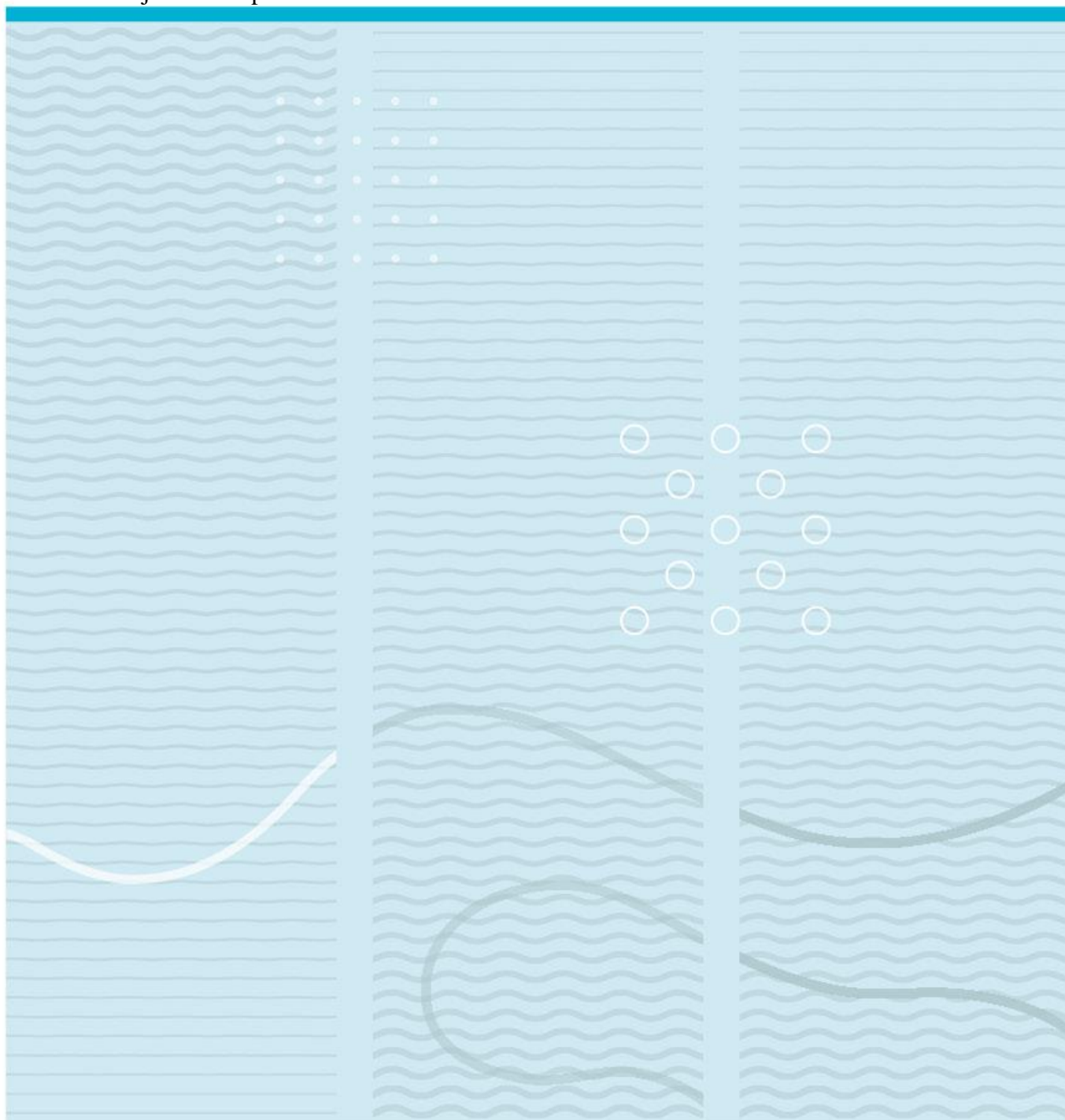


Andreas Tendenes og Andreas Emdal

Effekten av maksimal og eksplosiv styrketrening på styrke og spenst

En intervensjonsstudie på utrente



Universitetet i Sørøst-Norge
Fakultet for humaniora, idretts- og utdanningsvitenskap
Institutt for kroppsøving-, idrett og frilutsliv
Postboks 235
3603 Kongsberg

<http://www.usn.no>

© 2019 Andreas Tendenes og Andreas Emdal

Denne avhandlingen representerer 60 studiepoeng

Sammendrag

Formål: Målet med den foreliggende studien var å undersøke og sammenligne effekten av maksimal og eksplosiv styrketrening på 1 RM knebøy (primærutfall) og vertikal spenst (sekundærutfall) blant utrente. Hypotesen var at så lenge prinsippet om maksimal mobilisering praktiseres, vil det ikke forekomme forskjell i styrkeøkning i 1 RM mellom de to ulike treningsformene.

Metode: 19 utrente deltakere i alderen 18 til 50 år fullførte en intervensjonsstudie bestående av maksimal styrketrening (MG n=8) eller eksplosiv styrketrening (EG n=11). Begge treningsgruppene gjennomførte to økter i uken med knebøy i Smith-Maskin i totalt åtte uker. Hver økt besto av fire serier med fem repetisjoner. Begge gruppene gjennomførte repetisjonene med maksimal mobilisering i konsentrisk fase. MG trente med en belastning tilsvarende 85-90% av 1 RM. EG trente med en belastning som kunne løftes dobbelt så hurtig som MG (60-70% av 1 RM). 1 RM knebøy i Smith-maskin, squat jump (SJ), counter movement jump (CMJ) og counter movement jump with armswing (CMJas) ble testet før og etter treningsintervensjonen.

Resultater: 1 RM knebøy økte med 38,5% ($113,8 \pm 40,6$ til $157,5 \pm 39,4$; $p < 0,001$) og 49,2% ($96,6 \pm 18,6$ til $144,1 \pm 39,8$; $p < 0,001$) i henholdsvis MG og EG. Begge gruppene økte i SJ, med henholdsvis 9,2% ($p < 0,05$) og 5,9% ($p < 0,05$) i MG og EG. Kun MG økte i CMJas (2,7%, $p < 0,05$), mens ingen av gruppene økte i CMJ. Resultatene viste ingen signifikante forskjeller i endringer mellom gruppene.

Konklusjon: Resultatene fra denne undersøkelsen kan tyde på at eksplosiv styrketrening kan gi minst like god effekt på 1 RM knebøy som maksimal styrketrening blant utrente, og at begge treningsformer kan bedre SJ så lenge prinsippet om maksimal mobilisering praktiseres.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	3
Forkortelser	5
1.0 Introduksjon	6
1.1 Hypotese	8
2.0 Teori	9
2.1 Bestemmende faktorer for muskelstyrke og kraftutvikling	9
2.1.1 Muskelkontraksjon	9
2.1.2 Muskulære faktorer for kraftutvikling	10
2.1.3 Nevrale faktorer for kraftutvikling	11
2.1.4 Treningsbakgrunn	12
2.2 Maksimal styrketrening	13
2.3 Eksplosiv styrketrening	16
2.4 Spenst	19
3.0 Metode	21
3.1 Deltakerne	21
3.2 Testing	24
3.3 Trening	25
3.4 Statistikk	25
4.0 Resultater	26
4.1 Endring i 1 RM	27
4.2 Endringer i spenst	28
5.0 Diskusjon	29
5.1 Hovedfunn	29
5.2 Resultatene	29
5.3 Styrker og svakheter	34
5.4 Praktiske implikasjoner og veien videre	36
6.0 Konklusjon	37
7.0 Litteratur	38
Vedlegg 1: Informasjonsskriv om studien	50
Vedlegg 2: Egenerklæring for helse	53

Forkortelser

- 1 RM: En repetisjon maksimum
- MG: Maksimal styrketreningsgruppe
- EG: Eksplosiv styrketreningsgruppe
- SJ: Squat jump
- CMJ: Counter movement jump
- CMJas: Counter movement jump with armswing

1.0 Introduksjon

Styrketrening er en utbredt treningsform som bedrives av mange ulike grupper av befolkningen, og er en viktig del av treningsrutinen til både idrettsutøvere, treningsentusiaster, mosjonister og pensjonister. Det økte fokuset på styrketrening de siste tiårene skyldes blant annet økt kjennskap til positive effekter (Kraemer, Ratamess, French, 2002; Haskell et al., 2007; Phillips, Winett, 2010). Den generelle konsensus om styrketreningens fordeler har gitt den en sentral plass i de offisielle helseanbefalingene i flere land. Forskning har vist sammenhenger mellom økt muskelstyrke, levealder og for tidlig død (Rantanen et al., 2000; Fitzgerald, Barlow, Kampert, Morrow, 2004; Ortega, Silventonien, Tynelius & Rasmussen, 2012; Prasitsiriphon, Pothisiri, 2018).

Det er også vist at en større andel muskelmasse kan forebygge fedme og insulinresistens (Braith, Stewart, 2006), og kan redusere sannsynligheten for type 2-diabetes og høyt blodtrykk (Miller, 1994; Kelley, Kelley, 2000; Reynolds, Supianoa, Dengel, 2004; Cornelissen, Fagard, 2005; Braith, Stewart, 2006; Warburton, Nicol, Bredin, 2006). Økt muskelmasse kan hjelpe reguleringen av blodsukkeret i kroppen (Miller et al., 1994; Reynolds, Supianoa, Dengel, 2004; Braith & Stewart, 2006; Warburton, Nicol, Bredin, 2006). Dette er fordi en stor del av sukkeret tas opp, lagres og benyttes av skjelettmuskulatur, og økt muskelmasse betyr mer vev som kan ta opp sukkeret. Denne reguleringen henger svært godt sammen med risikoen for å utvikle type 2-diabetes og metabolsk syndrom, og en større andel muskelmasse kan tenkes å være fordelaktig for å minske risikoen for utviklingen av slike sykdommer (Raastad, Paulsen, Refsnes, Rønnestad, Wisnes, 2010).

Styrketrening kan også forårsake akutt økt etterforbrenning (excessive, post-exercise oxygen consumption, EPOC), samt mer langvarig økt effekt på hvilestoffskiftet på grunn av økt muskelmasse (Børsheim, Bahr, 2003). Dette er blant annet viktig i et vektreguleringsperspektiv. Styrketrening er også godt egnet for eldre, og da spesielt for å ivareta en god livskvalitet ved å opprettholde normal kroppslig funksjon så lenge som mulig. Ved økende alder øker blant annet fallfaren for eldre (Campbell, Robertson, Gardner, Norton, Buchner, 1999; Sherrington et al., 2019). Den økte faren for fall og fallskader kan i høy grad skyldes den reduserte muskelmassen og den reduserte evnen til hurtig utvikling av kraft, noe som kan forebygges ved hjelp av styrketrening (Layne, Nelson, 1999; Han, Li, Zhai, Guo, Chen, 2017; A Ram Hong, Sang Wan Kim, 2018).

Redusert beinmineraltetthet ved økende alder gir også økt risiko for beinbrudd hos eldre (Demontiero, Vidal, Duque, 2012; Jakob, Seefried, Schwab, 2014; Zhou, Qin, Liu, Liu, 2017). Reduksjon av beinmineraltetthet kan også forebygges ved hjelp av styrketrening (A Ram Hong, Sang Wan Kim, 2018).

I tillegg til de ulike helserelevante godene styrketrening kan medføre, kan styrketrening gi økt prestasjon i en rekke idretter som stiller krav til stor og hurtig kraftutvikling (Wisløff, Castagna, Helgerud, Jones, Hoff, 2004; Peterson, Alvar, Rhea, 2006). Styrketrening kan øke både hurtighet og spenst, noe som kan være fordelaktig i idretter hvor hopp og sprinter forekommer hyppig. Maksimal styrketrening er også dokumentert å gi bedre arbeidsøkonomi i ulike løps- og sykkelidretter preget av hovedsakelig aerobt arbeid (Støren, Helgerud, Støa, Hoff, 2008; Sunde et al., 2010).

Styrke defineres gjerne som den maksimale kraften eller dreiemomentet en muskel eller muskelgruppe, kan generere ved en gitt hastighet (Raastad et al., 2010). Med utgangspunkt i denne definisjonen av styrke, er det naturlig å definere styrketrening som all trening som har til hensikt å øke eller bevare evnen vi har til å generere størst mulig kraft ved en gitt hastighet (Raastad et al., 2010). Litteraturen skiller mellom maksimal og eksplosiv styrke (Raastad et al., 2010). Maksimal styrke er definert som den største kraften vi klarer å generere ved langsomme bevegelser, og testes vanligvis ved 1 repetisjon maksimum (1 RM). Maksimal styrketrening opererer som regel med få repetisjoner (1 – 5) og tung ytre belastning (>80% av 1 RM) (Campos et al., 2002; Kraemer, Ratamess, 2004). Eksplosiv styrke defineres som evnen til å generere størst mulig kraft hurtig, og måles i hvor mye watt man klarer å produsere på en gitt belastning (power) (Raastad et al., 2010). Eksplosiv styrketrening opererer i likhet med maksimal styrketrening med få repetisjoner (1 – 5), men som regel med mye lavere ytre belastning (0 - 70% av 1 RM) og maksimal mobilisering i konsentrisk fase (Newton, Kraemer, 1994; Kawamori, Haff, 2004; Rønnestad, Holden, Samnøy, Paulsen, 2012). Selv om disse blir sett på som to ulike former for styrketrening, er begge formene avhengig av maksimal mobilisering i konsentrisk fase for å få best mulig effekt av treningen. Begrepet maksimal mobilisering innebærer at man skal ta i alt man kan (Behm, Sale, 1993). Behm og Sale (1993) påpeker at maksimal mobilisering i konsentrisk fase er en sentral faktor for å øke evnen til kraftutvikling ved styrketrening (Behm, Sale, 1993). Tradisjonelt sett blir ofte maksimal styrketrening forbundet med den treningsformen som i størst grad fører til øking av 1 RM (Campos et al., 2002; Heggelund, Fimland, Helgerud, Hoff, 2013). Det

kan tenkes at dette skyldes at maksimal styrketrening opererer med så stor ytre belastning at man ubevisst mobiliserer maksimalt (Andersen, Aagard, 2000; Gandevia, 2001; McBride et al., 2002). Ved eksplosiv styrketrening opererer man med mindre ytre belastning, og det kan i noen sammenhenger tenkes at denne belastningen er for lav til at man klarer å mobilisere maksimalt (Andersen, Aagard, 2000; Gandevia, 2001; McBride et al., 2002). Det kan dermed antas at man vil få den samme treningsresponsen på 1 RM i knebøy, uavhengig om det er MS eller ES, så lenge man følger premisset om at det skal mobiliseres maksimalt i konsentrisk fase (Behm, Sale, 1993). I følge Behm og Sale (1993) kan den treningsresponsen vi forbinder med eksplosiv styrketrening forekomme ved maksimal styrketrening, så fremt man mobiliserer maksimalt i konsentrisk fase. På bakgrunn av dette kan man anta at det er kvaliteten på utførelsen, og ikke bevegelsens natur (isometrisk, konsentrisk, treg/rask) som har noe å si for responsen av treningen (Behm og Sale, 1993).

1.1 Hypotese

I forkant av intervensjonen utarbeidet vi hypotesen: *"Så lenge prinsippet om maksimal mobilisering praktiseres, vil det ikke forekomme signifikant forskjell i styrkeøkning mellom maksimal styrketrening og eksplosiv styrketrening."*

2.0 Teori

2.1 Bestemmende faktorer for muskelstyrke og kraftutvikling

2.1.1 Muskelkontraksjon

Muskelfibrene består av proteintrådene aktin og myosin, og kraften de produserer ved kryssbrodannelse overføres til bindevevskomponentene i skjelettmuskulaturen. Kraften overføres til fascien og videre til senene (Huijing, 1999; Kjaer, 2004). Senene er festet til knokler og bein, og bruker kraften som kommer fra kryssbrodannelsen til å skape bevegelse (Huijing, 1999). En kryssbrodannelse forekommer ved at proteintrådene sarkomerene består av; myosin og aktin, interagerer med hverandre (Sand, Sjaastad, Haug, 2014). Denne interaksjonen oppstår når det er tilstrekkelig med kalsium (Ca^{++}) i muskelcellen. En muskelkontraksjon starter med et aksjonspotensial som dannes på grunn av depolarisering av cellemembranen. Depolariseringen manifesterer seg som et elektrisk signal som beveger seg langs en leder (akson). I aksonsenden åpner den elektriske impulsen en spenningsstyrt Ca^{++} -kanal, og kalsium strømmer inn i aksonsenden. Den økte konsentrasjonen av Ca^{++} i aksonsenden, fører til at vesikler med neurotransmitteren acetylkolin slippes ut i synapsespalten. Dette leder til et nytt aksjonspotensial som føres langs T-tubuli. T-tubuli bukter seg inn i muskelfibrene og ligger tett inntil sarkoplasmatiske retikulum (SR), som er et lagringsapparat for Ca^{++} . Aksjonspotensialet åpner Ca^{++} -kanalene i SR og sørger for et økt innhold av Ca^{++} i muskelcellene. Ca^{++} binder seg til proteinkomplekset tropomyosin som gjør at proteinkomplekset flytter på seg, og avdekker bindingssetene på aktinet. Dette gjør at myosinhodene kan gripe tak. Desto flere bindingssteder som er avdekket, desto flere tverrbroer i inngrep, og desto større kraft kan man utvikle. Det vil derfor være svært gunstig å frigjøre mye Ca^{++} fra SR, slik at man kan frigjøre flest mulig bindingssteder på aktintrådene. Vi ser derfor at kraften stiger med økende Ca^{++} -konsentrasjon (Raastad et al., 2010), og at mengde Ca^{++} frigjort øker med økende fyringsfrekvens fra det motoriske aksonet. Spalting av ATP er også svært viktig for at muskelkontraksjonen skulle kunne gjentas (Sand et al., 2014). Myosinhodene klarer ikke å slippe taket i aktinet av seg selv, men trenger hjelp av energien som kommer fra spalting av ATP (Sand et al., 2014).

2.1.2 Muskulære faktorer for kraftutvikling

Av de muskulære faktorene blir tverrsnittet av muskelen eller muskelgruppen sett på som den viktigste faktoren for kraftutvikling (Raastad et al., 2010; McArdle, Katch, Katch, 2015; Trezise, Blazevich, 2019). Årsaken til at en større muskel har bedre potensiale til å generere større kraft er hovedsakelig fordi det finnes flere muskelfibre i parallell (Raastad et al., 2010). Dette gir muskelen flere sarkomerer, noe som gjør at vi får flere tverrbrodannelser ved at vi har flere myosinhoder som kan trekke i aktinrådene og skape et større drag i senene, og dermed større kraft (Raastad et al., 2010). Ved økende muskeltverrsnitt vil derfor også evnen til å produsere kraft øke (McArdle et al., 2015).

En annen bestemmende muskulær faktor for kraftutvikling, er muskelens arkitektur. Med dette mener vi hvordan muskelen er bygget opp, og man tar utgangspunkt i muskelens lengde, utspring og feste samt muskelarkitektonisk indeks (Blazevich, Cannavan, Coleman, Horne, 2007; Raastad et al., 2010). En muskel kan være enten spoleformet eller fjærformet, og dette beskriver muskelarkitektonisk indeks. Om muskelen er spoleformet eller fjærformet, bestemmes av ordningen av muskelfibrene. Er muskelfibrene parallelt med muskelens lengderetning, er den spoleformet og fjærformet om muskelfibrene er skråstilt (Raastad et al., 2010). Dette har en betydning for forkortelseshastigheten siden vi får et større tverrsnitt i lengderetningen jo mer skråstilt muskelfibrene er (Raastad et al., 2010). Man kan kalle dette for grad av pennasjon, og ved større pennasjonsvinkel kan større mengde muskelmasse feste seg til et gitt område av en sene (Kawakami, Abe, Fukunaga, 1993; Blazevich, Gill, Bronks, Newton, 2003). Dette fører til større potensial for kraftutvikling.

En annen bestemmende faktor er sammensetningen av muskelfibre, fibertypesammensetning (Trappe, 2009; Raastad et al., 2010). Muskelfibrene deles som regel i tre grupper; type I og type II, som skilles mellom type IIa og type IIx (Schiaffino, Reggiani, 1994; Schiaffino, Reggiani, 1996; Raastad et al., 2010). Denne fordelingen er basert på fibertypenes evne til å produsere og spalte ATP, samt hvor raske de er. Inndeling tar også høyde for hvilken isoform av myosin heavy chain den besitter (Raastad et al., 2010). Type I fibre er de som blir sett på som de tregeste og mest utholdende, på grunn av et høyere antall mitokondrier, større kapillærtetthet og en noe lavere hastighet på spalting av ATP. Type II-fibre har en høyere kontraksjonshastighet enn type I-fibre, siden spaltingen av ATP foregår raskere i type II (Fitts, Widrick, 1996). Det er

derfor antatt at et høyere antall type II-fibre er hensiktsmessig ved aktivitet som krever hurtig kraftutvikling. Type II-fibrene er dog mindre utholdende enn type I-fibrene, og type IIX er mindre utholdende enn type IIA (Campos et al., 2002; Raastad et al., 2010; McArdle et al., 2015). I utgangspunktet ser vi at alle fibertypene er relativt like sterke ved isometrisk muskelarbeid, det er først når man øker kontraksjonshastigheten forskjellen mellom fibrene viser seg (Raastad et al., 2010). Vi ser at type IIA-fibrene kan produsere opptil seks ganger mer kraft enn type I-fibrene. Type IIX-fibrene kan produsere mye mer kraft, opptil 20 ganger mer enn type I-fibrene, men det kan se ut som type IIX-fibrene krever en del høyere fyringsfrekvens for å bli aktivert (Hennemann, 1957; Trappe, 2009). Det har også blitt observert at type IIX-fibrene omgjøres til type IIA-fibre etter perioder med styrketrening (Staron et al., 1994; Campos et al., 2002).

2.1.3 Nevrale faktorer for kraftutvikling

En av endringene som forekommer i nervesystemet, er evnen til å rekruttere motoriske enheter (Milner-Brown, Stein, 1975; Sale, 1988; Staudenmann, Roeleveld, Stegeman, van Dieën, 2010; Maffiuletti et al., 2016). En motorisk enhet er en motorisk nervecelle og de muskelfibrene den innerverer (Sand et al., 2014). Rekrutteringen av motoriske enheter følger et hierarki som bestemmes av kraften som kreves for å utføre bevegelsen (Hennemann, 1957). Ved små og finmotoriske bevegelser er nødvendigheten av kraft liten, og svært få motoriske enheter blir rekruttert (Milner-Brown, Stein, Yemm, 1973a; Farina, Foschi, Merletti, 2002). I slike små bevegelser er det typisk at det er type I-fibre som blir rekruttert (Farina et al., 2002). Ved større bevegelser som krever mer kraft er det som regel type II-fibrene som blir rekruttert (Farina et al., 2002). Kraftutviklingen reguleres normalt ved at vi rekrutterer flere og flere motoriske enheter i takt med hvor mye kraft vi må utvikle, og rekrutteringen av enheter øker til vi når omtrent 80% av maksimal kraft. For å produsere kraft fra 80% og opp mot maksimal kraft, bidrar fyringsfrekvensen i hver enhet til kraftreguleringen (Milner-Brown, Stein, Yemm, 1972; Milner-Brown et al., 1973a; Milner-Brown et al., 1973b). Vi ser et unntak av denne regelen ved eksplosive muskelaksjoner, hvor samtlige motoriske enheter rekrutteres samtidig for å utvikle kraft så fort som mulig (Raastad et al., 2010).

Fyringsfrekvensen er avgjørende for regulering av kalsium i muskelen, og en høy konsentrasjon av Ca^{++} er essensielt for en muskelkontraksjon og kraftutvikling (Raastad et al., 2010). En høy fyringsfrekvens kan være svært hensiktsmessig ved eksplosive

bevegelser, hvor kravet til å generere kraft hurtig er avgjørende. Både rekruttering av motoriske enheter og fyringsfrekvens kan trenes ved hjelp av styrketrening (Sale, 1988; Behm, Sale, 1993; Van Cutsem et al., 1998). Forbedringspotensialet for rekruttering av motoriske enheter er noe begrenset, og ser ut til å være størst i startperioden av styrketrening (Sale, 1988; Behm, Sale, 1993; Van Cutsem et al., 1998).

Samspeillet mellom muskelgrupper vil også ha innvirkning på kraftutviklingen (Rutherford, Jones, 1986; Sale, 1988; Izquierdo et al., 1999; Raastad et al., 2010). Når man beveger et ledd er det flere muskler som aktiveres for at bevegelsen skal finne sted. Disse musklene har ulike roller i bevegelsen (Raastad et al., 2010). Agonister er musklene som har hovedansvaret for den aktuelle bevegelsen og får bistand fra synergister, som samarbeider med agonisten i bevegelsen (Sale, 1988; Raastad et al., 2010). Antagonister er de musklene som har senefeste på motsatt side av leddet, og jobber imot den aktuelle bevegelsesretningen (Raastad et al., 2010). Antagonistenes funksjon er også å stabilisere leddet (Sale, 1988; Raastad et al., 2010). Optimalt ønskes det at antagonistens innblanding ikke går utover dreiemomentet vi ønsker å skape, da agonistene og synergistene må øke aktiviteten for å kompensere for antagonistens innblanding (Izquierdo et al., 1999). En for liten innblanding av antagonistene kan på den andre siden føre til mindre koordinerte bevegelser (Raastad et al., 2010). Ved perioder med styrketrening kan dette samspeillet forbedres, og timingen i kraftanvendelse i den samarbeidende muskulaturen optimaliseres. Dette kan medføre en høyere bevegelseskraft uten redusert koordinasjon (Raastad et al., 2010). Koordinasjon av agonist, synergist og antagonist kan sees på som grad av teknikk i bevegelsen (Rutherford, Jones, 1986).

2.1.4 Treningsbakgrunn

Individens respons på stimuli fra trening er svært varierende, og individets erfaring og treningsbakgrunn er avgjørende for graden av adaptasjoner som forekommer av en treningsintervensjon (Campos et al., 2002; Kraemer et al., 2002a; Harber, Fry, Rubin, Smith, Weiss, 2004). Det er tydelig at utrente individer som har svært lav eller ingen treningserfaring, eller individer som ikke har trent på mange år responderer svært godt på styrketrening (Campos et al., 2002; Kraemer et al., 2002a; Harber et al., 2004).

Forskjellen mellom utrente og trente når det kommer til øking i styrke er merkbart, hvor man ser en tregere fremgang hos trente individer (Kraemer et al., 2002a).

2.2 Maksimal styrketrening

Maksimal styrketrening er tradisjonelt sett den styrketreningsmetoden som blir forbundet med størst økning i styrke (Campos et al., 2002; Raastad et al., 2010). Det som først og fremst kjennetegner maksimal styrketrening er den store ytre belastningen og få repetisjoner (Campos et al., 2002). I maksimal styrketrening ligger belastningen gjerne på over 80% av 1 RM, og vanligvis høyere med bedre treningsbakgrunn (Campos et al., 2002; Kraemer, Ratamess, 2004; Raastad et al., 2010). Det er denne tunge belastningen man gjerne bruker som argument for den store styrkeøkningen ved denne formen for styrketrening (Häkkinen, Alén, Komi, 1985; Campos et al., 2002; Raastad et al., 2010). Videre ser det ut til at nervesystemet er avhengig av denne tunge belastningen for å stimulere til den fysiologiske responsen som medfører styrkeøking (Sale, 1988; Häkkinen, 1989). I tillegg kan det tenkes at en så tung belastning i større grad fører til maksimal mobilisering, som er en nøkkelfaktor for stimuli til styrkeøking (Behm, Sale, 1993). Repetisjonsantallet ligger mellom én til fem og man gjennomfører vanligvis fire til åtte serier per øvelse (Campos et al., 2002; Raastad et al., 2010). Pausene mellom settene i maksimal styrketrening er vanligvis over tre minutter (Campos et al., 2002; Raastad et al., 2010).

For å gi et bilde av styrkeøkningen man kan forvente ved maksimal styrketrening vil det bli trukket frem noen relevante studier hvor deltakerne har trent maksimal styrke i strekkapparatet. Kravet til studiene som er lagt frem var at deltakerne har blitt testet i 1 RM før og etter en treningsperiode med maksimal styrke i øvelsen knebøy. Treningen som ble gjennomført måtte være innenfor 1 – 5 repetisjoner og 4 – 8 serier, med en belastning tilsvarende >80% av 1 RM.

Cormie, McGuigan og Newton (2010) utførte en treningsintervensjon hvor 24 utrente ble fordelt i tre grupper. Den ene gruppen trente maksimal styrke i øvelsen knebøy og den andre trente eksplosiv styrke i samme øvelse. Den siste gruppen fungerte som kontrollgruppe. Deltakerne trente tre ganger i uken i en periode på ti uker. Gruppen som trente maksimal styrke utførte knebøy med en belastning på mellom 75 – 90% av 1 RM knebøy, og økte med 31.2% i 1 RM knebøy fra pre-test til post-test. Den eksplosive gruppen utførte "jump squats" med maksimal innsats med en belastning på mellom 0 –

30% av 1 RM knebøy, og økte 4.5% i 1 RM knebøy fra pre-test til post-test (Cormie et al., 2010).

Helgerud, Rodas, Kemi og Hoff (2011) utførte en treningsintervensjon på 21 fotballspillere med lite kjennskap til maksimal styrketrening i åtte uker. Deltakerne utførte maksimal styrketrening to ganger i uken, bestående av fire repetisjoner og fire serier med fokus på maksimal mobilisering. Deltakerne økte med 51.7% i 1 RM knebøy fra pre-test til post-test (Helgerud et al., 2011).

Støren et al. (2008) utførte en treningsintervensjon på 17 trente langdistanse løpere i åtte uker. Deltakerne ble fordelt på to grupper. Den ene gruppen skulle i tillegg til normal løpetrening utføre maksimal styrketrening øvelsen knebøy, tre ganger i uken. Den andre gruppen fungerte som kontrollgruppe. Treningen bestod av fire repetisjoner og fire serier, med tre minutt pause mellom seriene. Intervensjonsgruppen økte 33.2% i 1 RM i knebøy fra pre-test til post-test (Støren et al., 2008).

Sunde et al. (2010) utførte en treningsintervensjon på 13 godt trente syklister i åtte uker. Deltakerne ble fordelt i to grupper, en treningsgruppe og en kontrollgruppe. Treningsgruppen skulle i tillegg til normal trening utføre maksimal styrketrening i knebøy tre ganger i uken. Treningen bestod av fire serier og fire RM, med tre minutt pause mellom settene. Treningsgruppen økte 1 RM knebøy med 14.2% fra pre-test til post-test (Sunde et al., 2010).

Chelly et al. (2009) utførte en treningsintervensjon i åtte uker, hvor 22 fotballspillere ble fordelt i to grupper. Den ene gruppen trente maksimal styrke i knebøy to ganger i uken, og den andre gruppen fungerte som kontrollgruppe. Gruppen som trente maksimal styrke i knebøy økte 1 RM knebøy med 35.2% fra pre-test til post-test (Chelly et al., 2009).

Øvretveit og Tøien (2018) utførte en treningsintervensjon på 14 brasilianske Jiu-Jitsu utøvere i åtte uker. Deltakerne trente maksimal styrketrening i knebøy, tre ganger i uken. Deltakerne økte 14.3% i 1 RM knebøy fra pre-test til post-test (Øvretveit, Tøien, 2018).

Tabell (2.1): Oversikt over studier innenfor maksimal styrketrening.

<i>Forfatter/ år</i>	<i>Utvalg/ treningsbakgrunn</i>	<i>Øvelse/Serier/ repetisjoner/ Belastning/pauser</i>	<i>Varighet/ Antall økter i uken</i>	<i>Økning i 1 RM- knebøy</i>
<i>Støren et al. (2008)</i>	N=17 trente langdistanseløpere fordelt på to grupper (maksimal og kontroll)	Knebøy. 4 serier og 4 repetisjoner. 3 min pause mellom serier.	8 uker. 3 økter i uken.	33.2% økning.
<i>Chelly et al. (2009)</i>	N=22 fotballspillere fordelt på to grupper (maksimal og kontroll)	Maksimal styrketrening i knebøy.	8 uker. 2 ganger i uken.	35.2%
<i>Cormie, McGuigan og Newton (2010)</i>	N=24 utrente fordelt i tre grupper (maksimal, eksplosiv og kontroll)	Knebøy. 75-90% av 1 RM	10 uker. 3 ganger i uken.	31.2%
<i>Sunde et al. (2010)</i>	N=13 godt trente syklister	Knebøy. 4 serier og 4 repetisjoner. 3 min pause mellom serier	8 uker. 3 ganger i uken.	14.2%
<i>Helgerud, Rodas, Kemi og Hoff (2011)</i>	N=21 fotballspillere med lite erfaring i styrketrening	Knebøy. 4 serier og 4 repetisjoner.	8 uker. 2 ganger i uken.	51.7%
<i>Øvretveit og Tøien (2018)</i>	N=14 Brasilianske Jiu-Jitsu utøvere	Maksimal styrke i knebøy	8 uker. 3 ganger i uken.	14.3%

2.3 Eksplosiv styrketrening

Eksplosiv styrketrening er gjerne forbundet med trening som i stor grad øker hurtig kraftutvikling (Häkkinen, 1989; Newton, Kraemer, 1994; Kraemer, Fleck, Evans, 1996; Kraemer, Newton, 2000). Eksplosiv styrketrening opererer med samme repetisjons- og seriespekter som maksimal styrketrening, samt like lange pauser mellom seriene (Raastad et al., 2010). Forskjellen mellom de to styrketreningsprinsippene ligger i den ytre treningsbelastningen, som kan variere mellom 0 – 50% av 1 RM (Raastad et al., 2010). Den eksplosive styrken kan også trenes med belastninger opp mot 80% av 1 RM, så lenge det mobiliseres maksimalt i konsentrisk fase (Raastad et al., 2010). Newton og Kraemer (1994) viser til at den optimale belastningen for eksplosiv styrketrening er på den belastningen hvor man produserer størst mekanisk effekt. Denne belastningen ser ut til å være på 30% av maksimal isometrisk kraftproduksjon (Newton, Kraemer, 1994; Kawamori, Haff, 2004), eller en belastning tilsvarende 30 – 40% av 1 RM i knebøy (Kaneko, Fuchimoto, Toji, Suei, 1983; Wilson, Newton, Murphy, Humphries, 1993). Forskjellen i kraftproduksjon mellom maksimal og eksplosiv styrke er at man vil hoppe over den gradvise rekrutteringen av muskelfibre som forekommer i maksimal kraftutvikling, og rekruttere samtlige motoriske enheter for å produsere kraften så fort som mulig (Newton, Kraemer, 1994; Kraemer et al., 1996; Kraemer, Newton, 2000). Utover dette deler eksplosiv og maksimal styrke de samme bestemmende faktorene for kraftutvikling (Sale, 1988; Häkkinen, 1989). Eksplosiv styrketrening har også vist å forbedre dynamisk styrke (McBride, Triplett-McBride, Davie, Newton, 2002; Cormie et al., 2010; Sáez de Villarreal, Requena, Izquierdo, Gonzalez-Badillo, 2013). For å gi et innblikk i endringen man kan forvente i styrke etter perioder med eksplosiv styrketrening, vises her noen studier hvor testdeltakerne har trent eksplosiv styrke. Kravet til de aktuelle studiene var at deltakerne har blitt testet i 1 RM knebøy før og etter en periode med styrketrening som innfrir retningslinjene for eksplosiv styrketrening.

McBride et al., (2002) utførte en treningsintervensjon hvor 26 atletiske menn med varierende erfaring i styrketrening ble fordelt på tre grupper. En gruppe som trente knebøy hopp med 30% av 1 RM (SJ30, n=9), en gruppe som trente knebøy hopp med 80% av 1 RM (SJ80, n=10) og en kontrollgruppe (n=7). Intervensjonen varte i åtte uker, og deltakerne trente to ganger i uken. Treningen bestod av fem serier for SJ30 og fire serier for SJ80. Begge gruppene hadde tre minutt pause mellom seriene. SJ30 økte 1 RM

knebøy med 8.23% fra pre-test til post-test, og SJ80 økte 1 RM knedbøy med 10.18% (McBride et al., 2010).

Cormie, McGuigan og Newton (2010) utførte en treningsintervensjon hvor 24 utrente ble fordelt i tre grupper. Den ene gruppen trente maksimal styrke i øvelsen knedbøy (n=8) og den andre trente eksplosiv styrke i samme øvelse (n=8). Den siste gruppen fungerte som kontrollgruppe (n=8). Deltakerne trente tre ganger i uken i en periode på ti uker. Gruppen som trente maksimal styrke utførte knedbøy med en belastning på mellom 75 – 90% av 1 RM knedbøy, og økte 31.2% i 1 RM knedbøy fra pre-test til post-test. Den eksplosive gruppen utførte "jump squats" med maksimal innsats med en belastning på mellom 0 – 30% av 1 RM knedbøy, og økte 4.5% i 1 RM knedbøy fra pre-test til post-test (Cormie et al., 2010).

Villarreal, Requena, Izquierdo og Gonzales-Badillo (2013) utførte en treningsintervensjon hvor 60 aktive idrettsstudenter ble fordelt på fem grupper. En gruppe som trente dype knedbøy på hastigheter mellom 0,6 m/s og 1m/s, og belastninger på mellom 60 og 86% av 1 RM (gruppe B, n = 12). En gruppe trente maksimal styrketrening (gruppe C, n = 12). En gruppe trente hopp med svikt (gruppe D, n = 12). En gruppe trente en slags plyometrisk trening, som baserte seg på fortsettende hopp med svikt (gruppe E, n = 12). Den siste gruppen trente en kombinasjon av alle treningsformene (gruppe A, n = 12). Gruppe A økte 1 RM med 20,3%. Gruppe B økte med 11,04%, gruppe C med 17,9%, D med 14,3% og gruppe E med 6,8%.

Tabell (2.2): Oversikt over studier innenfor eksplosiv styrketrening.

<i>Forfatter/ år</i>	<i>Utvalg/ treningsbakgrunn</i>	<i>Øvelse/Serier/ repetisjoner/ Belastning/pauser</i>	<i>Varighet/ Antall økter i uken</i>	<i>Økning i 1 RM- knebøy</i>
<i>McBride et al. (2002)</i>	N=26 atletiske menn med varierende erfaring i styrketrening Fordelt på to grupper: SJ30 n=9 SJ80 =10	SJ30: knedbøy hopp med 30% av 1 RM 5 serier til utmattelse 3 minutt pause mellom serier SJ80: knedbøy hopp med 80% av 1 RM 4 serier til utmattelse 3 minutt pause mellom serier	8 uker. 2 økter i uken.	SJ30: 8.2% SJ80: 10.2%
<i>Cormie, McGuigan og Newton (2010)</i>	N=24 utrente fordelt i tre grupper (maksimal n=8, eksplosiv n=8 og kontroll n=8)	Eksplosiv gruppe: jump squats 0 – 30% av 1 RM	10 uker. 3 ganger i uken.	4.5%
<i>Villarreal, Requena, Izquierdo og Gonzales- Badillo (2013)</i>	N=60 aktive idrettsstudenter.	Knebdøy. Mellom 3-4 serier og 3-6 repetisjoner.	7 uker. 3 ganger i uken.	17.9%

2.4 Spenst

Spenst omtales som evnen vi innehar til å akselerere egen kropp i en gitt retning (Raastad et al., 2010). Tyngdekraften er en av de fundamentale kreftene, og den kraften som gjør at alle legemer på jorden søker mot jordens sentrum (Holand, 2008). Tyngdekraften måles i g-krefter, og tar utgangspunkt i akselerasjonen til et legeme i fritt fall mot jorden. Denne tyngdeakselerasjonen er omtrent 9.81 m/s^2 . Det vil si, om man ser bort ifra luftmotstanden, at legemet vil akselerere 9.81 meter per sekund hvert sekund i fritt fall mot jorden (Holand, 2008). Denne kraften trekker oss konstant mot jordoverflaten, og må overvinnnes i et eventuelt hopp. Newtons 3. lov forteller oss hvordan krefter virker mellom legemer, og beskriver et gjensidig forhold der kraft = motkraft (Holand, 2008). Dette kan for eksempel være forholdet mellom underlaget vårt og vår egen kroppsmasse. Skal et individ på 81 kg stå oppreist, må individet produsere en kraft på omtrent 794.6 N mot underlaget. For at dette individet skal forlate underlaget i for eksempel et hopp, må det produsere en kraft som overskrider kraften det må produsere for å stå oppreist. Newtons 2. lov, kraft = masse * akselerasjon, forteller oss at kraften som produseres bør skje hurtig (Holand, 2008).

Kraftutviklingen under et hopp benytter de samme mekanismene som i kraftutviklingen under maksimal og eksplosiv kraftutvikling (Wisløff et al., 2004; Chelly et al., 2009, Comfort, Stewart, Bloom, Clarkson, 2014). Hopp høyden avgjøres av hvor fort man klarer å rekruttere de aktuelle motoriske enhetene, fyringsfrekvens og hvor stor del av arbeidet man klarer å benytte til å skape trykk ned mot underlaget (Wisløff et al., 2004; Chelly et al., 2009, Comfort et al., 2014). Det er tilsynelatende sterk konsensus rundt korrelasjonen mellom spenst og maksimal styrke (Wisløff et al., 2004; Chelly et al., 2009, Comfort et al., 2014). I en studie av Wisløff et al. (2004) undersøkte de et utvalg av fotballspillere som ble testet i maksimal styrke i øvelsen knebøy, sprint og hopp høyde. Resultatene viste en sterk korrelasjon mellom maksimal styrke i knebøy, sprint og hopp høyde. Siden spenst i så stor grad deler de samme bestemmende faktorene for kraftutvikling, som maksimal og eksplosiv styrketrening, kan vi anta at en økning i maksimal styrke i strekkapparatet fører til en forbedret spenst (Wisløff et al., 2004; Chelly et al., 2009, Comfort et al., 2014). Hensikten med spensttestene i den foreliggende studien var primært for å undersøke om det forekom forskjeller mellom EG og MG i bevegelser som stiller krav til eksplosiv kraftutvikling, blant annet vertikal spenst. I tabell 2.3 presenteres en oversikt over studier som har testet spenst etter en periode med styrketrening

Tabell (2.3): Oversikt over studier innenfor spenst.

<i>Forfatter/ år</i>	<i>Utvalg/ treningsbakgrunn</i>	<i>Øvelse/Serier/ repetisjoner/ Belastning</i>	<i>Varighet/ Antall økter i uken</i>	<i>Forbedring i spenst</i>
<i>Wilson, Newton, Murphy og Humphries (1993)</i>	Maksimal styrke: N=15 styrketrente	Maksimal styrke: Knebøy 3 – 6 serier og 6 – 10 repetisjoner (RM).	10 uker. 2 ganger i uken.	Maksimal styrke: SJ – 6.8% CMJ – 5.1%
	Eksplisiv styrke: N=13 styrketrente	Eksplisiv styrke: Squat jump m/belastning 3 – 6 serier og 6 – 10 repetisjoner (RM)		Eksplisiv styrke: SJ – 15.2% CMJ – 17.6%
<i>Tricoli, Lamas, Carnevale og Ugrinowitsch (2005)</i>	N=12 utrente	Olympiske baseøvelser primært på bein 3 – 4 serier 4 – 6 repetisjoner (RM)		SJ – 9.6% CMJ – 6.6%
<i>Rønnestad, Kojedal, Losnegard, Kvamme og Raastad (2011)</i>	N=17 godt trente	Knebøy 3 – 5 serier og 3 – 8 repetisjoner (RM)	12 uker. 2 ganger i uken.	SJ - 8.8%
<i>Helgerud, Rodas, Kemi og Hoff (2011)</i>	N=21 fotballspillere med lite erfaring i styrketrening	Knebøy 4 serier og 4 repetisjoner (RM)	8 uker. 2 ganger i uken.	CMJ - 5.2%

3.0 Metode

Denne studien har et kvantitativ eksperimentelt design og ble gjennomført som en treningsintervensjon med et pre-post design. Innenfor eksperimentelt design har vi i denne studien brukt kvasieksperimentell metode uten kontrollgruppe. Deltakerne ble randomisert til en av to intervensjonsgrupper (A: MS (n=8), B: ES (n=11)).

Randomiseringen ble gjort ved loddtrekning av en person som ikke hadde tilknytning til prosjektet. Etter randomisering ble det ikke funnet forskjeller mellom gruppene i karakteristika (tabell 3.1).

3.1 Deltakerne

Utvelgelse av deltakere til undersøkelsen var et bekvemmelighetsutvalg. Deltakerne ble rekruttert via sosiale medier som Facebook og ved plakatoppslag på relevante steder i nærområdet til Universitetet i Sørøst-Norge. For å kunne delta i studien måtte man være mellom 18 og 50 år, friske uten skader og gjennomføre 80% av treningsøktene.

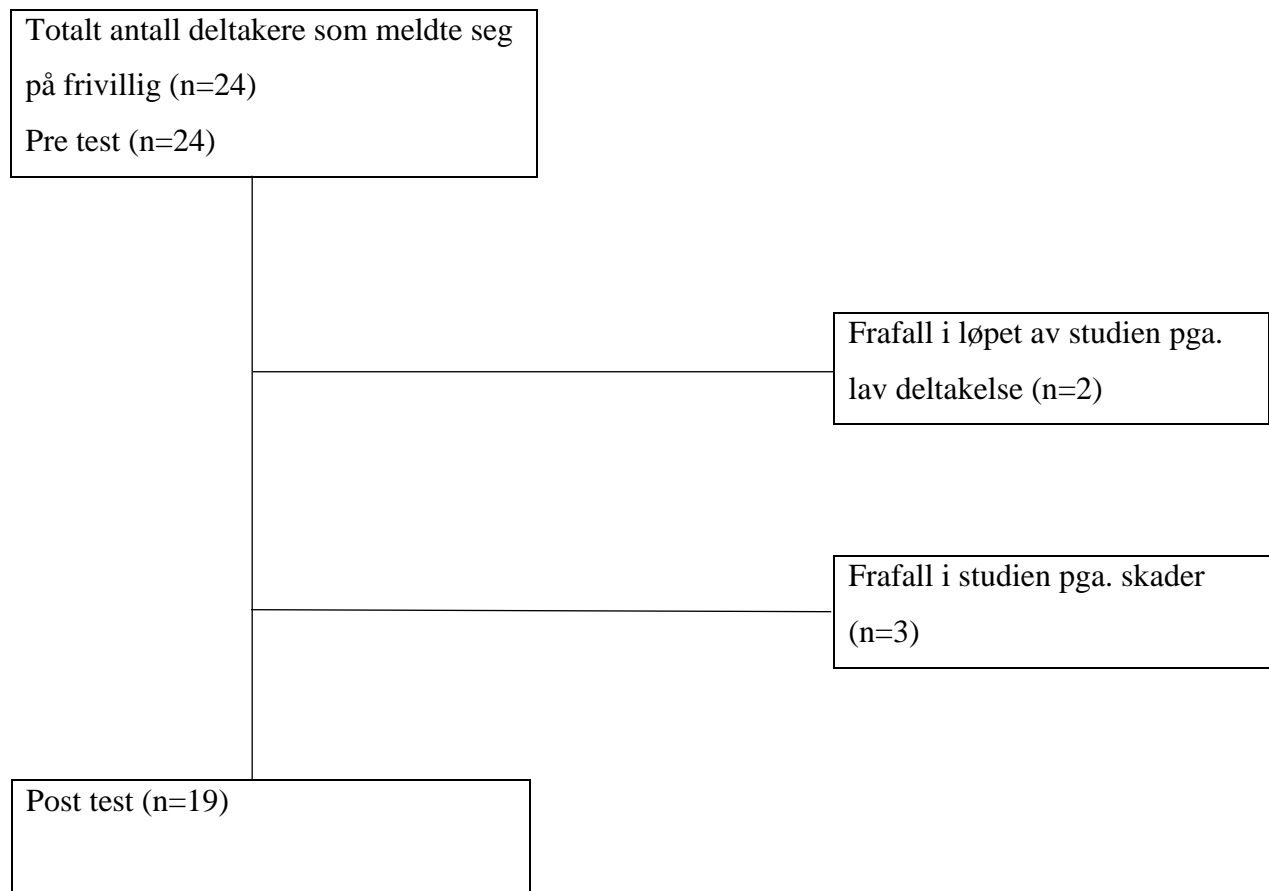
Deltakerne kunne ikke ha drevet med systematisk styrketrening de tre siste månedene før intervensjonen startet. Deltakerne skulle også opprettholde normalt aktivitetsnivå under perioden. Før intervensjonen startet måtte alle deltakerne signere informasjonsskriv samt et samtykkeskriv, godkjent av NSD. Deltakerne måtte også skrive under på egenerklæringsskjema for helse.

Inklusjonskriterier

- Mellom 18 og 50 år
- Friske, uten skader
- Ikke drevet systematisk styrketrening de tre siste månedene

Eksklusjonskriterier

- Syk mer enn en uke sammenhengende i løpet av treningsperioden
- Sykdom den siste uken før teststart.
- Belastningsskader
- Ikke gjennomført 80% av treningen
- Drevet systematisk styrketrening de siste tre mnd.



Figur 1: Figuren viser hvor mange deltakere som trakk seg i løpet av intervensjonen. Figuren viser hvor mange deltakere som meldte seg på, deltok på pre- og post- testing, i både antall og prosent. N=antall deltakere.

Tabell 3.1: Karakteristika av testpersoner

	Alle utøvere (n=19)	Maksimal (n=8)	Eksplisiv (n=11)	P verdi
Alder (år)	27,1±7,2	25,0±2,6	28,6±9,1	0,290
Kroppsvekt (kg)	86,2±12,0	87,9±11,0	84,9±13,1	0,604
Høyde	179,8±8,9	176,5±7,5	182,3±9,4	0,168
1 RM knebøy	103,8±30,2	113,8±40,6	96,6±18,6	0,231
SJ	29,9±8,9	27,5±9,3	31,7±8,5	0,347
CMJ	33,1±9,9	31,1±10,4	34,5±9,7	0,465
CMJas	38,5±11,0	36,7±12,1	39,8±10,4	0,565

Baseline verdiene er vist i ± standard avvik (SD). Årskull, år. Kg, kilogram. Cm, centimeter. 1 RM, 1 repetition maximum, SJ, squat jump. CMJ, counter movement jump. CMJas, Counter movement jump with armswing. N= antall deltakere. P verdi viser om det er signifikant forskjell mellom gruppene.

3.2 Testing

Måling av beinstyrke ble målt ved å teste utøvernes 1RM knebøy. Spenst ble målt i squat jump (SJ), counter movement jump (CMJ) og counter movement jump with armswing (CMJas). Testene ble gjennomført på samme dag, der spenst ble testet først.

Testing av 1RM knebøy ble gjort i Smith-maskin. Det var ingen tilvenningsfase før treningsintervensjonen startet, men øvelsene og riktig teknikk ble vist og deltakerne ble instruert til å mobilisere maksimalt i konsentrisk fase. Testen ble gjennomført med bruk av MUSCLELAB system (Ergotest Innovation as, Porsgrunn, Norway) sammen med en snorboks. Testen ble utført på følgende måte: Testpersonene posisjonerte seg i Smith-maskinen uten vekter på stangen og senket seg ned til 90 grader i kneleddet. Testpersonell avgjorde med hjelp av pappvinkel når testpersonen var i riktig posisjon. Avstanden fra øverste til nederste stilling ble registrert i Muscledlab og brukt senere som referanse i testen, slik at maskinen ga beskjed når deltaker var i 90 graders vinkel og løftet kunne godkjennes.

Deltakerne gjennomførte fire progressive oppvarmingssett på følgende belastning:

• 10 repetisjoner på 50% av estimert 1 RM
• 5 repetisjoner på 60% av estimert 1 RM
• 3 Repetisjoner på 70% av estimert 1 RM
• 1 Repetisjon på 80% av estimert 1 RM

Videre ble det lagt på en ytre belastning på 2,5 – 5kg til deltaker ikke klarte mer, og maks 1 RM var nådd. Pause mellom settene var på 3-5 minutter (Støren, Helgerud, Støa, Hoff, 2008). Det ble brukt lysrør og PC med MUSCLELAB system (Ergotest Innovation as, Porsgrunn, Norway) for å teste spenst. Lysrørene ble satt opp på et flatt gulv og kalibrert til å måle hopp høyde ut fra deltakernes svevetid. Det ble testet i følgende hopptyper:

- SJ (squat jump): Hopp uten svikt fra 90 grader i kneledd med hoftefeste.
- CMJ (counter movement jump): hopp med svikt og hoftefeste.
- CMJas (Counter movement Jump with armsving): hopp med svikt og armsving. (Solstad, 2012).

Alle deltakerne gjennomførte tre hopp i hver av de ulike hopptypene. Først ble deltakerne testet i SJ, deretter CMJ og til slutt CMJas. Pauser mellom hvert hopp var på 2-3 minutter. Det beste hoppet i hver serie ble lagret.

3.3 Trening

Begge treningsgruppene gjennomførte to økter i uken med knebøy i Smith-Maskin i totalt åtte uker. Hver økt besto av fire serier med fem repetisjoner. Pauser mellom settene var på tre til fem minutter. Samtlige treningsøkter ble gjennomført på Idrettsfysiologisk testlaboratorium ved Universitetet i Sørøst-Norge sammen med testpersonell og med bruk av MUSCLELAB system (Ergotest Innovation as, Porsgrunn, Norway) og snorboks for å sikre at treningen ble utført med riktig belastning og hastighet.

Den maksimale gruppen trente fire serier på 5 RM og gjennomførte repetisjonene med maks mobilisering i konsentrisk fase. Dersom deltakerne hadde mulighet til å ta en repetisjon ekstra og hastigheten på løftet tilsa det samme, økte vi den ytre belastningen med 2,5kg – 5kg. Medianen av hastigheten på de fem løftene ble registrert. Hastighet på løftene lå på ca 0,3 meter i sekundet (m/s) når deltakerne nådde 5 RM.

Den eksplosive gruppen trente med en belastning som kunne løftes dobbelt så hurtig som den maksimale gruppen. I likhet med den maksimale gruppen skulle løftene gjennomføres med maksimal mobilisering ved hvert løft. For å estimere belastningen måtte hastigheten av samtlige løft måles. Belastningen i forhold til 1 RM på testen varierte mellom 60-70% av 1 RM. De fleste deltakerne lå på omtrent 65% av 1 RM. Medianen av hastigheten på de fem løftene ble registrert. Her skulle hastigheten ligge på 0,6-0,65 m/s. Dersom hastigheten oversteg 0,65 ble det lagt på mer belastning.

3.4 Statistikk

QQ-plot og Shapiro Wilk ble brukt for å sjekke at materialet var normalfordelt. Parret T-test ble brukt for å se forskjell fra pre- til post- test innad i hver gruppe. Uparret T-test ble brukt for å se på forskjell i fremgang på tvers av gruppene. Alle resultatene ble presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik (SD). $P < 0.05$ ble sett på som statistisk signifikant.

4.0 Resultater

79% av deltakerne gjennomførte intervensjonen. Disse gjennomførte i snitt 93,5% av intervensjonsøktene.

Tabell 4.1: Resultater i intervensjonsgruppene

	Maksimalgruppen (N=11)			Eksplosivgruppen (N=8)		
	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ
Knebøy (kg)	113,8 \pm 40,6	157,5 \pm 39,4	43,8(7,9)**	96,6 \pm 18,6	144,1 \pm 39,8	47,5(15,0)**
SJ (cm)	27,5 \pm 9,3	30,0 \pm 9,3	2,5(6,6)*	31,7 \pm 8,5	33,6 \pm 8,7	1,9(5,3)*
CMJ (cm)	31,1 \pm 10,4	32,0 \pm 10,3	0,9(3,3)	34,5 \pm 9,7	36,2 \pm 10,3	1,7(5,9)
CMJas (cm)	36,7 \pm 12,1	37,7 \pm 12,1	1,0(2,1)*	39,8 \pm 10,4	41,3 \pm 11,1	1,5(5,0)

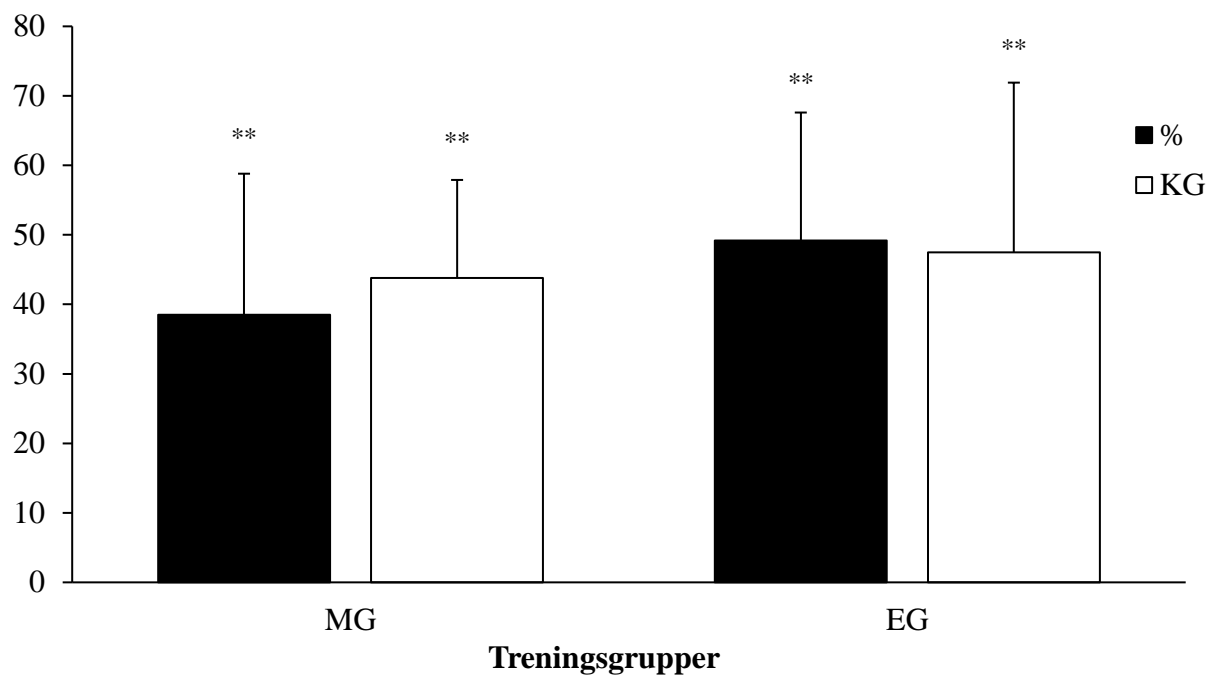
Tabellen viser gjennomsnitt i standard avvik, samt variasjonskoeffisient i parentes, regnet i %. Maksimal, maksimal styrketrening som treningsform. Eksplosiv, eksplosiv styrketrening som treningsform. SJ, squat jump. CMJ, counter movement jump. CMJas, Counter movement jump with armswing. N= antall deltakere. Δ viser forskjell mellom pre og post test.

*p<0.05 forskjell fra pre til post test.

**p<0.001 forskjell fra pre til post test.

4.1 Endring i 1 RM

Både MG og EG økte i 1 RM knebøy, med henholdsvis 38,5% (113,8±40,6 til 157,5±39,4; p<0,001) og 49,2% (96,6±18,6 til 144,1±39,8; p<0,001). Det ble ikke målt signifikant forskjell i endring mellom gruppene.



Figur 4.1.

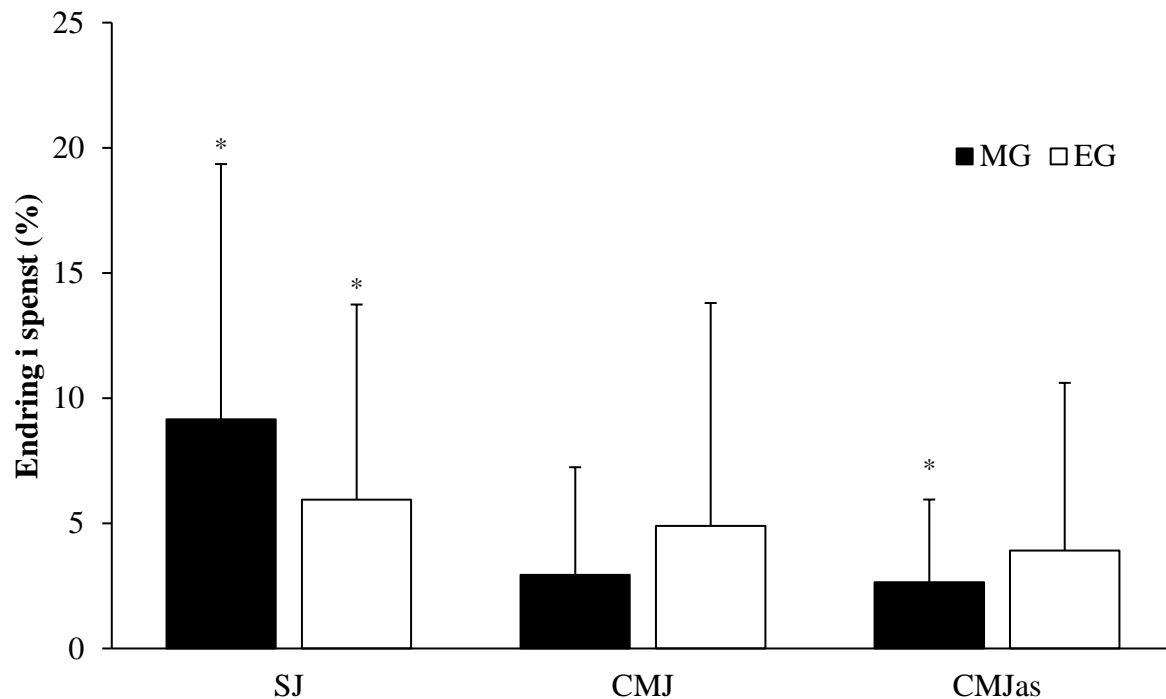
Endring i knebøy, målt i %, prosent og KG, kilogram, samt standard avvik etter 8 ukers trening. MG, maksimal gruppe. EG, eksplosiv gruppe.

**p<0.001 forskjell fra pre til post test.

4.2 Endringer i spenst

Begge gruppene økte i SJ, med henholdsvis 9,2% ($p < 0,05$) og 5,9% ($p < 0,05$) i MG og EG. Kun MG økte i CMJas (2,7%, $p < 0,05$), mens ingen av gruppene økte i CMJ.

Resultatene viste ingen signifikante forskjeller i endringer mellom gruppene



Figur 4.2.

Endring i spenst, målt i SJ, CMJ og CMJas etter 8 ukers trening, samt standard avvik. MG, maksimal gruppe. EG, eksplosiv gruppe.

* $p < 0.05$ forskjell fra pre til post test.

5.0 Diskusjon

5.1 Hovedfunn

I den foreliggende studien så vi en signifikant økning i maksimal styrke både i MG (38,5%, $p < 0.001$) og EG (49,2%, $p < 0.001$). Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i endring mellom gruppene. Det var også en signifikant forbedring i SJ i begge gruppene (MG: 9,2% $p < 0.05$, EG: 5,9% $p < 0.05$), men bare MG kunne vise til signifikant endring i CMJas (2.7% $p < 0.05$). Ingen av gruppene viste signifikant endring i CMJ. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i endring mellom gruppene.

5.2 Resultatene

Styrkeøkningen i maksimal gruppe var som forventet og i samsvar med tidligere studier. Cormie et al. (2010) utførte en treningsintervensjon på utrente der den ene gruppen trente maksimal styrke i øvelsen knebøy tre ganger i uken i en periode på ti uker. Denne gruppen økte med 31,2% i 1 RM knebøy fra pre- til posttest. Helgerud et al. (2011) utførte en treningsintervensjon på 21 fotballspillere med lite kjennskap til maksimal styrketrening i åtte uker. Deltakerne utførte maksimal styrketrening to ganger i uken, bestående av fire repetisjoner og fire serier. Deltakerne økte med 51,7% i 1 RM knebøy fra pre- til posttest. Studien vår viste en signifikant økning i 1 RM med en fremgang på 38,5% i maksimal gruppe, noe som samsvarer med utvalgte, sammenlignbare studier (Sunde et al., 2010; Chelly et al., 2009; Cormie et al., 2010; Helgerud et al., 2011; Støren et al., 2008; Øvretveit & Tøien, 2018). I nevnte studier varierer økningen i 1 RM fra 14,2% til 51,7%. De store forskjellene i økning i 1 RM kan skyldes små forskjeller i variabler som treningsprotokoller, varighet og deltakernes nivå. Deltakernes respons på styrketrening vil være svært individuelt, da både våre resultater og andre studier viser store forskjeller i fremgang på individer (Raastad et al. 2010).

Den eksplosive gruppen i vår studie økte maksimal styrke med 49,2%. Dette er en mye høyere økning enn vi ser i utvalgte studier (Mcbride et al. 2002; Villarreal et al., 2013; Cormie et al. 2010). I studien til Mcbride et al. (2002) og Cormie et al. (2010) trente utøverne på en lavere belastning av 1 RM sammenlignet med vår studie. Mcbride et al. (2002) trente fem sett med 30 % av 1 RM der gjennomsnittet av repetisjonsantallet lå på 6,5 pr. serie. Cormie et al. (2010) trente to ganger i uken med hopp med kroppsvekt, og

en gang i uken med knebøyhopp med 30% av 1 RM. Trening med tung motstand er vist å være mer effektivt for styrkeøkning enn med lavere belastning. Dette kan skyldes det mekaniske stresset de aktuelle musklene utsettes for under trening med tyngre belastning. Det kan spekuleres i at en lavere treningsbelastning gjør at deltakeren ikke mobiliserer maksimalt i konsentrisk fase da belastningen er for lav (Weiss, Coney & Clark, 1999; Andersen & Aagaard, 2000; Gandevia, 2001; McBride et al. 2002; Campos et al., 2002). Siden belastningen i disse studiene er mye lavere enn i vår studie, i tillegg til manglende kontroll på hastighet og maksimal mobilisering i de nevnte studier, er det vanskelig å sammenligne resultatene.

Studien gjort av Villarreal et al. (2012) er mest lik vår studie når det kommer til treningsprotokoll. Her var fremgangen på 11% i 1 RM. I denne studien trente den ene gruppen knebøy i Smith-maskin med maksimal mobilisering på 4-6 repetisjoner på hastigheter mellom 0,6 og 1 m/s. Treningen ble gjennomført tre ganger i uken i totalt sju uker. Denne studien hadde i likhet med vår, fokus på maksimal mobilisering i konsentrisk fase. Økningen på 11% av 1 RM er en mye lavere fremgang enn 49,18% som våre utøvere hadde. Det kan være flere årsaker til at vi ser så store forskjeller i økning av styrke mellom denne og vår studie. Deltakerne i Villarreal et al. (2013) sin studie var ikke eliteutøvere, men likevel trente, mens våre deltakere var utrente, noe som gjør at en kan spekulere i om våre deltakere i større grad oppnådde økt nevralt tilpasninger (Behm & Sale, 1993; Kraemer & Ratamess, 2004). Preverdiene i vår studiet ligger på samme verdier i tilsvarende studie hvor deltakerne blir definert som «utrente» (Campos et al., 2002). Styrke adaptasjoner vil i starten hovedsakelig skyldes nevralt mekanismer, mens muskelvekst foregår over en lengre tidsperiode (Moritani & deVries, 1979). I følge Kraemer et al. (2002) har utrente som regel mer fremgang innen styrke enn hva bedre trente utøvere har (Kraemer et al., 2002).

De fleste deltakerne i den foreliggende studien hadde i utgangspunktet svært lite til ingen treningserfaring fra tidligere. Enkelte av deltakerne hadde god treningserfaring, men hadde ikke trent regelmessig den siste tiden. Nervesystemet hos utrente er svært mottakelig for stimuli i startperioden av et styrketreningsprogram, og er vist å respondere godt (Sale, 1987; Sale, 1988; Häkkinen, 1989; Staron et al., 1994; Kraemer et al., 1996; Campos et al., 2002; Kraemer et al., 2002a; Harber et al., 2004). Med tanke på treningsbakgrunnen til deltakerne kan det i stor grad tenkes at en bedre evne til å

rekruttere motoriske enheter oppstod blant de med minst treningserfaring. Dette skyldes den reduserte evnen utrente har til å oppnå en fyringsfrekvens som er høy nok til å rekruttere høyterskelenhetene. Denne evnen er vist å erverves etter kort tid med styrketrening (Sale, 1988; Behm, Sale, 1993; Van Cutsem et al., 1998). Man kan også anta at agonist, antagonist og synergist samspillet til deltakerne har blitt forbedret i løpet av intervensjonsperioden. Dette kan vi se på som utviklingen av et bedre samspill av involvert muskulatur, som årsak av styrketrening. I samsvar med dette, ser Izquierdo et al. (1999) en redusert aktivering av antagonister og forsterket aktivering av synergister etter en periode med styrketrening (Izquierdo et al., 1999). Den reduserte innblandingen av antagonistene og den økte aktiveringen av synergister vil bidra til økt netto bevegelseskraft i ønsket bevegelse. Da deltakerne i den foreliggende studien hadde lite kjennskap til øvelsen knebøy, er det mulig å anta at et bedre samspill mellom arbeidende muskulatur har bidratt til økning i styrke. Denne antakelsen forsterkes av studier som har sett på innvirkningen en større aktivering av antagonister har på en bevegelse, og at en redusert aktivering av antagonistene gir bedre forutsetninger til å utvikle kraft uten å negativt påvirke koordinasjonen av bevegelsen (Rutherford, Jones, 1986; Izquierdo et al., 1999). Man kan oppsummere dette som bedre teknikk i øvelsen blant deltakerne

Det var ingen signifikant endring i deltakernes kroppsvekt fra pre- til posttest i vår studie. Dette kan tyde på at majoriteten av styrkeøkningen skyldes nevralt tilpasninger, og i mindre grad økt muskelmasse. Bortsett fra kroppsvekt, ble det ikke gjort andre målinger av kroppssammensetning i den foreliggende studien. Man kan derfor ikke utelukke endringer i deltakernes kroppssammensetning selv om det ikke var noen signifikant endring i kroppsvekt fra pre- til posttest. Staron et al. (1994) har sett en gradvis økning av tverrsnittarealet etter en periode med styrketrening hos utrente individer, uten endring i kroppsvekt. Endringen var dog ikke signifikant (Staron et al., 1994). En positiv endring i styrke uten merkbar økning i kroppsvekt vil dog være svært hensiktsmessig i kroppsbærende aktiviteter med tanke på Newtons 2.lov. Da har man potensialet til å produsere mer kraft til å sette en uendret masse i bevegelse ($F=ma$).

Endringen i spenst var som forventet og i samsvar med tidligere studier (Wilson et al., 1993; Tricoli et al., 2005; Rønnestad et al., 2011; Helgerud et al., 2011). Det var ingen signifikant forskjell mellom gruppene, noe som antyder at begge treningsformene bidro til økt eksplosiv kraftutvikling. (Häkkinen, Komi, 1985a; Häkkinen, Komi, 1985b;

Newton, Kraemer, 1994; Kawamori, Haff, 2004). I de presenterte studiene, hvor økningen i SJ varierer fra 6.8% til 15.2%, ser vi en variasjon sammenlignet med vår studie hvor MG økte 9.2% og EG 5.9%. Wilson et al. (1993) kunne vise til en økning på 15.2% i SJ etter 10 uker med eksplosiv styrketrening (Wilson et al., 1993). Dette er en større forbedring enn det vi kan vise til hos den eksplosive gruppen i den foreliggende studien. Rønnestad et al., (2011) utførte en lignende treningsintervensjon med maksimal styrketrening på trente skiutøvere, og kunne vise til 8.8% økning i SJ etter 12 uker med maksimal styrketrening (Rønnestad et al., 2011). Denne økningen er nært den samme som vi observerte i den foreliggende studien, selv om intervensjonsvarigheten til Rønnestad et al., (2011) var 12 uker sammenlignet med 8 uker i den foreliggende studien. Årsakene til variasjonene kan være ulik treningsbakgrunn blant deltakerne, ulik varighet på treningsintervensjonene, testprotokoll og spesifisitet i treningsform. Den eksplosive gruppen til Wilson et al., (1993) trente knebøyhopp med en belastning hvor maksimal mekanisk power ble produsert. Det kan tenkes at denne treningsformen er mer spesifikk rettet mot hopp, og at deltakerne ble flinkere til å utnytte kraften i det bevegelsesmønsteret som benyttes i en squat jump.

Det kan tenkes at treningsbelastningen deltakerne i den eksplosive gruppen trente på var for høy til at treningsformene skilte seg fra hverandre i tilstrekkelig grad. I den foreliggende studien trente deltakerne i den eksplosive gruppen med en belastning tilsvarende 60 – 70% av 1 RM knebøy. I tidligere studier vises det til at belastninger på 30 – 40% av 1RM er optimalt for å stimulere til de adaptasjonene man forbinder spesifikt med eksplosiv styrketrening, som hurtigere forkortningshastighet i arbeidende muskulatur og en høyere effektproduksjon ved lavere belastninger (Kaneko et al., 1983; Häkkinen, Komi, 1985b; Wilson et al., 1993; Newton, Kraemer, 1994; Kraemer, Newton, 2000; Kawamori, Haff, 2004). Det argumenteres for at det er på denne belastningen den maksimale mekaniske effekten produseres, og det er ved denne belastningen og bevegelseshastigheten man spesifikt trener de eksplosive egenskapene i størst grad. Ved denne belastningen og effektdannelsen beveger den ytre belastningen seg mye hurtigere, og man unngår retardasjonen som finner sted ved tradisjonell styrketrening. Det er denne retardasjonen man tenker kan redusere forekomsten av de spesifikke adaptasjonene man forbinder med eksplosiv styrketrening (Kaneko et al., 1983; Häkkinen, Komi, 1985b; Wilson et al., 1993; Newton, Kraemer, 1994; Kraemer, Newton, 2000; Kawamori, Haff, 2004). Når det er sagt er det godt dokumentert at også maksimal styrketrening er med på

å utvikle eksplosiv kraftutvikling (Duchateau, Hainaut, 1984; Häkkinen, Komi, 1985a; Adamns, O'shea, O'shea, Climstein, 1992; Wilson et al., 1993). Dette forsvarer med at det er nok å øke potensialet til kraftutviklingen, i form av å øke 1 RM i den aktuelle muskelgruppen (Newton, Kraemer, 1994; Kraemer, Newton, 2000; Kawamori, Haff, 2004). Dette skyldes i stor grad størrelsesprinsippet, som går ut på hierarkiet i rekrutteringen av motoriske enheter (Hennemann, 1957; Sale, 1988). I muskelaksjoner som krever hurtig utvikling av kraft er det nødvendig å rekruttere de raske høyterskelenhetene, da disse er kjent for å produsere større kraft enn lavterskelenhetene. Det argumenteres for at en tung ytre belastning er nødvendig for å fullstendig rekruttere disse høyterskelenhetene samt for å trene de (Wilson et al., 1993; Harris, Stone, O'Bryant, Proulx, Johnson, 2000; McBride et al., 2002). I den foreliggende studien var for så vidt de fleste deltakerne utrente, og det kan se ut som at et grunnleggende styrkefundament er nødvendig for å høste inn de spesifikke adaptasjonene forbundet med eksplosiv styrketrening (Kraemer, Newton, 2000). Ser man på de nevralt adaptasjonene utrente kan oppnå, uavhengig av treningsprotokoll i form av serier, repetisjoner og belastning, er det naturlig å spekulere i at man hadde observert en forbedring i samtlige parametere uavhengig av treningsform. Behm og Sale (1993) viser dog på en annen side at adaptasjonene som finner sted spesifikt for eksplosiv trening med høy bevegelseshastighet, også forekommer på tyngre belastninger med lavere bevegelseshastighet så fremt at intensjonen om å bevege belastningen så fort som mulig er tilstede (Behm, Sale, 1993). I den foreliggende studien ble samtlige deltakere instruert til å utføre bevegelsen så fort som mulig (mobilisere maksimalt) uavhengig om de trente maksimal styrke eller eksplosiv styrke. Resultatene fra den foreliggende studien antyder at man ved å mobilisere maksimalt ved lavere bevegelseshastigheter utvikler de mekanismene man forbinder med hurtig kraftutvikling. Dette ser vi i form av en forbedring i hopptypene SJ og CMJas hos MG. I tillegg til forbedring i eksplosiv kraftutvikling i EG, ser vi også at maksimal mobilisering ved lavere belastning førte til tilsvarende økning i maksimal styrke som ved tyngre belastning. Dette antyder at man kan trene på en betydelig lavere belastning enn det som er anbefalt av maksimal styrketrening, og likevel forvente en betraktelig styrkeøkning så lenge man mobiliserer maksimalt. Det kan derfor se ut til at det er kvaliteten på treningen, i form av maksimal mobilisering som er det viktigste, og ikke selve treningsmetoden i form av belastning eller hastighet.

5.3 Styrker og svakheter

Gruppene i studien, som var på henholdsvis 11 (MG) og 8 (EG) deltakere, er forholdsvis liten. Selv om det var relativt få deltakere ble det funnet signifikante resultater, samtidig kan få deltakere kamuflere eventuelle forskjeller som kunne ha vært signifikante dersom gruppene var større. Begge gruppene fikk nøye oppfølging og gjennomførte samtlige treningsøkter sammen med oss. Dette er mest sannsynlig grunnen til den høye gjennomføringsprosenten. Ettersom trening på riktig belastning og maksimal mobilisering i konsentrisk fase er helt avgjørende i denne studien, er det en stor styrke at vi kontrollerte hver treningsøkt for å forsikre oss om at deltakerne presset seg maksimalt og at de løftet på riktig prosent av 1 RM.

Deltakerne ble ikke utsatt for en tilvenningsfase før testingen. Dette er en mulig svakhet da testresultatene kan ha blitt påvirket av at deltakerne kan ha tilvendt seg en bedre løfteteknikk ettersom intervensjonen pågikk. Dersom intervensjonen innebar knebøy i form av frivekt, kunne en tilvenningsfase vært svært hensiktsmessig nettopp av den grunn. Siden deltakerne trente knebøy i Smith-maskin der en blir tvunget til å utføre løftene i en loddrett bane, hvor betydningen av løfteteknikk er mindre, ble det ikke gjennomført en tilvenningsfase på øvelsen. Ved å låse bevegelsesbanen på denne måten vil en sette mindre krav til teknikk.

Skaderisikoen for utrente er større enn for trente, noe som gjør at det er ulike generelle anbefalinger av belastning og repetisjoner for nevnte grupper (Raastad et al. 2010).

Utrente anbefales å trene med mindre belastning og med flere repetisjoner enn trente utøvere (Kraemer & Ratamess, 2004; Campos et al., 2002). Dette er på grunn av dårligere baseteknikk og at utrente mest sannsynlig har lavere styrke i stabiliserende muskler.

Trening i apparater stiller mindre krav til stabiliserende muskler og utrente kan trene med samme relative motstand som en godt trent utøver (Raastad et al., 2010; Lohne-Seiler, Torstveit & Anderssen, 2013). Ettersom den maksimale gruppen skal trene på 5 RM, som er en stor belastning, tenker vi det er hensiktsmessig at treningen blir gjort i apparat (Lohne-Seiler et al., 2013). Vi ser på bruken av Smith-Maskin som en styrke i intervensjonen. Treningen er enkel å kontrollere, reduserer som nevnt betydningen av løfteteknikk sammenlignet med frivekt, samt utgjør en mindre skaderisiko.

Deltakerne i den foreliggende studien skulle i forkant av intervensjonen ikke ha drevet systematisk styrketrening de siste 3 månedene. Selv om samtlige deltakere oppfylte dette inklusjonskriteriet, var det likevel varierende treningsgrunnlag blant deltakerne. Selv om de fleste av deltakerne hadde lite erfaring fra styrketrening, hadde enkelte av deltakerne et godt styrkegrunnlag fra tidligere. Dette kan være årsaken til at vi ser en stor variasjon i fremgangen hos deltakerne, noe som mest sannsynlig er årsaken til at vi ikke finner signifikant forskjell på tvers av gruppene.

Bruk av lysrør er en god metode for å måle deltakernes spenst pre- og post i de ulike hopp typene (Arago´n-Vargas, 2000). Her beregnes hopp høyden ut ifra svevetid, i motsetning til den ofte brukte kraftplattform som beregner hopp høyden ut fra kraften som utvikles mot bakken i satsen. En sammenligning mellom lysrør og kraftplattform viste at lysrør overestimerte den vertikale spensten med 1,8% (Garcia-Lopez et al., 2005). Selv om det ble funnet ulikheter mellom systemene, var feilene likevel konstante (Garcia-Lopez et al. 2005). Hopp med bruk av lysrør blir et større areal av gulvet brukt som hoppflate, noe som kan føles behagelig for deltakerne som kan prestere uten å uroe seg for underlaget. Med bruk av lysrør er det essensielt for validiteten at deltakerne utfører teknikkene riktig og lander på strake bein (Buckthorpe, Morris, Folland 2012). Under testingen er det mulig for deltakerne å utforske strategier for å forbedre testresultater uten at deres evne har blitt noe bedre. Dersom deltaker skulle trekke til seg beina og lande med vinkel i kneleddet vil resultatene være unøyaktige. Tidligere forskning på måleapparat som tar utgangspunkt i svevetid, viser at svevetiden er lengre på vei ned enn på vei opp (Arago´n-Vargas, 2000; Kibele, 1998). Dette på grunn av at deltakerne mest sannsynlig lander med litt bøy i kneleddet (Buckthorpe et al. 2012). Siden kraftplattform måler kraft ned i plattformen elimineres denne mulige feilkilden som bruk av lysrør kan medføre (Buckthorpe et al. 2012). Det er av den grunn svært viktig med nøyaktighet under testingen. Samtlige hopp ble nøye evaluert. Under SJ ble hopp med antydninger til svikt annullert. Alle hopp med mistanke om svikt i beina under landing ble også underkjent. Sett i ettertid kunne vi vurdert å bruke kraftplattform siden vi hadde tilgang på dette, da denne er vist å gi mer nøyaktige målinger (Buckthorpe et al. 2012). Arago`n-Vargas (2000) konkluderer likevel med at målinger med svevetid er veldig reliabelt og kan med stor pålitelighet brukes til å kalkulere hopp høyde (Arago´n-Vargas, 2000).

En siste mulig svakhet er mangelen på en kontrollgruppe som ikke ble utsatt for trening. Dette kunne vært gunstig for å verifisere fremgangen på begge gruppene. På en annen side var oppgaven vår å sammenligne de to treningsgruppene, noe som gjorde at vi kunne finne svar på problemstillingen uten bruk av kontrollgruppe. Dersom vi hadde rekruttert mange flere deltakere, kunne det vært aktuelt med en kontrollgruppe. Med tanke på antall deltakere vi fikk med, var det naturlig å dele disse inn i de to styrketreningsgruppene uten bruk av kontrollgruppe.

5.4 Praktiske implikasjoner og veien videre

Resultatene i den foreliggende studien antyder at maksimal og eksplosiv styrketrening vil gi tilsvarende økning i styrke og eksplosiv kraftutvikling gitt maksimal innsats i konsentrisk fase. Dette kan gi flere alternativer og et større handlingsrom i treningsarbeidet slik at utøvere som av ulike årsaker ikke tåler trening med tung belastning kan trene med lettere belastning og få tilsvarende treningsrespons. Videre kan dette senke styrketreningsterskelen for hverdagsmosjonister. På grunn av den tunge belastningen og den fysiske påkjenningen, kan maksimal styrketrening virke avskrekkende for personer med ingen eller lite treningserfaring. Kan man oppnå tilsynelatende lik styrkeøkning som ved maksimal styrketrening, ved å trene med lavere belastning, kan det tenkes at det blir lettere for utrente å starte samt å fortsette med styrketrening. Under intervensjonsperioden observerte vi klare atferdsforskjeller mellom testdeltakerne i de ulike gruppene. Etter endt treningsøkt viste deltakerne i MG stor grad av utmattelse, mens EG viste lite til ingen tegn til utmattelse etter treningsøkten. Det ble ikke samlet inn noen form for data på hvordan deltakerne følte seg etter øktene. Dette var bare interessante observasjoner som ble gjort under intervensjonsperioden. Ut ifra disse observasjonene kan man anta at styrketrening med lavere belastning (60-70% av 1RM) og raskere bevegelseshastighet kan være gunstig for å holde motivasjonen oppe hos personer med lite erfaring innen styrketrening, uten at det går utover treningsresponsen. På bakgrunn av dette kunne det vært interessant å måle motivasjon og restitusjonsmål for de to ulike treningsmetodene. I den foreliggende studien ble det ikke målt RFD eller power. Dette hadde vært interessant å måle i videre intervensjoner, innenfor de samme premissene, hvor disse parameterne hadde blitt målt. Da testdeltakerne i den foreliggende studien var utrente, hadde det også vært interessant å se om trente og/eller utrente personer hadde fått samme respons på treningen.

6.0 Konklusjon

Etter endt treningsintervensjon med maksimal eller eksplosiv styrketrening økte maksimalgruppen 1 RM med 38,46%, og eksplosivgruppen økte med 49,18%. Det ble målt signifikant økning i SJ (9,15%), og CMJas (2,65%) i maksimalgruppen, men det ble ikke funnet endring i CMJ. Det ble målt signifikante økninger i eksplosivgruppen på SJ (5,94%), men ikke i de andre hopptypene. Ettersom det ikke var forskjell i endring mellom gruppene bekreftet det vår hypotese om at så lenge prinsippet om maksimal mobilisering praktiseres, vil det ikke forekomme forskjeller i styrke- eller spenstøking mellom treningsgruppene. Ifølge vår studie har det lite å si for styrkeøking og spenst om du løfter på 60-70% av 1 RM, eller 85-90% av 1 RM, så lenge det løftes med maksimal mobilisering i konsentrisk fase.

7.0 Litteratur

- A Ram Hong, Sang Wan Kim. (2018). Effects of Resistance Exercise on Bone Health. *Endocrinol Metab (Seoul)*. 2018 Dec; 33(4): 435–444.
- Adamns, K., O'Shea, J. P., O'Shea, K. L., Climstein, M. (1992). The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *J. Appl. Sport Sci. Res.* 6:36–41. 1992.
- Andersen, J.L., Aagaard, P. (2000). Myosin heavy chain IIX overshoot in human skeletal muscle. *Muscle Nerve* 23: 1095-1104, 2000.
- Arago'n-Vargas, L. (2000). Evaluation of four vertical jump tests: Methodology, reliability, validity, and accuracy. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 4, 215–228.
- Behm, DG., Sale, DG. (1993). Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. *J Appl Physiol* (1985). 1993 Jan;74(1):359-68.
- Blazevich, A. J., Cannavan, D., Coleman, D. R., Horne, S. (2007). Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles. *J Appl Physiol* (1985). 2007 Nov;103(5):1565-75. Epub 2007 Aug 23.
- Blazevich, A. J., Gill, N. D., Bronks, R., Newton, R. U. (2003). Training-specific muscle architecture adaptation after 5-wk training in athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2003 Dec;35(12):2013-22.
- Børsheim, E., Bahr, R. (2003). Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. *Sports Med.* 2003;33(14):1037-60.

- Braith, R. W., Stewart, K. J. (2006). Resistance exercise training: its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation*. 2006 Jun 6;113(22):2642-50.
- Buckthorpe, M., Morris, J., Folland, J. P. (2012). Validity of vertical jump measurement devices. *J Sports Sci*. 2012;30(1):63-9. doi: 10.1080/02640414.2011.624539. Epub 2011 Nov 23.
- Campbell, A. J., Robertson, M. C., Gardner, M. M., Norton, R. N., Buchner, D. M. (1999). Falls prevention over 2 years: a randomized controlled trial in women 80 years and older. *Age Ageing*. 1999 Oct;28(6):513-8
- 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. *Eur J Appl Physiol*. 2002 Nov; 88(1-2):50-60.
- Campos, G. E., Luecke, T. J., Wendeln, H. K., Toma, K., Hagerman, F. C., Murray, T. F., ... Staron, R. S. (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *Eur J Appl Physiol*. 2002 Nov;88(1-2):50-60. Epub 2002 Aug 15.
- Canepari, M., Pellegrino, M. A., D'Antona, G., Bottinelli, R. (2010). Single muscle fiber properties in aging and disuse. *Scand J Med Sci Sports*. 2010 Feb;20(1):10-9. doi: 10.1111/j.1600-0838.2009.00965.x. Epub 2009 Oct 14.
- Chelly, M. S., Fathloun, M., Cherif, N., Ben Amar, M., Tabka, Z., Van Praagh, E. (2009). Effects of a back squat training program on leg power, jump, and sprint performances in junior soccer players. *J Strength Cond Res*. 2009 Nov;23(8):2241-9. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b86c40.
- Comfort, P., Stewart, A., Bloom, L., Clarkson, B. (2014). Relationships between strength, sprint, and jump performance in well-trained youth soccer players. *J Strength Cond Res*. 2014 Jan;28(1):173-7. doi: 10.1519/JSC.0b013e318291b8c7.

- Cormie, P., McGuigan, M. R., Newton, R. U. (2010). Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. *Med Sci Sports Exerc.* 2010 Aug;42(8):1582-98. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181d2013a.
- Cornelissen, V. A., Fagard, R. H. (2005). Effect of resistance training on resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Hypertens.* 2005 Feb;23(2):251-9
- Demontiero, O., Vidal, C., Duque, G. (2012). Aging and bone loss: new insights for the clinician. *Ther Adv Musculoskelet Dis.* 2012 Apr; 4(2): 61–76. doi: 10.1177/1759720X11430858
- Denscombe, M., (1998). *The Good Research Guide For Small-Scale Social Research Project.* Buckingham, UK and Philadelphia, USA: Open University Press.
- Duchateau, J., Hainaut, K. (1984). Isometric or dynamic training: Differential effects on mechanical properties of a human muscle. *J. Appl. Physiol.* 56:296–301. 1984.
- Farina, D., Fosci, M., Merletti, R. (2002). Motor unit recruitment strategies investigated by surface EMG variables. *J Appl Physiol* (1985). 2002 Jan;92(1):235-47.
- Fitts, R. H., Widrick, J. J. (1996). Muscle mechanics: adaptations with exercise-training. *Exerc Sport Sci Rev.* 1996;24:427-73.
- Fitzgerald, S. J., Barlow, C. E., Kampert, J. B., Morrow, J. E., Jackson, A. W., Blair, S. N. (2004). Muscular Fitness and All-Cause Mortality: Prospective Observations. <https://doi.org/10.1123/jpah.1.1.7>

- Gandevia, S. C. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol Rev* 81: 1725-1789, 2001.

- Häkkinen, K., Alén, M., Komi, P. V. (1985). Changes in isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta Physiol Scand*. 1985 Dec;125(4):573-85.

- Häkkinen, K., Komi, P. V. (1985a). Changes in electrical and mechanical behavior of leg extensor muscles during heavy resistance strength training. *Scand J Sports Sci*. 1985;7:55–64.

- Häkkinen, K., Komi, P. V. (1985b). The effect of explosive type strength training on electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscles during concentric and various stretch-shortening cycle exercises. *Scand J Sports Sci*. 1985; 7:65–76.

- Häkkinen, K. (1989). Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. A review. *J Sports Med Phys Fitness*. 1989 Mar;29(1):9-26.

- Han, Li, Zhai, Guo, Chen. (2017). Effects of weight training time on bone mineral density of patients with secondary osteoporosis after hemiplegia. *Exp Ther Med*. 2017 Mar; 13(3): 961–965.

- Harber, M. P., Fry, A. C., Rubin, M. R., Smith, J. C., Weiss, L. W. (2004). Skeletal muscle and hormonal adaptations to circuit weight training in untrained men. *Scand J Med Sci Sports*. 2004 Jun;14(3):176-85.

- Harris, G. R., Stone, M. H., O'Bryant, H. S., Proulx, C. M., Johnson, R. L. (2000). Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. *J. Strength Cond. Res*. 14:14–20. 2000

- Haskell, W. L., Lee, I. M., Pate, P. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A ..., Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc.* 2007 Aug;39(8):1423-34.
- Heggelund, J., Fimland, M. S., Helgerud, J., Hoff, J. (2013). Maximal strength training improves work economy, rate of force development and maximal strength more than conventional strength training. *Eur J Appl Physiol.* 2013 Jun;113(6):1565-73. doi: 10.1007/s00421-013-2586-y. Epub 2013 Jan 11.
- Helgerud, J., Rodas, G., Kemi, O. J., Hoff, J. (2011). Strength and endurance in elite football players. *Int J Sports Med.* 2011 Sep;32(9):677-82. doi: 10.1055/s-0031-1275742. Epub 2011 May 11.
- Hennemann, E. (1957). Relation between size of neurons and their susceptibility to discharge. *Science.* 1957 Dec 27;126(3287):1345-7.
- Holand, A. (2008). *Bevegelsens årsak.* Oslo: Cappelen Damm.
- Huijing, P. A. (1999). Muscle as a collagen fiber reinforced composite: a review of force transmission in muscle and whole limb. *J Biomech.* 1999 Apr;32(4):329-45.
- Izquierdo, M., Ibañez, J., Gorostiaga, E., Garrues, M., Zúñiga, A., Antón, A., Larrión, J.L, Häkkinen, K. (1999). Maximal strength and power characteristics in isometric and dynamic actions of the upper and lower extremities in middle-aged and older men. *Acta Physiol Scand.* 1999 Sep;167(1):57-68.
- Jakob, F., Seefried, L., Schwab, M. (2014). Age and osteoporosis. Effects of aging on osteoporosis, the diagnostics and therapy. *Internist (Berl).* 2014 Jul;55(7):755-61. doi: 10.1007/s00108-014-3468-z.

- Jakobsen, D. I. (2015). Hvordan gjennomføre undersøkelser (3. utg.). Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Kaneko, M., Fuchimoto, T., Toji, H., Suei, K. (1983). Training effect of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. *Scand. J. Sports Sci.* 5:50–55. 1983.
- Kawakami, Y., Abe, T., Fukunaga, T. (1993). Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles. *J Appl Physiol* (1985). 1993 Jun;74(6):2740-4.
- Kawamori, N., Haff, G. G. (2004). The optimal training load for the development of muscular power. *J Strength Cond Res.* 2004 Aug;18(3):675-84.
- Kelley, G. A., Kelley, K. S. (2000). Progressive resistance exercise and resting blood pressure: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension.* 2000 Mar;35(3):838-43.
- Kibele, A. (1998). Possibilities and limitations in the biomechanical analysis of countermovement jumps: A methodological study. *Journal of Applied Biomechanics*, 14, 105–117.
- Kjaer, M. (2004). Role of extracellular matrix in adaptation of tendon and skeletal muscle to mechanical loading. *Physiol Rev.* 2004 Apr;84(2):649-98.
- Kraemer, W. J., Adams, K., Cafarelli, E., Dudley, G. A., Dooly, C., Feigenbaum, M. S ... Triplett-McBride, T. (2002a). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2002 Feb;34(2):364-80.
- Kraemer, W. J., Fleck, S. J., Evans, W. J. (1996). Strength and power training: physiological mechanisms of adaptation. *Exerc Sport Sci Rev.* 1996;24:363-97.

- Kraemer, W. J., Ratamess, N.A. (2004). Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. Human Performance Laboratory, Department of Kinesiology, University of Connecticut, Storrs, CT; and 2 Department of Health and Exercise Science, The College of New Jersey, Ewing, NJ

- Kraemer, W. J., Newton, R. U. (2000). Training for Muscular Power. Physical medicine and rehabilitation clinics of North America. 11. 341. 10.1016/S1047-9651(18)30133-5.

- Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., French, D. N. (2002). Resistance Training for Health and Performance. Curr Sports Med Rep. 2002 Jun;1(3):165-71.

- Kraemer, W. J., Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. Med Sci Sports Exerc. 2004 Apr;36(4):674-88.

- Kvale, S., Brinkmann, S. (2018). Det kvalitative forskningsintervju (3.utg). Oslo: Gyldendal norsk forlag.

- Laake, P. (Red.). (2007). Epidemiologiske og kliniske forskningsmetoder. Oslo: Gyldendal Akademisk.

- Layne, J. E., Nelson, M. E. (1999). The effects of progressive resistance training on bone density: a review. Med Sci Sports Exerc. 1999 Jan;31(1):25-30.

- Maffiuletti, N. A., Aagaard, P., Blazevich, A. J., Folland, J., Tillin, N., Duchateau, J. (2016). Rate of force development: physiological and methodological considerations. Eur J Appl Physiol. 2016 Jun;116(6):1091-116. doi: 10.1007/s00421-016-3346-6. Epub 2016 Mar 3.

- McArdle, W. D., Katch, F. I., Katch, V. L. (2015). *Exercise Physiology: Nutrition, Energy and Human Performance*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
- McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., Newton, R. U. (2002). The effect of heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *J Strength Cond Res*. 2002 Feb;16(1):75-82.
- Miller, J. P., Pratley, R. E., Goldberg, A. P., Gordon, P., Rubin, M., Treuth, M. S, ... Hurley, B. F. (1994). Strength training increases insulin action in healthy 50- to 65-yr-old men. *J Appl Physiol* (1985). 1994 Sep;77(3):1122-7.
- Milner-Brown, H. S., Stein, R. B., Yemm, R. (1972). Mechanisms for increased force during voluntary contractions. *J Physiol*. 1972 Oct;226(2):18P-19P.
- Milner-Brown, H. S., Stein, R. B., Yemm, R. (1973a). The orderly recruitment of human motor units during voluntary isometric contractions. *J Physiol*. 1973 Apr;230(2):359-70.
- Milner-Brown, H. S., Stein, R. B., Yemm, R. (1973b). Changes in firing rate of human motor units during linearly changing voluntary contractions. *J Physiol*. 1973 Apr; 230(2): 371–390.
- Milner-Brown, H. S., Stein, R. B. (1975). The relation between the surface electromyogram and muscular force. *J Physiol*. 1975 Apr; 246(3): 549–569.
- Morán-Navarro, R., Pérez, C. E., Mora-Rodríguez, R., de la Cruz-Sánchez, E., González-Badillo, J. J., Sánchez-Medina, L., Pallarés, J. G. (2017). Time course of recovery following resistance training leading or not to failure. *Eur J Appl Physiol*. 2017 Dec;117(12):2387-2399. doi: 10.1007/s00421-017-3725-7. Epub 2017 Sep 30.

- Moritani, T., DeVries, H. A. (1979). Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *Am J Phys Med.* 1979 Jun; 58(3):115-30
- Newton, R. U., Kraemer, W. J. (1994). Developing Explosive Muscular Power: Implications for a Mixed Methods Training Strategy. *Strength and Conditioning: October 1994 - Volume 16 - Issue 5 - ppg 20-31.*
- Ortega, F. B., Silventoinen, K., Tynelius, P., Rasmussen, F. (2012). Muscular strength in male adolescents and premature death: cohort study of one million participants. *BMJ.* 2012 Nov 20;345:e7279. DOI: 10.1136/bmj.e7279.
- Øvretveit, K., Tøien, T. (2018). Maximal Strength Training Improves Strength Performance in Grapplers. *J Strength Cond Res.* 2018 Dec;32(12):3326-3332. doi: 10.1519/JSC.0000000000002863.
- Peterson, M. D., Alvar, B. A., Rhea, M. R. (2006). The contribution of maximal force production to explosive movement among young collegiate athletes. *J Strength Cond Res.* 2006 Nov;20(4):867-73.
- Phillips, S. M., Winett, R. A. (2010). Uncomplicated resistance training and health-related outcomes: evidence for a public health mandate. *Curr Sports Med Rep.* 2010 Jul-Aug;9(4):208-13. doi: 10.1249/JSR.0b013e3181e7da73.
- Prasitsiriphon, O., Pothisiri, W. (2018). Associations of Grip Strength and Change in Grip Strength With All-Cause and Cardiovascular Mortality in a European Older Population. *Clin Med Insights Cardiol.* 2018 Apr 20;12:1179546818771894. doi: 10.1177/1179546818771894
- Rantanen, T., Harris, T., Leveille, S. G., Visser, M., Foley, D., Masaki, K., Guralnik, J. M. (2000). Muscle strength and body mass index as long-term predictors of mortality in initially healthy men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000 Mar;55(3):M168-73.

- Reynolds, T. H., Supiano, M. A., Dengel, D. R. (2004). Resistance training enhances insulin-mediated glucose disposal with minimal effect on the tumor necrosis factor-alpha system in older hypertensives. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2003.09.017>
- Rutherford, O. M., Jones, D. A. (1986). The role of learning and coordination in strength training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1986;55(1):100-5.
- Rønnestad, B., Kojedal, O., Losnegard, T., Kvamme, B., Raastad, T. (2011). Effect of heavy strength training on muscle thickness, strength, jump performance, and endurance performance in well-trained Nordic Combined athletes. *Eur J Appl Physiol.* 2012 Jun;112(6):2341-52. doi: 10.1007/s00421-011-2204-9. Epub 2011 Oct 29.
- Rønnestad, B., Holden, G., Samnøy LE, Paulsen G. (2012). Acute effect of whole-body vibration on power, one-repetition maximum, and muscle activation in power lifters. *J Strength Cond Res.* 2012 Feb;26(2):531-9. doi: 10.1519/JSC.0b013e318220d9bb.
- Sale, D. G. (1987). Influence of exercise and training on motor unit activation. *Exerc Sport Sci Rev.* 1987;15:95-151.
- Sale, D. G. (1988). Neural adaptation to resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* 1988 Oct;20(5 Suppl):S135-45.
- Salkind, N. J. (2006). *Exploring Research* (6. utg). Prince-Hall. Upper Saddle River.
- Sand, O., Sjaastad, Ø. W., Haug, E. (2014). *Menneskets fysiologi* (2. utg). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS
- Schiaffino, S., Reggiani, C. (1994). Myosin isoforms in mammalian skeletal muscle. *J Appl Physiol* (1985). 1994 Aug;77(2):493-501.

- Schiaffino, S., Reggiani, C. (1996). Molecular diversity of myofibrillar proteins: gene regulation and functional significance. *Physiol Rev.* 1996 Apr;76(2):371-423.
- Sherrington, C., Fairhall, N. J., Wallbank, G. K., Tiedemann, A., Michaleff, Z. A., Howard, K., ... Lamb, S. E. (2019). Exercise for preventing falls in older people living in the community. DOI: 10.1002/14651858.CD012424.pub2
- Staron, R. S., Karapondo, D. L., Kraemer, W. J., Fry, A. C., Gordon, S. E., Falkel, J. E., Hagerman, F. C., Hikida, R. S. (1994). Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women. *J Appl Physiol* (1985). 1994 Mar;76(3):1247-55.
- Staudenmann, D., Roeleveld, K., Stegeman, D. F., van Dieën, J. H. (2010). Methodological aspects of SEMG recordings for force estimation--a tutorial and review. *J Electromyogr Kinesiol.* 2010 Jun;20(3):375-87. doi: 10.1016/j.jelekin.2009.08.005. Epub 2009 Sep 15.
- Støren, Ø., Helgerud, J., Støa, E. M., Hoff, J. (2008). Maximal strength training improves running economy in distance runners. *Med Sci Sports Exerc.* 2008 Jun;40(6):1087-92. doi: 10.1249/MSS.0b013e318168da2f.
- Sunde, A., Støren, Ø., Bjerkaas, M., Larsen, M. H., Hoff, J., Helgerud, J. (2010). Maximal strength training improves cycling economy in competitive cyclists. *J Strength Cond Res.* 2010 Aug;24(8):2157-65. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181aeb16a.
- Trappe, T. (2009). Influence of aging and long-term unloading on the structure and function of human skeletal muscle. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2009 Jun;34(3):459-64. doi: 10.1139/H09-041.

- Trezise, J., Blazevich, A. J. (2019). Anatomical and Neuromuscular Determinants of Strength Change in Previously Untrained Men Following Heavy Strength Training. *Front Physiol.* 2019 Aug 6;10:1001. doi: 10.3389/fphys.2019.01001. eCollection 2019.
- Tricoli, V., Lamas, L., Carnevale, R., Ugrinowitsch, C. (2005). Short-term effects on lower-body functional power development: weightlifting vs. vertical jump training programs. *J Strength Cond Res.* 2005 May;19(2):433-7.
- Van Cutsem, M., Duchateau, J., Hainaut, K. (1998). Changes in single motor unit behaviour contribute to the increase in contraction speed after dynamic training in humans. *J Physiol.* 1998 Nov 15;513 (Pt 1):295-305.
- Villarreal, E Requena, B., Izquierdo, M., Gonzalez-Badillo, J. J. (2012). Enhancing sprint and strength performance: combined versus maximal power, traditional heavy-resistance and plyometric training. *J Sci Med Sport.* 2013 Mar;16(2):146-50. doi: 10.1016/j.jsams.2012.05.007. Epub 2012 Jun 21.
- Warburton, D. E., Nicol, C. W., Bredin, S. S. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ.* 2006 Mar 14;174(6):801-9.
- Wilson, G. J., Newton, R. U., Murphy, A. J., Humphries, B. J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 25:1279–1286. 1993.
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med* 2004;38:285–288. doi: 10.1136/bjism.2002.002071
- Zhou, J., Qin, M. Z., Liu, Q., Liu, J. P. (2017). Investigation and analysis of osteoporosis, falls, and fragility fractures in elderly people in the Beijing area: a study on the bone health status of elderly people ≥ 80 years old with life self-care. *Arch Osteoporos.* 2017 Dec 6;12(1):108. doi: 10.1007/s11657-017-0408-2.

Vedlegg 1: Informasjonsskriv om studien



Forespørsel om deltakelse i studie i tilknytning masteroppgave

Studiets hensikt er å stille to ulike styrketreningskonsept opp mot hverandre.

Bakgrunn og hensikt

Dette er en forespørsel til deg om deltagelse i en studie der hensikten er å stille to former for styrketrening opp mot hverandre, for å se hvordan det påvirker prestasjonen i 1RM (repetisjon maksimum) knebøy og spenst. Som deltaker vil du gjennomføre en treningsperiode på 8 uker der du skal gjennomføre 2 økter med knebøy i uken. Du vil bli plassert vilkårlig i en av to grupper. En gruppe skal gjennomføre maksimal styrketrening der maksimal mobilisering er i fokus. Den andre gruppen skal gjennomføre en mer eksplosiv form for styrketrening, der hastighet på løftet er i fokus. Testing og treningsoppfølging vil finne sted ved Universitetet i Sørøst Norge (USN), avdeling Bø i Telemark.

Hva innebærer studien?

Studien innebærer at du vil bli testet i 1RM/maksløft i knebøy samt spenst, før og etter treningsperioden på 8 uker. Gruppen som skal trene maksimal styrke skal gjennomføre treningen med en belastning tilsvarende 85-90% av maksimalløftet fra pre-test. Som deltaker i denne gruppen skal du gjennomføre 5 repetisjoner 4 ganger (4 serier), med 3-5 minutt pause mellom seriene. Dette skal gjennomføres 2 ganger i uken. Gruppen som skal trene eksplosiv styrke skal gjennomføre treningen med en belastning tilsvarende 50-70% av maksimalløftet fra pre-test. I denne gruppen vil belastning bli justert slik at hastigheten på løftet omtrent er dobbelt så hurtig som den andre gruppen. Deltakerne i denne gruppen skal også gjennomføre 5 repetisjoner 4 ganger (4 serier), med 3-5 minutt pause mellom seriene. Dette skal gjennomføres 2 ganger i uken. Treningen utføres i Smith-maskin for begge gruppene.

Knebøytest; Testing av knebøy skal foregå i Smith-maskin. Hensikten med øvelsen er å teste deltakernes 1 RM. Alle deltakerne skal ha en veilednings økt ledet av fagpersonell (oss) før selve testingen. Testen blir gjennomført med bruk av MUSCLELAB sammen med en snorboks. Testpersonene stiller seg i Smith-maskinen uten vekter på stangen og senker seg ned til 90 grader i kneleddet. Testpersonell avgjør med pappvinkel når testpersonen er i 90 graders vinkel. Avstanden fra øverste til nederste stilling registreres i Musclelab og brukes senere som referanse i testen, slik at maskinen gir beskjed når deltaker er i 90 graders vinkel og løftet kan godkjennes.

Deltakerne skal gjennomføre fire progressive oppvarmingssett på følgende belastning:

• 10 repetisjoner på 50% av estimert 1RM
• 5 repetisjoner på 60% av estimert 1RM
• 3 Repetisjoner på 70% av estimert 1RM
• 1 Repetisjon på 80% av estimert 1RM

Videre skal det økes belastning med 2,5 – 5kg til en ikke klarer mer, og maks 1RM er nådd. Pause mellom settene skal være på 3-5 minutter.

Spentstest; Lysrør og PC med MUSCLELAB skal brukes til å teste spent. Lysrørene settes opp på et flatt gulv og kalibreres til å måle tiden det tar for at noe bryter lysstrålen mellom lysrørene, til noe bryter lysstrålene igjen. Det skal testes i følgende hopptyper:

- SJ (squat jump): Hopp uten svikt fra 90 grader i kneledd med hoftefeste.
- CMJ (counter movement jump): hopp med svikt og hoftefeste.
- CMJas (Counter movement Jump with armsving): hopp med svikt og armsving.

Alle deltakerne skal gjennomføre tre hopp hver av de forskjellige hopptypene. Det beste hoppet i hver serie lagres.

Mulige fordeler og ulemper

Treningen, og for så vidt testene, som gjennomføres stiller krav til maksimal mobilisering. Dette betyr at du som deltaker ”gir alt”, noe som kan oppleves som fysisk krevende. Det blir derfor viktig med pauser mellom øktene. Treningen kan også føre til stølhet/gangspærre, spesielt i startfasen, noe som oppleves som ubehagelig. Hver enkelt blir nøye fulgt opp under treningsperioden. Dette er en gylden mulighet til å få mer innsikt i styrketrening, bli sterkere og komme i bedre form.

Hva skjer med prøvene og informasjonen om deg?

Testresultatene dine, navnet ditt og informasjon om høyde, vekt og alder vil bli lagret og holdes under oppbevaring av prosjektlederne. Det vil dog ikke være mulig å identifisere deg på noen som helst måte i den ferdige oppgaven. Alt av personopplysninger om deg vil bli slettet etter prosjektet avsluttet.

Frivillig deltakelse

Det er frivillig å delta i studien. Du kan når som helst og uten å oppgi noen grunn trekke ditt samtykke til å delta i studien. Dersom du ønsker å delta, undertegner du samtykkeerklæringen på siste side. Om du nå sier ja til å delta, kan du senere trekke tilbake ditt samtykke uten at det får konsekvenser for deg. Dersom du senere ønsker å trekke deg eller har spørsmål til studien, kan du ta kontakt med kontaktpersonene nevnt nedenfor.

Rett til innsyn og sletting av opplysninger om deg og sletting av prøver

Hvis du sier ja til å delta i studien, har du rett til å få innsyn i hvilke opplysninger som er registrert om deg. Du har videre rett til å få korrigert eventuelle feil i de opplysningene vi har registrert. Dersom du trekker deg fra studien, kan du kreve å få slettet innsamlede prøver og opplysninger.

Informasjon om utfallet av studien

Deltakerne i studien vil først få tilgang til resultatene av studien i sin helhet når disse er levert i form av masteroppgave.

Kontaktpersoner

Ved spørsmål ang gjennomføringen av testingen og registrering:

Andreas Tendenes, tlf: 47374671 e-post: andreas_tendenes@hotmail.com

Andreas Emdal, tlf: 45295264 e-post: andrasef3@gmail.com

Samtykke til deltakelse i studien.

Jeg er villig til å delta i studien

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Jeg bekrefter å ha gitt informasjon om studien

(Signert, rolle i studien, dato)

