

Marius Lindtvedt Hansen

Muskelaktivering ved Bodypump™ og tradisjonell styrketrening

En elektromyografisk studie

Masteroppgave i idrettsvitenskap

Seksjon for idrettsmedisinske fag
Norges idrettshøgskole, 2014

Sammendrag

Hensikt: Studere forskjeller i muskelaktivering mellom Bodypump™ og tradisjonell styrketrening, i tillegg til økning i styrke og muskelstørrelse ved treningsmetodene. Undersøke forskjellene i den prosentvise aktiveringsgraden i forhold til maksimal voluntær kraftutvikling og de fysiologiske adaptasjonene som følge av intervensjonsperioden.

Metode: 18 overvektige kvinner (BMI>25) fra doktorgradsstudien "Bodypump og personlig trening" ble rekruttert til testing av muskelaktivering målt med elektromyografi (EMG). Intervensjonen bestod av enten samme styrketreningsprogram med personlig trener/ treningsveiledning eller Bodypump™ i 12 uker. Pre- og post-test bestod av måling av kroppssammensetning, ultralydmåling av muskelstørrelse og styrketester (1RM) i knebøy og benkpress.

Resultater: Det er statistisk signifikant forskjell i muskelaktivering av m. triceps brachii ($p = 0,001$), m. biceps brachii ($p = 0,008$), m. pectoralis major ($p = 0,046$) og m. semitendinosus ($p = 0,000$) mellom gruppene i respektive øvelser. Differansen mellom muskelaktivering under de første og siste repetisjonene i en serie viste statistisk signifikant større økning i m. biceps brachii ($p = 0,003$), m. pectoralis major ($p = 0,002$), m. vastus medialis ($p = 0,000$), og m. semitendinosus ($p = 0,000$) ved styrketrening. Begge treningsmetodene viste signifikant økning i både knebøy og benkpress. Det var statistisk signifikant forskjell mellom gruppene ved begge styrketestene ($p = 0,000$). Måling av muskelstørrelse viste ingen signifikant forskjell mellom gruppene. ST hadde gjennomsnittlig større økning i muskelstørrelse. Ved korrelasjonsanalyser var det ingen sammenheng mellom muskelaktivering og styrkeøking eller økning i muskelstørrelse.

Konklusjon: En enkel økt med styrketrening viser høyere muskelaktivering enn Bodypump™. Det var også signifikant større økning i styrke hos de som trente styrketrening i både knebøy og benkpress etter 12 uker. Begge gruppene hadde allikevel signifikant større styrkeøking fra sine pre-test resultater. Det var ingen signifikant forskjell mellom gruppene når det kom til muskelstørrelse. Det var ingen korrelasjon mellom muskelaktivering og delvariablene i studien. Både muskelaktivering og adaptasjon er større ved styrketrening.

Nøkkelord: Muskelaktivering, EMG, Bodypump™, styrketrening, muskelstørrelse, muskelstyrke.

Innhold

Sammendrag	3
Forord.....	6
1. Innledning	7
1.2 Problemstillinger	8
2. Teori.....	9
2.1 Muskelaktivering.....	9
2.1.1 Motorisk enhet og motorisk enhet aksjonspotensiale.....	9
2.1.2 Andre aspekter.....	12
2.2 Måling av muskelaktivering	13
2.2.1 Overflate elektromyografi	14
2.2.2 Feilkilder ved EMG.....	15
2.2.3 Elektroder og elektrodeplassing	16
2.3 Muskelvekst ved styrketrening.....	17
2.3.1 Stimuli for muskelvekst.....	18
2.3.2 Hvordan måle muskelvekst.....	18
2.4 Styrkeøking ved styrketrening	19
2.4.1 Sammenheng mellom rekruttering og styrkeøking	19
2.5 Repetisjoner og belastning ved trening	20
2.6 Muskel tretthet og trening til utmattelse	20
2.7 Bodypump™	21
3. Metode	23
3.1 Studiedesign	23
3.2 Utvalg	24
3.2.1 Rekruttering og seleksjon.....	24
3.2.2 Inklusjon- og eksklusjonskriterier	24
3.2.3 Informasjon	25
3.3 Intervensjon.....	25
3.3.1 Bodypump™.....	26
3.3.2 Styrketrening	27
3.4 Testprosedyrer	27
3.4.1 Muskelstyrke.....	28
3.4.2 Muskelstørrelse	28
3.4.3 Kroppssammensetning	30
3.4.4 Muskelaktivering	30

3.5 Databehandling og statistiske analyser	33
3.6 Pilot	33
3.7 Etikk	34
4. Resultat.....	35
4.1 Beskrivelse av utvalget.....	35
4.2 Muskelaktivering.....	35
4.3 Styrkeøking	38
4.4 Muskelstørrelse	39
5. Diskusjon.....	40
5.1 Diskusjon av resultatene.....	40
5.1.1 Muskelaktivering	40
5.1.2 Muskelvekst	45
5.1.3 Endringer i styrke.....	47
5.1.4 Individuelle forskjeller	49
5.2 Diskusjon av metode	49
5.2.1 Utvalg og generaliserbarhet	49
5.2.2 Studiedesign	50
5.2.3 Inklusjons- og eksklusjonskriterier.....	50
5.2.4 Frafall.....	51
5.2.5 Intervensjonen	51
5.2.6 Målemetodene	52
5.2.7 Reliabilitet og validitet	52
5.3 Veien videre	53
6. Konklusjon.....	54
7. Referanser	55
Tabelloversikt	69
Figuroversikt.....	70
Forkortelser	71
Vedlegg	72

Forord

En innholdsrik periode av livet mitt har nå kommet til en slutt. Masterperioden har gitt meg masser av livserfaring. Jeg har blitt kjent med mange fantastiske mennesker og jeg ville ikke vært foruten.

Først og fremst en stor takk til Norges idrettshøgskole for 5 år med lærdom, inspirasjon, motivasjon og fremgang. Selvfølgelig også takk til alle de flotte og interessante personene på skolen! De ansatte på biblioteket fortjener også å bli nevnt. Biblioteket som har vært arbeidsplassen min ved siden av studiet har gitt meg et forsprang for mange av prosessene som skulle gjennomføres i masteren. Jeg kunne ikke tenkt meg en bedre arbeidsplass ved siden av studiene!

Takk til gjengen på masterkontor 2B! Det har ikke gått en eneste dag uten latter, selv om vi til tider har blitt litt for høylytte. Hver og en av dere har gjort det mye enklere for meg å ta turen bort på skolen. Cheers mates!

En stor takk til veilederne mine Anne Mette Rustaden og Gøran Paulsen for opplæring, innspill og konstruktiv kritikk som har vært med på å forme oppgaven slik den presenteres i dag. Takk også til medstudentene som ble med på pilot-testingen og forsøkspersonene som tok seg tid til å være med i studien.

Takk til Øystein! Denne perioden uten deg, kamerat, hadde blitt barbert! Du er et morsomt innspill i hverdagen. Resten av gutta for alt det sosiale må også takkes.

Til slutt, men ikke minst, familien min. All støtte og omsorg fra mamma og pappa som dere alltid har gitt betyr utrolig mye. Fra storesøster Helene også. Jeg er så glad jeg har noe jeg må leve opp til, du er den største inspirasjonskilden min!

Tusen takk!



Oslo, mai 2014

1. Innledning

Fitnessbransjen er i stadig utvikling og må hele tiden fornye seg for å tiltrekke seg nye kunder. Økningen av antall treningssentre skaper konkurranse både når det gjelder medlemstall og hva som tilbys av treningsformer. Hvor stor veksten av treningssentre har vært er vanskelig å si noe om, da det ikke foreligger offentlig statistikk på dette. En rapport og kartlegging av Virke Trening (2013) forteller at det er i underkant av 850 treningssentre i Norge. 8 % av den voksne befolkningen rapporterte i 1987 at de trente på et treningssenter, noe som har hatt en økning til 25 % i 2007 (Ommundsen og Aadland, 2009). På 20 år har det vært en tredobling av antallet som trente på treningssenter (ibid.). Styrketrening og gruppetrening er vel etablerte treningsmetoder som kan gjennomføres på treningssentre. De fleste treningssentre tilbyr et bredt utvalg av gruppetreningstimer. Aerobic, som kan ses på som en av de første organiserte gruppetreningstimene, slo gjennom på 80-tallet. Utviklingen i tiårene fremover har bygget på ulike musikk- og treningstrender. Gruppetreningstimen Bodypump™ er et konsept utviklet av Les Mills™ og tilbys av hovedsakelig SATS. SATS har nærmere 11 millioner besøkende hvert år og har mer enn 270 000 medlemmer på sine 108 treningssentre (SATS, 2011). Som en av mange treningskjeder gir SATS, som står for 4,3 % av den totale treningsbransjen i Norge (Virke Trening, 2013), personer mulighet til både å gjennomføre styrketrening og gruppetreningstimer alt etter mål og mening. Til tross for det store tilbudet av treningsformer mangler det mye forskning på fysiologiske mekanismer og adaptasjoner ved treningen som tilbys. Forskning vil gi bedre kvalitet og sikkerhet rundt treningseffekten, samt hjelpe til å gjøre hensiktsmessige valg og anbefalinger for ulike målgrupper.

Målgruppen denne studien retter seg mot er overvektige kvinner. Overvekt er et voksende helseproblem i befolkningen. Undersøkelser viser at en av fem voksne i Norge har fedme (BMI >30) (Engeland, Bjorge, Selmer og Tverdal, 2003) På internasjonalt nivå er det hele 315 millioner som har BMI over 30, dvs. 5 % av verdens befolkning (James, 2004). Ved overvekt (BMI >25) vil det være en lett risikoøkning for en rekke livsstilssykdommer (WHO, 2000). Den økte overvekten som vi ser har en korrelasjon med økt inaktivitet i befolkningen (Henriksson og Sunberg, 2009). Ved kartlegging av fysisk aktivitet hos voksne (20-85 år) i Norge var det kun 20 % av deltakerne som tilfredsstilte anbefalingene og var fysisk aktive minst 30 minutter hver dag i 2008-2009 (Ommundsen og Aadland, 2009). En analyse av 58 prospektive studier viser at overvekt ikke direkte er årsaksfaktoren til hjerte- og karsykdom

(Emerging Risk Factors Collaboration, 2011). Allikevel vil økt fettmasse bidra til utviklingen av livsstilssykdommer (Rössner, 2009). Fysisk aktivitet kan ses på en av de viktigste årsakene for behandling av overvekt. Å være fysisk aktiv vil både bidra til forbrenning av energi og økt muskelmasse (ibid.). Muskelmassen vil igjen føre til økt basalstoffsifte, som bidrar til økt forbrenning (ibid.). Å inkludere personer til forskningsprosjekt er en måte å få dem i gang med trening og en bedre livsstil.

Som en del av forskningsprosjektet "Bodypump og personlig trening - endringer i muskelstyrke og kroppssammensetning" skal denne masteroppgaven se på muskelaktivering under de ulike treningsmetodene. Forskningsprosjektet ser på endringer i muskelstyrke og kroppssammensetning etter en treningsperiode med enten Bodypump™ eller styrketrening med og uten personlig trener. Masteroppgaven vil være med på å beskrive i hvilken grad musklene aktiveres under de ulike treningsmetodene og på denne måten få et innblikk i hvilken treningsmetode som gir størst aktiveringsgrad. I tillegg har det blitt gjennomført ultralydmålinger hvor vi kan se muskelhypertrofi i forhold til aktiveringsgraden på treningsøktene. Hvor stor belastning av maks vil også diskuteres, i tillegg til endringer i muskelstørrelse. Hovedhensikten med denne masteroppgaven er å se på muskelaktivering under Bodypump™ i forhold til en styrketreningstime hos overvektige inaktive kvinner mellom 18-45 år. Delvariablene i oppgaven er endringer i muskelstørrelse og styrke etter en treningsperiode på 12 uker. Hypotesen er at det vil være høyere grad av muskelaktivering ved styrketrening enn Bodypump™ som vil gjenspeile seg i større økning i styrke og muskelstørrelse.

1.2 Problemstillinger

I hvor stor grad aktiveres musklene i forhold til maksimal voluntær isometrisk kontraksjon under en høy-repetisjons gruppetreningstime (Bodypump™) sammenlignet med tradisjonell styrketrening?

Er det sammenheng mellom graden av muskelaktivering ved Bodypump™ og styrketrening i forhold til økning av styrke og muskelstørrelse?

2. Teori

Teorien tar for seg muskelaktivering i forhold til muskelstyrke og muskelvekst ved styrketrening. Den grunnleggende teorien om elektromyografi (EMG) og overflate elektromyografi (SEMG) blir presentert. De fysiologiske adaptasjoner vi kan forvente ved styrketrening gjennomgås også. Det er også en gjennomgang av gruppetreningstimen Bodypump™, i tillegg presenteres forskning gjort på antall repetisjoner og ulik belastning.

2.1 Muskelaktivering

Muskelaktivering er en forutsetning for hvordan skjelettmusklene brukes og adaptasjonen vil være ulik i forhold til hvordan musklene aktiveres under trening. Gjennom etterligning av trening med elektrisk stimulering viste Atherton og medarbeidere (2005) at stimulering med høy frekvens (6x10 repetisjoner av 3 s-burst på 100 Hz) førte til aktivering av signalveier som igjen fører til økt proteinsyntese og muskelvekst. Stimulering med lav frekvens (3 timer på 10 Hz) viste ikke de samme effektene, men heller aktivering av signalveier som fører til forbedret utholdenhet (Atherton, Babraj, Smith, Singh, Rennie og Wackerhage, 2005).

Aktiveringsmønsteret under trening fører til ulik stimulering av signalveier som igjen påvirker adaptasjonen i muskulaturen (Rennie, Wackerhage, Spangeburg og Booth, 2004). Stimulering med høy frekvens gir like kontraksjoner som ved tung styrketrening og lav frekvens det samme som trening lav belastning over lengere tid. Utholdenhetstrening fremmer mitokondriell biogenese og progresjon mot tregere muskel fenotype (Lin, Wu, Tarr, Zhang, Wu og Boss, 2002). Styrketrening (høy-intens elektrisk stimulering) fremmer hypertrofi (Rennie et al., 2004). Underbyggende denne muskelaktiveringen er det flere fysiologiske prosesser som iverksettes. Faktorene som bestemmer kraft er summert i begrepet muskelaktivering (Staudenmann, Roeleveld, Stegeman og Dieën, 2010). For å undersøke relasjonen mellom EMG og kraftutvikling må man ha innsikt i muskelfysiologi (Hof, 1997). Dette blir videre gjennomgått i dette kapittelet.

2.1.1 Motorisk enhet og motorisk enhet aksjonspotensiale

En motorisk enhet består av en α -motornevron pluss alle de muskelfibrene den innnerverer (Staudenmann et al., 2010) og har stor variasjon i størrelse (Buchtal, Erminio og Rosenfalck, 1959). Størrelsen går ut i fra antall muskelfibre og deres størrelse (Staudenmann et al., 2010; Türker og Sözen, 2012). Antallet motoriske enheter hos mennesker varierer fra rundt 100 i små

håndmuskler til over 1000 i store hoftemusklene (Moritani, 1993). Motornevronets akson deler seg opp og grener seg inne i muskler hvor hver endegren danner kontakt med hver sin muskelfiber (Garcia og Vieira, 2011; Türker og Sözen, 2012). Når et aksjonspotensiale sendes ut ledes denne til alle endegrenene som fører til aktivering av de muskelfibrene som den har kontakt med (Garcia og Vieira, 2011). Muskelkontraksjon er et resultat av individuelle og kombinerte hendelser fra disse motoriske enhetene (Türker og Sözen, 2012). Den motoriske enheten er derfor den minste enheten som fører til bevegelse.

De elektriske signalene (aksjonspotensialer) generert av de motoriske enhetene kalles motor unit action potential (motoriske enhets aksjonspotensiale: MUAP). Når EMG har blitt målt på overflaten av huden er summeringen av MUAP byggeklossene til EMG signalet (Roeleveld, Blok, Stegeman og Oosterom, 1997). Signalene av elektrisk aktivitet ved EMG reflekterer antall motoriske enheter aktivert når et individ gjennomfører en muskelkontraksjon. Summeringen av de motoriske enhetene, MUAP, er ansvarlig for muskelkontraksjonen (Garcia og Vieira, 2011).

2.1.1.1 Rekrutteringsrekkefølge

De forskjellige størrelsene av en motorisk enhet ser ut til å følge et størrelsesprinsipp (Henneman, 1957) som sier at rekruttering i en muskel skjer etter et hierarkisk system. Henneman (1957) viste at når man skulle forflytte en motstand aktiverte de motoriske enhetene seg fra minst til størst. Rekrutteringsrekkefølgen omtales som Hennemans størrelsesprinsipp. I praksis betyr størrelsesprinsippet at når man trenger liten kraft i en kontraksjon er det kun de minste enhetene som rekrutteres (Farina, Fosci og Merletti, 2002; Staudenmann et al., 2010). Etter hvert som man skal utvikle større kraft i en isometrisk/konsentrisk kontraksjon aktiveres stadig flere og større enheter (ibid.). Når det trengs enda mer kraft, maksimal kraft, vil alle tilgjengelige motoriske enheter rekrutteres samtidig som fyringsfrekvens til de motoriske enhetene øker (De Luca og Contessa, 2012). Den hierarkiske rekrutteringen er avhengig av innsats, hvor maksimal rekruttering kreves hvis hensikten er å skape høy hastighet (Henneman, 1957). Tyngre motstand krever rekruttering av de store motoriske enhetene for forflytning (ibid.).

Det er også velkjent at de fleste små enheter som aktiveres ved liten kraft er type I enheter (Farina, et al., 2002). Større enheter, som kun aktiveres for maksimal kraft, er hovedsakelig type II enheter (ibid.). Rekrutteringen av disse enhetene avhenger av motstanden og

kontraksjonshastigheten som skal skapes. Aksonets ledning til en motorisk enhet er relatert til dens tilhørende muskelfibers parametere (Edström og Grimby, 1986). Type I enheter har lav ledningshastighet og lang kontraksjons- og avspenningstid (slow-twitch), men god utholdenhet (ibid.) Egenskapene er visa versa for type II enheter (fast twitch; ibid.).

I tillegg til å regulere kraften i en kontraksjon ved å kontrollere antallet motoriske enheter aktivert, kan vi bruke fyringsfrekvensen til å regulere kraften i hver enkelt enhet (Folland og Williams, 2007). Generelt kan man si at en kan øke antallet involverte motoriske enheter for å øke kraften opp mot 80 % av maksimalkraft (Milner-Brown, Stein og Yemm, 1973). Deretter vil fyringsfrekvensen øke kraften fra 80 % og opp mot maksimum (ibid.). Dette varierer fra muskel til muskel, både med tanke på størrelse og fibertype. Fiber type II motoriske enheter må opp i en aktivering på 40-70 Hz for å utvikle maksimal kraft (Raastad, Refsnes, Paulsen, Rønnestad og Wisnes, 2010). Type I fibre oppnår maksimalkraft når aksjonspotensialet kommer med en frekvens på 30-40 Hz (ibid.). I de fleste tilfeller har vi aktivert alle våre motoriske enheter før vi oppnår maksimal kraft i en kontraksjon. En høyere aktivering vil ikke direkte øke maksimalkraft (Folland og Williams, 2007).

2.1.1.2 Aksjonspotensiale og fyringsfrekvens

Kontraksjon av muskelfibre i den motoriske enheten utløses av et aksjonspotensiale (Hof, 1997). Kraften i hver enkelt motorisk enhet er styrt av frekvensen på aksjonspotensialene til tilhørende muskelfibre (Raastad et al., 2010). Antall og fyringsfrekvens til rekrutterte motoriske enheter er hovedfaktoren for muskelkraft hvor faktorer som muskellengde og kontraksjonshastighet også påvirker kraftutviklingen (ibid.).

Aksjonspotensialet skaper en frigjøring av kalsium-ioner i sarkoplasmatiske retikulum (SR) inn i sarkoplasma (Hof, 1997; Türker og Sözen, 2012). Kalsiumkonsentrasjonen i cytosol bestemmer spenningen i en uthvilt muskelfiber (Hof, 1997). Kraften i en muskel vil stige med økende kalsiumkonsentrasjon. Kraften stiger opp til en bestemt konsentrasjon hvor det ikke forekommer noen ytterligere økning i kraft, selv om kalsiumkonsentrasjonen øker (ibid.). Ved denne kalsiumkonsentrasjonen er det maksimal interaksjon mellom aktin og myosin, ettersom alle bindingsstedene på aktin er frigjort (Katch, Katch og McArdle, 2009). I hvilken grad man får en øking av kalsium i cytosol ved en kontraksjon avgjøres av hvor raskt aksjonspotensialene følger etter hverandre (Hof, 1997). Normalt aktiveres ikke motoriske enheter med et jevnt tog av impulser med samme frekvens. Ofte vil de første

aksjonspotensialene ha høyere frekvens enn de etterfølgende. Når to eller tre raske aksjonspotensialer starter en kontraksjon kalles det dubletter eller tripletter (Raastad et al., 2010). Hensikten med dubletter og tripletter vil være raskt å komme opp i ønsket kalsiumkonsentrasjon, det vil si kraft. Man er i stand til å fyre med frekvenser som er mye høyere enn det som er nødvendig for å oppnå maksimal isometrisk kraft (ibid.). Noe som kan være ugunstig over lengre tid med tanke på høyfrekvenstretthet.

Tradisjonelt hevdes det at graden av synkronisering av aksjonspotensialer mellom de ulike motoriske enheter i en muskel er av betydning for kraftutviklingen. Mer synkrone aksjonspotensialer sies å gi høyere kraft (Türker og Sözen, 2012). Synkroniseringen av aktivering henviser til den temporale tilfeldigheten av impulser fra to eller flere motoriske enheter som fyrer samtidig (Kuriki, de Azevedo, Takahashi, Mello, Filho og Alves, 2012). Bedret evne til å rekruttere motoriske enheter samtidig gir større kraft utviklet av muskelen (Türker og Sözen, 2012). Ved submaksimal elektrisk stimulering av muskler ses det derimot at synkrone aksjonspotensialer ikke gir noe høyere kraft (Kuriki et al., 2012). Faktisk ser man en litt høyere kraftutvikling ved asynkron stimulering på submaksimal aktivering (ibid.). Synkronisering av aksjonspotensialer kan derfor ses bort ifra når man skal vurdere begrensninger i evnen til å utvikle størst mulig kraft. Heller ikke når man skal utvikle kraft hurtig ser det ut til at det er noen fordel med synkronisering av aksjonspotensialene mellom de ulike motoriske enheter i en muskel (ibid.). Ved vurdering av EMG-signalet er det viktig å ikke tillegge for stor vekt på synkronisering når forhold som påvirker kraftutviklingen diskuteres.

2.1.2 Andre aspekter

Det er som regel flere muskler som aktiveres når man skal skape et moment i et ledd. Det er alltid et samspill mellom mange muskler når flere ledd er involvert. Agonister er flere muskler som samarbeider om å skape et moment over ett ledd (Dahl og Rinvik, 2010). Antagonistene har sine senedrag på andre siden av leddet og kan tilsynelatende virke som om de motarbeider momentet (ibid). Antagonistenes aktivitet er imidlertid alltid nødvendig for å stabilisere ett ledd, men hvor optimal aktiveringen av antagonister er varierer (Katch et al., 2009). Graden av antagonistaktivering ser ut til å være avhengig av motstand, hastighet på bevegelsen, bevegelsesutslag, presisjonen i bevegelsen, type kontraksjon og varigheten på akselerasjons- og bremsefase (Dahl og Rinvik, 2010). Når det gjelder antagonistaktivering i forhold til hastighet på en kontraksjon ser man at EMG-signalet fra agonist og antagonist får et

tydeligere trefasisk forløp jo hurtigere kontraksjonen blir (Katch et al., 2009). Ved isometriske kontraksjoner er aktiviteten i antagonister som regel relativt liten. Det er relativt lite å hente på bedret samspill mellom agonister og antagonister ved trening i maksimale isometriske kontraksjoner (ibid.)

Videre er det mange synergister som skal samarbeide når man skal skape en bevegelse som involverer flere ledd. Synergist er en kraft eller funksjon som virker i samme retning som en annen (Kuriki et al., 2012). Både kraft og tidspunkt for når kraft settes inn optimaliseres i samarbeidet mellom muskler for at netto kraft skal bli størst mulig. I tillegg til at man er avhengig av muskelens størrelse og hastighet, vil koordineringen av alle involverte muskler spille en avgjørende rolle for hvor stor kraftutviklingen blir (ibid.). Koordineringen oppsummeres i hvor god teknikk man har i en gitt øvelse i forhold til det å skape størst mulig kraft. Generelt kan man si at en teknikk spiller liten rolle for kraftutviklingen i en enkel isometrisk kontraksjon (for eksempel kne- ekstensjon ved en gitt leddvinkel), men det vil spille en stor rolle i mer komplekse øvelser som involverer bevegelse over flere ledd (for eksempel i knebøy). Graden av synergistisk bruk av andre muskelgrupper og mengden av samtidig kontraksjon mellom antagonister kan endre bidraget av muskelstyrke i forskning på kraftutvikling i ledd (Lawrence og De Luca, 1981; Kuriki et al., 2012).

2.2 Måling av muskelaktivering

Styrkeprestasjon avhenger av kvantitet og kvalitet hos de involverte musklene, samt nervesystemets evne til å aktivere musklene (Sale, 1988). EMG er en nyttig metode fordi den gir oss innblikk i musklens aktivitet og med det produksjonen av muskelkraft gjennom både isometriske og dynamiske kontraksjoner (Staudenmann et al., 2010). I hvor stor grad en muskel aktiveres bestemmes av hvor mange muskelfibre i muskelgruppen som aktiveres og frekvensen på aksjonspotensiale ved viljestyrt muskelkontraksjon (Hof, 1997). Som respons på styrketrening er endringer i skjelettmuskulatur den viktigste faktoren, hvilket avhenger av hvor stor grad muskelmassen har blitt aktivert (Sale, 1988). Muskelaktivering er med det et resultat av den anstrengelsen en muskel foretar seg (Türker og Sözen, 2012).

Termen muskelstyrke refererer til muskelens evne til å skape spenning (Kuriki et al., 2012). Ved generering av muskelkraft som produserer mekanisk stress er nervestimulering som trigger prosessen den første nødvendige tilstanden (ibid.). Sensorisk input fra musklene reiser så gjennom afferente veier til sentralnervesystemet hvor rekrutteringen av motornevroner som stimulerer muskelfibre fører til uttrykk av muskelstyrke (ibid.). De fysiologiske prosessene som fører til uttrykket av muskelstyrke kan kvantifiseres gjennom EMG-aktivering. Relasjonen mellom innsats og EMG aktivering derimot er bare kvalitativ på grunn av den subjektive opplevelsen av anstrengelse (Türker og Sözen, 2012) og kan ikke kvantifiseres.

2.2.1 Overflate elektromyografi

Nært tilknyttet til genereringen av muskelkraft, er genereringen av elektriske signaler. Elektriske signaler kan bli observert ved å plassere elektroder på hudoverflaten for å oppdage den underliggende elektroniske aktiviteten (Kuriki et al., 2012). EMG kan også bli brukt for å undersøke aktiveringskarakteristikker for spesifikke muskelgrupper (ibid.). Studier med EMG har vist at økning i maksimal kraft og "rate of force development" (RFD) er assosiert med økt aktivering av målmuskelen (Sale, 1988). EMG er den elektrodiagnostiske studien av muskel og nerve (Türker og Sözen, 2012). En elektromyograf består av elektroder, samt en forsterker (Konrad, 2005). Resultatet fra en elektromyograf kalles et elektromyogram. Om elektromyogrammet stammer fra SEMG kalles det et overflateelektromyogram. EMG er ofte brukt for å måle nivået av muskelaktivering og gir et grovt estimat på treningsintensitet for spesifikke muskler involvert i øvelsene (ibid.).

Amplitude og power-spektrum av SEMG er allment brukt for å kvantifisere nevro-muskulær aktivitet og tretthet (Türker og Sözen, 2012). EMG og SEMG er viktige redskap for biomekaniske analyser som hjelper oss å forstå musklens rolle i ulike bevegelser (ibid.). Egenskapene til elektrodene som blir brukt ved SEMG muliggjør det å studere forskjellige muskler samtidig. SEMG har den fordelen av at utstyret kan imøtekomme forskjellige input samtidig (ibid.). Når en studerer flere muskler samtidig vil det ikke gi noen ulemper for FP. EMG er nyttig fordi det er en av få metoder som kan se på muskelaktivitet og dermed muskelkraftproduksjon ved funksjonelle bevegelser (Staudenmann et al., 2010). EMG er en attraktiv metode fordi den gir enkel tilgang på fysiologiske prosesser som får muskelen til å generere kraft (Türker og Sözen, 2012).

SEMG, noen ganger kalt kinesiologisk elektromyografi, er den elektromyografiske analysen som gjør det mulig å innhente elektriske signaler fra muskler i en kropp som er i bevegelse (ibid.). Aksjonspotensialet i muskelen forårsaker muskelkontraksjoner. Ved å måle membranpotensialet i muskelceller er det dermed mulig å anslå hvor aktiv muskelcellen er (Staudenmann et al., 2010). Det er mulig å måle spredningen av aksjonspotensialet gjennom cellen med SEMG gjennom huden (ibid.). Amplitude av MUAP generert i distale muskler eller dype motoriske enheter distribueres jevnt over hudoverflaten hvor elektrodene er plassert (Garcia og Vieira, 2011). Aksjonspotensialene i muskelcellene er små (mikrovolt = μV) og det er dermed nødvendig å forsterke disse signalene.

Ved voluntær kontraksjon er muskelkraft modulert av sentralnervesystemet som kombinerer rekruttering med frekvensen på aktivering av motoriske enheter og synkronisering (Kuriki et al., 2012). Rekrutteringen av motoriske enheter involverer antall og type fibre aktivert. Frekvensen av aktivering av motoriske enheter refererer til det faktum at fibrene ikke forholder seg kontraherte, avslappet mellom hver aktivering, og med det reflekterer repeterbarheten av aktivering (ibid.).

I muskelkontraksjoner kan graden av kraft reguleres i endringer i antall rekrutterte motoriske enheter eller endringer i frekvensen av rekruttering (Kuriki et al., 2012). For å øke styrken i en muskel må antall rekrutterte fibre øke i henhold til Hennemans størrelsesprinsipp. Etter rekruttering av alle fibrene, kan kraft videre bli økt av frekvensen på aktivering (Kuriki et al., 2012). Spesifikke anatomiske egenskaper som påvirker muskelfibrenes lengde, muskelfibertype og muskeldeler kan variere mellom muskler (Türker og Sözen, 2012).

2.2.2 Feilkilder ved EMG

EMG-signaler kan bli påvirket av muskelens anatomi (Türker og Sözen, 2012). Opptaket og tolkningen må ta anatomiske forskjeller i betraktning (ibid.) Flere forstyrrelser kan også påvirke EMG-signalet. Forstyrrelsene kan være forårsaket av elektrodeforflytning, kabler og feste, som følge av bevegelse hos subjektet. EMG-signalets lave amplitude er svært utsatt for støy. Støy kan komme både som elektronisk støy fra omgivelsene og artefakter som stammer fra bevegelse, både mellom elektroder og hud, samt bevegelse i kablene (Konrad, 2005). "Cross-talk", som er signalforstyrrelse opprinnelig fra andre muskler, kan gi støy under undersøkelsen (Staudenmann et al., 2010). Avhengig av størrelse og tykkelse kan "cross-talk"

være mer eller mindre problematisk. Noen grad av støy vil alltid være tilstede. Analyser og filtrering av signalene gjøres for å fjerne støy (Konrad, 2005).

2.2.3 Elektroder og elektrodeplassing

Før plassering av elektroder på huden, må man være sikker på at huden er ren og tørr (Türker og Sözen, 2012). Rengjøring av huden er viktig for at EMG-opptaket skal ha lave støynivåer (ibid.). Skikkelig hudforberedelse og elektrodeplassing er viktige elementer for å skaffe seg EMG-målinger av høy kvalitet. Klargjøring av huden er essensielt for å unngå artefakter og få riktige signaler. Det er obligatorisk å gjenkjenne artefakter som kan forandre EMG-signalet, i tillegg til å velge bestemte filtreringsprosedyrer før noen annen form for analyse (ibid.).

Silver/silver chloride pre-gelled elektroder er de mest brukte og anbefalte for generell bruk av overflate-elektroder (Konrad, 2005). Elektroder lagd av Ag/AgCl er ofte foretrukket overfor andre, siden de er ikke-polariserbare. Noe som betyr at impedansen vises i form av motstand (Türker og Sözen, 2012). Disse elektrodene produseres som enten wet-gel eller selvklebende-gel. Ved siden av enkel og rask håndtering vil ikke hygieniske aspekter være noe problem når man bruker engangs-elektroder (Konrad, 2005). Generelt vil wet-gel elektroder ha bedre ledningsevne og impedansforhold (=lavere impedans) enn de selvklebende.

Får å få valide data fra EMG er plasseringen av elektrodene viktig og avhenger av muskelens vinkel og type. De fleste anbefalingene for elektrodeplassing arbeider med en et anatomisk markeringssystem, basert på dominante beinområder eller andre strukturer som lett kan palperes (Hermens, Freriks, Merletti, Hägg, Stegeman og Blok, 1999). Det anbefales å ikke plassere elektroder over "motor point" regioner (områder med høy tetthet av motoriske endeplater) for muskelen (ibid.). Ved dynamiske studier er det veldig viktig å lokalisere elektrodeparene i en sentral posisjon over muskelbukken og ta hensyn til muskelforflytningen ved leddbevegelse (Konrad, 2005).

2.3 Muskelvekst ved styrketrening

Muskelgruppens tverrsnitt er den viktigste bestemmende faktor på hvor stor kraft som kan utvikles ved langsomme forkortningshastigheter (Katch et al., 2009). En økning i tverrsnitt defineres som muskelhypertrofi (Philips, 2000). Det er det største tverrsnittet på muskelbuen som bestemmer styrken ved maksimal aktivering (ibid.). Man må derfor sikre seg at man virkelig måler det største tverrsnittet siden alle våre større muskler varierer relativt mye i sitt tverrsnitt fra utspring til feste.

Økning i muskelstørrelse er et naturlig resultat av styrketrening (Tarpinning, Wiswell, Hawkins og Marcell, 2001). Det faktum at styrketrening og andre former for mekanisk belastning fører til økning i muskelstørrelse er vel etablert (Tarpinning et al., 2001; Goldberg, Etlinger, Goldspink og Jablecki, 1975; Shoepe, Stelzer, Garner og Widrick, 2003; Bird, Tarpinning og Marino, 2005). Forskning viser at muskelens tverrsnittareale (CSA) kan øke med 0,1 til 0,5 % per treningsøkt. Økningen i CSA er beregnet ut i fra at en 12 ukers periode med tung styrketrening viser en økning på 5 – 25 % i en sammenfatning av en rekke forskningsresultater (Wernbom, Augustsson og Thomeé, 2007). Et styrketreningsprogram hvor hver muskelgruppe trenes to til tre ganger per uke, kan gi en økning i tverrsnitt på 0,2 – 0,4 % per økt i starten av en treningsperiode (Gjerset, Haugen, Holmstad, Raastad og Giske, 2012). Den prosentvise økningen ser ut til å være lik mellom kvinner og menn (O'Hagan et al., 1995; Bird et al., 2005). Hos utrente individer kan man se en økning i CSA på 10 - 31 % i type I fibre, og en økning på 20 - 45 % i type II fibre (Campos et al., 2002; MacDougall, 2003; Bird et al., 2005). Utrente ser ut til å oppnå økning i muskelvolum (hypertrofi) best ved 6 - 15 repetisjoner med en treningsbelastning på 60 - 80 % av 1RM (Kraemer og Ratamess, 2004). En økning i muskelstørrelse har også vist seg å komme etter relativt korte treningsperioder på 8-12 uker (Folland og Williams, 2007).

Sammenhengen mellom styrke og tverrsnitt ligger i hvor mange sarkomer man har i parallell (Raastad et al., 2010). Mer nøyaktig hvor mange aktive tverrbroer man kan få i parallell (ibid.). For styrke betyr det derfor liten eller ingen rolle om en muskel eller muskelgruppe har et stort tverrsnitt. Dette på grunn av store enkeltfibere (som følge av hypertrofi) eller mange fibre (som følge av arv eller hyperplasi; Katch et al., 2009). Muskelfibrenes ordning, om de går parallelt eller er skråstilt i forhold til muskelens lengderetning, spiller en rolle for muskelens kraftutvikling ved et bestemt tverrsnitt (Raastad et al., 2010). Spesielt har muskelfibrenes ordning betydning for forholdet mellom kraft og forkortningshastighet.

2.3.1 Stimuli for muskelvekst

En økning i muskeltensjon (kraft) ved styrketrening gir den primære stimuli til å starte prosessen for muskelvekst og hypertrofi (Katch et al., 2009). De to fundamentale adaptasjonene nødvendig for muskelvekst, økt proteinsyntese og satelittcelle proliferasjon, er mobilisert fra de innledende fasene av styrketrening (Philips, 2000). Muskelhypertrofi reflekterer en fundamental biologisk adaptasjon på økt arbeidsbelastning uavhengig av alder og kjønn (ibid.). Men man må ha i bakhånd at forbedret muskelstyrke og power ikke nødvendigvis fører til hypertrofi på grunn av viktige nevrologiske faktorer som i utgangspunktet påvirker uttrykket av menneskelig styrke (Katch et al., 2009).

Muskelvolum kan øke på forskjellige måter. Hver enkelt fiber kan øke tverrsnittarealet og/eller lengden (Raastad et al., 2010). Muskelen øker i volum ved å danne flere muskelfibre, også kalt hyperplasi (ibid.). Volumet kan også øke ved at det dannes mer bindevev. Dette bindevevet vil som regel ikke øke muskelstyrken. Hypertrofien av muskulatur forekommer av akkumulering av proteiner (Kraemer, Ratamess og French, 2002). Muskelødeleggelse fra mekanisk (eksentrisk muskelaksjon) eller metabolsk stress (hypoksis-relaterte faktorer) er stimuli for muskelvekst (ibid.). Mekanisk og metabolsk stress oppnås gjennom styrketrening.

2.3.2 Hvordan måle muskelvekst

Muskeltykkelsen ble målt *in vivo* med 2D- ultralyd. Todimensjonal ultralydundersøkelser har blitt benyttet i stor grad innen forskning de siste tiårene. Denne metoden innebærer direkte måling av muskeltykkelse og fasikkelvinkel ved hjelp av lydbølger fra sonografene.

Image Processing and Analysis in Java (ImageJ) brukes for å få kvantitative data fra ultralydbildene. ImageJ er et gratis, nedlastningsbart, bildeprosesserings program (<http://imagej.nih.gov/ij/download.html>) som er utviklet av *the National Institute of Health*. ImageJ har blitt brukt i tidligere studier for å måle totalt tverrsnittareal og har vist å ha en intraclass korrelasjons koeffisient for intrarater reliabilitet rangert fra 0.89 til 0,99 (Fortin og Battié, 2012).

2.4 Styrkeøking ved styrketrening

Styrketrening er vel etablert som en effektiv metode for forbedring av evnen til å utvikle muskelkraft (Hass, Feigenbaum og Franklin, 2001; Bird et al., 2005). Muskelstyrke er ofte fastsatt for å evaluere tilpasninger ved en treningsintervensjon (Verdijk, van Loon, Meijer og Savelberg, 2009). Det finnes mye forskning som er gjort på styrketrening. Kraemer og medarbeidere (2002) viste at det er vanlig å finne fremgang i 1RM på ca. 1 % per treningsøkt i de øvelsene som ble trent. Fremgangen ble vist hos utrente FP som hadde en treningsmotstand over 60% av 1RM ved trening 2 - 3 ganger per uke. Økningen i 1RM lå på 30 - 40 % etter 12- ukers treningsperiode som er vanlig lengde på treningsintervensjoner. Denne økningen vil kunne være lik for både unge og eldre, kvinner og menn, men det er store individuelle forskjeller i styrkefremgang (Hubal, Gordish-Dressman, Thompson, Price, Hoffman og Angelopoulos, 2005). Variasjon fra menneske til menneske er stor, når noen har en økning på 4 - 5 % kan andre øke med 60 % (Raastad et al., 2010).

2.4.1 Sammenheng mellom rekruttering og styrkeøking

Mulige mekanismer for den nevralt adaptasjonen relateres til rekruttering av motoriske enheter og fyringsfrekvens (Türker og Sözen, 2012). En bedret evne til rekruttering av motoriske enheter kan ses på som en av de viktigste årsakene til økning i maksimalstyrke (Staudenmann, et al., 2010).

Utrente vil ofte øke maksimal styrke svært raskt i begynnelsen. Det er vel etablert fra forskning og praktisk erfaring at stor økning i styrke blant utrente er lett oppnåelig gjennom progressiv styrketrening (Häkkinen, 2002). For de som er utrente kan man også se muskelvekst og økt maksimalstyrke når de trener med relativt lav belastning og mange repetisjoner (Kraemer, Adams, Cafarelli, Dudley, Dooly og Feigenbaum, 2002). Utrente øker styrken raskt når de starter å trene, og utviklingen går langsommere når de er blitt bedre trent (ibid.). Forklaringen på dette kan være en bedret rekruttering eller nevralt adaptasjoner er mest dominerende i oppstart av trening (ibid.). Ifølge Wernbom og medarbeidere (2007) får man økning i maksimal styrke ved å ligge på en treningsmotstand tilsvarende 70 - 85 % av 1RM hos utrente ved 4 - 8 repetisjoner. For lokal muskulær utholdenhet bør en ligge på 20 - 60 % av 1 RM (ibid.). I tillegg er det også etablert at utrente har store individuelle forskjeller i styrkeøking (Häkkinen, 2002).

2.5 Repetisjoner og belastning ved trening

Hensikten med styrketreningen kan være forskjellig. Ulike treningsmetoder gir best effekt på de forskjellige styrkeegenskapene. Tan (1999) foreslår at belastning og volum er den kritiske faktoren som fastsetter de nevralt adaptasjonene ved styrketrening. DeLorme (1945) sin klassiske forskningsartikkel foreslår at styrketreningsprogram med få repetisjoner/høy motstand favoriserer adaptasjoner for styrke og kraft, definert som "styrke-utholdenhets kontinuumet". Trening med mange repetisjoner/lav belastning øker den muskulære utholdenheten (DeLorme, 1945). Studier bruker denne forskningen som evidens på den muskulære styrken og utholdenheten i forhold til antall repetisjoner som gjennomføres i treningsøkten. Ved stor belastning og få repetisjoner blir muskel proteinsyntesen stimulert mer enn ved mange repetisjoner og lett belastning (Burd, West, Staples, Atherton, Baker og Moore, 2010). En motstand på over 70 % av 1RM vil gi stimuli for muskulære adaptasjoner (Ratamess, Alvar, Evetoch, Housh, Kibler og Kraemer, 2009). Maksimal styrke har vist seg å øke signifikant for de som trener med lavt antall repetisjoner og stor belastning, mens de som har trent mange repetisjoner med lavere belastning har størst økning på maksimalt antall repetisjoner på 60 % av 1RM (Campos et al., 2002). Dataene til Campos og medarbeidere (2002) demonstrerer at fysisk prestasjon og den assosierte fysiologiske adaptasjonen er linket mot motstand og antall repetisjoner gjennomført.

Terminologien utholdende styrke innebærer styrketrening som brukes for trening med relativt lett belastning og mange (20 - 100) repetisjoner (Raastad et al., 2010). Lav belastning brukes når treningen fokuser på >20RM (Bird et al., 2005). Denne treningsformen har liten effekt på maksimal kraft, men har derimot en mye større effekt på hvor lenge vi kan holde på med den relative intensiteten i forhold til den tradisjonelle styrketreningen (Campos et al., 2002) Ettersom treningsformen bare i en liten grad påvirker evnen til maksimal kraftutvikling faller den ikke innenfor styrketreningsbegrepet. Den muskulære utholdenheten vil også forbedres ved tradisjonell styrketrening (ibid.). Utholdende styrke er ingen testvariabel i denne masteroppgaven.

2.6 Muskel tretthet og trening til utmattelse

Anstrengelsesutløst muskeltretthet (eng. fatigue) er en av de mest kontroversielle problemstillinger rundt styrketrening (Sundstrup, Jakobsen, Andersen, Zebis, Mortensen og Andersen, 2012). Muskulær tretthet defineres som "en forbigående redusert evne i

arbeidskapasitet, forårsaket av forutgående fysisk aktivitet" (Asmussen, 1979). Ifølge Dahl og Rinvik (2010) må muskulær tretthet ha en lenger varighet som innebærer at den skyldes fysisk aktivitet, og at trettheten blir borte igjen når muskelen er uthvilt. I sammenheng til oppgaven vil "evne i arbeidskapasitet" innebære evnen til maksimal kraftutvikling. Sammenligning av trening til utmattelse og ikke har vist at det gir bedre effekt ved å ikke gå til utmattelse (Izquierdo, Gonzales-Badillo, Häkkinen, Ibanez, Kraemer, Altadill, Eslava og Gorostiaga, 2006). Trening til utmattelse kan fremme muskulær utholdenhet og øke tiden til utmattelse, hvorav trening som ikke fører til utmattelse kan forbedre styrke- og kraftøkning (Sundstrup et al., 2011). Muskulær utholdenhet er høyt avhengig av fibertypesammensetningen som er den største avgjørende faktoren for muskulær tretthet (Mileva, Morgan og Bowtell, 2009). Slow-twitch muskelfibre har et høyere nivå av tretthetsmotstand enn fast-twitch fibre (Fleck og Kraemer, 2004).

Chaffin (1973) kategoriserte evnen til å ikke lenger opprettholde ønsket kraftutviklingen lokalisert i muskelen/muskelgruppen som lokal muskeltretthet. For å studere den lokale muskeltrettheten kan en se på median frekvensen (MF) i "power density spectrum" av de myoelektriske signalene i EMG (De Luca, 1984). Tretthet er reflektert i EMG-signalet som en økning i amplitude og en nedgang i spektrale frekvenser (Kallenberg, Schulte, Disselhorst-Klug og Hermens, 2007). Analyser av MF registrert fra overflaten av huden har blitt benyttet i stor grad (ibid.). Det ble tidlig etablert at ved muskeltretthet er det et skifte mot lavere frekvens, samtidig som en økning i amplitude av signalene tatt opp med SEMG (Cobb og Forbes, 1923).

2.7 Bodypump™

Gruppetreningstimen Bodypump™ av LesMills™ er en av mange ferdig koreograferte konsepter som tilbys på treningssentre i en internasjonal sammenheng. I Norge er det 158 treningssentre som tilbyr Bodypump™, mens i internasjonal sammenheng er det hele 14 000 (www.lesmills.com). LesMills™ hevder selv at mulige fordeler med å trene Bodypump™ vil være økt muskelstyrke, lokal muskulær utholdenhet, økt utholdenhet, reduksjon av fettmasse, i tillegg til økning eller opprettholdelse av fettfri kroppsmasse (Les Mills International Limited, 2007). Treningstimen består av 10-12 styrkeøvelser med vektstang, vekter og stepkasse hvor hver øvelsene består av omtrent 100 repetisjoner (Stanforth, Stanforth, Hoemeke og Margaret, 2000). Bodypump™ er derfor en høy- repetisjons treningsøkt. Les

Mills™ sertifiserer instruktørene og tilbyr dem fire, to obligatoriske, oppfølgingskurs årlig. De reklamerer også med at Bodypump™ passer for både menn og kvinner, at en timen forbrenner inntil 600 kalorier, forbedrer den allmenne helsen, styrker skjelettet og øker muskelstyrken (www.lesmills.com).

Forskningen gjort på Bodypump™ er minimal. Stanforth og medarbeidere (2000) har sett på de metabolske og fysiologiske responsene etter en time med Bodypump™. Sammenlignet med sirkeltrening var de aerobe kravene mindre og med det ikke nok stimuli til økt utholdenhet (Stanforth et al., 2000). I denne sammenhengen må det også nevnes at dette ikke var en treningsintervensjon, men kun én gjennomføring av treningstimen med målinger. Oliveira og medarbeidere (2009) så på muskelaktivitet under én enkelt treningsøkt med Bodypump™ og konkluderte med at treningen gir nok belastning for økt muskelstyrke i underkroppsmuskulatur. En nyere studie (Greco, Oliveira, Pereira, Figueira, Ruas, Goncalves og Denadai, 2011) evaluerte effekten av trening i 12 uker med Bodypump™ på nevro-muskulære og metabolske variabler relatert til fysisk form og prestasjon. Greco og medarbeidere konkluderer med at 12 uker med Bodypump™ kan øke maksimal muskelstyrke (14 %) signifikant i underkroppsmuskulatur. 13 uker med Bodypump™ viste økning i overkroppsstyrke målt som 6RM i benkpress, og i underkropp ved 6RM leg press (Lythe, Pfitzinger og Ho, 2000¹) hvor styrken fortsatte å forbedres etter 5 nye uker (Lythe, Pfitzinger og Ho, 2000²).

I følge LesMills™ er nøkkel til Bodypump™: THE REP EFFECT™. Dette skal være et gjennombrudd innen styrketrening som har vist å gi en rask total kroppsforandring. THE REP EFFECT™ gir den tradisjonelle tankegangen å løfte tunge vekter en utfordring. En skal heller slite ut musklene med lette til moderate vekter og utføre mange repetisjoner i en enkelt økt (www.lesmills.com). I en typisk Bodypump™ økt, gjennomfører man omtrent 800 repetisjoner på 55 minutter. Sammenlignet med en standard styrketreningsøkt er dette fire ganger så mange repetisjoner (ibid.). I følge Les Mills™ bruker Bodypump™ THE REP EFFECT™ for å forme skuldrene, få definerte biceps og triceps, sterke legger, fast rumpe og stram kjerne. Koreografien i hver av disse områdene er spesielt målrettet slik at man forbrenner fett, forbrenner flere kalorier og mer meningsfull fett-tap og muskeltrethet for å bygge styrke uten bulking (ibid.).

3. Metode

3.1 Studiedesign

Denne masteroppgaven er en del av doktorgradprosjektet "Bodypump og Personlig trening", som er en randomisert enkeltblindet kontrollert studie. Doktorgradprosjektet har en intervensjonsperiode på 12 uker og er en prospektiv intervensjonsstudie. Hovedhensikten med studien var å se på endringer i muskelstyrke og kroppssammensetning. Studiens intervensjon ble gjennomført to ganger (høst 2012 og vår 2013). De inkluderte deltakerne (n=144) ble randomisert til en av fire intervensjonsgrupper:

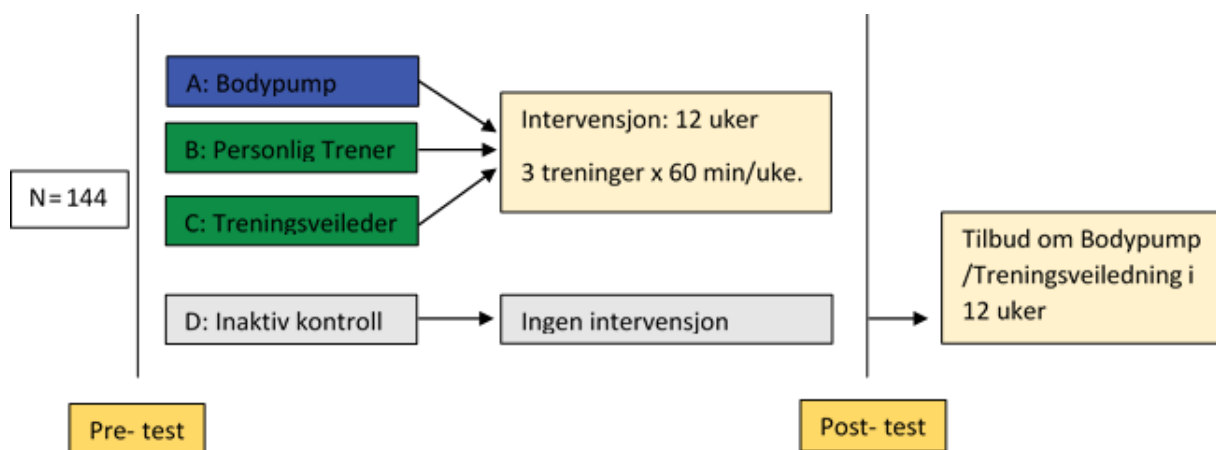
A = Bodypump (BP)

B = Styrketrening med personlig trener (PT)

C = Styrketrening på egenhånd med treningsveiledning (TV)

D = Kontrollgruppe (inaktiv)

Intervensjonsgruppene gjennomførte to ulike intervensjoner med ulikt treningsopplegg, hvor kontrollgruppen ble bedt om å fortsette sitt vanlige levesett. PT og TV hadde nøyaktig samme treningsprogram, og kun oppfølgingen i ved treningen var forskjellig. I masteroppgaven slås PT og TV sammen for å se på forskjellen mellom Bodypump™ og styrketrening uavhengig om treningen har foregått med personlig trener eller treningsveiledning. Gruppen består av de som trente styrketrening (ST). Treningsprogrammet til ST baserer seg på øvelsene til Bodypump™, bare med ulik motstand, repetisjoner og serier.



Figur 1: Oversikt over intervensjonen i "Bodypump og Personlig trening". Forsøkspersonen ble randomisert til en av de fire intervensjonsgruppene. Totalt ble 144 FP inkludert i studien.

Ved randomisering til en av de fire intervensjonsgruppene, ble det sikret at resultatene kunne tilskrives intervensjonen (Thomas, Nelson og Silverman, 2011). Randomiseringen i studien ble gjennomført av statistiker og professor Ingar Holme ved Norges idrettshøgskole (NIH).

3.2 Utvalg

Utvalget bestod av 144 friske kvinner som tilfredsstilte kravene for deltagelse i studien. I pulje 1 var det totalt 97 deltagere, mens pulje 2 bestod av 47 deltakere. Til masteroppgaven ble 18 FP frivillige fra pulje 2 inkludert.

3.2.1 Rekruttering og seleksjon

Deltakerne ble rekruttert via en rekke ulike medier, men hovedsakelig via *Facebook* og NIH sin hjemmeside. Plakater på helsestasjoner ble også brukt for inkludering av FP.

Rekrutteringen av deltagere til masteroppgaven foregikk gjennom mail til allerede inkluderte FP i doktorgradsstudien.

3.2.2 Inklusjon- og eksklusjonskriterier

Inkluderingen ble gjort i henhold til de fastsatte kriteriene for deltagelse. Deltakerne skulle være "ikke regelmessige trenede" kvinner (BMI > 25) mellom 18 og 65 år (tabell 1). De måtte være friske og skulle ved eventuelle kontraindikasjoner, for tung styrketrening, ekskluderes. Hvis det var planlagt fri fra trening/ferie over to uker under intervensjonsperioden ble de også ekskludert. Kvinner som allerede deltok på organisert og planlagt fysisk aktivitet mer enn en gang per 14. dag ble ekskludert, mens rolige gåturer, lett hage- og husarbeid ikke ble regnet som planlagt fysisk aktivitet i denne sammenhengen. Ekskludering gjordes fortløpende av prosjektleder under kontakt med de som meldte interesse for studien. Helsesjekk ble fylt ut ved pre-test før testingen startet.

Tabell 1: Inklusjons- og eksklusjonskriterier for studien.

Inklusjonskriterier	Eksklusjonskriterier
Kvinner mellom 18 og 65 år	Allerede deltakelse på tilsvarende prosjekt
BMI over 25,0	Sykdommer eller skader med kontraindikasjon for fysisk aktivitet.
Ikke vært regelmessig fysisk aktiv minst 1 gang per 14.dag	Planlagt lengre ferie eller fravær fra treningen under intervensjonsperioden før inklusjon (> 2 uker).

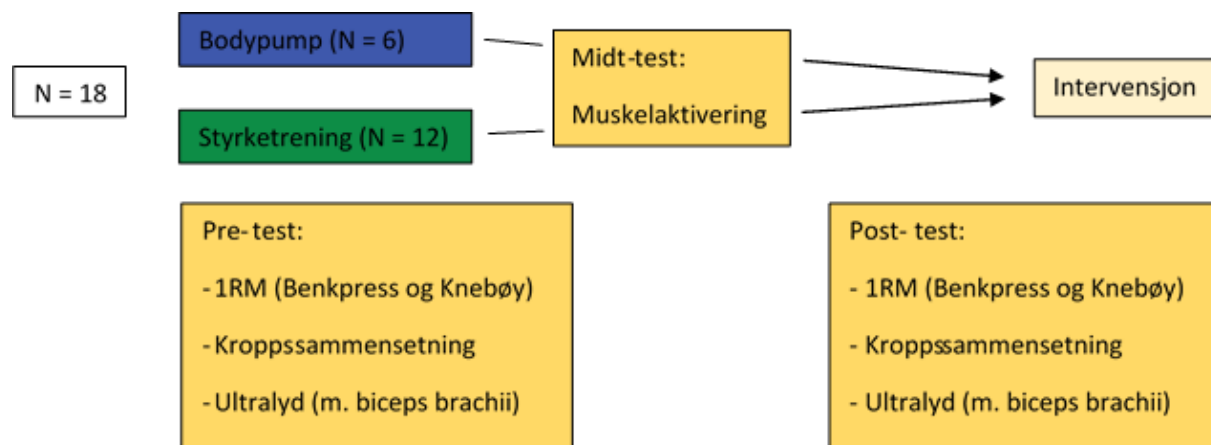
Være frisk i den forstand at de kan gjennomføre treningen og testingen	Gravid ved inklusjon
Kunne transportere seg selv til og fra trening og testing	
Forstår norsk skriftlig/muntlig	

3.2.3 Informasjon

I forkant av studien fikk alle interesserte et informasjonsskriv (vedlegg 1) som inneholdt hensikt, bakgrunn og informasjon om prosjektet. Her ble de blant annet informert om at de når som helst kunne trekke seg fra studien uten grunn. Alle som ønsket å delta i studien signerte en samtykkeerklæring (vedlegg 3). Alle FP i pulje 2 ble tilsendt infoskriv (vedlegg 2) om masteroppgaven og gav tilbakemelding om de ville delta eller ikke.

3.3 Intervensjon

I intervensjonsperioden skulle deltakerne gjennomføre tildelt intervensjon 3 x 60 minutter per uke. Registrering av alle treningsøkter ble utført gjennom hele intervensjonsperioden. Intervensjonsgruppene skrev treningsdagbok og loggførte treningsøktene. FP hadde selv ansvar for registreringen. Disse dataene brukes i masteroppgaven for å se på adherence (deltakelse/oppmøte). I løpet av 12 uker skulle deltakerne gjennomføre de tre oppsatte øktene per uke, tilsvarende totalt 36 økter. Testing av muskelaktivering var en del av registrert trening. Deltakerne ble oppfordret til å fortsette med tidligere levemåte i forhold til kosthold (samt alkohol, røyk, medisinbruk osv.) som de hadde hatt før intervensjonen. Levemåten ble kontrollert for med spørreskjema ved pre- og post-test.



Figur 2: Skjematisk oversikt over masteroppgaven

3.3.1 Bodypump™

Treningskonseptet Bodypump™ er et treningstilbud innenfor kategorien gruppetrening.

Treningen inneholder 10-12 styrketreningsøvelser med vektstang, vekter og stepkasse (tabell 2). Hver treningsdel utgjør omtrent 100 repetisjoner for muskelgruppen som trenes (Stanforth et al., 2000). Bodypump™ har utviklet seg gjennom stadige oppdateringer. I masteroppgaven har BP gjennomført utgivelse 84 (tabell 2).

Tabell 2: Viser øvelsesutvalg og repetisjoner i Bodypump™ release 84 som ble gjennomført ved mid-test.

Treningsdel	Inkluderte øvelser	Varighet (min)
1. Warmup	- Markløft - Roing (smalt grep) - Frivending - Skulderpress - Knebøy - Utfall - Bicepscurl	4:56
2. Squats	- Knebøy	5:12
3. Chest	- Benkpress	5:04
4. Back	- Markløft - Roing (bredt grep) - Frivending	5:29
5. Triceps	- Triceps (over hodet) - Triceps kickback	4:56
6. Biceps	- Bicepscurl	4:34
7. Lunges	- Utfall - Knebøy	5:39
8. Shoulders	- Sidehev - Skulderpress	5:24

3.3.2 Styrketrening

Treningsprogrammet til PT og TV er et helkroppsprogram med bølgeperiodisering. Det er tre ulike økter med variasjon av øvelsesutførelse og -utvalg per uke. De tre styrkeøktene er delt inn i lett, middels og tung, hvor de varierte i antall repetisjoner, serier og varighet på pausene. Deltakerne i ST skulle gjennomføre styrketrening med TV eller PT. De som mottok TV fikk innlæring av øvelsene med teknikkutførelse før og midtveis i treningsperioden.

Styrketreningen foregikk deretter på egenhånd. Tabell 3 viser økt 1 i uke 1-4, som deltakerne gjennomførte på testdagen.

Tabell 3: Treningsøkten som deltakerne gjennomførte på testdagen

Styrketrening Økt 1, 9RM	Oppvarming		Trening	
	Øvelser	Serier	Reps	Serier
Knebøy	1	10	2	9
Utfall	2	10	4	9
Strake mark	1	10	2	9
Roing (smalt)	1	10	2	9
Benkpress	1	10	2	9
Dips	1	10	2	9
Skulderpress	1	10	2	9
Sidehev	1	10	2	9
Frivendinger	1	10	2	9
Triceps	1	10	2	9
Bicepscurl	1	10	2	9

3.4 Testprosedyrer

Pre-testingen bestod av standardisert testing av muskelstyrke (1RM), muskelstørrelse (ultral lyd) og kroppssammensetning (InBody). Deltakerne i masteroppgaven måtte i tillegg møte opp til en ekstra testdag (mid-test) i løpet av uke 4 til 7. Ved post-testing ble de samme testene for muskelstyrke, muskelstørrelse og kroppssammensetning gjennomført.

3.4.1 Muskelstyrke

Dynamisk muskelstyrke er i de fleste treningsintervensjoner testet som 1RM ved bruk av tradisjonelle styrketreningsapparater eller frivekter. Ettersom en økning i muskelstyrke er den mest vanlige og viktigste fordelen ved styrketrening er en nøyaktig fastsettelse for å vurdere muskelstyrken på en riktig måte essensielt (Levinger, Goodman, Hare, Jerums, Toia og Selig, 2007). 1RM metoden er definert som den maksimale vekten som kan bli løftet en gang med riktig løfteteknikk (DeLorme, 1945). Det er en enkel test og krever forholdsvis billig utstyr (Levinger et al., 2007). RM testing skaper en isoinertial kontraksjon, altså en konstant vekt som blir løftet med voluntær hastighet (Verdijk et al., 2009). 1RM-testing er blitt foreslått som en reliabel metode for vurdering av muskelstyrke både hos unge og eldre (Philips, Batterham, Valenzuela og Burkett, 2004; Ploutz-Snyder og Giamis, 2001; Verdijk et al., 2009). 1RM test er ansett som en gullstandard når det kommer til vurdering av muskelstyrke i et ikke-laboratorisk miljø (Levinger et al., 2007). Ved eksaminering av reliabiliteten av 1RM testing på utrente middelaldrende menn (N=25) og kvinner (N=28) viste det høy korrelasjon ($r > 0.9$) for alle de testede øvelsene (ibid.). Intraclass korrelasjon koeffisienten (ICC) var også høy (ICC $> 0,99$; ibid.). 1RM er derfor en reliabel metode for evaluering av maksimal styrke hos utrente middelaldrende individer (ibid.).

Målingen av en repetisjon maksimum (1RM) i knebøy og benkpress fra doktorgradsstudien blir brukt for å se på den prosentvise belastningen som ble gjennomført under treningsøktene.

Oppvarming bestod av tre serier med gradvis økende motstand (40-75-85 % av forventet 1RM) og reduksjon av repetisjoner (12-7-3). FP gjennomførte første forsøk med en motstand omtrent 5 % under forventet 1RM. Etter hvert godkjent forsøk ble motstanden økt 2 - 5 % helt til FP ikke fikk godkjent løftet i løpet av to forsøk. Pausen mellom hvert forsøk var på 3 - 5 minutter. Variasjonskoeffisienten er < 5.4 % i alle 1 RM tester (Paulsen, Myklestad og Raastad, 2003).

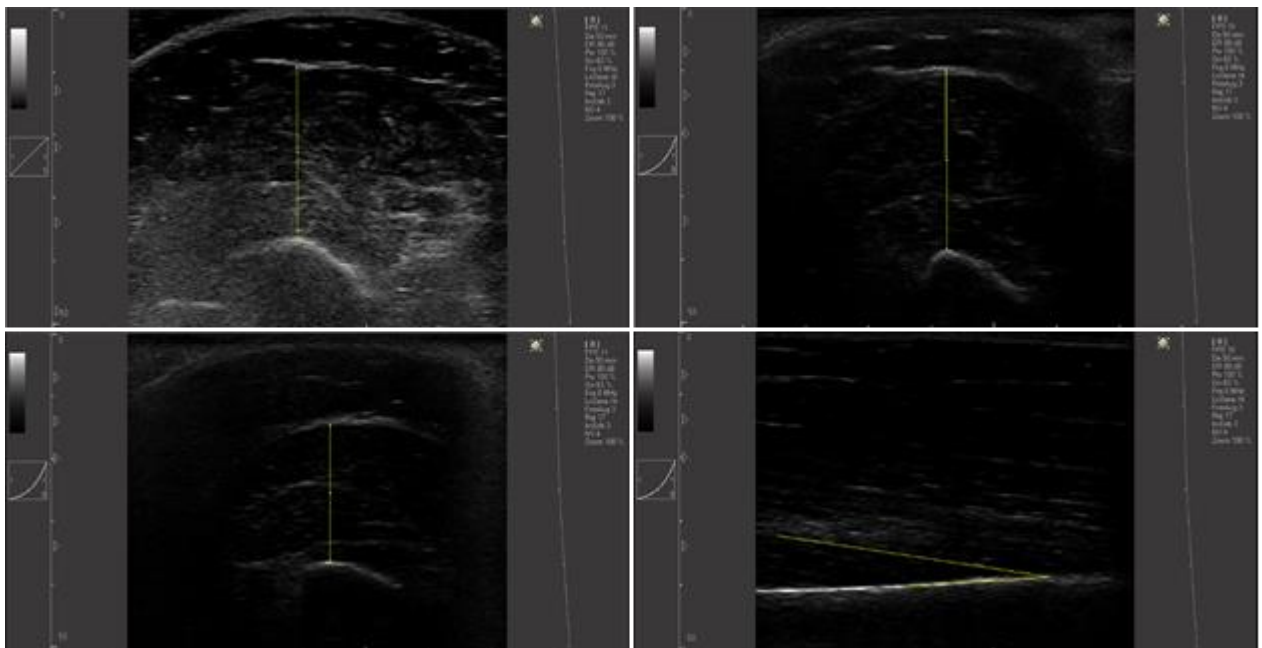
3.4.2 Muskelstørrelse

For å se på muskelstørrelsen ble det gjort ultralydmålinger av m. biceps brachii.

Ultralydmålingene ble gjort på NIH etter gjennomført 1RM- testing med Philips HD11 XE (Royal Philips Electronics, Amsterdam, Nederland) og tilhørende programvare. Maskinen har en 50-mm lineær spekterprobe (5 - 12MHz) som vinkelrett ble påført m. biceps brachii med vannløselig gel (Dane-gel E2, Rohde products, Danmark). Det ble målt tverrsnitt på ca 25, 50

og 75 % av lengden fra albuefuren til der fremre del av m. deltoideus kryss biceps mediale hode (henholdsvis betegnet som nedre, midtre og øvre del i Figur 3). Det ble også tatt et longitudinelt bilde midt på buken for å måle fasiklenes vinkel (disse data presenteres ikke; Figur 3). For hver forsøksperson ble de skannede områdene ved pre-test tegnet over på et gjennomsiktig plastark. Føflekker og andre permanente landemerker på huden ble brukt til orientering, slik at de samme områdene ble skannet ved post-test. Alle målingen ble gjennomført av samme testperson og med samme ultralydmaskin.

I bildeprogrammet ImageJ ble ultralydbildene analysert. Størrelse på muskelen ble målt (straight line) fra knokkel til fettvev i både nedre, midtre og øvre del av muskelen. I tillegg ble vinkelen målt (angle tool). Muskeltykkelse ble bestemt av distansen mellom grensesnittet for muskelvevet, fra subkutant fett til benet. (Simão, Spinetti, de Salles, Oliveira, Matta, Miranda, Miranda og Costa 2010). Muskeltykkelsen som blir brukt i analysen er gjennomsnitt av to målinger for hver måling. Videre analyser av ultralydbildene er gjort av én testperson.



Figur 3: Viser hvordan kvantitative data ble utarbeidet av ultralydbildene i ImageJ. 1= nedre del, 2= midtre del, 3 = øvre del og 4 = lengde (vinkel). Gul linje markerer for distanse.

3.4.3 Kroppssammensetning

Kroppssammensetning er måling av muskel og fett. For måling av kroppssammensetning brukes ofte utstyr med bioimpedans. Bioimpedansmetoden går ut på at svakstrøm sendes gjennom individets kropp hvor motstanden i hver vevstype kvantifiseres. Målingen med InBody 720 (Biospace Co., Ltd, Seoul, Korea) ble gjennomført i henhold til prosedyren beskrevet i original brukermanual (BioSpace Co., 2004). Forsøkspersonene møtte opp på NIH i fastende tilstand til avtalt tidspunkt på morgenen. De ble anmodet å benytte det minst energikrevende fremkomstmiddelet. Alt av gjenstander ble fjernet fra FP ved målinger og de stilte kun i undertøy.

FP stilte seg på InBody med vekt på hælene plassert på de to sirkelformede elektrodene og med fremre del av føttene på de to ovale elektrodene. FP grep om håndtakene med fire fingre i kontakt med elektroden i underkant av håndtakene med tomlene på elektrodene på oversiden. FP skulle ha armene ned langs siden av kroppen og holde dem i ro. De stod avslappet i en naturlig oppreist posisjon. Under den halvannet minutt lange målingen holdt FP posisjonen uten verken å prate eller bevege seg. Før hver måling ble fot- og håndelektroder tørket med desinfiserende middel for å opprettholde impedansen, i tillegg til hygieniske årsaker. InBody målinger ble gjennomført ved totalt to anledninger (pre- og post-test).

3.4.4 Muskelaktivering

3.4.4.1 Utstyr og spesifikasjoner

For å ta opp EMG-signaler fra fem muskler på høyre side (m. vastus medialis, m. semitendinosus, m. biceps brachii, m. triceps brachii og m. pectoralis major), ble en 8- kanals EMG (Noraxon TeleMyo 2400T G2, Scottsdale, AZ, USA) brukt. Trådløse sendere (Noraxon DTS) overfører signaler til en mottaker (TM2400 wireless receiver PC card, Scottsdale, AZ, USA) som er koblet opp mot bærbar pc (Asus N71J). SEMG ble registrert av bipolare overflate elektroder (Ambu Blue Sensor M, Single patient use ECG Electrodes, M-00-S/50, Ballerup, Danmark) som ble plassert på huden, på den mest hensiktsmessige plasseringen for hver muskel og i muskelfiberens retning. Dette ble gjort ifølge Konrads (2005) ABC og EMG som beskrives under elektrodeplassering. Elektrodene ble festet og kontrollert for gode signaler. Alle opptak og prosesseringer foregikk med MyoResearch XP Master Edition (Versjon 1.08.17). Opptaket ble samlet inn med en frekvens på 3000Hz. EMG-signalene ble overført (transmitted), forsterket 1000 ganger (amplified) og filtrert (filtered). Prosesseringen

foregikk med IIR Lowpass (Butterworth, 500 Hz) og IIR Highpass (Butterworth, 10 Hz), rektifikasjon og "smoothing" (running mean over 250 ms).

I analysene gjort i MyoResearch har repetisjonene blitt uthentet fra Standard Amplitude og periodene blir definert ut i fra Rise/Fall by trigger channel (Rise to fall). Grenseverdiene (Thresholds) er absolutte og varierer i Rise to Fall (μV) i forhold til FP sin aktiveringsgrad. Dette har blitt manuelt stilt inn for å sikre korrekte analyser. Alle analysene har en Minimum (anti-rattle) varighet på 250 ms. Periodene er satt ut i fra kanalen til muskelen som skal analyseres. Det er brukt gjennomsnitt av hver periode (μV) for videre analyser og statistiske beregninger.

3.4.4.2 Testprosedyren

Testingen av muskelaktivering foregikk på biomekanisk laboratorium på NIH. FP møtte opp til avtalt tidspunkt (normal treningstid) og fulgte oppsatt protokoll for gjennomføring av testingen (vedlegg 4). EMG-målingenes effekt er relatert til korrekt elektrodeplassering, essensiell hudforberedelser og bra måleinstrumenter.

Musklene som ble målt for muskelaktivering var m. vastus medialis, m. semitendinosus, m. biceps brachii, m. triceps brachii og m. pectoralis major. Testingen startet med oppvarming i fem minutter på ergometersykkel. Samtidig som oppvarmingen foregikk fikk FP instruksjoner om hvordan testingen skulle gjennomføres. Deretter fulgte rengjøring av hud basert på de teoretiske retningslinjene (Konrad, 2005). Plasseringen av elektroder ble som tidligere nevnt gjort med SENIAM sine anbefalinger basert på et anatomisk markeringssystem. Videre ble signalene for de ulike musklene testet før MVIC ble gjennomført.

Før treningsøkten ble FP gitt tre forsøk til å utvikle maksimal aktivering gjennom MVIC for hver muskel. Øvelsene for MVIC er valgt ut i fra "ABC of EMG" (Konrad, 2005) og har i tillegg blitt pilot-testet på 4 medstudenter. Pilot ble gjort for å bedømme hvilke øvelser som egner seg best og som viser høyest aktivering for de inkluderte musklene. Den valgte øvelsen for MVIC er benkpress for m. pectoralis major og m. triceps brachii. Denne øvelsen er med i treningen, i tillegg til å gi god aktivering av den store brystmuskulaturen. Det viste høyere aktivering av m. triceps brachii ved benkpress enn ved isolert albueekstensjon. Dette er grunnen til at begge disse musklene testes ved samme øvelse. Det vil også spare FP og testleder for tid. FP skal ha god skulder- og ryggstøtte og et albueledd på 90 grader (Konrad, 2005).


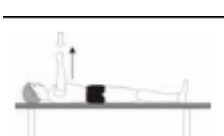
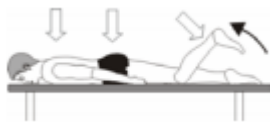

m. vastus medialis viser noe høyere aktivering ved kneekstensjon enn beinpress eller knebøy ved pilottesting. FP ble feste i hofte og fremside ankel i en isokinetisk dynamometer og skulle presse mot kneekstensjon.

m. biceps brachii ble testet ved albuefleksjon med stabilisert skuldermuskulatur. Albueleddet var 90 grader med støtte av overarm og låsing ved håndledd.

m. semitendinosus ble testet ved knefleksjon hvor FP ligger på matte, der hofte og rygg ligger i ro. Kneet er flektert 20-30 grader. Ankel presses mot overkropp.

Verdien for MVIC er gjennomsnittet av et sammenhengende 1 sekund av de totalt 3 forsøkene på 5 sekunder. Dette sekundet er den delen som viser størst aktiveringsgrad for målmuskelen. Rådata for hver repetisjon er gjennomsnitt av hver periode (μV) og gjennomsnittlig frekvens av hver periode (Hz), i tillegg til peak μV og Hz i løpet av treningsserien.

Tabell 4: Viser hvordan testingen for MVIC ble gjennomført. I illustrasjon (Konrad, 2005) er de ytre kreftene hvite piler, mens voluntær kraft skapes i retningen til de svarte pilene.

Muskel	Illustrasjon	Beskrivelse
m. biceps brachii		Stabil albue og kropp i knelende posisjon hvor FP bruker biceps til å presse mot egen kropp. Albueledd i 90 grader.
m. triceps brachii og m. pectoralis major		Benkpress med stang hvor FP presser med albueledd i 90 grader. God skulder og rygg kontroll.
m. semitendinosus		Holder igjen i ankel med flektert kne i 20-30 grader. Ankel press mot overkropp.
m. vastus medialis		Festet i hofte og ankel. FP press mot ankelfeste.

Etter at verdiene for MVIC for de inkluderte musklene var registrert gjennomførte FP sitt tildelte treningsprogram slik som beskrevet under treningsmetoder (3.3.1 og 3.3.2).

Registreringen av EMG-aktivitet med SEMG ble gjennomført under hele treningsøkten ekskludert pauser. Det foregikk derfor kun målinger til de tidene der musklene ble aktivt brukt. Målinger ble ikke gjennomført når BP skiftet motstand mellom treningsseriene. For ST ble hver øvelse utført med et oppvarmingssett på 10 repetisjoner. Mellom hver øvelse var det ca. 45 sekunders pause og mellom hver serie var det 60 sekunders pause. Treningsøkten som ble gjennomført på testdagen hadde 9RM som mål for hver treningsserie. Kvantitative data ble hentet ut fra de prosesserte signalene av EMG-opptaket.

3.5 Databehandling og statistiske analyser

Prosesseringer av EMG- signalene ble som nevnt gjennomført i MyoResearch. Rådata fra testene ble videre plottet inn i Microsoft Excel (2011) og deretter også overført til statistikkprogrammet IBM SPSS, *Statistic Package for Social Scientists* (versjon 21, 2013). SPSS har også blitt brukt for å kvalitetssikre statistiske beregninger som er blitt gjennomført i Excel.

Signifikantnivået ble satt til 0,05 for alle statistiske analyser. For sammenligning av gruppene ble det gjennomført tosidig t-test. Det ble også gjennomført korrelasjonsanalyser med x-y plotting. Dataene er presentert som gjennomsnittsverdier \pm standardavvik (SD).

3.6 Pilot

I Januar og Februar, 2013, ble det gjennomført flere pilottester der hensikten var å teste måleinstrumentene for muskelaktivering. Deltakerne for pilottestene var medstudenter som var kjent med ST. Hensikten med en pilotstudie er og finne ut hva som fungerer og hva som bør endres før studien settes i gang (Thomas et al., 2011). Dette ble brukt både som innlæring av utstyr og for å finne ut hvilke tester som skulle brukes for MVIC for de ulike musklene. Gjennomføringen bestod først av ulike varianter av isometrisk bevegelse for maksimal aktivering. Variasjonene ga grunnlag for hvilken testmetode som skulle benyttes under selve testingen. Deretter ble styrketreningsøkten gjennomført.

3.7 Etikk

Doktorgradsprosjektet er godkjent via Regional komité for medisinsk forskningsetikk (REK Sør-øst) og Norsk samfunnsvitenskapelige datatjeneste (NSD). Gjennomføringen er blitt gjort i henhold til Helsinki-deklarasjonen. Deltakerne ble informert om frivillig deltakelse i prosjektet og at de når som helst kunne trekke seg uten grunn. Alle deltakerne signerte samtykkeerklæring før deltakelse i studien.

4. Resultat

4.1 Beskrivelse av utvalget

Totalt 18 kvinner som var inkludert i doktorgradstudien møtte opp til testing av muskelaktivering underveis i intervensjonsperioden. I hver gruppe var det 6 forsøkspersoner som deltok i masteroppgaven. Den ene gruppen trente Bodypump (BP), mens treningsveileding (TV) og de som trente med personlig trener (PT) er gruppert inn i en styrketreningsgruppe (ST). Det var ingen forskjell i alder, kroppsvekt, høyde og BMI ved pre-test mellom gruppene blant FP inkludert i masteroppgaven (tabell 5).

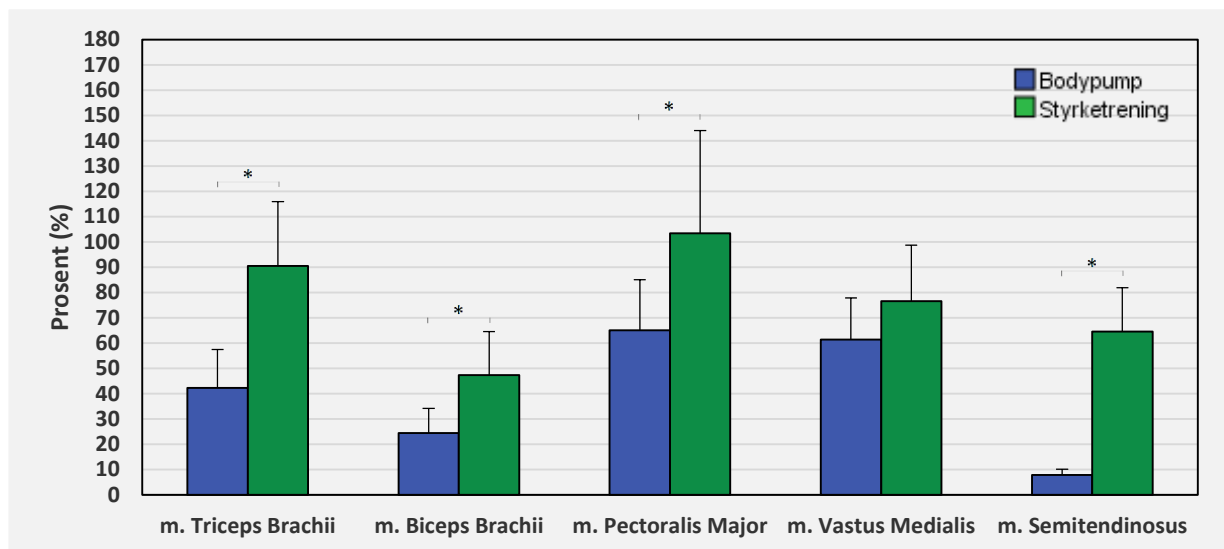
Tabell 5: Oversikt over utvalget ved intervensjonstart som deltok i masterprosjektet med måling av muskelaktivering for den tildelte treningsmetoden.

	BP	ST
Alder (år)	49,3 ± 6,0	42,8 ± 9,5
Høyde (cm)	167,7 ± 5,0	167 ± 4,5
Vekt (kg)	89,9 ± 10,7	90,9 ± 18,3
Endring (%)	-0,9 ± 3,8	-0,6 ± 3,6
BMI	31,9 ± 3,1	30 ± 11
Antall	6	12

Antall gjennomførte treningsøkter gjennom intervensjonen er $22,5 \pm 10,6$ for BP (N = 2) og $31 \pm 4,6$ for ST (N = 12). Ved fullstendig oppmøte ville det ha vært 36 økter. ST har i gjennomsnitt møtt opp på 86 % av treningen, mens BP har møtt opp på 62,5 % av treningen. Utrengningene for adherence er gjort for de FP som leverte inn treningsdagbok ved post-test.

4.2 Muskelaktivering

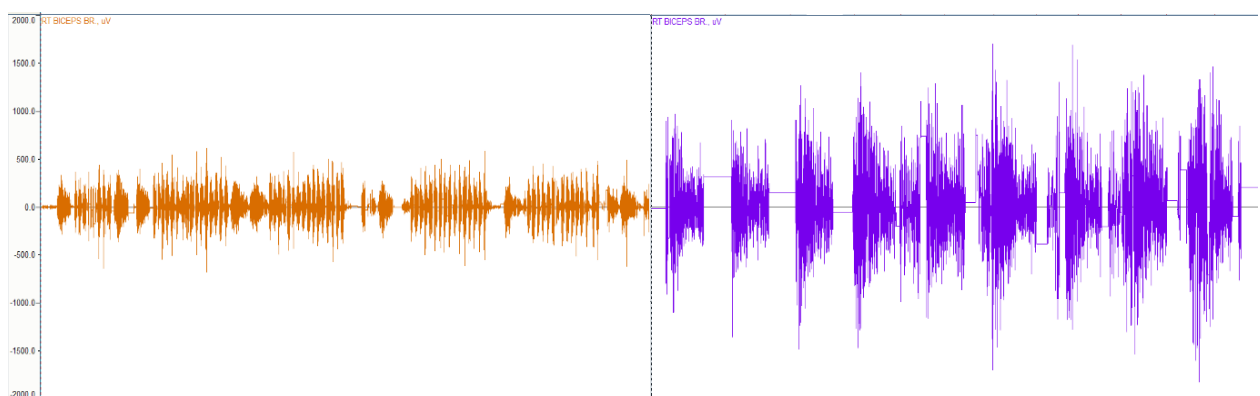
Figur 4 viser gruppenes totale gjennomsnittlige muskelaktivering med SD for alle FP i de ulike musklene. Muskelaktiveringen er for de fem ulike musklene som ble målt under treningsøkten. Den prosentvise aktiveringen er bestemt ut ifra MVIC som ble gjennomført før treningsøkten (beskrevet under testprotokoll).



Figur 4: Viser gjennomsnittlig aktivering av de ulike musklene basert på gruppetilhørighet med SD. Musklene representerer x-aksen for de ulike gruppene og verdiene er i prosent av MVIC. Det er statistisk signifikant forskjell (* $p < 0,05$) mellom gruppene i alle muskler bortsett fra m. vastus medialis.

Det er statistisk signifikant forskjell ($p < 0,05$) mellom BP og ST for gjennomsnittlig bruk av muskel under økt uten oppvarming for m. triceps brachii ($p = 0,001$), m. biceps brachii ($p = 0,008$), m. pectoralis major ($p = 0,046$) og m. semitendinosus ($p = 0,000$). Det var ingen signifikant forskjell i muskelaktivering av m. vastus medialis ($p = 0,161$) mellom BP og ST.

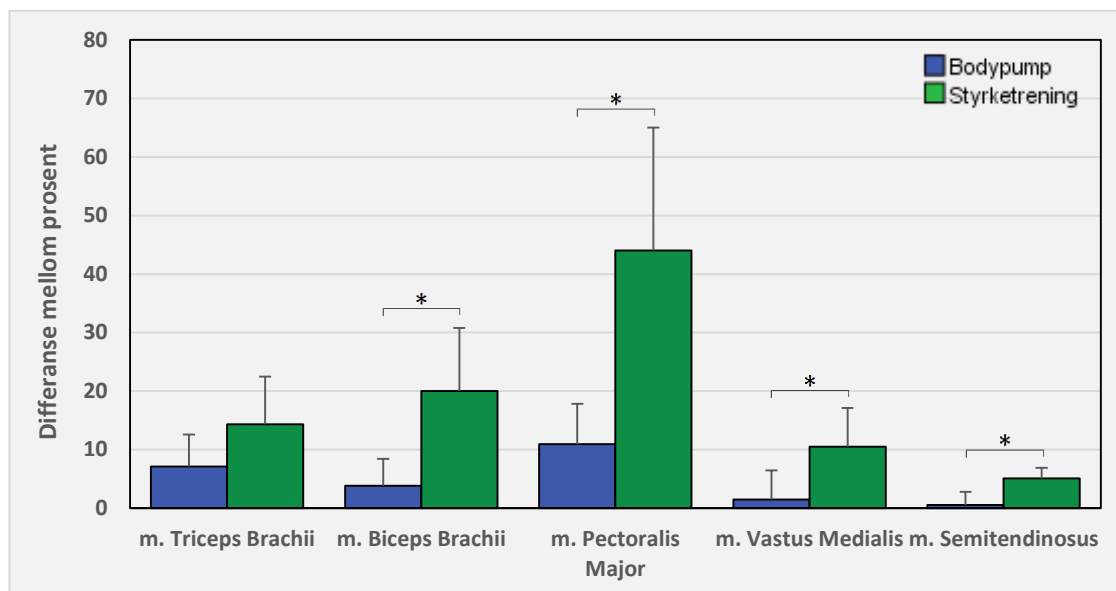
Power spekter analyser av m. biceps brachii viser en tendens til økning i median frekvens (Hz) fra de første til siste repetisjonene hos ST ($p = 0,085$). BP har ingen økning i Hz ($p = 0,5$). Det er ingen statistisk signifikant forskjell mellom gruppene ($p = 0,68$). ST har økt amplitude, men ingen nedgang i spektral frekvens, mens BP har lik amplitude og ingen nedgang i spektral frekvens. BP har også noen mer vedvarende kontraksjoner.



Figur 5: Eksempel på EMG-signaler av m. biceps brachii ved bicepscurl for BP (venstre, oransje) og bicepstrening for ST (høyre, blå). Signalene er rådata. Varigheten for serien i BP er 4 minutter og 34 sekunder, mens ST har en varighet på 13 sekunder.

Differansen mellom de første og siste repetisjonene er gjort ved gjennomsnitt av de to første repetisjonene og subtrahere denne verdien på gjennomsnittet av de to siste repetisjonene for ST. For BP er dette gjort mellom de ti første og de ti siste repetisjonene. Dette er blitt gjort i den øvelsen hvor hver muskel er målmuskel for øvelsen. Forskjellen mellom gruppene når det kommer til endringene i muskelaktivering under trening viser en større økning mot MVIC i gruppene som trente ST i forhold til BP.

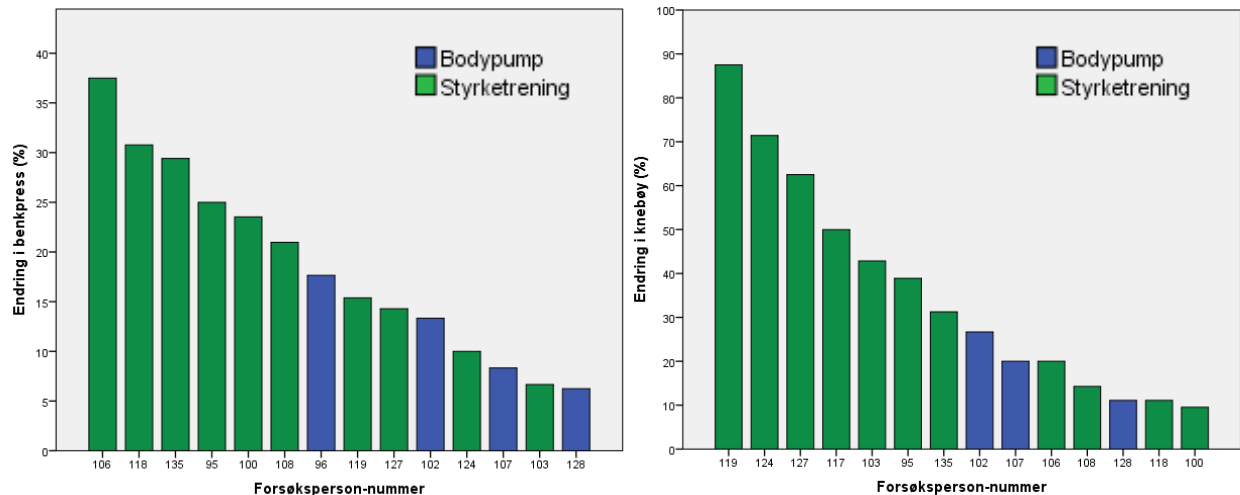
Det er statistisk signifikant forskjell ($p < 0,05$) mellom BP og ST ved differansen mellom første og siste repetisjoner for m. biceps brachii ($p = 0,003$), m. pectoralis major ($p = 0,002$), m. vastus medialis ($p = 0,000$), og m. semitendinosus ($p = 0,000$).



Figur 6: Differansen mellom de første og siste repetisjonene med gjennomsnitt for de som trente BP og de som trente ST. Det er statistisk signifikant forskjell ($*p < 0,05$) mellom gruppe i alle musklene bortsett fra m. triceps brachii.

4.3 Styrkeøkning

Endringer i benkpress og knebøy blir representert i figur 7 og gir oss en oversikt over hvordan endringene er i de ulike gruppene når de sorteres fra høy til lav økning.



Figur 7: Viser endringene for alle FP i benkpress og knebøy med markering for gruppetilhørighet.

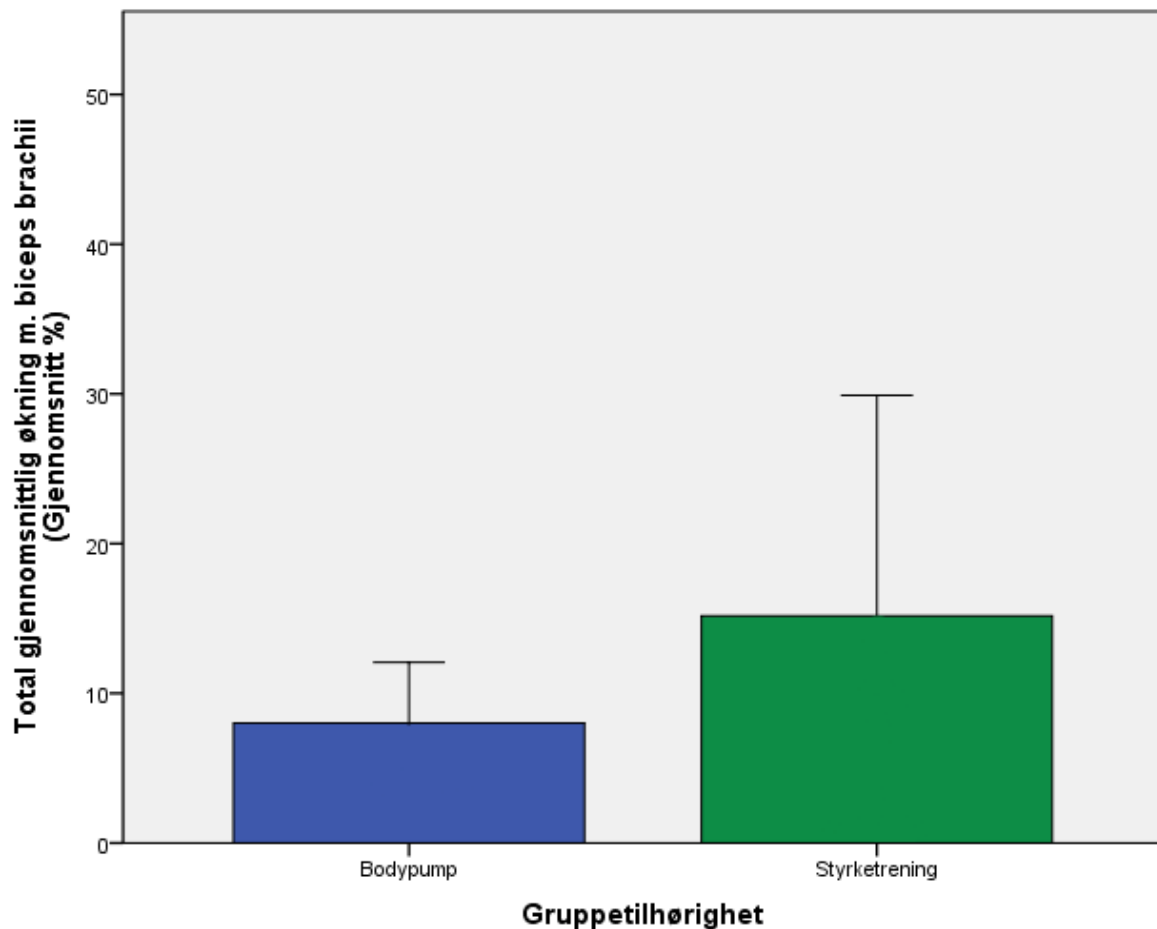
Antallet som gjennomførte både pre- og post-test for 1RM knebøy var 3 FP i BP og 11 FP i ST. Begge gruppene økte 1RM knebøy, BP ($p = 0,035$) og ST ($p = 0,000$). De som gjennomførte både pre- og post-test for 1RM benkpress var 4 FP i BP og 10 FP i ST. Ved statistiske beregninger var det signifikant økning hos de FP som trente BP ($p = 0,035$) og ST ($p = 0,000$).

Økningen i 1RM knebøy i prosent for BP har et gjennomsnitt på $19,3 \pm 7,8$. For ST er det et gjennomsnitt på 40 ± 26 for økning i 1RM knebøy. Økningen i 1RM benkpress i prosent for BP har et gjennomsnitt på $11,4 \pm 5,1$. For ST er det et gjennomsnitt på $23,1 \pm 9,8$ for økning i 1RM benkpress. Det er statistisk signifikant forskjell i økning i styrke mellom gruppene i både knebøy ($p = 0,000$) og benkpress ($p = 0,000$).

Gjennom korrelasjonsanalyser mellom muskelaktivering og økning i benkpress og knebøy viser det ingen sammenheng for mål musklene som blir brukt under øvelsen. Det er store individuelle forskjeller mellom FP innad i gruppene som viser seg i disse korrelasjonsanalysene.

4.4 Muskelstørrelse

Den gjennomsnittlige verdien for den totale økningen av størrelse i m. biceps brachii er 15, % for ST og 8 % for BP. Det er ingen statistisk signifikant forskjell mellom gruppene ($p = 0,17$). Samlet er det en økning i muskelstørrelse på 13,3 % gjennom den 12-ukers treningsintervensjonen. Totalt er det ingen sammenheng mellom aktiveringen og endringen i m. biceps brachii ved korrelasjonsanalyser.



Figur 8: Viser den gjennomsnittlige endringen innad i gruppene med SD for økning i muskelstørrelse av m. biceps brachii.

5. Diskusjon

Hensikten med denne masteroppgaven var å se på muskelaktivering ved to ulike styrketreningsmetoder; Bodypump™ og styrketrening. Totalt 18 overvektige kvinnelige forsøkspersoner deltok.

Muskelaktivering av m. triceps brachii, m. biceps brachii, m. pectoralis major og m. semitendinosus var større i ST enn BP. Differansen mellom de første og siste repetisjonene i en treningsserie i de respektive øvelsene viste større økning i ST enn BP av m. biceps brachii, m. pectoralis major, m. vastus medialis og m. semitendinosus.

Ved 1RM testing er det økning i begge gruppene for både knebøy og benkpress. Det er også forskjell mellom gruppene for begge styrkevariablene i favør av ST. Ved måling av muskelhypertrofi var det ingen forskjell mellom gruppene, men ST hadde en gjennomsnittlig større økning i muskelstørrelse i forhold til BP.

Ved korrelasjonsanalyser var det ingen sammenheng mellom muskelaktivering og de andre faktorene analysert.

5.1 Diskusjon av resultatene

5.1.1 Muskelaktivering

I fire av de fem musklene som ble målt var det høyere muskelaktivering i ST enn BP. ST har en større aktiveringsgrad mot sitt maksimale, enn BP, for alle musklene. Det er en tydelig større aktiveringsgrad under treningen for ST. Den større muskelaktiveringen hos ST kan trolig skyldes høyere rekruttering av motoriske enheter på grunn av tyngre motstand.

5.1.1.1 Rekruttering av motoriske enheter og fyringsfrekvens

Tyngre arbeid for musklene krever økt aktivering av visse motoriske enheter og økt rekruttering av antall motoriske enheter (Staudenmann et al., 2010). Økt aktivering og rekruttering er sammensatte prosesser som fører til kraftutvikling, herav i form av muskelaktivering. Litteratur viser til at et økt nivå av muskelkraft krever en økt aktiveringsgrad (Moritani og Muri, 1987; Sale, 1988; Farina et al., 2002). Økt rekruttering av motoriske enheter fører til sterkere EMG-signal. Når tyngre motstand skal forflyttes må de sterke fibre aktivres (type II) for høyere kraftutvikling (Farina et al., 2002). Det er disse

motoriske enhetene som kreves ved tyngre arbeid. Den økte kraftutviklingen viser seg i de prosesserte dataene for ST. Tyngre motstand krever involvering av type II enheter som igjen krever en høyere fyringsfrekvens (Van Roie, Delecluse, Coudyzer, Boonen og Bautmans, 2013). Kravet til muskelaktivering ved trening vil på grunn av motstanden være høyere for ST enn BP. Noe dataene i denne studien bekrefter.

Motstanden for ST ligger på rundt 70 - 80 % av 1RM, mens BP ligger på 10 - 20 %. Det skjer altså en rekruttering av flere motoriske enheter ved det økende kraftbehovet (Moritani et al., 1987) i ST. Hennemans størrelsesprinsipp for rekruttering av motoriske enheter indikerer at når en submaksimal kontraksjon er opprettholdt vil de opprinnelige motoriske enhetene trøttes ut som fører til at en må aktivere større motoriske enheter (Van Roie et al., 2013).

Hovedkonseptet bak mange repetisjoner med lavere motstand vil være å skape metabolsk stress. Metabolsk stress medfører muskeltretthet som videre fører til rekruttering av flere og større motoriske enheter. I forhold til aktiveringsgraden hos BP, ser det ut til at de kun rekrutterer type I enheter ettersom motstanden på muskelen er så lav som den er. For BP vil den lave motstanden føre til at det er mulig å gjennomføre en stort antall repetisjoner og på denne måten trette ut muskelen for å skape adaptasjoner. THE REP EFFECT™ som Les Mills™ promoterer skal skape muskeltretthet og treningen vil hovedsakelig fokusere på å stresse muskelen til svikt. Den primære rollen ved trening til svikt ved repetisjoner har blitt relatert til økt rekruttering av motoriske enheter (aktivering) (Izquierdo et al., 2006).

Treningen skal derfor gi en økt rekruttering av motoriske enheter som igjen skal skape adaptasjoner i musklene. I tillegg viser Van Roie og medarbeidere (2013) til at det skjer en aktivering av større motoriske enheter. Den økte rekrutteringen av motoriske enheter blir ikke vist i testingen i denne masteroppgaven. BP viser ingen økning i muskelaktivering, derav ingen trening til svikt og med det ingen stor økning av muskelstørrelse eller styrke. Hvorfor den økte rekrutteringen ikke er til stede vil bli videre diskutert i avsnittet om nevralt adaptasjoner (5.1.1.2).

Analysen av power-spektrum viser heller ingen tegn til muskeltretthet. Rekrutteringen er tilnærmet lik gjennom hele treningsserien hos BP. I power-spektrum analysene ser vi at det er en større rekruttering av motoriske enheter i ST. Større rekruttering kan ses i form av høyere amplitude (Türker og Sözen, 2012). Samtidig er det ingen nedgang i power-spekteret (Hz) hos begge gruppene. En nedgang i Hz ville gitt indikasjon på muskulær tretthet. Det vises heller ingen tretthet i muskulaturen hos ST gjennom disse analysene. Konkret har ST en økt amplitude, men ingen nedgang i spektral frekvens, mens BP har lik amplitude og ingen

nedgang i spektral frekvens. Les Mills™ sin avertering om at musklene blir utslitte er ikke tilstede i denne studien. Heller ikke styrketreningen viser noen muskeltretthet, men i forhold til BP er det som tidligere poengtert en økning i rekruttering av motoriske enheter. Forskjellen mellom rekrutteringsgrad og muskeltretthet underbygges i Campos og medarbeidere (2002) sin studie som viste akkurat det samme. En forklaring på hvorfor det ikke vises tretthet utover i treningsserien er at det blir mindre lokal tretthet i musklene når de trenes (Komi og Buskrik, 1970; Milner-Brown et al., 1973). FP er inne til testing etter 4 uker med trening og kan ha tilpasset seg motstanden som gjennomføres.

Fra forskerens side er det ikke kjent om det er gjennomført studier på økning i styrke og muskelstørrelse hvor intervensjon var trening opp mot 100 repetisjoner. Derimot har trening til muskulær tretthet blitt forsket en del på. En populær metode for å skape muskulær tretthet er trening med blodrestriksjon/okulasjon (BFR). Muskelaktivering har vist seg å øke ved trening med lav motstand med BFR (Yasuda, Fukumura, Fukuda, Lida, Imuta, Sato, Yamasoba og Nakajima, 2014). Denne metoden går ut på å redusere blod/oksygentilførselen til muskelen og med det skape ugunstige forhold inne i muskelen, som gir raskere muskeltretthet (ibid). Under en akutt lav intensiv BFR styrketreningsøkt med en motstand på 30 % av 1RM med fire serier på 75 repetisjoner gjennom EMG er det en økning i både BFR-ekstremitet muskulaturen og ikke-begrenset kropp (Yasuda, Fujita, Miyagi, Kubota, Sato, Nakajima og Abe, 2006; Abe, Loenneke, Fahs, Rossow, Thiebaud og Bemben, 2012). Som tilsier at både trening med og uten blodrestriksjon gir økning så fremt muskelen blir trettet ut. Økt muskelaktivering assosiert med lav ytre belastning (20 – 30 % av 1RM) forårsaket av blodrestriksjon ser ut til å ha bedre intern aktiveringsintensitet i muskelen i forhold til den eksterne motstanden (ibid.). Yasuda og medarbeidere (2006) viste at muskelaktiveringen var høyere ved blodrestriksjon enn uten. Konseptet bak metodene for å skape muskulær tretthet er den samme, men med sammenligning ser man en større effekt av BFR enn uten. Lav motstand kan være vel så effektiv som tung motstand såfremt det skapes ugunstige forhold for muskulaturen (Abe et al., 2012). Les Mills™ tenkemåte i forhold til trening til svikt (muskeltretthet) bygger derfor på at det vil være økt muskelaktivering, men det vises ikke gjennom min studie. Den like rekruttering hos BP tyder på at muskelen verken får nok stimuli eller at det blir nedsatt oksygen- og blodtilførsel til muskulaturen. Enkelte forhold må vurderes for om mine resultater for BP kan konkluderes med. Ettersom FP i BP styrer sin egen motstand kan det med stor sannsynlighet hende at de ikke velger tung nok motstand i øvelsene. Det vil også være vanskelig å vite om de skal øke fra forrige økt ettersom det

gjennomføres et så stort antall repetisjoner. Det kan være mulig at de ikke ønsker å utsette seg selv for større ubehag enn det de allerede kan oppleve ved treningen. Den subjektive opplevelsen av treningen spiller i større grad inn på BP ettersom det er øvelser som foregår over lengre tid. Som tidligere nevnt er subjektiv følelse kun kvalitativ (Türker og Sözen, 2012) og kan ikke måles ut i fra EMG-signalene.

5.1.1.2 Nevral adaptasjon

Det er mulig at styrketrening forårsaker endringer i nervesystemet som tillater trente å mer fullt ut aktivere målmuskulaturen i spesifikke bevegelser (Sale, 1988). Styrketrening kan gi bedre koordinert aktivering av relevante muskler og med det få større netto kraft i riktig retning av bevegelsen (ibid.). Når bevegelser foregår over flere ledd vil flere muskler delta i forflyttelse av dreiemomentet. Det vil derfor være mulig, ved dårlig teknikk, å legge arbeidet over på muskler som ikke er ment å gjøre hovedarbeidet i bevegelsen. De målte musklene under testingen er kun de som er den primære muskelen for de ulike øvelsene. Som for eksempel m. vastus medialis ved knebøy og m. biceps brachii ved bicepscurl (Dahl og Rinvik, 2010). Lav aktiveringsgrad hos BP kan derfor være på grunn av en forskyvning av muskelarbeid på annen muskulatur. Det at BP har en veldig lav motstand kan gjøre at andre muskler kan gjøre alt arbeid uten at FP er klar over dette, ettersom de ikke har grundig teknikkinnlæring og ikke er innforstått med muskelbruken som nybegynnere. Det å "treffe" riktig muskel gjennom øvelsen er enklere ved tung enn ved lett motstand (Sale, 1988). Her vil også aktiveringsgrad være høyere hos alle de involverte musklene.

En mulig forklaring på lav aktiveringsgrad kan være muligheten til å bruke andre muskler når målmuskelen begynner å bli sliten. I for eksempel knebøy er quadriceps, som består av fire muskler, hovedbevegeren. Målingene er kun gjort på en av de tilhørende musklene til quadriceps (les. m. vastus medialis). I hvilken grad tilhørende agonister i muskelgruppen brukes under testingen er uvisst. Det er også mulig å legge arbeidet over på synergistene i bevegelsen. Synergistene kan samarbeide og med det gjøre arbeidet enklere for muskelen som er til hensikt å måle. Det er umulig å si noe om agonist og synergist aktivering i denne oppgaven, ettersom det ikke er gjennomført målinger på disse musklene. Ved vektbærende trening har det blitt målt stor koaktivering av antagonist og synergister (Isear, Erickson og Worrell, 1997). Koaktiveringen kan være en medvirkning i aktiveringsgraden av agonisten.

For å teste Les Mills™ sitt utsagn om at muskelen blir utslitt etter flere repetisjoner og om det vil gi en høyere muskelaktivering har også differansen mellom de første og siste repetisjonene blitt analysert. Disse analysene viser ingen endring i muskelaktivering for BP. Det at BP ikke har noen økning i muskelaktivering fra de 10 første til de 10 siste repetisjonene forteller oss at motstanden som BP trener med er for lav og at målmuskelen ikke får nok stimuli til å øke den muskulære styrken. For fremgang i muskelstyrke har det som nevnt vist seg å gi best økning med en motstand på >80 % av 1RM (Wernbom et al., 2007). Motstanden BP bruker ligger på 10 til 20 % av deres 1RM. Ettersom motstanden er lav, vil også teknikken påvirke om øvelsen treffer ønsket muskulatur. Det vil være enklere for FP å "jukse" og bruke andre muskler for å gjennomføre øvelsen. Annen muskelbruk kan være en mulig forklaring på hvorfor de stort sett ikke har noen økende aktivering utover i treningsserien. ST har derimot hatt veiledning i teknikken for øvelsene gjennomført. BP har kun instruksjoner av gruppetreningsinstruktør og får ikke noen individuell tilbakemelding. BP har uten veiledning heller ingen innlæring av teknikk. Det kan også være slik at ST har lært å treffe målmuskelen bedre under øvelsene ettersom de har fått god veiledning av autoriserte personlige trenere. I mer komplekse øvelser hvor bevegelsene foregår over flere ledd spiller teknikken inn for kraftutviklingen (Kuriki et al., 2012). I treningsprogrammet er det nesten kun øvelser som foregår over flere ledd. I tillegg er nok den avgjørende faktoren at BP rett og slett har for lav motstand til at muskelen blir sliten. På denne måten greier de ikke å rekruttere nok muskelfibre til å øke EMG-signalet. ST viser derimot en økning i enkeltserier, som gir et mer gunstig progresjonsmønster når det kommer til økning i EMG-aktivering.

Et annet synspunkt på at det ikke er noen muskeltretthet kan være motivasjonen under treningsøkten. På testingen gjennomførte BP treningsøkten til Bodypump Release 84 DVD. Bodypump Release 84 er den samme treningsøkten som FP i BP gjennomfører på SATS, men under testingen foregår altså instruksjonene gjennom video spilt av på PC. Å følge instruksjoner via PC-skjerm er noe annerledes enn treningsmiljøet som FP normalt blir utsatt for. Det var også uvant for ST ettersom de også gjennomførte treningsøkten i laboratoriet, men i mindre grad ettersom treningen foregikk slik den normalt ble gjennomført. En annen problemstilling knyttet til motivering er at utrente kan ha vanskeligheter med å presse seg selv (Kraemer et al., 2002). Ytre motivasjon vil i denne sammenhengen være i form av ros og verbalt press. Når BP ikke får noe ytre motivasjon kan det være enklere å gi opp og ikke ha like mye innsats som hvis den hadde vært tilstede. Mangel på ytre motivasjon kan være en indirekte faktor som er avgjørende for aktivering av den muskelen som er til hensikt å trene.

Ingen forskjell i muskelaktivering mellom gruppene i m. vastus medialis kan være på grunn av at muskelen allerede er godt trent. M. vastus medialis er en muskel som blir mye brukt i hverdagen, i tillegg til at FP er overvektige og får en stor motstand på musklene i beina. Overvektige har en større relativ motstand enn normalvektige. Maffioletti og medarbeidere (2007) viste at overvektige hadde en lavere muskeltrøtthet i m. quadriceps femoris (m. vastus lateralis, m. vastus medialis, m. rectus femoris og m. intermedius) sammenlignet med personer med normal vekt. Det at observerte svekkelsene i muskelfunksjon (voluntær tretthet og relativ styrke) er mindre hos overvektige er at de får en større daglig motstand av vekten sin (Maffioletti, Jubeau, Munzinger, Bizzini, Agosti, De Col, Lafortuna og Sartorio, 2007). De andre musklene som er testet er muskler som i mindre grad blir brukt i hverdagen hos lite aktive mennesker. Kroppsvekten utgjør også en betydelig rolle i øvelsene for beinmuskulaturen. Motstanden vil være relativt høyere for BP i m. vastus medialis enn for de andre musklene i respektive øvelsene.

5.1.2 Muskelvekst

Hypertrofien hos de som trente styrketrening i denne studien har en økning på gjennomsnittlig 13,3 %. En økning på 13,3 % i muskelstørrelse er som forventet av en 12- ukers periode. Wernbom og medarbeidere (2007) viser som nevnt til en økning i CSA på 5-25 % etter 12 uker med trening. I forhold til Wernbom og medarbeideres (2007) review ligger BP på det laveste nivået av hva som kan være forventes av trening etter 12 uker med sine 8%. Ut i fra mine resultater er styrketrening en optimal metode for å øke muskelstørrelse. Ved å gjennomføre styrketrening med 6-15 repetisjoner og en motstand som fører til at siste repetisjonen så vidt greier å gjennomføres vil det gi bedre resultater på hypertrofi enn ved mange repetisjoner og lav motstand.

Enn å eksponere seg for stor ytre belastning kan det å nå maksimal anstrengelse være av større viktighet for økning i muskelstørrelse (Carpinelli, 2008; Goto, Ishii og Kizuka, 2005; Rooney, Herbert og Balnave, 1994; Van Roie et al., 2013). Maksimal anstrengelse kan oppnås både ved lav motstand med mange repetisjoner eller ved tyngre motstand og færre repetisjoner. Tyngre motstand er ofte anbefalt som den optimale måten å maksimere muskelhypertrofi med styrketrening (Mitchell, Churchward-Venne, West, Burd, Breen, Baker og Phillips, 2012). Resultatene i min studie bekrefter en større økning ved tyngre motstand. Det er ofte hevdet at høy relativ treningsmotstand er nødvendig for å indusere hypertrofi ettersom det er assosiert med fullstendig muskelfiber rekruttering (Campos et al., 2002;

Mitchell et al., 2012) og aktivering av type II fibre som er kjent for å være mer responsive til hypertrofi (Mitchell et al., 2012). Aktivering av type II fibre kan ha vært høyere i ST i forhold til resultatene for delvariablene. Henneman størrelsesprinsipp for aktivering av motoriske enheter sier at de rekrutteres på en systematisk måte fra små til store med økt krav til kraftutvikling (Mitchell et al., 2012; Henneman, 1957) og progresjon i aktivering vil derfor skje ved økende stress uavhengig av motstand. Det økende stresset ser ikke ut å være like stort i BP som ST.

I studien til Yasuda og medarbeidere (2014) konkluderes det at trening med lav motstand kombinert med BFR høyner muskelaktiveringen og kan være en effektiv metode for å promotere muskelhypertrofi. Treningen ble gjennomført med Thera-band. BFR krever muskelen rekruttering av type II fibre som igjen stimulerer til muskelvekst som sannsynlig ikke skjer med BP i min studie. Styrketrening gjennomført med 30 % av 1RM til utmattelse kan resultere i muskelhypertrofi basert på den forlengede stimuleringen av myofibrillær proteinsyntese (Burd et al., 2010). Ifølge Burd og medarbeidere (2010) er den forlengende stimulering minst tilsvarende eller bedre enn graden av hypertrofi forårsaket av trening med tung motstand. En enkel gjennomføring av styrketrening ved 30 % av 1RM til det punktet av momentan muskeltretthet var like effektiv for stimulering av myofibrillær proteinsyntese som motstand løftet med 90 % av 1RM (også løftet til muskeltretthet) (ibid.). Burd og medarbeideres (2010) resultater er motstridene til resultatene i min studie, men man å huske at FP i min studie ikke oppnådde muskeltretthet. En annen studie gjort av Mitchell og medarbeidere (2012) har også sett på hypertrofi ved lav og høy motstand. Det mest interessante funnet til Mitchell et al. (2012) var at hypertrofien i 80%-3 var tilsvarende 30%-3 (% av 1RM til utmattelse, 3 ganger). Funnet til Mitchell et al. (2012) står i kontrast til løfteintensiteten som, som regel beskrives ved å fremme muskelvekst. De gjeldene anbefalingene ignorerer en rekke forskning som viser at lav motstand, som er kombinert med vaskulær okulasjon, viser lik hypertrofi og styrkeøkning som det som er observert med tradisjonell styrketrening (Mitchell et al., 2012). I kontrast til BFR har trening med lav motstand uten BFR minimale effekter på muskelstørrelse og funksjon (Loenneke, Wilson, Marin, Zourdos og Bembien, 2012). Campos og medarbeidere (2002) fant at 8 uker med trening med 20 til 28 repetisjoner ikke framprovoserte hypertrofi til tross for økning i 1RM og submaksimal styrke målt i antall repetisjoner på 60 % av 1RM. Ved kopiering av Campos og medarbeideres (2002) studie (Leger, Cartoni, Praz, Dèriaz, Crettenand og Gobelet, 2006) ble tilsvarende økning i hypertrofi for tung og lett motstand funnet. Resultatene i denne studien

legger seg på samme linje som resultatene til Campos et al. (2002) og finner heller ikke den samme økningen i hypertrofi som ble funnet av Mitchell og medarbeidere (2012).

5.1.3 Endringer i styrke

Intervensjonsperioden viste signifikant økning i maksimal dynamisk styrke målt som 1RM i forhold til pre-test resultater for begge gruppene. Allikevel er det vanskelig å sammenligne effektene av forskjellige treningsregimer på maksimal kraftutvikling (Häkkinen, 2002). Signifikant økning har også blitt vist tidligere med ulikt treningsopplegg (Campos et al., 2002; Van Roie et al., 2013). Bodypump™ fokuserer på økning i styrke (Les Mills, 2007) like mye som styrketrening. Dataene til Van Roie et al. (2013) m. flere støtter derimot "styrkeutholdenhets kontinuumet" til DeLorme (1945) som foreslår at få repetisjoner/tung motstand favoriserer styrke adaptasjoner, mens flere repetisjoner/lett motstand øker den muskulære utholdenheten. Trening med tung motstand gir større økning i 1RM styrke enn lav motstand (Van Roie et al., 2013). Les Mills™ (2007) sitt utsagn om økt styrke støttes av dataene i denne oppgaven, men graden av økning er derimot minimal i forhold til det man kan oppnå med styrketrening. Både 80%-1 and 80%-3 viste større økning i 1RM styrke sammenlignet med 30%-3 (Mitchell et al., 2012). Disse resultatene forslår at gjennomføring med tung relativ belastning er nødvendig for å maksimere økning i 1RM styrke i den trente bevegelsen. Disse styrkeøkningene skyldes en kombinasjon av muskelhypertrofi og nevralt adaptasjoner (Sale, 1988).

Forventet fremgang og effekt av Bodypump™ og tradisjonell styrketrening er varierende i litteratur og forskning. Den tradisjonelle styrketreningen har vist en økning fra 20 til 30 % i 1RM i øvelsene benpress og benkpress etter 24 ukers trening hos utrente kvinner (3d/uke, 3 x 10, 60-80% av 1RM) (Poehlman, Denino, Beckett, Kinaman, Dionne, Dvorak og Ades, 2002). Kirk og medarbeidere (2009) viste en større økning enn Poehlman og medarbeidere (2002) på omtrent 50 % i 1 RM i øvelsene benpress og brystpress etter like lang intervensjonsperiode med styrketrening (3d/uke, 9 x 1, 85-90 % av 1RM) hos utrente kvinner og menn (Kirk, Donnelly, Smith, Honas, Lecheminant, Bailey og Washburn, 2009). 12 uker med høyrepetisjons styrketrening (Bodymax) hos 20 aktive kvinner som ikke hadde trent styrketrening viste en styrkeøking på 7,1 % i benkpress (O'Connor og Lamb, 2003). Treningen til O'Connor og Lamb (2003) inneholdt 2 serier med 36 repetisjoner og med en motstand på 1 - 5 kg. O'Conner og Lambs (2003) gruppetreningstime kan sammenlignes med Bodypump™ i forhold til at det dreier seg om flere repetisjoner og lav motstand. Etter 12

ukers trening med Bodypump™, 2 økter per uke, hos 9 utrente kvinner ble det vist en økning på 33,1 % ($p = 0,001$) i 1RM knebøy (Greco, et al., 2011). Greco et al. (2011) konkluderer ut i fra sine resultater at Bodypump™ fører til økt muskulær styrke, noe resultatene i min studie støtter, bare ikke med like stor styrkeøkning. Resultatene i min studie legger seg under Greco et al. (2011) sine resultater for høy repetisjons styrketrening med 19,3 % økning i 1RM knebøy og over O'Conner og Lamb (2003) med 11,3 % økning i 1RM benkpress. ST sine resultater på 40 % økning i 1RM knebøy er større en resultatene til Poehlman et al. (2002), som i tillegg hadde dobbelt så lang intervensjonsperiode. Mine resultater bekrefter en større økning i styrke for ST sammenlignet med BP, og resultatene tilsvarer omtrent de samme funnene til andre studier.

Det er som sagt statistisk signifikant styrkeøkning uavhengig av treningsmetode hos FP inkludert i denne masteroppgaven. Den signifikante styrkeøkningen kan forklares med at alle FP er nybegynnere. Forskning viser at en økning i styrke er størst hos de uten noen form for treningserfaring (Häkkinen, 2002). Styrkeøkning kan påvises selv med lav motstand når det gjennomføres med mange repetisjoner (herav; muskulær utholdenhet). Den tidlige økningen i voluntær styrke er assosiert hovedsakelig med nevralt adaptasjoner som forbedret koordinasjon, innlæring og økt aktivering av målmuskler (Sale, 1988). Hvorav kort-tids effekten fremhever viktigheten av nevralt adaptasjoner, vil progresjon hos viderekommende være begrenset av omfanget i adaptasjon inne i muskelen (f.eks. hypertrofi) (ibid.). Det er mulig at økning i muskulær kraft fra tradisjonell styrketrening i hovedsak skyldes økning i muskelstyrke, hvor endringer i forkortningshastighet og nevralt rekruttering mer sannsynlig kommer fra styrketrening med høy hastighet (Fielding, LeBrasseur, Cuoco, Bean, Mizer, Fiatarone og Singh, 2002). Fahs og medarbeidere (2014) sine resultater er i samsvar med tidligere funn (Campos et al., 2002) at høy repetisjon/lav motstand forbedrer muskulær utholdenhet i forhold til muskelstyrke.

Den gjennomsnittlige styrkeøkningen mellom gruppene er signifikant forskjellig. ST har en større økning i benkpress og knebøy i forhold til BP. Det viser ingen korrelasjon mellom muskelaktivering og styrkeøkningen, men ST viser en større økning i muskelstyrke. Disse resultatene forteller at grad av muskelaktivering under en enkelt treningsøkt ikke bestemmer utfallet av en 12 ukers treningsperiode på økning i styrke.

5.1.4 Individuelle forskjeller

Det største minuset ved masteroppgaven er de individuelle forskjeller gjeldende delvariablene styrke og muskelstørrelse. Variasjonen innad i gruppene, og spesielt ved BP er stor. De store variasjonene påvirker resultatene i stor grad. Variasjonen har spesielt påvirkningsgrad i korrelasjonsanalysene hvor man ikke kan se sammenheng mellom muskelaktivering i forhold til både økning i styrke og muskelstørrelse. Ettersom testingen av muskelaktivering kun foregår en gang og i midten av intervensjonen har vi ingen oversikt over periodene før og etter med tanke på muskelaktivering og hvor bra treningen har vært. De som har hatt en høy aktiveringsgrad i forhold MVIC har mulig holdt igjen under annen trening og ikke fått like bra resultat som hvis FP hadde hatt like bra aktivering under de andre øktene som ved inne til testing. Visa versa kan aktiveringen vært høyere ved andre økter, enn den inne til testing. Uansett er resultatene sprikende innad i gruppene som utfordrer validiteten i denne studien. I blant annet Van Roie et al. (2013) vises en forskjell på 11,5% innad i gruppen som trente med høy motstand og en forskjell på 19,8% hos de som trente med lav motstand. Individuelle forskjeller vil alltid være tilstede, men mindre variasjon kunne gitt oss bedre forståelse for hvorfor muskelaktivering kan føre til større økning i styrke og muskelstørrelse.

5.2 Diskusjon av metode

5.4.1 Utvalg og generaliserbarhet

Doktorgradsstudien undersøker effekten av tradisjonell styrketrening og Bodypump™ hos inaktive overvektige kvinner. Den eksterne validiteten kan ofte være utfordrende i RCT (Thomas et al., 2011). Da utvalget er lite (N = 18) i denne masteroppgaven kan individuelle forskjeller ha gjort utslag på de samlede resultatene. Resultatene må derfor ses på med forsiktighet.

Ved rekruttering til doktorgradsstudien meldte deltakerne selv interesse for deltakelse. Det er vanskelig å inkludere personer, så selvrekruttering blir ofte brukt i studier med ulike intervensjoner. Deltakerne kan med frivillig ønske om deltakelse skille seg fra resten av populasjonen, da de kan være mer motivert eller opptatt av egen helse enn andre i samme situasjon. De kan også avvike fra resten av populasjonen når det kommer til relevante

egenskaper for studien og resultatet. Masteroppgaven vil ikke påvirkes av selvrekruttering på testingen av muskelaktivering under trening. Deltakerne har under testingen av muskelaktivering allerede blitt kjent med treningsopplegget og er godt inne i sin intervensjon.

Det ble ikke gjennomført noen statistiske styrkeberegninger til tross for lite utvalg. Mangelen på styrkeberegninger er en svakhet ved studien. Beregning av effektstørrelse kunne gitt oss et bedre svar på sammenhengen mellom treningsmetodene og effekt.

5.2.2 Studiedesign

5.2.2.1 Randomisering

Randomisering til intervensjonsgruppene sikret en tilfeldig og jevn fordeling av deltakere ved pre-test. Randomiseringsprosessen kontrollerte for faktorer som kunne påvirket resultatet (Thomas et al., 2011). Gjennomføringen av pre-test foregikk før tildeling av randomiseringsnummer og gruppe, slik at motivasjon eller ei ikke skulle påvirke resultatene. Gjennom randomisering vil sammenligning av ulike intervensjoner bli rettferdig. Randomisering gir høy indre validitet og minsker risikoen for systematiske feil (ibid.).

5.2.2.2 Blinding

Optimalt bør RCT være dobbeltblindet for å kontrollere den indre validiteten (Thomas et al., 2011). Blinding brukes for å unngå systematiske skjevheter (Larsen og Veileskov, 2006). Skjevheter gjør at resultatene ikke blir valide. Deltakernes og forsøksleders oppfattelse av trening kan ha innvirkning på resultatet (Larsen og Vejleskov, 2006; Thomas, et al., 2011). I masteroppgaven var blinding umulig ettersom deltakerne trente ulike metoder med forsøksleder tilstede under testing. For å unngå bias ble standardisering av de to treningsmetodene og testing gjort. I doktorgradsstudien ble det gjennomført enkeltblinding. Enkeltblinding vil si at forsøksleder ble blindet for hvilken gruppe hver deltaker tilhørte (ibid.).

5.2.3 Inklusjons- og eksklusjonskriterier

Inklusjons- og eksklusjonskriteriene omfatter den voksne (18 - 65 år) kvinnelige befolkningen i Norge med overvekt eller fedme. Kriteriene for studien ble satt for å sikre god deltakelse. Ved fastsatte kriterier øker man den ytre validiteten og generaliserbarheten for den konkrete

populasjonen (Thomas et al., 2011). Ekskludering av personer med sykdommer eller skader, lengre planlagt ferie/fravær og de som allerede var fysisk aktive har komprimert utvalget, slik at vi måler de personene vi ønsker. Ved å ha strenge inklusjons- og eksklusjonskriterier vil resultatene fra studien bli mindre generaliserbare (Thomas et al., 2011) ettersom det forminsker utvalget i forhold til populasjonen.

5.2.4 Frafall

Av de 18 FP i masteroppgaven var det totalt 3 deltakere som av ulike årsaker trakk seg fra doktorgradsstudien etter pre-test (BP: N=2, ST: N=1). I tillegg gjennomførte ikke 1 FP fra BP knebøy ved post-test av styrke, samtidig gjennomførte ikke 1 FP fra ST benkpress ved post-test. De som trakk seg i løpet av intervensjonen ble ekskludert fra analysene for ultralyd, kroppssammensetning og korrelasjonsanalyser. Men var de med på testingen for muskelaktivering ble disse dataene inkludert. FP kunne trekke seg fra studien uten begrunnelse og vil ikke bli diskutert.

5.2.5 Intervensjonen

Intervensjonen i doktorgradsstudien varte i 12 uker. En 12- ukers intervensjonsperiode er lik i lengde som tilsvarende studier (Kraemer et al., 2002; Greco et al., 2011). Lengden på 12 uker er tilstrekkelig for å oppnå en effekt (Kraemer og Ratamess, 2004; Wernbom, et al., 2007).

Treningsoppmøte for deltakerne i som gjennomførte testing av muskelaktivering var i gjennomsnitt 62,5 % for BP og 86 % for ST. Andre studier viste at treningsoppmøte er opp mot 85-100 % (Gentil og Bottaro, 2010; Kirk et al., 2009; Mazzetti, Kraemer, Volek, Duncan, Ratamess, Gome og Fleck, 2000; Poehlman, et al., 2002). Oppmøte i denne studien er derfor ikke helt optimal for de som leverte treningsdagbok. Man skulle helst sett 100% oppmøte hos begge gruppene for å kunne trekke mer valide konklusjoner. Det er vanskelig å korrelere oppmøte mot effektvariablene med når få FP leverte inn dagboken. En mulig årsak til høyere oppmøte og innlevering i ST kan være at 50 % av FP hadde avtaler med en personlig trener. Personlig trening kan være en effektiv metode for å skape atferdsendringer og slik øke mengden av fysisk aktivitet hos befolkningen (McClaran, 2003). Mangel på tid er et velkjent fenomen, for deltakerne i BP var det nok lettere å droppe trening om de følte de ikke hadde tid. BP hadde heller ingen som etterlyste eller ventet på dem om de bestemte seg for å ikke møte opp.

5.2.6 Målemetodene

Selv om EMG er en teknikk som er ideell for klinisk bruk og forskning, kan dataene være varierende, noe som reiser spørsmålet om reliabiliteten til teknikken. Repeterbarheten til EMG er etablert for mange isometriske øvelser, men mindre er visst om reliabiliteten til denne metoden ved analyser av dynamiske øvelser (Türker og Sözen, 2012). En begrensning er det at dynamiske handlinger kan skape forskyvinger og endringer i muskelen som blir analysert. En endring i den relative posisjonen til en muskel i relasjon til elektroden vil si at det samme areal-relasjonen ikke er opprettholdt mellom dem (Garcia og Vieira, 2011). Posisjonsendringer kan påvirke intensiteten på signalet som er tatt opp (Türker og Sözen, 2012).

Ved de fleste redskaper er mangel på reliabilitet trolig på grunn av feil eller mangler ved anvendelsen. For SEMG kan det gjøres feil ved anatomisk plassering av sensorer, variasjoner i hudforberedelser, endringer i fysiske omgivelsene (temperatur, forstyrrelser, luftmengden, luftfuktighet) og potensiell ustabilitet i FP posisjonering og kroppsholdning. De fleste av disse faktorene kan kontrolleres og standardiseres. Måleinstrumenter som både var valide og reliable og som enkelt kunne standardiseres var viktig i denne masteroppgaven for at gjennomføringen skulle være enkel og tidseffektiv.

Med for mange variabler kan det være vanskelig å evaluere resultatet (Thomas, et al., 2011). Masteroppgaven fokuserer hovedsakelig på forskjell i muskelaktivering, med delvariablene styrke og muskelstørrelse.

5.2.7 Reliabilitet og validitet

Testene i masteroppgaven ble valgt ut i fra studiens hensikt. Testleder ved muskelaktivering hadde informasjon om hvilken intervensjonsgruppe deltakerne var i og var ikke mulig å blinde. Den eksterne validiteten ble svekket av få deltakere. Den interne validiteten ble styrket i denne studien av at gruppene ble behandlet likt utenom tiltaket, frafallet presenteres og det var blinding ved pre- og post-test.

I masteroppgaven er det ikke gjennomført noen reliabilitetstester. Tidligere forsknings viser veldig god reproducerbarhet ved EMG. Komi og Buskirk (1970) fant at den gjennomsnittlige test-retest reliabiliteten til overflate-elektroder var 0,88. Dette er en høy score for reliabilitet som vil si at hvis man gjennomfører den samme testen igjen er det 88 % sjans for at man vil

få samme resultat. En annen studie har gitt en korrelasjonskoeffisient som strekker seg fra 0,73 til 0,97 (Spector, 1979) I tillegg har det blitt vist at EMG-parametere generelt viser god til utmerket reliabilitet (Larivière, Arsenault, Gravel, Gagnon, Loisel og Vadeboncoeur, 2002). Reproduserbarheten til EMG er bemerkningsverdig høy med test-retest korrelasjon opp mot 0,97 til 0,99 (Moritani og deVries, 1979; Moritani, 1993). Likevel er ikke endringer i SEMG automatisk knyttet til endringer i enten rekruttering av motoriske enheter eller eksitasjonsfrekvens (Moritani og deVries, 1979). EMG-signalets amplitude påvirkes av det individuelle fiberpotensialet, grad av synkronisering, muskeltrening og tretthet (Komi og Buskrik, 1970; Milner-Brown et al., 1973).

5.3 Veien videre

For å få bedre forståelse for sammenhengen mellom muskelaktivering og adaptasjoner ved styrketrening og Bodypump™ trengs forskning med flere deltakere og samme studiedesign. Resultatene som ligger til grunn i denne oppgaven kan ikke generaliseres til populasjonen. Vi kan kun konkludere for det inkluderte utvalget. Hvor god testmetoden EMG er ved dynamisk treninger er heller ikke godt nok forstått. Når det er sagt, ser vi tendenser til at adaptasjonene er større hos de som trente styrketrening enn hos de som trente Bodypump™. Hvis treningsanbefaling skal gis ut i fra disse resultatene, vil styrketrening være å foretrekke fremfor Bodypump™ for økning i styrke og muskelstørrelse. Man må også huske på at andre variabler som muskulær utholdenhet og vekt nedgang ikke er testvariabler som blir undersøkt i denne oppgaven. Videre kunne det også være interessant med oppfølging etter intervensjonsperioden og om videre adaptasjon ved treningsmetodene utover 12 uker.

6. Konklusjon

En enkel økt med styrketrening viser høyere EMG-aktivitet enn gruppetreningstimen Bodypump™. Muskelaktivering ved styrketrening er signifikant større enn ved Bodypump™ som vil si at det er en større rekruttering av motoriske enheter i ST. Begge gruppene hadde signifikant økning i styrke fra pre- til post-testing. Det var også signifikant større økning i styrke hos de som trente styrketrening i både knebøy og benkpress etter 12 uker. Det var ingen signifikant forskjell mellom gruppene i økning av muskelstørrelse. Det var ingen korrelasjon mellom muskelaktivering og adaptasjon i styrke og muskelstørrelse. Generelt kan vi si at det er store individuelle forskjeller ved Bodypump™, så vel som styrketrening.

Begge treningsformene er effektive metoder for styrkefremgang hos utrente overvektige kvinner. Styrketreningen viser moderat økning i muskelstørrelse, hvor noe lavere økning ble funnet av Bodypump™. Både muskelaktivering og adaptasjon er større ved styrketrening.

7. Referanser

Abe, T., Loenneke, J.P., Fahs, C.A., Rossow, L.M., Thiebaud, R.S., Bemben, M.G. (2012) Exercise intensity and muscle hypertrophy in blood flow-restricted limbs and non-restricted muscles: a brief review. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2012 Jul;32(4):247-52.

Asmussen, E. (1979) Muscle fatigue. *Med Sci Sports Exerc*. 1993 Apr; 25(4):411-20.

Atherthon, P.J., Babraj, J., Smith, K., Singh, J., Rennie, M.J., Wackerhage, H. (2005) Selective activation of AMPK-PGC-1alpha or PKB-TSC2-mTOR signaling can explain specific adaptive responses to endurance or resistance training-like electrical muscle stimulation. *FASEB J*. 2005 May; 19(7):786-8.

Bird, S.P., Tarpenning, K.M., Marino, F.E. (2005) Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. *Sports Med*. 2005;35(10):841-51.

Buchtal, F., Erminio, F., Rosenfalck, P. (1959) Motor unit territory in different human muscles. *Acta Physiol Scand*. 1959 Jan 30; 45(1):72-87.

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., Phillips, S.M. (2010) Low-load high volume resistance exercise stimulates muscle protein synthesis more than high-load low volume resistance exercise in young men. *PLoS One*. 2010 Aug 9;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. *Eur J Appl Physiol* 88: 50–60

Carpinelli, R.N. (2008). The size principle and a critical analysis of the unsubstantiated heavier-is-better recommendation for resistance training. *J. Exerc. Sci. Fit.* 6, 67–86

Chaffin, D.B. (1973) Localized muscle fatigue--definition and measurement. *J Occup Med.* 1973 Apr;15(4):346-54.

Cobb , S. Forbes , A. (1923). *J. of Nerv. and Ment. Dis.*, 1923, 58, 273-274.

Dahl, H.A., Rinvik, E. (2010) Menneskets funksjonelle anatomi: med hovedvekt på bevegelsesapparatet. Cappelen akademisk.

DeLorme, T.L. (1945) Restoration of muscle power by heavy resistance exercises. *J Bone Joint Surg Am* 1945; 27: 645-67

De Luca, C.J. (1984) Myoelectrical manifestations of localized muscular fatigue in humans. *Crit Rev Biomed Eng.* 1984;11(4):251-79.

De Luca, C.J., Contessa, P. (2012) Hierarchical control of motor units in voluntary contractions. *J Neurophysiol.* 2012 Jan;107(1):178-95.

Edström, L., Grimby, L. (1986) Effect of exercise on the motor unit. *Muscle Nerve.* 1986 Feb;9(2):104-26.

Emerging Risk Factors Collaboration; Wormser, D., Kaptoge, S., Di Angelantonio, E., Wood, A.M., Pennells, L., Thompson, A., Sarwar, N., Kizer, J.R., Lawlor, D.A., Nordestgaard, B.G., Ridker, P., Salomaa, V., Stevens, J., Woodward, M., Sattar, N., Collins, R., Thompson, S.G., Whitlock, G., Danesh, J. (2011) Separate and combined associations of body-mass index and

abdominal adiposity with cardiovascular disease: collaborative analysis of 58 prospective studies. *Lancet* 2011, **377**:1085-1095.

Engeland, A., Bjorge, T., Selmer, R. M., & Tverdal, A. (2003). Height and body mass index in relation to total mortality. *Epidemiology*, 14(3), 293-299.

Fahs, C.A., Loenneke, J.P., Thiebaud, R.S., Rossow, L.M., Kim, D., Abe, T., Beck, T.W., Feedback, D.L., Bembien, D.A., Bembien, M.G. (2014) Muscular adaptations to fatiguing exercise with and without blood flow restriction. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2014 Mar 11.

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.

Fielding, R.A., LeBrasseur, N.K., Cuoco, A., Bean, J., Mizer, K., Fiatarone, S., Singh, M.A. (2002) High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women. *J Am Geriatr Soc*. 2002 Apr;50(4):655-62.

Fleck, S.J., Kraemer, W.J (2004) Designing Resistance Training Programs 3rd Edition, *Human Kinetics Publishers*, Champaign, IL,

Folland, J.P., Williams, A.G. (2007) The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Med*. 2007;37(2):145-68.

Fortin, M., Battié, M.C. (2012) Quantitative paraspinal muscle measurements: inter-software reliability and agreement using OsiriX and ImageJ. *Phys Ther*. 2012 Jun;92(6):853-64.

Garcia, M.A., Vieira, T.M. (2011) Surface Electromyography: Why, when and how to use it. *Rev Andal Med Deporte*. 2011;4(1) 17-28.

Gentil, P., Bottaro, M. (2010) Influence of supervision ratio on muscle adaptations to resistance training in nontrained subjects. *J Strength Cond Res*. 2010; 24:639-43.

Gjerset, A., Haugen, K., Holmstad, P., Raastad, T., Giske, R (2012) Treninglære (kap. Styrketrening) Gyldendal Norsk Forlag, Oslo.

Goldberg, A.L., Etlinger, J.D., Goldspink, D.F., Jablecki, C. (1975) Mechanism of work-induced hypertrophy of skeletal muscle. *Med Sci Sports*. 1975 Fall;7(3):185-98.

Goto, K., Ishii, N., Kizuka, T., Takamatsu, K. (2005) The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Med. Sci. Sports Exerc*. 37, 955–963

Greco, C.C., Oliveira, A.S., Pereira, M.P., Figueira, T.R., Ruas, V.D., Goncalves, M., Denadai, B.S. (2011). Improvements In Metabolic And Neuromuscular Fitness After 12-Week BodyPumpTraining. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25(12)/3422-3431

Hass, C.J., Feigenbaum, M.S., Franklin, B.A. (2001) Prescription of resistance training for healthy populations. *Sports Med* 2001; 31: 953-64.

Henneman, E. (1957) Relation between size of neurons and their susceptibility to discharge. *Science*. 1957 Dec 27;126(3287):1345-7.

Henriksson J., Sundberg C.J. (2009) Aktivitetshåndboken (kap. 1 – Generelle effekter av fysisk aktivitet). *Fysisk aktivitet i forebygging og behandling*. Helsedirektoratet.

Hermens, H.J., Freriks, B., Merletti, R., Hägg G.G., Stegeman, D., Blok, J., Rau, G., Disselhorst-Klug, C. (1999) European Recommendations for Surface ElectroMyoGraphy, *deliverable of the SENIAM project*, Roessingh Research and Development.

Hof, A.L. (1997) The relationship between electromyogram and muscle force. *Sportverletz Sportschaden*. 1997 Sep;11(3):79-86.

Hubal, M.J., Gordish-Dressman, H., Thompson, P.D., Price, T.B., Hoffman, E.P., Angelopoulos, T.J., Gordon, P.M., Moyna, N.M., Pescatello, L.S., Visich, P.S., Zoeller, R.F., Seip, R.L., Clarkson, P.M. (2005) Variability in muscle size and strength gain after unilateral resistance training. *Med Sci Sports Exerc*. 2005 Jun;37(6):964-72.

Häkkinen, K. (2002) Training-specific characteristics of neuromuscular performance in Kraemer og Häkkinen (2002) *Strength Training for Sport, IOC Mediacal Commison Publication, Blackwell Science Ltd, Oxford.*

Isear, J.A., Erickson, J.C., Worrell, T.W. (1997) EMG analysis of lower extremity muscle recruitment patterns during an unloaded squat. *Med Sci Sports Exerc*. 1997 Apr;29(4):532-9.

Izquierdo, M., Ibañez, J., González-Badillo, J.J., Häkkinen, K., Ratamess, N.A., Kraemer, W.J., French, D.N., Eslava, J., Altadill, A., Asiain, X., Gorostiaga, E.M. (2006) Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. *J Appl Physiol* (1985). 2006 May;100(5):1647-56.

James, P. T. (2004). Obesity: the worldwide epidemic. [Review]. *Clinics in dermatology*, 22(4), 276-280.

Kallenberg, L.A., Schulte, E., Disselhorst-Klug, C., Hermens, H.J. (2007) Myoelectric manifestations of fatigue at low contraction levels in subjects with and without chronic pain. *J Electromyogr Kinesiol.* 2007 Jun;17(3):264-74.

Katch F., Victor. L., McArdle, B.S. (2009) Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance. *Point.* Lippincott Williams & Wilkins.

Kirk, E. P., Donnelly, J. E., Smith, B. K., Honas, J., Lecheminant, J. D., Bailey, B. W., Washburn, R. A. (2009) Minimal resistance training improves daily energy expenditure and fat oxidation. [Randomized Controlled Trial Research Support, N.I.H., Extramural Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(5), 1122-1129.

Komi, P.V., Buskirk, E.R. (1970) Reproducibility of electromyographic measurements with inserted wire electrodes and surface electrodes. *Electromyography.* 1970 Nov-Dec;10(4):357-67.

Konrad, P (2005). *The ABC of EMG: A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography.* Noraxon INC. USA.

Kraemer, W.J., Adams, K., Cafarelli, E., Dudley, G..A., Dooly, C., Feigenbaum, M.S., Fleck, S.J., Franklin, B., Fry, A.C., Hoffman, J.R., Newton, R.U., Pottenger, J., Stone, M.H., Ratamess, N.A., Triplett-McBride, T. (2002) 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., Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. [Review]. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(4), 674-688.

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.

Kuriki, H.U., de Azevedo, F.M., Takahashi, L.S.O., Mello, E.M., Filho R.F.N., Alves, N. (2012). The Relationship Between Electromyography and Muscle Force, EMG Methods for Evaluating Muscle and Nerve Function, Mr. Mark Schwartz (Ed.).

Larsen, A.-L., Vejleskov, H. (2006). Videnskab og forskning, en lærebog til professionsuddannelser (2.utgave ed.): DK: Gads Forlag.

Lariviere, C., Arsenault, A.B., Gravel, D., Gagnon, D., Loisel, P., Vadeboncoeur. (2002) Evaluation of measurement strategies to increase the reliability of EMG indices to assess back muscle fatigue and recovery. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2002; 12: 135-146.

Lawrence, J.H., De Luca, C.J. (1983). Myoelectric signal versus force relationship in different human muscles. *Journal of Applied Physiology*, Vol.54, No.6, June. 1983, pp.1653-1659.

Léger, B., Cartoni, R., Praz, M., Lamon, S., Dériaz, O., Crettenand, A., Gobelet, C., Rohmer, P., Konzelmann, M., Luthi, F., Russell, A.P. (2006) Akt signalling through GSK-3beta, mTOR and Foxo1 is involved in human skeletal muscle hypertrophy and atrophy. *J Physiol*. 2006 Nov 1;576(Pt 3):923-33.

Les Mills International Limited (2007) BodyPump – research report

Les Mills – www.lesmills.com (hentet 10.08.13)

Levinger, I., Goodman, C., Hare, D.L., Jerums, G., Toia, D., Selig, S. (2009) The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. *J Sci Med Sport*. 2009 Mar;12(2):310-6.

Lin, J., Wu, H., Tarr, P. T., Zhang, C. Y., Wu, Z., Boss, O., Michael, L. F., Puigserver, P., Isotani, E., Olson, E. N., et al. (2002) Transcriptional co-activator PGC-1 alpha drives the formation of slow-twitch muscle fibres. *Nature* 418, 797-801.

Loenneke, J.P., Wilson, J.M., Marín, P.J., Zourdos, M.C., Bembien, M.G. (2012) Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *Eur J Appl Physiol*. 2012 May;112(5):1849-59.

Lythe, J., Pfitzinger, P & Ho, D. (2000¹). The physical and psychological response to 13 weeks of structured group-fitness exercise in untrained individuals. *UniSports Centre for Sport Performance*, University of Auckland.

Lythe, J., Pfitzinger, P & Ho, D. (2000²). The physical and psychological response to 18 weeks of structured group-fitness exercise in untrained individuals. *UniSports Centre for Sport Performance*, University of Auckland.

MacDougall, J.D. (2003) Adaptability of muscle to strength training: a cellular approach. I: Saltin B, editor. *Biochemistry of exercise*. VI. Champaign (IL): Human Kinetics: 1986: 501-13.

Maffiuletti, N.A., Jubeau, M., Munzinger, U., Bizzini, M., Agosti, F., De Col, A., Lafortuna, C.L., Sartorio, A. (2007) Differences in quadriceps muscle strength and fatigue between lean and obese subjects. *Eur J Appl Physiol*. 2007 Sep;101(1):51-9.

Mazzetti, S. A., Kraemer, W. J., Volek, J. S., Duncan, N. D., Ratamess, N. A., Gomez, A. L., Fleck, S. J. (2000). The influence of direct supervision of resistance training on strength performance. [Clinical Trial Controlled Clinical Trial]. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(6), 1175-1184.

McClaran, S. R. (2003). The effectiveness of personal training on changing attitudes towards physical activity. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2, 10-14.

Mileva, K.N., Morgan, J., Bowtell, J. (2009) Differentiation of power and endurance athletes based on their muscle fatigability assessed by new spectral electromyographic indices. *J Sports Sci*. 2009 Apr;27(6):611-23.

Milner-Brown, H.S., Stein, R.B., Yemm, R. (1973) Changes in firing rate of human motor units during linearly changing voluntary contractions. *J Physiol*. 1973 Apr;230(2):371-90.

Mitchell, C.J., Churchward-Venne, T.A., West, D.W., Burd, N.A., Breen, L., Baker, S.K., Phillips, S.M. (2012) Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. *J Appl Physiol* (1985). 2012 Jul;113(1):71-7.

Moritani, T., deVries, H.A. (1979). Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *American Journal of Physiological Medicine*, 58, 115-130.

Moritani, T., Muro, M. (1987) Motor unit activity and surface electromyogram power spectrum during increasing force of contraction. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1987;56(3):260-5.

Moritani, T. (1993) Neuromuscular adaptations during the acquisition of muscle strength, power and motor tasks. *J Biomech.* 1993; 26 Suppl 1:95-107.

O'Connor, T. E., Lamb, K. L. (2003) The effects of Bodymax high-repetition resistance training on measures of body composition and muscular strength in active adult women. [Clinical Trial Randomized Controlled Trial]. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 17(3), 614-620.

O'Hagan, F.T., Sale, D.G., MacDougall, J.D., Garners S.H. (1995) Comparative effectiveness of accommodating and weight resistance training modes. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27: 1210-9.

Oliveira, A.S., Greco, C.C., Pereira, M.P., Figueira, T.R., Ruas, V.D.D.A., Goncalves, M., Denadai, B.S. (2009) Physiological And Neuromuscular Profile During A BodyPump Session : Acute Responses During A High-Resistance Training Session. *Journal of Strength and Conditioning Research* 23(2)/579-586

Ommundsen Y, Aadland A, Helsedirektoratet (2009). *Fysisk inaktive voksne i Norge – Hvem er iaktive – og hva motiverer til økt fysisk aktivitet ?* Helsedirektoratet, Kreftforeningen og Norges Bedriftsidrettsforbund.

Paulsen, G., Myklestad, D., Raastad, T. (2003) The influence of volume of exercise on early adaptations to strength training. *J Strength Cond Res.* 2003 Feb;17(1):115-20.

Philips, S.M. (2000) Short-term training: when do repeated bouts of resistance exercise become training? *Can J Appl Physiol.* 2000 Jun;25(3):185-93.

Phillips, W.T., Batterham, A.M., Valenzuela, J.E., Burkett, L.N. (2004) Reliability of maximal strength testing in older adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004 Feb;85(2):329-34.

Ploutz-Snyder, L.L., Giamis, E.L. (2001) Orientation and familiarization to 1RM strength testing in old and young women. *J Strength Cond Res.* 2001 Nov;15(4):519-23.

Poehlman, E. T., Denino, W. F., Beckett, T., Kinaman, K. A., Dionne, I. J., Dvorak, R., Ades, P. A. (2002). Effects of endurance and resistance training on total daily energy expenditure in young women: a controlled randomized trial. [Clinical Trial Randomized Controlled Trial, Research Support, Non-U.S. Gov't Research Support, U.S. Gov't, Non-P.H.S.]. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 87(3), 1004-1009.

Raastad, T., Paulsen, G., Refsnes, P.E., Rønnestad, B.R., Wisnes, A.R. (2010). *Styrketrening – i teori og praksis.* (s.121-131). Oslo NO: Gyldendal Norsk Forlag AS.

Ratamess, N.A., Alvar, B.A., Evetoch, T.K., Housh T.J., Kibler, W.B., Kraemer, W.J. (2009). ACSM position stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science and Sports and Exercise*, 41(3), 687-708.

Rennie, M. J., Wackerhage, H., Spangenburg, E. E., and Booth, F. W. (2004) Control of the size of the human muscle mass. *Annu. Rev. Physiol.* 66, 799-828.

Roeleveld, K., Blok, J.H., Stegeman, D.F., van Oosterom, A. (1997) Volume conduction models for surface EMG; confrontation with measurements. *J Electromyogr Kinesiol.* 1997 Dec;7(4):221-232.

Rooney, K.J., Herbert, R.D., Balnave, R.J. (1994) Fatigue contributes to the strength training stimulus. *Med. Sci. Sports Exerc.* 26, 1160–1164

Rössner, S. (2009) Aktivitetshåndboken (kap. 35 – Overvekt og fedme). *Fysisk aktivitet i forebygging og behandling*. Helsedirektoratet.

Sale, D.G. (1988) Neural adaptation to resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* 1988 Oct;20(5 Suppl):S135-45.

SATS (24 okt, 2011) (hentet 07.05.14) – Dette er sats, <http://www.sats.no/om-sats/dette-er-sats/>

Shoepe, T.C., Stelzer, J.E., Garner, D.P., Widrick, J.J. (2003) Functional adaptability of muscle fibers to long-term resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2003 Jun;35(6):944-51.

Simão, R., Spinetti, J., de Salles, B.F., Oliveira, L.F., Matta, T., Miranda, F., Miranda, H., Costa, P.B. (2010) Influence of exercise order on maximum strength and muscle thickness in untrained men. *J Sports Sci Med.* 2010 Mar 1;9(1):1-7.

Spector B (1979) Surface electromyography as a model for the development of standardized procedures and reliability testing. *JMPT.* 1979;2(4):214.

Stanforth, D., Stanforth, P.R., Hoemeke, M.P. (2000) Physiologic and Metabolic Responses to a Body Pump Workout. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(2) 144-150.

Staudenmann D, Roeleveld K, Stegeman DF, van Dieën JH. Methodological aspects of SEMG recordings for force estimation--a tutorial and review. *J Electromyogr Kinesiol.* 2010 Jun;20(3):375-87.

Sundstrup, E., Jakobsen, M.D., Andersen, C.H., Zebis, M.K., Mortensen, O.S., Andersen, L.L. (2012) Muscle activation strategies during strength training with heavy loading vs. repetitions to failure. *J Strength Cond Res.* 2012 Jul;26(7):1897-903.

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

Tarpenning, K.M., Wiswell, R.A., Hawkins, S.A., Marcell, T.J. (2001) Influence of weight training exercise and modification of hormonal response on skeletal muscle growth. *J Sci Med Sport.* 2001 Dec;4(4):431-46.

Thomas, J.R., Nelson, J.K., Silverman, S.J. (2011) Research methods in physical activity 6th ed. Human Kinetics, USA.

Türker, H., Sözen, H. (2013). Surface Electromyography in Sports and Exercise, Electrodiagnosis. *New Frontiers of Clinical Research*, Associate Prof. Dr.Hande Turker (Ed.)

Van Roie, E., Delecluse, C., Coudyzer, W., Boonen, S., Bautmans, I. Strength training at high versus low external resistance in older adults: effects on muscle volume, muscle strength, and force-velocity characteristics. *Exp Gerontol.* 2013 Nov;48(11):1351-61.

Verdijk, L.B., van Loon. L., Meijer, K., Savelberg, H.H. (2009) One-repetition maximum strength test represents a valid means to assess leg strength in vivo in humans. *J Sports Sci.* 2009 Jan 1;27(1):59-68.

Virke Trening (2013) Treningssenterbransjen 2013. *Bransjeanalyse av Virke Hovedorganisasjonen.* Oslo, Norge.

Wernbom, M., Augustsson, J., Thomee, R. (2007). The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. [Review]. *Sports medicine*, 37(3), 225-264.

WHO (2002) Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation. Geneva: World Health Organization; 2000. *WHO Technical Report Series* nr. 894.

Yasuda, T., Fujita, T., Miyagi, Y., Kubota, Y., Sato, Y., Nakajima, T., Bembem, M.G., Abe, T. (2006) Electromyographic responses of arm and chest muscle during bench press exercise with and without KAATSU. *International Journal of KAATSU Training Research*. 01/2006; 2(1):15-18.

Yasuda, T., Fukumura, K., Fukuda, T., Iida, H., Imuta, H., Sato, Y., Yamasoba, T., Nakajima, T. (2014) Effects of low-intensity, elastic band resistance exercise combined with blood flow restriction on muscle activation. *Scand J Med Sci Sports*. 2014 Feb;24(1):55-61.

Tabelloversikt

Tabell 1: Inklusjons- og eksklusjonskriterier for studien.....	24
Tabell 2: Viser øvelsesutvalg og repetisjoner i Bodypump™ release 84 som ble gjennomført ved mid-test.	26
Tabell 3: Treningsøkten som deltakerne gjennomførte på testdagen	27
Tabell 4: Viser hvordan testingen for MVIC ble gjennomført. I illustrasjon (Konrad, 2005) er de ytre kreftene hvite piler, mens voluntær kraft skapes i retningen til de svarte pilene.	32
Tabell 5: Oversikt over utvalget ved intervensjonstart som deltok i masterprosjektet med måling av muskelaktivering for den tildelte treningsmetoden.	35

Figuroversikt

Figur 1: Oversikt over intervensjonen i "Bodypump og Personlig trening". Forsøkspersonen ble randomisert til en av de fire intervensjonsgruppene. Totalt ble 144 FP inkludert i studien.	23
Figur 2: Skjematisk oversikt over masteroppgaven	25
Figur 3: Viser hvordan kvantitative data ble utarbeidet av ultralydbildene i ImageJ. 1= nedre del, 2= midtre del, 3 = øvre del og 4 = lengde (vinkel). Gul linje markerer for distanse.....	29
Figur 4: Viser gjennomsnittlig aktivering av de ulike musklene basert på gruppetilhørighet med SD. Musklene representerer x-aksen for de ulike gruppene og verdiene er i prosent av MVIC. Det er statistisk signifikant forskjell (* $p < 0,05$) mellom gruppene i alle muskler bortsett fra m. vastus medialis.....	36
Figur 5: Eksempel på EMG-signaler av m. biceps brachii ved bicepscurl for BP (venstre, oransje) og bicepstrening for ST (høyre, blå). Signalene er rådata. Varigheten for serien i BP er 4 minutter og 34 sekunder, mens ST har en varighet på 13 sekunder.....	36
Figur 6: Differansen mellom de første og siste repetisjonene med gjennomsnitt for de som trente BP og de som trente ST. Det er statistisk signifikant forskjell (* $p < 0,05$) mellom gruppe i alle musklene bortsett fra m. triceps brachii.	37
Figur 7: Viser endringene for alle FP i benkpress og knebøy med markering for gruppetilhørighet.	38
Figur 8: Viser den gjennomsnittlige endringen innad i gruppene med SD for økning i muskelstørrelse av m. biceps brachii.....	39

Forkortelser

BP	Bodypump-gruppen
ST	Styrketreningsgruppen
BMI	Kroppsmasseindeks
EMG	Elektromyografi
SEMG	Overflate elektromyografi
MUAP	Motorisk enhet aksjonspotensiale
SR	Sarkoplasmatiske retikulum
RFD	Rate of force development
CSA	Muskel tverrsnittareal
ImageJ	Image Processing and Analysis in Java
Hz	Hertz
μV	Mikrovolt
NIH	Norges idrettshøgskole
FP	Forsøksperson
N	Antall
ICC	Intraclass korrelasjon koeffisient
SPSS	Statistic Package for Social Scientists
REK	Regional komitè for medisinsk forskningsetikk
NSD	Norsk samfunnsvitenskapelige datatjeneste
MVIC	Maksimal voluntær isometrisk kontraksjon
RM	Repetisjon maksimum
BFR	Okulasjon
RCT	Randomisert kontrollert studie

Vedlegg

- Vedlegg 1 Informasjonsskriv om deltakelse i forskningsprosjektet "Bodypump og personlig trening- endringer i muskelstyrke og kroppssammensetning"

- Vedlegg 2 Informasjonsskriv om deltakelse i masteroppgaven "Bodypump og personlig trening – muskelaktivering"

- Vedlegg 3 Samtykke om deltagelse til studien "Bodypump og personlig trening"

- Vedlegg 4 Testprotokoll for muskelaktivering

Vedlegg 1

Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjektet

” BodyPump og personlig trening – endringer i muskelstyrke og kroppssammensetning”

Bakgrunn og hensikt

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt ved Norges idrettshøgskole hvor man skal undersøke tre former for styrketrening for ikke regelmessig trenende kvinner med BMI over 25, over en periode på 12 uker. Med «ikke regelmessig trenende» mener vi at man ikke er regelmessig fysisk aktiv mer enn 1 gang per 14.dag, men ønsker å bli det. Deltakerne vil bli tilfeldig fordelt til én av fire grupper.

En gruppe får styrketrening i sal med instruktør (BodyPump), en gruppe får styrketrening med personlig trener tilstede ved hver økt, en gruppe får styrketreningsprogram av veileder, men må trene på egenhånd, og en siste gruppe blir inaktiv kontrollgruppe. Kontrollgruppen vil få tilbud om gruppetrening med instruktør i etterkant av studien, samt treningsveiledning, uten kostnad.

Hva innebærer studien?

For å kunne vurdere effekt av treningen bes du om å gjennomføre noen målinger og tester før og etter treningsperioden, samt svare på et spørreskjema. Vi vil måle din kroppssammensetning, samt kartlegge muskelstyrken din med standardiserte styrketester. Gjennomføring av tester og deltakelse i intervensjonen er uten kostnader for deg som deltaker. Kostnader som transport til og fra trening, samt treningstøy må dekkes av deg. Selve treningen vil foregå på Norges idrettshøgskole for to av treningsgruppene, mens gruppen som skal trene BodyPump vil få tilbud om ulike tidspunkter på utvalgte SATS treningsentre sentralt i Oslo.

Mulige ulemper

Alle testene benyttes hyppig innen forskning og idrettsmedisin, og det er generelt liten risiko for skader eller ubehag. Testene vil følge standardprosedyre, og erfarne testledere vil ha ansvar for gjennomføringen. Kroppssammensetningen måles ved Inbody som gir en beskjeden stråledose. Testing av maksimal styrke følger standard prosedyrer ved Norges idrettshøgskole, men kan medføre en viss risiko for skader, dersom belastningen blir for tung. Testpersonellet vil tilrettelegge for å unngå at skader skal oppstå.

Veneprovver («blodprøve») kan oppleves som ubehagelig, men utføres av erfarent helsepersonell. Det er svært lav risiko for infeksjoner

All deltakelse skjer på eget ansvar.

Mulige fordeler

Alle treningsformene antas å virke positivt på din fysiske form, og de som kommer i den inaktive kontrollgruppen får mulighet til å trene etter studieperioden.

Hva skjer med prøvene og informasjonen om deg?

Prøvene tatt av deg og informasjonen som registreres om deg skal kun brukes slik som beskrevet i hensikten med studien. Alle opplysningene og prøvene vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer eller andre direkte gjenkjennende opplysninger. En kode knytter deg til dine opplysninger og prøver gjennom en navneliste.

Det er kun autorisert personell knyttet til prosjektet som har adgang til navnelisten og som kan finne tilbake til deg. Dataene som innhentes vil lagres i manuelle arkiv med personidentifikasjon som låses inn, og du har til enhver tid full innsynsrett i dataene. Dataene aidentifiseres ved elektronisk lagring på PC for statistiske analyser (lagres kun med nummer). Ingen av dataene sammenholdes med elektroniske registre. Lagringen av data vil foregå i henhold til personsopplysningsloven. Etisk komité har godkjent at prosjektet gjennomføres og prosjektet er meldt Norsk samfunnsvitenskapelige datatjeneste AS.

Det vil ikke være mulig å identifisere deg i resultatene av studien når disse publiseres.

Frivillig deltakelse

Det er frivillig å delta i studien. Du kan når som helst og uten å oppgi grunn trekke ditt samtykke til å delta i studien. Dette vil ikke få konsekvenser for din videre behandling. Dersom du ønsker å delta, undertegner du samtykkeerklæringen på siste side. Dersom du senere ønsker å trekke deg eller har spørsmål til studien, kan du kontakte Anne Mette Rustaden på telefon 48 10 06 44.

Ytterligere informasjon om studien finnes i kapittel A – utdypende forklaring av hva studien innebærer.

Ytterligere informasjon om biobank, personvern og forsikring finnes i kapittel B – Personvern, biobank, økonomi og forsikring.

Kapittel A- utdypende forklaring av hva studien innebærer

Kriterier for deltakelse

Det er ønskelig å rekruttere ikke regelmessig trenende kvinner mellom 18-65 år, med en BMI over 25,0 (tabell 1). Ikke regelmessig trenende defineres i denne studien som ”ikke regelmessig fysisk aktiv mer enn en gang per 14.dag, men ønsker å bli det”

Bakgrunnsinformasjon om studien

Rundt 500 000 nordmenn trener i dag på treningssenter. Med denne utviklingen har det kommet mange gruppetreningskonsepter, som blant annet BodyPump. BodyPump er styrketreningskonsept i sal med instruktør og musikk, og det tilbys over hele verden. Mange kjøper seg også tjenester som personlig trener, uten at det per i dag finnes mye forskning på dette feltet. Hovedhensikten med dette prosjektet er å gjennomføre en randomisert kontrollert studie for å se på styrkeeffekt og endring i kroppssammensetning for inaktive kvinner mellom 18-65 år med en BMI over 25,0 etter 12 ukers trening med BodyPump, sammenlignet med en inaktiv kontrollgruppe. Studien vil også måle energiforbruket under én økt med BodyPump. Samtidig vil prosjektet undersøke styrkeeffekt og endring i kroppssammensetning hos en gruppe som trener med, respektive uten, personlig trener.

• Undersøkelser, blodprøver og annet den inkluderte må gjennom

Forsøkspersonene må gjennomføre følgende tester:

- 1RM test i knebøy (underkropp) og benkpress (overkropp).
- Styrketester med 60 % belastning av 1RM (knebøy og benkpress).
- Endring i kroppssammensetning (fettmasse og muskelmasse) og beinmineraltetthet vil bli målt med Inbody.
- Energiomsetningen før (hvileverdier) under og etter én treningsøkt med BodyPump blir registrert med indirekte kalorimetri (oksygenopptak), og denne testen vil omfatte kun ti forsøkspersoner fra Body Pump gruppen.
- Blodprøver for analyse av blodstatus.
- Spørreskjema med demografiske spørsmål, samt jobb, aktivitetsvaner, røyk/alkoholdforbruk, rygg smerter osv.

• Tidsskjema – hva skjer og når skjer det?

All testing forut for treningsperioden vil skje i uke 2 og uke 3, og testing etter treningsperioden vil skje i uke 16 og 17 (eksakte tidspunkter og klokkeslett vil komme senere). Treningen vil foregå over 12 uker, da uke 3 til og med uke 15.

- **Mulige fordeler (se ovenfor)**
- **Mulige ubehag/ulemper (se ovenfor)**
- **Pasientens/studiedeltakerens ansvar**

- Alle forsøkspersoner må kunne transportere seg selv til og fra trening og testing. Forsøkspersonene i gruppen Personlig Trening må også booke tidspunktene på treningen med sin respektive personlige trener. Alle forsøkspersonene vil få utdelt en treningsdagbok som må fylles ut.

Kapittel B - Personvern, biobank, økonomi og forsikring

Personvern

Opplysninger som registreres om deg er resultatene fra testene inkludert i prosjektet, samt dine svar på spørreskjemaet. Ingen andre forskere utenfor dette prosjektet vil få tilgang til dataene. Norges idrettshøgskole (seksjon for idrettsmedisinske fag) ved administrerende direktør er databehandlingsansvarlig.

Utlevering av materiale og opplysninger til andre

Nei.

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, med mindre opplysningene allerede er inngått i analyser eller brukt i vitenskapelige publikasjoner.

Økonomi og rolle

Studien og biobanken er finansiert gjennom forskningsmidler fra Norges idrettshøgskole. Ingen andre eksterne parter bidrar økonomisk i studien.

Forsikring

Norges idrettshøgskole er en statlig institusjon og er således selvassurandør.

Informasjon om utfallet av studien

Deltakerne har rett til å få informasjon om utfallet av studien, og vil få tilsendt dette når resultatene foreligger.

Vedlegg 2

Forespørsel om deltagelse som forsøksperson
BodyPump og personlig trening - muskelaktivering

Som en del av forskningsprosjektet "BodyPump og personlig trening – endringer i muskelstyrke og kroppssammensetning" skal det gjennomføres målinger for å se på muskelaktivitet under trening. Hensikten med dette er å se i hvor stor grad musklene aktiveres under treningsmetoden BodyPump og styrketrening med og uten personlig trener.

Du blir spurt om å være med i denne delen av forskningen ettersom du ved pre-test gjennomførte målinger med ultralyd av overarmen. Denne testen vil erstatte en av treningsøktene du skal gjennomføre. Testing og trening foregår på Norges idrettshøgskole og har en maksimal varighet på 2 timer. Gjennomføringen vil skje fra og med uke 8 til uke 12. I løpet av denne perioden vil det bli individuelle avtaler for tidspunkt som passer best for deg, enten morgen, dag eller kveld, men ingen testing fredager eller lørdager.

Litt om testprosedyren:

Testingen inkluderer 5 minutter oppvarming på ergometersykkel, før 4 tester av maksimal aktivering for muskler som blir brukt under treningsøkten. Selve målingene gjøres med en metode kalt elektromyografi (EMG). Elektroder plasseres på huden over de aktuelle musklene og vi kan dermed måle den elektriske aktiviteten, altså muskelaktiveringsgraden. Du gjennomfører så treningsøkten din med EMG-utstyret. EMG gir ingen form for ubehag. Elektrodene plasseres på overarmen, øvre del av brystet (rett under kravebenet) og på låret. Det er derfor fint om du har på deg klær som gjør elektrodeplasseringen enkel. Elektrodene kan has på under klær, men ikke stramtsittende tøy. Du vil gjennomføre tester og trening i et laboratorium (ikke i styrkerommet der dere har testet styrke tidligere).

Håper du kan bidra til at vi får disse målingen på plass. Ta kontakt hvis du har spørsmål, eller noe er uklart.

Med vennlig hilsen

Marius Lindtvedt Hansen, Masterstudent i idrettsvitenskap.

Seksjon for idrettsmedisinske fag, Norges idrettshøgskole.

Mob: 95491101

E-post: m.l.hansen@nih.no

Vedlegg 3

Samtykke til deltakelse i studien

Jeg er villig til å delta i studien

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

(Signert av nærstående, dato)

Jeg bekrefter å ha gitt informasjon om studien

(Signert, rolle i studien, dato)

Vedlegg 4

