

# Arbeidskrav 6

Johan-Olav Botn

## Introduksjon

Det å kontrollere treningsvariablar blir sett på som ein av dei mest avgjerande faktorane for å maksimere muskelhypertrofi etter styrketrening (B. J. Schoenfeld et al. 2017; B. Schoenfeld and Grgic 2018; B. J. Schoenfeld, Ogborn, and Krieger 2016 & schoenfeld2016b). Variablar slik som treningsvolum, intensitet, restitusjon, val av øvingar og rekkjefølge på desse, kontraksjonshastighet og frekvens på treningsøktar spelar inn på kva treningseffekt ein sit igjen med etter økta ("Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults" 2009). I tillegg spelar genetiske, epigenetiske og miljemessige faktorar inn på korleis treningsresponsen blir (Morton et al. (2017)). Sidan mangel på tid blir uttrykt som eit stort hinder for å gjennomføre eit treningsprogram (Choi et al. 2017), har fleire studiar undersøkt om kva minstekravet for treningsdoser for å få eit adekvat treningsstimuli.

I litteraturen ser ein alt i frå ein stor fordel med 3 sett per muskelgruppe i forhold til 1 sett (Stowers et al. 1983), til ingen forskjell mellom 3 og 1 sett (SCHLUMBERGER, STEC, and SCHMIDTBLEICHER 2001). Dette kan forklarast med fleire metodiske feil som har blitt gjort for å belyse dette temaet. Enkelte studiar har gjennomført berre ein pre-test Starkey et al. (1996) som seier ingenting om reliabiliteten til baseline-data. I fleire studiar som ser på forskjellen mellom eit og tre sett er det forskjell i treningsintensitet SANBORN et al. (2000) og øvingar Messier and Dill (1985). Når målet er å samanlikne effekten ulike treningsvolum har på den maksimale styrken må alle andre treningsvariablar holdast så lik som mogleg. Tar ein i tillegg høgde for relative få deltakarar og den store forskjellen i treningsrespons blant individ vil dette i sum vere med på å forklare kvifor det er så varierende resultat i litteraturen. Eit studiedesign med fokus på intra-individue forskjellar på treningsrespons vil kunne lindre desse avgrensingane.

Denne studien ynskjer å samanlikne effekten av treningsprotokollane: singelserie (1 sett) og multiserie (3 sett) har på muskelstyrke (1RM) og muskelmasse for utrente personar.

## Metode

### Deltakarar

Det vart rekruttert 41 mannlige og kvinnelige deltakarar til å delta i studien, med eitt kriterium om å vere ikkje-røykarar og mellom 18 og 40 år. Eksklusjonskriterium var intoleranse mot lokal bedøving, redusert muskelstyrke på grunn av tidlegare eller noverande skader, gjennomført meir enn éin styrkeøkt i veka det siste året før intervensjonen, og bruk av medisinar som kan påverke tilpassingar til styrketrening. Alle deltakarane hadde tidlegare erfaring med idrettsaktivitetar, som til dømes lagsportar, langrenn og turn. Karakteristikkane til deltakarane blir vist i Tabell 1.

Table 1: Karakteristikkar forsøkspersonar ved pre- og post-test

time	Alder(år)	Høgde(cm)	Vekt(kg)
post	NA	175.40	72.50
pre	22.91	174.96	70.57

### Studiedesign og treningsintervensjon

Intervensjonen bestod av 12 veker med heilkroppss styrketrening gjennomført mellom september og november. For å undersøke skilnadane i treningsvolum innanfor kvar deltakar, vart beinøvingane gjennomførte unilateralt. Deltakarane sine bein vart dermed tilfeldig tildelte ein serie på det eine beinet og tre seriar på det andre beinet for kvar øving. Dette gjorde det mogleg for alle deltakarane å gjennomføre både 1 og 3 seriar. Muskelstyrken til deltakarane vart målt ved baseline, undervegs (veke 3, 5 og 9) og etter intervensjonen. Kroppssamansetjinga til deltakarane vart målt rett før og etter treningsintervensjonen.

Før kvar treningsøkt vart det gjennomført ein standard oppvarmingsprotokoll på 5 minutt på ergometersyssel, etterfulgt av 10 repetisjonar av ulike kroppsvektøvingar i tillegg til eit sett med 10 repetisjonar ved ~50% av 1RM for kvar motstandsøving. Beinøvingane vart gjennomførte i same rekkefølge kvar økt, enten som eitt sett eller tre sett. Pausetida var mellom 90-180 sekund. Treningsmotstanden auka gradvis gjennom intervensjonen med ein start på 10RM dei første to vekene, etterfulgt av 8RM i tre veker og 7RM i sju veker. Gjennomsnittleg tal overvaka økter var 91% av gjennomførte økter. På dei øktene som ikkje var overvaka, fekk deltakarane beskjed om å føre detaljerte loggar. Desse vart kontrollerte for å sikre framgang og etterleving av protokollen.

## Testing

I samband med studien vart det gjennomført testar av både muskelstyrke, muskeltverrsnitt, kroppssamansetjing, hormonmålingar, biopsi av muskelvev, immunhistokjemi og proteinanalyse.

## Muskelstyrke

Det vart gjennomført styrketestar av isometrisk og isokinetisk unilateral kneekstensjon målt ved eit dynamometer. Deltakarane vart testa i maksimalt isokinetisk dreiemoment ved 60°, 120° og 240° s-1 fart. Deltakarane fekk fleire forsøk ved kvar fart. Høgaste verdien for kvar fart vart brukt i analysane. MFK-dreiemoment vart målt ved ein knevinkel på 30°, etter isokinetisk testing. Her fekk deltakarane beskjed om å presse med maksimal kraft i 5 sekund. Dei fekk to forsøk, med 30 sekund pause mellom. Beste forsøk vart brukt i analysane. Maksimal styrke i kneekstensjonen vart målt som 1RM i unilateral beinpress og kneekstensjon. Testen starta med ei spesifikk oppvarming i kvar øving på 10, 6 og 3 repetisjonar på 50, 75 og 85% av antatt 1RM. Deretter vart 1RM funnen ved å gradvis auke vekten, til vekten ikkje kunne løftast med full “range of motion” lenger. Det høgaste godkjende løftet vart sett som 1RM, og deltakarane hadde fire til seks forsøk på kvar øvelse. Ved baseline vart både 1RM, isokinetisk og isometrisk styrketestar gjennomført i to omgangar med minst fire dagars mellomrom. Dei beste verdiane vart brukt i dei statistiske analysane. Styrketestane vart skilde med minst 48 timar frå treningsøkta. Alle dei tre testane utgjorde til saman ein kombinert poengsum for utrekning av muskelstyrke.

## Muskeltverrsnitt og kroppssamansetjing

Det vart gjort målingar av muskeltverrsnittet av knestrekkerane (vastus lateralis, medialis, intermedius og rectus femoris) både før og etter intervensjonen ved bruk av magnetisk resonans (MR). Tverrsnittet vart målt på nøyaktig same stad begge gongene for kvar deltakar. Kroppssamansetjinga vart målt før og etter intervensjonen ved bruk av dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). DXA vart teke to dagar etter siste styrketreningsøkt, og deltakarane måtte faste dei siste 2 timane og unngå hard fysisk aktivitet dei siste 48 timane.

## Statistikk og analyse

Dei statistiske analysane vart utførte i R Studio. For å sjå på effekten av treningsvolum på maksimal styrke (målt ved 1RM i beinpress) og muskelhypertrofi vart det brukt ein mixed linear model (MLL). Her er muskelstyrke og muskelmasse den avhengige variabelen, medan tidspunkt og sett er den uavhengige. Statistisk signifikans vart sett til  $<0.05$ . I dataanalysane vart sju deltakarar ekskluderte fordi dei ikkje fullførte 85% av dei planlagde treningsøkta av ulike årsaker.

## Resultat

Resultata viser at både single-sett og multiple-sett gir auka muskelstyrke, målt som 1RM i beinpress, over ein 12 veker lang treningsperiode, sjå Figur 1. I tillegg ser vi ei auka muskelmasse for begge gruppene, sjå Figur 2. Likevel kan vi sjå av Tabell 2 at auka i den maksimale muskelstyrken ikkje kjem av skilnader i talet på sett, så lenge det ikkje vart observert ein effekt mellom gruppene i 1RM i beinpress. I same tabell kan vi sjå at auka i fettfri masse var større for dei som trente multiple-sett enn dei som trente single-sett.

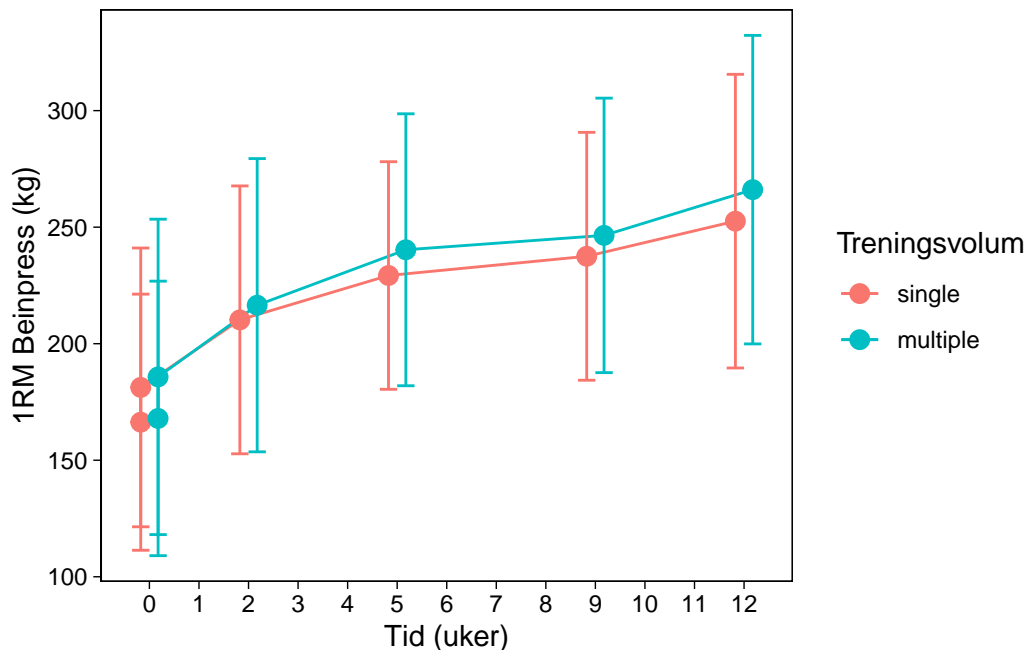


Figure 1: Volumavhengige endringar i 1RM beinpress i veke 0, 2, 5, 9 og 12

Table 2: Oversikt over effektane av styrketrening med single- og multiple-sett på 1RM beinpress og feittfri kroppsmasse analysert av LMMs. Tid:Gruppemultiple viser til forskjellar av stigningstal mellom gruppene. SE = standardfeil og DF = frihetsgrader.

Koeffisienter	Estimat	SE	DF	t.verdi	p.verdi
<i>1RM Beinpress</i>					
Intercept	182.57	10.19	35.19	17.91	0.00
Tid	6.42	0.35	314.03	18.47	0.00
Gruppemultiple	2.92	3.06	313.98	0.96	0.34
Tid:Gruppemultiple	0.71	0.49	314.00	1.45	0.15

### *Fettfri Masse*

Intercept	8,603.53	353.07	33.68	24.37	0.00
Tid	289.06	58.01	99.00	4.98	0.00
Gruppemultiple	-14.53	58.01	99.00	-0.25	0.80
Tid:Gruppemultiple	-137.32	58.01	99.00	-2.37	0.02

## Diskusjon

Denne studien har vist at over ein 12-vekers treningsintervensjon vil både single-sett (1-sett) og multiple-sett (3-sett) gje ein effekt i form av auke i tal kg i 1RM i øvinga beinpress. Effekten av single-sett og multiple-sett var tilsvarende lik. Deltakarane i studien er definert som utrente ved at dei berre har gjennomført ei styrkeøkt i veka i året før intervensjonen. Det kan dermed tenkast at eit sett er eit tilstrekkeleg stimuli for menneskjer på dette treningsnivået for å oppnå hypertrofi. Litteraturen viser sprikande resultat med Carpinelli (2002) som viste størst effekt ved single-sett, mens Krieger (2010) og Radaelli et al. (2015) viste større effekt ved multiple-sett. For menneskjer som sliter med å komme i gang med regelmessig trening på grunn av manglande tid så viser denne studien at ein kan få tilstrekkelig effekt av å trene eit sett per muskelgruppe.

Det var ein signifikant forskjell i endring i kroppsamsanetning mellom single-sett og multiple-sett. Multiple-sett fekk ein signifikant større auke i feittfri kroppsmasse i forhold til single-sett. Dette er noko litteraturen er samd om (Krieger 2010; Sooneste et al. 2013; Radaelli et al. 2015; Kelly et al. 2007).

Ein kan konkludere med at både single-sett og multiple-sett gjev auka muskelstyrke og auka muskelmasse for utrente personar. Likevel så viser denne studien at multiple-sett vil vere å føretrekke grunna den overlegne effekten på utviklinga av muskelmasse.

## Litteraturliste

- Carpinelli, R N. 2002. "Berger in Retrospect: Effect of Varied Weight Training Programmes on Strength." *British Journal of Sports Medicine* 36 (5): 319–24. <https://doi.org/10.1136/bjism.36.5.319>.
- Choi, Jaesung, Miyoung Lee, Jong-koo Lee, Daehee Kang, and Ji-Yeob Choi. 2017. "Correlates Associated with Participation in Physical Activity Among Adults: A Systematic Review of Reviews and Update." *BMC Public Health* 17 (1). <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4255-2>.
- Kelly, Stephen B., Lee E. Brown, Jared W. Coburn, Steven M. Zinder, Lisa M. Gardner, and Diamond Nguyen. 2007. "The Effect of Single Versus Multiple Setson Strength." *The Journal of Strength and Conditioning Research* 21 (4): 1003. <https://doi.org/10.1519/r-22356.1>.

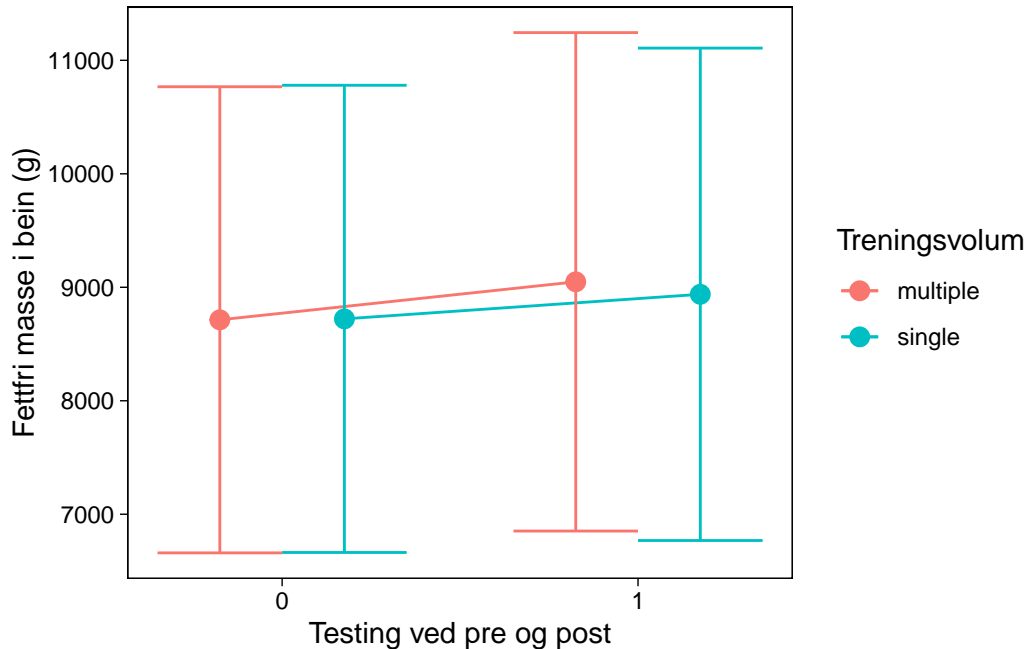


Figure 2: Volumavhengig endringer i feittfri masse mellom pre og post-test

- Kramer, James B., Michael H. Stone, Harold S. OBryant, Michael S. Conley, Robert L. Johnson, David C. Nieman, Darren R. Honeycutt, and Thomas P. Hoke. 1997. "Effects of Single Vs. Multiple Sets of Weight Training: Impact of Volume, Intensity, and Variation." *The Journal of Strength and Conditioning Research* 11 (3): 143. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(1997\)011%3C0143:eosvms%3E2.3.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(1997)011%3C0143:eosvms%3E2.3.co;2).
- Krieger, James W. 2010. "Single Vs. Multiple Sets of Resistance Exercise for Muscle Hypertrophy: A Meta-Analysis." *Journal of Strength and Conditioning Research* 24 (4): 1150–59. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181d4d436>.
- MARX, JAMES O., NICHOLAS A. RATAMESS, BRADLEY C. NINDL, LINCOLN A. GOTSALK, JEFF S. VOLEK, KEIICHIRO DOHI, JILL A. BUSH, et al. 2001. "Low-Volume Circuit Versus High-Volume Periodized Resistance Training in Women." *Medicine and Science in Sports and Exercise*, April, 635–43. <https://doi.org/10.1097/00005768-200104000-00019>.
- Messier, Stephen P., and Mary Elizabeth Dill. 1985. "Alterations in Strength and Maximal Oxygen Uptake Consequent to Nautilus Circuit Weight Training." *Research Quarterly for Exercise and Sport* 56 (4): 345–51. <https://doi.org/10.1080/02701367.1985.10605339>.
- Morton, Robert W, Kevin T Murphy, Sean R McKellar, Brad J Schoenfeld, Menno Henselmans, Eric Helms, Alan A Aragon, et al. 2017. "A Systematic Review, Meta-Analysis and Meta-Regression of the Effect of Protein Supplementation on Resistance Training-Induced Gains in Muscle Mass and Strength in Healthy Adults." *British Journal of Sports Medicine* 52 (6): 376–84. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097608>.

- “Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults.” 2009. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 41 (3): 687–708. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181915670>.
- Radaelli, Regis, Steven J. Fleck, Thalita Leite, Richard D. Leite, Ronei S. Pinto, Liliam Fernandes, and Roberto Simão. 2015. “Dose-Response of 1, 3, and 5 Sets of Resistance Exercise on Strength, Local Muscular Endurance, and Hypertrophy.” *Journal of Strength and Conditioning Research* 29 (5): 1349–58. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000758>.
- SANBORN, KIMBERLY, RHONDA BOROS, JOE HRUBY, BRIAN SCHILLING, HAROLD S. OBRYANT, ROBERT L. JOHNSON, TOMMY HOKE, MEG E. STONE, and MICHAEL H. STONE. 2000. “Short-Term Performance Effects of Weight Training with Multiple Sets Not to Failure Vs. A Single Set to Failure in Women.” *The Journal of Strength and Conditioning Research* 14 (3): 328. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2000\)014%3C0328:stpeow%3E2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2000)014%3C0328:stpeow%3E2.0.co;2).
- SCHLUMBERGER, ANDREAS, JUSTYNA STEC, and DIETMAR SCHMIDTBLEICHER. 2001. “Single- Vs. Multiple-Set Strength Training in Women.” *The Journal of Strength and Conditioning Research* 15 (3): 284. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2001\)015%3C0284:svmsst%3E2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2001)015%3C0284:svmsst%3E2.0.co;2).
- Schoenfeld, Brad J., Jozo Grgic, Dan Ogborn, and James W. Krieger. 2017. “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): 3508–23. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002200>.
- Schoenfeld, Brad J., Dan Ogborn, and James W. Krieger. 2016. “Dose-Response Relationship Between Weekly Resistance Training Volume and Increases in Muscle Mass: A Systematic Review and Meta-Analysis.” *Journal of Sports Sciences* 35 (11): 1073–82. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1210197>.
- Schoenfeld, Brad, and Jozo Grgic. 2018. “Evidence-Based Guidelines for Resistance Training Volume to Maximize Muscle Hypertrophy.” *Strength & Conditioning Journal* 40 (4): 107–12. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000363>.
- Seaborne, Robert A., Juliette Strauss, Matthew Cocks, Sam Shepherd, Thomas D. O’Brien, Ken A. van Someren, Phillip G. Bell, et al. 2018. “Human Skeletal Muscle Possesses an Epigenetic Memory of Hypertrophy.” *Scientific Reports* 8 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-20287-3>.
- Sooneste, Heiki, Michiya Tanimoto, Ryo Kakigi, Norio Saga, and Shizuo Katamoto. 2013. “Effects of Training Volume on Strength and Hypertrophy in Young Men.” *Journal of Strength and Conditioning Research* 27 (1): 8–13. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3182679215>.
- Starkey, David B., Michael L. Pollock, Yoshi Ishida, Michael A. Welsch, William F. Brechue, James E. Graves, and Matthew S. Feigenbaum. 1996. “Effect of Resistance Training Volume on Strength and Muscle Thickness.” *Medicine & Science in Sports & Exercise* 28 (10): 1311–20. <https://doi.org/10.1097/00005768-199610000-00016>.
- Stowers, Tim, Jim McMillan, Dwight Scala, Voris Davis, Dennis Wilson, and Mike Stone. 1983. “The Short-Term Effects of Three Different Strength-Power Training Methods.” *National Strength & Conditioning Association Journal* 5 (3): 24. <https://doi.org/10.1519/0744->

0049(1983)005%3C0024:tsteot%3E2.3.co;2.

Timmons, James A. 2011. "Variability in Training-Induced Skeletal Muscle Adaptation." *Journal of Applied Physiology* 110 (3): 846–53. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00934.2010>.