledes kan den ene veganeren og de to vegetarianerne i 3M forklare hvorfor resultatene i vår studie ikke var i favør for 3M. Som tidligere diskutert kan disse deltakerne ha påvirket resultatene i 3M negativt, på grunn av blant annet lav proteinkvalitet og -inntak (Phillips, 2017; Morton et al., 2015). Disse deltakerne hadde en gjennomsnittlig økning i muskelmasse på 2,43%, og var dermed blant dem med lavest økning i 3M. For å se hvor mye de påvirket gruppegjennomsnittet i 3M, utelukket vi dem fra analysene. Dette endret gruppegjennomsnittet i 3M fra 4,7% til 6,0%, og førte til at 3M og 6M fikk en mer lik økning i muskelmasse (6,0% vs. 5,45%). Vi kan derfor si at disse tre deltakerne påvirket resultatene til 3M.

Helkroppsanalyser i DXA ble utført for å estimere deltakerens muskelmasse. Vi benyttet fett- og beinfri masse (LBM) som et estimat på muskelmasse. Muskelmassen utgjør størstedelen av LBM, mens bindevev og organer utgjør en mindre del. Endring i LBM kan derfor tolkes som endring i muskelmasse. Hver enkelt deltaker i vår studie gjennomførte DXA undersøkelsene på likt tidspunkt ved pre- og posttest. Mellom deltakerne ble undersøkelsen imidlertid utført på ulike tidspunkt i løpet av dagen. I tillegg ble alle deltakerne oppfordret til å ikke spise eller drikke minimum to timer før undersøkelsen, da dette var prosedyren i originalstudien (Fostervold, 2006). Mat- og væskeinnhold i mage og tarm har vist seg å påvirke resultatene, og det er i senere tid anbefalt å la deltakerne faste gjennom natten (minimum seks timer) før DXA undersøkelsen (Nana et al., 2015). Den korte fasteperioden i vår studie kan derfor ha påvirket validiteten til dataene. Undersøkelser tidlig om morgenen før frokost var således ikke gjennomførbart i vår studie, ettersom dette ikke passet inn i tidskjemaene til alle deltakerne.

5.2.2 Muskeltykkelse

Begge måltidsgrupper økte muskeltykkelsen til mBB signifikant fra baseline ($p \geq 0,01$), hvor 3M økte med 8,1%, og 6M med 8,6%. Muskeltykkelsen til mVL økte også signifikant ($p \geq 0,01$) fra baseline med henholdsvis 6,2% og 7,1% for 3M og 6M.

Endring i muskeltykkelse ble ikke påvirket av måltidsfrekvens, verken for mBB ($p=0,728$), eller mVL ($p=0,571$). Deltakerens muskeltykkelse i mBB økte med henholdsvis 0,18% og 0,20% per treningsøkt, hos 3M og 6M. Lignende økning per treningsøkt (0,2%) har tidligere blitt rapportert hos styrketrente menn (Schoenfeld et al., 2015a). Vi fant således en mindre økning i muskeltykkelsen til mBB enn rapportert økning i overkroppsmuskulaturen (0,3-0,9%) hos utrente kvinner og menn (Abe et al., 2000). For muskeltykkelsen til mVL tilsvarer endringene en økning på henholdsvis 0,14% og 0,16% per treningsøkt, hos 3M og 6M. Dette er i overenstemmelse med tidligere litteratur på utrente individer (Franchi et al., 2018; Wernbom et al., 2007; Abe et al., 2000), men en mindre økning enn rapportert hos styrketrente unge menn (0,4% per treningsøkt) (Schoenfeld et al., 2015a).

Fostervold (2006) benyttet MR for å måle endring i ulike musklers tverrsnittareal, hvor vi benyttet ultralyd for å måle muskeltykkelsen til mVL og mBB. Hvorvidt resultatene mellom studiene er sammenlignbare er usikkert, men en tidligere studie har funnet god sammenheng mellom treningsindusert endring i muskeltykkelse og muskelens tverrsnittareal (Franchi et al., 2018). Hvis vi sammenligner endringen i muskeltverrsnittet til høyre quadriceps i studien til Fostervold (2006) med endringen i muskeltykkelse til mVL i vår studie, fant Fostervold en større prosentvis økning i begge måltidsgruppene (3M: 9,2% vs. 6,2%, 6M: 8,2% vs. 7,1%). Originalstudien fant imidlertid heller ingen gruppeforskjell i endring av muskeltverrsnittet til ben-muskulaturen. Likeledes ser det ut som 3M i originalstudien hadde en betraktelig større økning i muskeltverrsnittet til armbøyerene (mBB + brachialis (mBB+B)), enn 3M i vår studie (13,1% vs. 8,1%) (Fostervold, 2006). Vi fant imidlertid en større økning i muskeltykkelsen til mBB hos 6M enn originalstudien (8,6% vs. 6,7%). Videre rapporterte originalstudien en signifikant gruppeforskjell ($p=0,01$) i økning av muskel-tverrsnittet til mBB+B, i favør for 3M. Fostervold (2006) forklarer denne gruppe-forskjellen med den ulike måltidsfrekvensen, samt skjev kjønnsfordeling mellom gruppene. Ettersom kvinnene i originalstudien hadde en signifikant større ($p=0,04$) endring i mBB+B enn mennene, kan dette være årsaken til gruppeforskjellen. De mannlige deltakerne i vår studie tenderte til å øke muskeltykkelsen til mBB mer enn kvinnene ($p=0,08$), men ettersom vi hadde en lik kjønnsfordeling mellom gruppene kan nok ikke dette forklare manglende gruppeforskjell.

På lik linje som for økning i muskelmasse, kan ulikhetene i energi- og proteininntakene mellom gruppene resultert i større muskelvekst i 6M i vår studie, og 3M i originalstudien. Likeledes kan de to vegetarianerne og den ene veganeren vi inkluderte i 3M påvirket resultatene, og være en forklarende faktor på hvorfor 3M i vår studie hadde en tilsynelatende mindre økning i muskeltykkelsen til mBB og mVL, enn originalstudien. Rangerer vi imidlertid de individuelle endringsresultatene i muskeltykkelsen til mBB, så ligger disse tre deltakerne godt spredt. Den gjennomsnittlige økningen i muskeltykkelsen til mBB for de tre deltakerne var 7,21%, som resulterte i at gruppegjennomsnittet i 3M økte fra 8,1% til 8,9% hvis vi utelukket dem fra analysene. På den andre siden lå de tre deltakerne blant de fire med minst muskelvekst i mVL i 3M, med en gjennomsnittlig økning på 3,48%. Dette førte til at gruppegjennomsnittet i 3M økte fra 6,2% til 7,9%. Disse tre deltakerne påvirket dermed den gjennomsnittlige muskelveksten til 3M, og kan således forklare årsaken til at 3M i vår studie hadde mindre muskelvekst enn 3M i studien til Fostervold (2006). Når de ble utelatt fra analysene resulterte det derimot i mindre gruppeforskjell mellom 3M og 6M i vår studie, i tillegg til at det gjorde 3M i vår studie mer lik 3M i originalstudien.

Til slutt er det verdt å nevne at det var store forskjeller i muskelvekst innad i gruppene, hvor for eksempel én deltaker i 3M reduserte sin muskeltykkelse i mVL med 0,12%, mens én annen økte med 10,8%. Slike spredninger i resultatene kan ha gjort det vanskelig å finne gruppeforskjeller. Store individuelle variasjoner for muskelvekst er derimot også rapportert i tidligere studier, hvor det er sett at enkelte deltakere ikke endrer muskelstørrelsen, mens andre kan øke med opptil 60% etter en lik tidsperiode (Timmons, 2010).

5.2.3 Maksimal muskelstyrke

Den totale maksimale styrken økte signifikant ($p \leq 0,01$) fra pre- til posttest, med henholdsvis 26,5% og 31,5% hos 3M og 6M. Sammenlignet med 3M hadde 6M en 10,2% større økning i muskelstyrke, men det var ikke en signifikant forskjell mellom gruppene ($p = 0,482$). Gruppeforskjellen var et resultat av at 6M økte muskelstyrken i underkroppen 7,7% mer enn 3M ($p = 0,692$), ettersom gruppene hadde en lik økning i muskelstyrken i overkroppen ($p = 0,941$). Økning i total muskelstyrke tilsvarte en endring på henholdsvis 0,60% og 0,72% per treningsøkt hos 3M og 6M, som er større

enn rapportert hos trente individer etter en 8-12 ukers treningsperiode (Garthe et al., 2013; Schoenfeld et al., 2015a; Thomas & Burns, 2016).

Likeledes fant Fostervold (2006) en tilsynelatende mindre økning i muskelstyrke enn det vi gjorde, hvor 3M og 6M økte med henholdsvis 19% og 15% (0,43% og 0,35% per økt). I motsetning til vår studie økte 3M i originalstudien muskelstyrken i overkroppen signifikant mer enn 6M ($p=0,03$), som førte til at 3M tenderte i å øke totalstyrken mer enn 6M ($p=0,12$). Fostervold (2006) forklarer gruppeforskjellene med at 3M hadde en raskere muskelvekst og økning i treningsmotstand, sammenlignet med 6M, som resulterte i en hurtigere økning i muskelstyrken hos 3M. Måltidsgruppene i vår studie hadde imidlertid lik endring i treningsmotstand ($p \geq 0,191$), og muskelvekst ($p \geq 0,435$) gjennom intervensjonen, som kan forklare lik endring i muskelstyrken. En annen mulig årsak til at resultatene i originalstudien var i favør til 3M kan være den skjeve kjønnsfordelingen mellom gruppene, slik tidligere nevnt. Ettersom Fostervold (2006) rapporterte at kvinnene hadde en signifikant større økning i muskelstyrken enn menn, kan dette også forklare gruppeforskjellene. 3M og 6M i vår studie hadde derimot en lik kjønnsfordeling, som kan tolkes dithen at kjønn ikke påvirket gruppeforskjellen.

Våre funn i muskelstyrkefremgang kan anses å være litt i favør for 6M, ettersom de økte den totale- og underkroppens muskelstyrke mer enn 3M. Dette kan forklares med at 6M hadde en større økning i både muskelmasse, og muskeltykkelsen til mBB og mVL, sammenlignet med 3M. Om det var ulikhetene i kostholdet som resulterte i disse gruppeforskjellene, er usikkert. Muligens våre resultater også ville gått i favør for 3M, slik som originalstudien, hvis vi hadde lyktes med å sikre likt energi- og proteininntak i gruppene. Korrelasjonsanalysene fant imidlertid ingen sammenhenger mellom rapportert energiinntak ($r=0,196$, $p=0,466$) eller proteininntak ($r=0,089$, $p=0,744$) og muskelstyrkefremgang. Det er uansett merkelig at 6M ikke økte muskelstyrken i overkroppen mer enn 3M. Veganeren og de to vegetarianerne i 3M kan imidlertid være en alternativ forklaring på hvorfor våre resultater ikke var i favør for 3M. Ved å utelukke disse tre deltakerne fra analysene økte gruppegjennomsnittet i 3M fra 26,5% til 29,9% for total muskelstyrkefremgang, som også var også tilfellet for muskelstyrkefremgangen i under- og overkroppen. I tillegg lå to av disse tre deltakerne blant de fire med dårligst prosentvis fremgang i muskelstyrke i 3M.

Det er også merkverdig at vi fant en større prosentvis økning i muskelstyrke sammenlignet med tidligere studier (Garthe et al., 2013; Schoenfeld et al., 2015a; Thomas & Burns, 2016), og originalstudien (Fostervold, 2006). En mulig forklaring kan være at vi, beklageligvis, inkluderte deltakere med ulik treningsstatus. Selv om forfatteren av originalstudien fortalte at de også inkluderte deltakere med ulik treningsstatus, virker det som vi inkluderte flere utrente enn trente sammenlignet med originalstudien. Når vi sammenlignet total styrke ved baseline i begge studiene, var deltakerne i studien til Fostervold (2006) omtrent 18% sterkere enn våre deltakere. Vi har dog ikke mulighet til å sammenligne relativ styrke mellom studiene, eller undersøke om deltakerne i originalstudien var signifikant sterkere enn vår studie. En annen måte å bekrefte at vi inkluderte deltakere med ulik treningsstatus, var å utføre korrelasjonsanalysene mellom endring i muskelstyrke og muskelvekst. Det ble funnet en negativ sammenheng mellom endring i muskeltykkelsen til mBB og 1RM i preacher curl ($r = -0,555$, $p = 0,026$). I tillegg, hvis vi benyttet relativ styrke i 1RM testene ved baseline som mål på treningsstatus, ble det funnet en sterk negativ korrelasjon mellom treningsstatus og endring i muskeltykkelsen til mVL ($r = -0,769$, $p = 0,001$), samt treningsstatus og endring i total styrke ($r = -0,723$, $p = 0,001$). Dette kan tolkes dithen at de svakeste deltakerne ved baseline fikk størst muskelvekst og muskelstyrkefremgang, og motsatt. På den andre siden ble det funnet en positiv sammenheng mellom treningsstatus ved baseline og endring i muskeltykkelsen til mBB ($r = 0,448$, $p = 0,081$). Dog var det ingen signifikante ulikheter ($p = 0,822$) i treningsstatus mellom 3M og 6M. Det er derfor lite sannsynlig at det kan forklare manglende gruppeforskjeller i vår studie. Imidlertid kan ulik treningsstatus forklare de individuelle forskjellene innad i gruppene, som kan ha gjort det vanskelig å finne gruppeforskjeller. Store individuelle variasjoner for muskelvekst er dog rapportert i tidligere studier (Timmons, 2010).

Sammenlignet med studien til Fostervold (2006) hadde 3M og 6M i vår studie 16,5% og 25,5% mer muskelmasse ved baseline. På lik linje med tidligere studier (Breschue & Abe, 2002), fant vi en sterk sammenheng mellom den totale muskelstyrken og muskelmassen ved baseline ($r = 0,936$, $p \leq 0,001$), som skulle tilsi at våre deltakere skulle ha vært sterkere enn deltakere i originalstudien ved baseline, noe som ikke var tilfellet. En mulig forklaring på dette kan være at vi ikke fant deltakeres faktiske 1RM ved pre-testene. Ettersom ikke alle deltakerne i vår studie hadde gjennomført 1RM-tester før, ville muligens validiteten til dataen vært høyere hvis det hadde blitt gjennomført

tilvenningstester i god tid før pretestene. Vi måtte således replikere originalstudien, og de inkluderte kun en tilvenningsperiode før styrketestene.

Det spekuleres i hvorfor deltakerne i studien til Fostervold (2006) ikke økte muskelstyrken mer enn våre deltakere, ettersom Fostervold rapporterte større muskelvekst sammenlignet med vår studie. Deltakerne i studien til Fostervold (2006) var tilsynelatende sterkere ved baseline enn våre deltakere, som muligens kan tolkes dithen at økningen i muskelstyrke var et resultat av muskulære adaptasjoner (bl.a. muskelvekst), ikke bedret teknikk. Således kan det virke som om våre deltakere ikke trente testøvelsene forut testingen, slik vi oppfordret dem å gjøre. Økningen vi så i muskelstyrke kan dermed være et resultat av bedret teknikk gjennom å trene testøvelsene underveis i studien, og mindre på grunn av muskelvekst. En tidligere studie har også vist at ved å gjennomføre regelmessige 1RM-tester gjennom treningsperioden, slik vi gjorde, fører til en økning i 1RM resultatene (Morton et al., 2016). Likeledes kan forskjeller i apparater benyttet, samt ulikheter i gjennomføringen av styrketestene, ført til ulike resultater i studiene.

5.3 Studiens begrensninger

Først så er det viktig å påpeke de sentrale rollene til masterstudentene som stod for største delen av planleggingen, struktureringen og gjennomføringen av studien. Dette førte til at masterstudentene ikke var blindet for gruppeinndelingen, som kan ha påvirket resultatene. Teknikeren som gjennomførte ultralydmålingene med tilhørende analyser, var derimot blindet for gruppeinndelingen. Hensikten med denne studien var å replikere originalstudien. Det kan derfor hende at resultatene i vår oppgave ble påvirket av feiltolkninger av metodebeskrivelsen i originalstudien.

For det andre, så var den største svakheten med studien utvalgsstørrelsen. Små utvalg reduserer sjansen for å finne signifikante forskjeller på grunn av type II feil (O'Donoghue, 2012). Styrkeberegninger før oppstart estimerte at et utvalg på 20+20 deltakere, etter sammenslåingen med originalstudien, var tilstrekkelig. Når sammenslåingen ikke lot seg gjennomføre, ble derfor utvalget mindre enn planlagt. utfordringer i rekrutteringen med tidsbegrensinger, lav interesse for deltakelse, samt begrensede ressurser, gjorde det uansett vanskelig å inkludere flere deltakere. Likeledes førte få interesserte til at de inkluderte deltakere ikke var homogene med tanke på trenings-

status, som også kan ha påvirket resultatene. Til slutt så var det en svakhet at fire deltakere trakk seg underveis i intervensjonen. En av konsekvensene fra frafallene var imidlertid at kjønnsfordelingen ble lik i begge måltidsgruppene, som utelukket påvirkning fra kjønn på resultatene.

For det tredje, kan det hende at de to vegetarianerne og den ene veganeren vi inkluderte i 3M, har påvirket resultatene. Disse ble underveis bedt om å innta et høyere proteininntak i form av soya tilskudd, for å imøtekomme tidligere identifiserte behov. Etersom disse rådene ikke ble fulgt, skulle de ha blitt ekskludert. Vi valgte å ikke gjøre dette, ettersom vi ikke ønsket å miste tre motiverte deltakere, og dermed minske utvalgsstørrelsen betraktelig. Alle analysene ble imidlertid re-analysert uten disse tre, og resultatene endret seg ikke signifikant. Dog økte gruppegjennomsnittet i 3M for både muskelstyrkefremgang og muskelvekst, når disse tre deltakerne ble utelatt fra analysene.

For det fjerde, baserte grunnlaget til kostholdsplanene seg på subjektiv og selvrapportert data, som kan inneholde grader av under- og overrapportering (Thomas et al., 2016; Capling et al., 2017). Selvrappert aktivitetsregistrering har vist å overestimere PAL, og derigjennom energiforbruket (Busschaert et al., 2015). I tillegg så var det uerfarne personer (masterstudentene) som stod for analysene av kostholds- og aktivitetsregistreringen, samt utformingen av kostholdsplanene. Dette kan ha ført til feiltolkninger av rapportert data, som muligens resulterte i feil innhold i kostholdsplanen. Kontrolleringen av hva deltakerne spiste hver dag, og om de faktisk inntok tre eller seks måltid var utfordrende, da den eneste kontrollen for dette var fire 24-HR og ukentlig veiinger. I tillegg rapporterte enkelte deltakere at det var vanskelig å innta mengden mat som var planlagt. Selve etterlevelsen av kostholdsplanene påvirket resultatene kan derfor ha påvirket resultatene.

For det femte, lyktes ikke kostholdsplanene med å sikre likt inntak av protein og energi i 3M og 6M. Det ble lagt opp til at 6M skulle innta signifikant mer ($p \leq 0,01$) protein enn 3M, og en svak tendens ($p = 0,167$) til at 6M skulle innta mer energi enn 3M. Selv om gruppeforskjellene ikke var signifikant i registrert inntak ($p \leq 0,095$), kan det hende at 6M hadde bedre potensiale til muskelvekst og økning i muskelstyrke, enn 3M. Dette kan ha ført til at det ikke bare var måltidsfrekvensen som var ulik mellom gruppene. I tillegg så lyktes vi ikke med å sikre tilstrekkelig med protein i mellommåltidene til 6M,

som kan ha resultert i at vi sammenlignet tre og fire måltider, og ikke tre og seks måltider.

5.4 Praktiske implikasjoner og videre forskning

Resultatene i denne studien viser at regelmessig, periodisert styrketrening i 12 uker har en positiv effekt på muskulære adaptasjoner til trening, når man er i energioverskudd. Vi fant imidlertid ingen effekt av måltidsfrekvens på muskelvekst eller -styrke. Studien har noen svakheter som kan begrense funnene. Originalstudien resulterte i favoriserende 3M, mens våre resultater var i svak favør av 6M. Metodologiske forskjeller og ulikt utvalg kan være noe av forklaringen på denne divergensen. Samlet sett bidrar vår studie til nåværende litteratur ved å være en av få studier som undersøker langtidseffekten av frekvensen av hele måltider på muskulære adaptasjoner etter en styrketreningsperiode. Det er fremdeles uklart om måltidsfrekvens har en betydning for treningsinduserte adaptasjoner hos trente individer.

Dagens anbefalinger for både måltidsfrekvens og proteininntak baserer seg hovedsakelig på akuttstudier utført på utrente menn, hvor de undersøker effekten av isolerte proteininntak på MPS og muskulære adaptasjoner. I en frittlevende setting spiser vi mat, ikke næringsstoffer, og inntak av andre makronæringsstoffer samtidig med protein kan påvirke responsen protein har på MPS. Det behøves derfor flere studier som undersøker om måltidsfrekvens har en betydning for muskulære adaptasjoner. Fremtidige studier bør ekskludere individer med vegansk og vegetariansk kosthold, ettersom disse deltakerne påvirket resultatene i vår studie. Således er det av interesse å undersøke effekten av vegansk/vegetariansk kosthold på langtidsinduserte effekter fra styrketrening, og om et leucintilskudd til hvert måltid kan optimalisere proteinkvaliteten i måltidet, og derigjennom responsen på MPS.

6. Konklusjon

Det var ingen forskjell mellom 3-måltidsgruppen og 6-måltidsgruppen i verken muskelvekst eller styrkefremgang etter 12 uker med styrketrening. Vi konkluderer dermed med at måltidsfrekvens ikke hadde en betydning for de treningsinduserte adaptasjonene i denne studien. Resultatene utfordrer således vår og originalstudiens hypotese, men resultatene må tolkes med forsiktighet da det totale energi- og proteininntaket tenderte til å være noe høyere i 6-måltidsgruppen. Våre funn støtter at progressiv styrketrening og et individualisert kosthold i positiv energibalanse er en effektiv metode for å stimulere til muskelvekst og øke muskelstyrken.

Referanseliste

- Abe, T., Kojima, K., Kearns, C.F. & Fukuda, J. (2003). Whole body muscle hypertrophy from resistance training: distribution and total mass. *British Journal of Sports Medicine*, 37(6), 543-545.
- Ackland, T.R., Lohman, T.G., Sundgot-Borgen, J., Maughan, R.J., Meyer, N.L., Stewart, A.D. & Müller, W. (2012). Current status of body composition assessment in sport: review and position statement on behalf of the ad hoc research working group on body composition health and performance, under the auspices of the I.O.C. medical commission. *Sport medicine*, 42(3), 227-249, doi: <https://doi.org/10.2165/11597140-000000000-00000>
- Ahtiainen, J.P., Hoffren, M., Hulmi, J.J., Pietikäinen, M., Mero., A.A., Avela, J. & Häkkinen, K. (2010). Panoramic ultrasonography is a valid method to measure changes in skeletal muscle cross-sectional area. *European journal of applied physiology*, 108 (2), 273–27, doi: <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1211-6>
- Alencar, M.K., Beam, J.R., McCormick, J.J., White, A.C., Salgado, R.M., Kravitz, L.R..... & Kerksick, C.M. (2015). Increased meal frequency attenuates fat-free mass losses and some markers of health status with a portion-controlled weight loss diet. *Nutrition research*, 35(5), 375–383, doi: <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2015.03.003>
- American College of Sports Medicine (ACSM). (2009). American college of sports medicine position stand: progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(3), 687–708, doi: 10.1249/MSS.0b013e3181915670
- Aragon, A.A. & Schoenfeld, B.J. (2013). Nutrient timing revisited: is there a post exercise anabolic window? *Journal of the international society of sports nutrition*, 10(1), 5, doi: <https://doi.org/10.1186/1550-2783-10-5>
- Arciero, P.J., Ormsbee, M.J., Gentile, C.L., Nindl, B.C., Brestoff, J.R. & Maxwell, R (2013). Increased protein intake and meal frequency reduces abdominal fat during energy balance and energy deficit. *Obesity*, 21 (7), 1357-1366, doi: <https://doi.org/10.1002/oby.20296>

- Arciero, P.J., Ives, S.J., Norton, C., Escudero, D., Minicucci, O., O'brien, G..... & He, F. (2016a). Protein-pacing and multicomponent exercise training improves physical performance outcomes in exercise-trained women: the prise 3 study. *Nutrients*, 8(6), 332, doi: <https://doi.org/10.3390/nu8060332>
- Arciero, P.J, Edmonds, R.C., Bunsawat, K., Gentile, C.L., Ketcham, C., Darin, C..... & Ormsbee, M.J. (2016b). Protein-pacing from food or supplementation improves physical performance in overweight men and women: The prise 2 study. *Nutrients*, 8(5), 288, doi: <https://doi.org/10.3390/nu8050288>
- Areta, J.L, Burke, L.M., Ross, M.L, Camera, D.M, West, D.W.D, Broad, E.M.....& Coffe, V.G. (2013). Timing and distribution of protein ingestion during prolonged recovery from resistance exercise alters myofibrillar protein synthesis. *Journal of physiology*, 591 (9), 2319–2331, doi: 10.1113/jphysiol.2012.244897
- Atherton, P. J., Etheridge, T., Watt, P.W., Wilkinson, D., Selby, A., Rankin, D.....& Rennie, M.J. (2010). Muscle full effect after oral protein: time-dependent concordance and discordance between human muscle protein synthesis and mTORC1 signaling. *American journal of clinical nutrition*, 92, 1080–1088. doi: <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.29819>
- Bouchard, C., Tremblay, A., Després, J. P., Nadeau, A., Lupien, P. J., Thériault, G..... & Fournier, G. (1990). The response to long-term overfeeding in identical twins. *New England journal medicine*, 24, 1477-1482, doi: 10.1056/nejm199005243222101
- Brechue, W.F. & Abe, T. (2002). The role of FFM accumulation and skeletal muscle architecture in powerlifting performance. *European Journal of applied physiology*, 86 (4), 327-336. doi: <https://doi.org/10.1007/s00421-001-0543-7>
- Buckner, S.L., Dankel, S.J., Mattocks, K.T., Jessee, M.B., Mouser, J.G., Counts, B.R. & Loenneke, J.P. (2016). The problem of muscle hypertrophy: revisited. *Muscle nerve*, 54 (6), 1012-1014, doi: <https://doi.org/10.1002/mus.25420>
- 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. *Journal of applied physiology*, 106 (5), 1692-1701, doi: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.91351.2008>

- Burke, L.M. (2001). Energy needs of athletes. *Canadian journal of applied physiology*, 26(S1), 202-219. doi: <https://doi.org/10.1139/h2001-055>
- Burke, L.M., Slater, G., Broad, E.M., Haukka, J., Modulon, S. & Hopkins, W.G. (2003). Eating patterns and meal frequency of elite Australian athletes. *Human kinetics journal*, 13(4), 521-538 doi: <https://doi.org/10.1123/ijsnem.13.4.521>
- Busschaert, C., De Bourdeaudhuij, I., Van Holle, V., Chastin, S.F.M., Cardon, G. & De Cocker, K. (2015). Reliability and validity of three questionnaires measuring context-specific sedentary behavior and associated correlates in adolescents, adults and older adults. *Physical Activity*, 12, 117 doi: <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0277-2>
- Cameron, J.D., Cyr, M.J. & Doucet, E. (2010). Increased meal frequency does not promote greater weight loss in subjects who were prescribed an 8-week equi-energetic energy-restricted diet. *British journal of nutrition*, 103(8), 1098–1101, doi: <https://doi.org/10.1017/S0007114509992984>
- Canuto, R., da Silva Garcez, A., Kac, G., de Lira, P.I.C. & Olinto, M.T.A. (2017). Eating frequency and weight and body composition: a systematic review of observational studies. *Public health nutrition*: 20(12), 2079–2095, doi: [doi:10.1017/S1368980017000994](https://doi.org/10.1017/S1368980017000994)
- Capling, L., Beck, K.L., Gifford, J.A., Slater, G., Flood, V.M. & O’Conner, H. (2017). Validity of dietary assessment in athletes: a systematic review. *Nutrients*, 9(12), 1313; <https://doi.org/10.3390/nu9121313>
- Churchward-Venne, T.A., Breen, L., Di Donato, D.M., Hector, A. J., Mitchell, C. J., Moore, D.R.....& Phillips, S.M. (2014). Leucine supplementation of a low-protein mixed macronutrient beverage enhances myofibrillar protein synthesis in young men: a double-blind, randomized trial. *American journal of clinical nutrition*, 99(2), 276–286. doi: <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.068775>
- Cunningham, J.J. (1980). A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. *The American journal of clinical nutrition*, 33(11), 2372–2374
- Damas, F., Phillips, S., Vechin, F.C. & Ugrinowitsh, C. (2015). A Review of Resistance Training-Induced Changes in Skeletal Muscle Protein Synthesis and Their Contribution

- to Hypertrophy. *The journal of sport medicine*, 45(6), 801-807, doi: 10.1007/s40279-015-0320-0.
- Damas, F., Libardi, C.A. & Ugrinowitsch, C. (2018). The development of skeletal muscle hypertrophy through resistance training: the role of muscle damage and muscle protein synthesis. *European journal of applied physiology*, 118(3), 485-500, doi: <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3792-9>
- Damilakis, J., Maris, T.G. & Karantanas, A.H. (2007). An update on the assessment of osteoporosis using radiologic techniques. *European radiology*, 17(6), 1591-1602, doi: <https://doi.org/10.1007/s00330-006-0511-z>
- Deakin, V., Kerr, D. & Boushey, C. (2015). Dietary assessment of athletes: clinical and research perspectives. I: Burke, L. & Deakin, B. (red.) *Clinical sports nutrition*, 5th ed. (s.27-53). Australia: McGraw-Hill Education
- DeFreitas, J.M., Beck, T.W., Stock, M.S., Dillon, M.A. & Kasishke, P.R. II (2011). An examination of the time course of training-induced skeletal muscle hypertrophy. *European journal of applied physiology*, 111(11), 2785–2790, doi: <https://doi.org/10.1007/s00421-011-1905-4>
- Fabry, P., Hejl, Z., Fodor, J., Braun, T. & Zvolankova, K. (1964). The frequency of meals. Its relation to overweight, hypercholesterolemia, and decreased glucose tolerance. *Lancet*, 2 (7360), 614–615.
- FAO/WHO/UNU. (1985). Energy and protein requirements. *Annex 5. 724. Health Organization: Technical reports series*. Geneva: World Health Organization. Hentet 25.08.18 her: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/39527>
- Farthing, J.P. & Chilibeck, P.D. (2003). The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. *European journal of applied physiology*, 89(6), 578-586, doi: <https://doi.org/10.1007/s00421-003-0842-2>
- Figueiredo, Salles & Trajano, (2018). Volume for muscle hypertrophy and health outcomes: the most effective variable in resistance training. *Sports medicine*, 48(3) 499–505, doi: <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0793-0>

- Forbes, G.B., Brown, M.R., Welle, S.L., & Lipinski, B.A. (1986). Deliberate overfeeding in women and men: Energy cost and composition of the weight gain. *British Journal of Nutrition*, 56(1), 1-9, doi: <https://doi.org/10.1079/BJN19860080>
- Forslund, H.B., Lindroos, A. K., Sjostrom, L. & Lissner, L. (2002). Meal patterns and obesity in Swedish women - a simple instrument describing usual meal types, frequency and temporal distribution. *European journal of clinical nutrition*, 56(8), 740-747. doi: 10.1038/sj.ejcn.1601387
- Fostervold, T. (2006). *Effekt av måltidshyppighet på utvikling av muskelmasse og styrke*. Masteroppgave ved Norges idrettshøgskole, Oslo.
- Franchi, M.V., Longo, S., Mallinson, J., Quinlan, J.I., Taylor, T., Greenhaff, P.L. & Narici, M.V. (2018). Muscle thickness correlates to muscle cross-sectional area in the assessment of strength training-induced hypertrophy. *Scandinavian journal of medicine & science sports*, 28(3), 846-853, doi: <https://doi.org/10.1111/sms.12961>
- Garthe, I. (2011a). Kroppssammensetning. I: Garthe, I. & Helle, C. (red.). *Idrettsernæring* (s.158-167). Oslo: Gyldendal norsk forlag
- Garthe, I. (2011b). *Acute and long-term weight loss and weight gain in elite athletes: influences on body composition and performance*. Doktorgradsavhandling ved Norges idrettshøgskole, Oslo.
- Garthe, I., Raastad, T. Refsnes, P.E. & Sundgot-Borgen, J. (2013) Effect of nutritional intervention on body composition and performance in elite athletes. *European journal of sport science*, 13 (3), 295-303, doi: 10.1080/17461391.2011.643923
- Grgic, J., Schoenfeld, B.J., Davis, T.B., Lazinec, B., Krieger, J.W. & Pedisic, Z. (2018). Effect of resistance training frequency on gains in muscular strength: A systematic review and meta-analysis. *Sport medicine*, 48(5), 1207-1220, doi: <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0872-x>
- Hamarsland, H. (2017). *Effects of strength training and supplementation with different milk proteins on regulation of muscle mass in young and elderly*. Doktorgradsavhandling ved Norges idrettshøgskole, Oslo.

- Hawley, J.A. & Burke, L.M. (1997). Effect of meal frequency and timing on physical performance. *British journal of nutrition*, 77(1), 91-103. doi: <https://doi.org/10.1079/BJN19970107>
- Hawley, J.A. & Burke, L.M. (1998). Changing body size and shape. I: Hawley, J.A., Burke, L.M (red.), *Peak performance: training and nutrition strategies for sport*, (s.233-260) Sidney: Allen & Unwin.
- Hejda, S. & Fabry, P. (1964). Frequency of food intake in relation to some parameters of the nutritional status. *Nutritio et dieta*, 6, 216–228.
- Helsedirektoratet. (2018). *Næringsstoffanbefalinger*. Oslo: Helsedirektoratet Hentet 20 januar 2019 her: <https://helsedirektoratet.no/folkehelse/kosthold-og-ertering/neringsstoffanbefalinger->
- Hemmersbach, P. & Helle, C. (2011). Kosttilskudd. I: Garthe, I. & Helle C. (red.), *Idrettsernæring* (s.204-224). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Houston, M.E. (1999). Gaining weight: the scientific basic of increasing skeletal muscle mass. *Canadian journal of applied physiology*, 24(4), 305-316, doi: <https://doi.org/10.1139/h99-024>
- Ives, S.J., Norton, C., Miller, V., Minicucci, O., Robinson, J., O'brien, G..... & Arciero, P.J. (2017). Multi-modal exercise training and protein-pacing enhances physical performance adaptations independent of growth hormone and BDNF but may be dependent on IGF-1 in exercise trained men. *Growth hormone & IGF research*, 32, 60–70, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ghir.2016.10.002>
- Ivey, F.M., Roth, S.M., Ferrell, R.E., Tracy, B.L., Lemmer, J.T., Hurlbut, D.E., Martel, G.F.....& Hurley, B.F. (2000). Effects of age, gender, and myostatin genotype on the hypertrophic response to heavy resistance strength training. *The Journals of Gerontology, series A*, 55 (11), M641–M648, doi: <https://doi.org/10.1093/gerona/55.11.M641>
- Jager, R., Kerksick, C.M., Campbell, B.I., Cribb, P.J., Wells, S.D., Skwiat, T.M.....& Antonio J. (2017). International society of sports nutrition position stand: protein and exercise.

Journal of international society of sport nutrition, 14:20, doi: 10.1186/s12970-017-0177-8

- Jeukendrup, A. & Gleeson, M. (2019a). Protein and amino acid, I: Jeukendrup, A. & Gleeson, M., *Sport nutrition* (3rd edition, s.193-194), USA: Human kinetics.
- Jeukendrup, A. & Gleeson, M. (2019b). Weight management, I: Jeukendrup, A. & Gleeson, M., *Sport nutrition* (3rd edition, s.155), USA: Human kinetics.
- Kant, A.K., Graubard, B.I. & Mattes, R.D. (2012). Association of food form with self-reported 24-h energy intake and meal patterns in US adults: NHANES 2003-2008. *The American journal of clinical nutrition*, 96(6), 1369-1378. doi: <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.044974>
- Katsanos, C.S., Kobayashi, H., Sheffield-Moore, M., Aarsland, A. & Wolfe, R.R. (2006). A high proportion of leucine is required for optimal stimulation of the rate of muscle protein synthesis by essential amino acids in the elderly. *American journal of physiology*, 29 (2), 381–387, doi: <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00488.2005>
- Kerksick, C.M., Arent, S., Schoenfeld, B.J., Stout, J.R., Campbell, B., Wilborn, C.D.....& Antonio, J. (2017). International society of sport nutrition position stand: nutrient timing. *Journal of the international society of sports nutrition*, 14, 33, doi: <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0189-4>
- Kerksick, C.M., Wilborn, C.D., Roberts, M.D., Smith-Ryan, A., Kleiner, S.M., Jäger, R., Collins, R.....& Kreider, R.B. (2018). ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *International society of sports nutrition*, 15(1), 38, doi: <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0242-y>
- Kosek, D.J., Kim, J.S., Petrella, J.K., Cross, J.M., & Bamman, M.M. (2006). Efficacy of 3 days/week resistance training on myofiber hypertrophy and myogenic mechanisms in young vs. older adults. *Journal of applied physiology*, 101: 531–544, doi: [doi:10.1152/jappphysiol.01474.2005](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01474.2005).
- Kraemer, W.J., Ratamess, N.A., French, D.N. (2002). Resistance training for health and performance. *Current sports medicine reports*, (1)3, 165-171, doi: <https://doi.org/10.1007/s11932-002-0017-7>

- Kreider, R. B., Klesges, R., Harmon, K., Grindstaff, P., Ramsey, L., Bullen, D.....& Almada, A. (1996). Effects of ingesting supplements designed to promote lean tissue accretion on body composition during resistance training. *International Journal of Sports Nutrition*, 6(3), 234-246, doi: <https://doi.org/10.1123/ijnsn.6.3.234>
- Kulovitz, M.G., Kravitz, L.R., Mermier, C., Gibson, A.L., Conn, C.A., Kolkmeier, D. & Kerksick, C.M. (2014). Potential role of meal frequency as a strategy for weight loss and health in overweight or obese adults. *Nutrition*, 30(4), 386–392, doi: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2013.08.009>
- La Bounty, P.M., Campbell, B.I, Wilson, J., Galvan, E., Berardi, J., Kleiner, S.M.....& Antonio, J. (2011). International Society of Sports Nutrition position stand: meal frequency. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 8:4 doi: <http://www.jissn.com/content/8/1/4>
- Laskey, M.A. (1996). Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition. *Nutrition*, 12(1), 45-51, doi: [https://doi.org/10.1016/0899-9007\(95\)00017-8](https://doi.org/10.1016/0899-9007(95)00017-8)
- Leech, R.M., Worsley, A., Timperio, A. & McNaughton, S.A. (2015). Characterizing eating patterns: a comparison of eating occasion definitions. *The American journal of clinical nutrition*, 102(5), 1229-1237, doi: 10.3945/ajcn.115.114660
- Lixandrão, 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), 3293-3296, doi: 10.1519/JSC.0000000000000532
- MacNaughton, L.S., Wardle, S.L., Witard, O.C., McGlory, C., Lee Hamilton, D., Jeromson, S..... & Tipton, K.D. (2016). The response of muscle protein synthesis following whole-body resistance exercise is greater following 40 g than 20 g of ingested whey protein. *Physiological reports*, 4 (15), e12893, doi: 10.14814/phy2.12893
- Magkos, F. & Yannakoulia, M. (2003). Methodology of dietary assessment in athletes: Concepts and pitfalls (review). *Current opinion in clinical nutrition & metabolic care*, 6(5), 539-549.

- Mangine, G.T., Hoffman, J.R., Gonzalez, A.M., Townsend, J.R., Wells, A.J., Jajtner, A.R..... & Jeffrey R. Stout (2015). The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men. *Physiological Reports*, 3 (8), e12472, doi: 10.14814/phy2.12472
- Manore, M. & Thompson, J. (2015). Energy requirements of the athlete: assessment and evidence of energy efficiency. I: Burke, L. & Deakin, B. (red.) *Clinical sports nutrition* (s.114-139). Australia: McGraw-Hill Education
- Miyatani, M., Kanehisa, H., Ito, M., Kawakami, Y. & Fukunaga, T. (2004). The accuracy of volume estimates using ultrasound muscle thickness measurements in different muscle groups. *European journal of applied physiology*. 91 (2-3), 264-272, doi: <https://doi.org/10.1007/s00421-003-0974-4>
- Moore, D.R., Robinson, M.J., Fry, J.L., Tangx, J.E., Glover, E.I, Wilkinson, S.B..... & Phillips, S.M. (2009a) Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *American journal of clinical nutrition*, 89(1),161–168, doi: <https://doi.org/10.3945/ajcn.2008.26401>
- Moore, D.R., Tang, J.E., Burd, N.A., Rerecich, T., Tarnopolsky, M.A. & Phillips, S.M. (2009b). Differential stimulation of myofibrillar and sarcoplasmic protein synthesis with protein ingestion at rest and after resistance exercise. *Journal of physiology*, 587 (4), 897–904, doi: <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2008.164087>
- Moore, D.R., Areta, J., Coffey, V.G., Stellingwerff, T., Phillips, S.M., Burke, L.M..... & Hawley, J.A. (2012). Daytime pattern of post-exercise protein intake affects whole-body protein turnover in resistance-trained males. *Nutrition & metabolism*, 9(1), 91, doi: <https://doi.org/10.1186/1743-7075-9-91>
- Moore, D.R., Churchward-Venne, T.A., Witard, O., Breen, L., Burd, N.A., Tipton, K.D. & Phillips S.M. (2015). Brief report: protein ingestion to stimulate myofibrillar protein synthesis requires greater relative protein intakes in healthy older versus younger men. *The journals of gerontology: Series A*, 70(1), 57–62, doi:10.1093/gerona/glu103
- Morton, R.W., McGlory, C. & Philips, S.M. (2015). Nutritional interventions to augment resistance training-induced skeletal muscle hypertrophy. *Frontiers in physiology*, 6:245, doi: <https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00245>

- Morton, R.W., Oikawa, S.Y., Wavell, C.G., Mazara, N., McGlory, C., Quadriatero, J.....& Phillips, S.M. (2016). Neither load nor systemic hormones determine resistance training-mediated hypertrophy or strength gains in resistance-trained young men. *Journal of applied physiology*, 121 (1), 129–138, doi: 10.1152/jappphysiol.00154.2016
- Morton, R.W., Murphy, K.T., Mckellar, S.R., Schoenfeld, B.J., Henselmans, M., Helms, E..... & Phillips, S.M. (2018). 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. *British journal of sport medicine*, 52(6), 376–84, doi: 10.1136/bjsports-2017-097608
- Nana, A., Slater, G.J., Stewart, A.D. & Burke, L.M. (2015). Methodology review: using dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) for the assessment of body composition in athletes and active people. *International journal of sport nutrition exercise metabolism*, 25(2), 198-215, doi: <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2013-0228>
- O'Donoghue, P. (2012). Hypothesis testing. I: O'Donoghue, P. *Statistics for sport and exercise studies* (s.122-127). New York: Routledge
- Paddon-Jones, D., Sheffield-Moore, M., Aarsland, A., Wolfe, R.R. & Ferrando, A.A. (2005). Exogenous amino acids stimulate human muscle anabolism without interfering with the response to mixed meal ingestion. *American journal of endocrinology and metabolism*, 288(4), E761-E767, doi: <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00291.2004>
- Peterson, M.D., Rhea, M.R. & Alvar, B.A. (2005). Applications of the dose–response for muscular strength development: a review of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription. *Journal of strength and conditioning research*, 19(4), 950–958.
- Phillips, S.M. (2014). A brief review of critical processes in exercise-induced muscular hypertrophy. *Sports medicine*, 44(Suppl 1), 71–77, doi: <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0152-3>
- Phillips, S.M. (2017). Current concepts and unresolved questions in dietary protein requirements and supplements in adults. *Frontiers in nutrition*, 4:13, doi: <https://doi.org/10.3389/fnut.2017.00013>

- Phillips, S.M., Tipton, K.D., Aarsland, A., Wolf, S.E. & Wolfe, R.R. (1997). Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. *American journal of physiology*, 273 (1), 99–107, doi: <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1997.273.1.E99>
- Phillips, S.M. & van Loon, L.J.C. (2011). Dietary protein for athletes: From requirements to optimum adaptation. *Journal of sports science*, 29(1), 29-38, doi: <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.619204>
- Phillips, S.M., Chevalier, S., Leidy, H.J. (2016). Protein “requirements” beyond the RDA: implications for optimizing health. *Applied physiology, nutrition and metabolism*, 41(5), 565–572, doi: [dx.doi.org/10.1139/apnm-2015-0550](https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0550)
- Raastad, T. (2010). Styrketrening og ernæring. I: Raastad, T., Paulsen, G., Rønnestad, B.R. & Wisnes, W.R., *Styrketrening – i teori og praksis* (s.307-322). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Raastad, T. & Refsnes, P.E. (2010). Styrketreningsmetoder. I: Raastad, T., Paulsen, G., Rønnestad, B.R. & Wisnes, W.R., *Styrketrening – i teori og praksis* (s.121-132). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Raastad, Y., Paulsen, G., Wisnes, A., Rønnestad, B.R. & Refsnes, P.E. (2010). Innledning, terminologi og definisjoner. I: Raastad, T., Paulsen, G., Rønnestad, B.R. & Wisnes, W.R., *Styrketrening – i teori og praksis* (s.11-18). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Reeves, N.D., Maganaris, C.N. & Narici, M.V. (2004). Ultrasonographic assessment of human skeletal muscle size. *European journal of applied physiology*, 91 (1), 116-118, doi: <https://doi.org/10.1007/s00421-003-0961-9>
- Rozenek, R., Ward, P., Long, S. & Garhammer, J. (2002). Effects of high-calorie supplements on body composition and muscular strength following resistance training. *Journal of sport medicine and physiology fitness*, 42 (3), 340-347
- Rønnestad, B.R., Egeland, W., Kvamme, N.H., Refsnes, P.E., Kadi, F. & Raastad, T. (2007). Dissimilar effects of one- and three-set strength training on strength and muscle mass gains in upper and lower body in untrained subjects. *Journal of strength and conditioning research*, 21(1), 157–163

- Schoenfeld, B. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of strength and conditioning research*, 24(10), 2857–2872, doi: 10.1519/JSC.0b013e3181e840f3
- Schoenfeld, B.J., Aragon, A.A. & Krieger, J.W. (2013). The effect of protein timing on muscle strength and hypertrophy: a meta-analysis. *Journal of the international society of sport nutrition*, 10:53, doi: <https://doi.org/10.1186/1550-2783-10-53>
- Schoenfeld, B., Peterson, M.D., Ogborn, D., Contreas, B. & Sonmez, G.T. (2015a). Effects of low- versus high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. *Journal of strength and conditioning research*, 29(10), 2954-2963. doi:10.1519/JSC.0000000000000958.
- Schoenfeld, B.J., Aragon, A.A. & Krieger, J.W. (2015b). Effects of meal frequency on weight loss and body composition: A meta-analysis. *Nutrition review*, 73(2), 69–82, doi: <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuu017>
- Schoenfeld, B.J., Ogborn, D. & Krieger, J.W (2016). Effects of resistance training frequency on measures of muscle hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *Journal of sport medicine*, 46 (11), 1689–1697, doi: <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0543-8>
- Schoenfeld, B.J., Grgic, J., Ogborn, D. & Krieger, J.W. (2017a). Strength and hypertrophy adaptations between low- vs. high-load resistance training: a systematic review and meta-analysis. *Journal of strength and conditioning research*, 31(12), 3508–3523, doi: 10.1519/JSC.0000000000002200
- Schoenfeld, B.J., Aragon, A., Wilborn, C., Urbina, S., Hayward, S.B. & Krieger, J.W. (2017b). Pre- versus post-exercise protein intake has similar effects on muscular adaptations. *PeerJ*, 3(5), e2825, doi: <https://doi.org/10.7717/peerj.2825>
- Schoenfeld, B.J. & Aragon, A.A. (2018). How much protein can the body use in a single meal for muscle-building? Implications for daily protein distribution. *Journal of the international society of sports nutrition*, 15:10, doi: <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0215-1>
- Schoenfeld, B.J., Contreras, B., Krieger, J., Grgic, J., Delcastillo, K., Belliard, R. & Alto, A. (2019). Resistance training volume enhances muscle hypertrophy but not strength in

trained men. *Medicine and science in sports and exercise*, 51 (1), 94–103, doi: 10.1249/MSS.0000000000001764

Seynnes, O.R., de Boer, M. & Narici, M.V. (2007) Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. *Journal of applied physiology*, 102(1), 368–373, doi: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00789.2006>

Shim, J.S, Oh, K. & Kim, H.C. (2014). Dietary assessment methods in epidemiologic studies. *Epidemiology and health*, 36, doi: 10.4178/epih/e2014009

Shriver, L. H., Betts, N. M. & Wollenberg, G. (2013). Dietary intakes and eating habits of college athletes: are female college athletes following the current sports nutrition standards? *Journal of American college health*, 61(1), 10-16. doi: <https://doi.org/10.1080/07448481.2012.747526>

Stokes, T., Hector, A.J., Morton, R.W., McGlory, C. & Phillips, S.M. (2018). Recent perspective regarding the role of dietary protein for the promotion of muscle hypertrophy with resistance exercise training (review). *Nutrients*, 10 (2), 180, doi: <https://doi.org/10.3390/nu10020180>

Tang, J.E., Hartman, J.W. & Phillips, S.M. (2006). Increased muscle oxidative potential following resistance training induced fiber hypertrophy in young men. *Applied physiology, nutrition and metabolism*, 31(5), 495-50, doi: <https://doi.org/10.1139/h06-026>

Tang, J. E., Moore, D. R., Kujbida, G. W., Tarnopolsky, M. A. & Phillips, S. M. (2009). Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. *Journal of applied physiology*, 107 (3), 987–992, doi: 10.1152/jappphysiol.00076.2009

Thomas, M.H. & Burns, S.P. (2016). Increasing lean mass and strength: a comparison of high frequency strength training to lower frequency strength training. *International journal of science*, 9(2), 159–167.

- Thomas, D.T., Erdman, K.A., Burke, L.M., & MacKillop, M. (2016). American college of sports medicine joint position statement: nutrition and athletic performance. *Medicine & science in sports & exercise*, 48(3), 543–568. doi:10.1249/MSS.0000000000000852
- Thompson, J. & Manore, M.M. (1996). Predicted and measured resting metabolic rate of male and female endurance athletes. *Journal of the American dietetic association*, 96(1), 30-34, doi: [https://doi.org/10.1016/S0002-8223\(96\)00010-7](https://doi.org/10.1016/S0002-8223(96)00010-7)
- Timmons, J.A. (2010). Variability in training-induced skeletal muscle adaptation. *Journal of applied physiology*, 110(3), 846-853, doi: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00934.2010>
- Tipton, K.D. (2011). Symposium 2: Exercise and protein nutrition: Efficacy and consequences of very-high-protein diets for athletes and exercisers. *Proceedings of the Nutrition Society*, 70 (2), 205–214, doi:10.1017/S0029665111000024
- Tipton, K.D. & Witard, O.C. (2007). Protein requirements and recommendations for athletes: relevance of ivory tower arguments for practical recommendations. *Clinics in sport medicine*, 26(1):17–36, doi: <https://doi.org/10.1016/j.csm.2006.11.003>
- Tipton, K.D., Rasmussen, B.B., Miller, S.J., Wolf, S.E., Owens-Stovall, S.K., Petrini, B.E., & Wolfe, R.R. (2001). Timing of amino acid-carbohydrate ingestion alters anabolic response of muscle to resistance exercise, *American journal of physiology*, 281 (2), 197-206, doi: <https://doi.org/10.1152/ajpendo.2001.281.2.E197>
- Wernbom, M. Augustsson, J. & Thomée, R. (2007). The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. *Sport medicine*, 37(3), 225-264, doi: <https://doi.org/10.2165/00007256-200737030-00004>
- West, D.W., Burd, N.A., Coffey, V.G., Baker, S.K., Burke, L.M., Hawley, J.A.....& Phillips, S.M. (2011). Rapid aminoacidemia enhances myofibrillar protein synthesis and anabolic intramuscular signaling responses after resistance exercise. *American journal of clinical nutrition*, 94 (3), 795–803, DOI: <https://doi.org/10.3945/ajcn.111.013722>
- Joint WHO/FAO/UNO expert consultation. (2007). Protein and amino acid requirements in human nutrition. *World health organization technical report series*, 935, 1-265.

- Wilkinson, S.B., Phillips, S.M., Atherton, P.J., Patel, R., Yarasheski, K.E., Tarnopolsku, M.A. & Rennie, M.J. (2008). Differential effects of resistance and endurance exercise in the fed state on signaling molecule phosphorylation and protein synthesis in human muscle. *The journal of physiology* 586(15), 3701-3717, doi: <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2008.153916>
- Witard, O.C. & Tipton, K. (2014). Defining the anabolic window of opportunity. Is protein intake immediately post resistance exercise critically important for muscle growth? *Agro FOOD industry Hi-Tech*, 25 (2), 10–13
- Witard, O.C., Jackman, S.R., Breen, L., Smith, K., Selby, A. & Tipton, K.D. (2014). Myofibrillar muscle protein synthesis rates subsequent to a meal in response to increasing doses of whey protein at rest and after resistance exercise. *American journal of clinical nutrition*, 99 (1), 86–95, doi: <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.055517>
- Witard, O.C., Wardle, S.L., MacNaughton, L.S., Hodgson, A.B. & Tipton, K.D. (2016). Protein considerations for optimizing skeletal muscle mass in healthy young and older adults. *Nutrients*, 8 (54), 181, doi: [doi:10.3390/nu8040181](https://doi.org/10.3390/nu8040181)
- Øverby, N., Stea, T.H., Vik, F.N., Klepp, K.I. & Bere, E. (2011). Changes in meal pattern among Norwegian children from 2001 to 2008. *Public health nutrition*, 14(9), 1549-1554. doi: <https://doi.org/10.1017/S136898001000359>

Tabelloversikt

Tabell 1 Oversikt over inklusjons- og eksklusjonskriterier for deltakelse i studie (Fostervold, 2006).....24

Tabell 2 Oversikt over treningsprogrammet benyttet i intervensjonen, hvorav øvelser, motstand og progresjon presenteres for: (A) T1 og L1, og (B) L2 og T2.....27

Tabell 3 Demografisk data for deltakerne ved baseline. Verdiene er oppgitt som gjennomsnitt (SD).....38

Tabell 4 Gjennomsnittlig (SE) inntak av energi og makronæringsstoffer ved baseline (kost.reg), i kostholdsplanen som ble tildelt under intervensjonen (meny), og gjennomsnittet fra de fire 24-HR utført underveis i studien (24-HR), for deltakerne som fullførte studien i 3M (n= 8) og 6M (n= 8). Gjennomsnittlig (95%KI) gruppeforskjell er kalkulert for resultatene fra 24-HR.....40

Figuroversikt

- Figur 1** Flytdiagram for rekruttering og inkludering av deltakere. ♂= mann, ♀= kvinne.....25
- Figur 2** Illustrasjon av studiedesignet. Tilvenning til testøvelsene (uke -2 til uke 0), kost- og aktivitetsregistreringer (uke -1), og pretester (uke 0), etterfulgt av en 12-ukers trenings- og kostholdsintervensjon, deretter posttester (uke 13). Ukentlig veiing ble også utført. Numrene på x-aksen forklarer ukene for start av studien.....26
- Figur 3** Kroppsposisjonering under DXA målingene.....31
- Figur 4** (A) Ultralydundersøkelsen av høyre lår, (B) nærbilde av ultralydproben, og dens vinkel på låret; (C) ultralyd av høyre overarm.....32
- Figur 5** Skjermdump av ultralydanalyser. (A) Muskeltykkelsen til m. vastus lateralis (mVL), og (B) m. biceps brachii (mBB) og deler av m. brachialis.....33
- Figur 6** Teknikk i knebøy.....34
- Figur 7** Teknikk i lårcurl.....35
- Figur 8** Teknikk i liggende roing med stang.....35
- Figur 9** Teknikk i liggende triceps nedtrekk.....36
- Figur 10** Teknikk i preacher curl.....36
- Figur 11** Endring i treningsmotstanden ($\text{kg}\cdot\text{rep}^{-1}$) for (A) økt T1, (B) økt T2, og (C) gjennomsnittet av T1 og T2 (total). Verdiene er oppgitt som gjennomsnitt (SE). * Signifikant økning fra enten uke 1 til 5, uke 5 til 9 eller uke 9 til 12 ($p \leq 0,05$); ^a signifikant økning fra baseline ($p \leq 0,05$); 3M= 3 måltider per dag; 6M= 6 måltider per dag; tr.motstand= treningsmotstanden; $\text{kg}\cdot\text{rep}^{-1}$ = gjennomsnittlig kg per repetisjon; T1= tung styrketreningsøkt for bein/rygg/mage; T2= tung styrketreningsøkt for bryst/armmer/skuldre.....39
- Figur 12** Endring (kg) i kroppsvekt fra baseline til posttest for alle deltakerne som fullførte pre- og posttestene i 3M (n=8) og 6M (n=8). Åpne firkanter (□) indikerer individuelle data, mens fylte sirkler (●) indikerer gruppegjennomsnittet (95%KI). ** Signifikant endring fra baseline for gruppegjennomsnittet ($p \leq 0,01$); 3M= 3 måltider per dag; 6M= 6 måltider per dag.....42
- Figur 13** Endring (kg) i den totale muskelmassen fra baseline, for deltakere som fullførte pre- og posttesting i 3M (n= 8) og 6M (n= 8). Åpne firkanter (□) indikerer individuelle data, mens fylte sirkler (●) indikerer gruppegjennomsnittet (95%KI). ** Signifikant endring fra baseline for gruppegjennomsnittet ($p \leq 0,01$); 3M= 3 måltider per dag; 6M= 6 måltider per dag.....42

Figur 14 Endring (%) i muskeltykkelse fra baseline, for alle deltakerne som fullførte pre- og posttestingen i 3M (n= 8) og 6M (n= 8). Verdiene er oppgitt som gjennomsnitt (95% KI). ** Signifikant endring fra pretesten ($p \leq 0,01$); 3M= 3 måltider per dag; 6M= 6 måltider per dag.....43

Figur 15 Endring i total muskelstyrke fra baseline, for alle deltakerne som fullførte pre- og posttesting i 3M (n= 8) og 6M (n= 8). Åpne firkanter (\square) indikerer individuelle data, mens fylte sirkler (\bullet) indikerer gruppegjennomsnittet (95% KI). ** Signifikant endring fra pre til post for gruppegjennomsnittet ($p \leq 0,01$); 3M = 3 måltider per dag; 6M= 6 måltider per dag; 1RM= én repetisjon maksimum; total= gjennomsnittet av resultatene fra alle styrketestene ved samme tidspunkt.....44

Figur 16 Endring i muskelstyrke for (A) overkroppen, og (B) underkroppen for alle deltakerne som fullførte pre- og posttesting i 3M (n= 8) og 6M (n= 8), fire-ukers testingen i 3M (n=8) og 6M (n=8), og åtte-ukers testingen i 3M (n=8) og 6M (n=7). Verdiene er oppgitt i gjennomsnitt (SE). ^a signifikant endring fra baseline ($p \leq 0,01$); * Signifikant endring fra forrige testtidspunkt ($p \leq 0,05$); ^ Signifikant endring fra forrige testtidspunkt for 3M ($p \leq 0,01$); 3M= 3 måltider per dag; 6M= 6 måltider per dag; 1RM= én repetisjon maksimum; overkropp= gjennomsnittet av 1RM i benkpress, triceps nedtrekk, preacher curl og liggende roing; underkropp= gjennomsnittet av 1RM i knebøy i smith-maskin og lårcurl.....45

Vedlegg

- A** NSDs brev med godkjenning for behandling av personopplysninger
- B** Rekrutteringsplakat
- C** Informasjonsskriv og samtykkeskjema
- D** Spørreskjema om treningsbakgrunn
- E** Skjema for aktivitetsregistrering
- F** Skjema for 4-dagers kostholdsregistrering

Vedlegg A: NSDs brev med godkjenning for behandling av personopplysninger



Norges Idrettshøgskole
 Att: Truls Raastad (prosjektansvarlig)
truls.raastad@nih.no
 Sanne Grydeland (student)
sannagrydeland@hotmail.com

Vår dato: 25.07.2018

Vår ref: 60606/LAR/LR

Deres dato:

Deres ref:

VURDERING AV BEHANDLING AV SÆRSKILTE KATEGORIER PERSONOPPLYSNINGER I PROSJEKTET «EFFEKT AV MÅLTIDSHYPPIGHET PÅ UTVIKLING AV MUSKELMASSE OG STYRKE GJENNOM 12 UKER MED STYRKETRENING»

NSD – Norsk senter for forskningsdata AS viser til meldeskjema innsendt 03.05.2018 samt avklaringer i e-brev av 03.07.2018 fra daglig ansvarlig. Meldingen gjelder behandling av personopplysninger til forskningsformål.

Etter avtale med den behandlingsansvarlige, Norges Idrettshøgskole, har NSD foretatt en vurdering av om den planlagte behandlingen er i samsvar med personvernlovgivningen.

Resultat av NSDs vurdering

NSD vurderer at det vil bli behandlet særskilte kategorier av personopplysninger om helseforhold frem til prosjektslutt, 15.08.2023.

NSDs vurdering er at behandlingen vil være i samsvar med personvernlovgivningen, og at lovlig grunnlag for behandlingen er samtykke.

Vår vurdering forutsetter at prosjektansvarlig behandler personopplysninger i tråd med:

- opplysninger gitt i meldeskjema og øvrig dokumentasjon
- dialog med NSD, og vår vurdering (se under)
- Norges idrettshøgskole sine retningslinjer for datasikkerhet, herunder regler om hvilke tekniske hjelpemidler det er tillatt å bruke:

Nærmere begrunnelse for NSDs vurdering

1. Beskrivelse av den planlagte behandlingen av personopplysninger

Hensikten med prosjektet er å studere betydningen av måltidshyppighet for muskelvekst og styrkeøkning over en periode med styrketrening. Mer spesifikt vil det undersøkes hvorvidt hyppige og små måltider (6/dag) gir bedre resultater enn færre og større måltider (3/dag).

Utvalget består av menn og kvinner i alderen 20–35 år med minst ett års erfaring med styrketrening, og rekrutteres gjennom plakater som henges opp på trenings- og samlingssteder for studenter i Oslo samt via NIHs nett- og Facebook-side.

Det vil innhentes data gjennom et papirbasert spørreskjema (kartleggingskjema for helseforhold) samt gjennom MR (bilde av muskelbuen for å måle endringer i muskelvernsnitt) og DEXA (måling av kroppssammensetning). Kostholdet kontrolleres totalt fire ganger i løpet av studien gjennom intervju.

All behandling av personopplysninger i prosjektet er basert på utvalgets informerte samtykke.

Ifølge meldeskjema skal personopplysninger behandles frem til 15.08.2023.

2. Personvernprinsipper

NSDs vurdering er at behandlingen følger personvernprinsippene, ved at personopplysninger

- skal behandles på en lovlig, rettferdig og åpen måte med hensyn til den registrerte (se punkt 3 og 4)
- skal samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og der personopplysningene ikke viderebehandles på en måte som er uforenlig med formålet (se punkt 1 og 3)
- vil være adekvate, relevante og begrenset til det som er nødvendig for formålet de behandles for (se punkt 6)
- skal lagres slik måte at det ikke er mulig å identifisere de registrerte lenger enn det som er nødvendig for formålet (se punkt 5 og 6)

3. Lovlig grunnlag for å behandle særskilte kategorier og/eller strafferettslige personopplysninger

Det fremgår av meldeskjema at det vil bli innhentet samtykke fra de registrerte. NSD vurderer at den planlagte behandlingen av personopplysninger er lovlig fordi:

- det skal innhentes uttrykkelig samtykke fra de registrerte og
- forsker har oppfylt den særskilte rådføringsplikten

Samtykke innhentes ved at deltakerne signerer på samtykkeskjema i papirform.

4. De registrertes rettigheter

NSD vurderer at den registrerte har krav på å benytte seg av sin rett til informasjon, innsyn, retting og sletting av personopplysninger, begrensning og dataportabilitet.

Behandlingen er basert på samtykke fra den registrerte, og vedkommende kan utøve sine rettigheter, herunder trekke tilbake samtykket, ved å ta kontakt med prosjektansvarlig.

NSD vurderer at informasjonsskriv mottatt 03.07.2018 er hovedsakelig godt utformet, og vil gi de registrerte god informasjon om hva behandlingen innebærer. Det må imidlertid tilføyes opplysninger om det følgende:

- At samtykke er det lovlige grunnlaget for behandling av personopplysninger i prosjektet (behandlingsgrunnlaget)
- Retten til å be om innsyn, retting, sletting, begrensning og dataportabilitet
- Retten til å klage til Datatilsynet

60606 LAR/LR

3

- Kontaktinformasjon til institusjonens personvernombud

For forslag til formuleringer, henviser vi til vår mal til informasjonsskriv, som nå er oppdatert i henhold til nytt personvernregelverk. Denne kan finnes på våre nettsider: http://www.nsd.uib.no/personvernombud/hjelp/informasjon_samtykke/informere_om.html

Vi forutsetter at revidert informasjonsskriv sendes til personvernombudet@nsd.no innen det opprettes kontakt med utvalget. Husk å oppgi prosjektnummer.

Vi minner om at hvis en registrert tar kontakt om sine rettigheter, har Norges idrettshøgskole plikt til å svare innen en måned. Vi forutsetter at prosjektansvarlig informerer institusjonen så fort som mulig og at institusjonen har rutiner for hvordan henvendelser fra registrerte skal følges opp.

5. Informasjonssikkerhet

Deltakerne tildeles en ID som vil bli brukt ved alle registreringer av data. Datamaterialet oppbevares adskilt fra koblingsnøkkel, og koblingsnøkkel oppbevares i safe på prosjektleders kontor, der kun prosjektleder har tilgang.

Data i papirform oppbevares i låst arkiv som kun er tilgjengelig for forskningsgruppen, og data i elektronisk form oppbevares på passordbeskyttet datamaskin.

I tillegg til prosjektleder, har to masterstudenter tilgang på øvrige data.

NSD forutsetter at personopplysningene behandles i tråd med personvernforordningens krav og institusjonens retningslinjer for informasjonssikkerhet.

6. Varighet

Ifølge meldeskjema skal personopplysninger behandles frem til 15.08.2023. Opplysninger som kan knyttes til en enkeltperson skal da slettes/anonymiseres.

Anonymisering innebærer å bearbeide datamaterialet slik at ingen enkeltpersoner kan bli identifisert. Det gjøres ved å:

- slette navn, adresse, telefonnummer, e-postadresse og andre identifikatorer
- slette eller grovkategorisere eventuelle bakgrunnsopplysninger

Institusjonen må kunne dokumentere at datamaterialet er anonymisert.

Meld fra om endringer

Dersom behandlingen av personopplysninger endrer seg, kan det være nødvendig å melde dette til NSD via Min side. På våre nettsider informerer vi om hvilke endringer som må meldes. Vent på svar før endringen gjennomføres.

Informasjon om behandlingen publiseres på Min side, Meldingsarkivet og nettsider

Alle relevante saksopplysninger og dokumenter er tilgjengelig:

- via Min side for forskere, veiledere og studenter
- via Meldingsarkivet for ansatte med internkontrolloppgaver ved Norges Idrettshøgskole

60606 LAR/LR

4

NSD tar kontakt om status for behandling av personopplysninger

Etter avtale med Norges Idrettshøgskole vil NSD følge opp behandlingen av personopplysninger underveis og ved planlagt avslutning.

Vi sender da en skriftlig henvendelse til prosjektansvarlig og ber om skriftlig svar på status for behandling av personopplysninger.

Se våre nettsider eller ta kontakt ved spørsmål. Vi ønsker lykke til med behandlingen av personopplysninger.

Med vennlig hilsen


Marianne Høgetvedt Myhren
seksjonsleder


Lasse André Raa
rådgiver

.....

Lovhenvisninger

NSDa vurdering er at den planlagte behandlingen av personopplysninger:

- er regulert av personopplysingsloven, jf. § 2.
- oppfyller prinsippene i personvernforordningen om:
 - lovlighet, rettferdighet og åpenhet jf. art. 5.1 a)
 - formålsbegrensning jf. art. 5.1 b)
 - dataminimering jf. art. 5.1 c)
 - lagringsbegrensning jf. art. 5.1 e).
- kan finne sted med hjemmel i personvernforordningen art. 6.1 a), art. 9.2 a)
- gjennomføres på en måte som ivaretar de registrertes rettigheter personvernforordningen **art. 11-22**

NSD legger til grunn at institusjonen også sørger for at behandlingen gjennomføres i samsvar med personvernforordningen:

- art. 5.1 d) og art. 5.1. f) og art. 32 om sikkerhet

Vedlegg B: Rekrutteringsplakat

Lyst til å delta i forskningsprosjekt om styrketrening og kosthold?

Vi søker forsøkspersoner til et prosjekt som skal undersøke effekten måltidsfrekvensen har på muskelmasse og styrke ved styrketrening 4 ganger per uke i en 12 ukers periode.

Hva:

- Enten 3 måltid eller 6 måltid per dag, hvor du får spise mat som vanligvis inngår i ditt kosthold
- Oppmøte 4 dager i uken for å gjennomføre styrketrening (varighet ca. 1-1,5t) i 12 uker
- Fysiske tester før og etter studieperioden

Hvem kan delta:

- Kvinner og menn i alderen 20 – 35 år
- Har minst 1 års erfaring med styrketrening
- Har mulighet til å møte opp ved NIH 4 ganger i uken i 12 uker, i tillegg til tester før og etter studieperioden
- Fysisk og psykisk friske personer



Hva skal testes:

- Kroppssammensetning (med DEXA)
- Muskeltverrsnitt (med MR/ultralud)
- Maksimal muskelstyrke i gitte styrkeøvelser

Fordeler:

- Gratis treningsmedlemskap ved NIHs helt nye treningscenter
- Individuelt tilpasset kosthold med tett oppfølging i 12 uker
- Personlig trener som følger opp og individuelt tilpasser styrketreningen i 12 uker
- Gratis testing – fysiologiske tester som i utgangspunktet er dyre

Ulemper:

- Får ikke gjennomføre annen regelmessig, intensiv trening i studieperioden
- Bestemt antall måltid (3 eller 6 måltider per dag)
- Tidskrevende ift. kostholdsregistrering, testing og trening

All testing og trening gjennomføres på NIH. **Oppstart senest august 2018!** Studieperioden varer i 14 uker, så tid ut november må påregnes.

Dersom dette er av interesse, eller du har spørsmål om prosjektet, kontakt masterstudentene Sanna Grydeland 48253970 / sannagrydeland@hotmail.com, eller Magnus Breines 90833290 / breinesmagnus91@gmail.com

Vedlegg C: Informasjonsskriv og samtykkeskjema



BETYDNING AV MÅLTIDSFREKVENS FOR ØKNING I MUSKELMASSE OG STYRKE VED STYRKETRENING

Dette er en forespørsel om du vil være forsøksperson i prosjektet

”Betydning av måltidsfrekvens for økning i muskelmasse og styrke ved styrketrening”

HENSIKT

Kostholdets betydning for maksimal prestasjon og resultat i idrett har fått mer og mer oppmerksomhet de siste årene. I utholdenhetsidrett finnes det nå meget konkrete råd for hva slags karbohydrater man bør innta før og etter slik aktivitet, og videre hvilke mengder og ved hvilken hyppighet og ”timing” inntaket bør skje i forhold til aktivitet. Lignende retningslinjer er foreløpig lite dokumentert for optimal proteinsyntese etter styrketrening, en kunnskap som ville være av stor betydning for kraftidretter der maksimal styrke- og muskelmasse er sentralt.

Vi ønsker å gjennomføre et lengre treningsstudie, der vi vil prøve å få svar på hva slags måltidsmønster som gir best metabolsk miljø for muskelvekst og dertilhørende styrkeøkning. Denne typen kunnskap vil være av stor betydning for optimal resultatfremgang i styrke- og kraftidretter på samtlige ferdighetsnivåer.

GJENNOMFØRING AV PROSJEKTET

Vi ønsker å rekruttere 20 personer i alderen 20-35 år med minst ett års erfaring med styrketrening. Du vil bli trukket inn i én av 2 grupper som skal trene etter samme treningsprogrammet i 12 uker. Dagskosten skal inntas med ulik måltidshyppighet i de to gruppene. Én gruppe (n=10) skal spise dagens mat fordelt på 6 mindre måltider, mens den andre gruppen (n=10) skal konsentrere matinntaket til 3 større måltider per dag. Du får spise mat som vanligvis inngår i kostholdet ditt, og du vil bli veiledet til å innta næringsstoffer og energi i henhold til generelle retningslinjer basert på matvarer i ditt opprinnelige kosthold.

Studieperioden på 14 uker innebærer 12 uker med ledsaget styrketrening. Treningen foregår 4 dager i uken med individuelt tilpasset belastning. Ingen annen regelmessig, intensiv trening kan forekomme i studieperioden.

Studieperioden innledes med styrketester ($1RM^4$ tester) for utvalgte muskelgrupper. Styrke testene gjentas i uke 4 og 8 av treningsperioden, og deretter etter treningsperioden (post-tester). Til sammen er det fire runder med styrketester.

Før treningsperioden starter, gjennomføres en måling av kropps-sammensetning (DEXA; *dual energy x-ray absorption*) og av muskeltverrsnitt (MR; *magnetic resonance*). Dexa og MR undersøkelsene gjentas etter treningsperioden. Det vil videre bli gjennomført en veid kostregistrering og aktivitetsregistrering i den innledende perioden.

Kostholdet vil kontrolleres og evt. korrigeres gjennom treningsperioden med 4 stk 24-timers recall intervju.

TRENING

Treningsprogrammet vil være likt for begge gruppene, men du skal trene med individuelt tilpasset belastning. Treningsprogrammet vil bygges opp som et såkalt 2-splitt program, der kroppen deles inn i to hovedgrupper. Hver hovedgruppe trenes 2

⁴ 1 repetisjon maksimum; den største motstanden du kan overvinne i en godkjent repetisjon.

ganger i løpet av uken (tilsammen 4 treningsdager), og har én tung treningsdag og én lett treningsdag. Den ene hovedgruppen består av følgende ben- og ryggøvelser; *knebøy, legextension, legcurl, tåhev, rygghev, sittende roing, romaskin*, samt *sit-ups* og *mageøvelse* i maskin. Den andre hovedgruppen består av følgende bryst-, arm- og skulderøvelser; *skulder sidehev, sittende nakkepress med hantler, fremoverlent sidehev, benkpress, incline brystpress, flyes, triceps nedpress, franskpress, biceps preachercurl, incline bicepscurl*. Treningen vil foregå på Norges Idrettshøgskole, og ved minst 2 økter/uke, optimalt ved samtlige 4 øktene, vil det være en instruktør til stede som kontakt og rettleder.

TESTER

Det blir tatt tverrsnittsbilder av låret (m.quadriceps femoris og hamstrings) og armen (m. biceps brachii og m. triceps brachii) ved hjelp av MR totalt 2 ganger i løpet av studieperioden. Dette for å måle eventuelle endringer i muskelstørrelse gjennom treningsperioden. Kroppssammensetningen vil også måles med DEXA før og etter treningsperioden. Det gjøres 4 styrketester gjennom studieperioden; dette for å få mål på styrkeutviklingen, samt for å kunne justere treningsbelastningen i forhold til styrkeutviklingen.

En aktivitetsregistrering i forkant av treningsperioden legger grunnlaget for beregning av ditt daglige energibehov. Videre vil kostholdsregistrering i forkant av treningsperioden avklare om de enkelte trenger å endre noe på kosten for å møte studiets ønske for næringsstoffinntak. Fire 24-timers recall intervju midt i treningsperioden gjennomføres for å kontrollere kostholdet ditt gjennom treningsperioden.

FORDELER OG ULEMPER VED Å DELTA

Forsøket vil vare i tilsammen ca 14 uker. Det vil kreve mye av din oppmerksomhet, samt en del planlegging slik at trening og kostintervensjon passer inn i hverdagen din. Vi vil selvfølgelig gjøre vårt med å legge treningstidene til rette for deg, være til stede

for å hjelpe deg under treningsøktene, samt å hjelpe deg med detaljert planlegging for det daglige kostholdet.

Du vil få mulighet til å gjennomgå en del tester som en vanligvis ikke får anledning til. De ulike testene vil vise deg hvordan din egen kropp reagerer og endrer seg i forhold til tilrettelagt styrketrening. Du vil få et profesjonelt treningsopplegg og nøye oppfølging under hele perioden. Du vil få økt kunnskap om kosthold og dets betydning for treningsresultater, og du vil dessuten selv være en viktig del i videreutviklingen av slik kunnskap.

Blir min deltakelse holdt konfidensielt?

Forskningsgruppen har gjort flere tiltak for å beskytte taushetsplikten ovenfor deg som deltaker. Du blir tildelt en deltaker-ID som vil bli brukt i alle registreringer av data du gir. Navnet ditt og annen personlig informasjon vil ikke bli assosiert med dine data, for eksempel, blir samtykkeskjemaet ditt holdt separat fra resten av dataene dine. Alle papirregistreringer blir oppbevart i et låst arkiv kun tilgjengelig for forskningsgruppen, og all elektronisk data blir oppbevart på passordbeskyttet PC. Etter 5 år, i august 2023, vil vi slette koblingsnøkkelen slik at alle data samlet i dette prosjektet vil bli anonymisert. Årsaken til at vi venter med å slette koblingsnøkkelen til 2023 er at vi er pålagt å lagre data i 5 år etter prosjektslutt slik at det skal være mulig å sjekke/kontrollere alle data i denne perioden (unngå forskningsfuske).

Hva vil skje med resultatene fra studien?

Resultatene fra studien vil bli brukt som del av to masteroppgaver. Resultatene vil også bli delt på konferanser og i vitenskapelige tidsskrift. Uansett vil data kun bli brukt av medlemmene av forskningsgruppen og ikke på noe tidspunkt vil din personlige informasjon eller dine data bli avslørt.

Hvem har gjennomgått studien?

Studien har fått etisk godkjenning fra Norges Idrettshøgskoles etiske komité.

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.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- få slettet personopplysninger om deg,
- få utlevert en kopi av dine personopplysninger (dataportabilitet), og
- å sende klage til personvernombudet eller Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra *Norges idrettshøgskole* har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

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 finansiert av Norges idrettshøgskole. Det er søkt om midler fra TINE ASA for å dekke kostnadene knyttet meieriprodukter som skal inntas etter trening til MR-undersøkelsene.

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.

Kontakt for videre informasjon

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å trekke deg fra studien, vær vennlig å kontakte:

- Norges idrettshøgskole ved:
 - Truls Raastad på tlf. 23 26 23 28 (truls.raastad@nih.no)
 - Sanna Grydeland på tlf. 48 25 39 70 (sannagrydeland@hotmail.com)
 - Magnus Breines på tlf. 90 83 32 90 og (breinesmagnus91@gmail.com)
- Vårt personvernombud (*sett inn navn på personvernombudet hos behandlingsansvarlig institusjon*)
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost (personvernombudet@nsd.no) eller telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Prosjektansvarlig/veileder: *Truls Raastad*

Masterstudenter: *Sanna Grydeland og Magnus Breines*

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)

Vedlegg D: Spørreskjema om treningsbakgrunn

Id.nr.....

TRENINGSALDER

1. Hvor mange år har du regelmessig trent minst 2g/uke (eller mer)? (gjelder all idrett).....
2. Hvor mange år har du regelmessig (>1g/uke) trent styrketrening (med vekter)?.....

TRENINGSMENGDE DET SISTE ÅRET

3. Hvor mange ganger i uken har du gjennomsnittlig trent siste året? (gjelder all idrett).....
4. Har du gjennom siste året regelmessig trent annen idrett; hvilken idrett er dette og på hvilket nivå?
 Idrett;.....

 Nivå;

5. Hvor mange ganger i uken har du gjennomsnittlig trent styrketrening det siste året?.....
6. Bruker du personlig trener, instruktør eller treningspartner i din styrketrening?
 - a. Periodiserer du styrketreningen din?

 - b. Har du benyttet deg av teknikker som «forced reps», «drops et», negative sett, pyramide mm?

7. Har du brukt følgende kosttilskudd siste 10 ukene?

Kreatin;.....

Karnitin;.....

Koffein;.....

Prohormoner.....

Ginseng;.....

Anabole steroider.....

Vedlegg E: Skjema for aktivitetsregistrering

AKTIVITETSREGISTRERING

DAG 1. DATO: Kandidatnummer:

TID	AKTIVITET/GJØREMÅL	(intensitet)	BMR-f	
00.00-00.30				
00.30-01.00				
01.00-01.30				
01.30-02.00				
02.00-02.30				
02.30-03.00				
03.00-03.30				
03.30-04.00				
04.00-04.30				
04.30-05.00				
05.00-05.30				
05.30-06.00				
06.00-06.30				
06.30-07.00				
07.00-07.30				
07.30-08.00				
08.00-08.30				
08.30-09.00				
09.00-09.30				
09.30-10.00				
10.00-10.30				
10.30-11.00				
11.00-11.30				
11.30-12.00				
12.00-12.30				
12.30-13.00				
13.00-13.30				
13.30-14.00				
14.00-14.30				
14.30-15.00				
15.00-15.30				
15.30-16.00				
16.00-16.30				
16.30-17.00				
17.00-17.30				
17.30-18.00				
18.00-18.30				
18.30-19.00				
19.00-19.30				
19.30-20.00				
20.00-20.30				
20.30-21.00				
21.00-21.30				
21.30-22.00				
22.00-22.30				
22.30-23.00				
23.00-23.30				
23.30-00.00				
Total:				

Vedlegg F: Skjema for 4-dagers kostholdsregistrering

4-DAGERS KOSTREGISTRERING

Navn:

Telefon:

E-mail:

Dato (fra-til):

Veiledning for kostregistreringen

- Du skal registrere kostholdet ditt i 4 dager (3 ukedager + 1 lørdag)
- Prøv å unngå at kostregistreringen forandrer matvanene dine - spis slik du vanligvis gjør!
- Skriv ned alt du spiser og drikker, også evt. kosttilskudd
- Skriv ned evt. væskeinntak og matinntak under trening også
- Start med det første måltidet den dagen registreringen begynner. Fyll inn de hoved- og mellommåltidene

du spiser. For hvert måltid skal følgende skrives ned:

1) Klokkeslett

2) Navnet på matvaren eller retten → gi flest mulig opplysninger

- Birkebeinerbrød, Norvegia ost F45, Nora jordbærsyltetøy, lett melk, 5 kr Freia melkesjokolade

- oppskrift på hjemmelagete retter (skriv oppskriften bak på arket)

- evt. hvordan retten er tilberedt (køkt, stekt)

3) Mengde av matvaren eller retten

→ oppgi mengde i gram hvis du har vekt

→ oppgi mengde i husholdningsmål hvis du ikke har vekt

- antall, stykker, spiseskje, teskje, glass, kopp, dl

Lykke til!

Hilsen Magnus Breines og Sanna Grydeland

