

Bjørnar Jakobsen Unhjem

Effektene av supersett-styrketrening sammenlignet med tradisjonell styrketrening: en randomisert kontrollert studie

Masteroppgave i Bevegelsesvitenskap

Veileder: Vegard Moe Iversen

Juni 2020

Bjørnar Jakobsen Unhjem

Effektene av supersett-styrketrening sammenlignet med tradisjonell styrketrening: en randomisert kontrollert studie

Masteroppgave i Bevegelsesvitenskap
Veileder: Vegard Moe Iversen
Juni 2020

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for medisin og helsevitenskap
Institutt for nevromedisin og bevegelsesvitenskap

Abstrakt

Introduksjon: Styrketrening er vist å være helsefremmende, likevel deltar kun $\frac{1}{5}$ av befolkningen regelmessig i noen form for styrketrening. Mangel på tid oppgis ofte som en fremtredende faktor til at folk ikke trener styrketrening. Superset-styrketrening er en tidseffektiv treningsform hvor du parer to øvelser sammen og opptil halverer treningstiden. Målet for denne studien var å undersøke de kroniske effektene på utfallsvariablene 1RM beinpress, 1RM nedtrekk og absolutt kg muskelmasse, ved å sammenligne superset styrketrening med en tradisjonell styrketreningsform.

Metode: Vi rekrutterte 30 unge menn og kvinner til en 14 uker lang randomisert kontrollert studie (testledere blindet). Deltakerne gjennomgikk først en tilpasningsperiode på tre uker (5 treningsøkter) før baseline-tester ble gjennomført i forkant av uke 4. Deltakerne ble deretter randomisert i en av to treningsintervensjoner, hvorav den ene gruppen trente et superset styrketreningsprogram (SSG; n=13) og den andre gruppen trente et tradisjonelt styrketreningsprogram (TSG; n=13). Etter en 10 ukers treningsintervensjon med to treningsøkter i uken ble post-tester gjennomført i uke 14.

Resultat: Data er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik. 24 deltakere fullførte baseline og post-tester og ble inkludert i analysene. SSG og TSG økte signifikant fra baseline til post-test for samtlige variabler (Beinpress; SSG $20 \pm 5\%$, TSG $18 \pm 9\%$, begge $p < 0.01$), (Nedtrekk; SSG $14 \pm 5\%$, TSG $21 \pm 12\%$, begge $p < 0.01$), (Muskelmasse; SSG $1.8 \pm 1.9\%$, TSG $0.9 \pm 1.3\%$, begge $p < 0.05$). Ingen signifikante forskjeller ble observert mellom gruppene i beinpress ($p=0.54$), og muskelmasse ($p=0.18$). For nedtrekk var det en sterk tendens mot en signifikant forskjell i favør TSG ($7 \pm 6\%$, $p=0.06$).

Konklusjon: Denne studien tyder på at superset-trening kan gi sammenlignbare fremganger i muskelmasse og muskelstyrke som tradisjonell trening. Samtidig gir resultatene forsiktige indikasjoner på at tradisjonell trening kan være mer effektivt for å øke styrken i nedtrekk.

Abstract (English version)

Introduction: Resistance training is shown to be health beneficial, however only 1/3 of the population participates in resistance training on a regular basis. One of the most common barriers to refrain from resistance training participation is lack of time. Superset strength training is a time-efficient training method, in which you combine two exercises and almost halves the training time. The objective of this current study was to investigate the chronic effects on the outcomes 1RM leg press, 1RM lateral pulldown and absolute kg muscle mass, comparing superset strength training to traditional training method.

Methods: We recruited 30 young men and women to participate in a fourteen week-long randomized controlled trial (Test leader-blinded). Prior to the training intervention, participants underwent a three-week (5 sessions) familiarization phase, followed by baseline testing in the last session in week three (session 6). Participants were then randomly allocated to one of two training interventions, whereby one trained superset training (SSG; n=13) and the other trained a traditional training method (TTG; n=13). After ten weeks of training to times a week, the participants underwent post testing in week 14.

Results: Data presented as mean \pm standard deviation. 24 participants completed baseline and posttests and were included in the final analyses. Both groups significantly increased from baseline to posttests in all outcomes (Leg press; SSG $20 \pm 5\%$, TTG $18 \pm 9\%$, both $p < 0.01$), (Lateral pulldown; SSG $14 \pm 5\%$, TTG $21 \pm 12\%$, both $p < 0.01$), (Muscle mass; SSG $1.8 \pm 1.9\%$, TTG $0.9 \pm 1.3\%$, both $p < 0.05$). However, no significant differences were observed between the groups in the outcomes leg press ($p=0.54$), and muscle mass ($p=0.18$). For the lateral pulldown a tendency was observed in favor of the TTG ($7 \pm 6\%$, $p=0.06$).

Conclusion:

These findings suggest that superset strength training could provide similar increases in terms of muscle strength and muscle mass, compared to traditional training. This study also gave some cautious indications that the traditional training could be more effective for increasing strength in the lateral pulldown.

Acknowledgement/forord

Denne studien var finansiert av Norges teknisk- naturvitenskaplige universitet (NTNU), og ingen interessekonflikter er erklært av forfatteren. Først og fremst vil jeg gjerne rette en spesiell takk til deltakerne som frivillig deltok i denne studien og medvirket til masteroppgaven min. En spesiell takk går også til veilederne Vegard Moe Iversen (hovedveileder) og Marius Steiro Fimland (bi-veileder) som har hjulpet og inspirert meg med sin lidenskapelige kunnskap innen fagfeltet gjennom de to siste årene i arbeidet med denne oppgaven. En annen som fortjener en stor takk er medstudent Vemund Bakken Eide. Jeg er svært takknemlig for samarbeidet vårt det innværende studieåret, og jeg har satt umåtelig stor pris på alt fra givende diskusjoner, til det å være jobbe sammen for et felles mål. Til slutt ønsker jeg å takke min samboer og øvrig familie, for støtte gjennom et lærerikt og tidvis krevende studieår.

Bjørnar Jakobsen Unhjem

Trondheim, Juni 2020

Innholdsfortegnelse

Abstrakt	I
Abstract (English version)	II
Acknowledgement/forord	III
Introduksjon	1
Metode	4
Studiebeskrivelse	4
Studiedeltakere	5
Utfallsmål	6
Øvelsesbeskrivelse	6
<i>Beinpress</i>	6
<i>Nedtrekk</i>	6
Tilpasningsperiode uke 1-3	7
Treningsintervensjon uke 4-13	8
Testing av 1RM og kroppskomposisjon	9
Statistiske analyser	10
Resultater	11
Deltakere	12
1RM beinpress	12
1RM nedtrekk	12
Absolutt kg muskelmasse	12
Diskusjon	15
Muskelstyrke	15
Muskelmasse	16
SS vs. TS	17
Styrker og begrensinger	21
Praktiske implikasjoner	22
Konklusjon	22
Referanser	23
Vedlegg samtykkeskjema	28

Introduksjon

Verdens helseorganisasjon (WHO), det norske helsedirektoratet (HD) og American College of Sports Medicine (ACSM) anbefaler deltagelse i styrketrening 2-3 ganger i uken (1–3) . Styrketrening er vist å ha helsefremmende effekt blant annet gjennom å øke muskelmasse, muskelstyrke og bedre fysisk funksjonsevne (1,4). Dessverre er det ikke alle som følger disse anbefalingene. En studie fra USA tyder på at opp mot 80% av befolkningen ikke deltar i noen form for styrketrening på jevnlig basis (5). Lignende tall fra Australia viser til at kun 14 % av befolkningen deltok i gym-basert styrketrening den siste uken (6). Tiltak som kan øke deltakelsen i styrketrening vil kunne ha positiv effekt på folkehelsen, da tilstrekkelig muskelstyrke er vist å være en viktig faktor for god helse (7,8).

Mangel på tid oppgis ofte som årsak for ikke å bedrive styrketrening (9,10). ACSM anbefaler at styrketrening gjennomføres med 8-12 repetisjoner , 1-3 serier/sett (1). Øktene bør inneholde øvelser som tar for seg hele kroppen, og minst én øvelse for hver av de store muskelgruppene. I tillegg anbefales pauser på 2-5 minutter (min) mellom hver serie. ACSM anbefaler at styrketreningen gjennomføres med en belastning på minimum 60% (<15 repetisjoner) av en repetisjon maksimum (1RM). Denne måten å trene på blir heretter referert til som tradisjonell styrketrening (TS).

TS er en god og kvalitetssikret måte å gjennomføre styrketrening på, men den er noe tidkrevende. Hvis anbefalingene til ACSM følges til punkt og prikke kan en treningsøkt ta opptil flere timer å gjennomføre. Et viktig tiltak for å øke deltakelsen i styrketrening kan være å etablere retningslinjer som er mindre tidkrevende.

I et styrketreningsprogram er det ulike variabler som kan manipuleres for å forme øktene etter ønske og formål. Treningsintensitet reguleres som oftest ved å endre ytre belastning og/eller varighet på pausene. Pausetid er en akutt treningsvariabel som kan manipuleres for å forkorte varigheten av en treningsøkt (11). Derfor kan superset-styrketrening (SS), hvor man manipulerer pausetiden være et interessant alternativ til TS.

SS kan potensielt være en tidseffektiv treningsmetode, ettersom flere studier har vist at denne måten å trene på nesten halverer treningsvarigheten sammenlignet med TS (12–16). I SS trener man to eller flere øvelser med kort eller ingen pause mellom de parede seriene (12,17).

Den vanligste måten å pare øvelser på innen SS, er å pare øvelser som stimulerer motvirkende muskelgrupper som f.eks. biceps og triceps. Dette refereres ofte til som agonist-antagonist trening. Agonist-antagonist trening er også den formen for SS det eksisterer flest studier om (14–16,18–21). En annen måte SS kan organiseres på, er ved paring av øvelser på samme muskelgruppe. På denne måten kan du oppnå et større treningsvolum på kortere tid for den aktuelle muskelgruppen. Denne studien vil imidlertid ikke fokusere på et slikt supersett.

De fleste SS-studier har hatt som formål å undersøke akutte responser som følge av treningen, for eksempel forskjeller i hormonelle endringer, treningsvolum eller muskulær aktivitet i medvirkende muskler. En akutt overkrysningsstudie har gitt indikasjoner for at SS også effektivt kan benyttes for underkroppsovelser (13). Andre studier har gitt indikasjoner for at SS fører til opphopning av avfallsstoffer som bla. kreatinkinase, blodlaktat og testosteron i blodplasma, samt høyere grad av opplevd utmattelse sammenlignet med TS (15,16,18,20,22). En slik opphopning av avfallsstoffer omtales ofte som metabolsk stress. Et større muskulært metabolsk stress kan bidra til et stimuli som fører til muskelvekst (1,4). Derfor, basert på indikasjonene fra akutte studier vil det være rimelig å anta at SS kan være særlig nyttig for å øke muskelmassen heller enn muskelstyrken, men dette må undersøkes av flere longitudinelle randomiserte kontrollerte studier.

Det er per dags dato gjort få longitudinelle studier angående SS og de fysiologiske tilpasningene SS gir. I en studie fant Robbins og kolleger (19) lignende økning i muskelstyrke etter 8 uker med styrketrening, for øvelsene benkpress/benk kast og benktrekk i TS og SS protokoller. For å oppnå størst mulig styrkeøkning er det anbefalt lengre pauser (2-5 min) mellom hver serie (1,23), men resultatene fra Robbins et al. tyder på at SS kan gi gode styrke tilpasninger, til og med for godt trente personer. Det er verdt å nevne at studiet hadde relativt få deltakere (n=15), og at det derfor er vanskelig å trekke sikre konklusjoner. Studiet til Robbins et al. undersøkte utelukkende øvelser for overkroppen, og det er derfor uvisst om SS har samme effekt for trening av underekstremitetene.

Et annet studie av Jason B. White (24), undersøkte han effekten av 12 ukers styrketrening i form av SS eller TS, sammenlignet med en kontrollgruppe. Øvelsene som ble gjennomført var knebøy og beinpress i to ulike apparater. Resultatene etter 12 ukers trening viste at SS og TS økte muskelstyrken sammenlignet med kontrollgruppen. White fant ingen statistisk signifikant forskjell mellom SS og TS.

Musklene i underkroppen er ansett som viktig for helse og funksjon, likevel finnes det få studier som tar for seg SS for beinmuskulaturen. Likeledes er det ingen longitudinelle SS-studier som har kombinert overkropp- og underkroppsovelser. Hovedpoenget med SS er å korte ned hvileperiodene mellom seriene, gjerne mellom to ulike øvelser. Hviletid mellom serier er vist å påvirke akutte treningsvariabler som antall repetisjoner man klarer å utføre i påfølgende serier (25). Kort hviletid, som i SS, kan derfor føre til lavere treningsvolum (25). Treningsvolum er vist å være viktig for omfanget til framgangen av muskelstyrke og muskelmasse (1,23). Ved kombinasjon av en over- og underkropp øvelse er det større avstand mellom musklene som trenes, sammenlignet med agonist-antagonist trening. Det kan tenkes at de korte hvileperiodene i mindre grad påvirker gjennomføringen av den andre øvelsen i supersettet. Det er derfor foreløpig uvisst hvordan en øvelse i overkroppen parett med en øvelse i underkroppen påvirker kroniske styrketreningstilpasninger.

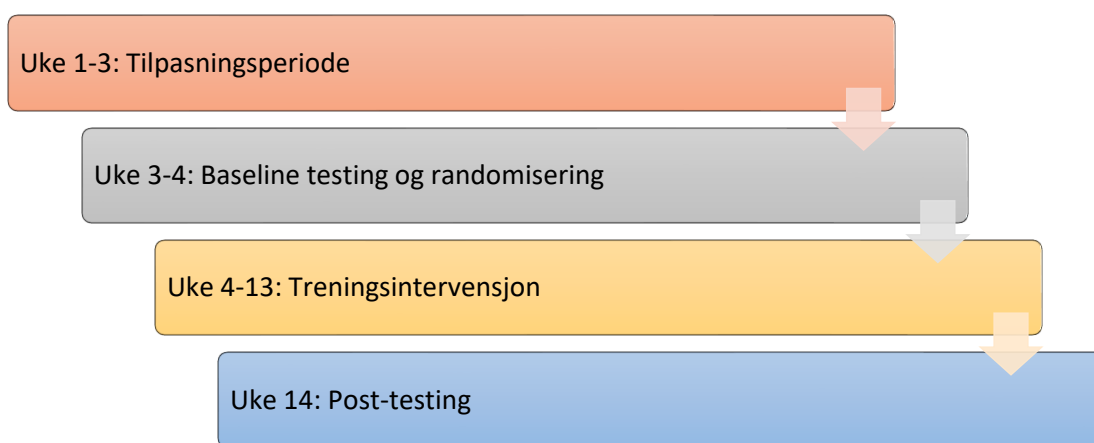
Med dette som bakgrunn ønsket jeg i denne studien å pare en underkroppsovelse med en overkroppsovelse. I henhold til ASCM anbefalinger oppfordres det til bruk av flerleddsøvelser, hovedsakelig fordi flerleddsøvelser har blitt betraktet som mest effektiv for å øke generell muskelstyrke (1). I tillegg vil det være mer tidseffektivt å trene flerleddsøvelser, fordi du får trent flere muskler med hjelp av færre øvelser. Øvelsene i denne studien vil av den grunn være to flerleddsøvelser, som tar for seg store muskelgrupper og som er enkle å gjennomføre i praksis.

Formålet med denne studien er derfor å undersøke hvilke longitudinelle effekter SS gir for variablene 1RM i øvelsene beinpress og nedtrekk, samt endring av absolutt kg muskelmasse sammenlignet med TS.

Metode

Studiebeskrivelse

Dette var en singel-blindet (testledere) randomisert kontrollert studie på effektene av SS sammenlignet med TS. Studiet involverte et samarbeid med en annen masterstudent, hvorav deltakerne trente øvelsene benkpress og sittende roing i tillegg til øvelsene som er inkludert i denne studien (26). De første tre ukene bestod av en tilvenningsperiode, og baseline-tester ble gjennomført i den siste økten i tilvenningsperioden. Deretter ble deltakerne randomisert i enten superset gruppen (SSG) eller tradisjonell gruppen (TSG) ved bruk av blokkrandomisering med ukjente blokkstørrelser. Randomiseringsprogrammet som ble brukt var et webbasert randomiseringsprogram administrert av Klinisk forskningsenhet i Midt-Norge (27). Begge intervensjonsgruppene gjennomgikk deretter ti uker med progressiv styrketrening, i form av to ulike treningsprotokoller. Den ene gruppen trente en SS-protokoll og den andre trente en TS-protokoll. Etter ti uker med treningsintervensjon, ble det i påfølgende uke innhentet data fra post-tester.



Figur 1: Oversikt over studieforløp fra uke 1 til uke 14

Søknad om godkjenning av studiet ble sendt til regional etisk komite. Prosjektet ble vurdert som ikke framleggingspliktig og søknadsprosessen gikk derfor videre til Norsk senter for forskningsdata (NSD). Behandling av personvernopplysninger ble meldt inn og godkjent av NSD. Alle deltakerne måtte signere et samtykkeskjema (se vedlegg) før de kunne påbegynne studiet. Studiet ble utført i henhold til Helsinkideklarasjonen og resultatene rapporteres i samsvar med standardene for forskningsforsøk ref (CONSORT). Studiet er registrert ved nettsiden ClinicalTrials.gov idnr: NCT04038177 (28).

All form for trening samt testing ble gjennomført i et treningslaboratorium ved institutt for nevromedisin og bevegelsesvitenskap, NTNU sine lokaler hos St Olavs Hospital, Trondheim, Norge.

Studiedeltakere

Totalt 30 friske menn og kvinner meldte seg frivillig til deltagelse i studiet.

Inklusjonskriterier var friske personer i alderen 18-45 år, som ikke hadde trent styrketrening ukentlig de siste 6 månedene. Rekrutteringen foregikk gjennom reklamering i sosiale medier og posters ved NTNU. De som viste interesse fikk tilsendt skriftlig informasjon om studien.

Deltakerne ble ekskludert fra studien hvis de hadde noen form for alvorlig somatisk tilstand (f.eks. autoimmun og systematisk inflammatoriske sykdommer, kreft, alvorlig osteoporose), alvorlige psykiske lidelser, eller andre kontraindikasjoner for deltagelse i tung styrketrening.

Videre ble deltakerne oppfordret til å fortsette med vanlig fysisk aktivitet, men å ikke ta del i noen annen form for styrketrening under gjennomføringen av prosjektet. 26 deltakere fullførte baseline tester og ble tilfeldig tildelt en av to grupper; (SSG; n=13) eller (TSG; n=13), se til (tabell 1).

Tabell 1. Baseline deltaker karakteristikk for gruppene supersæt og tradisjonell

Variabler	Superset	Tradisjonell	Totalt
Antall	13	13	26
Alder (år)	28 ± 7	27 ± 5	28 ± 6
Menn (%)	6 (46)	7 (54)	13
Kvinner (%)	7 (54)	6 (46)	13
Høyde (cm)	172 ± 9	176 ± 9	174 ± 9
Vekt (kg)	74 ± 20	71 ± 9	72 ± 15
BMI (kg/m ²)	24,7 ± 4,2	22,9 ± 2,4	23,8 ± 3,5

Verdier er presentert som gjennomsnitt ± standardavvik.

Utfallsmål

I denne studien var 1RM for øvelsene beinpress og nedtrekk, samt absolutt kg muskelmasse de primære utfallsmålene jeg ønsket å undersøke.

Øvelsesbeskrivelse

Beinpress

Beinpress ble utført i et sittende horisontalt apparat (Technogym Silverline, Italy) og skulle gjennomføres med skulderbreddes avstand mellom føttene. Deltakerne ble tilbudt hjelp til å komme seg fra bunnen av apparatet og opp til startposisjon som var på toppen. Videre skulle deltakerne senke seg ned til en individuelt tilpasset bunnposisjon (figur 2, del A), som tilsvarte parallell (femur parallelt med skyveplate), og på signal fra veileder, som observerte når parallell var nådd, skyve seg opp til startposisjon (figur 2, del B). Godkjent repetisjon i treningsintervensjonen var når de gikk ned til minimum individuelt punkt og klarte å skyve seg opp til startposisjon igjen. Apparatets regulerbare punkter ble loggført, og samme posisjon ble brukt gjennom hele intervensjonen. Fra bunnposisjon presset deltakeren i en tilnærmet to sekunders konsentrisk fase og to sekunders eksentrisk fase for 12-repetisjons øktene. For 6-repetisjons øktene ble deltakerne oppfordret til å utføre den konsentriske fasen med maksimal kraft/hurtighet, fordi maksimal muskelaktivering er foreslått å være positivt for styrketilpasningene (29,30). Eksentrisk fase ble gjennomført lignende som for 12-repetisjons økten.

Nedtrekk

For nedtrekk ble det benyttet en nedtrekkstang i et kabelapparat spesifikt for nedtrekk og sittende roing (Gymleco, Sweden). Som illustrert i (figur 2) har nedtrekkstangen en vinkel på den ytterste delen av stangen. Deltakerne ble instruert ut ifra oppmålt høyde, til at hvis de var < 175 cm skulle de holde på den flate delen av stangen. Hvis de var >175 cm skulle de holde like utenfor "vinkel knekken", slik som personen i (figur 2) del C og D illustrerer. De reelle avstandene mellom grepene var 79cm for de <175cm og 93cm for de >175cm. I selve utførelsen av nedtrekket skulle personen ha lettere tilbakelent holdning, men stabil kroppsholdning gjennom trekkefasen slik at deltakeren ikke utnyttet kroppsvekten sin, ved å lene seg bakover. Videre skulle stangen trekkes kontrollert mot brystet og slippes kontrollert tilbake til startposisjon igjen. Godkjent repetisjon under treningsintervensjonen var hvis de

klarte å trekke stangen til like under haken, med en god teknikk. Kontraksjonshastigheten i utførelsen av øvelsen skulle være tilnærmet like som for beinpress, i både 12 og 6-repetisjons øktene.



Figur 2: Illustrerer topp/bunnposisjon for øvelsene beinpress (A+B) og nedtrekk (C+D).

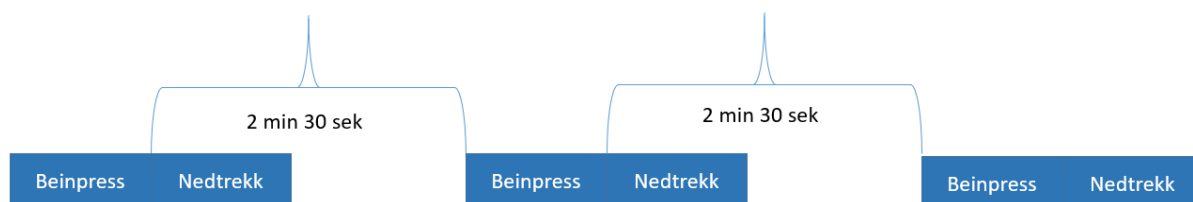
Tilpasningsperiode uke 1-3

Studiet startet med tre ukers tilpasningsperiode med lett til moderat belastning (20-70 % av estimert 1RM), med fokus på innøving av riktig teknikk. Deltakerne utførte to serier for hver av øvelsene, hvor både 12 og 6-repetisjons økter ble testet under denne perioden. Varigheten på øktene var omtrent 30 minutter, inkludert oppvarming og instruksjoner. Disse tre ukene ble benyttet til å tilvenne deltakerne på tunge belastninger, og estimere seg fram til en tilnærmet 1RM forut for baseline-testene. I tillegg ble en online styrkeestimeringskalkulator benyttet som hjelpemiddel til 1RM estimering (31), sammen med forskernes felles vurderinger av treningsdagbøkene.

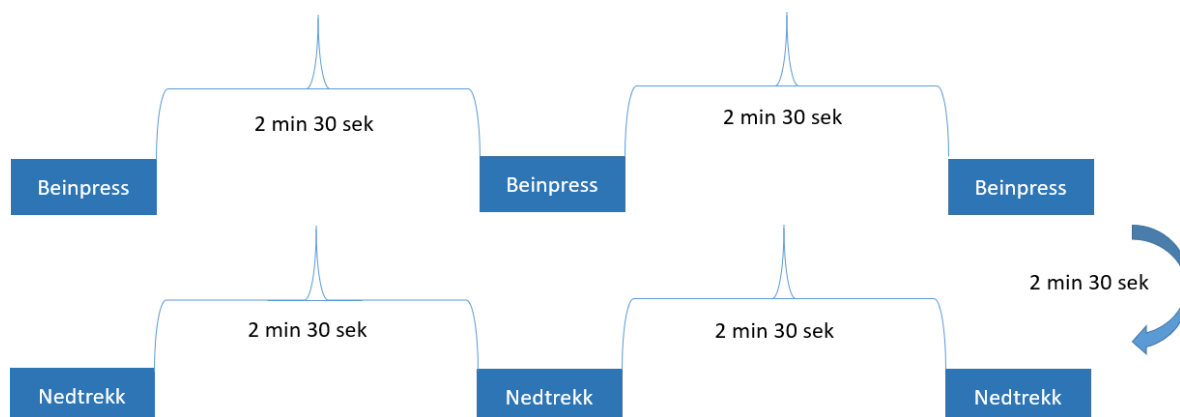
Treningsintervensjon uke 4-13

Fra uke 4 til og med uke 13 trente deltakerne et progressivt styrketreningsprogram to økter i uken. Treningsprogrammet ble utarbeidet i tråd med ASCM anbefalinger for styrketrening for utrente (1), og viktige treningsprinsipper som progressiv overbelastning og spesifisitet ble vektlagt. Treningsintervensjonen bestod av en 12RM økt (den vekten du maksimalt klarer å løfte 12 repetisjoner) og en 6RM økt (tilsvarende for 6 repetisjoner), med 3 serier for hver øvelse. Deltakerne hadde i gjennomsnitt ~47 timer restitusjon mellom de to øktene i en treningsuke. Hver treningsøkt bestod av et oppvarmingssett for alle øvelsene på 50-70 % av den gitte treningsbelastningen. Etter oppvarmingen fikk deltakerne 2 min pause før styrketreningen ble påbegynt. For 12-RM økten var treningsintensiteten 60-70 % av 1RM for alle øvelser. For 6RM-økten var intensiteten 80-90 % av 1RM for alle øvelser. Belastningen deltakeren startet en øvelse på forble den samme ut resten av økten. Samtlige serier ble tatt til utmattelse eller henholdsvis 12 og 6 repetisjoner for de respektive treningsøktene. TSG hadde 2,5 min pause mellom hver serie (figur 3B). Forskjellen mellom SSG og TSG var at SSG gikk rett over fra beinpress til nedtrekk, med maksimalt 30 sek pause som illustrert i (figur 3A). SSG hadde fortsatt 2,5 min mellom hver beinpress slik at de hadde tilsvarende pause som TSG mellom like øvelser, men ingen/begrenset (30 sek) pause mellom ulike øvelser. Treningsprogrammet fulgte treningsprinsippet om “progressiv overbelastning”; hvis en deltaker klarte å gjennomføre to av seriene til henholdsvis 12 repetisjoner eller 6 repetisjoner for de respektive øktene, ble belastningen økt med henholdsvis 5 kg for beinpress og 2,5 kg for nedtrekk neste økt. Viktigheten av prinsippet om progressiv overbelastning for optimale styrketilpasninger er belyst av bla. ASCM (1), samt Kraemer et al. (23). Deltakerne gjennomførte i tillegg de to øvelsene benkpress og sittende roing, som er beskrevet i et annet studie (26).

A



B



Figur 3: (A) viser et eksempel på et supersett treningsøkt. (B) viser eksempel på en tradisjonell treningsøkt.

Deltakerne i SSG og TSG startet annenhver økt med enten rekkefølgen (1) benkpress → sittende roing → beinpress → nedtrekk eller (2) nedtrekk → beinpress → benkpress → sittende roing.

Treningsøkten til SSG tok ca. 7 minutter å gjennomføre. Tilsvarende for TSG tok ca. 17 minutter. Det ble ført treningsdagbok for hver enkelt deltaker. Dagbøkene ble loggført av forskerne, og ble benyttet til å regulere belastningen for neste økt, slik at prinsippet om progressiv overbelastning ble opprettholdt.

Testing av 1RM og kroppskomposisjon

Maksimal styrke ble målt ved 1RM test i horisontal beinpress og lateralt nedtrekk for de to øvelsene. Etter to oppvarmingssett (50-60 % og 60-80% av forventet 1RM, 3-10 repetisjoner) ble 1RM oppnådd etter maksimalt fem separate forsøk, med to minutter hvile mellom hvert forsøk og ved en 2,5/5 kg økning helt til subjektene ikke klarte å løfte mer. Det godkjente løftet med mest vekt ble tellende som 1RM. Lignende testprotokoller er benyttet i andre studier (19), og er i henhold til NSCA veiledninger for testing (32). For beinpress ble en individuelt tilpasset cm-mål registrert før baseline testen og denne ble brukt for hver enkelt deltaker, som forsikring på at de gikk ned til samme posisjon på pre og post-testene. For nedtrekk ble de tekniske instruksene i øvelsesbeskrivelsene brukt som utgangspunkt. En godkjent repetisjon var når deltakeren med riktig teknikk førte stangen til under hakespissen.

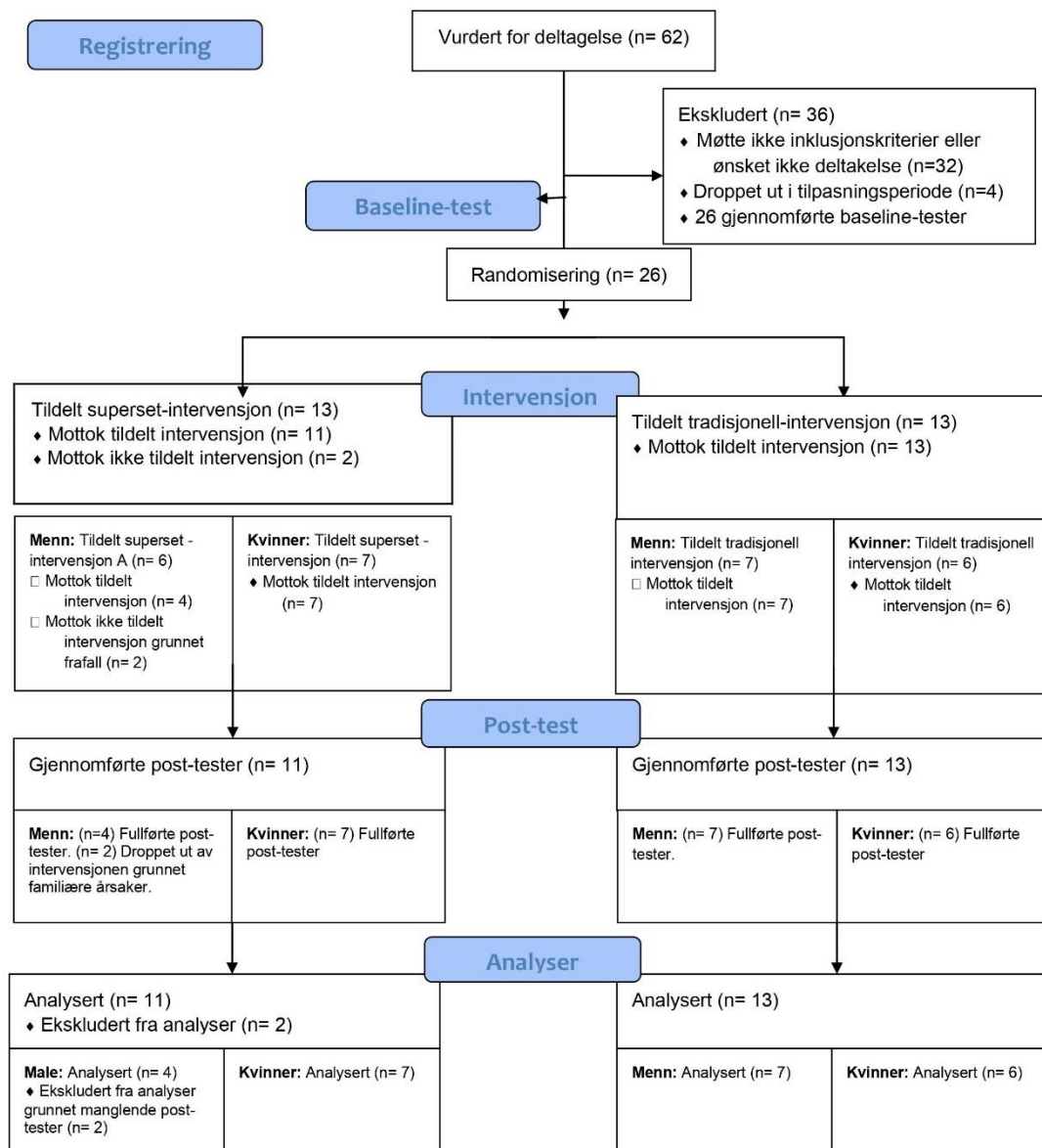
Testing av kroppskomposisjon ble gjennomført med InBody 770 impedansvekt, i henhold til deres protokoll for testing av kroppskomposisjon (33). Denne målemetoden er vist til å være en valid målemetode for særlig muskelmasse (34,35). Måling av kroppskomposisjon ble gjennomført i forkant av 1RM tester. Deltakerne skulle avstå fra å spise mat eller innta væske minimum to timer før test, og skulle i tillegg tømme blæren rett før gjennomføring av test. Det ble ved baselinetest tatt mål av høyde for å taste inn nødvendige informasjonsvariabler til Inbody vekten. Høyden ble målt uten sko, med en installert høydemåler (Seca 216). I tillegg til høyde, ble kjønn og alder tastet inn på vekten for å oppnå presise målinger. Muskelmassen ble målt som antall kg forskjell mellom baseline og post-test.

Deltakerne gjennomførte baseline og post-tester på tilnærmet samme tidspunkt på dagen (maksimalt to timers forskjell). Baseline-testene ble gjennomført av forskerne for prosjektet, samt en ekstern forskningsassistent. Post-testene ble gjennomført av to eksterne forskningsassistenter som var blindet for gruppetilhørighet. Assistentene var trent i å gjennomføre testene og fulgte nøye beskrevne testprotokoller. Samme testprotokoll som for baseline-testene ble benyttet for post-testene.

Statistiske analyser

Statistiske analyser ble gjennomført ved hjelp av statistikkprogrammet IBM SPSS 25 (Chicago, IL, USA) og figurer ble laget ved bruk av Graph Pad Prism 8 (San Diego, CA, USA). Utfallsmålene ble analysert ved å undersøke forskjell i gjennomsnittlig endring fra baseline til post-test. Alle utfallsvariabler ble sjekket for normalfordeling ved hjelp av Q-Q plot og histogrammer, samt Kolmogorov-Smirnov og Shapiro-Wilks test of normality. Grafene viste et normalfordelt datasett og parametriske analyser ble derfor benyttet. For å teste forskjeller mellom gruppene for de ulike treningsintervensjonene ble det benyttet en uavhengig utvalgs (independent samples) t-test for variablene 1RM beinpress, 1RM nedtrekk og absolutt kg muskelmasse. For analysing av forskjeller innad i gruppene ble en parett utvalgs (paired samples) t-test benyttet. Evaluering av effekt ble analysert ved bruk av “intention to treat” prinsippet. Det ble benyttet et konfidensintervall på 95% og $p < 0,05$ ble vurdert som statistisk signifikant. Dataen i tabellene er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik (SA). Data i figurer er presentert som gjennomsnitt \pm standardfeil (SF). I tekst er data omtalt som gjennomsnitt \pm SA, med mindre annet er bemerket.

Resultater



Figur 4: viser flytdiagram for studieprosessen

Deltakere

30 deltakere ble inkludert ved studiestart. Fire deltakere trakk seg i løpet av tilpasningsperioden og ble derfor ikke inkludert i noen av treningsgruppene. To av deltakerne i SSG trakk seg fra studien i intervensjonsfasen. De resterende 24 deltakerne som fullførte pre og post-tester ble videre inkludert i «intention to treat analysene» ved studieslutt. Gjennomsnittlig oppmøteprosent var 88% for SSG og 89% for TSG (Se figur 4 for flytdiagram).

1RM beinpress

SSG økte 1RM beinpress med $20 \pm 5\%$, ($p < 0,01$, figur 5 og tabell 2). TSG økte 1RM beinpress med $18 \pm 9\%$, ($p < 0,01$). Det var ingen signifikant forskjell i framgang av 1RM beinpress mellom SSG og TSG ($p = 0,54$).

1RM nedtrekk

SSG økte 1RM nedtrekk med $14 \pm 5\%$, ($p < 0,01$, figur 6 og tabell 2). TSG økte 1RM nedtrekk med $21 \pm 12\%$, ($p < 0,01$). I «intention to treat analysene» ble det observert en sterk tendens til at TSG økte 1RM nedtrekk mer enn SSG ($7 \pm 6\%$, $p = 0,06$). I per-protokoll analysen der 1 deltaker ble ekskludert i TSG pga. for lite utførte treninger ($< 75\%$), ble forskjellen statistisk signifikant (8 ± 6 , $p = 0,04$).

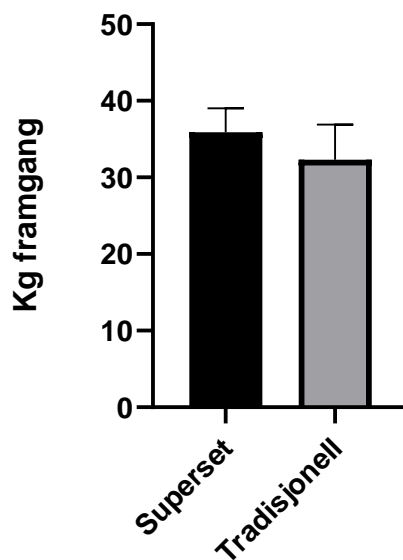
Absolutt kg muskelmasse

SSG økte absolutt kg muskelmasse med $1,8 \pm 1,9\%$, ($p < 0,05$, figur 7 og tabell 2). TSG økte absolutt kg muskelmasse med $0,9 \pm 1,3\%$, ($p < 0,05$). Det var ingen signifikant forskjell i framgang av absolutt kg muskelmasse mellom SSG og TSG ($p = 0,18$).

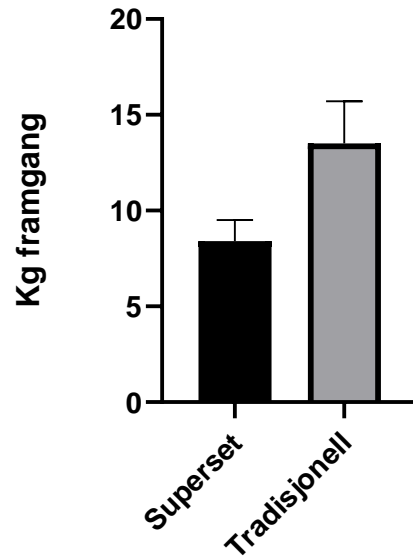
Tabell 2: Absolutte verdier for utfallsmålene

Variabler (kg)	Superset		Tradisjonell	
	Baseline	Post	Baseline	Post
Beinpress	177,3 ± 27,3	213,2 ± 33,3	178,9 ± 31,8	211,2 ± 41,0
Nedtrekk	62,3 ± 12,8	70,7 ± 15,2	64,0 ± 15,5	77,5 ± 19,3
Muskelmasse	28,3 ± 6,5	28,9 ± 6,5	30,7 ± 5,7	30,9 ± 5,8

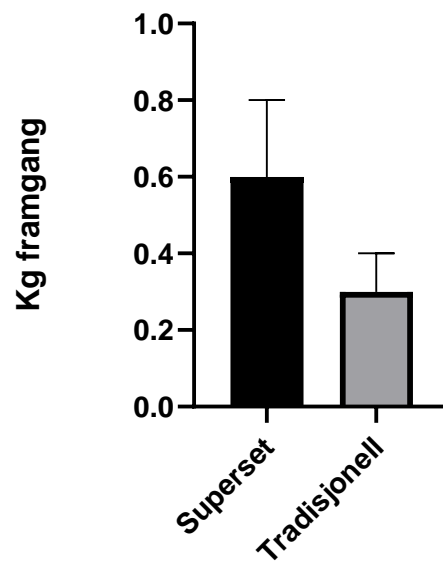
Data er presentert som gjennomsnitt ± SA. Superset (n=11), tradisjonell (n=13).



Figur 5: Endring i 1RM beinpress fra baseline til post-test for gruppene superset og tradisjonell. Data er presentert som gjennomsnitt ± SF. Superset (n=11), tradisjonell (n=13).



Figur 6: Endring i 1RM nedtrekk fra baseline til post-test for gruppene superset og tradisjonell. Data er presentert som gjennomsnitt \pm SF. Superset (n=11), tradisjonell (n=13).



Figur 7: Endring i absolutt kg muskelmasse fra baseline til post-test for gruppene superset og tradisjonell. Data er presentert som gjennomsnitt \pm SF. Superset (n=11), tradisjonell (n=13).

Diskusjon

SS er en tidseffektiv treningsform sammenlignet med TS, men hvor store treningseffekter SS gir sammenlignet med TS er foreløpig lite oppklart. I denne studien ble det ikke påvist statistisk signifikante forskjeller mellom gruppene for variablene 1RM beinpress og absolutt kg muskelmasse. For 1RM nedtrekk ble det observert en tendens mot statistisk signifikans, men hovedanalysene nådde akkurat ikke signifikant nivå. Alle utfallsvariabler økte signifikant fra baseline til post-test for begge gruppene. I kombinasjon tyder resultatene i denne studien på at TS muligens kan gi noe bedre styrketilpasninger for særlig overkroppsmuskulaturen, men at SS er en tidseffektiv metode som gir god treningseffekt.

Muskelstyrke

Regelmessig progressiv styrketrening er vist å øke muskelstyrken ved mange ulike metoder. I vår studie økte deltakerne i gjennomsnitt muskelstyrken med 18% i de to øvelsene. Denne styrkeøkningen korresponderer med observasjoner i andre studier. Tøien et al. trente et utrent utvalg i 8 uker, tre økter i uken (36). De fant en gjennomsnittlig økning av 1RM på 19% for de to treningsgruppene. I studiet til Tøien et al. trente deltakerne omtrentlig tilsvarende antall økter som i vår studie (24 vs. 20 økter), vel og merke på 2 uker kortere tid. En økning på 20% av 1RM etter 20 treningsøkter, gir en gjennomsnittlig framgang på 1% per treningsøkt. Dette er på linje med en rekke andre studier (37). I studiet til Robbins et al. (19) som er et av vår mest sammenlignbare basert på treningsprotokoll, ble det påvist en betydelig lavere prosentvis framgang (2%) sammenlignet med vår studie. Deltakerne i Robbins et al. hadde imidlertid gjennomsnittlig ~4 års erfaring med styrketrening. Dette, samt et relativt lavt treningsvolum i treningsintervensjonen (18-25 repetisjoner per muskelgruppe) og lav frekvens (to økter per uke) kan ha vært et for svakt treningsstimuli for å oppnå større styrkeforbedringer hos det relativt godt trente utvalget. Alle disse faktorene, samt at utrente ofte har et større forbedringspotensial som bla. illustrert i studiet til Mosti et al. (38), kan være med på å forklare den lave prosentvise framgangen i Robbins et al. (19), sammenlignet med vår studie. Dette støttes også av funnene til White (24) som undersøkte utrente kvinner. De gjennomførte en 12 uker lang treningsintervensjon, med to treningsøkter per uke. White fant en gjennomsnittlig framgang på 48% av 1RM i øvelsene beinpress og knebøy for en supersett treningsform, samt en tradisjonell variant. Noe av årsaken til at deltakerne oppnådde en betydelig større framgang sammenlignet med vår studie, kan være at de trente to

beinøvelser som igjen resulterte i et betraktelig høyere treningsvolum for beina. I tillegg ble deltakerne i studiet til White inkludert på kriteriet om å ikke ha trent regelmessig de siste to årene. Vårt inklusjonskriterie var ingen regelmessig deltakelse i styrketrening de siste 6 månedene. Dette, samt vår mer omfattende tilpasningsperiode kan ha ført til forskjellene i framgang mellom White sitt studie og vårt. I vår tilpasningsperiode trente deltakerne med en intensitet på 20-70 % av 1RM i tre uker i forkant av treningsintervensjonen. Dette har sannsynligvis spist opp noe av treningsframgangen i maksimal styrke, ettersom flere studier har vist at trening på så lavt som 45-50 % av 1RM kan øke maksimal styrke (39–41). Tilpasningsperioden var et bevisst tiltak for å redusere den potensielle læringseffekten i forkant av baseline testene, med hensikt å gi et mer presist bilde av eventuelle forskjeller i treningsframgang mellom de to treningsintervensjonene.

Muskelmasse

Det er godt dokumentert at regelmessig styrketrening forårsaker muskulær hypertrofi. I vår studie økte deltakerne muskelmassen med 1,3% for begge gruppene (SSG 1,8% og TSG 0,9%, figur 7), etter 20 styrketreningsøkter fordelt på totalt 10 uker. White målte muskelvekst på en annen måte enn i vår studie. Han målte bla. låromkrets (thigh extremity girth) hvor da kun TSG gikk statistisk signifikant fram med 3,4%. SSG hadde en endring på 2,3%, men denne var ikke signifikant forskjellig mellom pre-post. White fant også lignende relasjon mellom gruppene da han undersøkte vastus lateralis muskelens tykkelse, som en ytterligere målemetode for muskelvekst. Goto et al. (42) gjennomførte en studie hvor de sammenlignet to treningsformer. Den ene treningsformen trente deltakerne 5 serier med 10 sammenhengende repetisjoner, mens i den andre treningsformen trente de 5 serier med først 5 repetisjoner, etterfulgt av 30 sek pause før de påfølgende 5 repetisjonene ble utført. Treningsintensiteten var 75 % av 1RM for begge gruppene og treningsintervensjonen varte i 12 uker. Det totale volumet mellom gruppene var identisk, men gruppen som hadde sammenhengende repetisjoner uten pause økte muskelmassen i quadriceps mer enn gruppen med pause mellom. I motsetning til Goto et al. fant vi ikke noen forskjeller mellom gruppene, selv om SSG hadde kortere pauser enn TSG. Andre studier har antydnet at lengre hvileperioder mellom seriene kan være fordelaktig for muskelvekst (43,44). Resultatene til Buresh et al. (43) og Ahtiaianen et al. (44) gjenspeiler heller ikke våre resultater, men det må presiseres at forskjellene i Buresh et al. ble observert spesifikt for musklene i armen. Vi målte

total muskelmasse for hele kroppen, og kan derfor ikke vite med sikkerhet om det eksisterte forskjeller mellom gruppene spesifikt i armmuskulaturen.

SS vs. TS

Vi observerte ingen statistisk signifikante forskjeller i noen av utfallsvariablene. Likevel var det en tendens til forskjell i 1RM nedtrekk mellom gruppene med $p=0,06$ i hovedanalysene. En viktig forutsetning for å kunne si noe om en treningsintervensjon faktisk har en effekt, er relatert til hvorvidt deltakerne «forplikter» seg til treningen. I denne studien hadde vi en høy gjennomsnittlig oppmøteprosent (89%), som tyder på at resultatene er representative for de to treningsformene. En deltaker hadde likevel et lavt oppmøte (45%). I per-protokollanalysene (resultater ikke vist) førte ikke ekskludering av denne deltakeren til en endring for noen av utfallsvariablene, med unntak av for nedtrekk hvor vi fant en statistisk signifikant endring (gjennomsnittlig endring for TSG i 1RM nedtrekk; $13,5 \pm 7,8$ kg (intention to treat) vs. $14,2 \pm 7,7$ kg (per-protokoll), $p=0,04$). Dette kan være en konsekvens av mange ulike faktorer. Utvalgsstørrelsen i studien vår er ikke den største. Det kan ikke utelukkes at en type to feil kan ha funnet sted pga. for lav statistisk power, og sannsynligheten for at det eksisterer en reel forskjell mellom gruppene for 1RM nedtrekk er nokså stor.

En annen faktor som kan ha påvirket utfallet for 1RM nedtrekk er rekkefølgen på de ulike øvelsene i treningsøktene. Flere studier har vist at hvilke øvelser som trenes først i en treningsøkt, kan påvirke både akutte, så vel som kroniske treningseffekter (23,45,46). Som tidligere nevnt trente deltakerne to øvelser i tillegg til nedtrekk og beinpress (26). Der trente de med identiske treningsprotokoller som for nedtrekk og beinpress, i øvelsene benkpress og sittende roing. For å utjevne eventuelle forskjeller gjennom hele studien, startet deltakerne annenhver økt med ulike rekkefølger i øvelsene som tidligere anvist i metodekapittelet. Vi observerte at dersom en deltaker uavhengig av treningsgruppe startet med benkpress og sittende roing, klarte ofte ikke deltakerne å utføre like mange repetisjoner på alle seriene i beinpress og nedtrekk. Dette støttes av Simão et al. (47) som påpeker at rekkefølgen av øvelser hos utrente er avgjørende for hvor optimalt de klarer å gjennomføre øvelsen over flere serier. Flere andre studier har også påpekt viktigheten av rekkefølge av øvelser med hensyn til styrkefremgang (1,23,45).

I tillegg er det flere akutte studier som har gjort antagonist- agonist trening, som antyder at denne treningsformen induserer et større metabolsk stress, som gjør at treningen subjektivt oppleves mer ubehagelig (13,16). Denne effekten virket å være forsterket hos SSG, pga. kortere hvileperioder. Selv om det har vært foreslått at det økte metabolske stresset er positivt for muskelvekst, har denne oppfatningen i senere tid blitt kritisert for å mangle vitenskapelig støtte (45). Treningsvolumet pekes på som en langt viktigere komponent for utvikling av muskelvekst (1,45,48). Med hensyn til vår studie kan det å ha gjennomført sittende roing i forkant av nedtrekk ført til at SSG ikke klarte å gjennomføre et like høyt treningsvolum som TSG for nedtrekksøvelsen. En forklaring på dette kan være at SSG like i etterkant av benkpress/sittende roing supersettet, gikk over til beinpress/nedtrekk supersettet etter en 2,5 min lang pause. TSG fikk hele tre serier med beinpress, samt pausene mellom seriene som gjorde at de fikk tilsammen rundt 10 min pause, sammenlignet med ca. 3 min pause som SSG fikk, fra de var ferdig med siste serie i sittende roing til første serie i nedtrekk. Av den grunn fikk SSG en kortere hvileperiode mellom to øvelser som i stor grad belaster samme muskelgruppe i overkroppen. Dette kan ha ført til et større fatigue og videre et lavere treningsvolum i øvelsen nedtrekk for SSG, sammenlignet med TSG. Dette kan være noe av forklaringen bak tendensen til forskjell i treningsfremgang mellom gruppene i 1RM nedtrekk.

For beinpress var ikke dette tilfellet. Det ser ut til at treningen for beinpress gav svært lik framgang mellom gruppene. Dette kan være en konsekvens av at deltakerne kun trente en øvelse som belastet beina spesifikt. Dermed fikk begge gruppene 2,5 min mellom hver serie som belastet beina. Det totale treningsvolumet på beinmuskulatur, samt hvileperioden mellom hver beinpress kan ha ført til lignende styrkefremgangen mellom gruppene. Det eksisterer per i dag ingen studier som er gjort på over- underkropp superset. Men det eksisterer styrketreningsstudier som er gjort på kortere og lengre hvileperioder mellom hver serie (43,49). I studiene til de Souza et al. og Buresh et al. observerte de mindre forskjeller i styrketilpasninger i øvelser for underkroppen, sammenlignet med overkroppen. En mulig årsak til dette kan være at beinmuskulatur har høyere treningstilstand enn overkroppsmuskulatur pga. hverdagsaktivitet, og består av muskelfibre med bedre blodforsyning og høyere oksidativ kapasitet (50). Det kan tenkes at denne forskjellen gjør at beinmuskulatur i større grad klarer å restituere seg mellom seriene sammenlignet med overkroppsmuskulatur.

Manipulering av hvileperioder

Hvileperioder/pauser er en av de manipulerbare akutte treningsvariablene i et treningsprogram (11). Utilstrekkelige hvileperioder mellom serier kan føre til en redusert kapasitet til å opprettholde kraftproduksjon over flere serier, og videre et lavere treningsvolum, som er vist å være viktig for å forbedre både muskelstyrke og masse (1,25). I Kraemer et al. (23) sitt review belyses viktigheten av rekkefølgen til øvelser og hviletid mellom hver serie som avgjørende faktorer for omfanget av styrkefremgangen. Denne oppfattelsen støttes av flere studier (45,47). Dette kan ha vært avgjørende for det var en tendens til at TSG gikk frem mer i 1RM nedtrekk enn SSG. TSG hadde lengre hvileperioder mellom hver serie sammenlignet med SSG. Det foreligger god dokumentasjon for at lengre hvileperioder mellom seriene gir bedre forutsetninger for å fysiologisk restituere seg mellom hver serie (1,23,25,45,51). Lengre hvileperioder (2-5 min) kan videre være nødvendig for maksimale styrkeforbedringer (25). Denne oppfattelsen støttes av flere studier (45,52,53). Vår manipulering av hvileperiodene til gruppene kan ha bidratt til et større nevralt og muskulært fatigue hos SSG sammenlignet med TSG. Dette kan ha ført til at SSG har prestert dårligere utover i økten og oppnådd et mindre totalt treningsvolum sammenlignet med TSG (54–56).

For hypertrofi foreligger det et mindre forskningsgrunnlag for å vurdere hvordan hvileperioder påvirker stimulering til muskelvekst. Det som derimot er vist, er at hvileperioder mellom serier påvirker akutte metabolske (57) og hormonelle (58) responser tilknyttet til styrketrening. Metabolske og hormonelle faktorer påvirkes av den ytre belastningen og stresset kroppen påføres mekanisk gjennom styrketreningen. Faktorer som belastning av 1RM, antall serier og repetisjoner, samt hvileperioder er med på å påvirke den totale treningsbelastningen treningsøktene gir. Funnene i studiene til Buresh et al. (43) og Ahtiaianen et al. (44) kan tyde på at lengre hvileperioder er fordelaktig for muskelvekst.

Treningsvolum

Det totale treningsvolumet en klarer å utføre kan ha stor betydning for grad av fremgang på både styrke og hypertrofitilpasninger. Denne oppfattelsen fremheves i et review Henselmans et al. skrev, hvor treningsvolum påpekes å være en viktigere bidragsyter til hypertrofi, sammenlignet med hvileperioder alene (45). En forklaring på dette kan være at det mekaniske stresset du klarer å påføre muskulaturen er viktigere for muskelvekst, enn de metabolske og hormonelle responsene som forekommer av kortere hvileperioder. Det at man klarer å

gjennomføre flere repetisjoner med tyngre belastning dersom man benytter en lengre hvileperiode, virker å være positivt mtp. å øke muskelstyrken (45,59). Det er mer usikkert hvorvidt dette påvirker muskelveksten, da bla. Schoenfeld et al. viste at så lenge du trener til utmattelse, ser ikke belastningen ut til å være så viktig (60). Det er verdt å nevne at studien til Schoenfeld et al. kun undersøkte 18 deltakere og varigheten på studiet var på «kun» 8 uker. Derfor er lengre og flere studier nødvendig for å videre kunne konkludere sikkert. Trening til utmattelse har sannsynligvis betydning for muskelvekst, men for muskelstyrke er det mer usikkert hvilke konsekvenser det gir (61).

En annen observasjon er at studier som undersøker forskjeller i hypertrofitilpasninger tilknyttet styrketrening, varer ofte ikke lengre enn 8-12 uker (24,42–44,53). Dette kan være en potensiell utfordring, fordi observerbare tilpasninger ofte ikke forekommer før omkring uke 4-6 av en treningsperiode (1). Det er først etter 6 uker endringene virkelig begynner å synes, og derfor kan 8-12 uker være et noe kort “tidsvindu” for å klare å måle de faktiske forskjellene mellom ulike protokoller. Få av studiene på styrketrening er gjennomført over en lengre periode enn tre måneder, og dette er selvsagt i stor grad pga. ressurser som kreves for gjennomføring av slike studier. Studielengden kan også tenkes å ha påvirket våre resultater, og det ville vært interessant å undersøke om en lengre treningsintervensjon kunne vist ytterlige forskjeller mellom gruppene. Muskelmassen utvikler seg langsommere enn muskelstyrken. Dette har flere årsaker, bla. at muskelstyrken påvirkes av nevralt tilpasninger som rekruttering av motorenheter, fyringsfrekvens og koordinativ læring, i tillegg til hypertrofitilpasninger (1,23,62).

Framtidige studier

Da litteraturen peker på at tilstrekkelige hvileperioder er viktig for størst mulig styrketilpasninger, kan supersett i teorien virke som en ugunstig treningsform. Men vår studie, i kombinasjon med flere andre studier på både trente og utrente viser at supersett trening gir god styrkeframgang på relativt kort tid (19,24). Ut ifra våre funn ønsker jeg å presentere en hypotese som bør undersøkes i framtidig forskning. Vi er de første som har undersøkt effekten av et overkropp - underkropp supersett, men effekten av dette supersettet påvirkes selvsagt av det andre supersettet deltakerne gjennomførte i samme treningsøkt (26). Det hadde derfor vært interessant å sammenligne en gruppe som trente over - underkropp supersett med en annen gruppe som trente agonist-antagonist styrketrening. Min teori basert på våre funn og andre SS-studier er at treningsvolumet muligens vil kunne påvirkes mindre av

superset-kombinasjoner med muskler som ligger lengre fra hverandre. Selv om det er foreslått at «ikke-lokal muskeltretthet» kan påvirke muskler som ligger langt unna hverandre, er det mer sannsynlig at nærliggende muskler påvirker hverandre mer mtp. muskeltretthet (63). På et generelt grunnlag er det et behov for mer forskning på SS med en større metodisk likhet mellom studiene. Hvis man i fremtiden klarer å produsere studier med like metodiske trekk, kan man i større grad fastslå de reelle effektene av SS sammenlignet med TS.

Styrker og begrensinger

En av de fremste styrkene til denne studien er tilpasningsperioden som ble implementert. Tilpasningsperioden sørger for mer troverdige 1RM tester, ettersom man reduserer «læringseffekten» man ofte observerer hos utrente. Dette, samt at testlederne var blindet for 1RM testene gir resultatene troverdighet. En annen faktor som gjør resultatene troverdige er det relativt høye gjennomsnittlige oppmøteprosenten på 89% sammenlagt for begge gruppene. Deltakernes dedikasjon gjør at man kan anta at resultatene våre i stor grad speiler de reelle effektene av intervensjonene. En siste styrke som er verdt å nevne er at det var relativt få frafall gjennom hele studiet. Etter baseline-testene var det kun to deltakere som droppet ut fra studien, begge disse tilhørte SSG. Det er uvisst hvorvidt disse frafallene hadde sammenheng med treningsintervensjonen, men forskerne fikk ingen indikasjoner som skulle tilsi dette.

Denne studien har en felles utfordring med mange andre RCT studier; utvalgsstørrelse. Med et relativt lite utvalg, der man forsøker å undersøke forskjeller mellom to treningsintervensjoner som begge fører til betydelig fremgang, kan det tenkes at det finnes signifikante forskjeller som vi ikke klarte å detektere. Resultatene i 1RM nedtrekk kan tyde på dette. En annen begrensning er at resultatene i denne studien ikke kan generaliseres til hele befolkningen. Vi undersøkte unge utrente og kan ikke vite om treningen er like gjennomførbar for bla. eldre. Deltakerne meldte seg frivillig til å delta denne studien, og kan derfor ha vært mer motivert for trening enn folk flest. For å sørge for mest mulig blinding, foretok vi flere tiltak i forkant av studien, som gjorde oss som forskere blindet for innvirkning på utfallsmålene i studien. Men av praktiske årsaker, samt ulike gruppestørrelser var det ikke mulig å gjøre analysene blindet. En annen faktor som er verdt å nevne, er at muskelmassen ble målt for hele kroppen, og ikke muskeltverrsnittet eller omkretsen av spesifikke relevante

muskler. Det er usikkert i hvor stor grad dette kan ha påvirket resultatene, men med tre øvelser for overkroppen og en for underkroppen, kan det ikke utelukkes at forskjeller i muskelvekst mellom over- og underkropp kan ha funnet sted.

Praktiske implikasjoner

Denne studien stiller seg i rekken av tidligere studier på SS, og støtter opp under hypotesen ved at SS er en tidseffektiv og god metode som gir gode styrketilpasninger. Studien vår danner også grunnlag som en pilotstudie, som kan benyttes ved en senere anledning i en større sammenfatning av studier på SS. Denne studien gir indikasjoner for at SS er gjennomførbart for utrente personer i alderen 18-45 år. Studien vår tyder likevel på at TS kan være mer effektivt for styrkeframgang i nedtrekk. Derfor er det nok slik at hvis tid ikke er et problem for å få gjennomført styrketreningen, er TS mest sannsynlig det beste alternativet for optimale styrkeforbedringer. SS er utvilsomt mer slitsomt å gjennomføre, og det kan derfor hende at TS er mer tolererbart for folk flest. SS kan derimot tilby et tidseffektivt alternativ til de som sliter med å få tid til å trene styrketrening. SS ser ut til å være en god måte for å få inn et høyere treningsvolum på samme tid, eller samme treningsvolum på kortere tid, sammenlignet med TS. Hvis flere studier viser at SS er tilnærmet like effektivt som TS, kan det muligens gjøre styrketrening tilgjengelig for flere personer.

Konklusjon

Resultatene fra denne studien indikerer at både SS og TS er effektive metoder for å øke muskelstyrke og muskelmasse. For underkroppen så det ikke ut til å være noen forskjell mellom protokollene, mens for overkroppen var det en tendens til at TS økte muskelstyrken mer enn SS. SS virker å være en tidseffektiv treningsform, men det er fortsatt usikkert om det fører til like store treningstilpasninger som TS.

Referanser

1. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* mars 2009;41(3):687–708.
2. Anbefalinger fysisk aktivitet [Internett]. Helsedirektoratet.no. [siteret 30. januar 2019]. Tilgjengelig på: <https://helsedirektoratet.no/folkehelse/fysisk-aktivitet/anbefalinger-fysisk-aktivitet>
3. WHO | Physical Activity and Adults [Internett]. WHO. World Health Organization; [siteret 21. mai 2020]. Tilgjengelig på: https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_adults/en/
4. Kraemer WJ, Ratamess NA, French DN. Resistance training for health and performance. *Curr Sports Med Rep.* 1. mai 2002;1(3):165–71.
5. Chevan J. Demographic determinants of participation in strength training activities among U.S. adults. *J Strength Cond Res.* mars 2008;22(2):553–8.
6. Humphries B, Duncan MJ, Mummery WK. Prevalence and correlates of resistance training in a regional Australian population. *Br J Sports Med.* 1. juli 2010;44(9):653–6.
7. Silva NL, Oliveira RB, Fleck SJ, Leon ACMP, Farinatti P. Influence of strength training variables on strength gains in adults over 55 years-old: A meta-analysis of dose–response relationships. *J Sci Med Sport.* 1. mai 2014;17(3):337–44.
8. Mayer F, Scharhag-Rosenberger F, Carlsohn A, Cassel M, Müller S, Scharhag J. The Intensity and Effects of Strength Training in the Elderly. *Dtsch Ärztebl Int.* mai 2011;108(21):359–64.
9. HURLEY KS, FLIPPIN KJ, BLOM LC, BOLIN JE, HOOVER DL, JUDGE LW. Practices, Perceived Benefits, and Barriers to Resistance Training Among Women Enrolled in College. *Int J Exerc Sci.* 1. mai 2018;11(5):226–38.
10. Hoare E, Stavreski B, Jennings GL, Kingwell BA. Exploring Motivation and Barriers to Physical Activity among Active and Inactive Australian Adults. *Sports.* september 2017;5(3):47.
11. Bird S, Tarpenning K, Marino F. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: A review of the acute programme variables. *Sports Med.* 1. januar 2005;35:841–51.
12. Robbins D, Young W, Behm D, Payne W. Agonist-Antagonist Paired Set Resistance Training: A Brief Review. *J Strength Cond Res.* 1. oktober 2010;24(10):2873–82.
13. Weakley JJS, Till K, Read DB, Roe GAB, Darrall-Jones J, Phibbs PJ, mfl. The effects of traditional, superset, and tri-set resistance training structures on perceived intensity and physiological responses. *Eur J Appl Physiol.* september 2017;117(9):1877–89.
14. Maia M, Willardson J, Paz G, Miranda H. Effects of Different Rest Intervals Between Antagonist Paired Sets on Repetition Performance and Muscle Activation. *J Strength Cond Res.* 1. september 2014;28(9):2529–35.

15. de Freitas Maia M, Paz GA, Miranda H, Lima V, Bentes CM, da Silva Novaes J, mfl. Maximal repetition performance, rating of perceived exertion, and muscle fatigue during paired set training performed with different rest intervals. *J Exerc Sci Fit.* desember 2015;13(2):104–10.
16. Paz GA, Robbins DW, de Oliveira CG, Bottaro M, Miranda H. Volume Load and Neuromuscular Fatigue During an Acute Bout of Agonist-Antagonist Paired-Set vs. Traditional-Set Training. *J Strength Cond Res.* 2017;31(10):2777–84.
17. Haff. G G, Triplet Travis N. Essentials of Strength Training and Conditioning 4th Edition With Web Resource [Internett]. Human Kinetics. [sitert 4. juni 2020]. Tilgjengelig på: <https://us.humankinetics.com/products/essentials-of-strength-training-and-conditioning-4th-edition-with-web-resource>
18. Brentano M, Umpierre D, Santos L, Lopes A, Radaelli R, Pinto R, mfl. Muscle Damage and Muscle Activity Induced by Strength Training Super-Sets in Physically Active Men. *J Strength Cond Res.* 1. juli 2017;31(7):1847–58.
19. Robbins DW, Young WB, Behm DG, Payne WR. Effects of agonist–antagonist complex resistance training on upper body strength and power development. *J Sports Sci.* 1. desember 2009;27(14):1617–25.
20. Miranda H, Scudese E, Paz G, Salerno V, Vigário P dos, Souza JA de, mfl. Acute Hormone Responses Subsequent to Agonist-Antagonist Paired Set vs. Traditional Straight Set Resistance Training. *J Strength Cond Res [Internett].* 1. juli 2018 [sitert 28. mai 2019]; Publish Ahead of Print. Tilgjengelig på: insights.ovid.com
21. Antunes L, Bezerra E de S, Sakugawa RL, Dal Pupo J. Effect of cadence on volume and myoelectric activity during agonist-antagonist paired sets (supersets) in the lower body. *Sports Biomech.* 26. januar 2018;1–10.
22. Weakley JJS, Till K, Read DB, Phibbs PJ, Roe G, Darrall-Jones J, mfl. The Effects of Superset Configuration on Kinetic, Kinematic, and Perceived Exertion in the Barbell Bench Press. *J Strength Cond Res.* januar 2020;34(1):65–72.
23. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. *Med Sci Sports Exerc.* april 2004;36(4):674–688.
24. White JB. Effects of Supersets Versus Traditional Strength Training Methods on Muscle Adaptations, Recovery, and Selected Anthropometric Measures [Internett]. Ohio University; 2011 [sitert 23. april 2020]. Tilgjengelig på: https://etd.ohiolink.edu/pg_10?0::NO:10:P10_ACCESSION_NUM:ohiou1305138820
25. Grgic J, Schoenfeld B, Skrepnik M, Davies T, Mikulic P. Effects of Rest Interval Duration in Resistance Training on Measures of Muscular Strength: A Systematic Review. *Sports Med.* 20. september 2017;48.
26. Eide VB. The Chronic Effects of Agonist-Antagonist Paired Set Resistance Training on strength and muscle mass development [Masteroppgave]. [Trondhiem]: NTNU; 2020.
27. Klinisk forskningsenhet Midt-Norge [Internett]. St. Olavs hospital. [sitert 22. mai 2020]. Tilgjengelig på: <https://stolav.no/avdelinger/sentral-stab/forskningsavdelingen/klinisk-forskningsenhet-midt-norge>

28. Superset Strength Training for Time-efficiency - Tabular View - ClinicalTrials.gov [Internett]. [siteret 6. juni 2020]. Tilgjengelig på: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/record/NCT04038177>
29. Behm DG, Sale DG. Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. januar 1993;74(1):359–68.
30. Unhjem R, Lundestad R, Fimland MS, Mosti MP, Wang E. Strength training-induced responses in older adults: attenuation of descending neural drive with age. *Age Dordr Neth*. juni 2015;37(3):9784.
31. Strength Level - Weightlifting Calculator (Bench/Squat/Deadlift) [Internett]. [siteret 22. mai 2020]. Tilgjengelig på: <https://strengthlevel.com/>
32. NSCA Strength and Conditioning Professional Standards and Guidelines. *Strength Cond J*. desember 2017;39(6):1–24.
33. InBody [Internett]. [siteret 21. mai 2020]. Tilgjengelig på: <https://www.inbody.com/eng/customer/faq.aspx>
34. McLester CN, Nickerson BS, Kliszczewicz BM, McLester JR. Reliability and Agreement of Various InBody Body Composition Analyzers as Compared to Dual-Energy X-Ray Absorptiometry in Healthy Men and Women. *J Clin Densitom Off J Int Soc Clin Densitom*. 3. november 2018;
35. Anderson LJ, Erceg DN, Schroeder ET. Utility of Multifrequency Bioelectrical Impedance Compared to DEXA for Assessment of Regional Lean Mass: 1470Board #3 June 1 2:00 PM - 3:30 PM. *Med Sci Sports Exerc*. mai 2011;43(5):316.
36. Tøien T, Pedersen Haglo H, Unhjem R, Hoff J, Wang E. Maximal strength training: the impact of eccentric overload. *J Neurophysiol*. 17. oktober 2018;120(6):2868–76.
37. Fleck SJ. Periodized Strength Training: A Critical Review. *J Strength Cond Res*. februar 1999;13(1):82–89.
38. Mosti MP, Kaehler N, Stunes AK, Hoff J, Syversen U. Maximal Strength Training in Postmenopausal Women With Osteoporosis or Osteopenia. *J Strength Cond Res*. oktober 2013;27(10):2879–2886.
39. Weiss LW, Conex HD, Clark FC. Differential Functional Adaptations to Short-Term Low-, Moderate-, and High-Repetition Weight Training. *J Strength Cond Res*. august 1999;13(3):236–241.
40. Anderson T, Kearney JT. Effects of Three Resistance Training Programs on Muscular Strength And Absolute and Relative Endurance. *Res Q Exerc Sport*. 1. mars 1982;53(1):1–7.
41. Campos GER, Luecke TJ, Wendeln HK, Toma K, Hagerman FC, Murray TF, mfl. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *Eur J Appl Physiol*. november 2002;88(1–2):50–60.
42. Goto K, Nagasawa M, Yanagisawa O, Kizuka T, Ishii N, Takamatsu K. Muscular adaptations to combinations of high- and low-intensity resistance exercises. *J Strength Cond Res*. november 2004;18(4):730–7.

43. Buresh R, Berg K, French J. The effect of resistive exercise rest interval on hormonal response, strength, and hypertrophy with training. *J Strength Cond Res.* januar 2009;23(1):62–71.
44. Ahtiainen JP, Pakarinen A, Alen M, Kraemer WJ, Häkkinen K. Short vs. long rest period between the sets in hypertrophic resistance training: influence on muscle strength, size, and hormonal adaptations in trained men. *J Strength Cond Res.* august 2005;19(3):572–82.
45. Henselmans M, Schoenfeld BJ. The effect of inter-set rest intervals on resistance exercise-induced muscle hypertrophy. *Sports Med Auckl NZ.* desember 2014;44(12):1635–43.
46. Simão R, Farinatti P de TV, Polito MD, Viveiros L, Fleck SJ. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercise in women. *J Strength Cond Res.* februar 2007;21(1):23–8.
47. Simão R, de Salles BF, Figueiredo T, Dias I, Willardson JM. Exercise order in resistance training. *Sports Med Auckl NZ.* 1. mars 2012;42(3):251–65.
48. Tesch PA, Komi PV, Häkkinen K. Enzymatic adaptations consequent to long-term strength training. *Int J Sports Med.* mars 1987;8 Suppl 1:66–9.
49. de Souza TP, Fleck SJ, Simão R, Dubas JP, Pereira B, de Brito Pacheco EM, mfl. Comparison between constant and decreasing rest intervals: influence on maximal strength and hypertrophy. *J Strength Cond Res.* juli 2010;24(7):1843–50.
50. Gjerset A, Nilsson J, Helge, W J, Enoksen E. *Idrettens treningslære [Internett].* 2. Gyllendal Norsk Forlag AS 2015; [sitert 26. mai 2020]. Tilgjengelig på: https://issuu.com/gyldendalnorskforlag/docs/2treningsl__re_oppslag_blaiboka2/38
51. de Salles BF, Simão R, Miranda F, Novaes J da S, Lemos A, Willardson JM. Rest interval between sets in strength training. *Sports Med Auckl NZ.* 2009;39(9):765–77.
52. Kraemer WJ. A Series of Studies—The Physiological Basis for Strength Training in American Football: Fact Over Philosophy. *J Strength Cond Res.* august 1997;11(3):131–142.
53. Pincivero DM, Lephart SM, Karunakara RG. Effects of rest interval on isokinetic strength and functional performance after short-term high intensity training. *Br J Sports Med.* september 1997;31(3):229–34.
54. Willardson JM, Burkett LN. The Effect of Rest Interval Length on the Sustainability of Squat and Bench Press Repetitions. *J Strength Cond Res Champaign.* mai 2006;20(2):400–3.
55. Miranda H, Fleck SJ, Simão R, Barreto AC, Dantas EHM, Novaes J. Effect of two different rest period lengths on the number of repetitions performed during resistance training. *J Strength Cond Res.* november 2007;21(4):1032–6.
56. Miranda H, Simão R, Moreira LM, de Souza RA, de Souza JAA, de Salles BF, mfl. Effect of Rest Interval Length on the Volume Completed During Upper Body Resistance Exercise. *J Sports Sci Med.* 1. september 2009;8(3):388–92.

57. Kraemer WJ, Noble BJ, Clark MJ, Culver BW. Physiologic responses to heavy-resistance exercise with very short rest periods. *Int J Sports Med.* august 1987;8(4):247–52.
58. Kraemer WJ, Marchitelli L, Gordon SE, Harman E, Dziados JE, Mello R, mfl. Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *J Appl Physiol.* 1. oktober 1990;69(4):1442–50.
59. Willardson JM. A brief review: factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. *J Strength Cond Res.* november 2006;20(4):978–84.
60. Schoenfeld BJ, Peterson MD, Ogborn D, Contreras B, Sonmez GT. Effects of Low- vs. High-Load Resistance Training on Muscle Strength and Hypertrophy in Well-Trained Men. *J Strength Cond Res.* oktober 2015;29(10):2954–63.
61. Schoenfeld B, Grgic J. Can Drop Set Training Enhance Muscle Growth?: *Strength Cond J.* desember 2018;40(6):95–8.
62. Folland JP, Williams AG. Morphological and Neurological Contributions to Increased Strength. *Sports Med.* 1. februar 2007;37(2):145–68.
63. Halperin I, Chapman DW, Behm DG. Non-local muscle fatigue: effects and possible mechanisms. *Eur J Appl Physiol.* 1. oktober 2015;115(10):2031–48.

Vedlegg samtykkeskjema

Prosjekt: Tidseffektiv styrketrening



FORESPØRSEL OM DELTAKELSE I FORSKNINGSPROSJEKTET: TIDSEFFEKTIV STYRKETRENING

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt for å se på effektene av to ulike typer å trene styrketrening på. Du må ha alder fra 18 til 45 år og ha lite eller ingen erfaring innen styrketrening. Dette er et masterprosjekt som gjennomføres i regi av Institutt for nevromedisin og bevegelsesvitenskap ved NTNU

Bakgrunn og hensikt

Styrketrening kan gi flere helsefordeler, men i en travel hverdag er det flere som opplever at det kan være utfordrende å sette av tid til trening. Tidligere studier har vist at man kan halvere tiden man trenger å bruke på trening ved å trene super-sett – en form for styrketrening hvor man minimerer pausene – i stedet for å trene på den tradisjonelle måten, men om denne typen styrketrening gir de samme treningseffektene foreløpig uvisst. Hensikten med dette studiet er derfor å sammenligne super-sett trening med tradisjonell styrketrening.

HVA INNEBÆRER PROSJEKTET?

Deltakelse i dette prosjektet innebærer at det vil være 50% sjanse for at du blir trukket til å delta i en super-sett treningsgruppe og 50 % sjanse for at du blir trukket til å delta i en tradisjonell styrketreningsgruppe. Deltakere i begge gruppene vil få veiledet styrketrening to dager i uken over en periode på 13. Hver treningsøkt tar ca 20-30 minutter eller 40-60 minutter avhengig av om du blir trukket ut til å delta i super-sett trening eller tradisjonell styrketreningsgruppen. I de tre første ukene vil treningsøktene være noe lengre, da det vil brukes mer tid på å lære korrekt teknikk i de forskjellige øvelsene i denne perioden. Det vil bli gjennomført to testrunder, den første i uke 3, og den andre i uke 14 (etter intervensjonen er gjennomført). Her vil det bli gjennomført tester for maksimal styrke, eksplosiv styrke, selvopplevd anstrengelse og kroppskomposisjon (andel muskler og fett). I tillegg vil enkelte deltakere bli invitert til å delta i et gruppeintervju, for å undersøke deltakernes erfaringer om treningsformen. I tillegg vil vi registrere personalia som navn, alder og kjønn.

Prosjekt: Tidseffektiv styrketrening

MULIGE FORDELER OG ULEMPER

Ved å delta i dette studiet vil du bidra til forskning på om super-sett trening kan være et tidseffektivt alternativ til tradisjonell styrketrening. Du får personlig oppfølging og veiledning i styrketrening gjennom hele intervensjonen samt tilgang til treningsfysiologer som kan besvare andre eventuelle spørsmål du skulle ha om trening. Ved å delta i en 13 ukers styrketreningsintervensjon er det høy sannsynlighet for at du vil få økt muskelstyrke og muskelmasse. Dette kan også ha andre helsemessige fordeler.

En ulempe ved å delta i prosjektet er at du må sette av tid til å møte opp til trening og tester. Selv om styrketrening er anbefalt den generelle befolkningen kan dette på lik linje med annen fysisk aktivitet gi en beskjeden risiko for skade, og det er vanlig at man opplever en midlertidig forbigående stølheth. I begynnelsen av treningsprogrammet starter man imidlertid svært forsiktig med gradvis økning, slik at kroppen tilvennes til dette. Supersett treningen varer kortere tid, men vil oppleves som mer slitsom enn tradisjonell styrketrening, da det er kortere pauser.

FRIVILLIG DELTAKELSE OG MULIGHET FOR Å TREKKE SITT SAMTYKKE

Det er frivillig å delta i prosjektet. Dersom du ønsker å delta, undertegner du samtykkeerklæringen på siste side. Du kan når som helst og uten å oppgi noen grunn trekke ditt samtykke. Dersom du trekker deg fra prosjektet, kan du kreve å få slettet innsamlende prøver og opplysninger, med mindre opplysningene allerede er inngått i analyser eller brukt i vitenskapelige publikasjoner. Dersom du senere ønsker å trekke deg eller har spørsmål til prosjektet, kan du kontakte Bjørnar Unhjem (tlf: 468 91 462, mail: bjornar.unhjem@gmail.com), Vemund Bakken Eide (tlf: 980 59 661, mail: vemund@ridabu.com), eller Vegard Moe Iversen (tlf: 959 16 188, mail: vegard.m.iversen@ntnu.no)

HVA SKJER MED OPPLYSNINGENE OM DEG?

Opplysningene som registreres om deg skal kun brukes slik som beskrevet i hensikten med prosjektet. Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke, og opplysningene vil bli behandlet konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Du har rett til innsyn i hvilke opplysninger som er registrert om deg og rett til å få korrigert eventuelle feil i de opplysningene som er registrert. Du har også rett til å få innsyn i sikkerhetstiltakene ved behandling av opplysningene.

Prosjekt: Tidseffektiv styrketrening

Alle opplysningene vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer eller andre direkte gjenkjenne opplysninger. Navnet og kontaktopplysningene dine vil bli erstattet med en kode som lagres på egen navneliste adskilt fra øvrige data som vil være lagret på en forskningsserver. Det er kun prosjektmedarbeiderne Bjørnar Unhjem, Vemund Ridabu, Marius Steiro Fimland og Vegard Moe Iversen som har tilgang til denne listen.

Opplysningene om deg vil bli anonymisert eller slettet fem år etter prosjektslutt.

FORSIKRING

Som universitet er vi selvassurandør og er ansvarlig for at det vi gjør er i tråd med lov og enhver tid gjeldende regelverk. Det betyr at når prosjekt blir akseptert ved NTNU har vi også forsikringsansvaret om en forskningsdeltaker skulle bli skadd på bakgrunn av noe vi ber dem gjør.

GODKJENNING

Etter ny personopplysningslov har dataansvarlig Institutt for nevromedisin og bevegelsesvitenskap ved NTNU og prosjektleder Vegard Moe Iversen et selvstendig ansvar for å sikre at behandlingen av dine opplysninger har et lovlig grunnlag. Dette prosjektet har rettslig grunnlag i EUs personvernforordning artikkel 6 nr. 1a og artikkel 9 nr. 2a og ditt samtykke.

Regional komité for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk har vurdert prosjektet, og har vurdert prosjektet til å ikke falle inn under helseforskning og prosjektet trenger derfor ikke REK godkjenning (Saksnummer 2019/850).

Du har rett til å klage på behandlingen av dine opplysninger til Datatilsynet.

KONTAKTOPPLYSNINGER

Dersom du har spørsmål til prosjektet, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

Bjørnar Unhjem:

Tlf: 468 91 462

Mail: bjornar.unhjem@gmail.com

Vemund Bakken Eide:

Tlf: 980 59 661

Mail: vemund@ridabu.com

Personvernombud ved institusjonen er Thomas Helgesen, e-post:

personvernombud@ntnu.no

NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost (personverntjenester@nsd.no) eller telefon: 55 58 21 17.

Prosjekt: Tidseffektiv styrketrening

Jeg samtykker til å delta i prosjektet og til at mine personopplysninger brukes slik det er beskrevet

Sted og dato

Deltakers signatur

Deltakers navn med trykte bokstaver

