



Universitetet
i Stavanger

FAKULTET FOR UTDANNINGSVITENSKAP OG HUMANIORA

BACHELOROPPGAVE

Studieprogram:
Idrett/kroppsøving bachelorstudium

Vår semesteret, 2023

Forfatter: Robert Konnestad

Veileder: Gaute Sørensen Schei

Tittel på masteroppgaven: Styrketreningsvolum og intensitet og dets påvirkning på hypertrofi og 1RM

Engelsk tittel: Resistance training volume and intensity and its effect on hypertrophy and 1RM

Emneord:

Styrketrening
1RM trening
Hypertrofi
Styrke

Antall ord: 10164

Antall vedlegg/annet: 0

Stavanger, 01.05.2023

Styrketreningsvolum og intensitet og dets påvirkning på hypertrofi og 1RM

Forord

Etter tre år som student ved Universitetet i Stavanger er jeg ved veis ende og nå var tiden klar for å skrive bacheloroppgave.

Teamet mitt er valgt basert på personlige og bekjentes interesser og nysgjerrighet. I snart 7 år har jeg bedrevet styrketrening aktivt flere ganger i uken. Jeg har erfart selv at det finnes store forskjeller i hvilke treningsrutiner som har gitt meg mest effekt. Dette har skapt en indre nysgjerrighet som denne bacheloroppgaven gav meg en ypperlig mulighet til å utforske. Å lese og finne informasjon på område har jeg gjort over lengre tid, men nå for første gang har det vært en systematisk prosess som har gitt meg mer informasjon en noen gang

Proessen ved å skrive denne oppgaven har vært lang og tidkrevende. Heldigvis for min del har det ikke vært en altfor utfordrende oppgave med den lidenskapen jeg har ovenfor temaet. Jeg har lært masse nytt og blitt mye flinkere til å lese og tolke kompliserte studier gjort på styrketrening

Jeg vil takke venner og familie med støtte underveis. Den viktigste støttespilleren vil jeg også takke, min veileder Gaute Sørensen Schei, med gode innspill og veiledning.

Sammendrag

Styrketrening påvirker musklene våre på mange forskjellige måter. Å utvikle musklens størrelse og styrke er noe som er og blir mer populært blant mennesker blant alle aldre. Hvordan man best mulig kan optimalisere treningen sin for å oppnå det resultatet man ønsker er et diskusjonstema som er vanskelig å ta fatt på. Ved å se på ulike manipulerbare variabler kan man komme nærmere et svar.

Formålet med litteraturstudien er å finne ut av hvordan man best mulig kan manipulere treningsvariablene volum og intensitet for å optimalisere enten hypertrofi(muskelstørrelse) eller 1RM (muskelstyrke).

I teorien presenteres redegjøres det for hva som utgjør muskelhypertrofi og 1RM samt de overlappende og ulike adaptasjonene som foregår når disse stimuleres. Metoden anvendt er som sagt litteraturstudie. 9 studier er analysert og danner grunnlaget for diskusjonen. Studiene viste at resultater varierer stort mellom studier, men at noen konklusjoner kan trekkes. Høyt volum er sentralt for både hypertrofi og 1RM. Den totale belastningen viser seg å være et godt mål på hvor mye økning man ser, spesielt for hypertrofi. Intensiteten burde være over 60% for optimal hypertrofi og over 80% for 1RM.

Innhold

| | |
|--|-----------|
| 1.0 Innledning | 5 |
| 1.1 Problemstilling..... | 5 |
| 1.2 Begrepsavklaring..... | 6 |
| 2.0 Teori | 7 |
| 2.1 Hypertrofi..... | 7 |
| 2.2 Styrke/1RM trening | 9 |
| 2.3 Overlapp mellom styrke og hypertrofi | 10 |
| 3.0 Metode | 12 |
| 3.1 METODEVALG MED BEGRUNNELSE..... | 12 |
| 3.2 Litteraturstudie som metode..... | 12 |
| 3.3 Inklusjon og eksklusjonskriterier..... | 13 |
| 3.4 Søkeprosessen | 13 |
| 3.5 KILDEKRITIKK..... | 16 |
| 3.6 ETISKE HENSYN..... | 16 |
| 4.0 Resultat | 17 |
| 4.1 Diskusjon rundt studiene..... | 21 |
| 4.2 Syntese..... | 24 |
| 5.0 Diskusjon | 26 |
| 5.1 Hypertrofi..... | 26 |
| 5.2 1RM | 27 |
| 5.3 Overlapp..... | 28 |
| 5.4 Praktiske anvendelser | 28 |
| 5.5 Videre forskning | 29 |
| 5.6 Begrensinger og svakheter..... | 29 |
| 6.0 Konklusjon | 31 |
| Referanseliste | 32 |

1.0 Innledning

Hva er den mest optimale måten å bygge muskler og bli sterkere på? Ved flere års treningserfaring eller om man akkurat har startet er det en stor fordel å vite hvilke metoder som er mest gunstig for god og rask fremgang. Styrketrening gir oss flere gevinster gjennom de adaptasjonene som foregår i kroppen vår, dette inkluderer muskelvekst og muskelstyrke, men også et sterkere skjelett, bedret hjerte og lunge funksjon, bedret fordøyelse, nattesøvn, balanse, selvtillit og styrket selvbilde (Winett & Carpinelli, 2001). Uansett hvilken livsfase man er i, og hvilken treningserfaring man innehar er det å ha et treningsprogram som gir den aller beste fremgangen for de fleste å ønske. Hvor mye trening man bør utføre og hvor tungt man må løfte er spørsmål som skal bli forsøkt besvart i denne oppgaven. Ved å manipulere ulike variabler innenfor styrketrening vil man finne ut at det er stor forskjell i resultatene man får. To av de variablene som vil bli satt under lupen i denne litteraturstudien er volum og intensitet

Treningsvolum er et mål på hvor mye arbeid man utfører i en treningsøkt eller en treningsuke. Det kan være antall repetisjoner man gjør i et sett og hvor mange sett man har i en uke. Intensitet går ut på vanskelighetsgraden av en øvelse, hvor tungt man løfter er det vi skal se på. Disse variablene er kanskje de aller viktigste man trenger å bære kjennskap til når man skal begi seg ut på å forme et treningsprogram. Litteraturen peker på at for de fleste nybegynnere vil alle former for volum og intensitet gi ganske gode resultater innenfor både hypertrofi og styrkeutvikling, men hva som er best for både nybegynnere og erfarne er noe mer utfordrende å slå fast. I denne litteraturstudien vil fokuset være rettet mot hvilken kombinasjon av volum og intensitet som gir det optimale resultatet for både økt hypertrofi eller styrke. Hypotesen som er lagt til grunn for arbeidet ved redegjort teori er at høyt volum kombinert med en medium/høy intensitet vil være fordelaktig for hypertrofi, samt lavere volum kombinert med høy intensitet vil være best for styrke.

1.1 Problemstilling

Optimal styrketrenings intensitet og volum for hypertrofi eller 1RM

1.2 Begrepsavklaring

Intensitet/Belastning

Intensitet, som også kan beskrives som motstand uttrykkes ofte i prosent av 1RM og det tilsvarer antall repetisjoner man klarer ved en gitt vekt.

Volum

Volum omhandler både antall repetisjoner man utfører i et sett og hvor mange sett/reps og ved hvilken intensitet dette utføre i en treningsøkt.

Total belastning

Sett*repetisjoner*intensitet. Differer fra volum definisjonen i denne oppgaven ved at man inkluderer intensiteten eller belastningen, altså vekten man løfter.

1RM

1RM = maks én repetisjon. Det meste eller maksimale beløpet du kan løfte for én repetisjon.

Hypertrofi

Hypertrofi er når et organ eller vev er blitt større enn normalt. I oppgaven snakkes det kun om muskelhypertrofi og det vil derfor ikke bli spesifiser ved enhver anledning.

Muskeltversnitt/muskeltykkelse

Muskelfysiologis tverrsnitts areal er definert som og målt ved å dele muskelvolumet på fiberlengden. Muskeltykkelse er en måte å predikere muskeltverrsnitt ved å bruke ultralyd på et punkt av muskelen. Disse to brukes for å beskrive endringer i muskelhypertrofi

2.0 Teori

Styrketrening fører til økt muskelstyrke og kraft som følge av nevromuskulær adaptasjoner, økt muskeltversnitt og endringer i bindevevets stivhet (Knuttgen & Kraemer, 1987). Dette resulterer da i en hurtig økning i styrke når et individ lærer en ny øvelse, etterfulgt av saktere progresjon etter hvert som man øker muskelmassen (Folland & Williams, 2007; Fry, 2004; Wernbom et al., 2007). Styrketrening har tradisjonelt sett variert den eksterne belastningen ettersom for å enten forbedre den nevromuskulære driften, altså styrken, eller muskeltversnitt/hypertrofi. Den eksterne belastningen ved slik trening ligger som oftest mellom 1RM til 10RM med et volum på 4-12 repetisjoner (Fry, 2004) (Kan ofte også ligge utenfor dette). Kroppens adaptasjon til styrketrening skjer etter kort tid, generelt ser man en endring fra 8-12 uker (Folland & Williams, 2007; Häkkinen et al., 1998). Mens andre studier har observert økt muskelstyrke og tverrsnitt etter kun 2 til 4 uker (Seynnes et al., 2007; Staron et al., 1994).

2.1 Hypertrofi

Hypertrofi i muskler handler om at musklene blir større. Som nevnt er muskeltversnitt det vanligste målet på dette. Vi deler muskelhypertrofi inn i 2 forskjellige kategorier. Myofibrillær og sarkoplasmisk hypertrofi (Hernandez & Kravitz, 2003). Myofibrillær hypertrofi øker størrelsen/tykkelsen på aktin- og myosinfilamenter, noe som resulterer i økt mulig kraftproduksjon i muskler.. Sarkoplasmisk hypertrofi er en økning i volumet av det halvflytende interstitielle stoffet som omgir individuelle muskelfibre. Det gir deg en "pump" i muskelen og er ikke relatert til kraftproduksjonen til muskelen. Hvis styrketreningen varer lenger, vil du uansett oppleve muskelvekst. Det som skjer, er at tverrsnittet til muskelfibrene øker og samtidig kan det produsere mer kraft og se større ut på utsiden (Schoenfeld, 2010).

Muskelhypertrofi finner sted når muskelproteinsyntesen overstiger muskelprotein nedbrytning som da resulterer i en netto positiv proteinbalanse i kumulative perioder. Wackerhage & Rennie (2006) viser til at dette kan man oppnå via både styrketrening og proteininntak som da stimulerer muskelproteinsyntesen. Ved matinntak stimuleres MPS ved overføringen av aminosyrer fra kostholds protein til muskelprotein. Meningen ved dette er å kompensere for

muskelproteinet som er tapt i fastede perioder grunnet eksempelvis aminosyreoksidasjon eller karbondonasjon til leveren (Wackerhage & Rennie, 2006). Ved inntak av 10 g essensielle aminosyrer, tilsvarende 20g protein fra kostholdet ser man en betydelig økning i MPS, så det å spise proteiner er bidragsgivende for muskelbygning i seg selv (Moore et al., 2012). Ved trening ser man også respons på MPS, dette avhenger av både volum og intensitet. Ved intensitet som tilsvarer mindre enn 40% av 1RM trening ser man ingen merkbare økninger i MPS. Ved intensitet høyere enn 60% ser man derimot dobling og trippeling av MPS. Men det er verdt å merke seg at dette ikke betyr at man ikke får ingen anabole effekter av lav intensitets trening. Om man trener til såkalt "failure", altså når man fysisk ikke klarer flere repetisjoner av en øvelse vil man stimulere MPS uansett intensitet (Burd et al., 2010). For å stimulere MPS operer vi med tre ulike mekanismer. Det er mekanisk spenning, muskel nedbrytning og metabolsk stress.

Mekanisk spenning

Mekanisk påført spenning både produsert av kraft generering og strekk på muskelen blir sett på som essensielt for muskelvekst. Spesielt disse to i kombinasjon viser ekstra god effekt (Goldspink, 2002). Spenningen man induserer ved styrketrening medfører en adaptasjon i myofibre og satelittceller som bidrar til muskelvekst. Selv om mekanisk spenning alene kan medføre muskelvekst er det lite sannsynlig at det er den eneste faktoren som assosieres med hypertrofi i treningssammenheng. Motstandstrenings regimer med høy grad av mekanisk spenning har i noen tilfeller vist store nevralt adaptasjoner uten tilhørende hypertrofi (Cote et al., 1988).

Muskel nedbrytning

Muskel nedbrytes skjer lokalt i muskelvev og skal i teorien frembringe en hypertrofisk respons (Evans, 2002). Nedbrytningen skaper en respons der kroppen merker at det er skjedd en nedbrytning av en muskel transporteres en type blodceller til det aktuelle området og fjerner rester etter nedbrytningen og hjelper muskelfibre opprettholde sin struktur. Dette er teoretisert at skal lede til en utløsning av et utvalg veksthormoner (Toigo & Boutellier, 2006)(Vierck et al., 2000).

Metabolsk stress

Flere studier peker på den anabole effekten ved trenings induisert metabolsk stress (Rooney et al., 1994; Schott et al., 1995). Metabolsk stress virker ikke å være essensielt for muskelvekst,

men evidens foreslår at det kan ha en signifikant effekt på hypertrofi (Schoenfeld, 2010). Dette ser man tydelig hos kroppsbyggere som arbeider med en moderat intensitet for å oppnå høynet metabolsk stress samtidig som man har fokus på muskelspenningen. Metabolsk stress er en ansamling av metabolitter som laktat, hydrogen ion, kreatin m.fl som bygger seg opp under trening som krever anaerob glykolyse for ATP-produksjon. Stress induerende trening medvirker endringer i hormoner, celle hevelse, produksjon av frie radikaler samt økning av vekstorienterte transkripsjonsfaktorer (Gordon et al., 1994; Goto et al., 2005; Takarada et al., 2000).

2.2 Styrke/1RM trening

For å kunne snakke om hva "styrke" er må vi ha en grunndefinisjon som gjør at vi klarer å skille det fra hypertrofi. Styrke er et mål på menneskelig prestasjon. Men hva er det egentlig? Vektløftere vil definere styrke som den maksimale vekten som kan løftes. Mens en forsker vil være mer detaljert i sin beskrivelse og benytte seg av begreper som statisk styrke, isometrisk styrke, eksplosiv styrke og mer. Dette har ført til at det er blitt svært vanskelig å definere hva styrke egentlig betyr (Enoka, 1988). Atha (1981) definerer styrke slik: "Styrke er evnen til å utvikle kraft mot en urokkelig motstand i en enkelt sammentrekning av ubegrenset tid". I denne litteraturstudien vil styrke være synonymt med 1RM. Altså den maksimale vekten man klarer på et spesifikt løft. Her kan styrketrening introduseres for å da øke 1RM (Androulakis-Korakakis et al., 2020). Det som skjer da er flere fysiologiske variabler som introduseres, deriblant nervesystemets effektivitet og økt "Rate of force development".

Nervesystemet

Nevromuskulære adaptasjoner er en av de viktigste faktorene til økt styrke. Dette er veldig tydelig i studier hvor man kun trener et lem og det andre forblir utrent. I denne situasjonen vil det utrente lemmet ha tilnærmet ingen endring i muskeltversnitt, men man ser en signifikant økning i styrke (Houston et al., 1983). En meta analyse på kontralateral styrketrening viste styrkefremgang på 7,6% i den utrente muskel, som var cirka halvparten av det man så i den trente muskel, dette skjedde ved 15-48 treningsøkter (Carroll et al., 2006; Munn et al., 2004). Den første årsaken til dette fenomenet kan være en slags "avsøling" av nervedrift til den utrente siden som fører til adaptasjoner i kontrollsenteret for det motsatte lemmet. Den andre årsaken kan være at den ensidige treningen kan føre til en nevromuskulær adaptasjon i

kontrollsystemet for det trente lemmet som kan brukes av det motsatte utrente lemmet. Disse årsakene behøver ikke å være eksklusive, det er en mulighet at begge disse adaptasjonene kan være involvert på samme tid.

Rate of force development

En annen observasjon som er gjort ved styrketrening er en økt RFD (Rate of force development). RFD er raten på øningen av kraft i begynnelsen av en muskelsammentrekning. En studie av Aagaard (2002) visste en økning på 15% i RFD etter 14 uker tungt styrkeprogram. I tillegg til dette så man økning i Elektromyografi (EMG) amplitude samt raten EMG økning økte ved treningen. Dette tyder på en forbedring i nevralt drift og ved dette kan man interpretere en sammenheng mellom RFD og endringer i nevralt drift.

Muskelfibertyper og kraft overføring er også med å påvirke RFD. Studier gjennomført på muskelfibertyper viser at type II fibre generer mer RFD (Korhonen et al., 2006). Dermed vil økning av tverrsnittet til type II fibre ved styrketrening bidra til å bedre den nevralt driften. (Mero et al., 2013; Staron et al., 1994).

2.3 Overlapp mellom styrke og hypertrofi

Adaptasjonene for hypertrofi og styrke er i mange tilfeller svært like. Både hypertrofi og styrke induseres av mekanisk stress og myofibrilisk hypertrofi. Overlappen er kanskje mest evident ved at økning av muskelens tverrsnitt gir en økt kraftproduksjon (Schoenfeld, 2010). Ved styrkeløftkonkurranser operer man med vektclasser noe som er et resultat av at man med mer muskelmasse har et større potensial for kraftutvikling. Dette er fordi hypertrofi innebærer oppbygging av flere myofibriller og flere myosinmotorer, og hvis hvert myosin genererer samme kraft, bør kraften øke i nær proporsjon med økningen av muskelmassen under en maksimal aktivering (Reggiani & Schiaffino, 2020). Men muskelstørrelse og styrke har ikke alltid en direkte korrelasjon, selv om mye av adaptasjonene overlapper finnes det tydelige individuelle forskjeller mellom disse to som gjør at man kan spesifikt maksimere en av dem om gangen. Om man tar for seg et eksempel mellom en kroppsbygger og en styrkeløfter ser man på en kroppsbygger og en styrkeløfter side om side vil ofte kroppsbyggeren ha mer muskelmasse. Dette betyr nødvendigvis ikke at han er sterkere, noe som kan henge sammen med de spesifikke adaptasjonene som styrke har, slik som bedret nevralt drift og RFD.

Treningsregimene for en styrkeløfter og en kroppsbygger differerer stort i volum, intensitet og

timing, og det er dette som danner grunnlaget for forskjellen mellom kroppskomposisjonen deres og styrken. I senere år har relasjonen mellom hypertrofi og økt kontraktil styrke blitt kritisk revidert av flere forskere, slik som Loenneke et al., (2019), han stiller spørsmålet om muskelvekst er nødvendig, tilstrekkelig og medvirkende for muskelstyrke. Muskelvekst behøver ikke å være nødvendig for økning i styrke, her pekes det på den tidligere nevnte "avsølingseffekten". I tillegg kan individer øke styrke i noen øvelser bare ved å visualisere utførelsen av øvelsen, dette kan være resultatet av nerve adaptasjoner. Om treningsindusert muskelvekst er "tilstrekkelig" for endringer i styrke er visst i nyere studier at ikke alltid er tilfelle. Dette vises i treningsprogram satt søkelys på kroppsvekt eller lav belastningsprogrammer. Her skjer betydelig muskelvekst, men ikke betydelig endring i muskelstyrke. Til slutt settes det under lupen om disse prosessene er medvirkende eller skjer utelukkende av hverandre. Basisen for at muskelvekst bidrar til styrke økning er stort sett basert på to ting. Den første er det grunnleggende forholdet mellom styrke og hypertrofi. (Taber et al., 2019) viser til at langsiktig hypertrofi bidrar til økt styrke. Den andre er at tilførselen av kontraktile proteiner burde føre til en økning i styrke. Loenneke (2019) peker på at det første poenget er rimelig, men en grunnleggende korrelasjon ikke nødvendigvis reflekterer hva som skjer i kroppen ved trening. De studiene som viser dette, har ofte deltagere som blir tatt med på program som er designet for å øke både styrke og hypertrofi og ser ut til å primært korrelere feil/tilfeldig biologisk variasjonen i muskelstørrelse med feil/tilfeldig biologisk variasjon i muskelstyrke. Det andre poenget kan virke intuitivt korrekt, men det er en overraskende mangel på forskning som støtter at muskelvekst fører til økning i styrke. Ofte i studier som finner økning i både størrelse og styrke er ofte konklusjonen at muskelveksten har spilt en viktig rolle. Dersom deltagerne økte styrken, men ikke størrelse er ofte konklusjonen at mekanismen som har skyld i dette ikke er vekst, men nerveadaptasjoner. Alt i alt prøver Loenneke (2019) å utfordre tanken ved at styrk og hypertrofi er tett slektet og at den ene medfører den andre. Som sagt er det mulig å utvikle styrke og ingen muskelvekst, men i de fleste tilfeller finnes det en viss overlapp.

3.0 Metode

3.1 Metodevalg med begrunnelse

Metoden som er valgt for bacheloroppgaven er litteraturstudie. Ved litteraturstudie skal det forsøkes å skape en oversikt over den tilgjengelige litteraturen på område problemstillingen opptar og finne ut om det er et konkret svar på denne. Valget av litteraturstudie forekom som et resultat av nysgjerrigheten på hvilke studier som er gjort på teamet. En litteraturstudie vil gi relevante data som kan belyse temaet på forhåpentligvis en ny måte. Resultatene fra litteraturen som plukkes ut vil danne basisen for selve litteraturstudien og vil være hovedmateriale for arbeidet. Litteraturen som blir valgt vil baseres på ulike inklusjons- og eksklusjonskriterier som er vist til nedenfor samt en gjennomgang av litteraturen for å avgjøre hvilke som er mest relevante for problemstillingen.

3.2 Litteraturstudie som metode

Litteraturstudie er en av mange metoder man kan benytte seg av for å få svar på en problemstilling. Det er en metode som gir oversikt over de relevante forskningspublikasjonene som eksisterer innenfor et avgrenset forskningstema. Ved hjelp av en litteraturstudie kan man avdekke hvilke teorier og metoder som er tatt i bruk innenfor det aktuelle forskningstemaet. Litteraturstudier omhandler både kvantitativ og kvalitativ forskning (Tjora, 2017, s. 186). Sentralt for en god litteraturstudie er stort fokus på god validitet, reliabilitet og transparens. Reliabilitet sier noe om resultatets pålitelighet og handler i stor grad om forskerens posisjon og dens påvirkning på studien (Tjora, 2017, s. 236). Ved validitet inngår gyldigheten ved forskningen og om svarene man har fått står i stil med spørsmålene man stiller (Tjora, 2017, s. 232). For å oppnå god transparens i en litteraturstudie er det hensiktsmessig å vise til hvilke søkeord som benyttes, hvordan man bruker disse og i hvilke databaser man leter i (Tjora, 2017, 186). Målet med dette er at leseren skal ha mulighet til å stille spørsmål til forskningen og dens kvalitet (Tjora, 2017, s. 248).

3.3 Inklusjon og eksklusjonskriterier

Inklusjonskriterier

- 1) Språk, Norsk eller Engelsk
- 2) Google Scholar
- 3) Artikler etter 2015(Søker etter 2015->)
- 4) Inneholde mål av styrke og/eller hypertrofi
- 5) Peer Reviewed
- 6) Voksne mennesker (18+)

Eksklusjonskriterier

- 1) Eksklusjonskriterier
- 2) Studier uten mål av styrke/hypertrofi
- 3) Helsebegrensinger
- 4) Artikler før 2000 (Ekskluderer ikke fra 2000-2015)
- 5) Bruk av hjelpemidler i trening

3.4 Søkeprosessen

For å finne de mest relevante studiene for litteraturstudien var det viktig å ha en ryddig og effektiv søkeprosess. Først ble Google Scholar bestemt som database for søket grunnet gode erfaringer med bruk tidligere. Google Scholar brukes internasjonalt og derfor vil søkene bli utført på engelsk. Søkeordene som er presentert i en tabell(Tabell 1) nedenfor er bestemt ut ifra problemstillingen for å finne mest mulig relevante studier. I tillegg til å presentere de ulike ordene som ble forsøkt i databasen legges det ved en tabell(Tabell 2) for de søkene som dannet basisen for litteraturen som ble funnet.

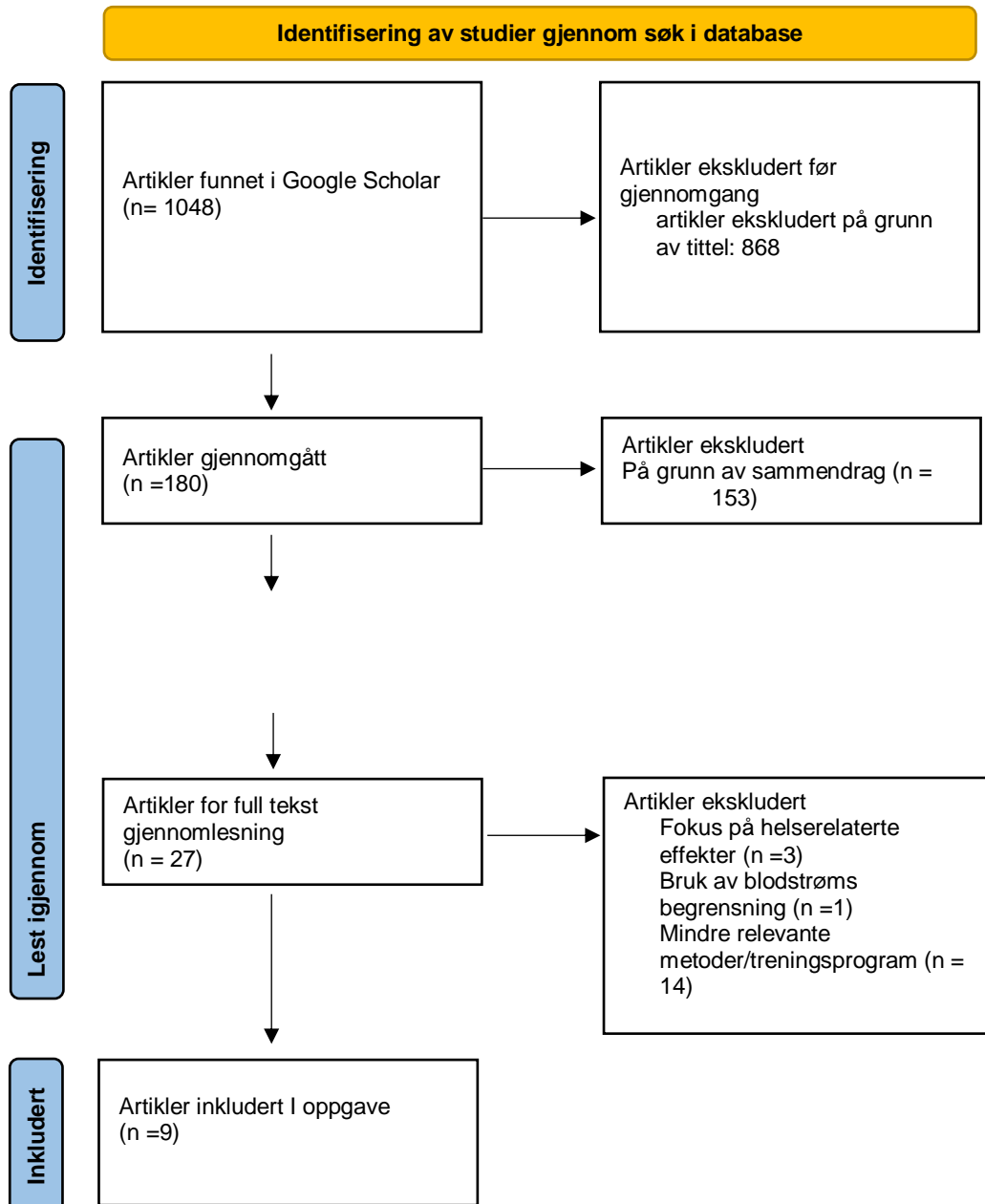
Tabell 1: Søkord som ble brukt i litteratursøket

| Term for trening | Term for optimal | Term for hypertrofi | Term for styrke | Term for volum og intensitet |
|----------------------------|-------------------|---------------------|-----------------|------------------------------|
| Resistance training | Optimal | Hypertrophy | Strength | Volume |
| Work | Greatest effect | Muscle building | 1RM | Intensity |
| | Most advantageous | Muscle size | | Sets and reps |
| | Ideal | Body building | | |
| | Greatest effect | Muscle gain | | |

Tabell 2: Søk gjennomført på Google Scholar

| Søkord nr | Søkord | Antall treff |
|-----------|---|--------------|
| 1 | Resistance hypertrophy | 441 |
| 2 | Resistance strength volume | 56 |
| 3 | Resistance training load | 283 |
| 4 | Resistance training volume | 210 |
| 5 | Different intensities resistance training | 58 |

Prisma flow diagram



3.5 Kildekritikk

Kildene som er valgt for litteraturstudien er nøye gjennomlest og vurdert ut ifra kriteriene satt tidligere. Det finnes ekstremt mye litteratur innenfor styrketreningstemaet og det var derfor viktig å ha med studier som var spesifikt innrettet til problemstillingen. For å sikre dette er det tatt ekstra hensyn til at studienes gyldighet, holdbarhet og relevans for denne litteraturstudien

3.6 Ethiske hensyn

De etiske hensynene som er tatt i denne oppgaven er i samsvar med Universitetet i Stavanger siden retningslinje for oppgaveskriving. De studiene som er brukt er har selv gjort arbeid i henhold til å få ordne både godkjenning av forskning på personer, personopplysningsloven, samtykke, taushetsplikt og anonymisering. I gjennomlesningssprosessen har det blitt gjort ett bevisst arbeid for å sikre at disse etiske standardene og retningslinjene er ivaretatt. I oppgaven generelt er det referert underveis til alle eventuelle kilder som bruke for inspirasjon og informasjon.

4.0 Resultat

Resultatene blir presentert i en tabell for å redegjøre alle viktige detaljer i studiene. Disse resultatene vil så bli gjengitt i en diskusjon om hver enkelt studie for å så bli syntetisert.

| <i>Første forfatter et al. (år) og tittel på studie</i> | <i>Design</i> | <i>Utvalg</i> | <i>Resultat</i> |
|--|--|--|--|
| <p>Thiago Lasevicius (2018)</p> <p><i>Effects of different intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy</i></p> | <p>Vastus lateralis (VL) og albue bøyer (AB) testet. Hver deltaker utøvde en intensitet på et ben og en arm (20% 1RM) samtidig som det kontralaterale lemmet utførte en annen intensitet (40%, 60% og 80%) 2 økter per uke i 12 uker.</p> | <p>30 menn</p> <p>Høyde 180±0,7cm</p> <p>Vekt 77± 16,5 kg</p> <p>Aktive, men uten styrketreningserfaring</p> | <p>AB muskeltverrsnitt signifikant</p> <p>Økning i alle G. Større I G80 enn G20 men sammenlignbar med G40 og G60</p> <p>VL muskeltverrsnitt signifikant</p> <p>Økning i alle G. G80 økte mer enn G20 men sammenlignbar med G40 og G60</p> <p>1RM i AB økte i alle grupper fra pre-post. G80 signifikant høyere enn resten av gruppene</p> <p>1RM i VL økte signifikant fra pre-post i G80 og G60 sammenlignet med de to andre.</p> |
| <p>Cauê V. La Scala Teixeira (2017)</p> <p><i>Effect of resistance training set volume on upper body muscle hypertrophy: are more sets really better than less?</i></p> | <p>Litteratursøk utført på pubmed og Scielo databaser. Søk utført på engelsk og portugisisk. Så på studier som satte søkelys på antall sett og den påvirkningen det har på muskelvekst i overkroppen. Studier som så på ulike protokoller i henhold til sett volum ble prioritert.</p> | <p>Studier funnet på pubmed</p> | <p>Styrketrening på eldre damer hvor man testet 1 sett mot 3 sett effekt. 2 ganger i uken i 13 uker. To øvelser ble utført på albue bøyer hvorav begge hadde effekt ved både 1 sett og 3 sett per øvelse. Ingen signifikant forskjell mellom de to.</p> <p>En annen studie så på unge menn. 3 ganger i uken i 6 måneder. To øvelse for albue bøyer og tre for albue strekker. 3 grupper med 1,3,5 sett. Altså gjorde de til sammen 2 og 3 sett, 6 og 9 sett og 10 og 15 sett. For albuebøyer viste gruppen som gjorde 2 sett ingen signifikant muskelvekst. Muskelvekst ble sett i gruppen som gjorde 6 sett og 10 sett (10 viste mer vekst enn 6). Albue strekker muskelvekst ble kun signifikant i 15 sett gruppen.</p> <p>Neste studie så på flerleddsøvelser(FL) kombinert med enkeltleddsøvelser(EL). En gruppe utførte FL i tillegg EL og den andre kun EL. Dette ble utprøvd på utrente unge menn i 10 uker med en frekvens på 2 ganger i</p> |

| | | | |
|--|---|---|---|
| | | | <p>uken. Begge gruppene gjorde 3 sett per øvelse (FL+EL 6 sett, EL 3 sett per økt) Her ble det funnet ingen signifikant forskjell mellom de to gruppene.</p> <p>En nesten lik studie som den forrige ble utført med trente unge menn. 4 ganger i uken i 8 uker. 15 sett per muskelgruppe på gruppe med kun EL, 21 sett på gruppen med EL og FL. Her ble det samme resultatet gjentatt med ingen signifikant forskjell i gruppene.</p> |
| <p>Schoenfeld, Brad J.; Peterson (2015) <i>Effects of Low- vs. High-Load Resistance Training on Muscle Strength and Hypertrophy in Well-Trained Men</i></p> | <p>Subjektene ble satt i par basert på styrke og deretter tildelt en gruppe. Gruppe 1 utførte trening med volum 8-12 repetisjoner mens gruppe 2 utførte 25-35 repetisjoner. Begge til muskulær utmattelse. Intervensjonen varte i 8 uker med 3 økter i uken. Alle øvelser utført med 3 sett og 7 øvelser per økt.</p> | <p>24 menn Gjennomsnittsverdier: 23.3(18-33) år Vekt 82,5 kg Høyde 175 cm Erfarne innenfor styrketrening.</p> | <p>Hypertrofi i Albue bøyer/strekker viste begge økning i MT, 5,3 og 6 % i Gruppe 1 og (8,6 og 5,2%) i Gruppe 2. I quadriceps hadde Gruppe 1 9,3 % og gruppe 2 9,5%.</p> <p>Gruppe 1 viste signifikant økning i 1RM med 6,5% mens gruppe 2 ikke viste en signifikant endring, en stor trend for Gruppe 1 sine bedre resultat for 1RM.</p> |
| <p>Gerald T. Mangine (2015) <i>The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men</i></p> | <p>To ulike treningsgrupper: Høy intensitet, lavt volum (INT) eller Høy volum og moderat intensitet (VOL) Gruppene gjennomførte 8 ukers styrketreningsprogram med 4 økter i uken med flere ulike øvelser både overkropp og nedre kropp. INT gjennomførte 3-5 reps (90% 1RM) per øvelse med 3 min hvile, mens VOL gjennomførte 10-12</p> | <p>33 menn med styrketreningserfaring 24± 3 år Høyde 174,9 ± 20,7 cm Vekt 90 ± 13,8 kg</p> | <p>Muskelvekst i armene var signifikant høyere i INT enn VOL. INT gruppen hadde også flere tilfeller av vekst som var større enn minimal forskjellen, i lean body mass og lean leg mass</p> <p>Progresjon i begge grupper, men signifikant høyere i INT en VOL for 1RM i benkpress. I knebøy var det ingen signifikant forskjell.</p> |

| | | | |
|-----------------------------------|--|--|---|
| | reps (70% 1RM) med 1 min hvile. | | |
| Gerson E. Campos (2002) | 3 grupper Low rep (3-5 RM) 4 sett på hver øvelse med 3 min hvile Intermediate rep (9-11 RM) 3 sett med 2 min hvile High rep (20-28 RM) 2 sett med 1 min hvile Pluss en kontrollgruppe | 32 utrente menn 22± 5,8 ÅR Høyde 178,3 ± 7,2 cm Vekt 77,8 ± 11,9 kg | Alle 3 grupper viste signifikant endring i 1RM i alle 3 øvelser. Ingen endring i kontrollgruppe Low rep hadde signifikant mer økning i styrke enn de to andre i bein press og knebøy. Kne ekstensjon hadde signifikant høyere styrke økning i Low rep kontra High rep Muskeltvernsnitt hypertrofi observert i bare Int rep og Low rep gruppene. Ingen signifikant endring i High rep gruppen. . |
| | Tre øvelser: Bein press, knebøy og kne ekstensjon, Utført 2 ganger i uken første 4 uker så 3 dager i uken siste 4 uker | | |
| Brad J. Schoenfeld (2016) | Deltakere ble plassert i par per styrkenivå og deretter tilfeldig plassert i gruppe med stor belastning 2-4 reps per sett (Tung) eller gruppe med moderat belastning 8-12 reps per sett (Moderat). Vekt justert etter 1RM i de to gruppene. Hvile var 2 min for begge gruppene. 7 øvelser per økt. 3 ukentlige økter i 8 uker. | 26 menn erfarne innenfor styrketrening 23,2 ± 4,2 år Høyde 1.75± 0,06m Vekt 84,3 ± 15,2 | Signifikant økning i albue strekkers muskeltykkelse for både Tung og Moderat gruppe. Ingen signifikant forskjell. Effekttørrelse favoriserte Moderat gruppe. Albuestrekker visste signifikant økning i tykkelse ved Moderat men ikke Tung. Lår hadde signifikant økning i begge grupper, Moderat hadde bedre resultater enn Tung. Maksimal styrke økte signifikant i begge grupper. Effekttørrelse favoriserte Tung. Begge viste også signifikant økning i knebøy 1RM, Tung produserte signifikant bedre resultater enn Moderat. |
| Brad J. Schoenfeld (2016) | Meta analyse av tilgjengelige studier. Engelske studier gjort på forskjellig styrketreningsvolum med inklusjonskriterier | 15 studier funnet på PubMed, Sports Discus og CINAHL. | Det var en signifikant forskjell på ulike ukentlige sett totaler i henhold til endringer på muskel størrelse. Hvert ekstra sett utført ble assosiert med en økning i effekttørrelse på 0,37 %. Forskjellen mellom det som ble kategoriser som høyt volum og lavt volum basert på de studiene som ble brukt var 3,9 % i |

Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones

Differential Effects of Heavy Versus Moderate Loads on Measures of Strength and Hypertrophy in Resistance-Trained Men(Schoenfeld, Contreras, et al., 2016)

Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis

som: et intensitetsnivå på 65 % 1RM eller over uten ekstra tilbehør. Målte endringer ved muskelstørrelse på en eller annen måte. Hadde en minimums varighet på 6 uker og brukte mennesker uten skader eller andre tilstander som kan påvirke resultat. Søk gjort i PubMed, Sports Discus og CINAHL.

effektstørrelse. Effektstørrelse på for mindre enn 5 sett i uken var 5,4%, for 5-9 var det 6,6% og for 10+ 9,8 %

Grant W. Ralston (2017)

The Effect of Weekly Set Volume on Strength Gain: A Meta-Analysis

| | | |
|---|---|---|
| <p>Meta analyse av tilgjengelige studier. Søk utført på PubMed, MEDLINE, SWETSWISE, EMBASE og SPORTDiscus. Inkluderte studier skulle ha: Program som varte i 4 uker eller mer, inkludere trening av minst en stor muskelgruppe, subjekter fri fra helse limitasjoner, pre og post test av 1RM, beskrivelse av subjekter.</p> <p>61 grupper fra 9 studier ble studert.</p> | <p>9 studier fra PubMed, MEDLINE, SWETSWISE, EMBASE og SPORTDiscus.</p> | <p>Lavt volum (LV) mindre enn 5 sett i uken Medium volum (MV) 5-9 sett Høyt volum (HV) 10 eller mer sett</p> <p>Effekt sett volum i flerleddsøvelser kombinert Med isoleringsøvelser: HV gruppen hadde større styrke økning sammenlignet med LV. Liten forskjell mellom MV og LV.</p> <p>Effekt sett volum flerleddsøvelser: Liten forskjell, men noe mer styrke økning i HV enn LV.</p> <p>Effekt sett volum isoleringsøvelser: Liten forskjell, men noe mer styrke økning i HV enn LV.</p> <p>Effekt sett volum på 1RM spesifikke øvelser. Større styrke økning i HV sammenlignet med LV.</p> |
|---|---|---|

D Aube (2022)

Progressive Resistance Training Volume: Effects on Muscle Thickness, Mass, and Strength Adaptations in Resistance-Trained Individuals

| | | |
|--|---|--|
| <p>3 ulike sett volum totaler ble studert (12-SETT, 18-SETT OG 24-SETT) og deres relasjon til 1RM, ROI-FFM) og</p> | <p>44 menn med styrketrenings erfaring Alder 18-35 år</p> | <p>Styrke i knebøy økte over tid i alle grupper. Trenden viste at 12-SETT og 18-SETT viste større økning i 1RM i knebøy sammenlignet med 24-SETT.</p> <p>ROI-FFM viste at alle gruppene økte lokal FFM liknende over tid. Det samme gjaldt muskeltykkelse.</p> |
|--|---|--|

| | |
|--|---|
| <p>muskeltykkelse. Alle grupper trente 2 ganger i uken u 8 uker. Volum belastning (VB)(Altså sett*reps*belastning i kg) ble kalkulert for å sikre at ikke bare antall sett per uke men også totalt arbeid utført differerte mellom gruppene.</p> | <p>Effektstørrelsen var i både ROI.FFM og muskeltykkelse mindre i gruppen 24-SETT sammenlignet med de to andre.</p> |
|--|---|

4.1 Diskusjon rundt studiene

Studie 1 (Lasevicius et al., 2018)

I denne studien ser vi på lik total belastning med ulike intensitetsnivå. Studien hadde med menn uten styrketreningserfaring og den testet intensitetssoner på 20%,40%,60% og 80% mot hverandre. Ved likt total belastning ser vi at alle gruppene opplever en økning i muskelens tverrsnitt. G80 hadde den største økninga mens G20 var tydelig minst. Dette kan forklares ved at den mekaniske spenningen er tydelig størst i G80 og at man dermed kan aktivere alle de motoriske enhetene. Alle gruppene opplevde økning i 1RM men signifikant fordel til G80. Dette gir mening ettersom høy intensitet medfører likere adaptasjoner som kreves for styrkefremgang. Hypertrofien var relativt lik mellom forskjeller i sett. Kan forklares ved utvalget og det limiterte potensialet det innehar

Studie 2 (La Scala Teixeira et al., 2018)

Dette var en litteraturstudie utført på om flere sett var bedre enn færre sett på øvre kroppsdels hypertrofi. Søket ble gjort i hovedsak på pubmed. Første studien så på eldre damer. Hypertrofien var relativt lik mellom forskjeller i sett, dette kan forklares ved utvalget og det limiterte potensialet det innehar. Neste studie så på aktive unge menn. Her viste det seg en tydelig trend mot at mer volum for disse muskelgruppene var gunstig. 10 og 15 sett for albue bøyer og strekker var mer effektivt for hypertrofi enn mindre sett. Utrente unge menn var subjektene i neste studie. Ingen forskjell her er noe overraskende ettersom volumet er noe høyere på den ene gruppen med utgangspunkt i at begge gruppene har lavt volum. Det lave

volumet er den beste forklaringen på at det ikke er nok skilnad mellom 3 og 6 sett og at man ville sett en større økning ved eksempelvis 9-12 sett i uken. Det at subjektene er utrente kan virke inn ved at man ser liten skilnad mellom resultatene. I siste studie så man på trente menn. Her er volumet høyere og det ville vært naturlig å forvente en økning fra 15->21 sett. Det fikk vi ikke ettersom det var ingen signifikant forskjell mellom de to. 21 sett er noe høyt så kanskje man ser en "drop off" effekt her. Studien spesifiserer at det var et veldig høyt volum innenfor settene som ble utført og dette kan ha bidratt til at det totale volumet er for høyt i gruppen med 15 sett til at man kan se en økning ved 21.

Studie 3 (Schoenfeld et al., 2015)

Studie med trente menn som så på forskjell mellom G1 8-12 reps per sett og G2 25-35 reps per sett med like mange sett per økt. Marginalt bedre resultater ble observert i G2. Denne studien går imot tidligere antagelser om at belastning må være over 65% for å inducere hypertrofi. Det totale volumet var rundt 3 ganger så stort i G2, noe som mest sannsynlig har bidratt til de gode resultatene. I studier hvor det er tatt høyde for totalt volum i en økt viser at høyere belastning er fordelaktig. At G1 hadde bedre resultat på 1RM test er i takt med tidligere antagelser. Høyere mekanisk spenning fører til mer styrkeutvikling.

Studie 4 (Mangine et al., 2015)

Høy intensitet, lavt volum (INT) eller Høy volum og moderat intensitet (VOL) ble testet mot hverandre på menn med styrketreningserfaring. INT gruppen fikk signifikant bedre resultater innenfor hypertrofi. Hvilen var 3 minutter for INT og 1 min for VOL. Ved å ha studert dette kan det tyde på at det er for lite hvile når man har arbeidet med et slikt intensitetsnivå. Det kan virke usannsynlig at man har klart å gjennomføre de 3 settene med 70% 1RM for 10-12 reps med 1 min hvile med "hensikt". Kan indikere at høyere intensitet er bra for trente menn. INT gjorde det best for benkpress styrke, og det er i tråd med annen forskning. Vanskelig å forklare mangelen på forskjell i gruppene i knebøy.

Studie 5 (Campos et al., 2002)

Utrente menn delt inn i 3 grupper som utførte forskjellige repetisjonsområder. Low rep, intermediate rep og high rep.. Low rep og intermediate rep viste best resultater innenfor

hypertrofi. Hypertrofien var størst i gruppene med mest mekanisk spenning. High rep gruppen taper noe ved at man kun har 2 sett og dermed ikke utnytter mindre hviletid for mer volum. Studien viser noe overraskende svært like resultater for Int rep og low rep. Dette kan forklares med at den totale belastningen er relativt lik. At Low rep gruppa viste størst økning i styrke er i tråd med forventinger. Med mer hvile og høyere mekanisk spenning gir dette fysiologisk mening

Studie 6 (Schoenfeld et al., 2017)

Menn med styrketreningserfaring ble plassert i en av to grupper. "Tung" eller "Moderat". "Tung" hadde tyngre vekter og mindre repetisjoner og vis versa. I denne studien ser vi en tendens mot at en moderat belastning er bedre for hypertrofi. Ukentlig total belastning var mye høyere i moderat belastning noe som reflekteres i resultatet og bygger opp under påstanden om at et dose avhengig forhold mellom total volum/belastning og hypertrofi, der mer volum/belastning gir mer hypertrofi. Hvile i begge var 2 min noe som kan ha favorisert Moderat gruppe. I 1RM ga tyngre belastning mest fremgang. Favorisering av gruppen med tung belastning overrasker ikke. Trening som ligner mer på det man er ute etter resultatmessig er ofte mer effektiv.

Studie 7 (Schoenfeld, Contreras, et al., 2016)

I denne litteraturstudien er det sett på om det eksisterer et dose avhengig forhold mellom antall sett utført i uken kan relateres til økt hypertrofi. Studier ble funnet på PubMed, Sports Discus og CINAHL. Resultatene tilsier at jo flere sett jo bedre forhold for muskelvekst. At maks for sett er 10+ som ikke defineres nærmere er en svakhet ved studien, men den viser fint hvordan man eksponentielt ser økning i muskelvekst med høyere dose sett i uka.

Studie 8 (Ralston et al., 2017)

I denne litteraturstudien er det sett på om det eksisterer et dose avhengig forhold mellom antall sett utført i uken kan relateres til økt 1RM. Studiene brukt til disposisjon er hentet fra PubMed, MEDLINE, SWETSWISE, EMBASE og SPORTDiscus. Resultatene viser til at høyere

volum i denne analysen er fordelaktig for styrkeutvikling. Flere sett gir mer effekt sammenlignet med færre. Dose avhengighet viser seg å eksistere for styrke også

Studie 9 (Aube et al., 2022)

I denne studien ser man på menn med styrketreningserfaring og om et progressivt antall sett i uken samsvarer med økt hypertrofi og styrke. 12-sett, 18-sett og 24-sett i uken blir satt opp mot hverandre. Resultatet for hypertrofi var lite utslagsgivende. Styrke hadde en klar fordel av 18-sett sammenlignet med 12 og 24. Her ser man eksempel på at det finnes et tak for antall sett som er fordelaktig å utføre i løpet av en uke. En omvendt "U" kurve kan være en måte å se på ukentlige sett hvor dersom man kommer seg ut på 20-tallet kan risikere en negativ avkastning på muskelvekst og styrke.

4.2 Syntese

Hypertrofi

Flere studier som viser forskjellige resultater. (Lasevicius et al., 2018) peker på at høyere intensitet gir bedre resultater for hypertrofi, ved lik total belastning. (Schoenfeld, Contreras, et al., 2016) legger ikke til rette for lik total belastning og da ser man at det er moderat intensitet som er mest effektivt, men her er den totale belastningen høyere i den moderate gruppen sammenlignet med den "tunge". I den andre (Schoenfeld et al., 2015) studien viser ulikt resultat der vi ser at gruppen med lav intensitet gjør det best denne gangen, også denne gruppen hadde den høyeste totale belastningen. (Campos et al., 2002) viste ingen signifikant endring i hypertrofi i gruppen som utførte mange repetisjoner, det gjorde derimot gruppen med få og moderat mengde repetisjoner. Hvilen var 1 min lengre og man utførte ett ekstra sett. (Mangine et al., 2015) fikk resultater som pekte på at intensiteten var en sterkere faktor til muskelvekst enn volum. Hvilen til gruppen som hadde mer volum og lavere intensitet var 1 min mellom sett sammenlignet med den andre gruppen som hadde 3 min uten at man hadde noen flere sett, det kan forklare det litt avsidesliggende funnet. Jo flere sett jo bedre helt frem til man når i overkant av 20 sett viser (Aube et al., 2022; La Scala Teixeira et al., 2018; Schoenfeld et al., 2017), 10 er bedre enn 5 og 18 er bedre enn 12.

1RM

Alle studiene som så på endringer i styrke som følge av styrketrening favoriserte et styrketreningsprogram med høy intensitet, eller tung belastning. Jo lavere antall repetisjoner man utfører virker å gi desto mer styrke. 3-5 reps > 9-11 reps (Campos et al., 2002), 2-4 > 8-12 (Schoenfeld, Contreras, et al., 2016) og 8-12 > 25-35 (Schoenfeld et al., 2015). Resultatene viser også at flere sett er bedre til man når rundt 20-24 (Aube et al., 2022; Ralston et al., 2017).

5.0 Diskusjon

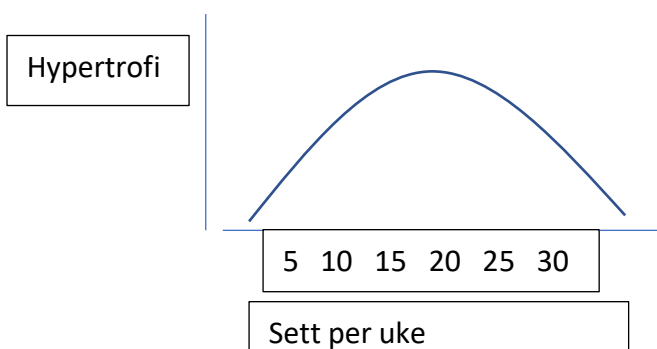
5.1 Hypertrofi

Volum og intensitet

Ved de aktuelle studiene ser man relativt stor variasjon ved resultatene. Flere ulike volum og intensitetsnivåer fungerer godt for muskelbygning. Det som stort sett avgjør hvilke grupper i studiene som får gode resultater har en fellesfaktor og det er de har den største Total belastning (Altså sett*reps*belastning i kg). Nesten alle repetisjonsområder medfører mulig muskelvekst. Høy VB kan kobles til at man kan komme nærmere "failure" og dermed stimulerer muskelproteinsyntese i større grad som beskrevet i teorien. (Grgic et al., 2022) så en signifikant positiv korrelasjon ved studie av erfarne styrketrente menn mellom muskelvekst og trening til "failure". Intensitetsnivå under 40% stimulerer ikke muskelproteinsyntese slik det ble forklart i teorien og det er også merkbart i resultatene der grupper som utførte lavere intensiteter ikke hadde like god progresjon som de med intensitet over 60%. Det kan virke som at et høyt volum i form av antall sett og den totale belastningen er den mest effektive måten å stimulere de ulike adaptasjonene som foregår, deriblant mekanisk spenning, muskel nedbrytning og metabolsk stress.

Ukentlig sett volum

Ved å se på volum i form av antall sett i uken så man et klart dose avhengig forhold mellom hypertrofi og sett per uke. Resultatene var forbedrende helt til rundt 20+ sett. Det gir oss en slik kurve som kan beskrive forholdet mellom sett i uken og hypertrofi:



Det virker som at volum har en større korrelasjon enn intensitet i henhold til hypertrofi. Det totale volumet altså reps*sett er svært indikativ for målt hypertrofi. De gruppene som utførte i overkant av 20 repetisjoner så jevnt over mindre hypertrofi, noe som kan forklares ved at det

er lav mekanisk spenning eller at man ikke får nok metabolsk stress. Det kan være at om man øker antall sett i et par av disse studiene med repetisjonsområder over 20 kunne ha hatt effekt av en økning ettersom man teoretisere at disse ikke har trent til "failure".

Andre relevante variabler

Det finnes variabler utenfor de målte variablene i studiene som helt klart har påvirkning på resultatene. Vi så i flere studier ulik bruk av hvile og en tendens mot at mye hvile mellom sett er bedre enn lite. Dette støttes av studier på området (Grgic et al., 2017; Henselmans & Schoenfeld, 2014). Frekvens er en annen variabel som også er interessant. Her ser man at å trene en muskel flere ganger i uken er fordelaktig spesielt om man ser på 1 gang i uken sammenlignet med 2, men liten forskjell fra 2-3 (Schoenfeld, Ogborn, et al., 2016).

5.2 1RM

Resultatene for styrkeutvikling i de aktuelle studiene er ikke mye overraskende. Alle gruppene som utførte treningsøkter med høyere intensitet viste størst fremgang i 1RM. Lavere antall repetisjoner med tyngre vekter gir mer styrkefremgang. Dette støtter oppunder prinsippet om treningsspesifisering. Altså at treningen din skal ligne mest mulig på aktiviteten selv. Det kan tyde på at mekanisk spenning og nevralt adaptasjon er viktige faktorer for styrke økningen. Høy mekanisk spenning i treningen kan ha ført til mer effektiv nevralt drift, høyere RFD og en endring i muskelfibertyper fra type I og IIX til IIA. I studiene er det ikke gjort observasjoner av alle slike fysiologiske endringer, men det vil være logisk at det er grunnet noen av disse adaptasjonene vi ser en økning i styrke ved høyere intensitet.

Ukentlig sett volum

Et dose avhengig forhold mellom ukentlige sett og styrkefremgang ble også observert. Mer en 10 sett ukentlig presterte bedre enn de som gjorde mindre. Den totale belastningen virker å være noe mindre relevant i henhold til 1RM, det ser vi i resultatene til (Schoenfeld, Contreras, et al., 2016). Trening til såkalt "failure" virker ikke å ha en like stor effekt på 1RM som hypertrofi (Grgic et al., 2022). Dette gir oss en ide om at en ideell økning av volum ikke skal være i form av flere repetisjoner, men heller flere sett gjerne spredt utover uken.

Andre relevante variabler

Som for hypertrofi finnes det variabler som ligger utenfor forskningen som er gjort i studiene. I tilfelle med hvile mellom sett ser man også at for å maksimere styrkegevinstene er mer hvile som regel bedre enn mindre. I studien til (Freitas de Salles et al., 2009) er 3-5 minutt hvile mellom sett signifikant mer fordelaktig enn 1 minutt, spesielt ved høyere intensiteter. Frekvens på antall økter i uken virker til å kunne være høyere for styrkeutvikling enn hypertrofi da man ser en fordel ved 5 ganger i uken kontra 3 på øvre kroppsdels muskler (Tan, 1999).

5.3 Overlapp

En positiv korrelasjon er i disse studiene mellom økning i muskeltversnitt og muskelens evne til å utvirke kraft, i dette tilfelle 1RM. Dette samsvarer med andre studier som har sett på dette (Maughan & Nimmo, 1984). Men ved nærmere eksaminasjon ser man at resultatene viser at det eksisterer en forskjell på hva som er mest effektivt på styrke og hva som er mest effektivt for hypertrofi. Om man skal utvikle styrke er det hensiktsmessig å trene det som ligner mest på en maksimal styrke løft, altså lavere repetisjonsområder med høyere intensitet. Hypertrofi kan oppnås ved flere metoder og avgjøres ved det totale ukentlige settvolum og til en viss grad total belastning. Teorien bak at adaptasjoner som foregår for styrke utelukkende og ikke indusere hypertrofi har en viss presedens i noen tilfeller der høy intensitet og lavt volum ikke vil medføre særlig hypertrofi. Ettersom flere av adaptasjonene for både styrke og hypertrofi er overlappende slik som at økning av tverrsnittet til type II fibre ved styrketrening bidra til å bedre den nevrale driften vil man se at ulik trening kan gi fremgang i begge retninger. Optimalisering av omgjøring av trege muskelfibre (type I) til raske (type 2) ved relativt høy intensitet kan være en oppskrift for å oppnå både styrke og hypertrofi gevinst.

5.4 Praktiske anvendelser

Muskler og styrke kan utvikles med nesten hvilke som helst volum og intensitet, spesielt dersom an er nybegynner. I denne litteraturstudien har fokuset ikke vært på hva som gir muskelvekst og styrkeforbedring, men hva som er det optimale volumet og intensiteten for disse. Det optimale treningsvolumet og intensiteten differerer mellom hvilken målsetning man har. Om målet ditt er muskelvekst viser studiene til at et høyt ukentlig volum (15-20) sett kombinert med relativt høy intensitet (60% av 1RM+) er det mest gunstige. Man ser

muskelvekst ved alle repetisjonsområder, men for å oppnå en intensitet på 60% eller mer av 1RM er det hensiktsmessig å holde seg til et moderat/lavt antall repetisjoner (5-12). Hvilen burde være nærmere 3 minutt enn 1 og frekvens på 2-3 ganger stimulerer best resultat. Om målsetningen din er å utvikle styrken din og få bedre 1RM burde det ukentlige volumet også være nokså høyt (10+). Intensiteten burde være svært høy (80%< av 1RM) og resepsjonsområdet være lavt (1-5). Hvilen burde være nærmere 5 minutt enn 1-3 og ha en frekvens på opp mot 5 ganger i uken per muskelgruppe. Dersom man ønsker å fremme både muskelvekst og styrke samtidig er et ukentlig sett volum på 10-20 kombinert med en høy intensitet (80%) og et tungt/moderat repetisjonsområde (5-8) være mest gunstig. En hvile rundt 3 minutt og frekvens på 2-4 ganger i uken per muskelgruppe er et logisk kompromiss mellom de to ønskede adaptasjonene.

5.5 Videre forskning

For videre forskning har jeg spesielt én anbefaling, å redegjøre for en lik total belastning ved testing av ulike intensiteter. I flere tilfeller ser man at resultatene preges i stor grad av at det regime som har det største totale volumet vinner (opp mot 20+ sett i uka). Ved å gjøre dett likt vil man kunne finne bedre svar på hvilke treningsmetoder som er mest effektivt for hypertrofi og styrkeutvikling. I tillegg vil det være interessant å se på mer detaljerte forskjeller for forskjellige antall repetisjoner, som hva som er best av 2 eller 3 for styrkeutvikling og om det er forskjell på 5-7 og 10-12 for hypertrofi med samme totale belastning. Å være enda mer bevisst på hvordan andre faktorer spiller inn slik som hvile er også en anbefaling til videre studier, slik at dette ikke kan oppfattes som en avgjørende faktor for et resultat når det ikke er tema for forskningen. For videre litteraturstudier vil en ide for å dekke hele spekteret ved styrketrening være å inkludere alle ulike variabler (volum, intensitet, hvile og frekvens) i studien for å skape et mest mulig helhetlig bilde for hva som utgjør en effektiv styrketreningsrutine.

5.6 Begrensinger og svakheter

I denne litteraturstudien finnes det flere begrensinger og svakheter. For det første har det ikke blitt sett på studier som omhandler hvile, frekvens og trene til "failure" i litteratursøket. Litteraturstudien er heller ikke spesifisert for utrente/trente noe som gjør at vi får en blanding av disse i resultatet. Dette er gjort bevisst for å forsøke å skape en presedens for styrketrening

som kan følges av hvem som helst, men i mange tilfeller er det viktig å ta til grunn for et individs utgangspunkt før man skal i gang med styrketrening. Studien ser heller ikke på ulike adaptasjoner som for eksempel muskelfiberendringer og deres påvirkning på resultatet ettersom dette ikke er målt i studiene. Dette medfører at vi bare kan teoretisere om hvordan adaptasjonene har skjedd, men ikke kan slå fast at det er grunnen med 100% sikkerhet.

6.0 Konklusjon

Resultatene av litteraturstudien viser at man kan oppnå gode resultater ved mange ulike volum og intensiteter. Det optimale for muskelvekst viser seg å være å utføre et volum som er tett opp mot 20 sett per muskelgruppe i uken, men et repetisjonsområde på 5-12 samt en intensitet over 60%. For å øke din 1RM mest mulig er det viktigste å trene med høy intensitet, rundt 80% av 1RM og mer. Et lavere antall repetisjoner, rundt 1-5 og et ukentlig sett volum tett opp mot 20. Hypotesen på forhånd om at høyt volum kombinert med en medium/høy intensitet vil være fordelaktig for hypertrofi, samt lavere volum kombinert med høy intensitet vil være best for styrke, viste seg å være presis med unntak at høyere volum også er fordelaktig for 1RM. Dette er resultatene som er observert i de utvalgte studiene. Det er en liten del av hele forskningsbildet som eksisterer og man vil finne varierende resultater ved alle studier. Det er derfor viktig å presisere at dette ikke er noen fasit, men heller velutdannet gjetting.

Referanseliste

Androulakis-Korakakis, P., Fisher, J. P., & Steele, J. (2020). 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.

Atha, J. (1981). Strengthening muscle. *Exercise and sport sciences reviews*, *9*(1), 1–74.

Aube, D., Wadhi, T., Rauch, J., Anand, A., Barakat, C., Pearson, J., Bradshaw, J., Zazzo, S., Ugrinowitsch, C., & De Souza, E. O. (2022). Progressive resistance training volume: Effects on muscle thickness, mass, and strength adaptations in resistance-trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *36*(3), 600–607.

Burd, N. A., West, D. W., Staples, A. W., Atherton, P. J., Baker, J. M., Moore, D. R., Holwerda, A. M., Parise, G., Rennie, M. J., & Baker, S. K. (2010). Low-load high volume resistance exercise stimulates muscle protein synthesis more than high-load low volume resistance exercise in young men. *PloS one*, *5*(8), e12033.

Campos, G. E., Luecke, T. J., Wendeln, H. K., Toma, K., Hagerman, F. C., Murray, T. F., Ragg, K. E., Ratamess, N. A., Kraemer, W. J., & Staron, R. S. (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: Specificity of repetition maximum training zones. *European journal of applied physiology*, *88*, 50–60.

Carroll, T. J., Herbert, R. D., Munn, J., Lee, M., & Gandevia, S. C. (2006). Contralateral effects of unilateral strength training: Evidence and possible mechanisms. *Journal of applied physiology*, *101*(5), 1514–1522.

Cote, C., Simoneau, J., Lagasse, P., Boulay, M., Thibault, M., Marcotte, M., & Bouchard, C. (1988). Isokinetic strength training protocols: Do they induce skeletal muscle fiber hypertrophy? *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *69*(4), 281–285.

Enoka, R. M. (1988). Muscle strength and its development: New perspectives. *Sports medicine*, *6*, 146–168.

Evans, W. J. (2002). Effects of exercise on senescent muscle. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*, *403*, S211–S220.

Folland, J. P., & Williams, A. G. (2007). Morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports medicine*, *37*, 145–168.

Freitas de Salles, B., Simao, R., Miranda, F., da Silva Novaes, J., Lemos, A., & Willardson, J. M. (2009). Rest interval between sets in strength training. *Sports medicine*, *39*, 765–777.

Fry, A. C. (2004). The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports medicine*, *34*, 663–679.

Goldspink, G. (2002). Gene expression in skeletal muscle. *Biochemical Society Transactions*, *30*(2), 285–290. <https://doi.org/10.1042/bst0300285>

Gordon, S. E., Kraemer, W. J., Vos, N. H., Lynch, J. M., & Knuttgen, H. G. (1994). Effect of acid-base balance on the growth hormone response to acute high-intensity cycle exercise. *Journal of Applied Physiology*, *76*(2), 821–829.

Goto, K., Ishii, N., Kizuka, T., & Takamatsu, K. (2005). The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Medicine & Science in Sports & Exercise*,

37(6), 955–963.

Grgic, J., Lazineca, B., Mikulic, P., Krieger, J. W., & Schoenfeld, B. J. (2017). 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.

Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Orazem, J., & Sabol, F. (2022). Effects of resistance training performed to repetition failure or non-failure on muscular strength and hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science*, 11(2), 202–211.

Henselmans, M., & Schoenfeld, B. J. (2014). The effect of inter-set rest intervals on resistance exercise-induced muscle hypertrophy. *Sports Medicine*, 44(12), 1635–1643.

Hernandez, R. J., & Kravitz, L. (2003). The mystery of skeletal muscle hypertrophy. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 7(2), 18–22.

Houston, M., Froese, E., Valeriote, S. P., Green, H., & Ranney, D. (1983). Muscle performance, morphology and metabolic capacity during strength training and detraining: A one leg model. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 51, 25–35.

Häkkinen, K., Newton, R. U., Gordon, S. E., McCormick, M., Volek, J. S., Nindl, B. C., Gotshalk, L. A., Campbell, W. W., Evans, W. J., & Häkkinen, A. (1998). Changes in muscle morphology, electromyographic activity, and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 53(6), B415–B423.

Knuttgen, H. G., & Kraemer, W. J. (1987). Terminology and measurement. *Journal of applied sport science research*, 1(1), 1–10.

Korhonen, M. T., Cristea, A., Alén, M., Häkkinen, K., Sipilä, S., Mero, A., Viitasalo, J. T., Larsson, L., & Suominen, H. (2006). Aging, muscle fiber type, and contractile function in sprint-trained athletes. *Journal of Applied Physiology*.

La Scala Teixeira, C. V., Motoyama, Y., de Azevedo, P. H. S. M., Evangelista, A. L., Steele, J., & Bocalini, D. S. (2018). Effect of resistance training set volume on upper body muscle hypertrophy: Are more sets really better than less? *Clinical physiology and functional imaging*, 38(5), 727–732.

Lasevicius, T., Ugrinowitsch, C., Schoenfeld, B. J., Roschel, H., Tavares, L. D., De Souza, E. O., Laurentino, G., & Tricoli, V. (2018). Effects of different intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy. *European journal of sport science*, 18(6), 772–780.

Loenneke, J. P., Buckner, S. L., Dankel, S. J., & Abe, T. (2019). Exercise-induced changes in muscle size do not contribute to exercise-induced changes in muscle strength. *Sports Medicine*, 49, 987–991.

Mangine, G. T., Hoffman, J. R., Gonzalez, A. M., Townsend, J. R., Wells, A. J., Jajtner, A. R., Beyer, K. S., Boone, C. H., Miramonti, A. A., & Wang, R. (2015). The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men. *Physiological reports*, 3(8), e12472.

Maughan, R., & Nimmo, M. A. (1984). The influence of variations in muscle fibre composition on muscle strength and cross-sectional area in untrained males. *The Journal of*

physiology, 351(1), 299–311.

Mero, A., Hulmi, J., Salmijärvi, H., Katajavuori, M., Haverinen, M., Holviala, J., Ridanpää, T., Häkkinen, K., Kovanen, V., & Ahtiainen, J. (2013). Resistance training induced increase in muscle fiber size in young and older men. *European journal of applied physiology*, 113, 641–650.

Moore, D. R., Young, M., & Phillips, S. M. (2012). Similar increases in muscle size and strength in young men after training with maximal shortening or lengthening contractions when matched for total work. *European journal of applied physiology*, 112, 1587–1592.

Munn, J., Herbert, R. D., & Gandevia, S. C. (2004). Contralateral effects of unilateral resistance training: A meta-analysis. *Journal of applied physiology*, 96(5), 1861–1866.

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, 2585–2601.

Reggiani, C., & Schiaffino, S. (2020). Muscle hypertrophy and muscle strength: Dependent or independent variables? A provocative review. *European journal of translational myology*, 30(3).

Rooney, K. J., Herbert, R. D., & Balnave, R. J. (1994). Fatigue contributes to the strength training stimulus. *Medicine and science in sports and exercise*, 26(9), 1160–1164.

Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2857–2872.

Schoenfeld, B. J., Contreras, B., Vigotsky, A. D., & Peterson, M. (2016). Differential effects of heavy versus moderate loads on measures of strength and hypertrophy in resistance-trained men. *Journal of sports science & medicine*, *15*(4), 715.

Schoenfeld, B. J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2016). Effects of resistance training frequency on measures of muscle hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*, *46*(11), 1689–1697.

Schoenfeld, B. J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017). Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *Journal of sports sciences*, *35*(11), 1073–1082.

Schoenfeld, B. J., Peterson, M. D., Ogborn, D., Contreras, B., & Sonmez, G. T. (2015). Effects of low-vs. High-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *29*(10), 2954–2963.

Schott, J., McCully, K., & Rutherford, O. (1995). The role of metabolites in strength training: II. Short versus long isometric contractions. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, *71*, 337–341.

Seynnes, O. R., de Boer, M., & Narici, M. V. (2007). Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. *Journal of applied physiology*, *102*(1), 368–373.

Staron, R., Karapondo, D., Kraemer, W., Fry, A., Gordon, S., Falkel, J. E., Hagerman, F., & Hikida, R. (1994). Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women. *Journal of applied physiology*, *76*(3), 1247–1255.

Taber, C. B., Vigotsky, A., Nuckols, G., & Haun, C. T. (2019). Exercise-induced myofibrillar hypertrophy is a contributory cause of gains in muscle strength. *Sports Medicine*, 49(7), 993–997.

Takarada, Y., Nakamura, Y., Aruga, S., Onda, T., Miyazaki, S., & Ishii, N. (2000). Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *Journal of applied physiology*, 88(1), 61–65.

Tan, B. (1999). Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: A review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 13(3), 289–304.

Tjora, A. (2017). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (3. utg.). Oslo: Gyldendal Akademisk

Toigo, M., & Boutellier, U. (2006). New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular muscle adaptations. *European journal of applied physiology*, 97, 643–663.

Vierck, J., O'Reilly, B., Hossner, K., Antonio, J., Byrne, K., Bucci, L., & Dodson, M. (2000). Satellite cell regulation following myotrauma caused by resistance exercise. *Cell biology international*, 24(5), 263–272.

Wackerhage, H., & Rennie, M. J. (2006). How nutrition and exercise maintain the human musculoskeletal mass. *Journal of anatomy*, 208(4), 451–458.

Wernbom, M., Augustsson, J., & Thomeé, R. (2007). The influence of frequency, intensity,

volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. *Sports medicine*, 37, 225–264.

Winett, R. A., & Carpinelli, R. N. (2001). Potential health-related benefits of resistance training. *Preventive medicine*, 33(5), 503–513.

Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of applied physiology*, 93(4), 1318–1326.