



# Høgskulen på Vestlandet

## Vitenskapsteori og forskningsmetode. Bacheloroppgave

KRO350-BAC-2023-VÅR-FLOWassign

### Predefinert informasjon

<b>Startdato:</b>	11-05-2023 00:00 CEST	<b>Termin:</b>	2023 VÅR
<b>Sluttdato:</b>	25-05-2023 14:00 CEST	<b>Vurderingsform:</b>	Norsk 6-trinns skala (A-F)
<b>Eksamensform:</b>	Bacheloroppgave		
<b>Flowkode:</b>	203 KRO350 1 BAC 2023 VÅR		
<b>Intern sensor:</b>	(Anonymisert)		

### Deltaker

<b>Kandidatnr.:</b>	226
---------------------	-----

### Informasjon fra deltaker

<b>Antall ord *:</b>	11976
----------------------	-------

Egenerklæring \*:  Ja

Jeg bekrefter at jeg har  Ja registrert oppgavetittelen på norsk og engelsk i StudentWeb og vet at denne vil stå på vitnemålet mitt \*:

Jeg godkjenner autalen om publisering av bacheloroppgaven min \*

Ja

Er bacheloroppgaven skrevet som del av et større forskningsprosjekt ved HVL? \*

Nei

Er bacheloroppgaven skrevet ved bedrift/virksomhet i næringsliv eller offentlig sektor? \*

Nei



Høgskulen  
på Vestlandet

# BACHELOROPPGAVE

Sammenligning av muskelaktivering i overkropp ved øvelsene nedtrekk, sittende roing og benktrekk

Comparison of muscle activation in the upper body during lat pulldown, seated cable row and barbell bench pull

**Kandidatnummer - 226 & 218**

Faglærer i kroppsøving og idrettsfag

Fakultet for lærerutdanning, kultur og idrett

Institutt for idrett, kosthold og naturfag.

Veileder Arild Bratten Hafstad

Innleveringsdato: 25.05.2023

Antall ord: 11976

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle

kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1.

## **Abstract**

The purpose of this study was to compare muscle activation between the lat pulldown, the seated cable row and the barbell bench pull between four different muscle groups.

**Methods:** Twelve resistance-trained men (age  $22,9 \pm 1,4$  yrs; height  $181,4 \pm 7,4$  cm; body mass  $85,5 \pm 10$  kg), with  $6 \pm 1,9$  years resistance training experience, completed the study.

The surface electromyographic activation was measured in four different muscle groups (Biceps Brachii (BB), Deltoideus Posterior (DP), Trapezius Transversa (TT) and Latissimus Dorsi (LD), during eight to twelve repetition maximum loads in all three exercises. To compare the potential differences between the exercises, the average activation of the last three repetitions during an eight to twelve repetition maximum set was measured and analyzed. The same grip orientation and grip width was performed during the three exercises.

**Results:** The results showed a significant higher muscle activation in BB during the lat pulldown compared to the seated cable row ( $P < 0,0005$ ). TT showed significant higher activation during the bench pull ( $P < 0,0002$ ) and the seated row ( $P < 0,002$ ), compared to the lat pulldown. DP showed significant higher activation during the bench pull ( $P < 0,00009$ ) and seated row ( $P < 0,01$ ) compared to the lat pulldown. Similar activation in LD was found between all three exercises.

**Conclusion:** In conclusion, all three exercises are well suited for training the upper back musculature and are good options to include in a training program. For targeting TT and DP, the bench pull, and seated row may be the more efficient choice. For targeting LD, all three exercises yield similar activation, thus making them equally effective. For a combining stimulus of LD and BB, the lat pulldown may be the more efficient option.

## **Forord**

Oppgaven er skrevet i forbindelse med bachelorutdanningen Faglærer i kroppsøving og idrettsfag ved Høgskulen på Vestlandet, campus Bergen. Studiet ble gjennomført i perioden 2020 - 2023.

Prosjektet baserer seg på styrketrening og sammenligningen av nedtrekk i kabel, benktrekk med stang og sittende roing i kabel. Problemstillingen er valgt på bakgrunn av stor interesse for styrketrening, og at det er gjennomført lite forskning som sammenligner øvelsene. Det har vært spennende og lærerikt å få fordype seg i bruk av elektromyografi, muskelfysiologi og tidligere forskning på området.

Vi ønsker å gi en stor takk til veileder Arild Hafstad for god hjelp med oppgaven og Anja Margrethe Fjellanger Liljegren for lån av utstyr til testing. Vi vil også rette en stor takk til alle deltakerne i studien.

# Innholdsfortegnelse

<b>1.0 Innledning</b> .....	<b>7</b>
1.1 Hovedproblemstilling .....	7
1.1.1 Hypoteser til hovedproblemstilling .....	8
1.1.2 Avgrensning .....	8
<b>2.0 Teori</b> .....	<b>9</b>
2.1 Muskelfysiologi .....	9
2.1.1 Aksjonspotensial .....	9
2.1.2 Rekruttering .....	10
2.1.3 Fyringsfrekvens .....	10
2.2 EMG .....	11
2.2.1 Feilkilder ved EMG .....	12
2.3 Styrketrening .....	13
2.3.1 Faktorer som bestemmer muskelstyrken .....	13
2.3.2 Muskelvekst .....	14
2.3.3 Stimuli for muskelvekst .....	15
2.3.4 Treningsvariabler for muskelvekst .....	16
2.3.5 Trening til utmattelse .....	17
2.4 Trening i ulike plan .....	18
2.4.1 Nedtrekk .....	18
2.4.2 Benktrekk .....	18
2.4.3 Sittende roing .....	19
2.5 Oversikt over tidligere forskning .....	19
2.5.1 Studier på utmattelse .....	21
<b>3.0 Metode</b> .....	<b>22</b>
3.1 Forskningsdesign .....	22
3.2 Deltakere .....	22
3.3 Testprosedyrer .....	24
3.3.1 Tilvenningsdag .....	24
3.3.2 Testdager .....	25
3.3.3 Teknikk i øvelsene .....	26
3.4 EMG .....	29
3.4.1 Hud preparering .....	29
3.4.2 Sensor- og elektrode plassering .....	29
3.4.3 Inspeksjon av EMG signal- og baselineaktivitet .....	31
3.4.4 MVIC protokoll .....	31
3.5 Etske forhold .....	32
3.6 Innsamling og analyse av data .....	32
3.7 Validitet og reliabilitet i studiet .....	34

<b>4.0 Resultater .....</b>	<b>34</b>
4.1 Tema i dataanalysen.....	34
4.2 Belastning og repetisjonsantall hos TP.....	34
4.3 Oversikt av alle øvelser og muskler.....	35
4.4 Latissimus Dorsi .....	37
4.5 Biceps Brachii.....	38
4.6 Deltoideus Posterior.....	39
4.7 Trapezius.....	40
<b>5.0 Diskusjon .....</b>	<b>41</b>
5.1 Oppsummering av hovedfunn.....	41
5.2 Aktivering i øvelsene .....	41
5.2.1 Latissimus dorsi .....	41
5.2.2 Biceps brachii.....	43
5.2.3 Deltoideus posterior .....	43
5.2.4 Trapezius.....	44
5.3 Utmattelse .....	44
5.4 Diskusjon av metode.....	46
5.4.1 Innsamling- og analyse av data.....	46
5.4.2 EMG feilkilder .....	47
5.4.3 MVIC som normaliseringsmetode .....	48
5.4.4 Kritikk av EMG som metode .....	49
5.4.5 Testpersoner.....	50
<b>6.0 Konklusjon .....</b>	<b>50</b>
<b>Litteraturliste.....</b>	<b>52</b>
<b>Vedlegg 1: Samtykkeskjema.....</b>	<b>58</b>
<b>Vedlegg 2: P-verdi tabell .....</b>	<b>60</b>

## **Tabell- og figuroversikt:**

**Tabell 1:** Informasjon om deltakerne

**Tabell 2:** Prosedyre for tester

**Tabell 3:** Gjennomsnitt med standardavvik av belastning og antall repetisjoner i øvelsene

**Tabell 4:** Aktivering i mikrovolt av de fire musklene, som et gjennomsnitt av de tre siste repetisjonene på tvers av TP, for alle de tre øvelsene, med standardavvik

**Figur 1:** *Gjennomsnittsaktivering i mikrovolt av alle muskler ved de tre øvelsene.*

**Figur 2:** *Gjennomsnittsaktivering med standardavvik i mikrovolt av Latissimus Dorsi i de tre siste repetisjonene i nedtrekk, benktrekk og sittende roing ved belastning på 8-12RM.*

**Figur 3:** *Gjennomsnittsaktivering med standardavvik i mikrovolt av Biceps Brachii i de tre siste repetisjonene i nedtrekk, benktrekk og sittende roing ved belastning på 8-12RM.*

**Figur 4:** *Gjennomsnittsaktivering med standardavvik i mikrovolt av Deltoideus Posterior i de tre siste repetisjonene i nedtrekk, benktrekk og sittende roing ved belastning på 8-12RM.*

**Figur 5:** *Gjennomsnittsaktivering med standardavvik i mikrovolt av Trapezius i de tre siste repetisjonene i nedtrekk, benktrekk og sittende roing ved belastning på 8-12RM.*

# 1.0 Innledning

Gjennom studiet har vi fått stor interesse for styrketrening gjennom emnene treningslære, bevegelseslære og fysiologi. Styrketrening er også en treningsform som flere benytter seg av for å oppnå bedre helse og livskvalitet. Forskning på styrketrening har økt de senere årene og har vist seg å kunne gi flere helsefordeler, som blant annet å redusere risikoen for overvekt, diabetes, hjertesykdom og benskjørhet (Bouchard et al, 2007). På bakgrunn av dette har vi valgt å skrive bacheloroppgaven om styrketrening og muskelaktivering.

Muskelaktivering kan fortelle oss hvor aktiv en muskel er i en gitt oppgave og i hvilken grad øvelser gir et godt stimuli til muskelen. Vi har valgt å gjennomføre et forskningsprosjekt hvor vi ved hjelp av elektromyografi (EMG) sammenligner muskelaktiveringen i fire ulike muskler ved tre styrketreningsøvelser som har til hensikt å trene ryggmuskulatur. Valget baserer seg først og fremst på at vi generelt er nysgjerrig på hvilken ryggøvelse som fører til høyest muskelaktivering og videre gir best stimuli for muskelvekst. Videre har vi sett at det foreligger relativt lite forskning og litteratur hvor ulike ryggøvelser sammenlignes. Vi har valgt øvelsene nedtrekk, benktrekk og sittende kabelroing. Dette fordi øvelsene innebærer muskelarbeid i ulike plan, noe som kan være interessant å sammenligne. Dermed får vi undersøkt hvorvidt arbeid i vertikalt plan vs. horisontalt plan fører til forskjeller i muskelaktivering.

Opgaven vår handler om styrketrening der vi sammenligner muskelaktivering i Biceps Brachii (BB), Latissimus Dorsi (LD), Deltoideus Posterior (DP) og Trapezius Transversa (TT) i de respektive øvelsene. Belastningen i øvelsene tilsvarer 8-12 repetisjon maksimum (RM). Øvelsene er valgt fordi de benyttes for å trene sentrale ryggmuskler, og ofte inkluderes i styrketreningsprogrammer.

## 1.1 Hovedproblemstilling

Vi har valgt problemstillingen vår basert på at det foreligger relativt lite forskning som tar for seg akkurat disse fire musklene og deres aktivering i de tre øvelsene. Videre vil de tre øvelsene ifølge Raastad og kolleger (2021) involvere samtlige av musklene vi tester. Problemstillingen er derfor:



*Sammenligne muskelaktivering i musklene Latissimus Dorsi, Biceps Brachii, Trapezius Transversa og Deltoideus Posterior ved øvelsene nedtrekk, sittende roing og benktrekk på 8-12RM.*

### **1.1.1 Hypoteser til hovedproblemstilling**

Hypotesene baserer seg på hvilke øvelser som vil føre til høyere aktivering i de forskjellige musklene, med bakgrunn i vår kunnskap om anatomi, biomekanikk og muskelfysiologi.

Hypotesene er som følger:

1. Nedtrekk gir signifikant høyere aktivering av Latissimus Dorsi
2. Benktrekk og sittende roing gir signifikant høyere aktivering av Trapezius Transversa og Deltoideus Posterior.
3. Benktrekk gir størst total aktivering på tvers av muskelgruppene og gir størst potensiell treningsutbytte/effekt av øvelsene.

### **1.1.2 Avgrensning**

I dette studiet skal vi teste musklene LD, BB, TT og DP i de tre ryggøvelsene nedtrekk, benktrekk og sittende roing. Elektromyografi (EMG) er valgt som metode for å sammenligne muskelaktivering i de fire musklene og for analysen av resultatene er det valgt å bruke gjennomsnittet av muskelaktiveringen regnet i mikrovolt, fra de tre siste repetisjonene av hver serie. Vi har valgt å bruke et repetisjonsintervall tilsvarende 8-12, som befinner seg innenfor et område ofte anbefalt for trening for muskelvekst (hypertrofi). Vi har derfor valgt å vinkle oppgaven inn mot muskelstimuli som fører til hypertrofi på sikt. Øvelsene valgt kan utføres med flere varianter med tanke på grepsbredde og -orientering, kroppsposisjon/holdning, bruk av moment og bevegelsesbane. Det er derfor valgt å bruke standardisert teknikk i øvelsene hvor grepsbredden og grepsorienteringen er lik på tvers av de tre øvelsene. Det er ikke valgt å analysere forskjellen mellom den konsentriske og eksentriske fasen av repetisjonene i øvelsene, men heller repetisjonene i sin helhet.

## 2.0 Teori

### 2.1 Muskelfysiologi

Musklene består av skjelettmuskelfibre og bindevev, hvorav skjelettmuskelfibrene er det som har evne til å trekke seg sammen (kontrahere) og skape bevegelse (Dahl & Rinvik, 2018, s. 219). En muskel fester på to ulike knokler som er bevegelige i forhold til hverandre, og består av bunter av muskelfibre som sammen danner muskelen i sin helhet, muskelbuen.

Muskelfibrene består av aktin og myosinfilamenter, som kalles myofibriller. Hver myofibrill består av sarkomerer som er koblet i serie etter hverandre langs hele myofibrillen.

Sarkomerene avgrenses fra hverandre av det som kalles Z-skiver. Ved en muskelsammentrekning vil hver enkelt sarkomer bli kortere fordi myosinfilamentene trekker aktinfilamentene lenger inn mellom myosinfilamentene (Dahl, 2015, s. 149). Denne forkortningen forekommer som følge av aksjonspotensialer, som er mekanismen som fører til at muskelen i sin helhet trekker seg sammen og skaper bevegelse.

#### 2.1.1 Aksjonspotensial

Aktiviteten i muskelceller styres av spenningsforskjeller som følge av ulike ioner ved innsiden og utsiden av muskelcellen. Disse spenningsforskjellene endrer seg som følge av at muskelcellene mottar nerveimpulser. Nerveimpulsene, aksjonspotensialer (AP) forekommer når depolariseringen av cellemembranen overstiger et gitt nivå som kalles fyringsterskelen. Denne depolariseringen innebærer at innsiden av muskelcellen blir kortvarig positiv i forhold til utsiden som følge av at natriumioner strømmer inn i cellen (Dahl, 2015, s. 127).

Depolariseringen fører til at innsiden av cellen går fra sitt hvilepotensial, ca. minus 80 mikrovolt (mV) til 30 mV (Konrad, 2006, s. 8). Depolariseringen etterfølges av en hyperpolarisering hvor kaliumioner strømmer ut, som medfører at cellen går tilbake til hvilenivå. Aksjonspotensialet brer seg på innsiden og langs hele muskelfiberens tverrsnitt. For at det skal skapes en kontraksjon som skaper bevegelse, må muskelfiberen motta en serie med aksjonspotensialer etter hverandre. Dette kalles et impulstog (Dahl, 2015, s. 127-157).

Det som gjør at aksjonspotensialet fører til kontraksjon er at kalsiumioner binder seg til det regulatoriske proteinet troponin, som gjør at myosinhodene kan gripe tak i aktinfilamentet og trekke det inn mot midten av sarkomeren (Dahl, 2015, s. 156). Troponin, i lag med tropomyosin, er to regulatoriske proteiner som styrer muskelkontraksjonen. Når muskelen er i

hvile blokkerer tropomyosin bindingsstedene på aktinfilamentet, dette hindrer myosinhodene å gripe tak. Økt kalsiumkonsentrasjon som følge av aksjonspotensialer frigjør disse bindingsstedene på aktinfilamentet. Serien av aksjonspotensialer gjør at kalsiumkonsentrasjonen i muskelcellen holder seg på samme nivå så lenge serien varer. Ved høyere frekvens på aksjonspotensialene, jo høyere er nivået av kalsium. Det er dermed frekvensen på aksjonspotensialene som regulerer kontraksjonskraften, og kalles frekvensmodulering (Dahl, 2015, s. 158). Det er endringen i elektrisk spenning ved overflaten av muskelfibrene som følge av aksjonspotensialene som måles ved overflate EMG (Konrad, 2006, s. 9).

### **2.1.2 Rekruttering**

Ifølge Dahl (2015, s. 231) innebærer rekruttering at motoriske enheter blir rekruttert i en fast rekkefølge hver gang muskelen blir aktivert i en isometrisk eller konsentrisk kontraksjon. Denne rekkefølgen kalles rekrutteringshierarkiet og er en av to måter en muskel kan tilpasse kontraksjonskraften basert på det aktuelle behovet. Dersom kraftbehovet er lite rekrutteres kun de minste enhetene, men dersom kraftbehovet øker vil flere og større motoriske enheter stadig aktiveres (Raastad et al., 2021, s. 28).

Behovet for økt kraft kan for eksempel forekomme når de minste enhetene er utmattet, eller når belastningen er så stor at de større enhetene må rekrutteres med en gang. De minste motoriske enhetene som rekrutteres først ved liten kraft er type I muskelfibre, også kalt lavterskelenheter. Ved økt utvikling av kraft rekrutteres deretter type IIA og type IIX muskelfibre, såkalte høytterskelenheter (Dahl, 2015, s. 161-162).

### **2.1.3 Fyringsfrekvens**

Ifølge Raastad og kolleger (2021, s. 28) kan en muskel også tilpasse kontraksjonskraften ved fyringsfrekvens. Her er det ikke antall motoriske enheter som kontrolleres, men kraften i hver enkelt motorisk enhet. Denne måten å regulere kraft på styres av frekvensen på aksjonspotensialene som når frem til de tilhørende muskelfibrene, og ulike muskler bruker forskjellige strategier for å regulere kraftutviklingen. På generelt grunnlag vil større muskelgrupper først og fremst rekruttere flere motoriske enheter for å regulere kraft opp mot 80% av maks kraft. Ved ytterligere økning fra 80% og opp mot maksimal kraft, må fyringsfrekvensen økes i hver motorisk enhet (Raastad et al., 2021, s. 28).

For å oppnå maksimal kraft i en muskelfiber må fyringsfrekvensen ha høy nok frekvens opp

til en gitt verdi. Høy nok fyringsfrekvens får en ved at flere aksjonspotensialer kommer fort etter hverandre som igjen fører til at det blir en opphopning av kalsium på innsiden av muskelcellen ved en muskelaksjon. Denne opphopningen forekommer ved at nye utslipp av kalsium fra sarkoplasmatiske retikulum (SR) kommer før det forrige utslippet pumpes tilbake i SR. Konsentrasjonen av kalsium på innsiden av muskelcellen er det som bestemmer spenningen i en uthvilt muskelfiber fordi denne konsentrasjonen bidrar til å frigjøre bindingssteder på aktin som myosinhodene kan feste seg på. Muskelfiberen sin evne til å utvikle kraft stiger i takt med økende kalsiumkonsentrasjon opp til et bestemt nivå hvor alle bindingsstedene på aktin er frigjort, som gjør at det er maksimal interaksjon mellom aktin og myosin. Videre vil optimal frekvens på aksjonspotensialene variere mellom fibertypene. Generelt trenger type I en lavere fyringsfrekvens (30-40 Hz) for å komme opp i maksimal kraft sammenlignet med type II, som trenger en høyere frekvens (40-70 Hz). Dette skyldes at kalsium pumpes raskere tilbake til SR i type II fibre enn type I fibre (Raastad et al., 2020, s. 29-30).

## 2.2 EMG

Elektromyografi (EMG) er en eksperimentell metode som benyttes for utvikling, måling og analyse av myoelektriske signaler (Konrad, 2006, s. 5). Myoelektriske signaler oppstår som følge av fysiologiske variasjoner i muskelcellemembranen. Kinesiologisk EMG studerer viljestyrt nevro-muskulær aktivering av muskler ved blant annet treningsøvelser. Overflate EMG gir tilgang til aktiverings signaler som fører til at muskelen blant annet utvikler kraft og skaper bevegelse (Lynn et al., 2018). Videre er EMG signalet summen av de motoriske enhetenes aksjonspotensialer som måles av elektroder og gir innsikt i nervesystemets aktivering av muskelen. Det som i hovedsak påvirker størrelsen og tettheten på signalene er rekruttering av motoriske enheter og fyringsfrekvensen på aksjonspotensialene. Forenklet kan man si at EMG benyttes for å finne ut hva muskelen gjør, altså hvor aktiv muskelen er i en gitt bevegelse.

Overflate EMG benyttes blant annet for å vurdere effekten av ulike treningsteknikker ved å sammenligne aktivering i ulike muskelgrupper basert på ulike øvelser og utstyr, eller for å evaluere effekten av treningsteknikker opp mot spesifikke fysiologiske adaptasjoner (Lynn et al., 2018). For å måle den elektriske aktiviteten i en muskel plasseres det elektroder på

bestemte steder på den aktuelle muskelbuken. EMG signalet som elektrodene måler baseres på aksjonspotensialer ved muskelcellemembranen som følge av depolariserings- og repolariseringsprosessene, samt rekruttering av motoriske enheter (Konrad, 2006, s. 8-10).

### **2.2.1 Feilkilder ved EMG**

Bruk av overflate EMG ved testing kan medføre flere feilkilder, som kan føre til at EMG signalet endrer seg under en og samme måling eller fra måling til måling. Slike feilkilder kan innebære at man får misvisende resultater. Vanlige feilkilder kan blant annet være faktorer ved testpersonene, som blant annet hud, fettprosent og muskelmasse, samt evne til å aktivere muskler. Videre vil også faktorer som fysiologisk cross talk, geometrisk endring mellom muskelbukken og elektroden, ekstern støy og kvaliteten på elektroder og forsterker kunne påvirke målingene (Konrad, 2006, s. 12).

Tykkelsen og temperaturen på huden kan variere på ulike steder av kroppen, noe som kan føre til sprikende EMG signaler. Andelen underhudsfett kan påvirke signalstyrken ved EMG målinger.

Fysiologisk cross talk innebærer at nærliggende muskler produserer nok EMG aktivitet slik at elektroden fanger opp signalene, og forstyrrer målingen til muskelen som skal måles. En form for cross talk som kan påvirke målinger ved muskulatur på overkroppen, er signaler fra hjertemuskulaturen (myokard aktivitet).

Endringer mellom elektroden og muskelbukken kan føre til at avstanden mellom signalets opphavssted og hvor signalet fanges opp endrer seg. Dette kan skyldes at elektroden flytter på seg eller løsner, eller at elektroden er festet på en måte som ikke tar hensyn til at muskelbukken vandrer under dynamisk muskelarbeid. Dette kan påvirke EMG målingen ved at signalet blir sterkere eller svakere. Dette er et vanlig problem ved all EMG-testing som utføres ved dynamiske og eksplosive bevegelser.

Ekstern støy i form av høy lyd eller vibrering kan også påvirke målingen slik at resultatene blir misvisende. Kvaliteten på elektrodene og intern støy fra forsterkeren kan gi økt aktivitet på EMG baseline. Ifølge Konrad (2006) kan de fleste av disse faktorene reduseres og kontrolleres med nøyaktig preparering og tilsyn av utstyr og testlokale.

## 2.3 Styrketrening

Ifølge Raastad og kolleger (2021, s. 13) kan styrketrening defineres som all form for trening som har til hensikt å utvikle eller vedlikeholde musklernes evne til å skape størst mulig kraft ved en spesifikk eller bestemt hastighet. Med styrke menes den maksimale kraften en muskel kan skape ved en bestemt hastighet (Raastad et al., 2021, s. 13).

Styrketrening er vist å kunne ha en rekke gode helseeffekter, blant annet økt muskelstyrke, muskelmasse, beintetthet, hvileforbrenning, redusert fettmasse og forbedret hjertehelse (Westcott, 2012). Styrketrening kan deles inn i ulike kategorier ut ifra hvilke adaptasjoner man ønsker å oppnå, blant annet maksimal styrke, eksplosiv styrke, muskulær utholdenhet og/eller- hypertrofi.

### 2.3.1 Faktorer som bestemmer muskelstyrken

Det finnes flere faktorer i menneskets muskel og skjelettsystem som er med på å bestemme vår evne til å utvikle kraft. Den viktigste faktoren for utvikling av maksimal styrke er muskelgruppens tverrsnittsareal (Raastad et al., 2021). En muskel med relativt stort tverrsnittsareal har evnen til å utvikle mer kraft sammenlignet med en muskel med mindre tverrsnittsareal. Dette illustreres ved at en muskel kan skape et drag på en sene på ca. 20-30 N per  $\text{cm}^2$  tverrsnittsareal når den er maksimalt aktivert og i sin optimale lengde i en isometrisk aksjon (Raastad et al., 2021, s. 20). Denne sammenhengen mellom tverrsnittsareal og maksimal styrke baseres på antall sarkomerer i parallell, altså hvor mange tverrbroer av aktin og myosin som bidrar for å utvikle mer kraft. Dannelse av flere tverrbroer som følge av hypertrofi har dermed innvirkning på en muskelgruppes evne til å utvikle kraft og videre dens styrke. Det som er med på å avgjøre muskelgruppens tverrsnittsareal er antall muskelfibre i en bestemt muskelbuk, fibrenes tverrsnittsareal og musklernes arkitektur, altså det fysiologiske tverrsnittsarealet.

Med musklenes arkitektur menes hvordan muskelfibrene er ordnet i forhold til skjelettet og kroppen. I menneskekroppen har en muskler som er ordnet ulikt ut ifra hvilken funksjon de har i utførelsen av bevegelser. Blant annet kan de være spoleformet, ensidig fjærformet, tosidig fjærformet eller multippel fjærformet. For eksempel vil en spoleformet muskel ha muskelfibre som er strukturert parallelt med retningen den gitte muskelen skal generere kraft i, eksempelvis Biceps Brachii. Dette er de musklene med størst evne til å generere kraft raskt. Muskelens lengde og bredde kommer også inn under muskelarkitektur. En muskels lengde kan påvirke hvor mye kraft den kan generere. For eksempel kan en muskel som er strukket til sin maksimale lengde ha redusert evne til å produsere kraft. Dette har sammenheng med at i en maksimal strukket muskel vil det ikke være tilstrekkelig kontakt mellom aktin og myosinfilamentene, de kontraktile proteinene, som gjør det vanskeligere å produsere kraft.

### **2.3.2 Muskelvekst**

Hypertrofi eller muskelvekst, innebærer økning i muskelvolum og forekommer blant annet ved at muskelfibre øker i tverrsnittsareal. Den økte muskelfiberstørrelsen ved hypertrofi kommer av at diameteren på eksisterende myofibriller øker som følge av at det enten dannes nye og/eller større myofibriller, eller mer sarkoplasmatiske protein (Cureton et al., 1988).

Dannelse av nye og/eller større myofibriller innebærer økning i mengden kontraktile proteiner, aktin og myosin. Denne økningen er en forutsetning for at muskelvekst skal gi økt evne til å skape kraft, som følge av at det er flere myofibriller som ligger i parallell, såkalte tverrbroer (Raastad et al., 2021, s. 43). Nye myofibriller forekommer ved at eksisterende myofibriller får en skade, for eksempel ved styrketrening. Ved økt størrelse og antall myofibriller økes mengden av kontraktile proteiner. Disse proteinene har evnen til å trekke seg sammen, noe som fører til at muskelen i sin tur trekker seg sammen.

Når muskelfibre øker i størrelse, øker også mengden av sarkoplasmatiske protein (Raastad et al., 2021, s. 53). Dette er nødvendig for at fibrenes kontraktile egenskaper skal holdes ved like når de øker i tverrsnittsareal. Dette henger sammen med at kontraksjonshastigheten i en muskel er avhengig av hvor raskt kalsium når fram til aktinfilamentene (myosin og aktin) fra sarkoplasmatiske retikulum. Dermed må volumet av sarkoplasmatiske retikulum og sarkoplasmatiske protein holdes konstant i takt med at myofibrillene øker i antall eller størrelse.



### 2.3.3 Stimuli for muskelvekst

De viktigste treningsrelaterte faktorene som stimulerer til muskelvekst er stort mekanisk drag i muskulaturen, metabolsk stress i muskelfibrene og skade på muskelfibrene (Raastad et al., 2021, s. 83).

Med mekanisk drag menes at muskelen settes på "strekk" ved at muskellengden forlenges utover hvilelengde som følge av et ytre drag eller at muskelen aktiveres ved at den påføres økt drag uten at lengden forandres. Ved styrketrening forekommer dette når muskelen aktivt utvikler kraft i isometriske, konsentriske og eksentriske muskelaksjoner. Det er sannsynligvis produktet av kraften i draget og hvor lenge draget virker som avgjør graden av stimuli for hypertrofi ved styrketrening (Raastad et al., 2021, s. 95).

Metabolsk stress ser også ut til å være en viktig stimulus for hypertrofi og forekommer når det skjer en oppbygging av metabolitter som følge av trening (De Freitas et al., 2017). Ifølge De Freitas et al (2017) kan graden av metabolsk stress under styrketrening påvirkes av faktorer som blant annet intensitet (trening til nær utmattelse), volum (serier x reps) og lengde på pauser mellom serier. De viser til studien til Gonzalez og kolleger (2015) hvor det ble vist økt metabolsk stress når utøvere trente med moderat vekt og moderate repetisjoner med korte pauser (70% av 1RM, 10-12 reps og 1 min pause) (De Freitas et al., 2017).

Skade på muskelvev kan oppstå som følge av styrketrening og blir sett på som en mulig faktor for hypertrofi (Schoenfeld, 2010). Slike skader kan oppstå ved eksentrisk styrketrening eller som følge av at utøveren ikke er vant med øvelsene, intensiteten og lengden på aktiviteten (Schoenfeld, 2012). Skaden på muskelvevet fører blant annet til aktivering av satelittceller og en økning av veksthormoner.

Betydningen av de overnevnte stimuliene handler om hvordan de påvirker forholdet mellom proteinsyntese og proteinnedbrytning, sammen kalt proteinmetabolismen (Raastad et al., 2021, s. 84). Hastigheten på de to variablene er det som er styrende for om en muskelfiber blir større, mindre eller vedlikeholder størrelsen. Ved hypertrofi er hastigheten på proteinsyntesen større enn hastigheten på nedbrytingen. Dette er dermed en forutsetning for muskelvekst.

Mekanisk drag, metabolsk stress og muskelskade som følge av trening bidrar til å øke hastigheten på proteinsyntesen og er dermed sentrale faktorer for hypertrofi.

### 2.3.4 Treningsvariabler for muskelvekst

I tråd til prinsippet om spesifisitet, er korrekt manipulering av treningsvariabler essensielt for å maksimere muskelvekst som følge av styrketrening (Schoenfeld, 2010).

Intensitet eller treningsmotstand vil si hvor mange repetisjoner en klarer med en gitt vekt (Schoenfeld, 2010). Intensitet uttrykkes normalt i prosent av 1RM eller som maksimalt antall repetisjoner en klarer med en gitt vekt, for eksempel 8RM. Treningsmotstand og antall repetisjoner er ansett som en av de viktigste variablene for å stimulere muskelvekst. Både Raastad og kolleger (2021) og Schoenfeld (2010) skisserer 6-15RM som repetisjonsområdet for hypertrofi. Dette skyldes at motstanden ligger i et område som er egnet til å stimulere både mekanisk drag og metabolsk stress (Schoenfeld, 2010).

Med treningsvolum menes det totale arbeidet en muskelgruppe utfører i løpet av en treningsøkt. Treningsvolum for en muskelgruppe kan grovt beregnes som produktet av serier x reps x treningsmotstand (Raastad et al., 2021, s. 17). Treningsprotokoller med høyt volum og flere serier har vist å være bedre for hypertrofi enn protokoller med lavt volum og færre serier. Hvorvidt dette skyldes økning i mekanisk drag, metabolsk stress, muskelskade eller en kombinasjon av disse, er uklart (Schoenfeld, 2010).

Bevegelsesutslag (range of motion) kan ifølge Kassano og kolleger (2023) defineres som grad av bevegelse som forekommer i et ledd ved gjennomføring av treningsøvelser. Meta-analysen deres legger til grunn at styrketrening med fullt bevegelsesutslag, i de fleste tilfeller, er å foretrekke for å oppnå høyest grad av hypertrofi.

Lengden på hvilepauser, tiden mellom hver serie, er med å påvirke hypertrofi ved at effekten på styrkekapasitet og oppbygging av metabolitter (bl.a. laktat og avfallsstoffer) avhenger av lengden på hvilepausen (Schoenfeld, 2010). Kortere pauser fører til økt metabolsk stress, som igjen gir mindre restituerte muskler. Lengre pauser gir lite metabolsk stress og uthvilte muskler som kan yte mer ved påfølgende serier. For å oppnå tilstrekkelig med både metabolsk stress og mekanisk drag, for å stimulere muskelvekst, bør hvilepausene ligge på et moderat nivå (60-90 sekunder) (Schoenfeld, 2010).

Treningsfrekvens vil si hvor ofte en muskelgruppe blir trent og er en sentral variabel som har innvirkning på muskelvekst. I en systematisk oversikt av Schoenfeld et al (2016) hvor de så på treningsfrekvens for hypertrofi konkluderte de med at å trene muskelgrupper to ganger i uken ga bedre resultater for hypertrofi sammenlignet med å trene muskelgruppene en gang i uken. Videre forklares det at å trene muskelen en gang i uken også er en god strategi da denne

frekvensen også bidrar til signifikant muskelvekst, så lenge det totale treningsvolumet er likt. Det er usikkert hvorvidt en frekvens på tre eller flere økter i uken bidrar til ytterligere muskelvekst. Forfatterne konkluderer med at det trengs mer forskning på området. En siste variabel som er relevant å nevne er hastigheten på repetisjoner. Schoenfeld et al (2010) foreslår at den konsentriske fasen bør gjennomføres ved rask eller moderat hastighet (ca. 1-3 sek), mens den eksentriske fasen bør gjennomføres ved tregere hastighet (2-4 sek).

### **2.3.5 Trening til utmattelse**

Subjektiv intensitetsstyring (grad av utmattelse) er vist å ha en betydelig effekt for muskelvekst sett i sammenheng med treningsmotstand. Muskulær utmattelse innebærer at en serie gjennomføres helt til de arbeidende musklene ikke lenger kan gjennomføre en fullstendig repetisjon i øvelsen som trenes, som følge av at musklenes kapasitet til å produsere maksimal kraft reduseres (Hunter et al., 2004). Grad av utmattelse blir ofte betegnet som RIR (repetisjoner i reserve), og sikter til hvor mange repetisjoner som gjenstår før muskulær utmattelse.

Grgic og kolleger (2022) fremhever at å trene til nær utmattelse er viktigere når det benyttes lav belastning, i motsetning til høy, fordi lavterskelenhetene må utmattes for at høyterskelenhetene skal rekrutteres. Dette i forhold til muskelens kraftbehov (rekrutteringshierarkiet). Ved høyere belastning blir betydningen av å trene til nær utmattelse mindre viktig da musklene må rekruttere alle motoriske enheter før de når utmattelse. Forfatterne understreker at det ikke foreligger tilstrekkelig forskning til å kunne konkludere med hvilken grad av utmattelse som fører til maksimal muskelvekst. Dermed er det uvisst om for eksempel. 5RIR eller 2RIR gir bedre stimuli for muskelvekst.

Den systematiske oversikten til Schoenfeld og kollegaer (2021) undersøkte hvilke muskulære adaptasjoner som oppstod ved ulike ytre belastninger og ulike repetisjonsantall. Her konkluderer de med at tilsvarende hypertrofi adaptasjoner kan forekomme ved lav motstand (30% av 1RM) og oppover så lenge det totale volumet er stort nok og at man trener til nær utmattelse.

Betydningen av å trene til nær utmattelse baserer seg på å rekruttere og stimulere alle motoriske enheter i henhold til rekrutteringshierarkiet, som er tenkt å være hensiktsmessig for å oppnå muskelvekst (Grgic et al, 2022). Videre understreker de fra et praktisk ståsted at trening i den såkalte “hypertrofisonen” (6-15 repetisjoner) vil være det mest tidseffektive og

gi mindre påkjenning for ledd sammenlignet med tyngre belastninger og mindre systemisk utmattelse og ubehag sammenlignet med lettere motstander.

## **2.4 Trening i ulike plan**

Ifølge Schoenfeld (2010) bør et velutviklet treningsprogram for hypertrofi inneholde variasjon i øvelser som gjør at muskelgrupper blant annet kan trenes i ulike vinkler og plan og med ulik grad av bevegelsesutslag. Disse faktorene kan føre til forskjellig aktiveringsmønster innad i muskelgrupper. Som et eksempel kan forskjellige deler av brystmuskulaturen trenes ved å gjennomføre brystpress i ulike vinkler, på lik linje som at forskjellige deler av ryggmuskulaturen kan trenes ved å gjennomføre dra-bevegelser i ulike vinkler og plan.

### **2.4.1 Nedtrekk**

Nedtrekk med stang er en øvelse som gjennomføres i vertikalplanet, og har vist å gi en signifikant styrkeøkning i muskler i øvre del av rygg og rundt skulderleddet (Ronai, 2019). Øvelsen har til hensikt å aktivere et spekter av muskler i den øvre delen av ryggen, blant andre Latissimus Dorsi, Trapezius, Deltoideus Posterior, Rhomboideus Major, Rhomboideus Minor og Supraspinatus. I tillegg aktiverer øvelsen muskler som er med på å flektre albueleddet, som Biceps Brachii og Brachialis. Øvelsen kan utføres med bredt grep, smalt grep eller nøytralt grep. Samtidig kan man variere hvilke typer håndtak/stang man benytter seg av. Øvelsen har flere ganger vist seg nyttig for en rekke idrettsutøvere, blant andre softballspillere, langrennsski utøvere og turnere (Prokopy et al., 2008; Østerås et al., 2002).

### **2.4.2 Benktrekk**

Benktrekk er en flerleddsøvelse som foregår i horisontalplanet, og benyttes for å øke styrken i muskelgrupper i øvre og midtre del av ryggen, blant annet Latissimus Dorsi, Trapezius, Rhomboideus, Deltoideus Posterior, samt albuefleksoren Biceps Brachii (Ronai & Taber, 2021). Øvelsen implementeres ofte i styrketreningsprogram for idrettsutøvere og benyttes også til testing av utøverens styrke i ryggen. Benktrekk er et godt alternativ til pull ups for å trene og teste overkroppsstyrke ved dra-manøvre.

Øvelsen gjennomføres ved at man ligger horisontalt på en benk med fremside av kropp vendt ned mot underlaget. Den utføres normalt med vektstang, pronert grep og grepsbredde som er

litt bredere enn skulderbredde. Startposisjon er ved fullt utstrakte armer, altså full ekstensjon i albueleddet. Stangen løftes mot kroppen/benken helt til stangen tar borti undersiden av benken. Herfra senkes stangen til armene er helt utstrakt igjen (Raastad et al., 2021, s. 525).

### **2.4.3 Sittende roing**

Sittende roing foregår i horisontalplanet, og er en av de mest brukte øvelsene for utvikling av ryggmuskulatur (Raastad et al., 2021). I likhet med nedtrekk og benktrekk er dette en øvelse som også aktiverer muskler i øvre og midtre del av ryggen samt overarmen, men her i en horisontal bevegelsesbane. Det finnes en rekke ulike utgaver av roing, men varianten som skal brukes i dette prosjektet er sittende roing i et kabelapparat. Denne kan gjennomføres med ulike grepsbredder og med pronert, supinert eller nøytralt grep. Øvelsen er ofte inkludert tidlig i styrketreningsprogram fordi den er relativt enkel å utføre (Ronai, Peter M.S., 2019).

## **2.5 Oversikt over tidligere forskning**

Flere studier har vist at man kan oppnå en høy grad av muskelaktivering i øvre ryggmuskulatur ved bruk av øvelsene nedtrekk og sittende roing, og videre oppnå økt styrke (Doma et al., 2013; Handa et al., 2013; Lehman et al., 2004; Lusk et al., 2010; Sperandei et al., 2009). Det er dog lite eksisterende forskning på øvelsen benktrekk og muskelaktiveringen man kan oppnå her.

Med tanke på hvilken teknikk som bør benyttes i de ulike øvelsene for maksimalt utbytte anbefaler Lusk med kolleger (2010) at nedtrekk utføres med pronert grep hvor man drar stangen ned foran kroppen. Samme studie nevner at dersom målet er høyest mulig aktivering av Latissimus Dorsi (LD), er det ingen signifikant forskjell mellom bredt og smalt grep. Denne EMG studien brukte tolv friske og trente menn ( $22,7 \pm 3,1$  år) og sammenlignet bredt-pronert, bredt-supinert, smalt-pronert og smalt-supinert grep i nedtrekk med stang, gjennomført med fem repetisjoner på 70% av 1RM gjennom to serier. Dette samsvarer delvis med resultatene til Signorile et al (2002) som anbefaler å bruke et bredt-pronert grep for maksimal aktivering av LD. Det kommer derimot ikke frem her om dette skyldes at grepet er bredt, pronert eller en kombinasjon av begge. Andersen og kolleger (2009), som sammenlignet smalt, middels og bredt grep i nedtrekk, konkluderte på sin side at ulike pronerte grepsbredder ikke førte til signifikante forskjeller i LD aktivering. De påpekte dog at

en medium grepsbredde kunne vise en trend til å være mer effektivt for BB aktivering. Videre påpeker annen forskning som blant andre Sperandei et al (2009) at nedtrekk bak nakken bør unngås grunnet den teoretiske risikoen knyttet til denne teknikken hvor man påfører unødvendig høy belastning på rotatormansjetten i en ekstern rotert posisjon.

Når det gjelder sittende roing konkluderer Lehman og kolleger (2004), som også brukte tolv menn med minimum seks måneder styrketreningserfaring ( $27,09 \pm 1,23$  år), at sittende roing kan vise en trend til å aktivere LD og Biceps Brachii (BB) noe mer sammenlignet med nedtrekk, men uten at denne forskjellen er signifikant. Her konkluderes det også med at sittende roing gir høyere aktivering av Trapezius Transversa (TT) sammenlignet med nedtrekk.

Handa et al (2005) sine resultater viser at nedtrekk aktiverer BB i større grad sammenlignet med sittende roing. Her fant de heller ingen signifikant forskjell i aktiveringen av LD mellom sittende roing og nedtrekk, men resultatene viser også her en trend til større aktivering ved sittende roing. Samme studie konkluderer også med at sittende roing sammen med «bent over row» virker å være fordelaktig for trening av TT når man sammenligner med nedtrekk. Bent-over row varianten ble gjennomført med relativt horisontal posisjon i ryggen, og har nokså likt bevegelsesmønster som benktrekk.

De overnevnte studiene, med unntak av Andersen et al (2009), benyttet seg ikke av at testpersonene løftet til muskulær utmattelse.

### 2.5.1 Studier på utmattelse

Ifølge Konrad (2006, s. 51) kan det å teste muskulær utmattelse ved bruk av overflate EMG være gunstig for å validere effekten av en styrketreningsøvelse, og kan ansees som en viktig kontrollparameter for hypertrofi. Det er ikke funnet tidligere forskning som har sett på muskelaktivering av de fire ryggmusklene LD, BB, TT og DP ved trening til utmattelse. Schoenfeld et al (2014), så derimot på forskjellen mellom høy belastning (75% av 1RM) og lav belastning (30%), ved at testpersonene gikk til muskulær utmattelse. Her ble det brukt overflate EMG som metode for å vurdere gjennomsnitt- og maksimal aktivering av henholdsvis sentral lårmuskulatur. Resultatene viste at høy belastning til utmattelse ga signifikant høyere gjennomsnitt- og maksimal muskelaktivering sammenlignet med lav belastning. Konklusjonen var derfor at trening på lavere belastninger til utmattelse ikke nødvendigvis aktiverer de motoriske enhetene i sin helhet i like stor grad som høyere belastninger til utmattelse.

Videre fant også Akima & Saito (2013) at muskelaktiveringen av lårmuskulatur økte lineært mot utmattelse, og at denne økningen var mer signifikant på en belastning av 70% av 1RM sammenlignet med 50% av 1RM.

Potvin (1997) undersøkte aktivering i BB ved albuefleksjon til utmattelse. Funnene var at aktiveringen var høyere under den konsentriske fasen, sammenlignet med den eksentriske fasen. Dette forklares av at økt hastighet på bevegelsen reduserer muskelens kraftproduserende kapasitet, som følge av at muskelen forkorter seg. Dette fører til at ledningshastigheten på aksjonspotensialene øker som følge av at muskelen forkorter seg og øker i diameter. Det ser dermed ut til at eksplosive bevegelser (høy hastighet) reduserer muskelens kapasitet til å produsere kraft i den konsentriske fasen. Den reduserte kraftkapasiteten medfører økt behov for høyere aktivering gjennom økt fyringsfrekvens. Den konsentriske fasen kan dermed se ut til å gi høyere aktivering sammenlignet med den eksentriske fasen.

## 3.0 Metode

### 3.1 Forskningsdesign

I dette studiet var målet å undersøke muskelaktivering i fire forskjellige muskler (LD, DP, BB og TT) på tvers av de tre ryggøvelsene nedtrekk, benktrekk og sittende roing med kabel. Ut i fra at det i hovedsak ble samlet inn talldata var det naturlig å benytte en kvantitativ metode. Denne metoden var best egnet for dette studiet fordi den baserer seg på empirisk forskning med hensikt å kartlegge og analysere kvantitative størrelser, som mikrovolt, testpersoner og repetisjoner (Befring, 1998).

Deltakerne hadde fire dager med testing, en tilvenningsdag og tre eksperimentelle testdager. Testpersonenes 8-12RM i de tre øvelsene ble funnet under tilvenningsdagen. Testpersonene løftet 8-12RM i de tre øvelsene med overflate EMG fordelt på de ulike dagene. Rekkefølgen på øvelsene ble randomisert i forkant av tilvenningsdagen og den samme rekkefølgen ble benyttet under testdagene. Testpersonene ble delt inn i grupper på to, og hadde ulike oppmøtetidspunkt på de ulike dagene. Dette for å imøtekomme deltakernes hverdagslige gjøremål.

### 3.2 Deltakere

Det ble rekruttert 12 mannlige deltakere ut fra disse kriteriene:

- Mann
- 20-30 år
- Minimum 1 års erfaring med styrketrening
- Ingen skader eller plager som påvirket prestasjon i øvelsene
- Erfaring med øvelsene

Det ble gjennomført tre testdager der deltakerne gjennomførte en testøvelse om dagen. Dette for å redusere effektene av muskulær utmattelse på testingen.

**Tabell 1. Informasjon om deltakerne**

	Gjennomsnitt ± SD (min - max)
Høyde (cm)	181,4 ± 7,4 (167 – 194)



<b>Kroppsvekt (kg)</b>	85,5 ± 10 (69,9 - 105,6)
<b>Alder (år)</b>	22,9 ± 1,4 (21 - 26)
<b>Treningserfaring (år)</b>	6 ± 1,9 (1,5 - 8)
<b>Fettprosent (%)</b>	14,9 ± 4,5 (8,7-27,5)
<b>Grepsbredde (cm)</b>	57,8 ± 4,4 (49,5-63)
<b>Skulderbredde (cm)</b>	44 ± 2,8 (39-49)

### 3.3 Testprosedyrer

Tabell 2. Prosedyre for tester

Tilvenningsdag	Testdag 1 (Nedtrekk)		Testdag 2 (Benktrekk)		Testdag 3 (Sittende roing)
Infoskjema & Inbody test	Hudpreparering og elektrodeplassing	<b>48 timer</b>	Hudpreparering og elektrodeplassing	<b>48 timer</b>	Hudpreparering og elektrodeplassing
Generell oppvarming	Generell oppvarming		Generell oppvarming		Generell oppvarming
Instruksjon i øvelsene  Progressive oppvarmingssett	3 progressive oppvarmingssett (10 reps på 50%, 6 reps på 70% og 4 reps på 80% av 8- 12RM)		3 progressive oppvarmingssett (10 reps på 50%, 6 reps på 70% og 4 reps på 80% av 8-12RM)		3 progressive oppvarmingssett (10 reps på 50%, 6 reps på 70% og 4 reps på 80% av 8-12RM)
	MVIC test		MVIC test		MVIC test
8-12RM forsøk i de tre øvelsene	8-12RM Test Nedtrekk		8-12RM Test Benktrekk		8-12RM Test Sittende roing

RM = repetisjon maksimum, reps = repetisjoner

#### 3.3.1 Tilvenningsdag

Innledningsvis ble en tilvenningsdag avholdt tre dager før første dag med testing for å kartlegge 8-12RM i testøvelsene. Her ble deltakerne gjort kjent med øvelsene og apparatene, samt testprosedyrene. Det ble gjennomført test i In-body 770 (Biospace, Co, Seoul, Korea), for å måle deltakernes kroppssammensetning med tanke på høyde, vekt, fettprosent og muskelmasse. Deretter ble deltakernes skulderbredde målt for å bestemme grepsbredden.

Deltakernes grepsbredde ble funnet ved å legge til en tommel lengde på skulderbredden. Dette ble gjort i den hensikt at alle TP fikk et grep som var litt bredere enn skulderbreddes avstand, samt at bredden ble tilsvarende likt for alle på tvers av de tre øvelsene. Vi valgte denne grepsbredden fordi det var den enkleste å gjennomføre alle tre øvelsene med.

Før 8-12RM testingen ble det gjennomført en generell oppvarming bestående av roing i ro-ergometer og øvelser med strikk. Dette besto av 5 minutter i ro-ergometer og en-arms roing-, utad-rotasjon- og skulderabduksjon i horisontalplanet med strikk, 10 repetisjoner én gang per øvelse. Deretter ble det gjennomført oppvarmingssett med progressiv økt belastning i testøvelsen. Her ble belastningen bestemt ut fra TP sin rapporterte omtrentlige styrke i øvelsen, ettersom det ikke var testet fra før. Når 8-12RM var bestemt i en øvelse fikk testpersonene ti minutter pause før de gikk over til neste øvelse, dette for å redusere effekten av utmattelse.

Oppvarmingen var identisk for alle deltakerne ved alle testdagene. Oppvarmingen på tilvenningen bestod av serier med økende belastning på 12, 10, 8 og 6 repetisjoner, og deretter små økninger (2,5 – 5kg) i belastning frem til 8-12RM var bestemt. For å redusere effekten av utmattelse ble det benyttet pause på 3 minutter mellom oppvarmingssettene og 5 minutter pause mellom 8-12RM forsøkene. Ved bytte av øvelse ble det gjennomført et oppvarmingssett på 8 repetisjoner for at deltakerne fikk gjort seg kjent med bevegelsene i øvelsen.

Ved tilvenningsdagen ble to og to deltakere fordelt på de ulike øvelsene for å bestemme 8-12RM og rullerte deretter til ny øvelse.

### **3.3.2 Testdager**

Testdagene ble gjennomført i påfølgende uke over tre dager. Deltakerne møtte til oppsatt tidspunkt to og to. Under alle testdagene gjennomførte de samme oppvarmingsprotokoll som på tilvenningsdagen. Basert på deltakernes 8-12RM på tilvenningsdagen ble det utarbeidet en protokoll med ulike belastninger for hver deltakers oppvarmingssett. Protokollen bestod av 10 repetisjoner på 50% av 8-12RM, 6 repetisjoner på 70% av 8-12RM og 4 repetisjoner på 80% av 8-12RM. Mellom hvert sett fikk deltakerne 3 minutters pause. Etter oppvarmingsseriene fikk TP 3 minutter pause før det ble gjennomført MVIC test i testøvelsen. Deretter fikk TP 3 minutter pause før selve testen. Dersom testen resulterte i at TP gjorde mindre enn 8 eller flere enn 12 repetisjoner, ble det gjennomført et nytt forsøk etter en 10 minutters pause.

### 3.3.3 Teknikk i øvelsene

Alle tre øvelsene ble gjennomført med en standardisert teknikk. I nedtrekk i kabel (Gym 2000, Norway) fikk deltakeren instruksjon om at albueledd og skulderledd skulle være fullt utstrakt i startposisjon og at stangen skulle dras ned til under haken i sluttposisjon. Videre ble de instruert til å holde en mest mulig rett overkropp under bevegelsen, dette for å unngå bruk av moment. Det ble tillatt «svai» i ryggen, men korsryggen fikk ikke vandre frem og tilbake.



Bilde 1: Nedtrekk startposisjon



Bilde 2: Nedtrekk sluttposisjon

Ved benktrekk ble deltakerne instruert til å ekstendere helt i albue- og skulderleddet i startposisjon og deretter trekke stangen opp til den traff undersiden av benken. Posisjon på benken ble bestemt til å være slik at kragebeinet var på linje med den fremre kanten av benken. Ved alle øvelsene fikk deltakerne instruksjon om å ha et selvvalgt, men jevnt løftetempo.



Bilde 3: Benktrekk startposisjon



Bilde 4: Benktrekk sluttposisjon

Ved sittende roing (Gym 2000, Norway) fikk deltakeren instruksjon om å holde en mest mulig rett overkropp for å unngå bruk av moment. Videre ble deltakeren instruert om å ekstendere fullt i albue- og skulderleddet i startposisjon og å trekke stangen helt inn mot kroppen (rett over navlen) i sluttposisjon. Det ble tillatt retraksjon og protraksjon av skulderbladene, med forbehold om at overkroppen holdt omtrent 90 grader i forhold til hoftelddet gjennom utførelsen.



*Bilde 5: Sittende roing startposisjon*



*Bilde 6: Sittende roing sluttposisjon*

## **3.4 EMG**

EMG-programmet som ble benyttet i studien var Noraxon (Noraxon U.S.A. Inc.). Noraxon systemet består av en Desktop DTS (Direct transmission system) som mottar trådløse målinger fra Research DTS sensorer. Sensoren mottar signaler fra elektroder som er festet til huden. Elektrodene som ble brukt var 3M Red Dot Electrode (diameter: 2 cm). Sensorene overfører signalene trådløst til Desktop DTS, som er koblet til datamaskinen med software program (Noraxon MR3 versjon 3.12.70). Her vises signalene i egne kanaler for hver muskel.

### **3.4.1 Hud preparering**

For å sikre mest mulig valide målinger med EMG-utstyret ble det gjort en hudprepareringsprotokoll i forkant av elektrode plasseringen. Dette for å sikre at elektrodene satt fast der de ble festet på kroppen, slik at signalet fra muskelaktivering holdt høy kvalitet. Her ble Konrad (2006) sine retningslinjer brukt som referanse. Det første som ble gjort var barbering av kroppshår med en engangs-barberhøvel, etterfulgt av skrubbing med en rengjøringskrem (EKG-präparationscreme). Denne ble påført for å rense huden for urenheter som død hud osv. En god indikasjon på at dette ble gjort korrekt var når huden fikk en lett rød farge på området som ble skrubbet (Konrad, 2006). For å fjerne restene av skrubben ble det til slutt brukt bomullspads med desinfeksjon slik at hudområdet var klart til å få elektroder plassert.

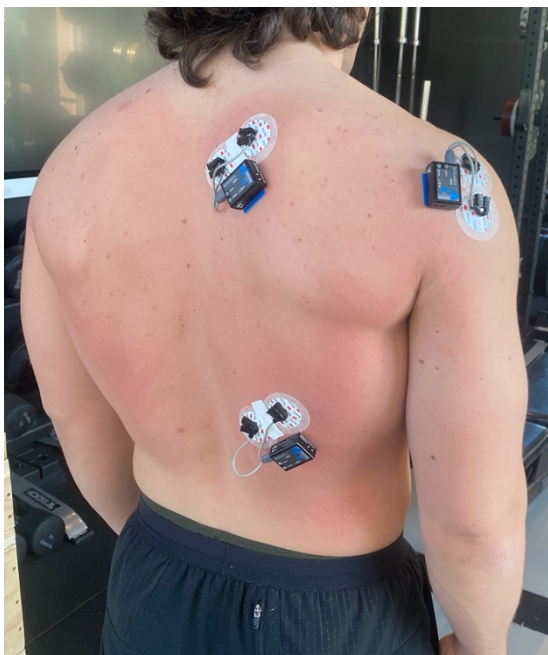
### **3.4.2 Sensor- og elektrode plassering**

SENIAM sine anbefalinger ble benyttet for å lokalisere og plassere elektrodene på de musklene som ble testet. Fordi målingene av muskelaktivering var ved muskler i rygg- og skulderregionen ble alle TP testet i bar overkropp, noe som ble informert om på forhånd. For å plassere elektrodene korrekt i henhold til musklens anatomi, ble SENIAM sine anbefalinger om kroppsposisjon og holdning brukt.

For å finne festepunktet på BB satt TP på en stol med albuen bøyd i en vinkelrett supinert posisjon. Elektrodene ble så festet i linje med høyeste punkt på skulderbladet og albuegropen,  $\frac{1}{3}$  opp fra albuegropen (bilde 8). For DP og TT var TP også sittende med armene rett ned langs siden av kroppen med håndflaten inn mot kroppen. Elektrodene ble så festet to fingerbredder nedenfor vinkelen av det høyeste punktet på skulderbladet, på baksiden, for DP. For TT ble elektrodene plassert ved 50 % av den mediale linjen av skulderbladet og ryggspylen, på linje med virvel T3 (bilde 7). For plassering av LD ble Soltani & Vilas-Boas (2016) brukt som referanse. Elektrodene ble her plassert ved palpering av skulderbladet, 4 cm nedenfor den nedre vinkelen, midt mellom ryggspylen og siden av overkroppen (bilde 7).

Bilde 7: Elektrodeplassingering på TT, DP og LD.

Bilde 8: Elektrodeplassingering på BB.





### **3.4.3 Inspeksjon av EMG signal- og baselineaktivitet**

Når elektrodene var festet og sikret ble det først gjennomført signalsjekk av alle musklene ved at deltakeren fikk beskjed om å kontrahere en og en muskel, dette for å sjekke at muskelaktivering samsvarte med signalene på hver EMG kanal. For å sjekke at baselineaktiviteten var innenfor riktige verdier og at det ikke var noe støy, fikk deltakerne beskjed om å legge seg flat på magen og slappe helt av i muskulaturen. Baselineaktiviteten på hver muskel ble notert. Dersom aktiviteten holdt seg under 10-15 mikrovolt var dette en indikasjon på at måleforholdene var gode (Konrad, 2006, s. 22). Ved inspeksjon av signalene fra TT og LD ble det observert myokard aktivitet i form av tydelige "spikes" på kanalene. Aktivitet fra hjertet er uunngåelig ved måling av visse muskler på overkroppen, men kan "renses" bort ved å prosessere signalene med «smoothing» og «rectification». Til tross for myokard aktivitet oversteg ikke disse signalene 10-15 mikrovolt.

### **3.4.4 MVIC protokoll**

Ved EMG målinger på flere individer, muskelgrupper og over flere dager kan variasjoner i måleforholdene forekomme og dermed påvirke resultatene (Konrad, 2006, s. 30). For å sammenligne EMG-aktivitet til tross for disse variasjonene må EMG normaliseres. Normaliseringen gjennomføres normalt ved å dividere EMG signalene under en muskelaksjon med en referanseverdi som er innhentet av den samme muskelen (Halaki & Ginn, 2012). Ved å multiplisere denne verdien med 100 blir produktet verdien i prosent. Ved å normalisere til en referanseverdi av EMG verdien som er innhentet ved bruk av samme elektrode konfigurasjon, er forholdene som påvirker EMG signalene under testen og referansekontraksjonen den samme. Dermed kan det gjennomføres valide målinger hvor aktiveringen under testen kan sammenlignes med referanseverdien.

Dette studiet benyttet en MVIC (maximum voluntary isometric contraction) test som referanseverdi for å normalisere EMG data som ble hentet fra de ulike dagene. Ved gjennomføring av MVIC er det viktig å bruke øvelser med vinkler som gir gode målinger for muskelen. Deltakerne gjennomførte MVIC testen etter oppvarmingsseriene på testdagene. Ifølge Ball & Scurr (2013) bør normaliseringsmetoden involvere en bevegelse som er lik bevegelsen som testes, dette fordi EMG verdien kommer fra samme nevralt forhold som testen. MVIC testen ble gjennomført isometrisk i sluttposisjon i de tre øvelsene (ekstensjon i skulderleddet og fleksjon i albueleddet), i henhold til Ball & Scurr (2012) sine anbefalinger. Denne metoden viste gode målinger for ryggmuskulaturen som ble testet. I benktrekk fikk deltakerne instruksjon om å holde stangen inntil benken og trekke stangen maksimalt inn til benken. I nedtrekk ble det benyttet en belastning som var betydelig tyngre enn det deltakeren klarte å gjennomføre en repetisjon med. Deltakeren fikk hjelp til å få stangen ned i sluttposisjon. Ved sittende roing ble det benyttet en relativt lett belastning (50% av 8-12RM) hvor deltakeren fikk instruksjon om å holde stangen inntil kroppen og dra maksimalt isometrisk. Ved alle øvelsene fikk deltakeren instruks om å holde stangen i sluttposisjon og på signal øke kraften gradvis opp mot maks i 3 sekunder og deretter trekke maksimalt i 3 sekunder for så å slappe helt av i muskulaturen (Konrad, 2006, s. 30).

### **3.5 Etiske forhold**

Ved gjennomføring av en kvantitativ studie og hvor innsamlingsmetode er testing av deltakere, må visse etiske forhold foreligge. Deltakerne i studien ble anonymisert ved at de fikk et nummer fra 1-12 som ble benyttet under all datainnsamling. Det ble i forkant utlevert et informasjonsskriv som inneholdt all relevant informasjon om prosjektet (vedlegg 1). Deltakerne underskrev også et samtykkeskjema for at opplysninger om dem kunne benyttes anonymt i prosjektet. De ble også informert om at de kunne trekke seg fra deltakelse i prosjektet på hvilket som helst tidspunkt dersom de ønsket det.

### **3.6 Innsamling og analyse av data**

Det ble samlet inn relativt store mengder data fra de forskjellige øvelsene. Ettersom studien ser på sammenligning av muskelaktivering ved utmattelse, ble det brukt data fra de 3 siste repetisjonene i hver øvelse for å øke reliabiliteten og for å få et mer korrekt bilde av

målingene. Når en måling er gjennomført vises verdiene i uprosessert tilstand, det som kalles “raw EMG signal”. I denne tilstanden fremstår signalene rotete og verdiene uttrykkes likt på begge sider av baseline, som gjør at gjennomsnittsverdien er lik null. For å ta i bruk dataene må dermed signalene prosesseres. I Noraxon ble signalene prosessert ved bruk av funksjonene “smoothing” og “rectification”, som gjør at signalene blir lineære, samt at de flyttes over baseline og blir vist som positive signaler (Konrad, 2006, s. 27-28). Prosesseringen gjør at signalene blir lettere å tolke, samt at det kan innhentes «mean» og «peak» verdier fra målingene.

Siden vi analyserte de tre siste repetisjonene ved hver øvelse, ble EMG målingene avgrenset ved å visuelt identifisere og markere de tre siste repetisjonene på målingene. Det ble innhentet «mean» og «peak» verdier fra disse avgrensningene.

Disse verdiene ble deretter lagt inn i Microsoft Excel (Microsoft Excel versjon 16.43.20110804). Her ble verdiene normalisert opp mot referanseverdien fra MVIC. Verdiene ble systematisert, og det ble regnet ut gjennomsnittsaktivering og standardavvik på de ulike musklene på tvers av øvelsene. Deretter ble verdiene satt opp i stolpediagram for å gjøre dem mer oversiktlig. Videre ble det utført t-tester på de ulike musklene opp mot de ulike øvelsene. Dette for å finne P-verdier og om det var signifikante forskjeller.

Ved analyse av de normaliserte MVIC dataene ble gjennomsnittsaktiveringen i noen av musklene ved de ulike øvelsene betydelig høyere enn gjennomsnittsaktivering fra MVIC testene. Dette tydet på at MVIC protokollen som ble benyttet, ikke førte til høy nok aktivering i bestemte muskler. Av den grunn ble det bestemt å ikke benytte MVIC som normaliseringsmetode. Det ble i stedet benyttet «mean» verdier for gjennomsnittsaktivering i mikrovolt i de ulike musklene, fra de tre siste repetisjonene. Når målet er å undersøke gjennomsnittsaktivering i muskler, er det mean verdiene som er relevant å benytte til analyse.

### **3.7 Validitet og reliabilitet i studiet**

For å gjennomføre testing av høy kvalitet kreves det at man stiller krav til validitet og reliabilitet. En test sin validitet henviser til i hvilken grad en tester det en har til hensikt å teste (Befring, 1998, s.136). Formålet med dette prosjektet var å sammenligne muskelaktivering i fire ulike muskler, på tvers av tre ulike ryggøvelser. Derfor ble det tatt i bruk EMG som metode. Validiteten ble også ivaretatt ved gjentatt trening og øvelse i bruken av EMG-utstyr, i forkant av testing. Dette inkluderer prøving og feiling av elektrodeplassing, plassering og orientering av sendere, mottaker og PC, og ikke minst gjennomføring av øvelsene og kartlegging av standardisert teknikk.

Hvorvidt en test er reliabel viser til i hvilken grad en evner å redusere forekomsten av målefeil til et minimum, og hvor stor grad av stabilitet og presisjon testen har (Befring, 1998, s.137). For å sikre at testingen var reliabel ble det tatt i bruk sportstape på stangen og markert med tusj hvor hver enkelt TP skulle ha grepet sitt. Alle TP fikk opplæring i standardisert teknikk i hver av øvelsene, på tilvenningsdagen. I henhold til elektrodeplassing, ble det markert med tusj rundt området elektrodene ble plassert første dagen, slik at disse ble festet på nøyaktig samme sted alle testdagene. I tillegg ble det utarbeidet en standard oppvarmingsprotokoll, inkludert generell og spesiell, som alle TP gjennomførte før testing. Her ble det også tatt hensyn til lengden på pausen mellom oppvarmingssett og arbeidssett. Testingen ble gjennomført over en uke hvor vi hadde testing mandag, onsdag og fredag, slik at alle TP fikk 48 timer hvile mellom hver gang de ble testet.

## **4.0 Resultater**

### **4.1 Tema i dataanalysen**

Resultatene av vår undersøkelse gir oss innsikt i de faktiske dataene samlet inn fra deltakerne i studien. I denne delen vil vi presentere resultatene av alle dataene samlet inn fra tolv TP som deltok i prosjektet. Verdiene er hentet fra musklene BB, DP, TT og LD. Verdiene vises i gjennomsnittlige mean verdier og standardavvik ( $\pm$ ).

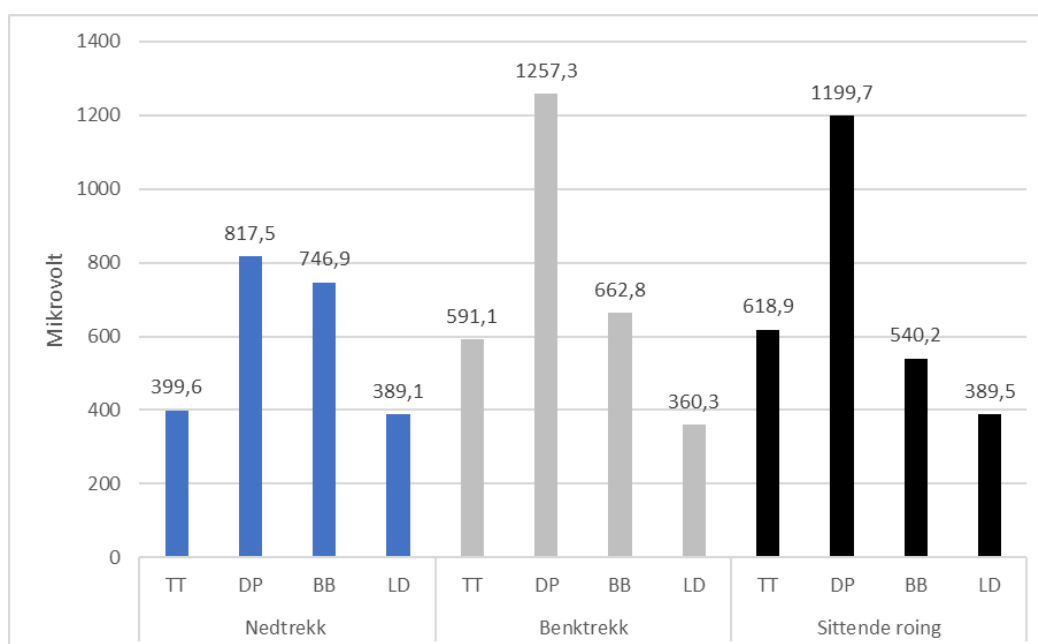
### **4.2 Belastning og repetisjonsantall hos TP**

**Tabell 3. Viser gjennomsnitt med standardavvik av belastning og antall repetisjoner i øvelsene.**

Øvelse	Vekt (kg)	Repetisjoner (antall)
<b>Benktrekk</b>	65,5 ± 6,2 (58-75)	8,6 ± 1,1 (7-11)
<b>Nedtrekk</b>	88,8 ± 8,8 (70-105)	9,5 ± 1,2 (8-12)
<b>Sittende roing</b>	77,7 ± 8,8 (60-85)	9,1 ± 0,9 (7-10)

### 4.3 Oversikt av alle øvelser og muskler

**Figur 1. Gjennomsnittsakivering i mikrovolt av alle muskler ved de tre øvelsene.**



Her vises en oversikt over data som er samlet inn fra de tolv TP som var deltakere i studien. Gjennomsnittsakivering av hver av musklene fra de tre siste repetisjonene fra hver øvelse er presentert i mikrovolt. Figuren viser verdier fra venstre: Trapezius Transversa (TT), Deltoideus Posterior (DP), Biceps Brachii (BB) og Latissimus Dorsi (LD) i øvelsene nedtrekk, benktrekk og sittende roing.

**Tabell 4: Aktivering i mikrovolt av de fire musklene, som et gjennomsnitt av de tre siste repetisjonene på tvers av TP, for alle de tre øvelsene, med standardavvik.**

Muskelgruppe	GJ. Snitt ± SD (µV)		
	Nedtrekk	Benktrekk	Sittende roing
<b>Latissimus Dorsi</b>	389,1 ± 159,9	360,3 ± 185,2	389,5 ± 154,3
<b>Biceps Brachii</b>	746,9 ± 258,8	662,8 ± 263,8	540,2 ± 174,8
<b>Trapezuis Transversa</b>	399,6 ± 173,1	591,1 ± 230,9	618,9 ± 218,9
<b>Deltoideus Posterior</b>	817,5 ± 300,1	1257,3 ± 404	1199,7 ± 491,1

Tabellen over viser aktivering av musklene i mikrovolt ved de ulike øvelsene.

LD aktivering ved nedtrekk (389,1 ± 159,9), benktrekk (360,3 ± 185,2) og sittende roing (389,5 ± 154,3).

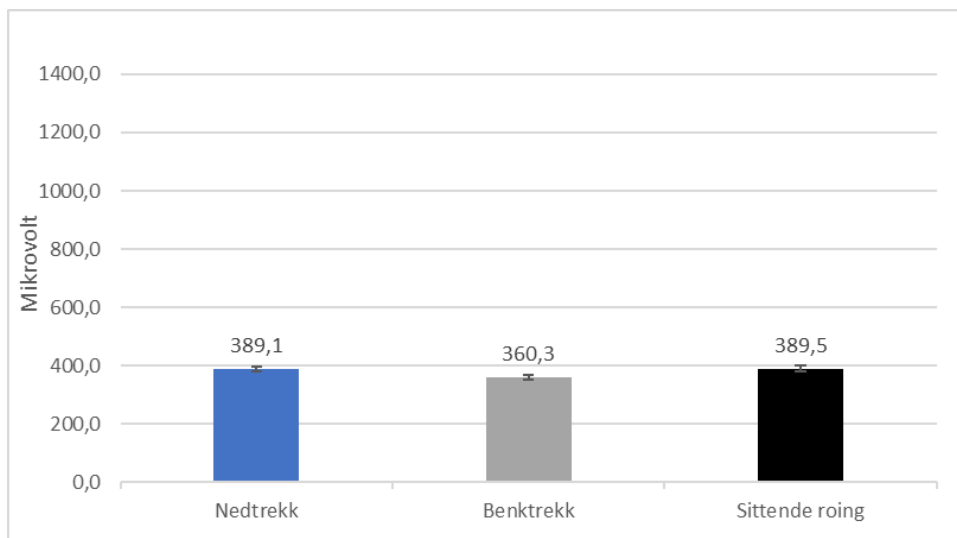
BB aktivering ved nedtrekk (746,9 ± 258,8), benktrekk (662,8 ± 263,8) og sittende roing (540 ± 174,8).

TT aktivering ved nedtrekk (399,6 ± 173,1), benktrekk (591,1 ± 230,9) og sittende roing (618,9 ± 218,9).

DP aktivering nedtrekk (817,5 ± 300,1), benktrekk (1257,3 ± 404) og sittende roing (1199,7 ± 491,1).

## 4.4 Latissimus Dorsi

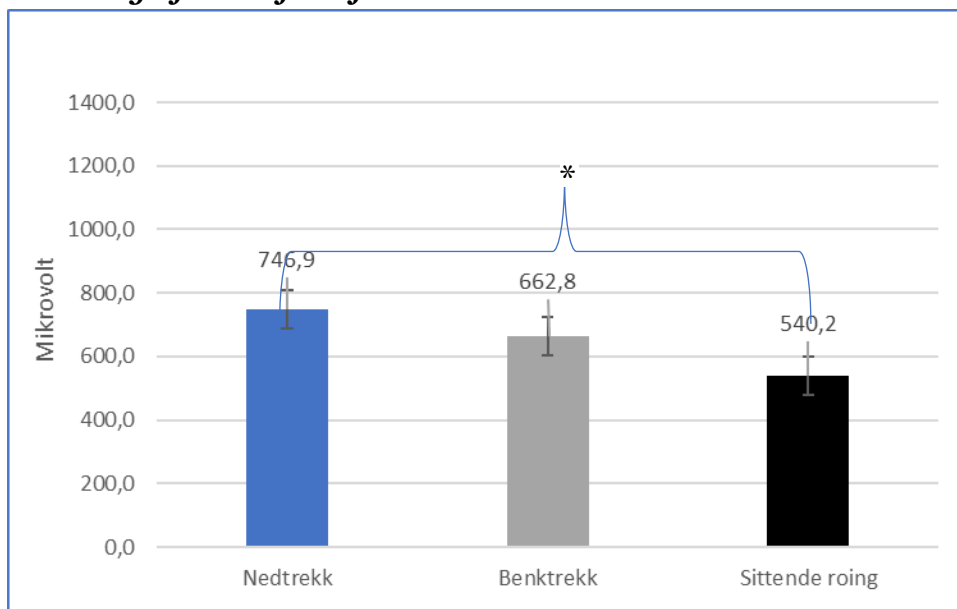
**Figur 2. Gjennomsnittsakivering med standardavvik i mikrovolt av Latissimus Dorsi i de tre siste repetisjonene i nedtrekk, benktrekk og sittende roing ved belastning på 8-12RM.**



T-testene viste ingen signifikante forskjeller mellom nedtrekk og benktrekk ( $P < 0,45$ ), nedtrekk og sittende roing ( $P < 0,92$ ), og benktrekk og sittende roing ( $P < 0,34$ ). LD aktiveres  $\approx$  8% mer i nedtrekk og sittende roing, sammenlignet med benktrekk.

## 4.5 Biceps Brachii

**Figur 3. Gjennomsnittsakivering med standardavvik i mikrovolt av Biceps Brachii i de tre siste repetisjonene i nedtrekk, benktrekk og sittende roing ved belastning på 8-12RM. Signifikante forskjeller markert med \*.**

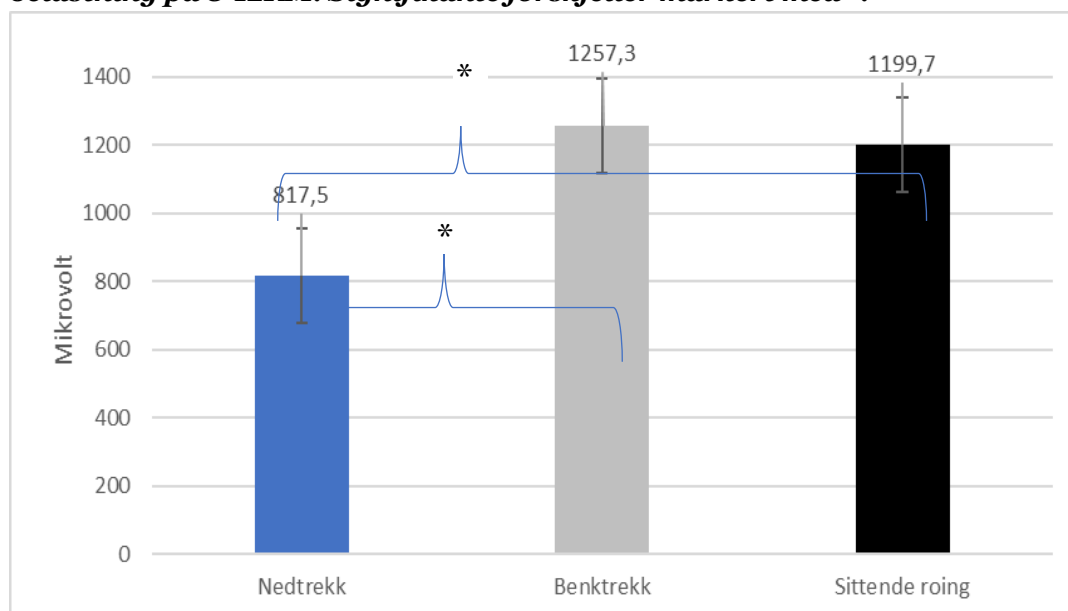


T-testene viser ingen signifikante forskjeller mellom nedtrekk og benktrekk ( $P < 0,06$ ), eller benktrekk og sittende roing ( $P < 0,06$ ). Det ble derimot vist en signifikant forskjell i aktivering mellom nedtrekk og sittende roing ( $P < 0,0005$ ). Nedtrekk viser  $\approx 38\%$  høyere aktivering av BB sammenlignet med sittende roing.



## 4.6 Deltoideus Posterior

**Figur 4. Gjennomsnittsakivering med standardavvik i mikrovolt av Deltoideus Posterior i de tre siste repetisjonene i nedtrekk, benktrekk og sittende roing ved belastning på 8-12RM. Signifikante forskjeller markert med \*.**

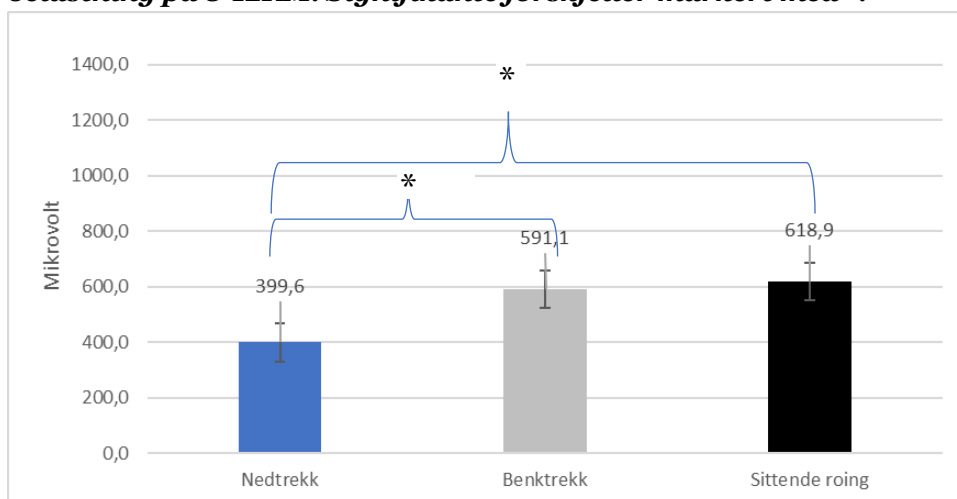


T-testene viser ingen signifikante forskjeller mellom benktrekk og sittende roing ( $P < 0,53$ ).

Det ble vist signifikant forskjell mellom nedtrekk og benktrekk ( $P < 0,003$ ) og mellom nedtrekk og sittende roing ( $P < 0,01$ ). DP aktiveres  $\approx 54\%$  mer ved benktrekk og  $\approx 47\%$  mer ved sittende roing, enn ved nedtrekk.

## 4.7 Trapezius

**Figur 5. Gjennomsnittsakivering med standardavvik i mikrovolt av Trapezius Transversa i de tre siste repetisjonene i nedtrekk, benktrekk og sittende roing ved belastning på 8-12RM. Signifikante forskjeller markert med \*.**



T-testene viser ingen signifikante forskjeller mellom benktrekk og sittende roing ( $P < 0,62$ ).

Det ble vist signifikant forskjell mellom nedtrekk og benktrekk ( $P < 0,0002$ ), og mellom nedtrekk og sittende roing ( $P < 0,002$ ). Ved benktrekk og sittende roing aktiveres TT henholdsvis  $\approx 48\%$  og  $\approx 55\%$  mer sammenlignet med nedtrekk.

## **5.0 Diskusjon**

### **5.1 Oppsummering av hovedfunn**

I dette studiet ble muskelaktivering i øvelsene nedtrekk, benktrekk og sittende roing sammenlignet ved innsamling av data fra musklene Biceps Brachii (BB), Deltoideus Posterior (DP), Trapezius pars Transversa (TT) og Latissimus Dorsi (LD). Resultatene viste at det var signifikant høyere Biceps Brachii aktivering ved nedtrekk sammenlignet med sittende roing ( $P < 0,0005$ ), (BB: 38%). Det var signifikant høyere DP aktivering ved benktrekk ( $P < 0,003$ ), (54%) og sittende roing ( $P < 0,01$ ), (47%), sammenlignet med nedtrekk. Aktivering av TT var signifikant høyere ved benktrekk ( $P < 0,0002$ ), (48%) og sittende roing ( $P < 0,002$ ), (55%), sammenlignet med nedtrekk. Det ble vist tilnærmet lik aktivering av LD på tvers av øvelsene.

### **5.2 Aktivering i øvelsene**

#### **5.2.1 Latissimus dorsi**

I dette studiet ble det ikke funnet signifikante forskjeller i LD aktivering på tvers av de tre øvelsene. Dette står i stil med funnene til Lehman et al (2004) som fant tilnærmet lik aktivering i LD ved nedtrekk og sittende roing. Her ble nedtrekk utført med bredt pronert grep og sittende roing ble utført med semipronert grep med ca. 15 cm avstand. Resultatene her kan tyde på at skulderekstensjon i vertikalt og horisontalt plan ikke har signifikant betydning for aktivering av LD. En forskjell mellom vår studie og denne var at vi benyttet et bredt pronert grep og de benyttet et relativt smalt semipronert grep.

Det foreligger ingen studier som ser på muskelaktivering ved overflate EMG av sittende roing med bredt pronert grep. Andersen og kolleger (2009) derimot, undersøkte aktivering i LD ved nedtrekk ved ulike pronerte grepsbredder. Her viste resultatene ingen signifikante forskjeller mellom smalt, middels og bredt grep. I hvilken grad grepsbredde påvirker LD aktivering i horisontalplanet er vanskelig å si noe om, basert på den tilgjengelige litteraturen. Andersen og kolleger (2009) sine funn kan derimot tyde på at ulike pronerte grepsbredder ikke fører til signifikant forskjell i LD aktivering ved skulderekstensjon i horisontalplanet, på lik linje som i vertikalplanet. Roing med ulike grepsbredder, er noe som bør forskes mer på. Det kan være aktuelt å benytte «fine wire» eller mindre overflateelektroder for å se på isolerte deler (øvre, midtre og nedre del) av LD og se om det er forskjeller innad i muskelen under skulderekstensjon i både vertikalt og horisontalt plan. Dette argumenterer også Lehman og kolleger (2004) for i sin studie ved at nedtrekk og sittende roing kan føre til ulik aktivering i forskjellige deler av LD, og at dette bør forskes på ytterligere.

Videre kan vi også se at resultatene fra vår studie korresponderer med de av Handa et al (2005), som heller ikke fant signifikant forskjell i aktivering av LD mellom nedtrekk og sittende roing. Disse fant derimot at sittende roing og nedtrekk viste bedre LD aktivering sammenlignet med fremoverbøyd roing, som er en øvelse i nær likhet med benktrekk.

I sum kan dette tenkes å henge sammen med at grepsbredde og grad av supinasjon/pronasjon spiller en større rolle med tanke på LD aktivering, enn det drag i horisontalt vs. vertikalt plan gjør.

### **5.2.2 Biceps brachii**

Det ble funnet signifikant høyere BB aktivering i nedtrekk sammenlignet med sittende roing. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller mellom nedtrekk og benktrekk, og mellom benktrekk og sittende roing. Handa og kolleger (2005) fant tilsvarende resultater ved sammenligning av blant annet nedtrekk med pronert bredt grep, sittende roing med pronert grep og fremoverbøyd roing med pronert grep. Her legger de frem at nedtrekk er den mest effektive av de nevnte øvelsene for å trene BB. En forklaring på forskjellen i aktivering kan være at nedtrekk medfører større bevegelsesutslag i albueleddet, slik at det forekommer større grad av albuefleksjon. Dette gjør at BB må bidra mer i bevegelsen og dermed får økt aktivering. Det samme kan være tilfellet for benktrekk, som viste høyere aktivering sammenlignet med sittende roing, dette var dog ikke signifikant. Ved benktrekk blir løftebanen høyere i horisontalplanet, som fører til at stangens bane er høyere relativt til skulderleddet sammenlignet med sittende roing. Ved sittende roing var kontaktpunktet til stangen på kroppen rett over navlehøyde, mens i benktrekk var kontaktpunktet i høyde med sternum. Denne forskjellen i løftebane ved benktrekk medfører at skulderleddet får større ekstensjon og at albueleddet får større fleksjon. Dette kan være årsaken til at biceps aktiveringen var litt høyere ved benktrekk.

### **5.2.3 Deltoideus posterior**

DP viste signifikant høyere aktivering ved benktrekk og sittende roing sammenlignet med nedtrekk. Det ble ikke funnet noen studier som sammenlignet DP aktivering ved ryggøvelser i vertikalt og horisontalt plan. Forskjellen i aktivering kan tenkes å henge sammen med at drag i horisontalt plan innebærer større grad av skulderekstensjon sammenlignet med drag i vertikalt plan.

Ved den grepsbredden vi benyttet vil også overarmen bli abduert i den konsentriske fasen av bevegelsen. En viktig funksjon hos DP er å føre armen bakover (skulderekstensjon) i abduert stilling (Dahl & Rinvik, 2018, s. 398). Dette underbygges også av Raastad og kolleger (2021, s. 500 & 528), som trekker frem at bakre del av DP er aktiv når armen føres bakover, blant annet i benktrekk og sittende roing. Belastningsprofilen ved skulderekstensjon og abduksjon av overarmen i horisontalplanet ved benktrekk og sittende roing ser ut til å ha et større bidrag fra DP, sammenlignet med vertikalplanet som ved nedtrekk. I hvilken grad forskjellen i DP aktivering kan skyldes feilkilder behandles senere i avsnittet feilkilder ved EMG.

#### **5.2.4 Trapezius**

TT viste signifikant høyere aktivering ved benktrekk og sittende roing sammenlignet med nedtrekk. Lehman og kolleger (2004) fant tilsvarende resultater i sin studie. Her fant de at sittende roing ga høyere TT aktivering sammenlignet med nedtrekk med bredt pronert grep. Her ble det dog brukt et semipronert grep og ca. 15 cm grepsbredde. Videre undersøkte de forskjell i TT aktivering ved to varianter av sittende roing. Den ene varianten med ble utført med skulderbladene fiksert i addusert posisjon og den andre varianten med fri bevegelse av skulderbladene. Her fant de at adduksjon av skulderbladene ikke førte til økt TT aktivering. Dette forklarer de ved at TT er aktiv uavhengig av skulderbladene sin posisjon og at det muligens er andre muskler som bidrar ved adduksjon.

Raastad og kolleger (2021, s. 532) trekker frem at funksjonen til midtre del av TT er å trekke skulderbladene sammen og at TT som helhet er mest aktiv ved ren abduksjon av overarmene. Funnene til Lehman et al (2004) kan tenkes å henge sammen med at TT arbeider isometrisk i addusert posisjon, som i dette tilfellet ga tilsvarende aktivering som ved fri bevegelse av skulderbladene.

Handa og kolleger (2005) konkluderte med at sittende roing og fremoverbøyd roing er mer effektivt for aktivering av TT sammenlignet med nedtrekk.

Når det gjelder vår studie kan forskjellen i aktiveringen henge sammen med at benktrekk og sittende roing fører til en gunstigere vinkel i skulderleddet gjennom bevegelsen, altså at det er større grad av skulderekstensjon og adduksjon av skulderbladene, sammenlignet med nedtrekk.

### **5.3 Utmattelse**

I vår studie analyserte vi de tre siste repetisjonene av en serie gjennomført til muskulær utmattelse. I henhold til problemstillingen vår, der fokuset ligger på aktivering og stimuli for muskelvekst vil en slik analyse være gunstig da måling av muskelaktivering til utmattelse er en valid kontrollparameter for muskelvekst (Konrad, 2006, s. 51). Videre er trening til nær utmattelse hensiktsmessig for å oppnå muskelvekst, som følge av økt rekruttering av motoriske enheter (Grgic et al., 2022). Det er fremdeles relevant å diskutere om resultatene hadde blitt annerledes dersom vi hadde benyttet lettere eller tyngre motstand og/eller analysert andre segmenter av seriene, alle repetisjonene i seriene eller den konsentriske og eksentriske fasen av repetisjonene.

Som nevnt i teoridelen ble det ikke benyttet serier hvor deltakerne gikk til muskulær utmattelse blant EMG-studiene som analyserte ryggøvelser, med unntak av Andersen et al (2009). Akima & Saito (2013) fant at aktivering økte lineært ved testing til utmattelse. I forhold til vår studie kunne det vært interessant å analysere alle repetisjonene for å se hvordan gjennomsnittsakтивeringen endret seg. Dette kunne for eksempel illustrert om noen muskler fikk høyere aktivering enn andre fra uthvilt til utmattet tilstand. Dette kan fortelle om noen muskler tar over som følge av at andre blir utmattet og dermed får redusert evne til å produsere kraft. I relasjon til muskelvekst, derunder trening til utmattelse for å rekruttere og stimulere flest mulig motoriske enheter, kunne det vært interessant å analysere de siste 4-5 repetisjonene for å se i hvilken grad aktiveringen endrer seg for hver repetisjon mot muskulær utmattelse. Dette kunne gi interessante funn på hvor stor endring det er på rekruttering og fyringsfrekvens (hvor aktiv muskelen er) jo nærmere utmattelse en kommer.

Når det gjelder valg av ytre motstand/belastning kan det se ut til at forskjellig motstand som benyttes ved testing kan gi ulike resultater. Schoenfeld og kolleger (2014) sin studie fant at tyngre ytre motstand førte til høyere aktivering enn lavere ytre motstand. Når det gjelder vår studie kunne det vært interessant å benytte enten lettere eller tyngre ytre motstand, eksempelvis 15-20RM eller 6RM, for å se om aktiveringen ville blitt annerledes.

I lys av Potvin (1997) sine funn kunne det vært relevant å analysere den konsentriske og eksentriske fasen av et utvalg repetisjoner fra øvelsene. Dermed kunne vi sett om vår studie fant tilsvarende funn ved at den konsentriske fasen medfører høyere aktivering enn den eksentriske. I vår studie ble det også benyttet et relativt raskt løftetempo i den konsentriske fasen, noe som kan medføre økt aktivering som følge av at musklene får redusert kapasitet til å produsere kraft og dermed må øke fyringsfrekvensen for å produsere mer kraft.

## 5.4 Diskusjon av metode

### 5.4.1 Innsamling- og analyse av data

Det er viktig å ta hensyn til de potensielle feilkildene som kan ha påvirket datainnsamlingen og analysene. Bruken av standardiserte teknikker i øvelsene, en grundig planlagt struktur for utførelse av testene med tilstrekkelig hvile mellom hver testdag og et pålitelig EMG-program ble benyttet for å sikre tryggest mulig datainnsamling. Ved å benytte standardiserte teknikker i øvelsene sørget vi for at muskelaktiveringen ble målt i samme bevegelsesbane på tvers av alle TP. Som tidligere forklart ble grepsbredden bestemt ut fra hver TP sin skulderbredde, som gjorde at alle øvelsene ble gjennomført med samme grep. Her kan det diskuteres om det kan ha vært forskjell mellom TP, ut ifra det faktum at noen kan ha lengre eller kortere armer i forhold til egen skulderbredde, noe som dermed kan ha påvirket resultatene. Testprosedyren vi valgte gjorde at alle TP kunne tilvennes øvelsene i forkant og samtidig bli testet over en relativ kort tidsperiode, noe som minimerte sjansene for at noen av TP skulle falle fra i løpet av testuken. Det må i denne sammenheng nevnes at én TP ble syk dagen før siste testdag, og derfor ikke kunne delta på innsamlingen av data fra sittende roing. Dette kan ha hatt en innvirkning på de endelige resultatene. Videre kan etterlevelse av retningslinjene til studiet, for eksempel hvile, inntak av koffein og nikotin i forkant av testing, ha innvirkning på resultatene dersom disse ikke ble fulgt.

Bruken av et pålitelig EMG-program (Noraxon MR3 versjon 3.12.70) bidro til å gi oss nøyaktig og presise data. De tekniske variablene med tanke på teknologien bak EMG er noe vi som brukere ikke kan kontrollere mer enn å følge retningslinjene gitt av Konrad (2006). I datainnsamlingen valgte vi å ta i bruk de tre siste repetisjonene i en 8-12RM test og regne ut gjennomsnittverdiene av disse, noe som potensielt kan ha ført til usikkerhet rundt innsamlet data. Antall repetisjoner gjennomført før teknisk utmattelse varierte mellom TP. Dersom det ble gjennomført mindre enn åtte eller mer enn tolv repetisjoner, utførte vi et nytt forsøk etter minimum ti minutters pause. Dette kan bety at noen av TP kan ha vært mer sliten i det dataen ble samlet inn sammenlignet med andre. Forskjeller ved øvelseserfaring kan også ha ført til at noen TP ble stoppet før andre. Dette samme må sies om hver TP sin evne til å presse seg selv og gå til teknisk utmattelse.



## 5.4.2 EMG feilkilder

Ved bruk av EMG utstyr til testing er det flere feilkilder som gjør seg gjeldende og som må tas hensyn til ved god preparasjon. Konrad (2006, s. 12) fremhever noen vanlige feilkilder som kan påvirke EMG signalets form og karakteristikker.

Fysiologisk cross-talk forekommer når elektroden fanger opp signaler fra for eksempel nabomuskler eller hjerte. Ved sjekk av baseline-aktivitet ble det hos samtlige TP observert myokard aktivitet fra kanalene som målte TT og LD. Crosstalk som følge av myokard aktivitet var tydelig nok til at vi kunne se hjerteslagene i form av aktivitet på EMG kanalene, men oversteg til tross for dette ikke 10-15 mikrovolt, som er øvre grense for hva man bør tillate for å gjøre valide målinger (Konrad, 2006, s. 23). Funksjonene “smoothing” og “rectification” bidrar også til å redusere påvirkning som følge av cross-talk. Til tross for disse to funksjonene kan det tenkes at EKG aktiviteten kan ha påvirket EMG målingene og dermed resultatene.

DP er en relativt liten muskel, som er vanskelig å isolere ved EMG måling. Resultatene viser høyere DP aktivitet sammenlignet med de andre musklene, på tvers av øvelsene. Dette kan skyldes crosstalk fra nærliggende muskler som er involvert i samme bevegelser som DP, blant annet Deltoideus Lateralis og det lange hodet på Triceps Brachii. Ifølge Konrad (2006) har størrelsen og kvaliteten på elektrodene betydning for måleforholdene, og elektrodeplasseringen bør være smal for å isolere muskelen som måles. Elektrodene vi hadde tilgang til var dog relativt store (2 cm i diameter) og var enkle, som vil si at vi måtte bruke to elektroder per muskel. Disse elektrodene brukes vanligvis til EKG-målinger. Dette gjorde det utfordrende å feste dem på mindre muskler, som for eksempel DP, uten å motta fysiologisk crosstalk fra nærliggende muskulatur. Dette kan være med å forklare hvorfor aktivering ble såpass høy for DP og må dermed ansees som en svakhet ved resultatene fra DP.

Endring av elektrodens plassering i forhold til muskelbuen er en vanlig utfordring som følge av dynamisk muskellarbeid hvor muskelbuen endrer geometri. Denne utfordringen gjorde seg gjeldende for BB, som beveger seg relativt mye ved albuefleksjon. Som tidligere nevnt ble dette tatt hensyn til ved nøyaktig hudpreparering og ved å feste elektroden når TP hadde 90 graders fleksjon i albuen. Til tross for dette så kan endringer av elektrodens plassering ha virket inn på EMG målingene. Når det gjelder alle overnevnte faktorer ble det forsøkt etter beste evne å overholde Konrad (2006) sine retningslinjer for EMG testing. Vår kompetanse på bruken av EMG som metode kan ansees som en svakhet. Mer øving og testing i forkant kunne vært gjort for å minimere feilkilder.

### **5.4.3 MVIC som normaliseringsmetode**

Ved EMG studier er det fordelaktig å benytte en normaliseringsmetode da måleforholdene kan variere fra individ til individ, fra dag til dag og fra elektrodested til elektrodested (Konrad, 2006, s. 30). I vår studie ble det gjennomført MVIC test i sluttposisjon i samtlige øvelser i henhold til anbefalingene til Ball & Scurr (2013). Anbefalingene baserer seg på at MVIC testen bør gjennomføres i samme øvelse som skal testes, dette fordi de nevralt forholdene er like. Dette står i kontrast til Konrads anbefalinger, som legger til grunn at MVIC testen bør gjennomføres separat på hver muskel i en posisjon som fører til maksimal aktivering. Dette gjennomføres normalt i midtposisjonen av en øvelse. Videre anbefales det å teste ut forskjellige posisjoner og øvelser for å finne ut hva som gir høyest aktivering. MVIC testene våre fungerte relativt bra for å få høy aktivering av TT, LD og DP, men ikke BB. Dette kan henge sammen med at sluttposisjonen i øvelsene var gunstige posisjoner for ryggmuskulene, men ikke BB. Dette underbygges også av at Konrad foreslår benktrekk for TT og nedtrekk for LD som MVIC test.

For å sikre at MVIC testen ble mer valid og reliabel kunne vi i større grad fulgt Konrads retningslinjer, som blant annet å teste hver muskel isolert i posisjoner som Konrad foreslår og å gjennomføre flere MVIC tester for å øke påliteligheten. Metoden som ble benyttet ble på en side valgt basert på hensyn til tidsbruk overfor TP, da vi fikk testet alle muskelgruppene samtidig. På den andre siden var det uklart hvordan MVIC tester skal gjennomføres på en best mulig måte da det er stor variasjon i hvordan ulike EMG studier gjennomfører normalisering og MVIC tester.

Ifølge Halaki & Ginn (2012) må EMG målinger normaliseres for å kunne sammenligne samme muskler på ulike dager, ulike individer og for å sammenligne ulike muskelgrupper. Som tidligere nevnt i oppgaven valgte vi å ikke benytte normaliserte verdier da de viste seg å ikke være pålitelige som følge av hvordan vi gjennomførte MVIC testen. Metoden vår står dermed ikke helt i stil med retningslinjene til både Konrad og Halaki & Ginn, og kan ansees som en svakhet ved studien vår. For å redusere variasjonen i måleforholdene fra dag til dag, ble en nøye hudpreparerings- og elektrodeplaseringsprotokoll benyttet på hver testdag. Dette skulle sikre at forholdene var mest mulig lik hver testdag.

#### **5.4.4 Kritikk av EMG som metode**

Vigotsky et al (2022) kritiserer EMG studier ved at de trekker konklusjoner om hvorvidt en øvelse er bedre for muskelvekst, sammenlignet med andre øvelser. I lys av denne kritikken kan vi basert på vår studie ikke trekke noen langtidskonklusjoner om hvorvidt en øvelse er bedre for muskelvekst sammenlignet med en annen. Vi kan ikke gi noen anbefalinger basert på dette, selv om aktiveringen er høyere.

I dette studiet ble det blant annet funnet en trend ved at DP og TT fikk signifikant høyere aktivering i benktrekk sammenlignet med nedtrekk. For å kunne si noe om hvorvidt øvelsen faktisk er mer effektiv for hypertrofi for disse musklene, trengs det studier som sammenligner øvelsene ved en treningsprotokoll hvor muskelens tverrsnittareal måles før og etter intervensjonen. EMG som metode kan vise grad av aktivering, noe som forteller oss hvor hardt muskelen må arbeide i øvelsene og videre hvilken grad av muskelnedbrytning som forekommer. Dette kan gi oss indikasjoner på om en øvelse har bedre potensial for muskelvekst. For å trekke konklusjoner om hvorvidt dette stemmer, må det gjennomføres videre forskning som undersøker økning i musklens tverrsnittareal.

### 5.4.5 Testpersoner

Testpersonene ble rekruttert basert på følgende kriterier: mann, alder (20-30 år), skadefri, minimum ett års erfaring med styrketrening, samt erfaring med å trene øvre del av rygg. Det var stor variasjon i høyde, vekt, muskelmasse og fettprosent (Tabell 1), samt 8-12RM belastning og repetisjonsantall i de ulike øvelsene (Tabell 3).

Deltakernes fettprosent og muskelmasse ble ikke tatt i betraktning, til tross for at dette kan påvirke styrken på EMG signalene (Konrad, 2006, s). Forskjellene ble observert under signalsjekker og gjenspeilet i målingene som ble analysert.

Når det gjelder forskjeller i repetisjonsantall på tvers av øvelsene ble dette tatt hensyn til ved at alle TP gjennomførte øvelsene til utmattelse og ved å analysere de tre siste repetisjonene. Dette gjorde at sammenligningen fikk relativt god validitet ettersom graden av utmattelse var lik og dermed også rekruttering av motoriske enheter og økt fyringsfrekvens.

En utfordring med testpersonene kan være at de har ulik evne til å aktivere muskler og ulik erfaring til å gjennomføre øvelser til utmattelse. Det førstnevnte ble ikke tatt hensyn til, noe som kan være en svakhet med vår studie. Forskjell i evne til å aktivere musklene under en øvelse kan gi utslag i svakere/sterkere signaler under målinger. Det sistnevnte ble forsøkt å ta hensyn til ved nøye instruksjon i forkant av gjennomføring ved å fremheve betydningen av å gå til teknisk utmattelse. TP fikk også kjenne på det å gå til utmattelse ved 8-12RM testing på tilvenningsdagen og ved selve testingen ble TP motivert til å presse seg til teknisk utmattelse.

## 6.0 Konklusjon

Dette studiet har sammenlignet muskelaktivering i fire ulike muskler, Latissimus Dorsi (LD), Biceps Brachii (BB), Deltoideus Posterior (DP) og Trapezius Transversa (TT), i de tre ryggøvelsene nedtrekk, benktrekk og sittende roing. Tolv trente menn i alderen  $22,9 \pm 1,4$  år deltok i studien.

BB viste signifikant høyere muskelaktivering ved nedtrekk sammenlignet med sittende roing, men ingen signifikante forskjeller mellom benktrekk og de to andre øvelsene. TT og DP viste signifikant høyere aktivering i benktrekk og sittende roing sammenlignet med nedtrekk. For LD var muskelaktiveringen tilnærmet lik på tvers av de tre øvelsene.

Vi velger å konkludere med at alle tre øvelsene er gode for å aktivere muskulatur i den øvre delen av ryggen og er gode alternativer å inkludere i et treningsprogram. Videre kan vi basert på resultatene fra dette studiet legge til grunn følgende retningslinjer:

- 1) Dersom målet er å aktivere TT og DP i større grad, kan det se ut til at benktrekk og sittende roing kan være bedre alternativer enn nedtrekk.
- 2) For å aktivere LD ser det ut til at samtlige øvelser er like effektive.
- 3) Dersom målet er å trene både LD og BB i en og samme øvelse, kan nedtrekk være det mest effektive valget.

Videre forskning bør fokusere på hvilke av øvelsene som gir best effekt på muskelvekst. Dette bør gjøres ved å gjennomføre en studie som måler muskelgruppens tverrsnitt, gjennomfører treningsprotokoll for hver av øvelsene og deretter måle på nytt for å se om musklene har økt i tverrsnitt. Det kan også være relevant å undersøke hvordan aktivering endrer seg ved de siste repetisjonene mot muskulær utmattelse. Avslutningsvis kan det være interessant å undersøke om andre grepsbredder eller grepsorienteringer i øvelsene fører til ulik aktivering sammenlignet med vår studie.

## Litteraturliste

- Akima, H., & Saito, A. (2013). Activation of quadriceps femoris including vastus intermedius during fatiguing dynamic knee extensions. *European journal of applied physiology*, 113(11), 2829–2840. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2721-9>
- Andersen, V., Fimland, M. S., Wiik, E., Skoglund, A. & Saeterbakken, A. H. (2014). Effects of Grip Width on Muscle Strength and Activation in the Lat Pull-Down. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28 (4), 1135-1142. doi: 10.1097/JSC.0000000000000232.
- Ball, N., & Scurr, J. (2013). Electromyography normalization methods for high-velocity muscle actions: review and recommendations. *Journal of applied biomechanics*, 29(5), 600–608. <https://doi.org/10.1123/jab.29.5.600>
- Baechle, T.R. & Earle, R.W. (2008). *Essentials of strength training and conditioning*. (3. utgave.). National Strength and Conditioning Association.
- Befring, E. (1998). *Forskningsmetode og statistikk*. Det Norske Samlaget.
- Bouchard, C., Blair, S.N. & Haskell, W.L. (2007). *Physical Activity and Health*. Human Kinetics, Inc.
- Cureton, K. J., Collins, M. A., Hill, D. W., & McElhannon, F. M., Jr (1988). Muscle hypertrophy in men and women. *Medicine and science in sports and exercise*, 20(4), 338–344. <https://doi.org/10.1249/00005768-198808000-00003>
- Dahl, H.A. (2015). *Klar, ferdig, gå: Grunnbok i aktivitetsfysiologi*. J.W. Cappelens Forlag AS.
- De Freitas, M. C., Gerosa-Neto, J., Zanchi, N. E., Lira, F. S., & Rossi, F. E. (2017). Role of metabolic stress for enhancing muscle adaptations: Practical applications. *World journal of methodology*, 7(2), 46–54. <https://doi.org/10.5662/wjm.v7.i2.46>

- Doma, K., Deakin, G. B., & Ness, K. F. (2013) Kinematic and electromyographic comparisons between chin-ups and lat-pull down exercises. *Sports Biomechanics*, 12(3), 302-313, DOI: 10.1080/14763141.2012.760204
- Gonzalez, A. M., Hoffman, J. R., Townsend, J. R., Jajtner, A. R., Boone, C. H., Beyer, K. S., Baker, K. M., Wells, A. J., Mangine, G. T., Robinson, E. H., 4th, Church, D. D., Oliveira, L. P., Willoughby, D. S., Fukuda, D. H., & Stout, J. R. (2015). Intramuscular anabolic signaling and endocrine response following high volume and high intensity resistance exercise protocols in trained men. *Physiological reports*, 3(7), e12466. <https://doi.org/10.14814/phy2.12466>
- Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Orazem, J., & Sabol, F. (2022). Effects of resistance training performed to repetition failure or non-failure on muscular strength and hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *Journal of sport and health science*, 11(2), 202–211. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.01.007>
- Halaki, M. & Ginn, K. (2012). 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*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/49957>
- Handa, T., Kato, H., Hasegawa, S., Okada, J., & Kato, K. (2005). Comparative electromyographic investigation of the biceps brachii, latissimus dorsi and trapezius muscles during five pull exercises. *Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 54, 159–168.
- Hans A. Dahl og Eric Rinvik. (2018). *Menneskets funksjonelle anatomi*. Cappelen Damm AS.
- Hunter, Sandra K.1; Duchateau, Jacques2; Enoka, Roger M.3. Muscle Fatigue and the Mechanisms of Task Failure. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 32(2):p 44-49, April 2004. [Muscle fatigue and the mechanism of task failure](#)

Kassiano, Witalo<sup>1</sup>; Costa, Bruna<sup>1</sup>; Nunes, João Pedro<sup>1</sup>; Ribeiro, Alex S.<sup>2</sup>; Schoenfeld, Brad J.<sup>3</sup>; Cyrino, Edilson S.<sup>1</sup>. Which ROMs Lead to Rome? A Systematic Review of the Effects of Range of Motion on Muscle Hypertrophy. *Journal of Strength and Conditioning Research* 37(5): p 1135-1144, May 2023. | DOI: 10.1519/JSC.0000000000004415

Konrad, Peter. (2006). *The ABC of EMG – A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography*. Noraxon U.S.A, Inc.

Lehman, G. J., Buchan, D. D., Lundy, A., Myers, N., & Nalborczyk, A. (2004). Variations in muscle activation levels during traditional latissimus dorsi weight training exercises: An experimental study. *Dynamic medicine: DM*, 3(1), 4. <https://doi.org/10.1186/1476-5918-3-4>

Lusk, S. J., Hale, B. D., & Russell, D. M. (2010). Grip width and forearm orientation effects on muscle activity during the lat pull-down. *Journal of strength and conditioning research*, 24(7), 1895–1900. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181ddb0ab>

Lynn, S. K., Watkins, C. M., Wong, M. A., Balfany, K., & Feeney, D. F. (2018). Validity and Reliability of Surface Electromyography Measurements from a Wearable Athlete Performance System. *Journal of sports science & medicine*, 17(2), 205–215. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5950737/>

Potvin, J.R (1997). Effects of muscle kinematics on surface EMG amplitude and frequency during fatiguing dynamic contractions. *Journal of Applied Physiology* 1997 82:1, 144-151. <https://doi.org/10.1152/jappl.1997.82.1.144>

Prokopy, M. P., Ingersoll, C. D., Nordenschild, E., Katch, F. I., Gaesser, G. A., & Weltman, A. (2008). Closed-kinetic chain upper-body training improves throwing performance of NCAA Division I softball players. *Journal of strength and conditioning research*, 22(6), 1790–1798. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318185f637>



Schoenfeld B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of strength and conditioning research*, 24(10), 2857–2872.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e840f3>

Schoenfeld, B. J., Contreras, B., Willardson, J. M., Fontana, F., & Tiriyaki-Sonmez, G. (2014). Muscle activation during low- versus high-load resistance training in well-trained men. *European journal of applied physiology*, 114(12), 2491–2497.  
<https://doi.org/10.1007/s00421-014-2976-9>

Schoenfeld, Brad Jon PhD, CSCS, FNSCA1; Grgic, Jozo MS2. Does Training to Failure Maximize Muscle Hypertrophy? *Strength and Conditioning Journal* 41(5): p 108-113, October 2019. | DOI: 10.1519/SSC.00000000000000473

Schoenfeld, B. J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2016). Effects of Resistance Training Frequency on Measures of Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 46(11), 1689–1697.  
<https://doi.org/10.1007/s40279-016-0543-8>

Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Van Every, D. W., & Plotkin, D. L. (2021). Loading Recommendations for Muscle Strength, Hypertrophy, and Local Endurance: A Re-Examination of the Repetition Continuum. *Sports (Basel, Switzerland)*, 9(2), 32.  
<https://doi.org/10.3390/sports9020032>

Signorile, J. F., Zink, A. J., & Szwed, S. P. (2002). A comparative electromyographical investigation of muscle utilization patterns using various hand positions during the lat pull-down. *Journal of strength and conditioning research*, 16(4), 539–546.

Sperandei, S., Barros, M. A., Silveira-Júnior, P. C., & Oliveira, C. G. (2009). Electromyographic analysis of three different types of lat pull-down. *Journal of strength and conditioning research*, 23(7), 2033–2038.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b8d30a>

- Sultani, P., & Vilas-Boas, J. P. (2016). Muscle activation during exergame playing. *Handbook of research on Holistic Perspectives in Gamification for Clinical Practice* (pp. 312-341). Hershey, PA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-4666-9522-1.
- Raastad, T., Paulsen, G., Refsnes, P.E., Rønnestad, B.R & Wisnes, A.R. (2021). *Styrketrening i teori og praksis* (1. utgave.). Gyldendal Norsk Forlag.
- Ratamess, N. A., Falvo, M. J., Mangine, G. T., Hoffman, J. R., Faigenbaum, A. D., & Kang, J. (2007). The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. *European journal of applied physiology*, 100(1), 1–17.  
<https://doi.org/10.1007/s00421-007-0394-y>
- Rhea, M. R., Alvar, B. A., Burkett, L. N., & Ball, S. D. (2003). A Meta-analysis to Determine the Dose Response for Strength Development. *Medicine and science in sports and exercise*, 456-464, 35(3).
- Ronai, Peter M.S., FACSM, ACSM-RCEP, ACSM-CEP, ACSM-EP, EIM III, CSCS. Do It Right: The Seated Cable Row Exercise. *ACSM's Health & Fitness Journal* 23(4): p 32-37, 7/8 2019. | DOI: 10.1249/FIT.0000000000000492
- Ronai, Peter M.S., FACSM, ACSM-CEP, ACSM-EP, EIM-III, CSCS; Taber, Christopher Ph.D., ACSM-EP, CSCS, USAW2. The Barbell Bench Pull. *ACSM's Health & Fitness Journal* 25(4): p 33-36, 7/8 2021. | DOI: 10.1249/FIT.0000000000000683  
[https://journals.lww.com/acsm-healthfitness/Fulltext/2021/07000/The\\_Barbell\\_Bench\\_Pull.11.aspx](https://journals.lww.com/acsm-healthfitness/Fulltext/2021/07000/The_Barbell_Bench_Pull.11.aspx)
- Vigotsky, A. D., Halperin, I., Trajano, G. S., & Vieira, T. M. (2022). Longing for a Longitudinal Proxy: Acutely Measured Surface EMG Amplitude is not a Validated Predictor of Muscle Hypertrophy. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 52(2), 193–199.  
<https://doi.org/10.1007/s40279-021-01619-2>

Westcott W. L. (2012). Resistance training is medicine: effects of strength training on health. *Current sports medicine reports*, 11(4), 209–216.  
<https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31825dabb8>

Østerås, H., Helgerud, J., & Hoff, J. (2002). Maximal strength-training effects on force-velocity and force-power relationships explain increases in aerobic performance in humans. *European journal of applied physiology*, 88(3), 255–263.  
<https://doi.org/10.1007/s00421-002-0717-y>

# Vedlegg 1: Samtykkeskjema

*Vil du delta i forskningsprosjektet; “Sammenligne muskelaktivering i overkropp ved øvelsene nedtrekk, sittende roing og benktrekk på ulike belastninger”?*

I forbindelse med bacheloroppgave i faget vitenskapsteori og forskningsmetode (KRO350) for studenter på tredje året på faglærer i kroppsøving og idrettsfag ved Høgskulen på Vestlandet trenger vi testpersoner til et forskningsprosjekt som vi skal gjennomføre våren 2023. Forskningsprosjektet omhandler styrketrening i praksis og vil gjennomføres i løpet av to uker. Dette er et informasjonsskriv til deg som ønsker og være med som testperson.

## Formål

Forskningsprosjektet er en bacheloroppgave og har som formål å undersøke aktiviteten i ryggmuskulaturen ved øvelsene nedtrekk i kabel, benktrekk med stang og sittende roing i kabel. Øvelsene skal gjennomføres til muskulær utmattelse.

## Prosjektansvarlige

Veileder og to studenter i regi av Høgskulen på Vestlandet, Campus Kronstad.

## Hvem kan delta?

Friske menn i alderen 20-30 år, med minimum 1 års erfaring med styrketrening. Deltakere må være frisk og ikke ha skader som kan påvirke testene.

## Dato og tidspunkt for testing

Testene vil foregå over fire dager i løpet av to uker. Testpersonene vil bli delt i to grupper. Det gjennomføres en tilvenningsdag på fredag uken før testene. Denne dagen vil gå til informasjon, In-body test, avklaring av grepsbredde og en test av 8RM. Testdagene vil være mandag, onsdag og fredag uken etter tilvenningsdag. På tilvenningsdagen møter testpersonene til oppsatt tid i to puljer. Mandagen vil bestå av testing av nedtrekk, på onsdag testes benktrekk og fredag testes sittende roing. Tidspunktene for selve testdagene er blitt informert om og avtalt på forhånd.

## Hva innebærer deltakelse i forskningsprosjektet?

Vi kommer til å gjennomføre en In-body 770 test som måler kroppssammensetning, blant annet høyde, kroppsvekt, fettprosent, mengde muskelmasse, mengde fettfri masse og fordeling av det nevnte. I tillegg til dette skal vi gjennomføre styrketester i øvelsene nedtrekk, benktrekk og roing med kabel. Testpersonene skal utføre de tre øvelsene på belastning som tilsvarer 8RM til utmattelse. Deltakelse innebærer at du ikke kan trene overkropp 48 timer før testene. I praksis vil dette si at deltakeren ikke får trent overkroppen i periode på litt over en uke. Videre innebærer deltakelse at du kan sette av tre timer på samtlige testdager.

Testdagene foregår på mandag, onsdag og fredag. Innholdet i testdagene består av oppvarming, oppvarmingssett, MVIC test (maksimal isometrisk kontraksjon) og test av 8RM til utmattelse.

## Forsøkspersonene må:

- Siden vi skal teste fire ulike muskler på overkroppen må deltakerne gjennomføre tester i bar overkropp.

- Ikke bruke noe form for olje eller krem på huden.
- Ikke innta koffeinholdig drikke eller tobakk før testen skal utføres (6 timer).

### **Frivillig deltakelse:**

Deltakelse i studien er frivillig. Dette innebærer at du kan velge å trekke deg fra studien når som helst. Å trekke seg fra studien innebærer ingen negative konsekvenser og du trenger ikke å oppgi noen grunn.

### **Ditt personvern - hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger**

Opplysninger om deg vil vi bare bruke til formålet vi har oppgitt i dette skrivet. Disse blir behandlet konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Tilgang til prosjektet vil utelukkende bli gitt til prosjektgruppen (to studenter) og veileder ved Høgskulen på Vestlandet. Ingen uvedkommende får tilgang til personopplysninger.

### **Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?**

Etter planen skal prosjektet avsluttes 25.05.2023. Eventuelle personopplysninger vil bli slettet etter endt prosjekt, og kun anonymiserte testresultater vil beholdes.

### **Dine rettigheter**

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg,

- Å få rettet personopplysninger om deg,
- Få slettet personopplysninger om deg,
- Få utlevert en kopi av dine personopplysninger (dataportabilitet)
- Å sende klage til personvernombudet eller Datatilsynet om behandling av dine personopplysninger

### **Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?**

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

Jeg ønsker å være med på prosjektet og samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet, 25.05.2023.

Ja

Nei

## Vedlegg 2: P-verdi tabell

Muskelgruppe	Nedtrekk	Benktrekk	Sittende roing	P<0.05
Biceps Brachii	746,9 ± 258,8	662,8 ± 263,8		0,06
Biceps Brachii	746,9 ± 258,8		540,2 ± 174,8	0,0005*
Biceps Brachii		662,8 ± 263,8	540,2 ± 174,8	0,06
Latissimus Dorsi	389,1 ± 159,9	360,3 ± 185,2		0,45
Latissimus Dorsi	389,1 ± 159,9		389,5 ± 154,3	0,92
Latissimus Dorsi		360,3 ± 185,2	389,5 ± 154,3	0,34
Trapezius Tranversalis	399,6 ± 173,1	591,1 ± 230,9		0,0002*
Trapezius Tranversalis	399,6 ± 173,1		618,9 ± 218,9	0,002*
Trapezius Tranversalis		591,1 ± 230,9	618,9 ± 218,9	0,62
Deltoideus Posterior	817,5 ± 300,1	1257,3 ± 404		0,00009*
Deltoideus Posterior	817,5 ± 300,1		1199,7 ± 491,1	0,01*
Deltoideus Posterior		1257,3 ± 404	1199,7 ± 491,1	0,53