



MASTEROPPGAVE

Effekten av intra-sett hvile på maksimal styrke i en moderat til godt trent populasjon: en systematisk oversikt

The effect of intra-set rest on maximum strength in a moderate to well-trained population: a systematic review

Patrick Johnson

Master i idrettsvitenskap

Fakultet for lærerutdanning, kultur og idrett

Institutt for idrett, kosthold og naturfag

MIDR506

Veiledere: Vidar Andersen og Helene Pedersen

20.05.21

1 SAMMENDRAG

Hensikten med denne oppgaven var å gjennomføre en systematisk oversikt av nåværende litteratur og sammenligne maksimal styrketrening med og uten intra-sett hvile når det kommer til endring i maksimal styrke, i en populasjon med minimum seks måneder styrketreningserfaring. Litteratursøk ble gjennomført i Academic search elite, MEDLINE og SPORTDiscus. Følgende inklusjonskriterier ble brukt: (1) Studiene måtte være på engelsk eller norsk; (2) Studiene måtte sammenligne endring i maksimal styrke mellom maksimal styrketrening med og uten intra-sett hvile, altså se på den kroniske effekten; (3) Personene inkludert i studiene måtte ha en minimum treningserfaring på 6 måneder med styrketrening; (4) Pre og posttester måtte være en RM test innenfor 1 til 6 RM, isometrisk eller isokinetisk maksimal styrketest; (5) Personene i studiene måtte være uten skader eller sykdommer som kunne påvirke resultatet. Totalt ble ni studier inkludert i oversikten. Seks studier viste ingen signifikant forskjell mellom maksimal styrketrening med eller uten intra-sett hvile. To studier viste en signifikant forskjell i favør maksimal styrketrening uten intra-sett hvile og en studie viste en signifikant forskjell i favør maksimal styrketrening med intra-sett hvile. Funnene i denne systematiske oversikten indikerer at i fleste tilfeller er det ingen signifikant forskjell mellom maksimal styrketrening med eller uten intra-sett hvile når det kommer til endringer i maksimal styrke, i en moderat til godt trent populasjon.

2 ABSTRACT

The purpose of this thesis was to conduct a systematic review of current literature and compare maximum strength training with and without intra-set rest when it comes to change in maximum strength, in a population with a minimum of six months of strength training experience. Literature search was conducted in Academic search elite, MEDLINE and SPORTDiscus. The following inclusion criteria were used: (1) The studies had to be in English or Norwegian; (2) The studies had to compare the change in maximum strength between maximum strength training with and without intra-set rest, ie look at the chronic effect; (3) The persons included in the studies had to have a minimum training experience of 6 months with strength training; (4) Pre- and post-tests had to be an RM test within 1 to 6 RM, isometric or isokinetic maximum strength test; (5) The persons in the studies had to be without injuries or diseases that could affect the result. A total of nine studies were included in the overview. Six studies showed no significant difference between maximal strength training with or without intra-set rest. Two studies showed a significant difference in favor of maximum strength training without intra-set rest and one study showed a significant difference in favor of maximum strength training with intra-set rest. The findings in this systematic review indicate that in most cases there is no significant difference between maximal strength training with or without intra-set rest when it comes to changes in maximal strength, in a moderate to well-trained population.

3 FORORD

Det har vært spennende og utfordrende å skrive masteroppgave. Det å fordype seg i et spesifikt emne man interesserer seg for har vist seg å være meget lærerikt, og en arbeidsmetode som virkelig appellerer til meg. Jeg har uten tvil forbedret evnen min til å lese og tolke forskning på en kritisk måte. Masteroppgaven har også virkelig satt krav til hvordan jeg gjennomfører et skikkelig litteratursøk istedenfor å være "avhengig" av google scholar. En lærdom jeg sitter igjen med og som er blitt et kjent sitat av Albert Einstein er *"jo mer jeg lærer, jo mer innser jeg hvor mye jeg ikke kan"*. Man blir aldri ferdig utlært så det gjelder å ha et åpent sinn for kunnskap og aldri slutte å lære.

Jeg vil takke veilederne mine, Vidar og Helene for gode tilbakemeldinger og for tillit til å strukturere min egen arbeidsdag og arbeidsmetode.

4 INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Sammendrag	1
2	Abstract	2
3	Forord	3
4	Innholdsfortegnelse.....	4
5	Begrepsavklaring	7
6	Introduksjon	8
7	Teori.....	9
7.1	Hva er maksimal styrke og maksimal styrketrening?.....	9
7.2	Viktige treningsvariabler for maksimal styrke.....	10
7.2.1	Relativ motstand	10
7.2.2	Grad av utmattelse	10
7.2.3	Treningsvolum	10
7.2.4	Treningsfrekvens	11
7.3	Hvorfor hvile mellom settene?.....	11
7.3.1	Inter-sett hvile	11
7.3.2	Muskeltretthet	12
7.4	Hva er intra-sett hvile?	13
7.5	Ulike metoder på intra-sett hvile	14
7.5.1	Cluster sett	14
7.5.2	Rest-pause method	14
7.5.3	Inter-sett rest redistribution	15
7.5.4	Equal work-to-rest ratio	15
7.5.5	Oppsummering av intra-sett hvile metodene	16
7.6	Hvorfor inkludere intra-sett hvile når man trener for maksimal styrke?.....	17
8	Hensikt og problemstillinger	18
9	Metode	18
9.1	Litteratursøk	18
9.2	Inklusjonskriterier.....	19
9.3	Kvalitetsvurdering	19
10	Resultater	20
10.1	Treff på søkeord	20
10.2	Studier inkludert.....	20
10.3	Studie karakteristikk.....	22
10.4	Hovedfunn	25

10.5	Kvalitetsvurdering	28
11	Diskusjon	28
11.1	Oppsummering og tolkning av hovedfunn.....	28
11.1.1	Grad av utmattelse	29
11.1.2	Treningsvolum	30
11.1.3	Mangel på utnyttning av potensielle fordeler av intra-sett hvile.....	31
11.1.4	Lengde på inter-sett hvile.....	32
11.1.5	Spesifisitet og repetisjons område	33
11.2	Styrker og svakheter.....	33
11.2.1	Metode og kvalitet på studiene	33
11.2.2	Treningserfaring	34
11.2.3	Kronisk effekt og lengde på treningsintervensjoner	34
11.2.4	Styrkemålinger og relativ motstand	35
11.2.5	Flere typer intra-sett hvile metoder.....	35
11.2.6	Alder og Antall kvinner	36
11.2.7	Uklare treningsmetoder og lengde på intra-sett hvile	36
11.2.8	Ingen mål på muskelvekst	36
11.3	Begrensinger.....	36
11.4	Sammenlignet med tidligere systematiske oversikts artikler	37
11.5	Praktiske anbefalinger	38
11.6	Videre forskning	39
12	Konklusjon	40
13	Referanseliste	41
14	Vedlegg.....	48
14.1	Pedro skala	48

Figuroversikt

Figur 1. Cluster sett	14
Figur 2. Rest-pause method	15
Figur 3. Maksimal styrketrening uten intra-sett hvile.....	15
Figur 4. Inter-sett rest redistribution.	15
Figur 5. Maksimal styrketrening uten intra-sett hvile.....	16
Figur 6. Equal work-to-rest ratio	16
Figur 7. Flytskjema	21

Tabelloversikt

Tabell 1. Oppsummering av intra-sett hvile metodene	16
Tabell 2. Totalt antall treff på søkeord.....	20
Tabell 3. Studiekarakteristikk.....	23
Tabell 4. Hovedfunn og endringer i maksimal styrke.....	25
Tabell 5. Kvalitetsvurdering av studiene.....	28

5 BEGREPSAVKLARING

RM: Repetisjon maksimum. Hvor mange repetisjoner man klarer maksimalt med en gitt relativ motstand (Raastad et al., 2010, s. 13-16).

Relativ motstand: Er "prosent av den største motstanden vi greier å overvinne i en dynamisk repetisjon (% av 1RM) eller den største motstanden vi klarer et gitt antall repetisjoner med før utmattelse" (Raastad et al., 2010, s. 16).

Utmattelse: "Når muskelen ikke lenger kan utvikle den kraften som trengs for å opprettholde et bestemt arbeid" (Raastad et al., 2010, s.555). Forekommer når man ikke lenger klarer å gjennomføre flere repetisjoner med riktig teknikk (Raastad et al., 2010, s. 555).

Grad av utmattelse og RIR: Grad av utmattelse menes som hvor langt unna total muskulær utmattelse man er innad i arbeidssettet. Ofte oppgitt i reps i reserve (RIR), det vil si hvor mange repetisjoner man er unna total muskulær utmattelse (Zourdos et al., 2021).

Treningsvolum: Blir tradisjonelt definert som "antall serier x antall repetisjoner x treningsmotstand" (Raastad, 2010, s. 17).

Effektivt volum/repetisjoner: Volum/repetisjoner med høy nok grad av utmattelse til at man får ønskede adaptasjoner.

Treningsfrekvens: Er "hvor mange ganger per uke vi gjennomfører styrketrening på samme muskel gruppe" (Raastad., 2010, s. 17). Det kan også handle om hvor ofte man trener en øvelse per uke og hvor mange totale treningsøkter man har per uke.

ATP: Adenosintrifosfat, er en energikilde for de fleste energikrevende prosesser i alle celler (Sand, et al., 2014, s. 34).

Motorisk enhet: Er en motorisk nervecelle og de muskelfibrene den innerver (Sand et al, 2014, s. 330)

Muskulær tretthet: Referer til de motoriske enhetene og involverer prosesser forbundet med mekaniske og cellulære endringer i muskelsystemet (Wallmann., 2007, s. 87).

Nevral tretthet: Refererer til de fysiologiske prosessene som oppstår i sentralnervesystemet (Wallmann., 2007, s. 87).

Generaliserbarhet: Er i hvilken grad funnene i en studie kan gjelde for andre gruppe mennesker eller situasjoner.

Moderat trent: Defineres som minimum 6 måneder med styrketrening (Davies et al., 2020)

Godt trent: Defineres som minimum 12 måneder med styrketrening (Schoenfeld et al., 2015)

Muskulære adaptasjoner: Faktorer i muskel- og skjelett systemet, blant annet tversnittareal, fibertypesammensetning, muskellengde, konsentrasjon av kontraktile proteiner og ulike biomekaniske enhetene (Raastad et al., 2010, s. 19).

Nevrale adaptasjoner: Faktorer i sentralnervesystemet, blant annet grad av aktivering (motoriske enheter) og koordinering/teknikk (Raastad et al., 2010, s. 19).

6 INTRODUKSJON

Maksimal styrke er den største kraften vi klarer å utvikle ved langsomme bevegelser eller isometriske aksjoner (Raastad et al., 2010, s. 13). Maksimal styrketrening er all trening som har med hensikt til å øke eller vedlikeholde denne evnen (Raastad et al., 2010, s. 14). Intra-sett hvile er ofte sett på som en treningsmodalitet som muligens kan være med å forsterke effekten av maksimal styrketrening. Intra-sett hvile er definert som hvile mellom flere repetisjoner innad i settet og/eller flere sett delt i mindre arbeidsenheter (Tufano et al., 2017, s. 850; Denton og Cronin., 2006, s. 528).

Det er gjort relativt lite forskning på den kroniske effekten av intra-sett hvile på spesifikt maksimal styrke. Til min kjennskap er det gjort en systematisk oversikt artikkel av Tufano et al. (2017). Det er også nylig blitt publisert en systematisk oversikt og meta-analyse på intra-sett hvile av Davies et al. (2021), men denne er ikke blitt tatt hensyn til i oversikten da den ble publisert lenge etter oppstart. Tufano et al. (2017) tar for seg maksimal styrke, eksplosiv styrke og hypertrofi. I artikkelen anerkjenner de mangelen av forskning på den kroniske effekten av maksimal styrketrening med intra-sett hvile. Tufano et al. (2017) spekulerer i om den noe lovende akutte effekten av intra-sett hvile kan påvirke den kroniske effekten, men at det må et bedre studiedesign til for å bekrefte dette. Akutte studier viser nemlig at intra-sett hvile muligens kan føre til blant annet et høyere totalt volum løftet og bedre kvalitet på repetisjonene (Haff et al., 2008; Tufano et al., 2017; Hansen et al., 2011; Iglesias et al., 2010). Majoriteten av studier inkludert i Tufano et al. (2017) fant derimot en signifikant bedre effekt av maksimal styrketrening uten intra-sett hvile når det kommer til den kroniske effekten på maksimal styrke.

Hensikten med denne systematiske oversikten er derfor å sammenligne maksimal styrketrening med og uten intra-sett hvile når det kommer til endring i maksimal styrke, i en populasjon med minimum seks måneder styrketreningserfaring. Det som skiller denne oversikten ifra Tufano et al. (2017) er at den inneholder nyere og flere studier som ser på endring i maksimal styrke (kronisk effekt), den har med en detaljert metode del hvor det beskrives hvordan litteratursøket ble gjort og hvilke inklusjonskriterier som ble brukt, den spisses spesifikt til maksimal styrketrening i en populasjon med minimum 6 måneder styrketreningserfaring.

7 TEORI

7.1 HVA ER MAKSIMAL STYRKE OG MAKSIMAL STYRKETRENING?

Raastad et al. (2010, s. 13) definerer maksimal styrke som «den største kraften vi klarer å utvikle ved langsomme bevegelser (eksentriske og konsentriske) eller isometriske muskelaksjoner». Muskelkraften reguleres i forhold til arbeidet som utføres (Sand et al., 2014). Det er derfor hensiktsmessig å løfte med maksimal kraftutvikling om man ønsker å utføre tunge løft på en effektiv måte. Maksimal kraftutvikling rekrutterer nemlig flere og større motoriske enheter som er med på å øke kontraksjonskraften (Sand et al., 2014). Jevnlig rekruttering av de store motoriske enhetene og progressivt økende belastning vil føre til hensiktsmessige muskulære og nevrøle adaptasjoner for maksimal kraftutvikling, noe som over tid vil føre til økning i maksimal styrke (Folland og Williams., 2007; Raastad et al., 2010, s. 107).

Den tradisjonelle måten å trene for å utvikle sin maksimale styrke er å trene maksimal styrketrening. Maksimal styrketrening blir definert av Raastad et al. (2010, s. 14) som «all trening som gjennomføres med den hensikt å øke evnen til maksimal kraftutvikling ved langsomme bevegelser eller ved rene maksimale isometriske muskelaksjoner». I praksis kan dette si at man trener med 1 til 15 repetisjoner med sin 1 til 15 RM, dette er ofte 65 til 100% av 1RM. Noen vil si at maksimal styrketrening for trente personer er 1 til 6 repetisjoner med 1 til 6 RM (Kraemer og Ratamess., 2004), men det er vist at den maksimale styrken i stor grad også påvirkes når man løfter med lettere relativ motstand opp mot ca. 15 RM (Schoenfeld et al., 2017). I denne oppgaven defineres derfor maksimal styrketrening som trening innenfor 1 til 15 RM, 65 til 100% av 1 RM.

Maksimal styrke måles ofte ved å gjennomføre en 1 RM test eller ved å gjennomføre maks antall repetisjoner innenfor en gitt relativ motstand, noe som krever anvendelse av en formel for å estimere verdien av 1 RM (Naclerio et al., 2009). Maks antall repetisjoner burde være innenfor 2-6 RM for best estimering av 1RM (Dohoney et al., 2002; Reynold et al., 2006). Isometriske og isokinetiske maksimale styrke tester er også valide mål på maksimal styrke (Drake et al., 2017; Zouita et al., 2020; Lienhard et al., 2013)

7.2 VIKTIGE TRENINGSVARIABLER FOR MAKSIMAL STYRKE

7.2.1 Relativ motstand

Den relative motstanden kan defineres som *"prosent av den største motstanden vi greier å overvinne i en dynamisk repetisjon (% av 1RM) eller den største motstanden vi klarer et gitt antall repetisjoner med før utmattelse"* (Raastad et al., 2010, s. 16).

Det er vist bedre endring i maksimal styrke av å trene med en høyere relativ motstand (<60% av 1RM, ofte 1 til 15 RM) sammenlignet med lavere (>60% av 1RM, ofte over 15 RM) (Schoenfeld et al., 2017). Muligens fordi at høy motstand aktiverer de motoriske enhetene med høyest terskel mer enn lav motstand, noe som er hensiktsmessig for maksimal styrke (Kraemer og Ratamess., 2004).

7.2.2 Grad av utmattelse

Grad av utmattelse menes som hvor langt unna total muskulær utmattelse man er innad i arbeidssettet. Ofte oppgitt i reps i reserve (RIR), det vil si hvor mange repetisjoner man er unna total muskulær utmattelse (Zourdos et al., 2021).

Forskning viser at det ikke er nødvendig å trene til total utmattelse for å utvikle maksimale styrke adaptasjoner (Davies et al., 2015; Folland et al., 2002). Samtidig er det å trene relativt nærme utmattelse vist seg å være viktig for maksimal styrkeutvikling, mellom 0 til 5 RIR har vist seg å være optimalt (Davies et al., 2015; Sundstrup et al., 2012; Hackett et al., 2017). Den sannsynlige grunnen er likt som for høy relativ motstand, høy grad av utmattelse er nødvendig for å maksimere rekrutteringen av motoriske enheter (Davies et al., 2015).

7.2.3 Treningsvolum

Treningsvolum bli tradisjonelt sett definert *"antall serier x antall repetisjoner x treningsmotstand"* (Raastad, 2010, s. 17). Med denne definisjonen burde man også ta hensyn til at graden av utmattelse er høy nok til at det blir regnet som effektivt volum.

I praksis og i forskning har det blitt mer og mer vanlig å definere lavt, moderat og høyt volum som antall sett per muskelgruppe per uke eller per øvelse. Sannsynligvis er det en gradert dose respons når det kommer til volum og maksimale styrke adaptasjoner (Ralston et al., 2017). Forskning finner bedre effekt av moderat til høyt volum når det kommer til maksimale styrke adaptasjoner (Ralston et al., 2017; Marshall et al., 2011). Det er stor variasjon i hva som blir definert som moderat til høyt volum, ofte er det snakk om minimum

5 sett per muskelgruppe/øvelse per uke for moderat volum og ofte over 10 sett per muskelgruppe/øvelse per uke for høyt volum (Ralston et al., 2017; Marshall et al., 2011). Volum er også en viktig variabel når det kommer til muskelvekst, og likt som for maksimal styrke finner man ofte en gradert dose respons hvor høyere volum presterer bedre enn lavt volum (Schoenfeld et al., 2019). Dette er relevant kunnskap for å optimalisere maksimale styrke adaptasjoner i en periodisert treningsplan da man vet at tversnittarealet til en muskelgruppe er en av de viktigste faktorene når det kommer maksimal styrke (Brechue og Abe., 2002, Fukunaga et al., 2001).

7.2.4 Treningsfrekvens

Treningsfrekvens kan bli definert som *"hvor mange ganger per uke vi gjennomfører styrketrening på samme muskel gruppe"* (Raastad., 2010, s. 17). Det kan også handle om hvor ofte man trener en øvelse per uke og hvor mange totale treningsøkter man har per uke.

En meta-analyse av Grgic et al. (2018) viser at om treningsvolumet er kontrollert for har det ingen signifikant effekt på endringer i maksimal styrke om man trener muskelgruppen fra 1 til over 4 ganger. Potensielt kan det ha mer å si for kvinner og yngre personer, spesielt når det kommer til flerledds øvelser for overkroppen (Grgic et al., 2018) Meta-analysen til Ralston et al. (2018) fant ingen signifikante forskjeller mellom høy og lav frekvens på endringer i maksimal styrke. Det vil si at frekvens i seg selv kanskje ikke er den aller viktigste variabelen, men det er et fint «verktøy» til å kunne gjennomføre mer volum og/eller spre ut volumet mer innad i uken. I praksis vil man også muligens bli «tvunget» til å øke frekvensen om volumet per økt blir så høyt at det er uhensiktsmessig av flere grunner, blant annet tid, motivasjon, kvalitet osv. Grigic et al. (2018) nevner også at det å øve mer jevnlig på mer komplekse øvelser kan ha noe for seg da det finnes studier som viser at komplekse øvelser krever mer presis timing, muskelkoordinering og motoriske ferdigheter (Caroll et al., 2011).

7.3 HVORFOR HVILE MELLOM SETTENE?

7.3.1 Inter-sett hvile

I maksimal styrketrening snakker man ofte om inter-sett hvile. Inter-sett hvile er definert som *«hvileperioden mellom settene eller mellom flere repetisjoner utført i sekvens»* (Tufano et al., 2017, s. 850). Inter sett hvile blir ofte sett på som en av de sentrale akutte variablene i maksimal styrketrening. Denne perioden er ofte en lengere hvileperiode på 180 til 300

sekunder når man trener for å optimalisere maksimal kraftutvikling for trente personer, men helt ned til 60 sekunder er også brukt og vist seg å være effektivt for mindre trente personer. (de Salles, 2009; Grgic et al., 2017b).

Flere studier viser at det å hvile for lite mellom settene kan føre til en nedgang i antall repetisjoner og påvirke reliabiliteten på gjentakende 1RM forsøk i samme økt (Kraemer, 1997; Richmond og Godard, 2004; Willardson og Burkett, 2005, De Salles, 2009). Dette er fordi kroppen trenger hvile for at musklene skal komme seg og gjenopprette sin enzymatiske kapasitet til å utføre treningen (Richmond og Godard, 2004). Når den relative motstanden er på 5 RM eller mindre vil musklene hovedsakelig nytte seg av ATP lagret i musklene og kreatinfosfat som energikilde for å kunne gjennomføre muskelkontraksjoner (Weiss., 1991). Muskelcellene har forhåndslagret av ATP og kreatinfosfat til å opprettholde maksimale kontraksjoner i rundt 8 til 10 sekunder sammenlagt (Morton., 2008; Sand et al., 2014, s. 343) Det tar mellom 180 til 300 sekunder hvile for å komplett restituere lagrene av ATP og kreatinfosfat (Morton, 2008; Weiss., 1991). Når motstanden er på 6 RM eller inter-sett hvile perioden er under 180 sekunder, vil muskelen bli mer avhengig av glykolyse for å produsere ATP (Weiss., 1991). Dette skjer hovedsakelig ved mobilisering av glukose fra muskelcellenes glykogenlagre (Sand et al., 2014, s. 343) Glykolyse er nesten like kraftig som forhåndslagrene av ATP og kreatinfosfat, men det fører også til produksjon og akkumulering av melkesyre i muskelvevet (Weiss., 1991). Glykolyse kan opprettholde maksimal muskelkontraksjon i ca. 60 sekunder på grunn av rask utvikling av muskeltretthet (Sand et al., 2014, s.343). Dette er til tross for at glykogenlagrene i musklene på langt nær er tømt, musklene har nok glykogen til hardt kontinuerlig arbeid i 1 til 2 timer (Sand et al., 2014, s. 343).

7.3.2 Muskelretthet

Muskeltretthet betyr at muskelens maksimale kontraksjonshastighet reduseres, dette skjer etter intens eller langvarig muskelbruk (Sand et al., 2014, s. 345). Det er ikke fullstendig klart hva som er hovedgrunnene til muskeltretthet under maksimal styrketrening, men det er sannsynligvis et samspill mellom flere faktorer, både nevrøle og muskulære (Wan et al., 2017; Ørtenblad et al., 2011; Sand et al., 2014, s. 345; Zajac et al., 2015): 1. Det kan skyldes økt fosfat nivå, noe som påvirker kryssbroene mellom myosin- og aktinfilamentene negativt, 2. Redusert frisetting av kalsiumioner, 3. Redusert impulsledning i T-rørene, noe som påvirker forbindelsen mellom aksjonspotensialet og muskelfibrene, 4. Psykiske

faktorer/tretthet kan spille inn på fyringsmønsteret til de motoriske nervecellene, 5. Lavt muskelglykogen, noe som kan påvirke frisettingen av kalsiumioner, natrium-kalium pumpe funksjonen og ATP restitusjon, 6. Nedgang av kreatinfosfat og ATP forhåndslagre. Hvile mellom settene/øvelsene kan være med å delvis restituere flere av disse faktorene. Blant annet gjenoppbygging av kreatinfosfat og forhåndslagre av ATP (Morton, 2008; Weiss, 1991; Sand et al., 2014, s. 343). Hvile kan også være med å "spare" glykogenlagrene slik at musklene ikke blir avhengig av fettsyrer og oksygen til å produsere ATP da dette ikke går raskt nok til dekke muskelcellenes energibehov under maksimal styrketrening (Sand et al., 2014, s. 343). Hvile er også med på å redusere økingen av metabolitter noe som er hensiktsmessig for å kunne opprettholde maksimal kraftutvikling (Raastad et al., 2010, s.281). Fra et psykologisk perspektiv kan det også være lurt å ha en lengre hviletid mellom settene for å motvirke psykologisk tretthet (De Salles., 2009).

Tidligere ble der foreslått at muskelfibrene trettes under styrketrening ved at det akkumuleres høye nivåer av melkesyre (Willardson og Burkett, 2005). Denne påstanden har derimot blitt utfordret i litteraturen da det ikke virker som om forsuring av musklene direkte fører til vesentlig reduksjon av muskelkraft (Wan et al., 2017; Sand et al., 2014, s. 345; Stackhouse et al., 2001).

Tatt i betraktning kunnskapen man har om muskeltretthet og hvile, virker det som en god anbefaling både ifra et fysiologisk og psykologisk perspektiv å anbefale en hvileperiode mellom sett og øvelser på 180 til 300 sekunder for å maksimere maksimal kraftutvikling (De Salles, 2009; Grgic et al., 2017b). Dette gjelder spesielt for trente personer, mindre trente personer kan muligens komme unna med 60 sekunder (De Salles, 2009; Grgic et al., 2017b).

7.4 HVA ER INTRA-SETT HVILE?

Intra-sett hvile blir ofte definert som «*en hvile periode mellom flere repetisjoner*» (Tufano et al., 2017, s. 850). Da snakker man oftest om kort hvile hvor man setter i fra seg vektene eller i noen tilfeller "hviler" i enden av fullt leddutslag. Et eksempel kan være at man skal trene med 6RM i et av settene, til vanlig gjennomføres alle 6 repetisjoner i en kontinuerlig form, med intra-sett hvile derimot gjennomfører man f, eks 3 repetisjoner, setter i fra seg vektene og hviler i 15 sekunder, deretter gjennomføres de siste 3 repetisjonene, muligens etterfulgt av en lengre inter-sett hvileperiode.

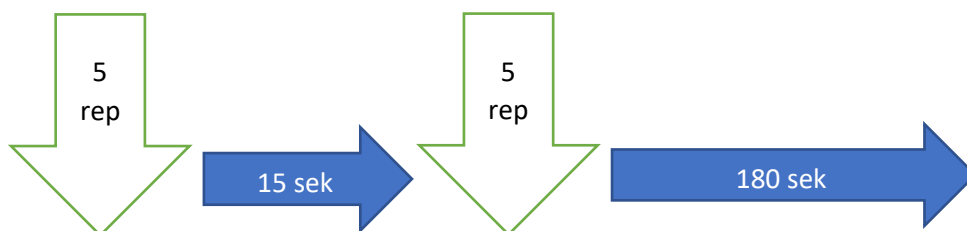
Intra-sett hvile blir også definert som *"trening som deler et sett eller flere sett i mindre arbeidsenheter med mer intermitterende hvileperioder"* (Denton og Cronin, 2006, s. 528). Et eksempel kan være 2 sett med 10 repetisjoner og 180 sekunder inter-sett hvile, mot 4 sett med 5 repetisjoner og 60 sekunder intra-sett hvile. Det skilles også ofte mellom intra-sett hvile og interrepetisjon hvile (Tufano et al., 2017). Forskjellen er at ved interrepetisjon hvile gjennomføres bare 1 repetisjon før hvile, ved intra-sett hvile gjennomføres 2 eller flere. I denne oppgaven vil interrepetisjon hvile defineres som intra-sett hvile da jeg ikke ser et stort argument for hvorfor single repetisjoner ikke kan bli kalt intra-sett hvile, og det gjør det mindre forvirrende for leseren.

Definisjonen på intra-sett hvile er derfor: *«En hvile periode mellom 1 eller flere repetisjoner innad i settet og/eller trening hvor man deler flere sett i mindre arbeidsenheter med mer periodevise hvileperioder»*. Ofte er lengden på hvile periodene 10 til 120 sekunder, men det kan variere veldig hva som blir brukt i ulike studier (Tufano et al., 2017). Hvileperiodene kan være helt nede i 1 til 2 sekunder (Marshall et al., 2012; Keough et al., 1999, Tufano et al., 2017)

7.5 ULIKE METODER PÅ INTRA-SETT HVILE

7.5.1 Cluster sett

Cluster sett vil ofte være definert som et sett hvor man har en intra-sett hvile periode fra 10 til 45 sekunder mellom repetisjoner (Tufano et al., 2017; Haff et al., 2008). Men ofte ser man både kortere og lengre hvileperioder i litteraturen. Cluster sett er illustrert i figur 1:

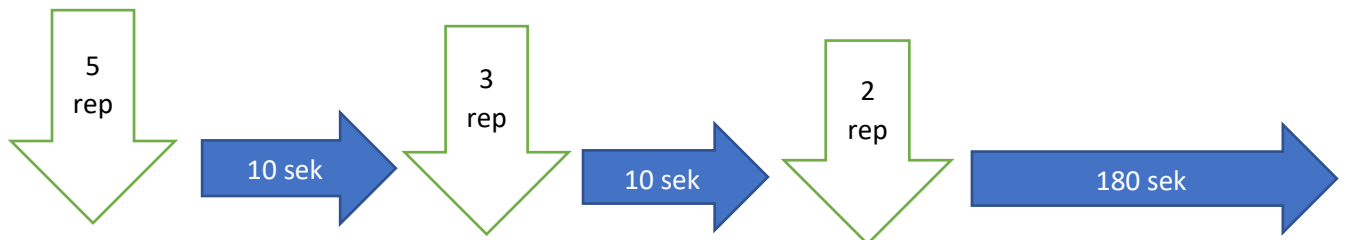


Figur 1. Cluster sett

7.5.2 Rest-pause method

Rest-pause method kan bli sett på som en slags intensiv form for cluster sett som ofte fokuserer på å gå nærme utmattelse eller til utmattelse hvert sett (Tufano et al., 2017). En vanlig metode er å ta første sett til utmattelse, for så å ta en liten hvileperiode, etterfulgt av

flere små sett og hvileperioder til man når et repetisjons mål (Prestes et al., 2019; Marshall et al., 2012). Typiske lengde på hvileperiodene i styrke litteraturen kan være alt fra 2 til 20 sekunder (Marshall et al., 2012; Keough et al., 1999), men definisjonene på rest-pause method spriker i litteraturen (Tufano et al., 2017). Eksempel på rest-pause method er illustrert i figur 2:



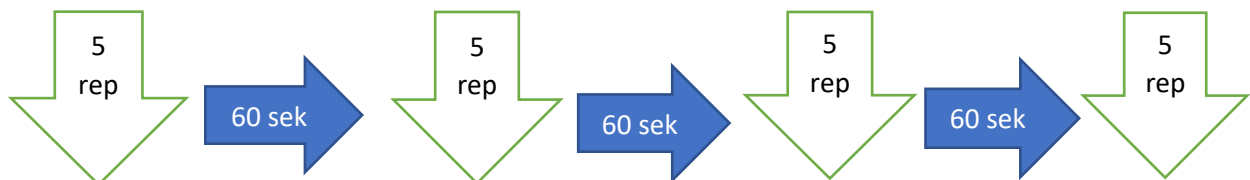
Figur 2. Rest-pause method

7.5.3 Inter-sett rest redistribution

Inter-sett rest redistribution er enkelt forklart en form for cluster design som likestiller og omorganiserer hvileperioder i forhold til maksimal styrketrening uten intra-sett hvile. I motsetning til vanlige cluster sett design er inter-sett hvilen ofte forkortet og blir heller fordelt til flere små hvileperioder uten å legge til den tradisjonelt lengre inter-sett hvile perioden mellom sett (Tufano et al., 2017). Det er lettere å illustrere inter-sett rest redistribution om man likestiller det med maksimal styrketrening uten intra-sett hvile. Illustrert i figur 3 og 4:



Figur 3. Maksimal styrketrening uten intra-sett hvile

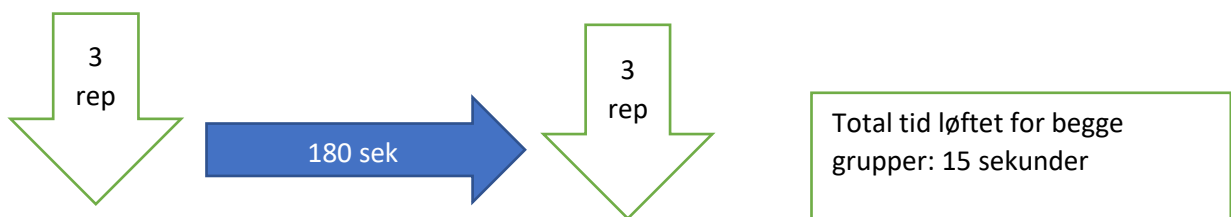


Figur 4. Inter-sett rest redistribution.

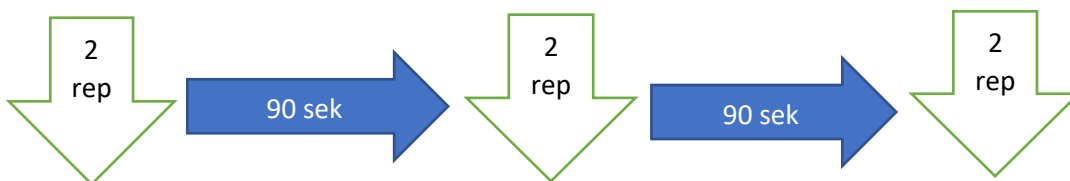
7.5.4 Equal work-to-rest ratio

Equal work-to-rest ratio er mye det samme som inter-sett rest redistribution. Forskjellen er at denne metoden kalkulerer ikke bare total hvile tid, men også total tid løftet. En måte det

gjøres på er å dele total hviletid på antall repetisjoner per tidsenhet (Tufano et al., 2017). I studier finner man da ofte først ut hvor lang tid et sett tar, for så å designe ulike sett kombinasjoner som likestiller total tid løftet (Hansen et al., 2011). I studier bruker man ofte styrketrening uten intra-sett hvile som «standarden» å kalkulere ut ifra (Tufano et al., 2017). Med denne metoden kan det være veldig individuelt hvor mange repetisjoner man klarer å fullføre på en gitt tidsenhet (Iglesias-Soler et al., 2014), noe som i praksis kan gjøre at det blir en relativt stor forskjell mellom ulike grupper og protokoller. Noen velger derfor å holde repetisjonsantallet konstant i alle grupper (Hansen et al., 2011). Equal work-to-rest ratio likestilt med maksimal styrketrening uten intra-sett hvile er illustrert i figur 5 og 6:



Figur 5. Maksimal styrketrening uten intra-sett hvile



Figur 6. Equal work-to-rest ratio

7.5.5 Oppsummering av intra-sett hvile metodene

Det som hovedsakelig skiller de ulike intra-sett hvile metodene er hvile tiden og/eller måten man kalkulerer hvile tid og/eller total tid løftet. Illustrert i tabell 1:

Tabell 1. Oppsummering av intra-sett hvile metodene

Metode	Intra-sett hvile tid
Cluster sett	Ofte 10-45 sekunder
Rest-pause method	Ofte 2-20 sekunder
Inter-sett rest redistribution	Likestiller og omorganiserer hvileperiodene i forhold til maksimal styrketrening uten intra-sett hvile.
Equal work-to-rest ratio	Likestiller og omorganiserer hvileperiodene i forhold til maksimal styrketrening uten intra-sett hvile. I tillegg kalkuleres og likestilles total tid løftet.

7.6 HVORFOR INKLUDERE INTRA-SETT HVILE NÅR MAN TRENER FOR MAKSIMAL STYRKE?

Det finnes flere påståtte fordeler med intra-sett hvile for maksimal styrke. Korak et al. (2017) hevder at intra-sett hvile kan føre til et høyere totalt volum løftet på grunn av de korte hvileperiodene muligens fører til noe påfylling av kreatinfosfat. I løpet av 30 sekunder har ca. 70% av forhåndslagrene av ATP og kreatinfosfat blitt restituert (Morton., 2008).

Det er også foreslått at intra-sett hvile kan øke kvaliteten på repetisjonene (Haff et al., 2008; Tufano et al., 2017). Dette er basert på at repetisjoner gjennomført på en tradisjonell måte ofte fører til tretthet i det nevralt systemet eller en opphopning av metabolsk tretthet (Haff et al., 2008), derfor er det foreslått at intra-sett hvile kan være med på å dempe denne trettheten. Intra-sett hvile tillater derfor muligens høyere løftehastighet, noe som kan føre til bedre vedlikehold av "peak" kraftutvikling gjennom settet og derav muligens føre til bedre endring i maksimal styrke (Gonzalez-Badillo et al., 2014; Hansen et al., 2011). Spekulativt kan derfor intra-sett hvile muligens føre til at man kan løfte samme antall kilo/repetisjoner med høyere løftehastighet og i tillegg akkumulere mindre tretthet, noe som kan føre til en mindre restitusjonstid. Da kan man sannsynligvis øke frekvensen og volumet, noe som kan være hensiktsmessig for maksimale styrke adaptasjoner (Grigic et al., 2018; Carroll et al., 2011; Ralston et al., 2017). Samtidig må man ha en viss tretthet i det nevralt og muskulære systemet for å maksimere maksimale styrke adaptasjoner (Davies et al., 2015; Folland et al., 2002). Det er altså en balanse mellom optimal tretthet og restitusjon i det nevralt og muskulære systemet for å maksimere adaptasjoner.

En annen påstått fordel er at intra-sett hvile kan ha en slags potensiering effekt, noe som kalles postaktivering potensiering effekt (Haff et al., 2008). Postaktivering potensiering kan sies å være en forbedring av kraftutvikling etter repeterende muskelaktivering (Binder-Macleod et al., 2002). Mekanismen bak postaktivering potensiering ser ut til å være en økt fosforylering av proteinet myosin lett-kjede eller en form for nevralt adaptasjon (Sale., 2002; Chiu et al., 2003). Økt fosforylering av proteinet myosin lett-kjede kan lede til større kraft produksjon i muskelen (Haff et al., 2008). Den nevralt adaptasjonen kan innebære forbedring av flere faktorer, blant annet økt synkronisering av de motoriske enhetene (Haff et al., 2008).

8 HENSIKT OG PROBLEMSTILLINGER

Hensikten med oppgaven er å finne ut om det er en signifikant forskjell mellom maksimal styrketrening med intra-sett hvile og maksimal styrketrening uten intra-sett hvile når det kommer til endring i maksimal styrke, i en populasjon med minimum seks måneder styrketreningserfaring. Problemstillingen er derfor: Er det en signifikant forskjell mellom maksimal styrketrening med intra-sett og maksimal styrketrening uten intra-sett hvile når det kommer til endringer i maksimal styrke, i en populasjon med minimum seks måneder? For å prøve å finne svar på dette vil det gjennomføres en systematisk oversikt som inkluderer alle studier som oppfyller de gitte inklusjonskriterier. Min hypotese er at det er en signifikant bedre effekt i favør maksimal styrketrening med intra-sett hvile sammenlignet med maksimal styrketrening uten intra-sett hvile når det kommer til endringer i maksimal styrke.

9 METODE

9.1 LITTERATURSØK

Databasene brukt i denne systematiske oversikten var Academic search elite, MEDLINE og SPORTDiscus, EBESCOhost ble brukt for å søke samtidig i de nevnte databasene. Søkemodus brukt i EBESCOhost var boolean og det ble brukt "advanced search". Det var også krysset av for "apply equivalent subjects". Søket ble gjennomført 29 oktober 2020. Gjennomgang av funnene ble gjort i perioden november til desember 2020. Følgende søkeord og kombinasjoner ble brukt i alle databaser: "cluster set" AND "strength", "intra-set rest" AND "strength", "interrepetition rest" AND "strength", "cluster training" OR "intra-set rest" AND "strength", "intra-set rest" OR "intra-set rest" AND "hypertrophy", "cluster set" AND "hypertrophy", "intra-set rest" OR "intra-set rest" AND "strength", "rest redistribution" AND "strength", "rest-pause" AND "strength", "equal work-to-rest ratio" OR "equal work-to-rest ratio" AND "strength", "intra-set rest" OR "intra-set rest" AND "force", "intra-set rest" AND "resistance training", "intra-set rest" AND "resistance training", "cluster set" AND "resistance training", "rest-pause" AND "resistance training", "interrepetition rest" AND "resistance training".

Det ble også gjennomført søk i referanselister til de inkluderte studiene og relevante systematiske oversikter.

9.2 INKLUSJONSKRITERIER

Studiene i denne systematiske oversikten måtte oppfylle følgende kriterier for å bli inkludert i analysene: (1) Studiene måtte være på engelsk eller norsk; (2) Studiene måtte sammenligne endringer i maksimal styrke mellom maksimal styrketrening med og uten intra-sett hvile, altså den kroniske effekten; (3) Personene inkludert i studiene måtte ha en minimum treningserfaring på 6 måneder med styrketrening; (4) Pre og posttester måtte være en RM test innenfor 1 til 6 RM, isometrisk eller isokinetisk maksimal styrketest; (5) Personene i studiene måtte være uten skader eller sykdommer som kunne påvirke resultatet.

9.3 KVALITETSVURDERING

Kvaliteten på studiene ble analysert ved å bruke PEDro skalaen. PEDro skalaen har vist seg å være en valid og reliabel metode for å kvalitets vurdere studier, spesielt RCT-studier (de Morton., 2009, Maher et al., 2003, Cashin og McAuley., 2020). Skalaen består av 11 kriterier. Kriteriet 1 handler om den eksterne validiteten, kriteriet 2 til 9 handler om den interne validiteten, kriteriet 10 og 11 handler om rapportering av statistikk (Cashin og McAuley., 2020). Kriteriene blir vurdert med ja og nei, 1 poeng for ja og 0 poeng for nei (Cashin og McAuley., 2020). Den totale PEDro skåren blir summen av kriteriene 2 til 11, kriteriet 1 er altså ikke med i den totale summen (Cashin og McAuley., 2020). Man kan derfor få en total poengsum mellom 0 til 10 hvor høyere sum indikerer bedre metodisk kvalitet. Flere har foreslått at en poengsum mellom 0 til 3 blir regnet som dårlig, 4 til 5 moderat, 6 til 8 bra og 9 til 10 utmerket (Cashin og McAuley., 2020). Siden det er umulig/lite relevant å blinde forsøkspersonene og forskerne under treningsintervensjoner, ble kriteriene 5, 6 og 7 fjernet fra skalaen. Dette er en metode foreslått av blant annet Grgic et al., (2017a). Samme forfattere foreslår derfor at en skår på 0 til 3 blir regnet som dårlig kvalitet, 4 moderat kvalitet, 5 bra kvalitet og 6 til 7 utmerket kvalitet. Pedro skalaen er lagt til som vedlegg.

10 RESULTATER

10.1 TREFF PÅ SØKEORD

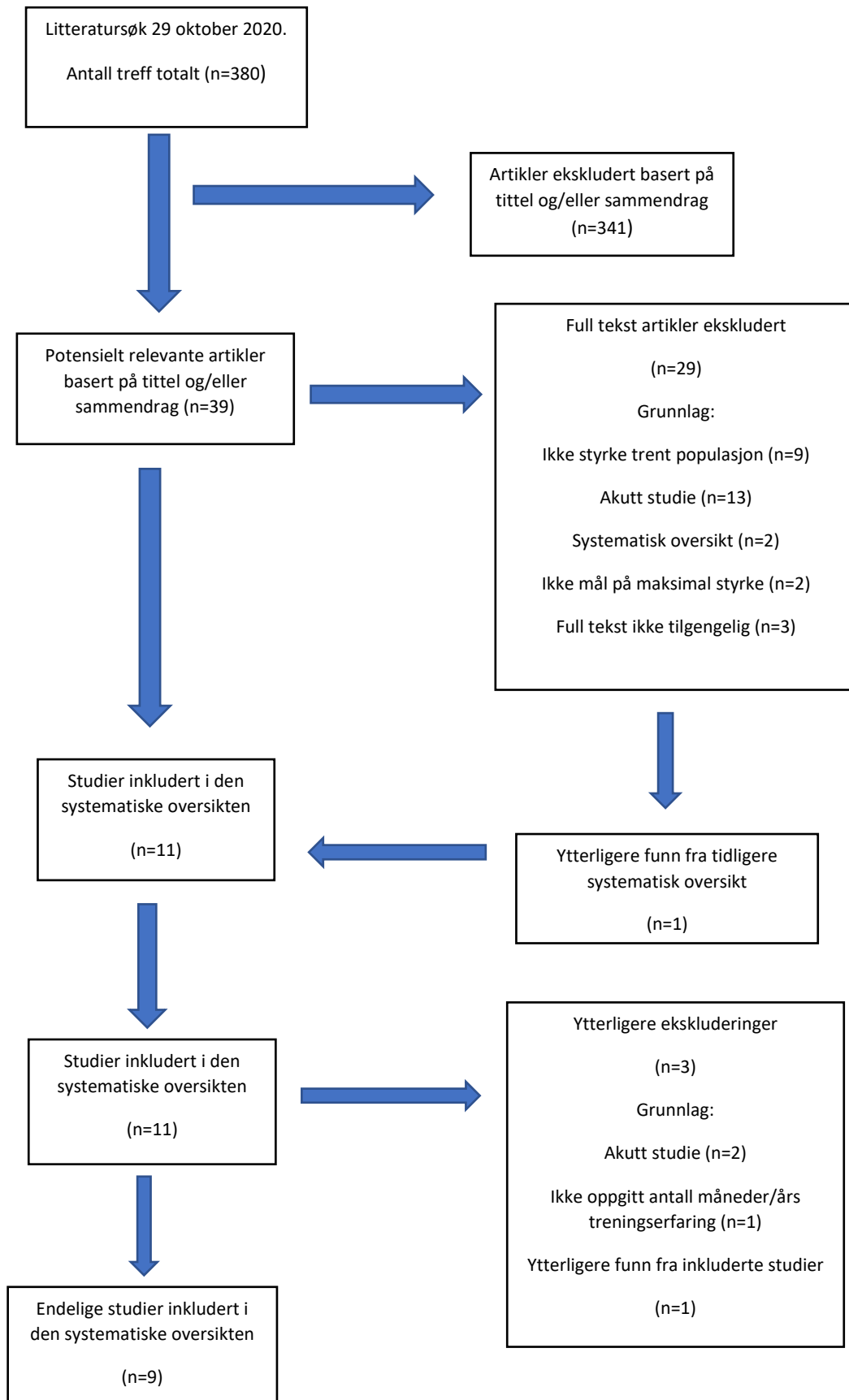
Nedenfor i tabell 2 vises en oversikt over totalt antall treff på søkeordene brukt i EBSCOhost med databasene Academic search elite, MEDLINE og SPORTDiscus.

Tabell 2. Totalt antall treff på søkeord

Søkeord	Antall treff
"cluster set" AND "strength"	46
"intra-set rest" AND "strength"	11
"interrepetition rest" AND "strength"	27
"cluster training" OR "intra-set rest" AND "strength"	85
"intra-set rest" OR "intra-set rest" AND "hypertrophy"	20
"cluster set" AND "hypertrophy"	7
"intra-set rest" OR "intra-set rest" AND "strength"	31
"rest redistribution" AND "strength"	14
"Inter-set rest redistribution" AND "strength"	0
"rest-pause" AND "strength"	26
"equal work-to-rest ratio" OR "equal work-to-rest ratio" AND "strength"	1
"intra-set rest" OR "intra-set rest" AND "force"	19
"intra-set rest" AND "resistance training"	9
"intra-set rest" AND "resistance training"	13
"cluster set" AND "resistance training"	39
"rest-pause" AND "resistance training"	14
"interrepetition rest" AND "resistance training"	18

10.2 STUDIER INKLUDERT

Litteratursøket ga totalt 380 treff. 341 av artiklene ble ekskludert basert på tittel og/eller sammendrag da de ikke oppfylte inklusjonskriteriene, duplikater ble også fjernet. 39 artikler ble derav inkludert basert på tittel og/eller sammendrag. Etter å ha lest gjennom full tekst ble 29 av de 39 artikler ekskludert. Grunnlaget for ekskluderingen var at 9 av artiklene hadde ikke styrke trente personer, 13 var akutt studier, 2 var systematiske oversikter, 2 hadde ikke mål på maksimal styrke og 3 var ikke tilgjengelig i full tekst. 1 funn ble gjort i referanse listen til en tidligere systematisk oversikt og 1 funn i en av de inkluderte studiene. 3 studier ble ytterligere ekskludert på grunnlag av at de var akutte studier eller ikke oppgitt treningserfaring. 9 studier ble derfor inkludert i denne systematiske oversikten. Illustrert i figur 7:



Figur 7. Flytskjema

10.3 STUDIE KARAKTERISTIKK

Totalt antall forsøkspersoner i de 9 inkluderte studiene er 259 personer, 215 menn og 44 kvinner. Giessing et al. (2016) hadde en drop-out på 13 personer når det kommer til styrkemålinger, Iglesias et al. (2015) hadde en drop-out på 1 person på et av styrkemålene (ikke alle). Det ble ikke spesifisert hvor mange av dem som var kvinner eller menn. Derav er det totalt 244-245 personer som fullførte nok trening og testing til å bli inkludert i analysene. Snittalderen på forsøkspersonene var $25,1 \pm 7,2$ år. Minimums trenings erfaring varierte fra minst 6 måneder til minst 2 år (snitt $10,6 \pm 5,4$ måneder). Lengden på studiene varierte fra 4 til 12 uker (snitt $7 \pm 2,4$ uker). Frekvensen på treningsøktene var fra 2 til 4 økter i uken (snitt $2,77 \pm 0,7$ per uke). Den relative treningsmotstanden varierte i fra 60-90 % av 1RM og 80-105 % av 6RM. Gjennomsnitt motstanden for maksimal styrketrening uten intra-sett hvile var $78,12 \pm 5,5$ % av 1RM og $81,8 \pm 6,5$ % av 1RM for maksimal styrketrening med intra-sett hvile. To studier brukte prosent av 6RM, her var gjennomsnittet $89,8 \pm 0,4$ % av 6 RM for begge grupper. Repetisjons område forsøkspersonene trente i varierte fra 1 til 10 repetisjoner. Snitt for maksimal styrketrening uten intra-sett hvile var $7,2 \pm 1,7$ kontinuerlige repetisjoner per sett, og $2,35 \pm 1,8$ kontinuerlige repetisjoner før intra-sett hvile for maksimal styrketrening med intra-sett hvile. Grad av utmattelse i studiene var fra over 5 RIR til 0 RIR/total utmattelse. Intra-sett hvile tiden varierte fra 4 sekunder til 113 sekunder (snitt $42,4 \pm 37,3$ sekunder). Inter-sett hvilen for maksimal styrketrening uten intra-sett hvile varierte fra 90 sekunder til 300 sekunder (snitt $194,4 \pm 76,0$ sekunder), Inter-sett hvile tiden for maksimal styrketrening med intra-sett hvile varierte fra 0 sekunder til 300 sekunder (snitt $116,6 \pm 118,6$ sekunder). Karakteristikken er illustrert i tabell 3.

Tabell 3. Studiekarakteristikk

Studier	Design	Antall personer og snitt år	Lengde og frekvens på økter	Treningserfaring	Grupper	Program	Hvile tid	Målinger
Davies et al. (2020)	RS	Menn (n=12) Kvinner (n=9) n=21 G=25,3 år	8 uker 3-4 økter i uken	Minst 6 måneder	Med Intra-sett hvile (Cluster sett) Uten intra-sett hvile	4x5/1 reps (5 single reps) 85% av 1 RM (gjennomført på 1 øvelse, flere øvelser ble gjort, men ikke manipulert) 4x5 reps 85% av 1 RM (gjennomført på 1 øvelse, flere øvelser ble gjort, men ikke manipulert)	30 sekunder intra-sett hvile 180 sekunder inter-sett hvile 300 sekunder inter-sett hvile	1 RM benkpress
Drinkwater et al. (2005)	RS	Menn (n=26) G=18 år	6 uker 3 økter i uken	Minst 6 måneder	Med intra-sett hvile (Equal work-to-rest ratio) Uten intra-sett hvile	8x3 reps 80-105% av 6 RM (gjennomført på 1 øvelse) 4x6 reps 80-105% av 6 RM (gjennomført på 1 øvelse)	100 sek intra-sett hvile 230 sek inter-sett hvile	6 RM i benkpress
Giessing et al. (2016)	RS	Menn (n=54) Kvinner (n=25) -13 totalt n=66 G=43 år	10 uker 2 økter i uken	Minst 12 måneder	Med intra-sett hvile (Rest pause method) Sub-maksimal styrke (ikke innenfor maksimal styrketrening) Uten intra-sett hvile	1x18/1 reps (18 single reps) 90% av 1 RM (gjennomført på 8 øvelser per økt) 1x12 reps 60% av 1 RM (gjennomført på 8 øvelser, per økt) 1x9 reps 80% av 1 RM (gjennomført på 8 øvelser, per økt)	5-20 sek intra-sett hvile Lengden det tok å bytte øvelse Lengden det tok å bytte øvelse	Maksimal isometrisk styrke i kne ekstensjon og fleksjon, overkropp fleksjon, bryst press og albue fleksjon.
Iglesias-Soler et al. (2015)	RS	Menn (n=7) Kvinner (n=6) +1 totalt n=12-13 G=22.5 år	5 uker 2 økter i uken	Minst 6 måneder	Med intra-sett hvile (Equal work-to-rest ratio) Uten intra-sett hvile	1x32/1 reps (32 single reps) 10RM vekt (ca. 75% av 1 RM) (gjennomført på 1 øvelse) 4x8 reps 10 RM vekt (ca. 75% av 1 RM) (gjennomført på 1 øvelse)	17.4 sek intra-sett hvile 180 sek inter-sett hvile	1 RM og maksimal isometrisk styrke test i unilateral leg ekstensjon
Korak et al. (2017)	RS	Menn (n=20) G=23 år	4 uker 2 øker i uken	Minst 12 måneder	Med intra-sett hvile (Rest pause method) Uten intra-sett hvile	4 sett til utmattelse/1 reps (snitt 9 single reps per sett) 80% av 1 RM (på 1 øvelse) 4 sett til utmattelse (snitt 6 reps per sett) 80% av 1 RM (gjennomført på 1 øvelse)	4 sek intra-sett hvile 120 sek inter-sett-hvile 120 sek inter-sett-hvile	1 RM i benkpress

Lawton et al. (2004)	RS	Menn (n=26) G=17.7 år	6 uker 3 økter i uken	Minst 6 måneder	Med intra-sett hvile (Equal work-to-rest ratio)	8x3 reps 80-105% av 6 RM (gjennomført på 1 øvelse)	113 sek intra-sett hvile	6 RM i benkpress
					Uten intra-sett hvile	4x6 reps 80-105% av 6 RM (gjennomført på 1 øvelse)	260 sek inter-sett hvile	
Nicholson et al. (2016)	KRS	Menn n=34 G=21.7 år	6 uker 2 økter i uken	Minst 12 måneder	Med intra-sett hvile gruppe 1 (Cluster sett)	4x6/1 reps (single reps) 85% av 1 RM (gjennomført på 1 øvelse)	25 sek intra-sett hvile 300 sek inter-sett hvile	1 RM knebøy, maksimal isokinetisk styrke i kne ekstensjon/ fleksjon, og isometrisk styrke i knebøy
					Med intra-sett hvile gruppe 2 (Cluster sett)	4x6/1 reps (single reps) 90% av 1 RM (gjennomført på 1 øvelse)	25 sek intra-sett hvile 300 sek inter-sett hvile	
					Uten intra-sett hvile gruppe 1	4x6 reps 85% av 1 RM (gjennomført på 1 øvelse)	300 sek inter-sett hvile	
					Uten intra-sett hvile gruppe 2	5x10 reps 70% av 1 RM (gjennomført på 1 øvelse)	90 sek inter-sett hvile	
Oliver et al. (2013)	RS	Menn (n=22) G=25 år	12 uker 2-4 økter i uken	Minst 24 måneder	Med Intra-sett hvile (Inter-rest redistribution)	8x5 reps 60-75% av 1 RM (Gjennomført på 3 øvelser per økt, flere øvelser ble gjort, men ikke manipulert)	60 sek intra-sett hvile	1 RM i benkpress og knebøy
					Uten intra-sett hvile	4x10 reps 60-75% av 1 RM (Gjennomført på 3 øvelser per økt, flere øvelser ble gjort, men ikke manipulert)	120 sek inter-sett hvile	
Prestes et al. (2019)	RS	Menn (n=14) Kvinner (n=4) n=18 G=30.2 år	6 uker 4 økter i uken	Minst 12 måneder	Med intra-sett hvile (Rest pause method)	1x8 reps til utmattelse 80% av 1 RM (etterfulgt av flere små sett til nådde 18 reps totalt med 1 sett) (gjennomført på 7-8 øvelser per økt)	20 sek intra-sett hvile Inter-sett hvile 120-180 sek	1 RM i benkpress, beinpress og biceps curl
					Uten intra-sett hvile	3x6 reps 80% av 1 RM (gjennomført på 7-8 øvelser per økt)	120-180 inter-sett hvile	

*RS=Randomisert Studie, KRS=Kvasi-randomisert studie, n=totalt antall, G= Gjennomsnitt

10.4 HOVEDFUNN

Lawton et al. (2004) og Drinkwater et al. (2005) fant en signifikant bedre effekt av maksimal styrketrening uten intra-sett hvile. Oliver et al. (2013) fant derimot en signifikant bedre effekt av maksimal styrketrening med intra sett hvile. Korak et al. (2017), Iglesias-Soler et al. (2015), Giessing et al. (2016), Nicholson et al. (2016), Davies et al. (2020) og Prestes et al. (2019) fant ingen signifikant forskjell mellom maksimal styrketrening med eller uten intra-sett hvile når det kommer til effekten på maksimal styrke. To av studiene fant altså en signifikant bedre effekt av maksimal styrketrening uten intra-sett hvile, en fant en signifikant bedre effekt av maksimal styrketrening med intra-sett hvile, mens seks fant ingen signifikant forskjell på endringen i maksimal styrke mellom gruppene. Illustrert i tabell 4.

Tabell 4. Hovedfunn og endringer i maksimal styrke

Studie	Hovedfunn	Endringer i maksimal styrke
Davies et al. (2020)	Det var ingen signifikante forskjeller i endringene mellom gruppene med eller uten intra-sett hvile når det kommer til 1 RM i benkpress.	Med intra-sett hvile: 1 RM benkpress: + 9,90 ± 3,60% Uten intra-sett hvile: 1 RM benkpress: + 11,06 ± 7,65%
Drinkwater et al. (2005)	Gruppen uten intra-sett hvile økte signifikant mer i 6RM benkpress enn gruppen med intra-sett hvile.	Med intra-sett hvile: 6 RM benkpress: + 3,6 ± 3,0 kg (5,0%) Uten intra-sett hvile: 6 RM benkpress: + 7,3 ± 2,4 kg (9,5%)
Giessing et al. (2016)	Gruppen med intra-sett hvile økte signifikant mer enn begge gruppene når det kom til kne fleksjon i venstre bein. Effektstørrelsen var større for gruppen uten intra-sett hvile (0,91-1,57) i de fleste andre øvelser sammenlignet med gruppen med intra-sett hvile (0,42-1,06). Det ble derimot ikke rapportert noen signifikant forskjell i endringene totalt sett mellom gruppene med eller uten intra-sett hvile (unntak kne fleksjon venstre ben), derfor tolkes det som ingen signifikant forskjell.	Med intra-sett hvile (Styrke målt i Newton): Kne ekstensjon venstre: + 77,19 ± 184,48 N Kne ekstensjon høyre: + 132,23 ± 124,53 N Kne fleksjon venstre: + 52,81 ± 121,61 N Kne fleksjon høyre: + 32,5 ± 138,82 N Overkropp fleksjon: + 61,00 ± 77,10 N Bryst press: + 185,00 ± 197,37 N Albue fleksjon: + 93,56 ± 115,82 N

		<p>Uten intra-sett hvile (Styrke målt i Newton):</p> <p>Kne ekstensjon venstre: + 153,63 ± 164,76 N</p> <p>Kne ekstensjon høyre: + 163,25 ± 166,45 N</p> <p>Kne fleksjon venstre: + 34,83 ± 163,90 N</p> <p>Kne fleksjon høyre: + 41,79 ± 141,72 N</p> <p>Overkropp fleksjon: + 76,88 ± 84,03 N</p> <p>Bryst press: + 130,54 ± 108,55 N</p> <p>Albue fleksjon: + 67,71 ± 43,09 N</p>
Iglesias-Soler et al. (2015)	Det var ingen signifikante forskjeller i endringene mellom gruppene med eller uten intra-sett hvile når det kommer til 1 RM og isometrisk styrke i unilateral leg ekstensjon.	<p>Gjennomsnittlig økning 1 RM leg ekstensjon begge grupper: ca. 10 kg økning (tolket etter figur, ikke oppgitt nøyaktig i tekst)</p> <p>Snitt økning isometrisk leg ekstensjon begge grupper (Newton): 237 N</p>
Korak et al. (2017)	Det var ingen signifikante forskjeller i endringene mellom gruppene med eller uten intra-sett hvile når det kommer til 1RM i benkpress.	<p>Med intra-sett hvile:</p> <p>1 RM benkpress: + 8,6 kg</p> <p>Uten intra-sett hvile:</p> <p>1 RM benkpress: + 8,8 kg</p>
Lawton et al. (2004)	Gruppen uten intra-sett hvile økte signifikant mer i 6 RM benkpress enn gruppen med intra-sett hvile.	<p>Med intra-sett hvile:</p> <p>6 RM benkpress: + 4,9 ± 3,9%</p> <p>Uten intra-sett hvile:</p> <p>6 RM benkpress: + 9,7 ± 3,5%</p>
Nicholson et al. (2016)	Uten intra-sett hvile gruppe 1 og med intra-sett hvile gruppe 2 økte signifikant mer i 1RM styrke i knebøy sammenlignet med uten intra-sett hvile gruppe 2. Det var derimot ingen signifikant forskjeller i endringene mellom uten intra-sett hvile gruppe 1 og med intra-sett hvile gruppe 2.	<p>Med intra-sett hvile 1:</p> <p>1 RM knebøy: + 15,38 ± 3,54 kg</p> <p>Isokinetisk ekstensjon lav (30°/s) (Nm/kg): + 0,13 ± 0,15</p> <p>Isokinetisk fleksjon lav (30°/s) (Nm/kg): + 0,08 ± 0,16</p>

	<p>Det var heller ingen signifikante forskjeller i endringene mellom intra-sett hvile gruppe 1 og uten intra-sett hvile gruppe 1, men effekt størrelsen var større for uten intra sett hvile gruppe 1 når det kommer til 1 RM styrke i knebøy (1,161 mot 0.588).</p> <p>Intra-sett hvile gruppe 2 økte signifikant mer i isokinetisk styrke på lav vinkelhastighet i kne ekstensjon sammenlignet med uten intra-sett hvile gruppe 2 og med intra-sett hvile gruppe 1. Det ble ikke rapportert noen signifikant forskjell i endringene mellom Intra-sett hvile gruppe 2 og uten intra-sett hvile gruppe 1 når det kommer til isokinetisk styrke. Isometrisk styrke i knebøy ble ikke rapportert i detalj, men ble rapportert som ingen signifikante forskjeller i endringene mellom noen av gruppene med eller uten intra-sett hvile (5-9 % økning mellom gruppene).</p>	<p>Med intra-sett hvile 2: 1 RM knebøy: + 17,22 ± 2,32 kg Isokinetisk ekstensjon lav (30°/s) (Nm/kg): + 0,45 ± 0,39 Isokinetisk fleksjon lav (30°/s) (Nm/kg): + 0,19 ± 0,11</p> <p>Uten intra-sett hvile 1: 1 RM knebøy: + 15,28 ± 1,98 kg Isokinetisk ekstensjon lav (30°/s) (Nm/kg): + 0,21 ± 0,13 Isokinetisk fleksjon lav ((30°/s) (Nm/kg): + 0,11 ± 0,15</p> <p>Uten intra-sett hvile 2: 1 RM knebøy: + 11,07 ± 2,44 kg Isokinetisk ekstensjon lav (30°/s) (Nm/kg): + 0,13 ± 0,23 Isokinetisk fleksjon lav (30°/s) (Nm/kg): + 0,19 ± 0,17</p>
Oliver et al. (2013)	<p>Gruppen med intra-sett hvile økte signifikant mer i 1RM benkpress og Knebøy sammenlignet med gruppen uten intra-sett hvile..</p>	<p>Med intra-sett hvile: 1 RM benkpress: + 15,1 ± 8,3 kg 1 RM knebøy: + 63,8 ± 12,0 kg</p> <p>Uten intra-sett hvile: 1 RM benkpress: + 9,1 ± 3,7 kg 1 RM knebøy: + 48,5 ± 17,4 kg</p>
Prestes et al. (2019)	<p>Det var ingen signifikante forskjeller i endringene mellom gruppene med eller uten intra-sett hvile når det kommer til 1RM i benkpress, beinpress og biceps curl. Effektstørrelsen var større for gruppen med intra-sett hvile sammenlignet med gruppen uten intra-sett hvile når det kommer til 1 RM benkpress (0,39 mot 0,19) og bicepscurl (0,59 mot 0,34)</p>	<p>Med intra-sett hvile: 1 RM benkpress: + 16 ± 21% 1 RM beinpress: + 25 ± 17% 1 RM bicepscurl: + 16 ± 10%</p> <p>Uten intra-sett hvile: 1 RM benkpress: + 10 ± 21% 1 RM beinpress: + 30 ± 20% 1 RM bicepscurl: + 21 ± 20%</p>

10.5 KVALITETSVURDERING

Alle de inkluderte studiene fikk en skår på 5 eller høyere, noe som tilsier at det var bra til utmerket kvalitet på studiene. åtte av studiene ble regnet som utmerket kvalitet og en ble regnet som bra kvalitet. Den gjennomsnittlige PEDro-skåren var $6,66 \pm 0,66$ poeng.

Kvalitetsvurderingen er illustrert i tabell 5.

Tabell 5. Kvalitetsvurdering av studiene.

Studier	1	2	3	4	8	9	10	11	Total
Davies et al. (2020)	JA	1	1	1	1	1	1	1	7
Drinkwater et al. (2005)	JA	1	1	1	1	1	1	1	7
Giessing et al. (2016)	JA	1	1	1	0	1	1	1	6
Iglesias-Soler et al. (2015)	JA	1	1	1	1	1	1	1	7
Korak et al. (2017)	JA	1	1	1	1	1	1	1	7
Lawton et al. (2004)	JA	1	1	1	1	1	1	1	7
Nicholson et al. (2016)	JA	0	0	1	1	1	1	1	5
Oliver et al. (2013)	JA	1	1	1	1	1	1	1	7
Prestes et al. (2019)	JA	1	1	1	1	1	1	1	7

*1. Kvalifiseringskriterier ble spesifisert. 2. Personer ble tilfeldig fordelt i grupper. 3. Tildelingen av grupper var skjult. 4. Gruppene var like ved utgangspunkt angående de viktigste prognostiske faktorer. 8. Mål på minst ett hovedfunn ble oppnådd fra mer enn 85% av personene opprinnelig tildelt grupper. 9. Alle personer hvor resultatmål var tilgjengelig, mottok behandlingen eller kontroll som tildelt, dersom ikke var minst et hovedfunn analysert som "intensjon om å behandle". 10. Resultatene av statistiske sammenligninger mellom grupper er rapportert for minst ett hovedfunn. 11. Studien gir både punktmålinger og variabilitetsmålinger for minst et hovedfunn.

11 DISKUSJON

11.1 OPPSUMMERING OG TOLKNING AV HOVEDFUNN

Denne systematiske oversikten ble laget for å finne ut om det er en signifikant forskjell mellom maksimal styrketrening med intra-sett og maksimal styrketrening uten intra-sett hvile når det kommer til endringer i maksimal styrke, i en populasjon med minimum seks måneder?

Majoriteten av studiene inkludert i denne systematiske oversikten fant ingen signifikant forskjell mellom maksimal styrketrening med intra-sett hvile sammenlignet med maksimal styrketrening uten intra-sett hvile. Dette gjaldt seks av studiene (Korak et al., 2017; Giessing et al., 2016; Iglesias-Soler et al., 2015; Nicholson et al., 2016; Davies et al., 2020; Prestes et al., 2019). To av studiene fant en signifikant bedre effekt av maksimal styrketrening uten intra-sett hvile (Lawton et al., 2004 og Drinkwater et al., 2005). En av studiene fant en signifikant bedre effekt av maksimal styrketrening med intra-sett hvile (Oliver et al., 2013).

Hypotesen min om at det var en signifikant bedre effekt i favør maksimal styrketrening med intra-sett hvile sammenlignet med maksimal styrketrening uten intra-sett hvile når det kommer til endringer i maksimal styrke, ble derfor avkreftet.

Min tolkning av hovedfunnet i denne oversikten er at det virker som om at maksimal styrketrening med intra-sett hvile kan være en effektiv metode å implementere som variasjon i en periodisert treningsplan for maksimal styrke. Likevel er ikke maksimal styrketrening med intra-sett hvile mer effektivt enn maksimal styrketrening uten i fleste tilfeller. Det er viktig å ta i betraktning de flere mulige variablene som kan ha påvirket hovedfunnene i de inkluderte studiene.

11.1.1 Grad av utmattelse

Flere av de inkluderte studiene kontrollerte ikke for grad av utmattelse mellom gruppen. Intra-sett hvile gruppene trener ofte vesentlig lengre unna utmattelse sammenlignet med gruppene uten intra-sett hvile. Dette er nettopp fordi at selve intra-sett-hvilen kan gjøre at man stopper settet lenge før utmattelse og studiene prøver å holde variabler som antall repetisjoner og relativ motstand lik mellom gruppene, noe som igjen kan gjøre det vanskelig å kontrollere for at graden av utmattelse er lik mellom gruppene. Man ser i studiene Drinkwater et al. (2005), Iglesias-Soler et al. (2015), Lawton et al. (2004) og Oliver et al. (2013) at Intra-sett hvile gruppene sannsynligvis har over 5 RIR på mesteparten av settene (basert på repetisjoner og % av 1RM/6RM). I samme studier ligger gruppene uten intra-sett hvile ofte mellom 3 RIR og 0 RIR/total utmattelse på de fleste sett. Problemet med dette er at på en side kan man si at intra-sett hvile gruppene som stopper lenge før utmattelse muligens kan få mer produktiv trening på grunn av mindre tretthet/bedre restitusjon (Pareja-Blanco et al., 2016), og at nyere forskning viser at trening til total muskulær utmattelse ikke er nødvendig for å maksimere styrke adaptasjoner (Davies et al., 2015; Folland et al., 2002). På den andre siden viser også forskning at det sannsynligvis er en "gyllen middelvei" hvor man stopper relativt nærme muskulær utmattelse (ofte mellom 0-5 RIR) for å få optimale styrke adaptasjoner (Davies et al., 2015; Sundstrup et al., 2012; Hackett et al., 2017). Det vi si at man kan spekulere i om intra-sett hvile gruppene i nevnte studier trente for "lett" (over 5 RIR) til å oppnå den beste effekten av treningen, noe som kan ha påvirket forskjellen mellom gruppene iblant annet Drinkwater et al. (2005) og Lawton et al. (2004) som fant bedre effekt av maksimal styrketrening uten intra-sett hvile. Lawton et

al (2004) fant også at gruppene uten intra-sett hvile hadde mer tid under belastning, noe som kan ha påvirket adaptasjonene til treningen. Til tross for dette fant Oliver et al. (2013) bedre effekt med intra-sett hvile og over 5 RIR på flere sett. Den sannsynlige grunnen til intra-sett hvile gruppene trener såpass sub-maksimalt er som nevnt at forskerne prøver å likestille gruppene med tanke på volum. Problemet med dette er at det går vesentlig utover grade av utmattelse, noe som igjen påvirker det som kan bli regnet som effektivt volum. Altså volum man får ønskede adaptasjoner i fra.

11.1.2 Treningsvolum

Flere av de inkluderte studiene kontrollerte ikke for treningsvolum mellom gruppene. Korak et al. (2017) kontrollerte ikke for volum og Giessing et al. (2016) kontrollerte delvis ikke for volum mellom gruppene. I Korak et al. (2017) studien endte intra-sett hvile gruppen med et signifikant høyere antall repetisjoner per sett sammenlignet med gruppen uten intra-sett hvile, i snitt klarte intra-sett hvile gruppen 3 repetisjoner mer per sett med samme relative og absolutte motstand. Noe som førte til signifikant høyere totalt volum for intra-sett hvile gruppen. I Giessing et al. (2016) studien var det et høyere volum for gruppen med intra-sett hvile sammenlignet med gruppen uten. Det problematiske med å ikke kontrollere for volum er at studier viser at det er en viss dose-respons kurve når det kommer til volum og optimale styrke adaptasjoner (Ralston et al., 2017). En meta-analyse gjort av Ralston et al. (2017) viser at moderat til høyt ukentlig volum presterer bedre enn lavt volum for optimale styrke økninger, da spesielt for trente personer. Samtidig viser en meta-analyse av Androulakis-Korkakis et al. (2019) at det skal et veldig lavt volum til for å oppnå signifikante styrke økninger i trente menn, faktisk ikke mer enn 1 sett til total utmattelse 2 til 3 ganger i uken. Det skal sies at forfatterne selv innrømmer at det er sub-optimale styrke økninger (Androulakis-Korkakis et al., 2019). Ralston et al. (2017) konkluderer med at det sannsynligvis er en gradert dose-respons når det kommer til volum og optimale styrke økninger. Dette er derimot i kontrast med funnene til Schoenfeld et al. (2019) som viser like styrke økninger mellom lav, moderat og høyt volum, de fant derimot bedre effekt av høyt volum for muskelvekst. Det skal sies at Schoenfeld et al. (2019) hadde et vesentlig høyere volum (6-9 sett per uke per muskelgruppe) for lav-volum gruppen sammenlignet med Ralston et al. (2017) (under 5 sett per uke per øvelse).

Det er ikke utenkelig at dette kan overføres til Korak et al. (2017) og Giessing et al. (2016) hvor intra-sett hvile gruppene hadde signifikant høyere volum i form av repetisjoner og/eller relativ motstand. Selv om de ikke fant noen signifikant forskjell på maksimal styrke mellom gruppene i disse studiene, kan man spekulere om gruppene uten intra-sett hvile hadde fått bedre styrke økninger med høyere volum likestilt med intra-sett hvile gruppene.

Samtidig kan det være problematisk å kontrollere for volum i intra-sett hvile grupper da man ofte kan ende opp med å stoppe ett sett lenge før utmattelse på grunn av at man skal likestille for repetisjoner, noe som kan påvirke det effektive volumet. Derfor kan metoden brukt av Korak et al. (2017) være en valid måte å sammenligne maksimal styrketrening med og uten intra-sett hvile, da begge grupper trener med samme grad av utmattelse og likt antall sett. I tillegg får intra-sett hvile gruppen utnyttet "fordelen" med å klare flere repetisjoner per sett nettopp på grunn av intra-sett hvilen. Til tross for at de klarer flere repetisjoner betyr det ikke nødvendigvis at det effektive volumet er høyere. Muligens fikk intra-sett hvile gruppen bare flere ikke effektive repetisjoner per sett, noe som fortsatt muligens kan spille inn på maksimal styrke ved å føre til økt teknisk effektivitet. Det er altså styrker og svakheter når det kommer til å kontrollere volum på denne måten.

11.1.3 Mangel på utnytting av potensielle fordeler av intra-sett hvile

Majoriteten av de inkluderte studiene utnytter ikke de potensielle fordelene intra-sett hvile kan ha. I stedet for å manipulere treningsvariablene intra-sett hvile kan ha en effekt på som f.eks. relativ motstand, volum, frekvens og grad av utmattelse, velger studiene ofte å likestille eller ikke ta hensyn til flere av disse variablene. Grunnlaget for å likestille er ofte for å unngå konfunderende variabler. Potensielle problemer med å likestille volum og ikke ta hensyn til grad av utmattelse er blitt drøftet tidligere. Relativ motstand ble manipulert i to studier, Giessing et al. (2016) og Nichol森 et al. (2016). I begge studiene var det gruppene med intra-sett hvile som hadde høyere relativ motstand sammenlignet med gruppen uten intra-sett hvile. Giessing et al. (2016) fant hovedsakelig ingen signifikant forskjell mellom intra-sett hvile gruppen som trente med 90% av 1RM og uten intra-sett hvile gruppen som trente med 80% av 1 RM. Et unntak var kne fleksjon venstre bein hvor det ble funnet en signifikant forskjell i favør intra-sett hvile gruppen, men det samme gjaldt ikke for høyre bein. Samtidig var effektstørrelsen høyere for gruppen uten intra-sett hvile. Det interessante er at intra-sett hvile gruppen trente vesentlig lengre unna utmattelse sammenlignet med

uten intra-sett hvile gruppen, samtidig som det ble funnet relativ lik effekt mellom gruppene. Nicholson et al. (2016) fant heller ingen signifikant forskjell mellom intra-sett hvile gruppen som trente med 90% av 1 RM og uten intra-sett hvile gruppen som trente med 85% av 1 RM. Disse to gruppene presterte derimot signifikant bedre enn uten intra-sett hvile gruppen som trente med 70% av 1 RM når det kommer til 1RM i knebøy, og bedre enn både uten intra-sett hvile gruppen (70% av 1 RM) og intra-sett hvile gruppen som trente med 85% av 1 RM når det kommer til maksimal isokinetisk styrke i kne ekstensjon. I både Nicholson et al. (2016) og Giessing et al (2016) trente intra-sett hvile gruppene vesentlig lengre ifra utmattelse. Det virker som om intra-sett hvile gruppene slipper unna med mindre grad av utmattelse så lenge den relative motstanden er høyere enn gruppen uten intra-sett hvile og/eller graden av utmattelse er innenfor 0 til 5 RIR. Derfor kan det spekuleres i om intra-sett hvile kan gi samme effekt på maksimal styrke samtidig som det akkumuleres mindre tretthet, noe som over tid i en periodisert treningsplan kan tillate høyere frekvens og volum på grunn av mindre restitusjons tid. Det må derimot flere studier til som manipulerer disse variablene for å kunne bekrefte dette.

11.1.4 Lengde på inter-sett hvile

Forskning viser at optimal lengde på inter-sett hvile tiden er nærmere 180 til 300 sekunder for trente personer (De Salles, 2009; Grgic et al., 2017b). For majoriteten av studiene inkludert i denne systematiske oversikten var gjennomsnitts lengden på inter-sett hvilen for maksimal styrketrening uten intra-sett hvile innenfor det som blir regnet som optimal lengde. Korak et al. (2017), Oliver et al. (2013) og Prestes et al. (2019) inneholdt derimot maksimale styrke grupper uten intra-sett hvile hvor inter-sett hvile tiden var under 180 sekunder. Korak et al. (2017), Oliver et al. (2013) og Prestes et al. (2019) var også blant de studien i denne oversikten som inneholdt de meste trente forsøkspersonene hvor alle hadde en treningserfaring på minimum et til to år. Det kan derfor spekuleres i om lengden på inter-sett hvilen ikke var optimal for de maksimale styrke gruppene uten intra-sett hvile og derav påvirket resultatene.

Samtidig ser man at intra-sett hvile gruppene i gjennomsnitt har vesentlig mindre eller ingen inter-sett hvile tid sammenlignet med gruppene uten intra-sett hvile ($116,6 \pm 118,6$ sekunder mot $194,4 \pm 76,0$ sekunder), noe som gjøres bevist for å likestille total hvile tid. Ulempen med å redusere eller fjerne inter-sett hvile tiden er at for lite inter-sett hvile tid kan påvirke

maksimal styrke og kraftutvikling (De Salles, 2009; Grgic et al., 2017b). Dette kan muligens ha hatt en innvirkning for intra-sett hvile gruppene i Davies et al. (2020), Drinkwater et al. (2005), Giessing et al. (2016), Iglesias-Soler et al. (2015), Lawton et al. (2004) og Oliver et al. (2013).

11.1.5 Spesifisitet og repetisjons område

Trenings adaptasjoner er veldig spesifikke til trenings modaliteten som gjøres (Folland og Williams., 2007). Det vi si at det man trener på, blir man bedre på. I denne oversikten ser man at gruppene uten intra-sett hvile i snitt trente med $7,2 \pm 1,7$ repetisjoner per sett før hvile, mens intra-sett hvile gruppene i snitt trente med $2,3 \pm 1,8$ repetisjoner før hvile. Intra-sett hvile gruppene løftet ofte 1-3 repetisjoner etterfulgt av en intra-sett hvile periode, for så å løfte 1-3 repetisjoner igjen. Man kan derfor argumentere for at intra-sett hvile gruppene ofte fikk en fordel i form av spesifisitet da studienes styrkemål ofte var 1RM. Blant annet i Oliver et al. (2013) som fant en signifikant forskjell i favør maksimal styrketrening med intra-sett hvile, trente intra-sett hvile gruppen med vesentlig mindre repetisjoner (5 reps) enn gruppen uten intra-sett hvile (10 reps), samtidig som det ble testet 1 RM. Det motsatte gjaldt for Drinkwater et al. (2005) og Lawton et al. (2004) hvor styrkemålingene var 6 RM og gruppene uten intra-sett hvile trente med 6 repetisjoner per sett, mot intra-sett hvile gruppene som trente med 3 repetisjoner per sett. Interessant nok var det bare Drinkwater et al. (2005) Lawton et al. (2004) og Oliver et al (2013) som fant en signifikant forskjell mellom gruppene, og man kan spekulere i om spesifisitet hadde en rolle i det.

11.2 STYRKER OG SVAKHETER

11.2.1 Metode og kvalitet på studiene

I motsetning til tidligere oversikter inneholder denne systematiske oversikten en grundig og replikerbar metode del. Antall treff for hvert søkeord er oppgitt og et flytskjema er laget for å beskrive inkludering/ekskluderings prosessen. Studiekarakteristikk er også beskrevet på en detaljert måte og det ble gjennomført en valid og reliabel kvalitetsvurdering av alle de inkluderte studiene med å bruke PEDro skalaen.

Denne oversikten inneholder bare studier med bra til utmerket kvalitet basert på PEDro-skår. Den gjennomsnittlige PEDro-skåren var $6,6 \pm 0,6$ poeng.

11.2.2 Treningserfaring

Det er generelt mer mangelfull forskning på trente personer i forhold til utrente personer. Denne oversikten inneholder bare personer med minimum seks måneder styrketreningserfaring, noe som kan bli definert som moderat trent (Davies et al., 2020). Den inneholder også flere studier hvor personene har minimum 12 måneder med styrketrening, noe som kan bli definert som godt trent (Schoenfeld et al., 2015). Gjennomsnittet var på $10,6 \pm 5,4$ måneder. En fordel med forskning på mer trente er at det gir mer overførbarhet til nettopp denne populasjonen og det er mer reliabelt i forhold til at forsøkspersonene faktisk trener innenfor den gitte graden av utmattelse (Steele et al., 2017). Utførelse av teknikk blir også sannsynligvis mer reliabelt med mer trente personer. Forsking viser også at det er lettere å se robuste styrkeøkninger i utrente personer sammenlignet med trente, og jo mer trente personene er jo senere framgang kan de forvente (Kraemer et al., 2002). Etter min mening øker derfor validiteten av funn i treningsintervensjon om den er gjort på trente personer da det er generelt vanskeligere å finne effekt av intervensjonen. En ulempe med å snevre inn populasjonen er at generaliserbarheten blir dårligere for personer utenfor den gitte populasjonen.

11.2.3 Kronisk effekt og lengde på treningsintervensjoner

Det ble bare inkludert studier som ser på den kroniske effekten av maksimal styrketrening med intra-sett hvile. Det vil si at det bare ble inkludert studier som testet det ut i en treningsintervensjon over flere uker og så på endringer i maksimal styrke. Den kroniske effekten kan derfor si noe om hvilke resultater man kan forvente av å implementere intra-sett hvile over tid i en treningsplan. Akutte studier derimot sier bare noe om hva man kan forvente av intra-sett hvile her og nå, derav blir det mer spekulativt hva man kan forvente over lengre tid.

Gjennomsnittets lengden på studiene inkludert er på $7 \pm 2,4$ uker. Dette er godt innenfor det som blir regnet som minimums lengde på en treningsintervensjon for å finne nevralt adaptasjoner (Folland og Williams, 2007).

11.2.4 Styrkemålinger og relativ motstand

Det ble bare inkludert studier med relevante og valide målinger på maksimal styrke. 1 RM testing, isometriske og isokinetiske maksimale styrke tester har vist seg å være valide og reliable målinger på maksimal styrke (Grgic et al., 2020; Drake et al., 2017; Dohoney et al., 2002; Zouita et al., 2020; Lienhard et al., 2013). Det kan diskuteres om testing opp til 6 RM er et valid mål på maksimal styrke, samtidig viser studier at testing opp til 6 RM anslår 1 RM styrke med god nøyaktighet (Dohoney et al., 2002; Reynold et al., 2006)

Gjennomsnittlig relativ motstand for maksimal styrketrening uten intra-sett hvile var $78,1 \pm 5,5$ % av 1RM og $81,8 \pm 6,5$ % av 1RM for maksimal styrketrening med intra-sett hvile. To studier brukte prosent av 6RM, her var gjennomsnittet $89,8 \pm 0,4$ % av 6 RM for begge grupper. Dette er godt innenfor $\geq 60\%$ av 1 RM, noe som blir regnet som optimal relativ motstand for styrkeøkninger (Schoenfeld et al., 2017). Den relative motstand mellom maksimal styrketrening uten intra-sett hvile og maksimal styrketrening med intra-sett hvile er relativt lik, noe som gjør det lettere å sammenligne de to modalitetene.

11.2.5 Flere typer intra-sett hvile metoder

Oversikten inneholder flere forskjellige metoder på intra-sett hvile. Dette er en fordel da det gjør det mulig å sammenligne de ulike metodene for å finne ut om det er en forskjell på effekten. I denne oversikten ser man blant annet at studien til Lawton et al. (2004) og Drinkwater et al. (2005) som fant en signifikant forskjell i favør maksimal styrketrening uten intra-sett hvile, brukte metoden equal work-to-rest ratio. Studien til Oliver et al. (2013) som fant en signifikant forskjell i favør maksimal styrketrening med intra-sett hvile, brukte den lignende metoden inter-set rest redistribution. Interessante funn, men som drøftet tidligere har disse metoden ofte en stor svakhet når det kommer til å likestille graden av utmattelse og likestilling mellom gruppen i forhold til spesifisiteten på testene. I resterende inkluderte studier ble det brukt metodene cluster sett og rest-pause method, her ble det ikke funnet noen signifikante forskjeller mellom med eller uten intra-sett hvile når det kommer til endringer i maksimal styrke.

11.2.6 Alder og Antall kvinner

Forsøkspersonene i studiene inkludert var for det meste unge menn, og det var vesentlig mindre kvinner og eldre personer totalt sett. Dette gjør at generaliserbarheten blir dårligere for denne populasjonen. Samtidig kan fordelingen med en homogen gruppe være at det er lettere å sammenligne på grunn av mindre konfunderende variabler mellom forsøkspersonene.

11.2.7 Uklare treningsmetoder og lengde på intra-sett hvile

Inter-sett rest redistribution og equal work-to-rest ratio er begge metoder som går under definisjonen av intra-sett hvile, men de skiller seg ganske mye ut sammenlignet med de mer tradisjonelle metodene cluster sett og rest-pause method. Det er en fin balansegang om Inter-sett rest redistribution og equal rest-to-work ratio er intra-sett hvile eller bare kortere inter-sett hvile. Metodene "redder" seg inn med at det ofte brukes mer korte og periodevise hvile perioder mellom settene/repetisjonene sammenlignet med maksimal styrketrening uten intra-sett hvile. Det er ingen klar definisjon i litteraturen på maks eller minimum lengde på hvile perioden når det kommer til intra-sett hvile. Dette kan igjen være problematiske når man skal skille mellom intra-sett hvile og inter-sett hvile, spesielt når man skal sammenligne effekt av ulike intra-sett metoder.

11.2.8 Ingen mål på muskelvekst

Til tross for at total muskelmasse spiller en sentral rolle for maksimal styrkeprestasjon (Brechue og Abe, 2002, Fukunaga et al, 2001), ble det ikke inkludert mål på muskelvekst i analysen. Derfor kan ikke denne oversikten si om maksimal styrketrening med intra-sett hvile er hensiktsmessig for muskelvekst.

11.3 BEGRENŚINGER

Det er flere begrensinger i denne systematiske oversikten. En begrensning er at det bare ble gjennomført søk på engelsk, derfor er det mulig at relevante studier på andre språk ble utelatt. Potensielt relevante studier ble også utelatt på grunn av at full tekst ikke var tilgjengelig. Den systematiske oversikten ble skrevet og gjennomført alene, noe som muligens øker risikoen for bias. I motsetning til meta-analyser teller alle studiene like mye til tross for stor variasjon i antall forsøkspersoner. Det ble også bare sett på utfallsmål.

11.4 SAMMENLIGNET MED TIDLIGERE SYSTEMATISKE OVERSIKTS ARTIKLER

Tufano et al. (2017) inneholdt tre studier som fant en signifikant forskjell i favør maksimal styrketrening uten intra-sett hvile, en studie i favør intra-sett hvile og en studie som ikke fant noen signifikant forskjell. Flere studier i Tufano et al. (2017) oversikten fant altså bedre effekt av maksimal styrketrening uten intra-sett hvile. I de inkluderte studiene som fant bedre effekt av maksimal styrketrening uten intra-sett hvile ble det ikke oppgitt hvor lang treningserfaring personene hadde, noe som gjør det vanskeligere å sammenligne med funnene i denne oversikten da de ikke oppfyller inklusjonskriteriene for treningserfaring. Likt som i denne oversikten stilte de seg også kritiske til flere av metodene brukt i studiene når det kommer til likestilling av viktige treningsvariabler i intra-sett hvile gruppene. De nevner blant annet mangelen på likestilt grad av utmattelse som en av de potensielt viktigste variablene.

Tufano et al. (2017) sine funn stemmer derfor ikke overens med funnene i denne oversikten. I denne oversikten ble det funnet en mer nøytral effekt av maksimal styrketrening med intra-sett hvile, majoriteten av studiene inkludert fant ingen signifikant forskjell mellom maksimal styrketrening med eller uten intra-sett hvile. Noe som muligens øker validiteten for intra-sett hvile i en periodisert treningsplan for maksimal styrke.

11.5 PRAKTISKE ANBEFALINGER

Basert på denne systematiske oversikten kan følgende anbefalinger hjelpe når det kommer til implementering av intra-sett hvile:

1. Ikke forvent at implementering av intra-sett hvile nødvendigvis skal være mer effektivt enn maksimal styrketrening uten intra-sett hvile. Se heller på intra-sett hvile som en potensiell effektiv metode og variasjon i en periodisert treningsplan.
2. Kontrollerer for graden av utmattelse. En anbefaling kan være å ha et RIR mål for hvert sett slik at repetisjonene faller der de faller og volumet kan bli regnet som effektivt i henhold til målet med treningen. Alt innenfor 0 til 5 RIR er effektivt for optimale styrke adaptasjoner (Davies et al., 2015; Sundstrup et al., 2012; Hackett et al., 2017).
3. Intra-sett hvile kan være effektivt for å klare flere repetisjoner per sett (Korak et al., 2017). Dette kan øke volumet totalt sett, men ikke nødvendigvis det effektive volumet.
4. Utnytt de potensielle fordelene med intra-sett hvile til å manipulere treingsvariabler som kan påvirke effekten av maksimal styrketrening.

11.6 VIDERE FORSKNING

Nyere studier burde være mer nøye på å likestille graden av utmattelse. Korak et al. (2017) er et valid alternativ på hvordan det kan gjøres. Altså ved å la repetisjonene til intra-sett hvile gruppene falle der de faller basert på et forhåndsbestemt mål på grad av utmattelse (RM/RIR). Selv om dette ikke likestiller det totale volumet i form av repetisjoner, blir det ikke nødvendigvis en forskjell på det effektive volumet. Selv om det muligens er en høyere øvings effekt med flere repetisjoner for intra-sett hvile gruppene. Davies et al. (2020) brukte også en valid metode hvor begge grupper trente innfor 0 til 5 RIR med likt volum. Graden av utmattelse var ikke likestilt, men begge grupper var innenfor det mest effektive området for maksimale styrke adaptasjoner.

Det burde også være flere studier som prøver å utnytte potensielle fordeler med intra-sett hvile. Med det menes å manipulere relevante treingsvariabler for å se om intra-sett hvile kan føre til en endring i f.eks. restitusjons tid, total vekt løftet, volum, frekvens osv.

Videre forskning burde også være klarere på hva intra-sett hvile er i forhold til hvile tid. Altså hvor små og store hvile periodene kan være mellom repetisjoner eller sett, for at det kan defineres som intra-sett hvile.

12 KONKLUSJON

Majoriteten av nåværende forskning viser ingen signifikant forskjell mellom maksimal styrketrening med intra-sett hvile og maksimal styrketrening uten intra-sett hvile når det kommer til endringer i maksimal styrke, i en moderat til godt trent populasjon. Seks studier fant ingen signifikant forskjell, to studier fant en signifikant forskjell i favør maksimal styrketrening med intra-sett hvile og en studie fant en signifikant forskjell i favør maksimal styrketrening med intra-sett hvile. Basert på funnene kan man si at implementering av intra-sett hvile kan være en potensiell effektiv metode og variasjon i en periodisert treningsplan for maksimal styrke. Det er fortsatt viktig å ta i betraktning svakhetene og begrensingene drøftet i denne systematiske oversikten.

13 REFERANSELISTE

- Androulakis-Korakakis, P., Fisher, J. P., & Steele, J. (2019). The Minimum Effective Training Dose Required to Increase 1RM Strength in Resistance-Trained Men: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 50(4), 751–765. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01236-0>
- Binder-Macleod, S. A., Dean, J. C., & Ding, J. (2002). Electrical stimulation factors in potentiation of human quadriceps femoris. *Muscle & Nerve*, 25(2), 271–279. <https://doi.org/10.1002/mus.10027>
- Brechue, W. F., & Abe, T. (2002). The role of FFM accumulation and skeletal muscle architecture in powerlifting performance. *European Journal of Applied Physiology*, 86(4), 327–336. <https://doi.org/10.1007/s00421-001-0543-7>
- Carroll, T. J., Selvanayagam, V. S., Riek, S., & Semmler, J. G. (2011). Neural adaptations to strength training: Moving beyond transcranial magnetic stimulation and reflex studies. *Acta Physiologica*, 202(2), 119–140. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.2011.02271.x>
- Cashin, A. G., & McAuley, J. H. (2020). Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *Journal of Physiotherapy*, 66(1), 59. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2019.08.005>
- Chiu, L., Fry, A. C., Weiss, L. W., Schilling, B. K., Brown, L. E., E. E., & Smith, S., Y. L. (2003). Postactivation Potentiation Response in Athletic and Recreationally Trained Individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 671–677. <https://doi.org/10.1519/00124278-200311000-00008>
- Davies, T. B., Halaki, M., Orr, R., Helms, E. R., & Hackett, D. A. (2020). Changes in Bench Press Velocity and Power After 8 Weeks of High-Load Cluster- or Traditional-Set Structures. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(10), 2734–2742. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003166>
- Davies, T. B., Tran, D. L., Hogan, C. M., Haff, G. G., & Latella, C. (2021). Chronic Effects of Altering Resistance Training Set Configurations Using Cluster Sets: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01408-3>
- Davies, T., Orr, R., Halaki, M., & Hackett, D. (2015). Effect of Training Leading to Repetition Failure on Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 46(4), 487–502. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0451-3>
- de Morton, N. A. (2009). The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Australian Journal of Physiotherapy*, 55(2), 129–133. [https://doi.org/10.1016/s0004-9514\(09\)70043-1](https://doi.org/10.1016/s0004-9514(09)70043-1)
- de Salles, B. F., Simão, R., Miranda, F., da Silva Novaes, J., Lemos, A., & Willardson, J. M. (2009). Rest Interval between Sets in Strength Training. *Sports Medicine*, 39(9), 765–777. <https://doi.org/10.2165/11315230-000000000-00000>

- Denton, J., & Cronin, J. (2006). KINEMATIC, KINETIC, AND BLOOD LACTATE PROFILES OF CONTINUOUS AND INTRASET REST LOADING SCHEMES. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 528–534. <https://doi.org/10.1519/00124278-200608000-00012>
- Dohoney, P., Chromiak, J., Lemire, D., Abadie, B., Kovacs, C. (2002). PREDICTION OF ONE REPETITION MAXIMUM (1-RM) STRENGTH FROM A 4-6 RM AND A 7-10 RM SUBMAXIMAL STRENGTH TEST IN HEALTHY YOUNG ADULT MALES. *Journal of Exercise Physiology online*. 5(3):54-59. Hentet fra: [\(PDF\) Prediction of one repetition maximum \(1-RM\) strength from a 4-6 RM and a 7-10 RM submaximal strength test in healthy young adult males \(researchgate.net\)](#)
- Drake, D., Kennedy, R., & Wallace, E. (2017). The Validity and Responsiveness of Isometric Lower Body Multi-Joint Tests of Muscular Strength: a Systematic Review. *Sports Medicine - Open*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-017-0091-2>
- Drinkwater, E. J., Lawton, T. W., Lindsell, R. P., Pyne, D. B., Hunt, P. H., & McKenna, M. J. (2005). Training Leading to Repetition Failure Enhances Bench Press Strength Gains in Elite Junior Athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 382. <https://doi.org/10.1519/r-15224.1>
- Folland, J. P., & Williams, A. G. (2007). The Adaptations to Strength Training. *Sports Medicine*, 37(2), 145–168. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737020-00004>
- Folland, J. P., Irish, C. S., Roberts, J. E., Tarr, J. E., Jones, D. A. (2002). Fatigue is not a necessary stimulus for strength gains during resistance training * Commentary. *British Journal of Sports Medicine*, 36(5), 370–373. <https://doi.org/10.1136/bjism.36.5.370>
- Fukunaga, T., Miyatani, M., Tachi, M., Kouzaki, M., Kawakami, Y., & Kanehisa, H. (2001). Muscle volume is a major determinant of joint torque in humans. *Acta Physiologica Scandinavica*, 172(4), 249–255. <https://doi.org/10.1046/j.1365-201x.2001.00867.x>
- Giessing, J., Fisher, J., Steele, J., Rothe, F., Raubold, K., & Eichmann, B. (2016). The effects of low-volume resistance training with and without advanced techniques in trained subjects. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 56(3), 249–258. Hentet fra: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25303171/>
- Gonzalez-Badillo, J. J., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Gorostiaga, E. M., & Pareja-Blanco, F. (2014). Maximal intended velocity training induces greater gains in bench press performance than deliberately slower half-velocity training. *European Journal of Sport Science*, 14(8), 772–781. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.905987>
- Grgic, J., Lazinica, B., Mikulic, P., Krieger, J. W., & Schoenfeld, B. J. (2017a). The effects of short versus long inter-set rest intervals in resistance training on measures of muscle hypertrophy: A systematic review. *European Journal of Sport Science*, 17(8), 983–993. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1340524>

- Grgic, J., Lazinica, B., Schoenfeld, B. J., & Pedisic, Z. (2020). Test–Retest Reliability of the One-Repetition Maximum (1RM) Strength Assessment: a Systematic Review. *Sports Medicine - Open*, 6(1):1-16. <https://doi.org/10.1186/s40798-020-00260-z>
- Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Davies, T. B., Lazinica, B., Krieger, J. W., & Pedisic, Z. (2018). Effect of Resistance Training Frequency on Gains in Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 48(5), 1207–1220. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0872-x>
- Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Skrepnik, M., Davies, T. B., & Mikulic, P. (2017b). Effects of Rest Interval Duration in Resistance Training on Measures of Muscular Strength: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 48(1), 137–151. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0788-x>
- Hackett, D. A., Cobley, S. P., Davies, T. B., Michael, S. W., & Halaki, M. (2017). Accuracy in Estimating Repetitions to Failure During Resistance Exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(8), 2162–2168. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001683>
- Haff, G. G., Burgess. J. S., Stone. H. M. (2008). Cluster training: theoretical and practical applications for the strength and conditioning professional. *UK strength and conditioning association*, 12-17. Hentet fra: https://www.researchgate.net/publication/239731102_Cluster_training_theoretical_and_practical_applications_for_the_strength_and_conditioning_professional
- Hansen, K. T., Cronin, J. B., & Newton, M. J. (2011). The Effect of Cluster Loading on Force, Velocity, and Power During Ballistic Jump Squat Training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(4), 455–468. <https://doi.org/10.1123/ijsp.6.4.455>
- Iglesias, E., Boullosa, D. A., Dopico, X., & Carballeira, E. (2010). Analysis of Factors That Influence the Maximum Number of Repetitions in Two Upper-Body Resistance Exercises: Curl Biceps and Bench Press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(6), 1566–1572. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181d8eabe>
- Iglesias-Soler, E., Carballeira, E., Sánchez-Otero, T., Mayo, X., & Fernández-del-Olmo, M. (2014). Performance of Maximum Number of Repetitions With Cluster-Set Configuration. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(4), 637–642. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0246>
- Iglesias-Soler, E., Mayo, X., Río-Rodríguez, D., Carballeira, E., Fariñas, J., & Fernández-Del-Olmo, M. (2015). Inter-repetition rest training and traditional set configuration produce similar strength gains without cortical adaptations. *Journal of Sports Sciences*, 34(15), 1473–1484. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1119299>
- Keogh, J., Wilson, G., & Weatherby, R. (1999). A Cross-Sectional Comparison of Different Resistance Training Techniques in the Bench Press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(3), 247–258. <https://doi.org/10.1519/00124278-199908000-00012>
- Korak, J. A., Paquette, M. R., Brooks, J., Fuller, D. K., & Coons, J. M. (2017). Effect of rest-pause vs. traditional bench press training on muscle strength, electromyography,

and lifting volume in randomized trial protocols. *European Journal of Applied Physiology*, 117(9), 1891–1896. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3661-6>

- Kraemer, W. J. (1997). A Series of Studies—The Physiological Basis for Strength Training in American Football. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 11(3), 131–142. <https://doi.org/10.1519/00124278-199708000-00001>
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(4), 674–688. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000121945.36635.61>
- Kraemer, W., Adams, K., Cafarelli, E., Dudley, G. A., Dooly, C. R., Feigenbaum, M. S., & Triplett-McBride, T. T.-M. B. (2002). Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(2), 364–380. <https://doi.org/10.1097/00005768-200202000-00027>
- Lawton, T., Cronin, J., Drinkwater, E., Lindsell, R., & Pyne, D. (2004). The effect of continuous repetition training and intra-set rest training on bench press strength and power. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 44(4), 361–367. Hentet fra: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15758847/>
- Lienhard, K., Lauermaun, S. P., Schneider, D., Item-Glatthorn, J. F., Casartelli, N. C., & Maffiuletti, N. A. (2013). Validity and reliability of isometric, isokinetic and isoinertial modalities for the assessment of quadriceps muscle strength in patients with total knee arthroplasty. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(6), 1283–1288. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2013.09.004>
- Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro Scale for Rating Quality of Randomized Controlled Trials. *Physical Therapy*, 83(8), 713–721. <https://doi.org/10.1093/ptj/83.8.713>
- Marshall, P. W. M., McEwen, M., & Robbins, D. W. (2011). Strength and neuromuscular adaptation following one, four, and eight sets of high intensity resistance exercise in trained males. *European Journal of Applied Physiology*, 111(12), 3007–3016. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-1944-x>
- Marshall, P. W. M., Robbins, D. A., Wrightson, A. W., & Siegler, J. C. (2012). Acute neuromuscular and fatigue responses to the rest-pause method. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(2), 153–158. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.08.003>
- Morton, R. L. (2008). *Pediatric Respiratory Medicine* (second edition). Hentet fra: <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/creatine-phosphate>
- Naclerio Ayllón, F., Jiménez Gutiérrez, A., Alvar, B. A., & Peterson, M. D. (2009). Assessing strength and power in resistance training. *Journal of Human Sport and Exercise*, 4(2), 100–113. <https://doi.org/10.4100/jhse.2009.42.04>
- Nicholson, G., Ispoglou, T., & Bissas, A. (2016). The impact of repetition mechanics on the adaptations resulting from strength-, hypertrophy- and cluster-type resistance

training. *European Journal of Applied Physiology*, 116(10), 1875–1888.

<https://doi.org/10.1007/s00421-016-3439-2>

- Oliver, J. M., Jagim, A. R., Sanchez, A. C., Mardock, M. A., Kelly, K. A., Meredith, H. J., Smith, G. L., Greenwood, M., Parker, J. L., Riechman, S. E., Fluckey, J. D., Crouse, S. F., & Kreider, R. B. (2013). Greater Gains in Strength and Power With Intrasets Rest Intervals in Hypertrophic Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(11), 3116–3131. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3182891672>
- Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Ribas-Serna, J., López-López, C., Mora-Custodio, R., Yáñez-García, J. M., & González-Badillo, J. J. (2016). Acute and delayed response to resistance exercise leading or not leading to muscle failure. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 37(6), 630–639. <https://doi.org/10.1111/cpf.12348>
- Prestes, J., A. Tibana, R., de Araujo Sousa, E., da Cunha Nascimento, D., de Oliveira Rocha, P., F. Camarço, N., Frade de Sousa, N. M., & Willardson, J. M. (2019). Strength and Muscular Adaptations After 6 Weeks of Rest-Pause vs. Traditional Multiple-Sets Resistance Training in Trained Subjects. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33, S113–S121. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001923>
- Ralston, G. W., Kilgore, L., Wyatt, F. B., & Baker, J. S. (2017). The Effect of Weekly Set Volume on Strength Gain: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 47(12), 2585–2601. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0762-7>
- Ralston, G. W., Kilgore, L., Wyatt, F. B., Buchan, D., & Baker, J. S. (2018). Weekly Training Frequency Effects on Strength Gain: A Meta-Analysis. *Sports Medicine - Open*, 4(1), 0. <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0149-9>
- Reynolds, J. M., Gordon, T. J., & Robergs, R. A. (2006). Prediction of One Repetition Maximum Strength From Multiple Repetition Maximum Testing and Anthropometry. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 584. <https://doi.org/10.1519/r-15304.1>
- Richmond, S. R., & Godard, M. (2004). THE EFFECTS OF VARIED REST PERIODS BETWEEN SETS TO FAILURE USING THE BENCH PRESS IN RECREATIONALLY TRAINED MEN. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 846–849. <https://doi.org/10.1519/00124278-200411000-00028>
- Raastad, T., Paulsen, G., Refsnes, P. E., Rønnestad, B. R., & Wisnes, A. R. (2010). *Styrketrening: i teori og praksis*. Oslo: Gyldendal undervisning.
- Sale, D. G. (2002). Postactivation Potentiation: Role in Human Performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 30(3), 138–143. <https://doi.org/10.1097/00003677-200207000-00008>
- Sand, O., Sjaastad, Ø. V., Haug, E., & Toverud, K. C. (2014). *Menneskets fysiologi* (2. utg. ed.). Oslo: Gyldendal akademisk.

- Schoenfeld, B. J., Contreras, B., Krieger, J., Grgic, J., Delcastillo, K., Belliard, R. N., & Alto, A. (2019). Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy but Not Strength in Trained Men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 51(1), 94–103. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001764>
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017). Strength and Hypertrophy Adaptations Between Low- vs. High-Load Resistance Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(12), 3508–3523. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002200>
- Schoenfeld, B. J., Ratamess, N. A., Peterson, M. D., Contreras, B., & Tiryaki-Sonmez, G. (2015). Influence of Resistance Training Frequency on Muscular Adaptations in Well-Trained Men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(7), 1821–1829. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000970>
- Stackhouse, S. K., Reisman, D. S., & Binder-Macleod, S. A. (2001). Challenging the Role of pH in Skeletal Muscle Fatigue. *Physical Therapy*, 81(12), 1897–1903. <https://doi.org/10.1093/ptj/81.12.1897>
- Steele, J., Endres, A., Fisher, J., Gentil, P., & Giessing, J. (2017). Ability to predict repetitions to momentary failure is not perfectly accurate, though improves with resistance training experience. *PeerJ*, 5, e4105. <https://doi.org/10.7717/peerj.4105>
- Sundstrup, E., Jakobsen, M. D., Andersen, C. H., Zebis, M. K., Mortensen, O. S., & Andersen, L. L. (2012). Muscle Activation Strategies During Strength Training With Heavy Loading vs. Repetitions to Failure. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(7), 1897–1903. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318239c38e>
- Tufano, J. J., Brown, L. E., & Haff, G. G. (2017). Theoretical and Practical Aspects of Different Cluster Set Structures. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(3), 848–867. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001581>
- Wallmann, W. H. (2007). Sport-Specific Rehabilitation. 87-95. <https://www.sciencedirect.com/sdfe/pdf/download/eid/3-s2.0-B9780443066429500083/first-page-pdf>
- Wan, J.-, Qin, Z., Wang, P.-, Sun, Y., & Liu, X. (2017). Muscle fatigue: general understanding and treatment. *Experimental & Molecular Medicine*, 49(10), e384. <https://doi.org/10.1038/emm.2017.194>
- Weiss, L. W. (1991). The Obtuse Nature of Muscular Strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 5(4), 219–227. <https://doi.org/10.1519/00124278-199111000-00009>
- Willardson, J. M., & Burkett, L. (2005). A COMPARISON OF 3 DIFFERENT REST INTERVALS ON THE EXERCISE VOLUME COMPLETED DURING A WORKOUT. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 23–26. <https://doi.org/10.1519/00124278-200502000-00005>

- Zajac, A., Chalimoniuk, M. ł., Gołaś, A., Lngfort, J., & Maszczyk, A. (2015). Central and Peripheral Fatigue During Resistance Exercise – A Critical Review. *Journal of Human Kinetics*, 49(1), 159–169. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0118>
- Zouita Ben Moussa, A., Zouita, S., Ben Salah, F. Z., Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2020). ISOKINETIC TRUNK STRENGTH, VALIDITY, RELIABILITY, NORMATIVE DATA AND RELATION TO PHYSICAL PERFORMANCE AND LOW BACK PAIN: A REVIEW OF THE LITERATURE. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 15(1), 160–174. <https://doi.org/10.26603/ijst20200160>
- Zourdos, M. C., Goldsmith, J. A., Helms, E. R., Trepeck, C., Halle, J. L., Mendez, K. M., Cooke, D. M., Haischer, M. H., Sousa, C. A., Klemp, A., & Byrnes, R. K. (2021). Proximity to Failure and Total Repetitions Performed in a Set Influences Accuracy of Intrasets Repetitions in Reserve-Based Rating of Perceived Exertion. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(1), S158–S165. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002995>
- Ørtenblad, N., Nielsen, J., Saltin, B., & Holmberg, H.-C. (2011). Role of glycogen availability in sarcoplasmic reticulum Ca²⁺ kinetics in human skeletal muscle. *The Journal of Physiology*, 589(3), 711–725. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2010.195982>

14 VEDLEGG

14.1 PEDRO SKALA

PEDro scale

1. eligibility criteria were specified	no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where:
2. subjects were randomly allocated to groups (in a crossover study, subjects were randomly allocated an order in which treatments were received)	no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where:
3. allocation was concealed	no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where:
4. the groups were similar at baseline regarding the most important prognostic indicators	no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where:
5. there was blinding of all subjects	no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where:
6. there was blinding of all therapists who administered the therapy	no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where:
7. there was blinding of all assessors who measured at least one key outcome	no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where:
8. measures of at least one key outcome were obtained from more than 85% of the subjects initially allocated to groups	no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where:
9. all subjects for whom outcome measures were available received the treatment or control condition as allocated or, where this was not the case, data for at least one key outcome was analysed by "intention to treat"	no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where:
10. the results of between-group statistical comparisons are reported for at least one key outcome	no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where:
11. the study provides both point measures and measures of variability for at least one key outcome	no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where:

The PEDro scale is based on the Delphi list developed by Verhagen and colleagues at the Department of Epidemiology, University of Maastricht (*Verhagen AP et al (1998). The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology, 51(12):1235-41*). The list is based on "expert consensus" not, for the most part, on empirical data. Two additional items not on the Delphi list (PEDro scale items 8 and 10) have been included in the PEDro scale. As more empirical data comes to hand it may become possible to "weight" scale items so that the PEDro score reflects the importance of individual scale items.

The purpose of the PEDro scale is to help the users of the PEDro database rapidly identify which of the known or suspected randomised clinical trials (ie RCTs or CCTs) archived on the PEDro database are likely to be internally valid (criteria 2-9), and could have sufficient statistical information to make their results interpretable (criteria 10-11). An additional criterion (criterion 1) that relates to the external validity (or "generalisability" or "applicability" of the trial) has been retained so that the Delphi list is complete, but this criterion will not be used to calculate the PEDro score reported on the PEDro web site.

The PEDro scale should not be used as a measure of the "validity" of a study's conclusions. In particular, we caution users of the PEDro scale that studies which show significant treatment effects and which score highly on the PEDro scale do not necessarily provide evidence that the treatment is clinically useful. Additional considerations include whether the treatment effect was big enough to be clinically worthwhile, whether the positive effects of the treatment outweigh its negative effects, and the cost-effectiveness of the treatment. The scale should not be used to compare the "quality" of trials performed in different areas of therapy, primarily because it is not possible to satisfy all scale items in some areas of physiotherapy practice.

Last amended June 21st, 1999

Notes on administration of the PEDro scale:

- All criteria **Points are only awarded when a criterion is clearly satisfied.** If on a literal reading of the trial report it is possible that a criterion was not satisfied, a point should not be awarded for that criterion.
- Criterion 1 This criterion is satisfied if the report describes the source of subjects and a list of criteria used to determine who was eligible to participate in the study.
- Criterion 2 A study is considered to have used random allocation if the report states that allocation was random. The precise method of randomisation need not be specified. Procedures such as coin-tossing and dice-rolling should be considered random. Quasi-randomisation allocation procedures such as allocation by hospital record number or birth date, or alternation, do not satisfy this criterion.
- Criterion 3 *Concealed allocation* means that the person who determined if a subject was eligible for inclusion in the trial was unaware, when this decision was made, of which group the subject would be allocated to. A point is awarded for this criteria, even if it is not stated that allocation was concealed, when the report states that allocation was by sealed opaque envelopes or that allocation involved contacting the holder of the allocation schedule who was “off-site”.
- Criterion 4 At a minimum, in studies of therapeutic interventions, the report must describe at least one measure of the severity of the condition being treated and at least one (different) key outcome measure at baseline. The rater must be satisfied that the groups’ outcomes would not be expected to differ, on the basis of baseline differences in prognostic variables alone, by a clinically significant amount. This criterion is satisfied even if only baseline data of study completers are presented.
- Criteria 4, 7-11 *Key outcomes* are those outcomes which provide the primary measure of the effectiveness (or lack of effectiveness) of the therapy. In most studies, more than one variable is used as an outcome measure.
- Criterion 5-7 *Blinding* means the person in question (subject, therapist or assessor) did not know which group the subject had been allocated to. In addition, subjects and therapists are only considered to be “blind” if it could be expected that they would have been unable to distinguish between the treatments applied to different groups. In trials in which key outcomes are self-reported (eg, visual analogue scale, pain diary), the assessor is considered to be blind if the subject was blind.
- Criterion 8 This criterion is only satisfied if the report explicitly states *both* the number of subjects initially allocated to groups *and* the number of subjects from whom key outcome measures were obtained. In trials in which outcomes are measured at several points in time, a key outcome must have been measured in more than 85% of subjects at one of those points in time.
- Criterion 9 An *intention to treat* analysis means that, where subjects did not receive treatment (or the control condition) as allocated, and where measures of outcomes were available, the analysis was performed as if subjects received the treatment (or control condition) they were allocated to. This criterion is satisfied, even if there is no mention of analysis by intention to treat, if the report explicitly states that all subjects received treatment or control conditions as allocated.
- Criterion 10 A *between-group* statistical comparison involves statistical comparison of one group with another. Depending on the design of the study, this may involve comparison of two or more treatments, or comparison of treatment with a control condition. The analysis may be a simple comparison of outcomes measured after the treatment was administered, or a comparison of the change in one group with the change in another (when a factorial analysis of variance has been used to analyse the data, the latter is often reported as a group \times time interaction). The comparison may be in the form hypothesis testing (which provides a “p” value, describing the probability that the groups differed only by chance) or in the form of an estimate (for example, the mean or median difference, or a difference in proportions, or number needed to treat, or a relative risk or hazard ratio) and its confidence interval.
- Criterion 11 A *point measure* is a measure of the size of the treatment effect. The treatment effect may be described as a difference in group outcomes, or as the outcome in (each of) all groups. *Measures of variability* include standard deviations, standard errors, confidence intervals, interquartile ranges (or other quantile ranges), and ranges. Point measures and/or measures of variability may be provided graphically (for example, SDs may be given as error bars in a Figure) as long as it is clear what is being graphed (for example, as long as it is clear whether error bars represent SDs or SEs). Where outcomes are categorical, this criterion is considered to have been met if the number of subjects in each category is given for each group.