

# Bacheloroppgave

*“Hvilken av øvelsene benkpress med stang og benkpress med manualer  
aktiverer musculus pectoralis major i størst grad?”*

av

101939 og 101970

VF202- Bacheloroppgave

Innleveringsfrist: 28.04.2017 kl. 09.00

FAE - Fysisk Aktivitet og Ernæring

Antall ord: 6011

April, 2017

Institutt for helsefag - Høyskolen Kristiania

”Denne bacheloroppgaven er gjennomført som en del av utdanningen ved Institutt for helsefag  
– Høyskolen Kristiania. Høyskolen Kristiania er ikke ansvarlig for oppgavens metoder,  
resultater, konklusjoner eller anbefalinger.”

## Forord

Denne Bacheloroppgaven er skrevet av to studenter på Høyskolen Kristiania ved studieretningen Fysisk aktivitet og ernæring. Valg av tema og problemstilling er gjort i den hensikt å finne den mest optimale benkpressvarianten for musculus pectoralis major.

Vi ønsker å rette en stor takk til alle som har bidratt til denne bacheloroppgaven:  
Vår veileder John Magne Kalhovde for dyktig veiledning og kompetanse.  
Testpersonene som stilte opp på våre to testdager og gjorde som vi instruerte dem.  
Høyskolen Kristiania for lån av lokale og apparater.  
EMG- lommelabb for utstyr og gode instruksjoner og brukermanualer.

Oslo, 27.04.2017

Studentnummer: 101939 og 101970

## Innholdsfortegnelse

Forord .....	2
Sammendrag .....	4
<b>1.0 Innledning.....</b>	<b>5</b>
1.1 Tema.....	5
1.2 Begrunnelse av tema.....	5
1.3 Problemstilling .....	5
1.4 Sekundær problemstilling .....	5
1.5 Begrepsavklaringer .....	5
1.6 Oppgavens oppbygning.....	6
<b>2.0 Teori .....</b>	<b>7</b>
2.1 Musculus pectoralis major .....	7
2.2 Hva skiller et maksløft og et submaksimalt løft?.....	7
2.3 Hvordan regulere muskelkraft?.....	8
2.4 Hva er forskjellen mellom benkpress med stang og benkpress med manualer?.....	8
<b>3.0 Metode.....</b>	<b>8</b>
3.1 Kvantitativ metode .....	8
3.2 Rekruttering .....	9
3.3 Elektrodeplassing .....	9
3.4 Metodebeskrivelse.....	10
3.4.1 Standardisering av øvelsene.....	10
3.4.2 Utstyr og programvare.....	12
3.4.3 Kalibrering/MVIC Normalisering .....	12
3.4.4 Oppvarming før 1RM.....	13
3.4.5 Beregning av 1RM på testpersonene .....	14
3.5 Testdagen.....	14
3.6 Statistikk .....	14
3.7 Litteratursøk .....	14
3.8 Etiske Hensyn og sikkerhet.....	15
3.8.1 Intimgrenser.....	15
3.8.2 Anonymitet.....	15
<b>4.0 Resultater .....</b>	<b>16</b>
<b>5.0 Diskusjon .....</b>	<b>18</b>
5.1 Hovedfunn.....	18
5.2 MVIC kalibrering.....	20
5.3 Vårt utvalg.....	21
5.4 Tre av ti deltagere ekskludert.....	22
5.5 Beregning av 1RM på testpersonene .....	22
5.6 Styrker og svakheter .....	22
5.6.1 Styrker .....	22
5.6.1.1 Elektrodene på samme sted.....	22
5.6.2 Svakheter.....	23
5.6.2.1 For lang oppvarming.....	23
5.6.2.2 Dobbel maksløft på samme dag .....	23
5.6.2.3 For lite tid mellom testdagene.....	23
5.6.2.4 Systemfeil .....	23
5.6.2.5 Ulik øvelseskjennskap.....	24

<b>6.0 Konklusjon</b> .....	<b>24</b>
6.1 Vår konklusjon .....	24
6.2 Videre forskning .....	24
<b>7.0 Referanseliste</b> .....	<b>25</b>
7.1 Vedlegg 1: Samtykkeerklæring .....	27

## Sammendrag

Bakgrunn: Benkpress er en populær øvelse for å trene musculus pectoralis major (m. pectoralis major), men det er uklart om benkpress med stang eller benkpress med manualer er øvelsen som aktiverer muskelen i størst grad. Hensikten med denne studien var å undersøke forskjeller i muskelaktivering mellom de to øvelsene.

Materiale og metode: 10 mannlige testpersoner ble rekruttert fra Høgskolen Kristiania i Oslo. 7 testpersoner gjennomførte begge øvelsene. Muskelaktiviteten i m. pectoralis major ble målt ved elektromyografi under øvelsene benkpress med stang og benkpress med manualer. Begge øvelsene ble gjennomført på 1 repetisjon maksimum og 3 repetisjoner på 70% repetisjon maksimum (submaksimal belastning).

Resultater: Ved benkpress med submaksimale belastning var det en signifikant høyere aktivering av m. pectoralis major under benkpress med manualer sammenlignet med benkpress med stang ( $p = 0,039$ ). Det var ingen signifikant forskjell mellom øvelsene under de maksimale testene ( $p = 0,193$ ).

Konklusjon: Vi konkluderer med at benkpress med manualer gir en høyere aktivering av m. pectoralis major ved submaksimal belastning i forhold til benkpress med stang. Vi kan derfor anbefale å trene benkpress med manualer dersom målet er å få maksimalt treningsutbytte av brystmuskelen ved øvelsen benkpress. Dersom man skal gjennomføre et maks løft (1RM) med øvelsen benkpress vil ikke valg av manualer eller stang være avgjørende for muskelaktiviteten i m. pectoralis major.

Nøkkelord: benkpress, elektromyografi, pectoralis, biomekanikk,

# 1.0 Innledning

## 1.1 Tema

Temaet vi valgte til vår bacheloroppgave var muskelaktivering. EMG-lommelabb er et apparat som måler den elektriske aktiviteten i en muskel under en øvelse, og dette apparatet brukte vi for å teste hypotesen vår (1, s. 249). EMG står for elektromyografi, som betyr fremstilling om den elektriske aktiviteten i muskler. Apparatet måler antall aksjonspotensialer som dannes under utførelsen av øvelsen. Dette tillater oss å måle hvor aktiv en muskel er i en gitt øvelse.

Vi valgte å teste grad av muskelaktivering under øvelsene benkpress med stang og benkpress med manualer for så å sammenligne dem for å se hvilken av øvelsene som ga den høyeste aktiveringen. Muskelen vi tok for oss er den store brystmuskelen, m. pectoralis major, og det er her vi festet overflateelektrode som målte grad av muskelaktivering.

## 1.2 Begrunnelse av tema

Grunnen til at vi ønsket å fordype oss i dette temaet er vår store interesse for fysiologi og biomekanikk og hvordan man basert på dette kan komme fram til den mest optimale treningen. Vi hadde et ønske om å tilegne oss mer kunnskap på dette feltet, samt å få undersøkt om det er benkpress med manualer eller benkpress med stang som aktiverer brystmuskelen mest. Vi har erfart at det er uenighet om hvilken øvelse en får best utbytte av å trene.

## 1.3 Problemstilling

Problemstillingen som skal bli besvart i oppgaven er følgende: *Hvilken av øvelsene benkpress med stang og benkpress med manualer aktiverer musculus pectoralis major i størst grad?*

## 1.4 Sekundær problemstilling

Er det forskjell i aktiveringsgraden mellom de ulike øvelsene når det kommer til maksløft (1RM) og submaksimalt løft (3 repetisjoner på 70% RM)?

## 1.5 Begrepsavklaringer

**Muskulus Pectoralis Major (PM):** Den store brystmuskelen (2, s. 511).

**Testperson (TP):** En av de 10 personene vi testet.

**Benkpress (BP):** Øvelse som i hovedsak trener brystmuskelen (2, s. 512).

**Elektromyografi (EMG):** Metode for å måle den elektriske aktiviteten i muskler ved bruk av elektroder plassert på muskelens hudoverflate (9).

**Maximum Voluntary Isometric Contraction (MVIC):** En aktiveringstest av relevant muskulatur med mål om å finne maksimal muskelaktivering (9).

**Repetisjon Maksimum (RM):** Den totale vekten man kan løfte i totalt en repetisjon. 3RM er for eksempel den maksimale vekten du klarer å løfte 3 ganger (1).

**Aksjonspotensiale (AP):** Elektriske impulser som fører til muskelbevegelse (2, s. 28).

**Agonist:** Muskel som skaper et dreiemoment over ett eller flere ledd (2, s. 32).

**Antagonist:** Muskel som jobber i motsatt retning av agonisten (2, s. 32).

**Synergist:** Muskler som samarbeider om å skape dreiemoment over ledd (2, s. 32).

**Eksentrisk kontraksjon:** Muskelen forlenger seg (2 s. 26).

**Konsentrisk kontraksjon:** Muskelen trekker seg sammen (11).

**Isometrisk kontraksjon:** Muskelen jobber statisk (ingen bevegelse) (12).

### **1.6 Oppgavens oppbygning**

Først vil det bli gjort en gjennomgang av teorien som ligger til grunn i denne bacheloroppgaven. Så blir det en gjennomgang av metoden som er benyttet, før vi går gjennom hvordan vi har gjennomført vårt litteratursøk. Så blir de etiske og sikkerhetsmessige hensynene drøftet, før vi avslutter med en gjennomgang av kostnader og resultater. I resultatkapittelet er det en diskusjon rundt våre resultater, samt drøfting av resultatene våre sammenlignet med tidligere funn. Det hele avsluttes med styrker og svakheter i vårt forskningsprosjekt, før en konklusjon og tanker rundt videre forskning. Referanselisten finnes i slutten av oppgaven.

## 2.0 Teori

### 2.1 Musculus pectoralis major

Muskelen vi har fokus på i denne studien er musculus pectoralis major, som på norsk kalles “den store brystmuskelen”. Musculus pectoralis major har sitt utspring fra fremre, mediale del av kragebeinet, langs kanten av sternum, de seks øverste ribbene og fra senespeilet til m. rectus abdominus (2, s.511). Muskelen fester seg på crista tuberculi majoris humeri. Muskelens hovedfunksjon er å føre den abduerte armen skrått nedover inn mot midtlinjen og innoverrottere skulderleddet (2, s. 511).

Styrketrening blir definert som «all trening som er ment å utvikle eller vedlikeholde vår evne til å skape størst mulig kraft (dreiemoment) ved en forutbestemt hastighet» (2, s. 13). Når man sammenligner to styrkeøvelser for å kunne avgjøre hvilken av øvelsene som gir den beste treningseffekten er det interessant å se på graden av muskelaktivering under øvelsene. Den øvelsen som gir den høyeste aktiveringen kan antas å gi best treningsutbytte for nettopp denne muskelen. Det er derfor vi i denne oppgaven ønsker å sammenligne muskelaktiveringen i øvelsene benkpress med stang og benkpress med manualer.

### 2.2 Hva skiller et maksløft og et submaksimalt løft?

For å forstå de ulike øvelsene bedre er det viktig å forstå hva som skjer med muskelen under en benkpress med stang og manualer og hva som skiller dem fra hverandre. Det er også viktig å være klar over forskjellene mellom et maksløft 1 repetisjon maksimum og et submaksimalt løft på 70% av 1 repetisjon maksimum. For å gjøre dette må vi analysere øvelsene ved hjelp av biomekanikk, anatomi og fysiologi. Det mest grunnleggende er forskjellen mellom et maksløft (1RM) og et submaksimalt løft (70% av 1RM). Det er mindre krevende å gjennomføre et submaksimalt løft med god teknikk, sammenlignet med et 1RM løft. Årsaken til dette er at man ved en submaksimal belastning løfter en vekt som er lavere enn den maksimale vekten man klarer å løfte. Under et slikt submaksimalt løft kan man i eksentrisk og konsentrisk fase fokusere fullt og helt på riktig bevegelsesbane, samt at man er selvsikker på at løftet vil gjennomføres uten store vansker. Ser man derimot på et maksløft er det en del usikkerhet hos testpersonen knyttet til løftet. Det stiller også ekstremt høye krav til antagonistene og synergistene i maksløftet.

### **2.3 Hvordan regulere muskelkraft?**

«Kraften i en muskelgruppe reguleres av hvor mange motoriske enheter som til enhver tid er rekruttert, og hvilken kraft vi utvikler i de aktiverte enhetene» (2, s. 28). Jo tyngre et løft er, jo flere motoriske enheter må rekrutteres for at løftet skal kunne utføres. I tillegg til antall motoriske enheter er fyringsfrekvensen av aksjonspotensialer en viktig faktor for å regulere muskelkraften. Under et maksløft vil alle motoriske enheter til muskelen være aktivert, og aksjonspotensialene vil være avfyrt med en slik hastighet at en full tetanus oppstår (2, s. 28-30). Ved et submaksimalt løft er det ikke ønskelig å aktivere muskulaturen til det maksimale, og da benyttes følgende metoder for å kontrollere muskelstyrken; (i). Variere antall motoriske enheter rekruttert, og (ii) regulere fyringsfrekvensen til aksjonspotensialene. Ved et submaksimalt løft blir disse metodene benyttet for å oppnå optimal muskelaktivering til nettopp dette løftet.

### **2.4 Hva er forskjellen mellom benkpress med stang og benkpress med manualer?**

Forskjellene på benkpress med stang og benkpress med manualer er at begge endene er knyttet sammen ved hjelp av en vektstang i benkpress med stang, mens vekten er delt i to under en benkpress med manualer. En av m. pectoralis majors hovedoppgaver under en benkpress med manualer er å sørge for at avstanden mellom manualene ikke øker i konsentrisk fase. Dette er imidlertid irrelevant ved benkpress med stang ettersom stangen binder de to sidene sammen og grepet blir låst. Dette er ofte folk flest sin forklaring på teorien om at benkpress med manualer aktiverer m. pectoralis major mer enn BP med stang. Her kan man igjen argumentere med at en normalt vil klare å løfte tyngre vekter i en benkpress med stang, sammenlignet med manualer, og at forskjellen kan utjevnes på grunn av vektforskjellen.

## **3.0 Metode**

### **3.1 Kvantitativ metode**

I denne bacheloroppgaven ble en kvantitativ forskningsmetode benyttet. Kvantitativ metode vil si at dataene vi samlet inn ble tallfestet og analysert ved hjelp av statistiske metoder (13).

Kvantitativ metode ble brukt da vi ønsket å finne ut om det var en signifikant forskjell i aktiveringsgraden av brystmuskelen ved bruk av manualer og stang i en benkpress. Dette er resultater som blir best beskrevet i tallform og vi benyttet derfor denne metoden for å kunne svare på vår problemstilling.



### 3.2 Rekruttering

Deltakerne ble rekruttert fra Høgskolen Kristiania, Institutt for Helsefag og var i alderen 18-40 år. Under rekrutteringsperioden mottok deltakerne en invitasjonsmail med informasjon om hva studien gikk ut på samt våre inklusjons- og eksklusjonskriterier. (Se våre inklusjons- og eksklusjonskriterier i tabell i). De som innfridde kriteriene og takket ja til å delta måtte gi oss en skriftlig tilbakemelding om at de ønsket å delta i prosjektet og at de godkjente våre vilkår for deltagelse. Ett av våre inklusjonskriterier var at deltakerne måtte ha kjennskap til styrkeøvelsene som skulle gjennomføres, da benkpress med stang og manualer.

Det ble valgt som et inklusjonskriterium da vi hadde begrenset med tid og ressurser og dette ville spare oss tid med tanke på opplæring og innføring av riktig teknikk. Av etiske hensyn var et eksklusjonskriterium tidligere skade i brystmuskel eller skuldre, eller høyere risiko for nye skader i dette området. Dette for å sikre deltakerne mot skader under testdagen. Vi rekrutterte i alt 10 mannlige testpersoner. Av disse ble resultatene fra 7 deltakere innhentet. På bakgrunn av plasseringen på overflateelektrodene valgte vi å ekskludere kvinner fra forsøket, da med tanke på sports-bh som mulig ville bli et problem, samt det ekstra fettlaget som kunne påvirket resultatene (3).

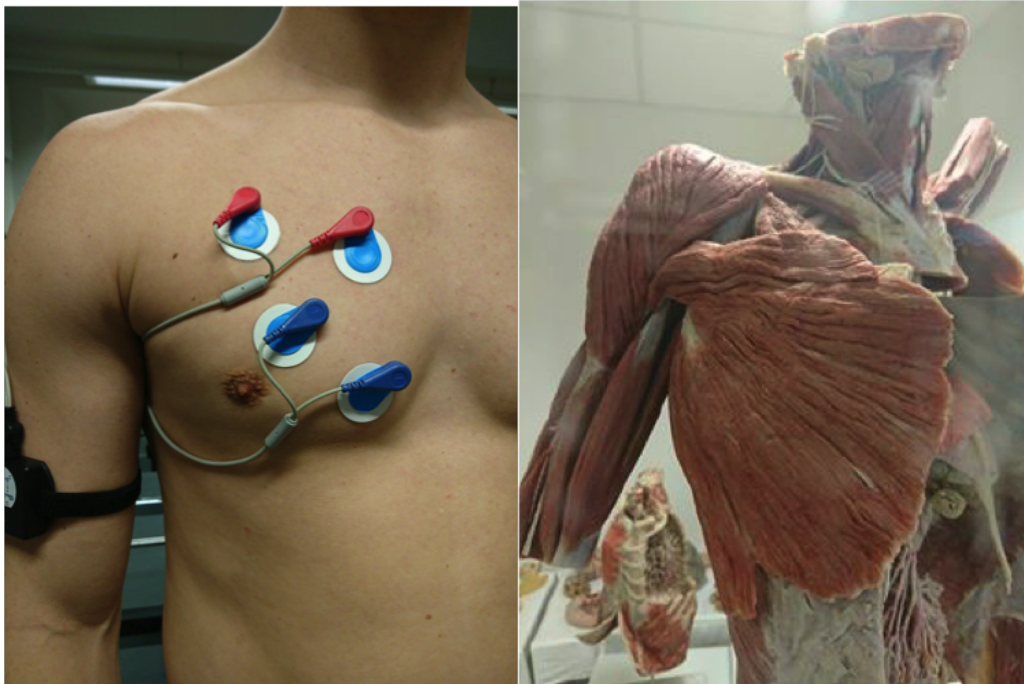
Inklusjonskriterier	Eksklusjonskriterier
Mann	Kvinne
Skadefri i overkroppen	Skade i overkroppen
Trene benkpress øvelsene regelmessig	Ikke trene benkpress regelmessig

[Tabell i] Våre inklusjons- og eksklusjonskriterier

### 3.3 Elektrodeplassing

De fire elektrodene ble nøye plassert på samme sted på overflaten av m. pectoralis major på hver av testpersonene. EMG-apparatet vi brukte hadde to ulike kanaler med to tilhørende elektroder. De to elektrodene på kanal 1 (rød) ble festet tilnærmet vannrett på øverste del av muskelen, mens de to andre elektrodene på kanal 2 (blå) ble plassert skrått på nederste del av muskelen (se bilde 1). Årsaken til at elektrodene ble plassert på denne måten er at de må festes

diagonalt i lengderetningen på muskelfibrene for at resultatene skal bli så nøyaktige som mulig (4). Før plassering av elektroder ble området vasket med sprit og papir for å sikre bedre signal. Om nødvendig ble området på brystpartiet barbert før vasking og festing av elektrodene for å sikre så god kontakt som mulig (5).



[Bilde i] TP med overflateelektroder.

[Bilde ii] Preparat som viser muskelfibrenes retning og plassering.

### 3.4 Metodebeskrivelse

#### 3.4.1 Standardisering av øvelsene

Benkpress med stang ble gjennomført på følgende standardiserte måte: rumpe og øvre del av rygg liggende på benken med en naturlig svai i korsryggen. Begge føttene i bakken.

Testpersonen skulle ha en naturlig bredde på grepet, der personens høyde avgjorde selve avstanden mellom hendene. Stangen ble så hevet ut av stativet og ført kontrollert ned til den berørte brystkassen. Her passet forskerne på at stangen ikke berørte EMG- elektrodene som var festet på brystkassen og at TP ikke benyttet seg av moment på brystet. Den konsentriske fasen skulle vare i 2 sekunder. Stangen skulle så hvile på brystet i ca. 1 sekund før den konsentriske fasen startet, og stangen ble løftet opp til startposisjon. Konsentrisk fase skulle vare i 1 sekund.



[Bilde iii] Benkpress med stang.

Benkpress med manualer ble gjennomført på følgende måte: rumpe og øvre del av rygg liggende på benken med en naturlig svai i korsryggen. Begge føttene i bakken. I startposisjon skulle testpersonen ha armene strake i en naturlig skulderbredders avstand slik at manualene berørte hverandre. Den eksentriske fasen skulle vare i 2 sekunder og var ferdig når skulderleddet var i det sagittale plan med frontal akse, samt at albueleddet var i 90 grader på det nevnte planet. I bunnposisjon ble manualene holdt statisk i 1 sekund før øvelsen ble avsluttet med den konsentriske fasen på 1 sekund opp til startposisjon.



[Bilde iv] Benkpress med manualer.

### 3.4.2 Utstyr og programvare

EMG-Lommelabb fra Biomekanikk AS ble benyttet til overflatemålingene av EMG, samt en Galaxy Tab for å betjene og lese av resultatene.

Elektrodene vi benyttet var av typen Ambu, Blue Sensor M.

Microsoft Excel 14.6.8 ble benyttet for å samle og fordele grovdata.

SPSS 21.0 Ble brukt for analysen, herunder en Paret T-test.

Graphpad Prism 6.0. For visualisering (diagram).

Olympiske manualer og vektskiver.

Olympisk stang og vektskiver.

Styrkerommet på Høgskolen Kristiania ble benyttet under alle målingene. For at forsøkene skulle ha så stor validitet som mulig og for å tillate at reliabiliteten ble størst mulig for fremtidige forsøk, var det svært viktig at vi fulgte retningslinjene gitt av Biomekanikk AS i form av EMG-Lommelab sin brukermanual, samt seniam.org for korrekt plassering av hver enkelt elektrode (4).

### 3.4.3 Kalibrering/MVIC Normalisering

For at målingene skal ha en god validitet og reliabilitet er det særdeles viktig å kalibrere utstyret som skal brukes. I denne studiens tilfelle måtte vi kalibrere ved å utføre en maximum voluntary isometric contraction test (MVIC) på relevant muskulatur. Dette gjorde vi i den hensikt å finne den maksimale aktiveringen på muskelen. Her gjennomføre TP en isometrisk kontraksjon der målet var å aktivere muskelen så nærme som mulig 100%, slik dette tallet senere kunne brukes som referanseverdi for andre øvelser på samme muskulatur. Da i form av prosent aktivering.

Kalibreringsøvelse benyttet i denne studien var palm press med følgende prosedyre:

I et intervall på 10 sekunder presset TP håndflatene sammen i en maksimal isometrisk kontraksjon. EMG-lommelab registrerte den høyeste aktiveringen og denne ble automatisk benyttet som referanseverdi (MVIC) under de senere testene.



[Bilde v] Palm press.

#### **3.4.4 Oppvarming før 1RM**

Oppvarmingen ble standardisert slik at alle hadde likt utgangspunkt under 1RM testene. Det ble oppvarmet med en prosentvis økning 40-100% (6), basert på antatt 1RM i de ulike øvelsene.

- 40% av 1RM, 6 repetisjoner. 1 min pause
- 60% av 1RM, 4 repetisjoner. 1,5 min pause
- 80% av 1RM, 3 repetisjoner. 2 min pause
- 90% av 1RM, 1 repetisjon. 3 min pause
- 95% av 1RM, 1 repetisjon. 5 min pause
- 100%: Test av antatt 1RM

Dersom vi nådde antatt 1RM og så at denne ikke stemte, fortsatte vi med 5 min pause mellom hvert sett til riktig 1RM ble funnet.

### 3.4.5 Beregning av 1RM på testpersonene

1RM tester ble gjennomført på alle TP etter MVIC kalibrering. 50% av deltakerne startet med stang og de resterende 50% startet med manualer. Etter gjennomføring av første 1RM test, hadde TP en pause på 5 min før han gjennomførte en 1RM test med det andre apparatet.

### 3.5 Testdagen

Målingene ble gjennomført på treningsrommet på Høgskolen Kristiania i Prinsens Gate 7, i uke 10. Testdag 1 ble utført tirsdag og onsdag, og testdag 2 ble gjennomført torsdag og fredag. For å sikre restitusjon ble det bestemt at det skulle være minimum 48 t mellom testdag 1 og 2. Det ble satt av 30 min til hver deltaker på testdag 1 for å finne 1RM i begge øvelsene. På testdag 2 ble det satt av 45 minutter til hver deltaker for å sikre oss nok tid til korrekt montering av utstyr, MVIC-kalibrering og selve testingen.

Testpersonene ble så satt til å gjennomføre den standardiserte oppvarmingen før vi gjennomgikk selve øvelsene og forsikret oss om at TP klarte å gjennomføre samtlige tester med korrekt teknikk.

For å unngå unødvendig utmattelse gjennomførte TP kun 1 repetisjon av 1RM og 3 repetisjoner på 70% av 1RM. På slutten av testdagen samlet vi inn all data i Excel og overførte til SPSS. Her gjennomførte vi en grundig statistisk analyse på datasettene for å undersøke om det var en signifikant forskjell i grad av muskelaktivering mellom de to øvelsene. Graphpad Prism ble brukt for å visualisere resultatene ved bruk av digram.

### 3.6 Statistikk

Rådata ble samlet i Excel og satt i system. SPSS ble så brukt for å se på forskjeller mellom datasettene. Her ble det benyttet en tosidig paret t-test med antagelse om normalfordeling av verdiene. Signifikansnivå på 0.05 (5%) ble valgt for å avgjøre om det var en signifikant forskjell mellom datasettene. P-verdien må da være  $\leq 0.05$ .

### 3.7 Litteratursøk

Søkemotoren benyttet for å se på tidligere studier var PubMed med følgende søkeord:

“Electromyography”, “Benchpress”, “Pectoralis Major”. Vi fant to svært relevante studier (7, 8) gjort på vårt tema, hvor begge studiene sammenlignet aktiveringen i m. pectoralis major ved tre ulike øvelser inkludert øvelsene benkpress med manualer og benkpress med stang.

Resultatene deres var følgene: ingen av studiene fant noen signifikante forskjeller på aktiveringen av m. pectoralis major ved de ulike løftene, men det ble gjort en del observasjoner

på blant annet aktiveringstid som var av interesse. Det ble også gitt råd til fremtidige studier om hva som kan gjøres annerledes, og disse rådene har vi tatt med oss inn i vår studie.

### **3.8 Etiske Hensyn og sikkerhet**

Ved forsøk på mennesker er det viktig å sikre seg at en ivaretar hver enkelt av deltakernes helse, miljø og sikkerhet. Dette ble gjort ved at vi sikret oss at deltakerne ikke hadde hatt tidligere skader i overkroppen/musklene vi testet, samt ikke led av sykdommer eller helsetilstander hvor øvelsene kunne skade individet eller sette det i fare. Spørreskjema med skadehistorikk (anamnese) ble derfor benyttet når deltakerne skulle rekrutteres.

#### **3.8.1 Intimgrenser**

Det er viktig å ta hensyn til deltakernes intimgrenser da metoden vi benyttet var overflateelektroder, som festes direkte på muskelens overflate. Dette betyr at målingene måtte foregå uten tildekking av brystmuskelen, noe som kan være for intimt for noen samt et problem for kvinner som gjerne bruker sports-bh. Dette var en av grunnene til at vi valgte å utelate kvinner fra studien. Informasjon om at forsøket foregikk uten tildekking av overkroppen sto tydelig i informasjonsmailen deltakerne mottok under rekrutteringsperioden.

For å skjerme deltakerne for unødvendig blottlegging under testingene ble det satt opp skillevegger rundt benkpressapparatene slik at TP ble skjermet fra innsyn av andre som befant seg på treningsrommet. Dette for at TP skulle føle seg så komfortabel som mulig under testene.

#### **3.8.2 Anonymitet**

Det er viktig å sikre anonymitet når man henter informasjon og resultater av andre. Dette handler om å vise respekt til de som deltar samt skape en trygg ramme for deltakerne hvor de vet at all informasjon blir holdt konfidensielt. Anonymitet ble sikret ved at vi benyttet kodenavn på deltakerne hvor kun testlederne hadde tilgang til informasjonen som kunne knytte deltakerne til kodenavnene.

### **3.9. Kostnader**

Vi fikk låne EMG- lommelabb, nettbrett og softwear av Høgskolen Kristiania, og det forekom derfor ikke noen kostnader under vår testperiode/Bachelor.

## 4.0 Resultater

All data ble hentet ut fra EMG-lommelabb og lagret i Excel. I Excel ble dataen fra kanal 1 og kanal 2 summert for å få aktiveringen fra hele m. pectoralis major i prosent. Dette ble gjort med dataen fra 1RM med stang og manualer, samt submaksimal med stang og manualer.

I SPSS ble det gjennomført en parett t-test på 1RM med stang mot 1RM med manualer, samt submaksimal med stang mot submaksimal med manualer.

I vitenskapelige studier bruker man begrepet statistisk signifikans som et verktøy for å beskrive sannsynligheten for at et resultat ikke skyldes tilfeldige variasjoner. Signifikansnivåer som er vanlige å bruke i medisinsk forskning er 0,05 (5%), og i noen tilfeller enda lavere. Vi har i denne studien valgt å bruke signifikansnivå på 0,05 (5%). For oss betyr dette at et resultat med en P-verdi  $\leq 0,05$  er statistisk signifikant.

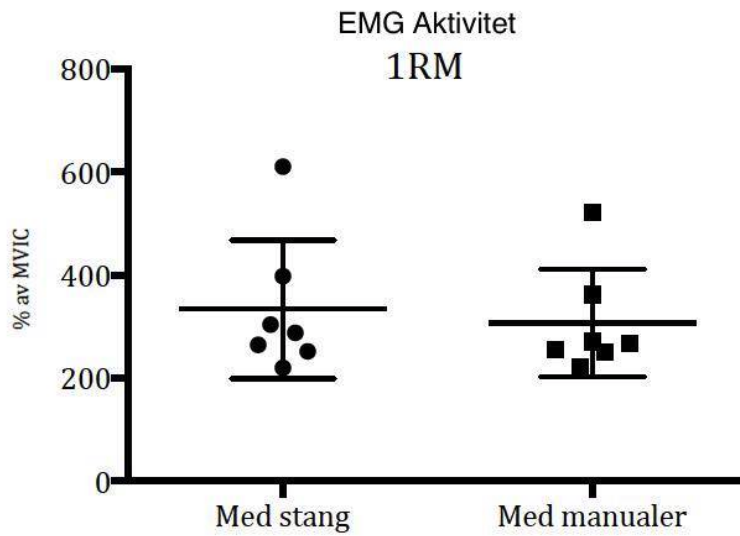
	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 VAR00001 - VAR00002	26.85714	48.46108	18.31657	-17.96188	71.67617	1.466	6	.193

[Figur i] Figuren viser at det ikke er noen signifikant forskjell mellom øvelsene i 1RM (P=0.193).

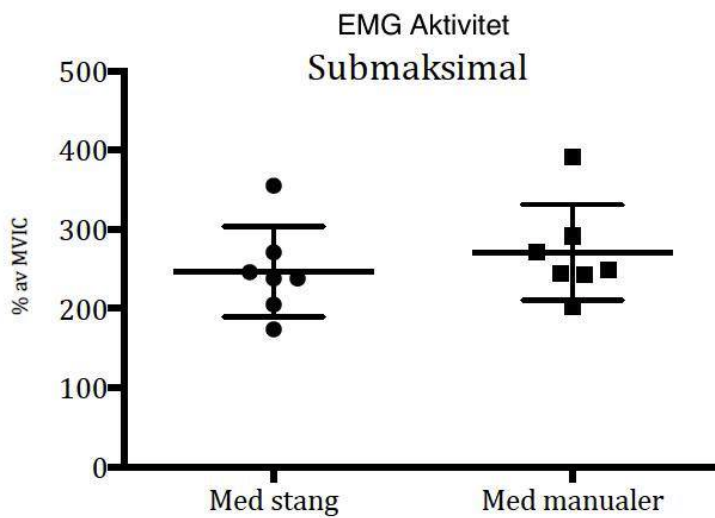
	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 VAR00007 - VAR00008	-24.00000	24.16609	9.13392	-46.34991	-1.65009	-2.628	6	.039

[Figur ii] Figuren viser at det er en signifikant forskjell mellom øvelsene under et submaksimalt løft (P=0.039).





[Figur iii] Figuren viser maksimal aktivering av m. pectoralis major i prosent av MVIC med konfidensintervall.



[Figur iv] Figuren viser maksimal aktivering av m. pectoralis major i prosent av MVIC med konfidensintervall.

## 5.0 Diskusjon

### 5.1 Hovedfunn

Formålet med denne studien har vært å se om de ulike benkpressøvelsene aktiverer den store brystmuskelen i forskjellig grad, både i et maksløft og i et submaksimalt løft. Disse øvelsene brukes ofte i ulike treningsprogram og det kan være relevant å vite hvilken øvelse som aktiverer den store brystmuskelen i størst grad.

I vår studie fant vi ingen signifikant forskjell i aktiveringen av m. pectoralis major ved benkpress med stang 1RM, sammenlignet med benkpress med manualer 1RM, ( $p = 0,193$ ). Dette har vært diskutert av andre lignende studier, blant annet i studien til Saeterbakken, Tillaar og Fimland (7). Saeterbakken, Tillaar og Fimland (7) benyttet også EMG-målinger for å sammenlignet 1RM benkpress med stang mot 1RM benkpress med manualer, og de fant som oss ingen signifikant forskjell.

Som sekundær problemstilling valgte vi å ta for oss et submaksimalt løft (3 repetisjoner på 70% av 1RM) i de samme øvelsene for å se om aktiveringen ville endre seg ved en lavere belastning som ikke krevde maksimal innsats. Også dette har blitt studert tidligere, men da i form av 3 rep av 6RM, som i studien til Welsch, Bird og Mayhew (8). Det interessante her er at vårt resultat viser en signifikant forskjell med en p-verdi på 0,039 i benkpress med manualer i favør.

I Welsch, Bird og Mayhew (8) sin studie ble EMG kun målt i konsentrisk fase, men her fant de heller ingen signifikant forskjell mellom øvelsene, noe som gjør dette enda mer tankevekkende. En svakhet i studien til Welsch, Bird og Mayhew (8) er at 6RM løftene baserte seg på selvrapperte 1RM-verdier fra testpersonene. Her er det mulig at testpersonene har over- eller underestimert sin egen 1RM, og at tallene for 6RM løftene kan ha vært unøyaktige. Slike feilkilder ble eliminert i vår studie da det ble gjennomført 1RM løft i begge øvelsene under strenge retningslinjer.

Saeterbakken, Tillaar og Fimland (7) har sett på både eksentrisk, konsentrisk, og samlet aktivering under et 1RM løft i BP med manualer og BP med stang. De fant en signifikant høyere aktivering av PM i benkpress med manualer i den eksentriske fasen, men de har ikke funnet noen signifikant forskjell i konsentrisk, eller i den samlede aktiveringen. Forklaringen til den signifikante høyere muskelaktiveringen i PM under eksentrisk fase av benkpress 1RM med manualer kan nettopp være forklaringen som ble gitt tidligere i punkt 2.4 om at PM blir svært aktivert for å holde lik avstand mellom manualene under øvelsene, i dette tilfelle eksentrisk fase. Denne avstanden er konstant i benkpress med stang og dette vil ikke belaste PM i samme grad.

Hovedårsaken til at det i vår studie ble funnet en signifikant forskjell mellom øvelsene i et submaksimalt løft, men ikke i et maksimalt løft kan være grunnet den store rekrutteringen av motoriske enheter og at fyringsfrekvensen er på det maksimale i et maksløft. I et submaksimalt løft vil ikke alle de motoriske enhetene rekruttere like mange muskelfibre i agonistene, antagonistene og synergistene, noe som kan føre til ulik muskelaktivering.

Hvorfor er det en signifikant forskjellen i muskelaktivering mellom et submaksimalt løft i benkpress med stang og manualer? Her skal vi se på forhold i biomekanikken og hvordan dette påvirker en åpen kjede (BP manual), sammenlignet mot en lukket kjede (BP stang). Som nevnt i punkt 2.4 er det stangen i benkpress som gjør det om til en lukket kjede. Her er avstanden mellom høyre og venstre hånd konstant, i og med at grepet er låst gjennom hele øvelsen. Hvis vi sammenligner denne “konstante avstanden” med BP m/manualer vil man se at avstanden mellom hver manual endrer seg gjennom øvelsen. Denne avstanden er det fortrinnsvis m. pectoralis major som regulerer, og brystmuskelen blir svært belastet på grunn av dette i både eksentrisk og konsentrisk fase i BP m/manualer. Musculus pectoralis major må derfor aktiveres både for å få manualene opp i topposisjon, men også ytterligere aktiveres for å redusere avstanden mellom manualene fra bunnposisjon til topposisjon. Den ekstra aktiveringen for å redusere avstanden mellom manualene fra bunn til topposisjon kan være nok til å gi den signifikante forskjellen i muskelaktiveringen mellom de to øvelsene i et submaksimalt løft.

Det er en del faktorer som gjør at våre resultater er ulike andres, blant annet antall og type testpersoner og målemetode. Hvis vi nok en gang tar for oss “Welsch, Bird og Mayhew” (8) studie som har mange likhetstrekk med vår egen, og ser på type og antall testpersoner er det noen små, men utpregede forskjeller. Vi har i motsetning til “Welsch, Bird og Mayhew” (8) bare tatt med menn som testpersoner. Hovedårsaken til dette er forskjellene i de to kjønnenes anatomi. Her gjør brystvevet det vanskelig å standardisere elektrodeplasseringen hos de kvinnelige testpersonene, noe som igjen kan føre til ulike resultater. Ved å eliminere en slik potensiell feilkilde kan det føre til økt validitet i en studie. Antall testpersoner er større i denne studien (n=12) menn og kvinner, mens vår studie startet med 10 og endte opp med resultatene fra 7 TP. Et mindre utvalg kan føre til et dårligere bilde av den valgte populasjonen (menn i alder 18-40).

Vårt utvalg bestod av trente menn og vi kan derfor konkludere med at resultatene kun er gjeldende for denne gruppen. Det er altså mulig at samme test ville gitt et ulikt resultat om det var utrente personer som ble testet. Dette fordi en utrent person muligens ville hatt en noe annerledes løfteteknikk og fått en annen rekruttering av synergister og antagonister som kunne ført til at brystmuskelen ikke ble like aktivert/ eller mer aktivert sammenlignet med de trente individene.

## 5.2 MVIC kalibrering

I jakten på den riktige kalibreringsøvelse for pectoralis major baserte vi oss på artikkelen “Normalization of EMG Signals: To Normalize or Not to Normalize and What to Normalize to?(9)” og “Standard Maximum Isometric Voluntary Contraction Tests for Normalizing Shoulder Muscle EMG”(10) som beskriver “Gullstandarden” for MVIC normalisering av Pectoralis Major. Studien konkluderer med at “Palm press”, “internal rotation 90 degrees” og “internal rotation 0 degrees” er øvelsene som aktiverer brystmuskelen i størst grad.

I vår pilotstudie testet vi ut alle tre kalibreringsøvelsene for å finne den som ga størst aktivering av Pectoralis major. «The highest value recorded for each muscle from at least 3 attempts at these MVIC tests should be used as the normalization value to ensure that the recorded values reflect maximum neural activation levels» (9).

Palm press og de andre MVIC øvelsene ble gjennomført på samme dag av samme testperson, noe som ifølge majoriteten av studier ikke skal påvirke reliabiliteten til resultatet (9). Etter tre

gjennomføringer på alle de ovennevnte kalibreringsøvelsene, med den anbefalte hvilen mellom settene og øvelsene med minimum 2 minutter som anbefalt (9) viste det seg at Palm press ga høyest grad av aktivering i pilotstudien, da i form av root mean square (RMS). Basert på vår egen pilotstudie, relevant litteratur, god kjennskap til biomekanikken i de øvre ekstremiteter og truncus kom vi frem til at den beste kalibreringsøvelsen for m. Pectoralis Major var Palm Press.

Som nevnt ovenfor er en svakhet med vår metode at vi kun brukte en øvelse for MVIC normalisering på alle testpersonene. Da noen av våre endelige resultater ga muskelaktivering på langt over 100%, kan gyldigheten til disse resultatene diskuteres.

I studien til Halaki og Ginn (9) blir det beskrevet at det er flere øvelser som kan gi maksimal aktivering i en gitt muskel, mens det er ingen spesifikk øvelse som kan skape maksimal aktivering hos alle forsøkspersonene i den gitte muskelen (9).

«These findings indicate that the use of single MVIC test to identify maximum activity in a given muscle is not valid and that sets of tests are required in order to ensure maximum activity in a given muscle is recorded from all subjects.»(9). Tid til disposisjon, samt utstyr som ikke tillater å lagre og bruke flere kalibreringsdata om gangen, gjorde at vi til slutt måtte si oss fornøyd med å kun bruke en kalibreringsøvelse, til tross for at resultatenes validitet kan diskuteres i etterkant.

Da vi startet med EMG-måling på de første testpersonene så vi fort at kalibreringsøvelsen ikke hadde aktivert brystmuskelen maksimalt, da flere av resultatene fra selve testingen med benkpress ga verdier på over 100%. «Reported normalized EMG signals >100% indicate that the normalization test used to generate the MVIC is not accurately revealing the maximum muscle activation capacity» (9). Dette påvirker likevel ikke våre resultater da det er mulig å sammenligne øvelsene selv om referanseverdien ikke er 100%.

### **5.3 Vårt utvalg**

Våre testpersoner bestod av godt trent menn i alderen 18-40 år. Alle trente regelmessig og hadde mellom 3 og 7 økter i uken. For at våre resultater skulle vært gjeldende også for kvinner, eldre, yngre og utrente, måtte vårt utvalg inkludert disse gruppene i studien. Våre resultater er altså kun gjeldende for godt trent menn i alderen 18-40 år da dette var vårt utvalg. Til videre

forskning hadde det vært interessant å se om liknende resultater ville blitt funnet dersom utvalget var annerledes.

#### **5.4 Tre av ti deltagere ekskludert**

Av de 10 deltakerne som deltok i studien ble resultatene til tre deltagere ekskludert. Grunnen til at disse resultatene ble fjernet var at de på ulike måter ikke innfridde våre krav under testprosedyren. TP 1 og 2 ble ekskludert da EMG lommelabb restartet seg underveis i testingen og kalibreringen dermed ble nullstilt. Da TP allerede hadde gjennomført maksløft i begge øvelsene tok vi en avgjørelse på at TP nå var for sliten i muskulaturen til å utføre samtlige tester på nytt, og hans resultater ble dermed ekskludert fra forsøket. TP 3 sine resultater ble ekskludert fra studien etter at han på testdag 2 ikke klarte å gjennomføre sin 1RM med stang.

#### **5.5 Beregning av 1RM på testpersonene**

Basert på egen pilotstudie så vi at det var svært vanskelig å estimere sin egen 1, 6 og 12 RM. Vi valgte derfor å gjennomføre 1RM tester på alle TP, etter MVIC kalibreringen. Halvparten av deltakerne startet med stang og de resterende 50% startet med manualer. Etter gjennomføring av første 1RM test, hadde TP en pause på 5 min før han gjennomførte en 1RM test med det andre apparatet. Ved at vi gjennomførte 1RM tester på alle TP, eliminerte vi en potensiell feilkilde hvor ukorrekt 1RM kunne blitt oppgitt av TP.

#### **5.6 Styrker og svakheter**

##### **5.6.1 Styrker**

###### **5.6.1.1 Elektrodene på samme sted**

Ved å kun bruke EMG utstyret en dag innenfor en tidsramme på 40min unngikk vi feilkilden vi ville fått dersom vi hadde vært nødt til å feste elektrodene på TP flere ganger. Selv om en ville forsøkt så godt det lar seg gjøre å feste elektrodene på eksakt samme sted, ville vi funnet små variasjoner som kunne ført til en svakere reliabilitet. Dette ble unngått i vårt forsøk da vi kun brukte elektroder en dag sammenhengende.

###### **5.6.1.2 Testet 1RM**

Flere av studiene vi har sett på (8, 7) som omhandler samme tema, har basert seg på egentestede 1RM tester. Da vi testet 1RM på alle TP fant vi fort ut at de aller fleste TP hadde undervurdert sin RM i øvelsene og dette regner vi for en viktig feilkilde da dette kan ha ført til

feil resultater. I og med at vi testet 1RM på alle TP fikk vi et helt eksakt resultat på 1RM og unngikk denne feilkilden.

## **5.6.2 Svakheter**

### **5.6.2.1 For lang oppvarming**

TP ble bedt om å estimere sin 1RM på forhånd slik at vi hadde et standpunkt å forholde oss til på testdag 1. De fleste TP undervurderte sin antatte 1RM med både stang og med manualer. Siden de varmet opp med gradvis økende vekt i øvelsene for å finne korrekt 1RM, fikk noen TP mange løft for å finne riktig vekt. Dette kan ha påvirket resultatene da TP ble sliten i muskulaturen.

### **5.6.2.2 Dobbelt maksløft på samme dag**

Vi satt av en dag til å teste 1RM med både stang og manualer, noe som førte til at testene ble utført med minimum 5 minutters mellomrom. Ideelt sett ville vi testet 1RM i de to ulike øvelsen på to ulike dager. Dette ble ikke prioritert i vår bacheloroppgave da vi så oss nødt til å begrense oss i mengden tid og arbeid.

### **5.6.2.3 For lite tid mellom testdagene**

Det ble bestemt at det skulle være minimum 48t mellom testdag 1 og testdag 2. På testdag 2 skulle TP utføre en 1RM med den vekten vi fant på testdag 1. Dette ble en utfordring for en TP. Av de 10 testpersonene vi hadde var det 1 TP som ikke klarte å utføre løftet på 1RM på testdag 2. Dette var hos den TP som ikke trente benkpress ukentlig. Vi valgte å utelate resultatene til denne TP fra våre resultater for å unngå feilkilden dette ville medført. Dette er likevel noe å ta med seg til videre forskning da en løsning kan være å ha flere hviledager mellom testdagene.

### **5.6.2.4 Systemfeil**

Programvaren EMG- lommelabb tvangsavsluttet under testingen på 2 deltakere. Da dette skjedde etter kalibrering og testing av en øvelsene, førte dette til tap av kalibrering, og dette måtte da utføres på nytt av TP. Da TP allerede hadde gjennomført maksløft og submaksimal testing i en av øvelsene, kunne vi ikke kalibrere for så å teste alle øvelsene på nytt da TP begynte å bli sliten. Vi valgte å utelate resultatene fra disse to TP.

#### 5.6.2.5 Ulik øvelseskjennskap

Selv om et av våre inklusjonskriterier var at TP måtte ha god kjennskap til øvelsene som skulle gjennomføres, så vi fort at det var store variasjoner i hvor ofte TP trente begge eller en av øvelsene. Noen av TP hadde aldri gjennomført makstest i øvelsene og trente det sjelden, mens andre TP trente øvelsene ukentlig og hadde god erfaring med å teste 1RM i disse øvelsene. Denne ulikheten i utvalget kan ha påvirket resultatene ved at løftene ble utført med noe ulik løfteteknikk og at de TP som trente øvelsene sjeldnere hadde en tendens til å være mindre restituert til testdag 2 enn de TP som trente øvelsene regelmessig.

## 6.0 Konklusjon

### 6.1 Vår konklusjon

Vi konkluderer med at benkpress med manualer gir en høyere aktivering av m. pectoralis major ved submaksimal belastning i forhold til benkpress med stang. Vi kan derfor anbefale å trene benkpress med manualer dersom målet er å få maksimalt treningsutbytte av brystmuskelen ved øvelsen benkpress. Dersom man skal gjennomføre et maksløft (1RM) med øvelsen benkpress vil ikke valg av manualer eller stang være avgjørende for muskelaktiviteten i m. pectoralis major.

### 6.2 Videre forskning

Videre forskning kan fokusere på å dele opp de ulike benkpressvariantene i faser; eksentrisk og konsentrisk, i et maksløft og et submaksimalt løft. Vi har allerede sett fra studien til Saeterbakken, Tillaar og Fimland (7) at det er en signifikant forskjell mellom BP med stang og BP med manualer i et 1RM løft i eksentrisk fase. Om dette gjelder under submaksimale løft gjenstår å finne ut av.

I og med at vårt utvalg kun bestod av trente, mannlige individer ville det vært interessant med videre forskning på utrente individer og kvinner for å se om resultatene våre er gjeldene også for disse gruppene.



## 7.0 Referanseliste

1. Dahl H.A. Dahl, Rinvik E. Menneskets funksjonelle anatomi. 3. utgave. Oslo: Cappelen Damm AS; 2010. s. 249.
2. Raastad T, Refsnes P.E, Paulsen G, Rønnestad B, Wisnes A.R. Styrketrening - i teori og praksis. 1. utgave. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag; 2010. s. 13, 28, 30, 32, 511-512.
3. Kuiken T.A, Lowery M.M, Stoykov N.S. The effect of subcutaneous fat on myoelectric signal amplitude and cross-talk. *Prosthetics and Orthotics International*. 2003; 27 (1): 48-54.
4. Senim.org [Internett]. [Hentet 27. januar 2017]. Tilgjengelig fra URL: [www.seniam.org](http://www.seniam.org).
5. Hermens H. J, Freriks B, Disselhorst- Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2000;10(5):361-74.
6. Loturco I, Kobal R, Moraes J. E, Kitamura K, Cal Abad C.C, Pereira L. A, Nakamura F. Y. Predicting the Maximum Dynamic Strength in Bench Press: The High Precision of the Bar Velocity Approach. *The Journal of Strength & Conditioning* 2017 Apr;31(4):1127-1131.
7. Saeterbakken A.H, Tillaar R, Fimland M.S. A comparison of muscle activity and 1-RM strength of three chest-press exercises with different stability requirements. *Journal of Sports Sciences*. 2011; 29(5):533-538.
8. Welsch E. A, Bird M, Mayhew J. L. Electromyographic activity of the pectoralis major and anterior deltoid muscles during three upper-body lifts. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005; 19(2): 449–452.

9. Halaki M, Ginn K. Normalization of EMG Signals: To Normalize or Not to Normalize and What to Normalize to? Computational Intelligence in Electromyography Analysis - A Perspective on Current. Applications and Future Challenges. InTech, 2012; DOI: 10.5772/49957.
10. Boettcher CE, Ginn KA, Cathers I. Standard Maximum Isometric Voluntary Contraction Tests for Normalizing Shoulder Muscle EMG. Journal Orthopaedic Research. 2008; 26(12):1591–1597.
11. Store Medisinske Leksikon [Internett]. Konsentrisk trening. 2017 [Hentet 2017-04-15] Tilgjengelig fra: [https://sml.snl.no/konsentrisk\\_trening](https://sml.snl.no/konsentrisk_trening)
12. Store Medisinske Leksikon [Internett]. Eksentrisk trening. 2017 [Hentet 2017-04-15] Tilgjengelig fra: [https://sml.snl.no/eksentrisk\\_trening](https://sml.snl.no/eksentrisk_trening)
13. Store norske leksikon [Internett]. Kvantitativ Analyse. 2017 [Hentet 2017-04-17] Tilgjengelig fra: [https://snl.no/kvantitativ\\_analyse](https://snl.no/kvantitativ_analyse)

## 7.1 Vedlegg 1: Samtykkeerklæring

### SAMTYKKEERKLÆRING

Bacheloroppgavens tittel:

---

Student(er):

---

Jeg har mottatt informasjon om prosjektet om formålet med bacheloroppgaven. Jeg er også gjort kjent med at opplysninger om meg vil bli behandlet konfidensielt og anonymisert, slik at det ikke kan etterspores. Jeg er videre kjent med at den ferdige, beståtte bacheloroppgaven i fremtiden kan bli gjort tilgjengelig for studenter i Høgskolen Kristianas bibliotek.

Jeg samtykker i å delta som pasient/intervjuobjekt/annet i prosjektet. Jeg er gjort kjent med at jeg når som helst kan trekke meg fra å delta, uten å måtte oppgi noen grunn til det.

Stryk det som ikke passer. Hvis annet spesifiser her:

---

---

Navn: \_\_\_\_\_

Sted: \_\_\_\_\_

Dato: \_\_\_\_\_

Signatur: \_\_\_\_\_