



# BACHELOROPPGAVE

«En beinpresstest til utmattelse sin innvirkning på vertikal hopphøyde»

“The effect of a leg press test until failure as postactivation potentiation on vertical jump performance”

**Kandidatnummer: 121**

Faglærer i kroppsøving og idrettsfag  
Fakultet for lærerutdanning, kultur og idrett  
Institutt for idrett, kosthold og naturfag.  
Veileder: Arild Hafstad

Innleveringsdato: 31. mai 2019

## Abstract

**Purpose:** The purpose of this study was to investigate the effects of a leg press test until failure, as postactivation potentiation (PAP) stimulus on vertical jump performance. The influence of different knee angles in the leg press test where also explored. **Method:** Fifteen men (age,  $23\pm 1,10$  years; height,  $181,9\pm 4,75$ cm; mass,  $81,43\pm 5,97$ kg) participated in the study. The study was completed over 4 days, with a minimum of 48 hours rest between the testing days. The participants started with three countermovement jumps (CMJ) on a force platform, followed up by a leg press test until failure in a keiser A300 leg press machine. Then they had 1-minute break, before they finished with three new CMJ. **Result:** The results showed no statistically significant differences in jump height before and after the failure test. But when the groups where divided into two groups based on their strength in 1RM leg press, it showed statistically significant differences at 80- and 90-degrees knee angle, for the strongest group. **Conclusion:** The results of this study shows that a leg press test until failure as PAP, requires a certain level of strength, to give any effect.

## **Forord**

Denne oppgaven er skrevet som en del av bachelorutdanningen faglærer idrettsfag og kroppsøving ved Høgskulen på Vestlandet. Avdeling for lærerutdanning, kultur og idrett i Bergen. Studien ble gjennomført i 2019.

Motivasjonen min til å skrive denne oppgaven ligger i min interesse for fysisk trening og fysiologi. Gjennom studien har denne interessen økt, og jeg har kunnet tilegne meg ny og mer kompetanse innen fagfeltet. Forsøkspersonene (FP) har ikke vært toppidrettsutøvere, men godt trente personer med varierende treningsbakgrunn. Arbeidet med studien har til tider vært utfordrende, men alt i alt veldig lærerikt.

Jeg retter en stor takk til veileder Arild Hafstad, som har bidratt med god kompetanse og konstruktive tilbakemeldinger. Også en stor takk til de 15 forsøkspersonene, som gjorde studien mulig å gjennomføre.

# Innholdsfortegnelse

<b>Abstract</b> .....	<b>2</b>
<b>Forord</b> .....	<b>3</b>
<b>1.0 Innledning</b> .....	<b>6</b>
1.1 Problemstilling .....	6
1.1.1 Delproblemstilling.....	6
1.1.2 Oppgave avgrensning.....	6
<b>2.0 Teori</b> .....	<b>7</b>
2.0.1 Begrepsavklaring.....	7
2.1 Spenst .....	8
2.1.1 Relativ muskelstyrke og spenst .....	9
2.1.2 Muskelfibertyper og muskelaktivering .....	9
2.1.3 Muskulære faktorer for spenst.....	9
2.2 Vertikale hopp .....	10
2.3 Keiser beinpress .....	10
2.3 Preaktivering .....	11
2.3.1 Tidligere studier på preaktivering .....	11
<b>3.0 Metode</b> .....	<b>13</b>
3.1 Forskningsdesign.....	13
3.1.1 Reliabilitet og validitet .....	14
3.2 Deltakerutvalg .....	15
3.3 Instrumenter .....	15
3.4 Testprosedyre .....	16
3.4.1 Oppvarming.....	16
3.4.2 Svikthopp CMJ.....	16
3.4.3 Beinpresstest.....	17
3.5 Statistikk.....	18
3.6 Etske overveielser .....	18

<b>4.0 Resultater .....</b>	<b>19</b>
4.1 Resultater gruppevis .....	20
<b>5.0 Diskusjon.....</b>	<b>22</b>
5.1 Muskel utmattelse eller preaktivering .....	22
5.1.1 Knebøy vs. Keiser .....	23
5.1.2 Forskjellige knevinkler.....	24
5.2 Sterk vs. Svak gruppe.....	24
5.3 Begrensninger i studien.....	25
5.4 Videre forskning.....	26
<b>6.0 Konklusjon.....</b>	<b>27</b>
<b>Litteraturliste.....</b>	<b>28</b>
<b>Vedlegg 1: Informasjonsskriv og samtykkeerklæring .....</b>	<b>30</b>
<b>Vedlegg 2: Protokoll for keiser .....</b>	<b>33</b>

## **Figur og tabelloversikt**

<b><u>Figur 1: Flytskjema over fremgangsmåte .....</u></b>	<b><u>14</u></b>
<b><u>Tabell 1: Antropometriske data .....</u></b>	<b><u>15</u></b>
<b><u>Tabell 2: 1RM og relativ styrke .....</u></b>	<b><u>19</u></b>
<b><u>Tabell 3: Resultater hopp høyde .....</u></b>	<b><u>19</u></b>
<b><u>Tabell 4: Resultater watt/kg .....</u></b>	<b><u>20</u></b>
<b><u>Tabell 5: Resultater etter gruppeinndeling .....</u></b>	<b><u>20</u></b>
<b><u>Tabell 6: Sterkest vs. svakest gruppe .....</u></b>	<b><u>21</u></b>

## **1.0 Innledning**

Dagens internasjonale konkurranser innen idrett blir tøffere og tøffere. Evnen til å hoppe høyere enn motstanderen kan være en avgjørende faktor i kampen om å vinne, enten det er volleyball, skihopp, eller høydehopp. (Reiser Li, Rocheford & Armstrong, 2006).

Med viktigheten av vertikal spenst innen toppidrett i bakhodet og stor egeninteresse innen fysiologi og trening, ble det i denne studien valgt å undersøke fagfeltet spenst. Det er tidligere gjort en del studier på hvilken innvirkning det har å utføre styrkeøvelser i forkant av prestasjoner innen eksplosive bevegelser som f.eks. vertikale hopp. En slik preaktivering har ofte blitt gjennomført med knebøy av forskjellige varianter i de tidligere studiene. Det var derfor interessant å teste fenomenet preaktivering, men med kun konsentriske repetisjoner, i en Keiser beinpressmaskin. I en Keiser beinpressmaskin kan man enkelt regulere sittestillingen, dette gir mulighet for å teste beinpress med flere forskjellige vinkler i kneleddet. Dette gir en unik mulighet, til å se om forskjellige knevinkler under preaktiveringen gir noen effekt på den vertikale hopp høyden. Det ble dermed formulert følgende problemstillinger for å undersøke temaet nærmere.

### **1.1 Problemstilling**

Hvordan påvirkes den vertikale hopp høyden av en beinpresstest til utmattelse som preaktivering?

#### **1.1.1 Delproblemstilling**

Har forskjellige vinkler i kneleddet (80, 90 og 100grader) noen innvirkning på hopp høyden?

#### **1.1.2 Oppgave avgrensning**

Prestasjon innenfor spenst kan være veldig komplekst. Både fysiske, psykiske og tekniske egenskaper har betydning for resultatet (Gjerset, 2006, s. 187). Denne oppgaven er derfor i hovedsak avgrenset til de fysiske faktorene som har en innvirkning på vertikal spenst, men tekniske faktorer vil og bli.

## 2.0 Teori

I dette kapitlet vil det bli presentert teori som ligger til grunne for å kunne diskutere problemstillingen og funnene som ble gjort i studien.

### 2.0.1 Begrepsavklaring

*Muskeltversnittareal*: Tverrsnittet av muskelbukens lengdeakse. Også kalt anatomisk tverrsnittareal (Dahl, 2010, s. 223). Størst mulig tverrsnittareal på muskelbuken er essensielt for maksimal kraftutvikling. (Raastad, Paulsen, Refsnes, Rønnestad & Wisnes, 2010, s. 227)

*Relativ styrke*: Evnen en har til å utvikle kraft i forhold til sin egen kroppsvekt i en gitt øvelse. Regnestykket: antall kg i testøvelsen/kroppsvekt (Gjerset, Haugen & Holmstad, 2006, s. 92).

*Effekt*:  $\frac{\text{kraft} \times \text{vei}}{\text{tid}}$  eller Kraft x hastighet. Måles i watt (W) (Raastad et al., 2010, s. 225).

*PAP*: Postactivation potentiation, norskoversatt til preaktivering (Sale, 2002).

*IRM*: 1 repetisjon maksimum (Raastad et al., 2010, s. 13)

*Peak power*: Det punktet i en bevegelse der produktet av kraft og hastighet er størst (størst effekt) (Raastad et al., 2010, s. 555)

*Beinpress til utmattelse*: Engelsk oversatt, *leg press until failure*. «Når muskelen ikke lenger kan utvikle den kraften som trengs for å opprettholde et bestemt arbeid» (Raastad et al., 2010, s. 555). Dette omtales som muskulær utmattelse.

*FP*: Forsøksperson.

## 2.1 Spenst

«Spenst er evnen til å akselerere egen kroppsvekt, vanligvis for å hoppe høyt eller langt» (Raastad et al., 2010, s. 225). Som man ser ut ifra definisjonen til Raastad så omfavner spenst både vertikale og horisontale hopp. I denne oppgaven er det de vertikale sidene av spenst som vil bli belyst, dette på grunn av relevansen for problemstillingen.

For å øke den vertikale hopp høyden blir ofte hoppet innledet med en sats i form av et stem, svikt eller en motbevegelse (Tønnessen, 2006). Utvikling av størst mulig kraft, en forkortning i muskellengden, på kortest mulig tid er essensielt for et godt vertikalt hopp. I den vertikale satsen stilles det krav til en høy relativ styrke i beina og strekkapparatene, da i hovedsak *m. quadriceps femoris* (Raastad et al., 2010, s. 225).

I hoppbevegelser med en svikt i satsen finnes en eksentrisk fase etterfulgt av en konsentrisk fase, ofte kalt plyometrisk muskellarbeid (Gjerset et. al., 2006, s. 188). I dette plyometriske muskellarbeidet blir det skapt elastisk energi. Den elastiske energien blir til når musklene strekkes. Det er i hovedsak to komponenter som er avgjørende for den elastiske energien, senen inn til muskelen og kroppens serieelastiske komponenter, som er bindebroene mellom aktin og myosin. Og proprioseptorene til muskelspolen, og dens evne til å registrere muskelens lengde (Chu & Myer, 2013, s. 15).

Når tverrbroene strekkes i den eksentriske fasen fungerer det litt som en strikk som strekkes, det blir skapt mer energi som kan brukes i den konsentriske fasen. Dette er en av grunnene til at man kan hoppe høyere i et svikthopp (CMJ) enn i et knebøyhopp (SJ) (Raastad et al., 2010, s. 147).

Som Newtons tredje bevegelses lov sier, så får et legeme lik kraft tilbake som det har tilført et annet legeme (Grøn, 2019). Dette er også grunnsteinen i et vertikalt hopp.

Desto mer kraft man klarer tilføre underlaget, jo høyere kan man hoppe. Kraften man tilfører underlaget blir ofte omtalt som effekt (W), det som er gjort i denne studien er blant annet å sammenligne hvor mye watt hver deltager tilførte underlaget i sin sats. (W/kg kroppsvekt). Det er i hovedsak to faktorer som bestemmer effekt, dette blir beskrevet nærmere under.



### **2.1.1 Relativ muskelstyrke og spenst**

Relativ muskelstyrke vil si evnen en har til å utvikle kraft i forhold til sin egen kroppsvekt (Tjelta, Tønnessen & Enoksen, 2007, s. 85). Mer relevant for denne oppgaven er det å se på den relative styrken i en spesifikk øvelse. Gitt at FP klarer å presse 360kg i beinpress på en Keiser-maskin og selv veier 80kg, vil FP ha en relativ styrke på 4,5 kg/kg kroppsvekt.

Den relative styrken er kanskje mindre relevant når det kommer til beinpress, hvor FP kun løfter isolert med beinmuskulaturen. Men hvis man tenker på den relative styrken i forhold til spenst, blir saken en annen. Siden man i et vertikalt hopp skal forflytte sitt eget tyngdepunkt så høyt som mulig, vil det være gunstig med en relativt lav kroppsvekt, og en god evne til å utvikle kraft i beina (Raastad et al., 2010, s. 225).

### **2.1.2 Muskelfibertyper og muskelaktivering**

De kontraktile egenskapene i en muskel bestemmes i stor grad av hvilken muskelfibertyper de er satt sammen av. Vi har tre muskelfibertyper, type I, type IIA og type IIX. Ved en isometrisk muskelkontraksjon kan alle tre typene skape tilnærmet like stor kraft, gitt at muskelfibrene har likt tverrsnittareal (Raastad et al., 2010, s. 23). Den store forskjellen i kraftutvikling ligger i forkortningshastigheten. En muskel med størst andel av type IIA eller IIX vil forkortes raskere enn en type I fiber. Siden hastigheten blir større, vil også muskelen kunne produsere en større effekt (W)(Raastad et al., 2010, s. 23). Mange studier peker på at muskelfiber type IIA og IIX har en bedre evne til å utnytte preaktivering (Suchomel, Lamont & Moir, 2016).

I spenst handler det som nevnt om å utvikle mest mulig kraft hurtigst mulig, en stor andel av muskelfibertype II er derfor ønskelig. Videre handler det om å kunne aktivere de motoriske høyterskelenhetene i musklene. Gjennom maksimal fyringsfrekvens vil vi oppnå at aksjonspotensialene kommer raskere og oftere, og kalsiumnivået i muskelfibrene stiger raskt. Da kan vi utvikle maksimal kraft mot underlaget svært hurtig, og det vertikale hoppet vil bli høyere (Raastad et al., 2010, s. 28-30)

### **2.1.3 Muskulære faktorer for spenst**

Siden hver enkelt av oss har en gitt andel med muskelfiber II som ikke kan økes nevneverdig ved trening, spiller andre muskulære faktorer en stor rolle. Muskelens tverrsnittareal spiller da en avgjørende rolle i kraftutvikling (Raastad et al., 2010, s. 227). Hypertrofi som resultat av styrketrening vil derfor være gunstig for kraftutviklingen. Med et større muskeltverrsnitt vil det bli flere kontraktile proteiner (aktin og myosin) som får kontakt med hverandre, disse vil

da kontrahere muskelen og skape mer kraft (Raastad et al., 2010, s. 24). En økning av muskelfiberlengde og fjærstivheten til muskelen vil også bidra til økt effekt. Det vil gi høyere forkortningshastighet og muskelen med seneapparatet kan lagre mer elastisk energi i satsen. (Raastad et al., 2010, s. 227).

## 2.2 Vertikale hopp

Vertikal spenst kan måles med flere forskjellige typer tester. Knebøyhopp (SJ), svikthopp (CMJ), fallhopp, sargenttest eller vertec-systemet er de mest vanlige. (Raastad et al., 2010, s. 145) Svikthopp ofte omtalt som countermovement jump (CMJ) har blitt en av de mest standardiserte og reliable metodene for å teste vertikal spenst (Raastad et al., 2010, s. 145). Svikthoppet kan gjennomføres på flere forskjellige måter. Med eller uten armsving, forskjellig avstand mellom beina etc. Med et svikthopp hopper som regel testpersonen 2-5cm høyere enn et knebøyhopp, dette som følge av den elastiske energien som lagres i seneapparatet (Raastad et al., 2010, s. 147). Når spenst skal testes er det kraftplattform som er gullstandarden (Raastad et al., 2010, s. 150). Kraftplattformen måler den vertikale forflytningen til utøverens tyngdepunkt i svevet. Samtidig som den måler hvor høyt utøveren hopper, viser den og hvor mye kraft utøveren tilfører underlaget, i form av watt per. (kg) Kroppsvekt (Raastad et al., 2010, s. 145). Når man skal teste vertikale hopp er det viktig å tenke på validiteten ved typen hopp. Forskjellige idretter krever ulike satsbevegelser, dette må overveies når man skal velge testmetode, for å få en størst mulig overførbarhet til idretten man bedriver (Raastad et al., 2010, s. 140). For en volleyballspiller er det f. eks. mer overførbart å teste et svikthopp med armsving enn uten, siden de bruker armene aktivt i satsen til f. eks. en blokk.

## 2.3 Keiser beinpress

Beinpress er et fint alternativ for å trene bein. Beinpress er en apparatøvelse og stiller mindre krav til teknikk sammenlignet med f.eks. knebøy og andre frivekts øvelser (Raastad et al., 2010, s. 454-455). Øvelsen stiller i hovedsak krav til muskelarbeid i knestrekkerne (*m. quadriceps femoris*), hamstrings (*m. Biceps femoris*, *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus*), og hoftestrekkerne (*m. gluteus maximus*, *m. gluteus medius*, *m. glutes minimus*) (Raastad et al., 2010, s. 455).

Keiser A300 beinpress (*Keiser A300 Modell 002531BA, Keiser Co. Inc., Fresno, California, USA*) er et beinpress apparat som er designet for nøyaktig testing og trening av kraftutvikling. I en keiser A300 er det mulig å gjennomføre beinpress både unilateralt og bilateralt. I Keiser maskinen er bevegelsen isolert kun til den konsentriske pressfasen. Det fører til at

aktivering av strekkapparatet i beina vil bli større, og det vil være mer relevant med tanke på et vertikalt hopp (Raastad et al., 2010, s. 225).

### **2.3 Preaktivering**

Preaktivering (PAP) er et fenomen som kan øke prestasjon under høyintensitets aktiviteter, som hopping og sprint. På et hvert tidspunkt blir musklene våre påvirket av tidligere muskellarbeid (Sale, 2002). Ved at eksplosive bevegelser som f.eks. et svikthopp, innledes med tunge styrkeøvelser som knebøy i forkant av selve gjennomføringen, har studier vist at man kan øke kraftutviklingen i satsen (Robbins, 2005).

De fysiologiske forklaringene rundt fenomenet har vært flere. PAP fører til en økning av muskel twitch, og en raskere rekruttering av motoriske høyterskelenheter (Suchomel et al., 2016). Preaktivering med en kontraktile aktivitet, har vist seg å gjøre myosinkjedene i en muskelfiber mer sensitiv for Ca<sup>+</sup>, sendt fra sarcoplasmatiske retikulum. Dette frigjør flere bindingssteder, og flere tverrbroer blir dannet, og man får en sterkere kontraksjon. (Sale, 2002). En økning i muskelens fjærstivhet har og blitt påpekt som en positiv effekt av reaktivering (Suchomel et al., 2016). Med en høyere fjærstivhet vil muskelen tåle mer motstand før den blir deformert, og kunne lagre mer elastisk energi (Raastad et al., 2010, s. 554).

En annen avgjørende faktor er balansegangen mellom muskel utmattelse og effekten av preaktivering. Belastningen på preaktivering kan da spille en vesentlig rolle. I Sale (2002) sin artikkel om preaktivering viser han til to tidsvinduer for å få effekt av preaktivering. Hvis belastningen er lav og intensiteten er tilstrekkelig under preaktivering vil det første vinduet komme tidligere etter stimuli. Hvis belastningen blir tyngre under preaktivering vil muskel utmattelsen være større, og det vil kreve en lengere pause etter stimuli for å få utbytte av preaktivering, dette omtaler Sale (2002) som det andre tidsvinduet.

#### **2.3.1 Tidligere studier på preaktivering**

Tidligere studier har testet flere former for preaktivering, både med dynamisk og isometrisk muskellarbeid som preaktivering. Testingen av preaktivering startet på 1990-tallet. Güllich og Schmidtbleicher (1996) var tidlig ute med testing av fenomenet preaktivering. De testet preaktivering med maksimal frivillig isometrisk kontraksjon i beinpress før et svikthopp. De kom ut med en 3,3% økning i hopp høyde, i forhold til uten isometrisk preaktivering. Det har i senere tid blitt gjennomført mange studier om PAP, med forskjellige former for preaktivering.

Fukutani et. al. gjennomførte i (2014) en studie med vanlig knebøy (knebøydybde ikke oppgitt) som preaktivering, da med tung belastning, 1x 3 rep på 75 og 90% av 1RM. I studien ble det brukt 1min pause mellom knebøy og svikthopp. Subjektene i studien var alle med på aldersbestemt landslag i styrkeløft. Resultatene viste en signifikant økning i både hopp høyde og peak power, etter preaktiveringen, men økningen var større ved 90% enn ved 75% av 1RM.

Crewther et. al (2011) gjennomførte også en studie med vanlig knebøy (knebøydybde ikke oppgitt). Deres studie testet ett sett av 3RM etterfulgt av 3 svikthopp, på 9 mannlige rugby utøvere. Det ble brukt pauser på 15sek, 4, 8, 12 og 16 minutter. De fant en signifikant økning i hopp høyde på 4, 8 og 12 minutter, men en negativ utvikling på 15 sekunder og 16 minutters pause.

Crum et. al. i (2012) testet effekten av å gjennomføre den konsentriske fasen av en kvart knebøy (ca. 135 grader i kneleddet), med belastning 1x 3 repetisjoner på 50 og 65% av 1RM. Studien ble gjennomført med 20 godt trente mannlige personer. Det ble testet svikthopp i følgende rekkefølge; 30sek, 3, 5, 10, og 15 min etter at de hadde gjennomført de konsentriske knebøyene. Crum (2012) fant ingen signifikante forskjeller mellom de to forskjellige belastningene. Men en signifikant høyere peak power ved 30 sek enn ved 3,5 og 10 og 15 minutters opphold mellom reaktiveringen og testhoppene.

Det mange av studiene har vist er at tidsrommet mellom preaktiveringen og den eksplosive bevegelsen er avgjørende for hvor stor effekt man får av PAP. I Suchomel et. al. (2016) sin review artikkel av preaktivering for vertikale hopp, ser man at mange studier er gjennomført med forskjellig former for preaktivering, og varierende pauser mellom. Dype, halve og kvarte knebøy er mest brukt som preaktivering, men øvelser som markløft, knebøyhopp og 400m spurter er også testet. Pausene i de forskjellige forsøkene varierer fra umiddelbart etter preaktiverings øvelsen til opp mot 30 minutter i etterkant (Suchomel et al., 2016).

## 3.0 Metode

«Metoden er redskapet vårt i møte med noe vi vil undersøke» (Dalland, 2012, s. 112)

I dette kapittelet vil jeg vise hvilke metoder som er brukt for å undersøke min problemstilling. Det vil komme frem hvordan resultatene ble fremstilt, hvilke instrumenter som ble tatt i bruk, og andre hensyn som måtte overveies i prosessen.

### 3.1 Forskningsdesign

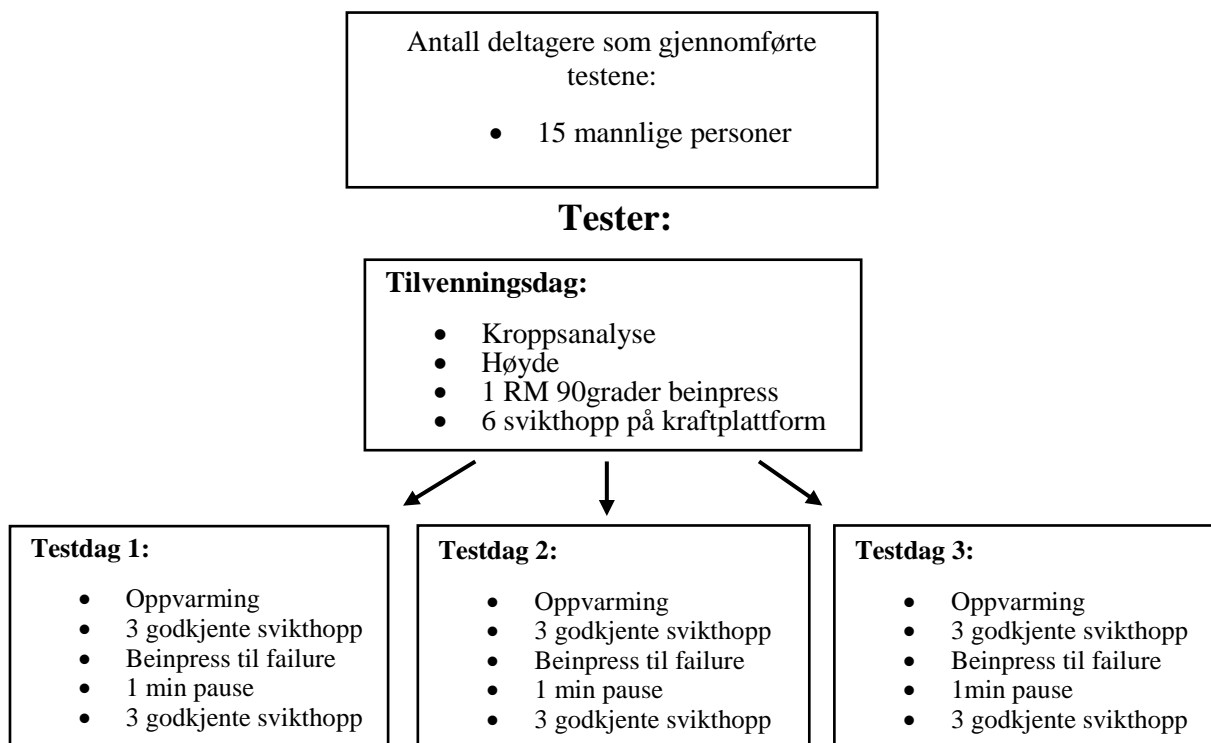
Studien ble gjennomført med 15 deltagere og kan karakteriseres som en empirisk studie, data ble samlet inn, analysert og tolket (Johannessen, 2010, s. 29). Datainnsamlingen foregikk på HVL sitt laboratorium, hvor variablene kunne kontrolleres, og enklest mulig etterprøves.

Dataene ble samlet inn ved hjelp av beinpressmaskin (*Keiser A300 Modell 002531BA, Keiser Co. Inc., Fresno, California, USA*) og kraftplattform (*Musclelab Ergotest, Porsgrunn*), og blir å regne som en kvantitativ datainnsamling (Stone, Stone & Sands, 2007, s. 159). Deltagerne ble rekruttert gjennom personlig bekjentskap.

Utvalget ga først samtykke til å delta i studien gjennom et samtykkeskjema (vedlegg 1).

Deltagerne ble kalt inn til en tilvenningsdag hvor forsøkspersonene fikk en innføring i testprosedyren og teknikken som skulle benyttes. På tilvenningsdagen ble det også tatt en kroppsanalyse av deltagerne, dette ble gjort med en Inbody720 (*Biospace Co., Seoul, Korea*). Dette er et within- subjekt studie, hvor FP ble sammenlignet opp mot sine egne resultater før og etter en Keiser beinpresstest til utmattelse. Studien foregikk over totalt 4 dager, hvor en av disse dagene var tilvenningsdagen og de tre andre testdager. Under testdagene ble nøyaktig samme prosedyre fulgt hver dag, eneste som ble endret var knevinkelen som utøverne skulle teste i beinpress. Testdagene ble gjennomført med minimum 48 timers mellomrom, og FP testet på tilnærmet likt tidspunkt av dagen hver gang.

**Figur 1:** Flytskjema som beskriver framgangsmåte av datainnsamling



### 3.1.1 Reliabilitet og validitet

Et mål for alle studier burde være å ha en høyst mulig reliabilitet og validitet. For å oppnå dette er man avhengig av en god strukturering av testprotokollen og gjennomføringen av testene. En test er valid og reliabel når den har en høy relevans til egenskapen som skal testes, og gir et etterprøvbart resultat (Raastad et al., 2010, s. 140).

Keiser A300 ble valgt til å teste kraftutvikling i beinpress. På grunnlag av at den gir nøyaktige data over maksimal styrke og kraftutvikling, og eliminerer usikkerhetsmomenter som teknikk i utførelsen. Svikthopp på musclelab kraftplattform ble valgt for å måle hopphøyde og kraftutvikling i spenst. Et svikthopp er en standardisert test som brukes verden over, og er kjent for å være både reliabel og valid for spensttesting (Raastad et al., 2010, s. 145).

Svikthopp stiller noe større krav til utførelse av teknikk, det ble derfor valgt å ha en tilvenningsdag til at FP skulle bli kjent med teknikken som skulle benyttes under testdagene.

### 3.2 Deltakerutvalg

Det ble rekruttert 15 mannlige utøvere i alderen 20-35 år ( $23 \pm 1,10$ ), som alle var å regne som godt trente personer, alle hadde drevet med styrketrening minst 1 år tidligere. Testleder hadde en god relasjon til alle de 15 deltagerne, noe som skapte en god og trygg atmosfære for at FP kunne prestere optimalt. Det ble ikke stilt noen krav til relativ styrke hos FP, eller noen andre spesifikke styrke krav. Det ble valgt ut kun mannlige forsøkspersoner (FP) til studien, dette for å få en mest mulig homogen gruppe med deltagere og høyere reliabilitet på resultatene. Et krav om at deltagerne hadde mulighet til å stille på de 4 testdagene ble også satt, samt at de ikke kunne trene styrketrening på bein i testperioden.

**Tabell 1:** Antropometriske data over forsøkspersonene

	Gjennomsnitt $\pm$ SD
Antall deltagere	<b>15</b>
Alder (år)	<b>23 <math>\pm</math> 1,10</b>
Høyde (cm)	<b>181,9 <math>\pm</math> 4,75</b>
Vekt (kg)	<b>81,43 <math>\pm</math> 5,97</b>
Muskelmasse i underekstremitetene (kg)	<b>21,42 <math>\pm</math> 1,65</b>

### 3.3 Instrumenter

Testforsøkene ble gjennomført innendørs på laboratorium/treningsrommet til Høgskolen på Vestlandet (HVL).

Følgende instrumenter ble brukt under testdagene:

- *Inbody720, Biospace Co., Seoul, Korea* (Måling av kroppssammensetning hos FP, gjort på tilvenningsdagen)
- *Watt-bike, Ltd, Nottingham UK* (Brukt til oppvarming)
- *Keiser A300 Modell 002531BA, Keiser Co. Inc., Fresno, California, USA* (Beinpressmaskin brukt til 1RM test)
- *Håndholdt Kaeu Goniometer, 360 grader, Randaberg* (Måling av knevinkel)
- *Musclelab Ergotest, Porsgrunn* (Kraftplattform brukt til vertikal hopptest)

### 3.4 Testprosedyre

Under følger en detaljert oversikt over hvordan testene ble gjennomført.

#### 3.4.1 Oppvarming

FP startet med å sykle 10 minutter på watt-bike på en valgfri intensitet, FP stilte inn sykkelen selv ut ifra egne preferanser. Det ble i studien valgt sykling på watt-bike til oppvarming, enkel og standardisert øvelse som krever lite tilvenning. (Raastad et al., 2010, s. 145).

#### 3.4.2 Svikthopp CMJ

Hver deltager startet så med å utføre 3 gyldige svikthopp på kraftplattformen. FP startet med å stille seg opp på kraftplattformen. Beina sentrert midt på plattformen med skulderbreddes mellomrom og hendene i hoftefeste, dette for å gjøre testen mest mulig reliabel. Svikthoppet innledes med en rask svikt i kneleddet ned til cirka 90 grader (eksentrisk fase). Det ble ikke målt opp nøyaktig vinkel siden bevegelsen skjer plyometrisk, det var da litt individuelle teknikk forskjeller, men av liten betydning. Så skjer en liten oppbremsing hvor kraften synker ned mot null og den elastiske energien blir laget og lagres i muskel og seneapparatet.

Derfra kommer en kraftig og eksplosiv bevegelse gjennom ekstensjon av hofte og kneleddet (Raastad et al., 2010, s. 146-147).

Det ble gitt verbal feedback før og etter hvert hopp. Feedbacken ble holdt så enkel som mulig, for å unngå at FP fikk forskjellig effekt av feedbacken, med tanke på fyringsfrekvens (Argus, Gill, Keogh & Hopkins, 2011). Eksempler på feedback som ble brukt: «bra jobbet», «kom igjen, gi alt du kan». Klarsignal og feedback ble gitt av testleder. Hvis et av de tre hoppene ble underkjent, ble det gjennomført nytt.



*Bilde 1: Bumposisjon i svikthopp, begynnelsen av konsentrisk fase, ca. 90graders knevinkel.. Bergen, 27. mai 2019*

---

#### Grunnlag for at svikthopp ble underkjent

---

- Hvis armene ble brukt aktivt i satsen.
  - FP sto ikke i ro under landingen, slik at kraftplattformen ikke registrerte forsøket.
  - Hopp høyden varierte med 5 cm fra forrige hopp.
-



### 3.4.3 Beinpresstest

Keiser-maskinen ble stilt inn med antatt 10RM hos den enkelte FP ut ifra deres 1RM test som alle gjennomførte på tilvenningsdagen. Keiser maskinen ble stilt inn ut ifra protokollen som ligger vedlagt (vedlegg 2). Deltagerne ble randomisert til hvilken knevinkel de skulle teste på hver dag og sete ble innstilt der etter. For måling av knevinkel ble håndholdt goniometer brukt. Vinkelen på kneet ble målt ut ifra *femur epicondylus lateralis*. Fra epicondylen ble det tegnet en fiktiv linje opp til *femur trochanter major* og en linje ned til *fibula malleolus lateralis* (Dahl & Rinvik, 2010, s. 458-459). Keiser- maskinen ble låst i bilateral posisjon, for at begge bein skulle bli likt belastet. Hver deltaker gjennomførte i utgangspunktet 10 repetisjoner, vekten startet på tilnærmet ingen motstand og økte gradvis med 20-40 kilo per repetisjon. FP fikk beskjed om å gi 100% innsats i alle repetisjoner. Tiden mellom hver repetisjon økte i takt med vekten, dette for at FP skulle få tilstrekkelig hvile.

Restitusjonstiden mellom repetisjonene steg fra 6sek opp mot 45 sekunder på de tyngste vektene. På den tiende repetisjonen hadde de fleste av FP nådd sin 1RM, og klarte ikke flere repetisjoner. Et par av forsøkspersonene trengte flere enn ti repetisjoner mens andre nådde utmattelse før ti repetisjoner. Så lenge FP gjennomførte 8 eller mer repetisjoner ble testen godkjent.



Bilde 2: Startposisjon i keiser beinpress, 90grader knevinkel  
Bergen, 27.mai.2019

Hver av deltagerne testet tre forskjellige knevinkler, 80, 90 og 100 grader.

Med grunnlag i Suchomel et. al. (2016) sin review studie av «vertical jump potentiation» ble det valgt å ha 1 minutt pause mellom gjennomføring av beinpresstesten og svikthoppstesten. I denne pausen var FP i rolig bevegelse og «ristet løs» på beina. Etter ett minutt pause ble FP bedt om å gå opp på kraftplattformen igjen og gjennomføre tre nye hopp. Gjennomføringen av etter-testen ble gjort identisk med hoppene før beinpresstesten. Utførelsen av hoppbevegelsen er beskrevet i tidligere i kapittelet under punkt 3.4.2.

### **3.5 Statistikk**

Resultatene ble i første omgang hentet inn gjennom musclelab sin programvare for windows. De ble derfra eksportert over i Excel 2016. Det ble så regnet gjennomsnitt av de tre hoppene før, og de tre hoppene etter. Tallene ble så presentert i tabeller som viser gjennomsnitt med standardavvik, og P-verdien av resultatene. For å se etter en signifikant forskjell før og etter beinpresstesten, ble T-test i Excel brukt. Verdier under eller lik 0,05 ble regnet som en signifikant forskjell.

### **3.6 Ethiske overveielser**

Det ble i forkant av prosjektet søkt til Norsk senter for forskningsdata AS (NSD) om tillatelse til å gjennomføre prosjektet. FP fikk et informasjonsskriv om prosjektet og rammene rundt, hvor de samtidig skrev under en samtykkeerklæring på at deres personopplysninger kunne brukes anonymt i prosjektet. (vedlegg 1). Det ble gjort for å ivareta FP sitt personvern og troverdigheten til forskningsresultatene (Dalland, 2012, s. 94). Alle resultater fremstilt i studien er gjort i samsvar med FP og personvernregelverket.

## 4.0 Resultater

I dette kapittelet vil det bli presentert funnene som ble gjort i prosjektet. Resultatene vil bli fremstilt i tabeller, alle tall er gitt med gjennomsnittlige verdier for deltagerne.

**Tabell 2:** 1RM og relativ styrke.

Knevinkel	1RM	Relativ styrke
80°	<b>332,1 kg</b>	<b>4,08</b>
90°	<b>403,7 kg</b>	<b>4,96</b>
100°	<b>480,5 kg</b>	<b>5,90</b>

n=15

Tabell 2 viser 1RM beinpress i Keiser A300, verdien for relativ styrke er gitt med grunnlag i resultatene i beinpress. Ut ifra tallene i tabellen ser man at FP presset 332,1kg på 80 graders knevinkel, 403,7kg ved 90 graders knevinkel, og 480,5kg ved 100 graders knevinkel.

**Tabell 3:** Resultater hopp høyde.

	Gjennomsnitt ± Standardavvik	P-verdi
Hopp høyde pre-test 80°	<b>39,57 ± 4,66</b>	<b>0,69</b>
Hopp høyde post-test 80°	<b>39,46 ± 4,99</b>	
Hopp høyde pre-test 90°	<b>40,57 ± 6,36</b>	<b>0,57</b>
Hopp høyde post-test 90°	<b>40,80 ± 6,81</b>	
Hopp høyde pre-test 100°	<b>40,43 ± 6,73</b>	<b>0,54</b>
Hopp høyde post-test 100°	<b>40,01 ± 5,50</b>	

n=15

Tabellen over viser resultatene av hoppene som ble gjennomført på kraftplattformen. Den viser hopp høyden før og etter beinpresstesten med de forskjellige knevinklene (80, 90 og 100 grader) som ble testet. Både hopp høyden og standardavviket er målt i centimeter (cm). P-verdien er fremstilt fra TTEST i Excel. Alle variablene var over 0,05, noe som viser ingen signifikante funn.

**Tabell 4:** Resultater watt/kg

	Gjennomsnitt $\pm$ Standardavvik	P-verdi
Watt/ kg pre-test 80°	<b>28,78 <math>\pm</math> 3,30</b>	<b>0,35</b>
Watt/ kg post-test 80°	<b>29,11 <math>\pm</math> 3,84</b>	
Watt/ kg pre-test 90°	<b>29,80 <math>\pm</math> 3,07</b>	<b>0,06</b>
Watt/ kg post-test 90°	<b>30,41 <math>\pm</math> 3,43</b>	
Watt/ kg pre-test 100°	<b>30,20 <math>\pm</math> 3,86</b>	<b>0,30</b>
Watt/ kg post-test 100°	<b>29,81 <math>\pm</math> 3,92</b>	

n=15

Variablene i oversikten ovenfor viser hvor mye watt FP produserte i hoppene på kraftplattformen. Verdiene her viser watt per kilo kroppsvekt hos FP før og etter beinpresstesten i keiser maskinen, ved knevinklene 80, 90 og 100 grader. Alle verdiene hadde en P-verdi over 0,05, og ingen viste noen signifikant forskjell. Nærmest å være et signifikant funn var verdiene fra hoppene ved 90 graders knevinkel (P=0,06).

#### 4.1 Resultater gruppevis

Etter å ha analysert resultatene fra hovedgruppen med de 15 deltagerne, ble det besluttet å dele opp gruppene ut ifra deres styrke i beinpress (1RM 90 grader) for å se etter en signifikant forskjell der. Der ble det funnet en signifikant forskjell før og etter preaktivering, under vises gruppeinndelingen.

**Tabell 5:** Gruppeinndeling ut ifra 1RM 90 graders beinpress

	Antall	Gjennomsnitt $\pm$ Standardavvik	Relativ styrke
Gruppe 1 >370kg	<b>8</b>	<b>416kg <math>\pm</math> 28,76</b>	<b>4,95</b>
Gruppe 2 <370kg	<b>7</b>	<b>319,86kg <math>\pm</math> 26,66</b>	<b>4,10</b>

Gruppe 1 er de 8 deltagerne som presset mer enn 370kg i 90graders beinpress 1RM. Gruppe 2 er deltagerne som presset under 370kg i 1RM. Som tallene viser så er det cirka 100kg forskjell i den gjennomsnittlige 1RM, og den relative styrken er høyere hos gruppe 1.

**Tabell 6:** Sterkest vs. svakest gruppe

	Gruppe 1 (n=8) >370kg Gjennomsnitt $\pm$ SD	Gruppe 1 (n=7) < 370kg Gjennomsnitt $\pm$ SD
Hoppøyde pre-test 80°	<b>40,59 <math>\pm</math> 5,27</b>	<b>39,02 <math>\pm</math> 3,60</b>
Hoppøyde post-test 80°	<b>41,11 <math>\pm</math> 5,62*</b>	<b>37,91 <math>\pm</math> 3,37*</b>
Hoppøyde pre-test 90°	<b>42,15 <math>\pm</math> 7,02</b>	<b>38,92 <math>\pm</math> 5,11</b>
Hoppøyde post-test 90°	<b>43,31 <math>\pm</math> 7,09*</b>	<b>38,28 <math>\pm</math> 5,12</b>
Hoppøyde pre-test 100°	<b>42,49 <math>\pm</math> 6,82</b>	<b>38,96 <math>\pm</math> 5,92</b>
Hoppøyde post-test 100°	<b>42,40 <math>\pm</math> 6,03</b>	<b>37,83 <math>\pm</math> 3,06</b>

**\*P  $\leq$  0,05**

I tabellen over vises resultatene av hoppøyden hos deltagerne, delt opp i gruppe 1 og 2.

I gruppe 1, som blir å regne som den sterkeste gruppen ble det funnet signifikante forskjeller.

På 80 graders knevinkel hoppet den sterkeste gruppen 0,52 cm høyere etter beinpresstesten, noe som ga en signifikant forskjell (P= 0,05). På 90 graders knevinkel hoppet den sterkeste gruppen 1,16 cm høyere etter beinpresstesten, en signifikant forskjell (P= 0,01).

På 80 graders knevinkel hoppet den svakeste gruppen 1,11 cm lavere etter beinpresstesten.

Dette ga en signifikant forskjell (P=0,04). Det ble ellers ikke funnet noen signifikante forskjeller i denne gruppen.

## 5.0 Diskusjon

I denne studien hadde vi til hensikt å undersøke hvordan den vertikale hopphøyden ble påvirket av en beinpresstest til utmattelse, og eventuelt om forskjellige vinkler i kneleddet spilte noen rolle. Resultatene viste ingen signifikante forskjeller hverken i hopphøyde eller watt når hele gruppen ble sammenlignet. Da gruppen ble delt opp i to ut ifra styrkenivå, ga det større forskjeller. Det vil først bli diskutert resultatene for hele gruppen (punkt 5.1), deretter for de to mindre gruppene (punkt 5.2).

Tidligere studier fremstilt i Suchomel et. al. (2016) sin review artikkel, har fenomenet preaktivering før eksplosive bevegelser som oftest blitt utført med forskjellige varianter av knebøy. Med utgangspunkt i Suchomel sin artikkel og andre litteratursøk har det ikke lyktes å finne noen studier som har testet fenomenet med beinpress til utmattelse som preaktivering. Det ble dermed vanskelig å følge eksisterende testprotokoller til punkt og prikke i denne studien. Selv om standardiserte protokoller ble brukt på keiser A300 (vedlegg 2) og musclelab ergotest, er det faktorer innenfor teknikk og muskelarbeid som gjør denne studien annerledes fra eksisterende testprotokoller for preaktivering. Slik artikkelen til Suchomel (2016) fremstår er det vanskelig å se et klart mønster i hva suksess kriteriene for PAP egentlig er.

Selv om FP i denne studien presser mer kilo i beinpress ved større vinkel i kneleddet som man ser ut ifra tabell 2, har ikke dette gitt noen signifikante utslag på hopphøyden. Resultatene i tabell 2 fremstiller en forholdsvis høy relativ styrke hos FP. Dette er regnet ut ifra hva de presser i beinpress og vil ikke være sammenlignbart med for eksempel vanlig knebøy, siden man i en keiser beinpress eliminerer tekniske momenter. Det er likevel flere likheter i bruk av muskelgrupper mellom knebøy og keiser- beinpress som kan diskuteres og sammenlignes.

### 5.1 Muskel utmattelse eller preaktivering

Alle testforsøkene ble gjennomført med 1 minutt pause mellom preaktiveringen og svikthoppet. Ut ifra resultatene ser man at den gjennomsnittlige hopphøyden økte kun etter beinpress på 90 graders knevinkel, det var ingen signifikant forskjell og den lille forskjellen var svært liten (0,23cm). Både på 80 og 100 graders knevinkel var det en negativ utvikling av hopphøyden. Noe som kan tyde på at tidsrommet mellom beinpresstesten og svikthoppene ble for kort i forhold til belastningen, og at musklene fremdeles var utmattet etter beinpress. Dette kan begrunnes i Sale (2002) sine indikasjoner om at det er to tids-vindu for å kunne få utnyttet preaktiveringen. Det kan tenkes at vi ville fått en større effekt av preaktiveringen hvis pausen mellom beinpress og svikthoppet hadde vært lengere, si f.eks. 2-3 minutter.

Fra en annen vinkel kan det tenkes at det negative utfallet av preaktiveringen skyldes antall repetisjoner. I Fukutani et. al. (2014) sin studie som er nevnt i teoridelen tidligere i oppgaven, vises det at de hadde en god effekt av tunge repetisjoner (90% av 1RM) i knebøy. I Fukutani (2014) sin studie ble det kun brukt 3 repetisjoner, mens i dette prosjektet gjennomførte alle FP minimum 8 repetisjoner, og alle presset helt til utmattelse. Det kan derfor spekuleres i om et mindre antall repetisjoner i keiser maskinen ville gitt en bedre effekt på svikthoppene, med tanke på at musklene da ikke hadde vært så utmattet. Videre kan man diskutere i om knebøy og beinpress er relevant å sammenligne?

### **5.1.1 Knebøy vs. Keiser**

Knebøy og beinpress trener i hovedsak samme muskelgrupper i beina. Det som er spesielt med denne studien er at beinpressøvelsen har blitt gjennomført i en Keiser-maskin som kun gjennomfører den konsentriske fasen av beinpress. Mens det i en vanlig beinpress og knebøy vil være en eksentrisk fase etterfulgt av en konsentrisk fase, noe som også inkluderer elastisk energi. Dette gjelder også i svikthoppet, hvor man i satsen svikter i beina ned til tilnærmet 90 graders knevinkel, før man gir maksimal kraft vertikalt oppover.

Det kan være en delforklaring på hvorfor andre studier som Fukutani (2014) og Crewther (2011), fikk en positiv virkning av preaktiveringen, som da var knebøy. Det kan derfor tyde på at å gjennomføre kun den konsentriske fasen av en knebøy eller beinpress vil gi mindre effekt av preaktiveringen, da en mindre andel av de samme musklene vil bli aktivert. Ved å ha tatt med en EMG-måling under gjennomføringen av prosjektet, ville dette gitt et mer utfyllende svar på hvilke muskler som ble aktivert.

Det er verdt å nevne at disse studiene var utført på styrkeløftere på nasjonalt nivå (Fukutani et al., 2014) og rugbyspillere (Crewther et al., 2011). Utøverne som de har testet var da veldig sterke, hadde en høy relativ styrke og mest sannsynlig størst andel av muskelfibertype II, uten at dette kan verifiseres siden de ikke var gjort muskelbiopsi i studiene. I motsetning til forsøkspersonene i dette studiet som ikke var selektert ut ifra en spesifikk eksplosiv idrett, det var derfor en større variasjon innad i deltagerutvalget når det gjaldt styrke og eksplosivitet. Teorien tatt i betraktning kan det derfor tenkes at utøverne i Fukutani (2014) og Crewther (2011) sine studier hadde bedre utbytte av preaktivering, på grunn av deres styrke og eksplosivitet.

Det er som nevnt mye som tyder på at det ikke er så gunstig å kun utføre den konsentriske fasen i knebøy eller beinpress ut ifra denne studien. Likevel fant Crum et. al (2012)

signifikante forskjeller i sin studie med konsentriske kvarte- knebøy (1x3 50 og 60% av 1RM) som preaktivering. Forskjellen mellom Crum et. al. sin studie og dette ligger i belastningen og tidsrommet. Det kan tolkes dit at hvis de konsentriske beinpress repetisjonene i denne studien hadde vært lettere og muligens færre, kan det ha gitt bedre utslag på de vertikale svikthoppene.

### **5.1.2 Forskjellige knevinkler**

Det ble i denne studien valgt å teste beinpress med knevinklene 80, 90 og 100 grader som preaktivering. Disse ble valgt mest på grunn av relevansen i forhold til testing. Når det testes beinpress i en Keiser- maskin er det mest brukt å teste med en knevinkel mellom 90 og 100 grader, dette på grunn av at det er ubehagelig for forsøkspersonen å sitte i Keiser-maskinen med veldig mye lavere vinkel i kneet. Det er også mest hensiktsmessig å teste på en knevinkel mellom 90 og 100 grader med tanke på overførbarheten til en sats i f.eks. et svikthopp eller blokk i volleyball. En studie fra Mitchell, Argus, Taylor, Sheppard & Chapman (2017) på 13 gjennomsnittlig godt trente menn, viste at de hoppet høyere i svikthopp på en selvvalgt knevinkel som i gjennomsnitt var  $98,7 (\pm 11,2^\circ)$ . Sammenlignet med når de testet på 90, 100, 110, 120 og 130 graders knevinkel.

De valgte knevinklene ga som man ser i resultatene en dårlig effekt som preaktivering. Dette kan muligens forklares gjennom muskelaktivering. I Suchomel (2016) sin review artikkel ser man at det er dype og halve knebøy som er mest brukt som preaktivering. I en dyp knebøy er knevinkelen på rundt 45 grader, mens i en halv knebøy er den på rundt 85 grader (Hartmann et al., 2012). I en dyp eller halv knebøy vil større deler av muskelen bli aktivert. Man får da flere myosinkjeder som blir sensitive for  $Ca^{+}$  noe som vil frigjøre flere bindingssteder, flere aktin og myosin vil da få kontakt med hverandre. Mer elastisk energi blir også lagret i seneapparatet når muskel strekkes lengere. Større deler av muskelen blir derfor aktivert ved lavere knevinkel. Med dette i bakhodet kan det tenkes at ved å ha testet knevinkler lavere enn 80 grader, kunne vi fått bedre utbytte av preaktiveringen, men som nevnt er dette ganske ubehagelig for forsøkspersonen.

### **5.2 Sterk vs. Svak gruppe**

Siden resultatene for testgruppen ikke ga noen signifikante funn, ble resultatene rangert etter styrkeforhold. Det ble bestemt å dele opp gruppen ut ifra styrke i 1RM beinpress med 90 graders knevinkel. Bakgrunnen for dette lå i tidligere studier fra blant annet Chiu et. al (2003), som viser at utøvere med mer bakgrunn innen styrke og eksplosiv styrke har bedre utbytte av



preaktivering. Dette gjenspeiler seg også i studiene til Fukutani (2014) og Crewther (2011), hvor de hadde effekt av preaktivering med sterke utøvere.

Den sterkeste gruppen (>370kg 1RM) ble 8 deltagere og den andre gruppen (<370kg 1RM) ble 7 deltagere. Det ble valgt å ekskludere kraftutviklingen (W/kroppsvekt) til FP i denne inndelingen, siden det er mest tenkelig at den sterke gruppen utviklet mest watt ned i kraftplattformen. Etter gruppeinndelingen ble antallet i hver gruppe ganske lite noe som gjør resultatene mindre representative for «godt trente» utøvere. Likevel er resultatene relevant og interessante med tanke på at mange andre studier indikerer det samme som ble funnet i denne studien. Som man ser i tabellen (tabell 6) så hoppet gruppe 1 høyere både på 80 og 90 grader (0,52 og 1,16cm), men ikke på 100 grader (0,09cm negativ utvikling). Noe som kan underbygges med teorien nevnt tidligere om at man får aktivert større deler av muskelen når knevinkelen er mindre, og at sterke utøvere har bedre utbytte av preaktivering.

Gruppe 2 er i fremstillingen (tabell 6) gruppen med de svakeste deltagerne ut ifra 1RM beinpress 90 grader. Resultatene for denne gruppen viser en negativ utvikling fra før til etter beinpresstesten. Hopp høyden synker med henholdsvis 1,11cm, 0,64cm og 1,13cm med 80, 90 og 100 graders knevinkel under beinpress. At alle hoppene hos denne gruppen var lavere etter beinpress til failure kan tyde på at gruppe 2 i større grad opplevde muskel utmattelse og kunne trenge lengere pause mellom beinpresstesten og svikthoppet, og fikk dermed ingen effekt av preaktiveringen.

Det kan derfor se ut som at deltagerne som er sterke og mest vant til å drive med tung styrketrening, trenger kortere tid på å restituere etter utførelse av muskelarbeid til utmattelse. Dette påpekes også som en mulig årsak til at sterke utøvere har bedre utbytte av preaktivering i Chiu et. al. (2003) sin artikkel om preaktivering sin effekt hos sterke atleter.

### **5.3 Begrensninger i studien**

Selv med en tilvenningsdag hvor FP fikk testet ut teknikken i et svikthopp, så man ut ifra resultatene at det kunne vært en fordel med litt mer tilvenning til teknikken. Trenden fra første til siste testdag var at utøverne ble bedre teknisk og hoppet noe høyere. Flere hopp på tilvenningsdagen kunne gitt et jevnere og mer valid resultat. Det kunne og vært testet med flere hopp før og etter beinpresstesten på testdagene, for å ha fått et mer reliabelt resultat med tanke på teknisk læringseffekt. F.eks. at hver deltager gjennomførte 5 hopp før og etter istedenfor bare 3 hopp.

Treningsbakgrunnen og den daglige aktiviteten til FP var noe varierende. For et mer reliabelt resultat kunne det ha blitt satt inkluderingskrav i studien på at deltagerne f.eks. måtte klare presse 350kg i Keiser-beinpress. Eller at de måtte ha en relativ styrke i knebøy på 1,5 eller mer. Studien ville da fått et sterkere deltagerutvalg, ut ifra funnene gjort i den sterke gruppen ville dette trolig gitt flere signifikante funn. For et enda mer nøyaktig resultat kunne det og ha blitt tatt en muskelbiopsi for å plukke ut deltagere med størst mulig andel av type II muskelfiber. Men for et bachelorstudium blir dette litt for omfattende med tanke på både tid og ressurser. Hvis det hadde vært mer tid og ressurser kunne det også ha styrket studien og hatt et større deltagerutvalg, et antall opp mot 50 personer hadde gitt studien større reliabilitet.

Under oppvarmingen på ergometer sykkel ble det ikke oppgitt noen spesifikk intensitet FP skulle sykle på. Ved å ha oppgitt f.eks. at de skulle ha syklet på 150 watt i snitt, ville FP hatt et jevnere utgangspunkt foran testingen. De individuelle forskjellene i oppvarmingen kan ha påvirket resultatene hos noen av forsøkspersonene, da noen tok det roligere enn andre.

Styrkene ved dette studiet er at det er et within subjekt-studie utført på laboratorium hvor variablene kan kontrolleres. At alle deltagerne i studiet hadde 48 timers restitusjon mellom hver testdag og testet på samme tid på døgnet styrker også studiet. Videre er det en styrke at det ble benyttet standardiserte protokoller på Keiser A300 og musclelab ergotest under testingen, da disse testinstrumentene gir valide og reliable målinger.

#### **5.4 Videre forskning**

Enkle litteratursøk viser at det i dag er gjennomført en rekke studier på fenomenet preaktivering. Det som likevel kommer frem fra studiene som er presentert i Suchomel (2016) sin artikkel er at det er vanskelig å sette noen faste suksesskriterier for å få effekt av preaktivering. Mer forskning burde derfor gjøres, for å komme frem til mer nøyaktige svar. Ut ifra denne studien sine resultater kan det virke som at det er mest hensiktsmessig å utføre videre studier med knebøy som preaktiverings kilde. Samt å velge ut et større deltagerutvalg og være mer nøyaktig inkluderingsprosessen for å få et jevnere utvalg deltagere.

## 6.0 Konklusjon

Denne oppgaven hadde til hensikt å undersøke hvilken innvirkning en Keiser beinpresstest hadde som preaktivering i forkant av en vertikal hopptest. Eventuelt om de forskjellige knevinklene (80, 90 og 100 grader) som ble testet, resulterte i noen forskjeller på svikhoppets høyde.

Etter endt analyse av testresultatene ble det ikke funnet noen signifikante forskjeller før og etter Keiser beinpresstest som preaktivering. Forskjellen mellom knevinklene spilte heller ingen signifikant rolle. Dette forteller oss at å utføre kun den konsentriske fasen av beinpress som preaktivering gir liten effekt på hopp høyden hos gjennomsnittlig godt trente personer.

Da deltager utvalget ble delt i «sterk og svak» gruppe, hadde den sterkeste gruppen en signifikant økning i hopp høyde etter Keiser beinpresstest på 80 og 90 graders knevinkel. Vi kan derfor konkludere med at en preaktivering bestående av konsentriske repetisjoner i beinpress på 80 og 90 graders knevinkel i en Keiser-maskin, gir en positiv effekt på hopp høyden hos personer med en høy relativ styrke.

## Litteraturliste

- Argus, C. K., Gill, N. D., Keogh, J. W. L. & Hopkins, W. G. (2011). Acute effects of verbal feedback on upper-body performance in elite athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(12), s. 3282-3287.
- Chiu, L. Z. F., Fry, A. C., Weiss, L. W., Schilling, B. K., Brown, L. E. & Smith, S. L. (2003). Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(4), s. 671-677.
- Chu, D. A. & Myer, G. D. (2013). *Plyometrics*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- Crewther, B. T., Kilduff, L. P., Cook, C. J., Middleton, M. K., Bunce, P. J. & Yang, G.-Z. (2011). The acute potentiating effects of back squats on athlete performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(12), s. 3319-3325.
- Crum, A. J., Kawamori, N., Stone, M. H. & Haff, G. G. (2012). The acute effects of moderately loaded concentric-only quarter squats on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(4), s. 914-925.
- Dahl, H. A. & Rinvik, E. (2010). *Menneskets funksjonelle anatomi : med hovedvekt på bevegelsesapparatet* (3. utg. utg.). Oslo: Cappelen akademisk.
- Dalland, O. (2012). *Metode og oppgaveskriving for studenter* (5. utg. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Fukutani, A., Takei, S., Hirata, K., Miyamoto, N., Kanehisa, H. & Kawakami, Y. (2014). Influence of the intensity of squat exercises on the subsequent jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(8), s. 2236-2243.
- Gjerset, A. (2006). *Treningslære* (Bokmål[utg.], 3. utg. utg.). Oslo: Gyldendal undervisning.
- Gjerset, A., Haugen, K. & Holmstad, P. (2006). *Treningslære* (Bokmål[utg.], 3. utg. utg.). Oslo: Gyldendal undervisning.
- Grøn, Ø. (2019). Newtons lover (05. februar .2019 utg.): Store norske leksikon. Hentet fra [https://snl.no/Newtons\\_lover](https://snl.no/Newtons_lover)
- Güllich, A. & Schmidtbleicher, D. (1996). MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New studies in athletics*, 11, s. 67-84.
- Hartmann, H., Wirth, K., Klusemann, M., Dalic, J., Matuschek, C. & Schmidtbleicher, D. (2012). Influence of squatting depth on jumping performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(12), s. 3243-3261.
- Johannessen, A. (2010). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (4. utg. utg.). Oslo: Abstrakt.
- Mitchell, L. J., Argus, C. K., Taylor, K.-L., Sheppard, J. M. & Chapman, D. W. (2017). The effect of initial knee angle on concentric-only squat jump performance. *Research quarterly for exercise and sport*, 88(2), s. 184-192.
- Raastad, T., Paulsen, G., Refsnes, P. E., Rønnestad, B. R. & Wisnes, A. R. (2010). *Styrketrening : i teori og praksis*. Oslo: Gyldendal undervisning.
- Reiser Ii, R. F., Rocheford, E. C. & Armstrong, C. J. (2006). Building a better understanding of basic mechanical principles through analysis of the vertical jump. *Strength and Conditioning Journal*, 28(4), s. 70.
- Robbins, D. W. (2005). Postactivation potentiation and its practical applicability: a brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), s. 453.

- Sale, G. D. (2002). Postactivation Potentiation: Role in Human Performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 30(3), s. 138-143. doi:10.1097/00003677-200207000-00008
- Stone, M. H., Stone, M. & Sands, W. A. (2007). *Principles and practice of resistance training*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Suchomel, T. J., Lamont, H. S. & Moir, G. L. (2016). Understanding vertical jump potentiation: A deterministic model. *Sports medicine*, 46(6), s. 809-828.
- Tjelta, L. I., Tønnessen, E. & Enoksen, E. (2007). *Styrketrening : i individuelle idretter og ballspill*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Tønnessen, E. (2006). Prinsipper for spensttrening (19.09.2006 utg.): Olympiatoppen. Hentet fra <https://www.olympiatoppen.no/fagomraader/spenst/fagartikler/media3801.media>

## **Vedlegg 1:** Informasjonsskriv og samtykkeerklæring

### **Vil du delta i forskningsprosjektet**

#### ***”Kraftutvikling i beinpress”?***

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke kraftutviklingen i beinpress ved ulike knevinkler. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

#### **Formål**

Prosjektet tar sikte på å beskrive hvordan ulike knevinkler (80, 90 og 100 grader) målt i en lufttrykkstyrt beinpress (KeiserA300) vil påvirke maksimal kraft og power-output. I tillegg vil prosjektet undersøke om hvor mye en beinpresstest påvirker hopphøyde. Dette forskningsprosjektet vil være til en bacheloroppgave.

#### **Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?**

Forskningsprosjektet vil foregå ved Høgskulen på Vestlandet, Campus Kronstad. Prosjektansvarlig er Arild Hafstad, høgskolelektor ved Instituttet for idrett, kosthald og naturfag, HVL.

#### **Hvorfor får du spørsmål om å delta?**

De som får spørsmål om å delta er personer i alderen 20-35 år, med erfaring med styrketrening.

#### **Hva innebærer det for deg å delta?**

Deltagerne vil bli spurt om alder og treningsbakgrunn fra styrketrening. Testene deltagerne skal gjennomføre er kroppssammensetning målt ved impedansvekt (InBody 720), hopptest på kraftplattform (4-6 hopp per testdag) og maksimal beinstyrketest i én beinpress. I beinpresstesten vil man måle knevinkelen med kamera og markører og/eller med goniometer. Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det at du deltar på 4 testdager, der den første testdagen vil du gjennomføre en 1RM test på maskinen som skal brukes, uken før. De 3 siste testene vil foregå over én uke. Der man skal ha 48 timers hvile mellom hver test. Deltagerne vil ikke kunne gjennomføre annen styrketrening av bein denne uken. Deltakelse forutsetter at man kan møte på alle de oppsatte dagene. Dataen vi samler inn vil lagres elektronisk og anonymiseres ved prosjektslutt.

#### **Det er frivillig å delta**

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykke tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle opplysninger om deg vil da bli anonymisert. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

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

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

De som vil ha tilgang til opplysningene ved Høgskolen på Vestlandet vil være Gunnar André Henden, Knut Tromsnes og Arild Hafstad.

Det vil ikke være mulig å gjenkjenne personer ved publikasjon av forskningsprosjektet eller i bacheloroppgaven.

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

Prosjektet skal etter planen avsluttes 30.06.2019. Eventuelle personopplysninger som er blitt oppgitt, vil bli slettet etter endt prosjekt og kun anonymiserte innsamlede testresultater vil bli beholdt.

### **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), og
- å sende klage til personvernombudet eller Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

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

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Høgskolen på Vestlandet har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

### **Hvor kan jeg finne ut mer?**

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Høgskulen på Vestlandet ved Arild Hafstad, [arha@hvl.no](mailto:arha@hvl.no), 95892534.
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost ([personvernombudet@nsd.no](mailto:personvernombudet@nsd.no)) eller telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Arild Hafstad  
Prosjektansvarlig

Gunnar Henden og Knut Tromsnes  
Bachelorstudenter faglærer idrett

## Samtykkeerklæring

Samtykke kan innhentes skriftlig (herunder elektronisk) eller muntlig. NB! Du må kunne dokumentere at du har gitt informasjon og innhentet samtykke fra de du registrerer opplysninger om. Vi anbefaler skriftlig informasjon og skriftlig samtykke som en hovedregel.

- Ved skriftlig samtykke på papir, kan du bruke malen her.
- Ved skriftlig samtykke som innhentes elektronisk, må du velge en fremgangsmåte som gjør at du kan dokumentere at du har fått samtykke fra rett person (se veiledning på NSDs nettsider).
- Hvis konteksten tilsier at du bør gi muntlig informasjon og innhente muntlig samtykke (f.eks. ved forskning i muntlige kulturer eller blant analfabeter), anbefaler vi at du tar lydopptak av informasjon og samtykke.

Hvis foreldre/verge samtykker på vegne av barn eller andre uten samtykkekompetanse, må du tilpasse formuleringene. Husk at deltakerens navn må fremgå.

Tilpass avkryssingsboksene etter hva som er aktuelt i ditt prosjekt. Det er mulig å bruke punkter i stedet for avkryssingsbokser. Men hvis du skal behandle særskilte kategorier personopplysninger og/eller de fire siste punktene er aktuelle, anbefaler vi avkryssingsbokser pga. krav om eksplisitt samtykke.

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet (*sett inn tittel*), og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i (*sett inn aktuell metode, f.eks. intervju*)
- å delta i (*sett inn flere metoder, f.eks. spørreskjema*) – hvis aktuelt
- at lærer kan gi opplysninger om meg til prosjektet – hvis aktuelt
- at mine personopplysninger behandles utenfor EU – hvis aktuelt
- at opplysninger om meg publiseres slik at jeg kan gjenkjennes (*beskriv nærmere*) – hvis aktuelt
- at mine personopplysninger lagres etter prosjektslutt, til (*beskriv formål*) – hvis aktuelt

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet, ca. (*oppgi tidspunkt*)

-----  
(Signert av prosjektdeltaker, dato)



## Vedlegg 2: Protokoll for keiser

### Protokoll for keiser

1. Sett i registreringschip. Hold inne begge gule knappene til 10RM blinkar. Bruk den gule pluss knappen til å stille inn keiseren på estimert 1RM (betre å ha litt for lav vekt enn for høy, minst 8 reps.)  
Noter estimert 1RM på skjema.  
**NB! Pinnen som kopla saman pedalane må vere satt slik at pedalane opptrer uavhengig.**
2. Forsøkspersonen setter seg i keiserapparatet med ein knevinkel som er mellom 80° og 90°. Noter innstillinga på skjema.
3. Mål vinkelen med goniometer. Sentrum på goniometeret plasserast på lateral epikondyle på humerus sikte punkt mot ankel på fibula sin lateral malleous og midt på humerus. Husk å sjå på riktig tal på goniometer (se bilde nedst). Noter innstillinga på skjema.
4. Gjennomfør to forsøksløft. Første løft kan vere roleg slik at forsøkspersonen blir kjend med apparatet. Løft blir forsøkspersonen instruert om å ta i så mykje han/ho kan. På tredje løftet når testen startar skal forsøkspersonen ta i alt han maktar.
5. Gjennomfør alle 10 løft eller færre/fleire alt er kor godt ein treffer på 1RM-estimatet. Viktig å minne forsøkspersonen på at kvart løft skal **gjerast med maksimal innsats**.  
Noter ned faktisk 1RM, siste løft som går opp med begge bein, og tal på løft gjennomført.
6. Ta ut chippen og sett i PC-en. Gå inn på mappa som er linka til chippen. Der finn du siste testen. Viktig å lagre den med namnet til forsøkspersonen slik at ein finn att data. Ta alltid sikkerheitskopi når testdagen er over.