

BACHELOR OPPGAVE

Effekten av å trene en muskelgruppe 1 eller 3 ganger i uka Lav- vs høyfrekvent styrketrening for økt styrke og muskeltversnitt

Utarbeidet av:

Jason Jyrwa

Studium:

IDR222-Bachelorstudium i idrett

Innlevert:

02.06.2014



Innhold

Sammendrag	3
Annerkjennelser	3
1. Introduksjon	4
1.1 Hva er styrketrening?	4
1.2 Styrketreningens historie	5
1.3 Mekanismer for muskelhypertrofi	6
1.3.1 Mekanisk spenning	6
1.3.2 Muskel skade	7
1.3.3 Metabolsk stress.....	7
1.3.4 Intensitet	7
1.3.5 Volum	8
1.3.5 Failure.....	8
1.3.6 Frekvenstrening vs 1 økt pr muskel pr uke?.....	9
1.4 Problemstilling.....	10
1.4.1 Hypotese.....	11
2. Metode	12
2.1 Utstyr	12
2.2 Data analyse	13
2.3 Protokoll	13
2.3.1 Pre- /post-test	13
2.4 Treningsperioden	15
3 Resultat	16
4 Diskusjon	19
4.1 Hovedfunn	19
4.2 Øvrige svakheter ved studiet.....	20
4.2.1 Kostholdet	20
4.2.2 Målinger	20
4.2.3 Restitusjon.....	20
4.2.4 Utvalget	21
4.3 Oppsummering av diskusjon	21
4.4 Konklusjon	21
5 Referanse	22

Sammendrag

Dette studiet undersøker effekten av lavfrekvent trening (LFT) opp mot høyfrekvent trening (HFT) i forhold til styrke økning og hypertrofi i en muskelgruppe hos 6 trente menn som har 1-4 års erfaring innen styrketrening. De ble gjennomført en pre- og post-test i 1 repetisjon maksimum (1RM) i biceps curl (BC) og triceps pushdown (TP). Omkrets av begge overarmer i flekset tilstand ble også målt i pre- og post-test. Treningsperioden varte i 3 uker. Forsøkspersonene ble delt i 2 grupper, lavfrekvent trenings- gruppe (LFTG) og høyfrekvent trenings- gruppe (HFTG). LFTG trente 10x10 biceps curl (BC) og 10x10 triceps pushdown (TP) 1 gang i uka. HFTG fordelte settene på 3 økter i uka: Dag1 og 2= 3x10 BC og TP, Dag3 = 4x10 BC og TP. Resultatet viser at LFTG hadde størst økning i omkrets overarmer og 1 repetisjon maksimum (1RM) BC. HFTG hadde størst økning i 1 RM TP. Det ble konkludert at det ser ut som LFT kan gi større styrkeøkning og hypertrofi effekt i forhold til HFT, men på grunn av flere tredjevariabler som kan ha påvirket resultatet trengs det flere liknende studier med bedre indre- og ytre validitet for å være sikker.

Annerkjennelser

Jeg vil takke forsøkspersonene for deres deltagelse og innsats. Uten dem hadde ikke denne studien vært mulig å gjennomføre. Høgskolen i Nesna takkes også for å ha stilt med nødvendig utstyr til studien. Til sist vil jeg takke min veileder Knut Lyng Hansen som har gitt meg veiledning gjennom hele skriveprosessen av denne studien.

1. Introduksjon

1.1 Hva er styrketrening?

Enoksen et. al. (2007) (1) definerer styrketrening som trening som utvikler muskulaturens egenskap til å produsere størst mulig kraft i en bestemt bevegelse. Definisjonen på muskelstyrke er *Den maksimale kraft eller moment en muskel eller muskelgruppe kan skape ved en spesifikk eller forutbestemt hastighet*. Styrke kan igjen deles inn i to kategorier. Siden styrke omfatter evnen til maksimal kraftutvikling ved både raske og langsomme forkortningshastigheter i muskulaturen, deles den inn i maksimal styrke og eksplosiv styrke. Maksimal styrke er den største kraften man klarer å utvikle langsomme bevegelser eller isometriske kontraksjoner. Den defineres også som 1RM. Det vil si at belastningen er så stor at kun klarer å gjennomføre 1 repetisjon av bevegelsen. Definisjonen på eksplosiv styrke er den største kraften man klarer å utvikle ved stor forkortningshastighet i musklene. Hvor rask man klarer å utvikle stor kraft omhandler også eksplosiv styrke. Det kalles gjerne *Rate of force development (RFD)*.

Faglitteraturen har kategorisert hvilke fysiologiske faktorer som spiller inn i eksplosiv og maksimalstyrke. Som nevnt tidligere av Enoksen et. al. (2007) (1) er maksimal styrke vår evne til å utvikle størst mulig kraft ved langsomme bevegelser eller isometrisk kontraksjoner. Den viktigste faktoren er muskelgruppens tverrsnitt. Katch et. al. (2011) (2) hevder at større tverrsnitt kommer av enten flere muskelfibre eller større muskelfibre der Begge resulterer i flere kontraktile proteiner. Man kan se for seg en kontraktil protein som en person som drar en bil med et tau. Jo flere kontraktile proteiner/personer som drar i tauet, desto lettere vil det være å dra bilen. Andre faktorer som spiller inn på maksimalstyrke er ifølge Enoksen et. al. (2007) (1) muskellengden og muskelens vektarm. En lenger muskel vil kunne ha flere sarkomerer i serie. Det igjen gjør at du har flere kontraktile proteiner tilgjengelig. Muskelens vektarm bestemmes av festepunktet til senen. Jo større muskelens vektarm er desto lettere vil det være å løfte en gjenstand med en gitt vekt. Enoksen et. al. (2007) (1) hevder også at nervesystemet spiller en viktig rolle for maksimal styrken. Hvor stor grad nervesystemet klarer å aktivere flest mulige motoriske enheter vil påvirke maksimalstyrken. Det virker logisk at jo mer av muskulaturen man bruker desto større kraft kan man utvikle. Enoksen et. al. (2007) (1) hever at kraften vi utvikler i muskelfibrene er viljestyrt og reguleres med

frekvensen aksjonspotensialene sendes ut med, også kalt fyringsfrekvens. Enoksen et. al. (2007) (1) hevder også at for å få ut ca 80 % av maksimal kraft øker man antallet motoriske enheter rekruttert. For å utvikle maksimal kraft (fra 80- til 100 %), må man øke fyringsfrekvensen. Til slutt må det nevnes at samspillet mellom agonister, synergister og antagonister også vil påvirke maksimal styrken (Enoksen et. al., 2007) (1).

Eksplisiv styrke bestemmes av mye av de nevnte faktorene som bestemmer maksimalstyrke. En annen viktig faktor kommer inn når det er snakk om eksplisiv styrke. Det er fibertypesammensetning i muskulaturen. Enoksen et. al. (2007) (1) hevder at Type IIA- og IIX-fibre er bedre egnet til å utvikle stor kraft ved hurtige kontraksjoner enn type I-fibre. Type IIA- og IIX-fibre vil være 2-3 ganger raskere enn type I-fibre.

Styrketrening forbindes i dag med trening som styrker muskulaturen for å bidra til prestasjonsevnen i diverse idretter som sprint, fotball, turn, spydkast osv (Enoksen et. al. 2007) (1). Styrketrening er også essensielt i diverse styrke grener som styrkeløft og vektløfting der utøverne utfører diverse 1RM øvelser. I tillegg brukes styrketrening mye av kroppsbyggere som har som ønske å bygge så mye muskler som deres potensial tillater. Hvordan designet på styrketreningen er avhenger av hva man trener for og hvilken idrett man trener for.

1.2 Styrketreningens historie

Styrketrening i seg selv har en lang historie. Det er til og med funnet en gammel kinesisk tekst fra 5000 år tilbake i tid der det er presisert styrkekrav for soldater (Drechsler, 1998) (3). I gamle Hellas hadde de stein løftings konkurranser. Schwarzenegger (1999) (4) skrev i sin bok at i Europa startet vektløfting rundt 1880, som et underholdnings show i det offentlige der menn tjente penger på å vise sin styrke og konkurrere mot andre. På den tiden var det ikke stort fokus på det estetiske ved kroppen, men kun styrke. Dette gjenspeilet seg gjerne i "pondus" magen til styrkeløfterne. På samme tid i USA hadde de fokus på fysisk aktivitet og fremming av god helse. Styrkeløfterne i Europa var ikke idealbildet for USA. De ville ha en noe som minnet om de atletiske statuene fra grekertiden som også viste definerte muskler. Eugen Shadow var svaret på USAs visjon og regnes som grunnfaren av moderne kroppsbygging. Shadow var egentlig en styrkeløfter som deltok i styrkekonkurranser og vant

mange av dem. Det som skilte ham fra de andre var fysikken hans. I motsetning til styrkeløfterne med pondusmage hadde Shadow relativt lav fett % på kroppen og viste tydelig definerte muskler. Rundt 1890 dro han til USA på turne for å vise sine styrke kvaliteter. Folk lot seg beundre av styrkeoppvisning i tillegg til poseringene han hadde av kroppen. Det å lage underholdning av estetisk framvisning av kroppen var veldig nytt. Rundt 1920- 30-tallet var det etablert at god helse hadde sammenheng med velutviklet fysikk. Det var også klart at vektløfting var den beste måten å utvikle muskulatur på kortest mulig tid.

Kroppsbygging kom virkelig fram i rampelyset takket være innspillingen av dokumentarfilmen "Pumping Iron" (1977) der Arnold Schwarzenegger hadde hovedrollen. Filmen handlet om livet til kroppsbyggere og fokuserte på oppkjøringen til kroppsbyggerkonkurransene "Mr. Universe" og "Mr. Olympia". Schwarzenegger regnes fortsatt i dag som tidenes kroppsbygger (Hause, 1977) (5).

1.3 Mekanismer for muskelhypertrofi

Fra tiden Shadow gjorde sine styrkestunts og kroppsposeringer til Arnold Schwarzeneggers tid og videre fram til i dag er det mange styrkeprogrammer og treningsprinsipper som er blitt til for optimal muskel bygging. I dag er visse trenings prinsipper fastslått for kroppsbygging/hypertrofi. Schoenfeld (2010) (6) mener at det er flere faktorer som spiller en rolle hypertrofisk respons av styrke trening. Blant disse er mekanisk spenning, muskelskade, og metabolsk stress.

1.3.1 Mekanisk spenning

Mekanisk spenning som er produsert av både kraftutvikling og strekk i muskulaturen regnes som essensielt for muskelvekst. En kombinasjon av disse stimuliene har vist seg å gi god effekt på muskelvekst ifølge Hornberger et. al. (2006) (7) og Vandenburg (1987) (8). Selv om mekanisk spenning alene kan føre til muskelhypertrofi så kan den ikke ta all ansvar for effekten. En studie ble gjort av Cote et. al. (1988) (9) der høy mekanisk spenning er brukt i treninga. Resultatet viste bedret nevralt adaptasjoner men ingen muskelhypertrofi.

1.3.2 Muskel skade

Trening kan resultere i skade på muskelvevet under visse omstendigheter. Ved eksentrisk kontraksjon forlenges muskelen samtidig som den produserer kraft. Disse muskelforlengede eksentriske kontraksjoner har vist å skape mikroskopiske rifter i de kontraktile proteinene. Skadene produserer en rekke metabolske hendelser som blant annet økning av proteinsyntese og – nedbrytning (Evans, 2002) (10).

1.3.3 Metabolsk stress

Metabolsk stress omhandler å utsette kroppen for anaerobt arbeid. Flere studier tyder på at denne faktoren har en viktig rolle innenfor muskelhypertrofi. I en studie av Schott et. al. (1995) (11) ble det undersøkt effekten av to typer styrketrening der kraftutviklingen var lik, men de metabolske endringer skulle være forskjellige. Treningsperioden varte i 14 uker og forsøkspersonene hadde 3 styrkeøkter i uken. Forsøkspersonene trente begge ben med isometrisk kontraksjoner. Høyre benet ble trent med 4 sett og 10 repetisjoner per sett. Varigheten per repetisjon var 3 sekunder, samtidig var det 2 sekunder pause mellom hver repetisjon. Venstre ben ble trent med 4 kontraksjoner med en varighet på 30 sekunder pr kontraksjon. Her hadde man 1 min pause mellom hver kontraksjon. Begge ben utførte hver kontraksjon tilsvarende 70 % av "maksimal voluntary contraction" (MVC) og total holdetid var lik. De to forskjellige treningsformene resulterte i signifikant forskjellige metabolske endringer ved at konsentrasjon av Pi økte mer ved kontinuerlig 30 sekunder kontraksjon og pH ble mer redusert sammenlignet med de korte repeterte kontraksjonene. Etter 14 uker hadde den isometriske styrken økt signifikant mer (55 %) i venstre ben som hadde 30 sekunders kontraksjonene. Samtidig hadde venstre quadriceps en signifikant økning av tvernsnittsarealet på 10 %, mens i høyre quadriceps ble det observert en ikke signifikant økning på ca. 5 %. Dette kan tyde på at økt metabolsk stress av mer anaerobt arbeid er en viktig faktor for å fremme hypertrofi.

1.3.4 Intensitet

Intensitet defineres som en prosentdel av 1 RM. Antall repetisjoner kan klassifiseres i 3 grupper: lav (1-5), moderat (6-12) og høy (15+). Det tyder på at lav og moderat antall repetisjoner resulterer i mer muskelhypertrofi enn høy antall repetisjoner (Campos et. al., 2002) (12). I tillegg viser det seg at intensitet under 65 % av 1 RM ikke er tilstrekkelig for å få betydelig muskel hypertrofi (Schoenfeld, 2010) (6).

Både lav og moderat antall repetisjoner bidrar til muskelhypertrofi ifølge (Campos et. al., 2002) (12). Likevel ser det ut til at moderat gir mer muskelhypertrofi enn lav (Schoenfeld, 2010) (6). Lav repetisjonsantall bruker hovedsakelig bare phosphocreatinsystemet, mens moderat repetisjon bruker hovedsakelig glykolysen som energikilde som igjen er anaerobt energimetabolisme. Anaerobt muskelaktivitet er sterkt forbundet med høy metabolsk stress (Schoenfeld, 2010) (6). Det kan være en faktor som gjør 6-12 repetisjoner er å foretrekke framfor 1-5 repetisjoner når målet er muskelhypertrofi.

1.3.5 Volum

Et sett består av x-antall repetisjoner man utfører kontinuerlig uten pause. Volum defineres som et produkt av totale sett, repetisjoner og intensitet. Det er bevist at flere sett er gir større muskelhypertrofi effekt enn å gjennomføre kun 1 sett (Krieger, 2010) (13). Dette indikerer at høyere volum gir bedre hypertrofi-effekt. Det er vist i en studie av Schwab et. al. (1993) (14) at testosteronnivået økte ikke før fjerde settet det øvelsen knebøy ble utført, noe som også indikerer at flere sett er bedre enn et sett alene. Høy- volum treningsprogram som generer mye glykolyse aktivitet har vist akutt økning i testosteron nivået i større grad enn lav- volum treningsprogram (Kreamer et. al., 1990) (15).

Det blir likevel ikke sett på som optimalt for muskelhypertrofi dersom det høye volumet er manipulert av lav- moderat intensitet og mange sett (Kreamer og Ratamess, 2004) (16). Som tidligere nevnt burde intensiteten være over 65 % for få betydelig muskelhypertrofisk effekt. Det er heller ikke funnet noen studier der 1 sett er gir bedre resultater enn flere sett med hensyn til både hypertrofi- og styrkeøkning.

1.3.5 Failure

Failure vil si å trene en muskel til utmattelse. Selv om det ikke er en nødvendighet å utmatte en muskel for å få styrke framgang, viser Drinkwater et. al., (2005) (24) i sin studie at de som trente benkpress til utmattelse hadde større styrke økning i 6 RM benkpress enn de som ikke trente til utmattelse. De som trente til utmattelse økte også mer en de som ikke trente til utmattelse i 40-kg smith machine bench throw power output. Willardson (2007) (25) hevder at å trene til muskulær utmattelse muligens gir en fordel til hypertrofi effekt gjennom større antall motoriske enheter rekruttert og sekresjon av vekstfremmede hormoner.

Det som debatteres mye om i dag er frekvenstrening. På nettet finner man mange treningsforumer og blogger som legger ut treningsprogrammer der man skal trene en muskelgruppe kun en gang i uka. Steve Shaw, konkurrenrede styrke løfter, la ut en guide (tabell 1.- og 2.) for å bygge muskler (17). Her er to kroppssplitt- programmer han anbefalte:

Tabell 1: Anbefalt 5-splitt program #1 av Steve Shaw

5-day split #1						
Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
Chest/ abs	Back/ traps	Quads/ hams	Off- day	Shoulder/ calves	Triceps/calves	Off-day

Tabell 2: Anbefalt 5-splitt program #2 av Steve Shaw

5-day split #2						
Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
Chest/back	Quads/calves	Off-day	Triceps/biceps	Hams/calves/abs	Shoulder/traps	Off-day

På treningsforumet <http://www.muscleanstrength.com> (Thomas, 2011) (18) finner man blant annet et 4-splitt program som ser slik ut (tabell 3):

Tabell 3: 4-splitt program fra treningsforumet Muscle and Strength

4-split program

Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
Chest/triceps	Back/biceps	Off-day/ cardio	Shoulders/ Forearms	Legs	Off-day	Off-day

1.3.6 Frekvenstrening vs 1 økt pr muskel pr uke?

Burde man trene en muskel 1 eller flere ganger i uka? For at en muskel skal vokse må muskel protein syntesen (MPS) være større enn muskel protein nedbrytning (MPN). Med andre ord må det være en positiv muskel protein balanse (MPB). Trening fremmer MPS og så fremt kostholdet er tilstrekkelig vil det resultere i positiv MPB (Tipton and Wolfe, 2001) (19). Flere review artikler viser til at MPS kan holde seg opphøyet i opptil 48 timer etter en økt med styrke trening (Kumar et. al., 2009) (20), (Tipton and Wolfe) (19). I praksis vil dette bety at 48

timer etter en styrkeøkt vi vil man ikke lenger ha en hypertrofi effekt og ny stimulanse i form av styrketrening må til for reise MPS igjen. En annen studie av MacDougall et. al. (1995) (21) støtter dette. I studiet gjennomførte 6 friske menn 12 sett med 6-12 RM albuefleksjon øvelser med den ene armen mens den andre armen ble brukt som en kontroll. MPS ble målt i begge armer etter 36 timer. Resultatet var at MPS var kun 14 % høyere i trent arm ift ikke trent arm og var i tillegg ikke signifikant. Studiet konkluderte med at 24 timer etter en styrkeøkt vil MPS være dobbelt forhøyt i forhold til normale verdier mens 36 timer etter vil MPS være bort imot være tilbake til normale verdier. Dette indikerer at en muskelgruppe burde trenes minst 2 ganger i uka for optimal muskel hypertrofi effekt. Det er ikke slik at det å trene 1 en muskel gruppe en gang i uka ikke gir resultater, men med tanke på at MPS ser ut til å være tilbake til normale verdier 48 timer etter en treningsøkt så burde man stille seg kritisk til å trene en muskel gruppe kun en gang i uka.

I en internasjonal konferanse om styrke trening organisert av "Norwegian School of Sport Science", "Forskningssenter for Trening og Prestasjon", "Antidoping Norge" og "Olympiatoppen" (Wiig et. al., 2012) (22) ble det blant annet vist fram en studie der en gruppe med styrkeløftere på nasjonalt nivå ble fordelt på 2 grupper. Den ene gruppa trente tradisjonelt med 3 treninger i uka. Den andre gruppa delte opp hver av de tre øktene i 2 slik at de trente 6 mindre økter i uka. Treningsvolumet og intensiteten i løpet av treningsperioden ble holdt likt. Totale treningsperioden for dette eksperimentet var 15 uke. Resultatene viste at gruppa som trente 6 ganger i uka økte mer enn gruppa som trente 3 ganger i uka både når det kom til prestasjon i 1RM og muskeltversnitt.

I en review artikkel av Wernbom et. al. (2007) (23), ble det konkludert at for nybegynnere og viderekommende var optimale å trene 2-3 ganger i uka.

1.4 Problemstilling

Målet med dette studiet er å teste hva som gir størst muskelhypertrofi- og styrkeeffekt av å trene en muskelgruppe 1 gang i uka eller 3 ganger i uka gitt at treningsvolumet og intensiteten holdes likt for begge grupper.

1.4.1 Hypotese

Ut i fra tidligere forskning som er funnet, forventes det at 1. høyfrekvens trening (HFT) vil gi større hypertrofi effekt enn lavfrekvens trening (LFT). 2. Det forventes at styrkeøkningen vil være størst hos ved HFT i forhold til LFT.

2. Metode

Forsøkspersonene i dette studiet ble på forhånd informert om protokollen og risikoene i dette studiet gjennom et samtykke skjema. De er også informert om hva datainnsamlingen skal brukes til i ettertid. Forsøkspersonene ble informert om at de kunne avbryte sin deltagelse i studiet når som helst og uten å avgi grunn. Forsøkspersonene har lest igjennom samtykke skjemaet og gitt sitt samtykke ved underskrift før første test i studiet.

Subjektene i studiet representerer folk som trener styrketrening ved ukentlig basis. Deres inngang til studiet varierer noe. Noen trente styrke kun 2 ganger i uka mens andre trente opptil 5 ganger i uka. Totalt var det (n= 6) subjekter fordelt på 2 grupper: Høyfrekvent trening (HFT) (n=3), Lavfrekvent trening (LFT) (n=3). Subjektene har en trenings bakgrunn innen styrketrening på 1-4 år. På grunn av subjektene forskjellige daglige gjøremål ble ikke-tilfeldig trekking av gruppene. Gjennomsnitt alderen til subjektene var $22,3 \pm 5,25$. Det var bare mannlige subjekter med i forsøket.

Designet som er brukt i studiet er klassisk eksperiment der det gjennomføres en pre- og post-test med en treningsperiode imellom. Subjektene utførte en pre-test i uke 1 etterfulgt av en treningsperiode på 3 uker. Uka etterpå ble det gjennomført en post-test der protokollen var identisk med pre-testen. Det er forsøkt å luke ut en tredje variabel der den eneste variabelen som skiller gruppene i dette studiet er frekvenstrening, antall treningsdager i uken. Volumet og intensiteten på treningsperioden er helt lik for begge grupper.

2.1 Utstyr

Måleband:

- Uelastisk, 150 centimeter langt
- Dellinjer på 1 millimeter i tillegg til at hver centimeter er merket med tall

EZ stang:

- Merke: Euro sport
- Material: Stål
- Lengde: 1200 mm
- Vekt 7 kg.

Vektskiver:

- Merke: Sportsmaster
- Gummiert vektskiver
- Skive vekt i kg: 1, 1.25, 2.5, 5 og 10.

Nedtrekk apparat

- Merke: Tuffstuff
- Model: Tuffstuff Performance Pluss PPD-802 Dual Nedtrekk, Roing, Tri
- Lengde: 180 cm
- Bredde 122 cm
- Høyde: 237 cm
- Magasin vekt: 90 kg
- Totalvekt: 277 kg

2.2 Data analyse

Alt av innsamlet data ble behandlet på Microsoft Office Excel 2007. Tabeller og figurer samt formler ble også behandlet i Microsoft Office Excel 2007.

2.3 Protokoll

2.3.1 Pre- /post-test

2.3.1.1 RM biceps curl.

Forsøkspersonene testet sin 1 RM i biceps curl, stående, med EZ- stang. De varmet opp med 10 reps med en belastning de viste eller trodde de klarte å gjennomføre 10-15 repetisjoner. Etter dette fulgte en pause på 2 minutter. Deretter øktes belastningen gradvis samtidig som man kun utførte en repetisjon per økning i belastning. Pausen mellom alle repetisjonene, sett bort fra første oppvarmingssett var på 3 minutter. Belastningen ble økt helt til forsøkspersonen ikke klarte å gjennomføre en repetisjon med godkjent teknisk utførelse eller gjennomføre en repetisjon i det hele tatt. Den tyngste vekten som forsøkspersonen klarte å løfte med godkjent teknikk ble regnet som dens 1 RM. Kriterier for en godkjent teknikk var 1: Før den konsentriske fasen starter skal albueleddet være maksimalt

ekstendert. 2: Utførelsen starter konsentrisk der stanga curles opp med maksimal kraft. 3: Konsentrisk fase avsluttes når albueleddet er maksimalt flektert. 4: Innen ca. 1-2 sekunder etter den konsentriske fasen skal stanga senkes (eksentrisk) i samme bevegelsesmønster som den konsentriske fasen i revers. 5: Den eksentriske fasen skal ta ca. 2-3 sekunder. 6. Eksentrisk fase avsluttes når albueleddet er igjen helt ekstendert. 7: Ca. skulderbredde fotstilling, 8: Hele kroppen skal stå helt rak under hele løftet (ikke lov å svinge med overkroppen for å skape momentum). 9: Overarmene skal peke rett ned mot gulvet under utførelse av både konsentrisk og eksentrisk fase.

2.3.1.2 RM Triceps Pushdown

Forsøkspersonene testet sin 1 RM i triceps pushdown, stående på nedtrekks apparat. De varmet opp med 10 reps med en belastning de viste eller trodde de klarte å gjennomføre 10-15 repetisjoner. Etter dette fulgte en pause på 2 minutter. Deretter øktes belastningen gradvis samtidig som man kun utførte en repetisjon per økning i belastning. Pausen mellom alle repetisjonene, sett bort fra oppvarmingen var på 3 minutter. Belastningen ble økt helt til forsøkspersonen ikke klarte å gjennomføre en repetisjon med godkjent teknisk utførelse eller gjennomføre en repetisjon i det hele tatt. Den tyngste vekten som forsøkspersonen løfter med godkjent teknikk regnes som dens 1 RM. Kriterier for godkjent teknikk: 1: Utgangsposisjonen er ca. skulderbredde avstand mellom føttene og grepsbredde på stanga med hendene. 2: Kroppen skal være helt rak under hele utførelsen. Overarmene skal peke rett ned mot gulvet under hele utførelsen. 3: Øvelsen starter med en konsentrisk fase og avsluttes med en eksentrisk fase. 4: Før konsentrisk fase starter skal albueleddet være maksimalt flektert. 5: I den konsentriske fasen skal stanga dras ned mot gulvet til albueleddet er maksimalt ekstendert. Da er konsentrisk fase avsluttet. 6: Innen ca. 1-2 sekunder etter den konsentriske fasen er avslutter starter den eksentriske fasen. 7. Den eksentriske fasen har samme bevegelsesbane som den konsentriske fasen i revers, samt at den skal ta ca. 2- 3 sekunder.

2.3.1.3 Antropometrisk måling av overarm

Før og etter treningsperioden ble omkrets av subjektene overarm målt med et uelastisk målebånd. Det ble forsøkt å måle konstant på tykkeste punkt der overarmen er i flekset tilstand. Både høyre og venstre overarm ble målt 3 ganger hver i pre- og post-test og snittet

av de 3 målingene ble notert ned som gjellende data. Omkretsmålingen ble i tillegg gjort på bar hud.

2.4 Treningsperioden

HFTG trente på dag 1 og 2 3x10 (sett x repetisjoner) biceps curl og triceps pushdown. På dag 3 trente de 4x10 på biceps curl og triceps pushdown. De hadde minimum 1 dag pause mellom treningsdagene. LFTG trente 10x10 biceps curl og triceps pushdown en gang i uka på en fast ukedag. Både HFTG og LFTG trente med belastning på 50 % av sin 1 RM i biceps curl og triceps pushdown under hele treningsperioden på 3 uker. Pause mellom alle settene er på 1 min og 30 sekunder for både HFTG og LFTG.

Under treningsperioden fikk forsøkspersonene love å spise som de ellers gjorde men ble anbefalt å spise litt mer enn vanlig for å forsikre om at kaloriinntaket var tilstrekkelig for muskel vekst. Det ble ikke registrert noen data av kostholdet under treningsperioden.

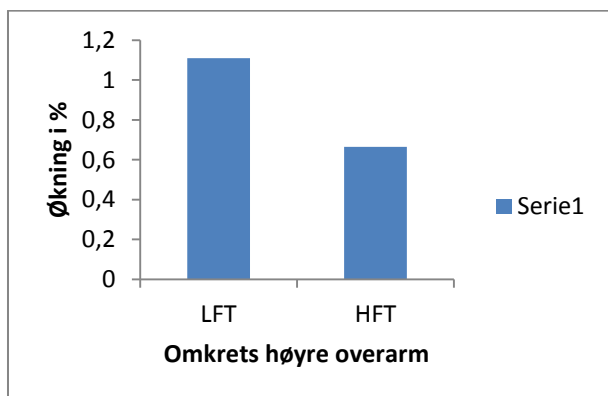
3 Resultat

Det som presenteres i av resultater viser økninger i HFTG og LFTG. I tillegg er kun figurer og tabeller som regnes som relevant for oppgaven er tatt med.

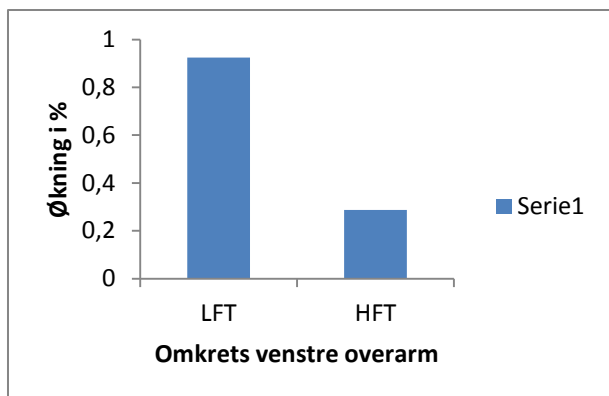
LFTG økte omkrets av høyre overarm med $0,400 \text{ cm} \pm 0,540$, mens HFTG økte med $0,233 \text{ cm} \pm 0,058$. LFTG økte omkrets av venstre arm med $0,333 \text{ cm} \pm 0,493$, mens HFTG økte med $0,100 \text{ cm} \pm 1,70 \cdot 10^{-17}$. I styrketesten 1 RM biceps curl økte LFTG sin 1 RM med $1 \text{ kg} \pm 1,73$, mens HFTG økte med $0,667 \text{ kg} \pm 1,15$. I styrke testen 1 RM triceps pushdown økte LFTG sin 1 RM med $1,67 \text{ kg} \pm 2,89$, mens HFTG økte med $3,33 \text{ kg} \pm 2,89$.

Figur 1. viser økningene i omkrets høyre arm i % til LFTG og HFTG. LFTG økte omkrets av høyre overarm 66,92 % mer en HFTG. Figur 2. viser økningene i omkrets venstre arm i % til LFTG og HFTG. LFTG økte omkrets av venstre overarm 222,3 % mer enn HFTG. Figur 3. viser økning i 1 RM biceps curl i % til LFTG og HFTG. LFTG økte 58,5 % mer en HFTG i 1 RM biceps curl. Figur 4. viser økning i 1 RM triceps pushdown i % til LFTG og HFTG. HFTG økte 54,5 % mer en LFTG i 1 RM triceps pushdown.

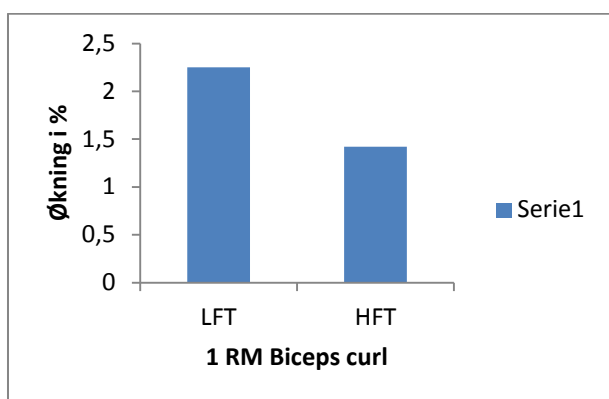
Kort summert hadde LFTG større økning enn HFTG i omkrets av begge overarmer og i 1 RM BC. HFTG hadde derimot større økning i 1 RM triceps curl enn LFTG.



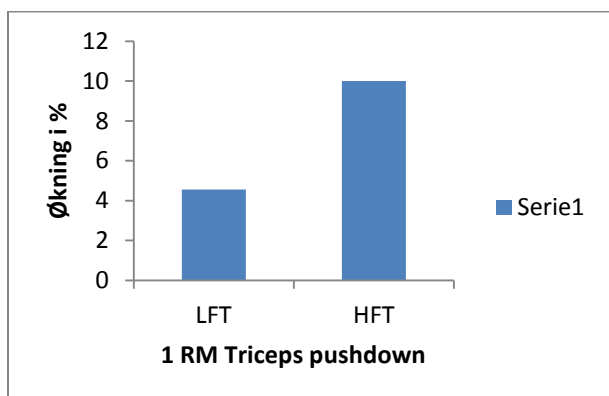
Figur 1: Illustrasjon av økning i omkrets høyre overarm i % for LFTG og HFTG



Figur 2: Illustrasjon av økning i omkrets venstre arm i % for LFTG og HFTG



Figur 3: Illustrasjon av økning i 1 RM biceps curl for LFTG og HFTG



Figur 4: Illustrasjon av økning i 1 RM triceps pushdown for LFTG og HFTG

Tabell 4. viser at de som har under 40 cm omkrets i høyre overarm arm hadde en økning på $0,4 \text{ cm} \pm 0,419$ i høyre overarm. Det utgjør en gjennomsnittlig økning i på 1,14 %. De som hadde over 40 cm omkrets i høyre overarm hadde en økning på $0,2 \text{ cm} \pm 0,141$ i høyre overarm. Dette utgjør en gjennomsnittlig økning på 0,493 %. De som har under 40 cm omkrets i venstre overarm arm hadde en økning på $1,675 \text{ cm} \pm 0,4$ i venstre overarm. Det

utgjør en gjennomsnittlig økning på 5,72%. De over 40 cm på venstre overarm hadde en økning på 0,05 cm \pm 0,071 i venstre overarm. Dette utgjør en gjennomsnittlig økning på 0,123 %.

Tabell 5. viser at de som hadde under 40 cm omkrets i overarmene med 0 kg \pm 0 i 1 RM biceps curl. Dette utgjør en økning på 0 %. De som hadde over 40 cm omkrets i overarmene økte med 2,5 kg \pm 0,707 i 1 RM biceps curl. Dette utgjør en økning på 4,55 %. De med under 40 cm omkrets i overarmen økte med 2,5 kg \pm 2,89 i 1 RM triceps curl. Dette utgjør en økning på 8,33 %. De med over 40 cm omkrets økte med 2,5 kg \pm 3,54 i 1 RM triceps curl. Dette utgjør en økning på 5,56 %.

Tabell 4: Viser gjennomsnitt økning omkrets overarmer til de med over- og under 40 cm omkrets overarm.

	Høyre over arm			Venstre overarm	
	De under 40 cm omkrets arm	De over 40 omkrets arm		De under 40 cm omkrets arm	De over 40 omkrets arm
Gjennomsnitt pre-test cm	33	40,6	Gjennomsnitt pre-test 1 cm	33	40,7
Gjennomsnitt post-test cm	33,4	40,8	Gjennomsnitt post-test cm	34,675	40,75
Gjennomsnitt økning i %	1,14	0,493	Gjennomsnitt økning i %	5,72	0,123

Tabell 5: Viser gjennomsnittlig økning i 1RM BC- og TP for de med over- og under 40 cm omkrets overarm.

	Biceps curl			Triceps curl	
	De under 40 cm omkrets arm	De over 40 omkrets arm		De under 40 cm omkrets arm	De over 40 omkrets arm
Gjennomsnitt pre-test 1 RM	41,1	55	Gjennomsnitt pre-test 1 RM	30	45
Gjennomsnitt post-test 1 RM	41,1	57,5	Gjennomsnitt post-test 1 RM	32,5	47,5
Gjennomsnitt økning i %	0,00	4,55	Gjennomsnitt økning i %	8,33	5,56

4 Diskusjon

4.1 Hovedfunn

Både LFTG og HFTG økte omkrets av overarmene og styrken i 1 RM- biceps curl og triceps pushdown. Hovedfunnene i resultatet var derimot ikke i samsvar med hypotesen. LFTG hadde større økning enn HFTG i overarmene og i 1 RM biceps curl, der man trodde det motsatte ville skje. Det er vanskelig å vite årsaker til dette resultatet med tanke på det som er funnet av tidligere forskning presentert i dette studiet. Som tidligere nevnt hevder Drinkwater et. al. (2005) (29) at det å trene benkpress til utmattelse gir større styrke økning i benkpress 6 RM og 40-kg Smith maskin bench throw power outbut. Det kan tenkes at sjansen for at LFTG oppnådde utmattelse i trent muskulatur under treningsøktene er større enn HFTG. Dette fordi LFTG har et veldig stort volum på den ene økta de har i uka. Det kan i så fall ha vært en faktor som gjorde at LFTG hadde større styrkeøkning enn HFTG i 1 RM biceps curl. Det kan også tenkes at dersom LFTG nådde utmattelse i større grad enn HFTG kan det ha vært en faktor som gjorde at LFTG fikk større økning i omkrets overarm. Dette støttes av studiet til Willardson (2007) (30).

I tillegg er trening utenom treningen i dette studiet ikke tatt høyde for. Det er uvisst hvor stor belastning trening utenom har på hvert enkelt subjekt i studiet. Dette er en variabel som kunne ha gjort at LFTG hadde størst økning i omkrets i begge overarmer og 1 RM biceps curl. Samme variabel kan være årsaken til at HFTG hadde størst økning i triceps pushdown. Dette er kanskje et av studiets største svakheter.

Et annet resultat i dette studiet var kanskje mer forventet. De som hadde under 40 cm omkrets rundt overarmene hadde større økning i omkrets overarm enn de som hadde over 40 cm omkrets rundt overarmen. Enoksen et. al., (2007) (1) hevder at for utrente personer vil muskelmasseøkningen være relativt rettlinjet i starten. Etter hvert som man blir godt styrketrent, kan man forvente en gradvis mindre økning i muskeltversnitt. Sannsynligvis fordi man nærmer seg en øvre grense for hvor store musklene kan bli som følge av trening. I snitt hadde de med over 40 cm omkrets i høyre over arm 7,6 cm større omkrets enn de med under 40 cm i høyre overarm, i pretesten. På venstre overarm var snittdifferansen 7,7 cm. Dermed kan det tenkes at de med over 40 cm omkrets rundt overarmene var nærmere sin øvre grense en de under 40 cm rundt armene, for hvor stort deres muskler kan bli. Dermed

kan det ha vært en faktor som gjorde at de med under 40 cm omkrets overarm hadde størst økning i muskeltversnitt.

4.2 Øvrige svakheter ved studiet

Det finnes flere variabler som kunne ha påvirket resultatet i studiet. Som nevnt tidligere var trening utenom en variabel som i stor grad kunne påvirket resultatet.

4.2.1 Kostholdet

Det at kostholdet ikke ble registrert gjør det vanskelig å vite om subjektene hadde tilstrekkelig kost for å fremme vekst av muskeltversnitt og styrke. Trening alene resulterer nødvendigvis ikke i hypertrofi eller styrkeøkning dersom kostholdet ikke er tilrettelagt for det. Det kan tenkes at desto bedre kostholdet er tilrette lagt i forhold til treninga, vil hypertrofisk effekt og styrkeøkning være mer optimal. Muligens kunne LFTG ha hatt et mer optimalt kostholdt enn HFTG gjennom studiet som igjen gjorde at LFTG fikk bedre framgang i omkrets overarm og i styrketesten 1 RM BC. Det at kostholdet til subjektene ikke ble kontrollert i denne studien gjør at studien får en dårligere indre validitet.

4.2.2 Målinger

Man vet ikke helt sikkert om økning i omkrets overarm til begge grupper skyldes økning av muskeltversnitt eller fett. Om man hadde brukt fettklype og formler for å regne ut fett prosent pre- og post-test, ville man muligens hatt en bedre indikasjon om økningen i omkrets overarm skyldes økt- muskeltversnitt eller fettvev. Likevel kan man anta at begge grupper økte i muskeltversnitt i og med at økt muskeltversnitt vil kunne bidra til styrkeøkning. Høyde og vekt burde også ha blitt målt før og etter treningsperioden for å gi en bedre beskrivelse av kroppskomposisjonen til subjektene. Dette gir studiet dårligere indre validitet.

4.2.3 Restitusjon

Restitusjon som regnes som en viktig faktor for optimal fysiologisk adaptasjon til trening, ble heller ikke kontrollert i dette studiet. Antall timer søvn pr døgn samt stressnivå og andre daglig aktivitet ble ikke registret og kunne ha påvirket resultatene. Dette bidrar til at studiet får mindre indre validitet.

4.2.4 Utvalget

Størrelsen på utvalget var kun 6. Dette gjør at studien får lav statistisk power og blir sett på som mindre representativ for populasjon.

4.3 Oppsummering av diskusjon

LFTG økte mer en HFTG i omkrets overarm og biceps curl. Noe som var uventet. Det kan tenkes at dette resultatet var kan ha vært forårsaket av en rekke variabler som er nevnt i diskusjon. Trening utenom treningen i studiet kan ha vært en viktig variabel for dette. Det kan også ha vært variabelen til at HFTG økte mer en LFTG i 1 RM TC. De under 40 cm omkrets i overarmene hadde størst omkrets økning i begge overarmer. Noe som kunne tenkes var et tegn på at de var lengre fra sin øvre grense enn de over 40 cm omkrets overarm, for hvor stor muskeltversnittet kan bli. Dette gjorde at det var forventet at de under 40 cm omkrets overarm skulle ha større framgang på omkrets overarm.

4.4 Konklusjon

Resultatene i dette studiet heller mot at LFT gir større hypertrofi effekt enn HFT. Det er interessant at dette går mot tidligere forskning som er funnet, selv om studiet har en del svakheter. Man kan derimot ikke konkludere med at LFT gir større styrke framgang enn HFT siden HFT resulterte i størst 1 RM TC økning. Det ville likevel ha vært interessant å kunne gjort et liknende eksperiment på nytt der flere av nevnte svakheter med dette studiet ble kontrollert for så å se om resultatene fortsatt ville ha blitt som de ble. Det ville gitt et bedre svar om hva som er mest effektivt av LFT eller HFT både hypertrofi og styrkeøkning.

5 Referanse

- 1) Eystein Enoksen, Espen Tønnesen, Leif Inge Tjelta, 2007, Styrketrening - i individuelle idretter og ballspill, Høyskoleforlaget AS – Norwegian Academic Press
- 2) Viktor L. Katch, William D. McArdle, Frank I. Katch, 2011, Essentials of exercise physiology fourth edition, Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business
- 3) Arthur Drechsler, 1998, The Weightlifting Encyclopedia: A Guide to World Class Performance, A is A Communications
- 4) Arnold Schwarzenegger, 1999, The New Encyclopedia of Modern Body Building, Simon & Schuster
- 5) Irene L. Hulse, 1977 Muscle Digest, Volume 1, Number 7 Review of Pumping Iron
- 6) Brad J. Schoenfeld, 2010, The Mechanisms of Muscle Hypertrophy and their Application to Resistance Training, Journal of Strength and Conditioning Research
- 7) Hornberger TA and Chien S, 2006, Mechanical stimuli and nutrients regulate rapamycin-sensitive signaling through distinct mechanisms in skeletal muscle, J Cell Biochem
- 8) Vandenburg HH, 1987, Motion into mass: How does tension stimulate muscle growth, Med Sci Sports Exerc
- 9) Cote C, Simoneau JA, Lagasse P, Boulay M, Thibault MC, Marcotte M, Bouchard C, 1998, Isokinetic strength training: do they induce skeletal muscle fiber hypertrophy, Arch Phys Med Rehabil
- 10) Evans WJ, 2002, Effects of exercise on senescent muscle, Clin Orthop Relat Res
- 11) Schott J, McCully K, Rutherford OM, 1995, The role of metabolites in strength training. II. Short versus long isometric contractions, Eur J Appl Physiol Occup Physiol
- 12) Campos GE, Luecke TJ, Wendeln HK, Toma K, Hagerman FC, Murray TF, Ragg KE, Ratamess NA, Kraemer WJ and Staron RS, 2002, Muscular adaptations in response to three different resistance training regimens: specificity of repetition maximum zones, Eur J Appl Physiol
- 13) Krieger JW, 2010, Single vs. multiple sets of resistance exercise of muscle hypertrophy: A meta-analysis, J Strength Cond Res
- 14) Schwab R, Johnson GO, Housh TJ, Kinder JE, and Wier JP, 1993, Acute effects of different intensities of weightlifting on serum testosterone, Med Sci Sports Exerc
- 15) Kremer WJ, Marchitelli L, Gordon SE, Herman E, Dziados JE, Mello R, Frykman P, McCurry D, and Fleck SJ, 1990, Hormonal and growth factor response to heavy resistance exercise protocols, J Appl Physiol
- 16) Kremer WJ, and Ratamess N. A., 2004, Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription, Med Sci Sports Exerc
- 17) Steve Shaw, The Ultimate Muscle Building Split Reference Guide <http://www.muscledandstrength.com/articles/the-ultimate-muscle-building-split-reference-guide.html>
- 18) Michael H. Thomas, 2011, INCREASING LEAN MASS AND STRENGTH: A COMPARISON OF HIGH FREQUENCY STRENGTH TRAINING TO LOW FREQUENCY STRENGTH TRAINING, University of Central Missouri

- 19) Tipton KD and Wolfe RR, 2001, Exercise, protein metabolism, and muscle growth, *Int J Sport Nutr Exerc Metab*
- 20) Vinod Kumar, Philip Atheron, Kenneth Smith, Michael J. Rennie, 2009, Human muscle protein synthesis and breakdown during and after exercise, *J Appl Physiol*
- 21) McDougall JD, Gibala MJ, Tarnopolsky MA, MacDonald JR, Interisano SA, Yarasheski KE, 1995, The time course for elevated muscle protein synthesis following heavy resistance exercise, *Can J Appl Physiol*
- 22) Håvard Wiig, Truls Raadstad, Jostein Hallen, Jens Bosjen- Møller, Gøran Paulsen, Olivier Seynnes, Tron Krosshaug, Tormod Skogstad Nilsen, Ina Garthe, 2012, 8th International Conference on Strength training
- 23) Wernborm M, Augustsson Jesper and Tomeè R, 2007, The Influence of Frequency, Intensity Volume and Mode of Strength Training on Whole Muscle Cross-Sectional Area in Humans, *Sports Med*
- 24) Eric J. Drinkwater, Trent W. Lawton, Rod P. Lindsell, David P. Pyne, Patrick H. Hunt, and Michael J. McKena, 2005, Training Leading to Repetition Failure Enhances Bench Press Strength Gains in Elite Junior Athletes, *J Strength Cond Res*
- 25) Jeffrey M. Willardson, 2007, The Application of Training to Failure in Prioritized Multiple-set Resistance Exercise Programs, *J Strength Cond Res*