



BACHELOROPPGAVE

Muskelaktivering i underekstremitetene ved knebøy og hex bar-knebøy ved lik relativ motstand

Lower extremity muscle activation during squat and hex bar squat with equal relative load

Kandidatnummer: 117

Faglærer i kroppsøving og idrettsfag
Fakultet for lærerutdanning, kultur og idrett
Institutt for idrett, kosthold og naturfag

Coral Falco og Morten Kristoffersen
30. mai 2019

Omfang: 6372 ord

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, § 10.*

Forord

Denne bacheloroppgaven er skrevet som en del av studiet Faglærer i kroppsøving og idrettsfag, ved Høgskulen på Vestlandet, avdeling Bergen. I løpet av studieløpet har jeg opparbeidet meg kunnskap om fysiologi og styrketrening, som er temaer jeg har stor interesse for. Med dette som bakgrunn, har jeg valgt å måle muskelaktivering ved hjelp av overflate-EMG som tema i bacheloroppgaven. I oppgaven sammenligner jeg muskelaktivering i quadriceps (ved vastus medialis og vastus lateralis) og hamstring (ved biceps femoris) ved knebøy og hex bar-knebøy.

Jeg vil rette en stor takk til:

- Veilederne Coral Falco og Morten Kristoffersen for god hjelp underveis og konstruktive tilbakemeldinger.
- Lars Peder Bodim og Beate Gjesdal v/ fysioterapi HVL, for lån av utstyr og tilhørende programvare.
- Høgskulen på Vestlandet for lån av utstyr og testlokale.
- Forsøkspersonene som stilte opp i studiet med stor vilje og innsats.

Abstract

The aim of this thesis is to compare muscle activation in vastus medialis, vastus lateralis and biceps femoris during 5 RM, 3 RM and 1 RM of squat and hex bar squat.

Method: 8 men (aged $23,3 \pm 0,8$, year with a height of $180,9 \pm 5,5$ cm, and a weight of $80,6 \pm 6,2$ kg). The subjects had $3,2 \pm 1,5$ years experience of resistance training, an average knee angle of $88,9 \pm 17,1$ during both squat variants. They had an average squat 1 RM of $140,4 \pm 18,3$ kg and an average hex bar squat 1 RM of $149,1 \pm 17,1$ kg. Each subject went through a familiarization test and an experimental test. The thesis used a within subjects crossover design, and the order of excersises were randomized. Muscle activity was measured using electrodes. They were placed according to SENIAM's recommendations (Hermens, Freriks, Disselhorst-Klug & Rau, 2000) and always on the right side of the subjects' body. The data was processed and analyzed using Noraxon MR3 3.12.70 (Noraxon U.S.A. Inc.) and Microsoft Excel.

Results: The squat resulted in significantly higher quadriceps activation during 3 RM and 1

RM compared to the hex bar squat. The hex bar squat resulted in significantly higher biceps femoris activation during 3 RM and 1 RM compared to the squat.

Conclusion: The results suggest that the squat may be advantageous compared with hex bar squat for quadriceps activation. Due to few subjects, the results can not be generalized to other populations.

Innholdsfortegnelse

Forord	3
Abstract.....	3
Figurliste	7
Tabelliste.....	7
1 Innledning.....	8
1.1 Bakgrunn for problemstilling	9
1.2 Hypoteser	9
2 Teori	10
2.1 Styrketrening	10
2.2 Hva er muskelstyrke?	10
2.3 Hvordan trene styrke?	10
2.4 Faktorer som påvirker muskelstyrken	11
2.5 Muskelfysiologi.....	11
2.6 Quadriceps.....	12
2.7 Hamstring	12
2.8 Baseøvelser.....	13
2.8.1 Knebøy.....	13
2.8.2 Hex bar-knebøy	14
2.9 Elektromyografi (EMG).....	14
2.10 Testing av maksimal styrke.....	14
3 Metode.....	15
3.1 Design.....	15
3.2 Forsøkspersoner	15
3.3 Testprosedyre	16

3.3.1 Testprosedyre knebøy.....	17
3.3.2 Testprosedyre hex bar-knebøy.....	18
3.3.3 Normaliseringstester.....	19
3.3.4 Testprosedyre EMG.....	20
3.4 Behandling av data.....	22
3.5 Statistikk og analyse av data.....	22
4. Resultat	22
4.1 Peak-verdier $\pm 0,1$ sekunder i μV	23
4.2 Biceps femoris.....	23
4.3 Vastus lateralis	24
4.4 Vastus medialis	25
4.5 Quadriceps (ved vastus lateralis og vastus medialis).....	26
4.6 Kraftutvikling.....	27
5. Diskusjon	27
5.1 Oppgavens hovedfunn.....	28
5.1.1 Biceps femoris	28
5.1.2 Quadriceps.....	28
5.1.3 Vastus medialis og vastus lateralis	28
5.2.1 Behandling og analyse av data	28
5.2.2 Overflate-EMG.....	29
5.2.3 Normalisering.....	29
5.2.4 Utvalg	30
5.3 Funnsatt opp mot litteratur	30
5.4 Styrker og svakheter.....	31
6 Konklusjon.....	32
Litteraturliste	33
Vedlegg.....	36

Figurliste

Figur 1	Muskelvev	s. 12
Figur 2	Løfteplattform med teipstreker for beinstilling	s. 17
Figur 3	Knebøy	s. 18
Figur 4	Hex bar-knebøy	s. 19
Figur 5	Elektrodeplassering	s. 21
Figur 6	Muskelaktivering i biceps femoris som % av MVIC	s. 24
Figur 7	Muskelaktivering i vastus lateralis som % av MVIC	s. 25
Figur 8	Muskelaktivering i vastus medialis som % av MVIC	s. 26
Figur 9	Muskelaktivering i quadriceps som % av MVIC	s. 27

Tabelliste

Tabell 1	Peak-verdier \pm 0,1 sekunder i μ V	s. 23
----------	---	-------

1 Innledning

Styrketrening har med årene blitt en av de mest populære treningsmetodene for å opprettholde god helse (Raastad, Paulsen, Refsnes, Rønnestad & Wisnes, 2010). Dette øker interessen rundt tidsøkonomiske treningsøker som gir gode resultater. Likevel er det for mange vanskelig å få tid til i en hektisk hverdag med jobb, studier, familie, venner og diverse fritidsaktiviteter. Man skiller gjerne mellom baseøvelser, som er øvelser som virker over flere ledd, og isolasjonsøvelser, som bare virker over et ledd. Knebøy og markløft er eksempler på baseøvelser, mens kneekstensjon og ryggekstensjon er eksempler på isolasjonsøvelser. Som en tommelfingerregel bør man i en styrketreningsøkt gjennomføre baseøvelser før isolasjonsøvelser (Raastad et al., 2010). Eksempelvis bør man trene knébøy før man trener kneekstensjon. Nyere forskning med både trente og utrente menn viser derimot at det trolig ikke er nødvendig å inkludere isolasjonsøvelser i treningsprogrammet (de França et al., 2015), (Gentil et al., 2013). Dermed kan man argumentere for at alle styrketreningsøker alltid bør inneholde en eller flere former for baseøvelser. Fra et tidsøkonomisk perspektiv er det gunstig, da antall øvelser kan kortes ned. Med bakgrunn i disse antagelsen skal denne oppgaven, ved hjelp av EMG-målinger i quadriceps og hamstring, forsøke å avdekke hvilken av baseøvelsene knébøy og hex bar-knebøy som egner seg best for trening av quadriceps.

Metoden bruker et within-subjects crossover-design. Testprosedyren er ikke standardisert med et felles vinkelkrav i kneleddet fordi EMG-dataene ble målt fra åtte menn med $3,2 \pm 1,5$ års styrketreningserfaring. Alle har en veletablert, individuell teknikk i knébøy. En studie av Kadaba, Wootten, Gainey & Cochran (1985) viste dessuten ikke signifikant forskjell mellom biceps femoris, vastus lateralis eller vastus medialis ved tre forskjellige dybder i knébøy. Hensikten med en slik tilnærming er at resultatene skal være mest mulig praktisk anvendelig. Alle dataene ble behandlet og analysert med programvarene Noraxon MR3 3.12.70 (Noraxon U.S.A. Inc.) og Microsoft Excel.

Det er tidligere gjennomført flere studier som foretar EMG-målinger på underekstremitetene i tradisjonell knébøy, for eksempel Clark, Lambert & Hunter (2012), Zink, Whiting, Vincent & McLaine (2001) og Pick & Becque (2000). Det er derimot ikke publisert noen studier som tar for seg muskelaktivering i hex bar-knebøy. Det er imidlertid skrevet en masteroppgave ved universitet i Florida (Forde, 2005) som sammenligner muskelaktivering i quadriceps, gluteus-musklene, gastrocnemius og hamstring ved knébøy og trapezoid bar-knebøy. Trapezoid bar-

knebøy er lik i utførelse som hex bar-knebøy, men trapezoid bar-stangen har fire kanter, og ikke seks, som hex bar-stangen. Området man står inni er begrenset med en trapezoid bar-stang, og det kan begrense bevegelsesmulighetene i løftet. Med bakgrunn i mangelfull forskning på øvelsen er hensikten med denne studien å se nærmere på muskelaktivering i quadriceps (ved vastus lateralis og vastus medialis) og hamstring (ved biceps femoris) ved baseøvelsene knebøy og hex bar-knebøy.

1.1 Bakgrunn for problemstilling

Etter å ha trent knebøy i mange år har jeg periodevis kjent at «dørstokkmila» er lang for å trene øvelsen. En alternativ baseøvelse for quadriceps er hex bar-knebøy, men her er det mangler på publisert forskning. Valget av øvelser er gjort på grunnlag av nysgjerrighet og et ønske om variasjon i egen treningshverdag. I utgangspunktet skulle oppgaven bare ta for seg muskelaktivering i quadriceps (ved rectus femoris, vastus lateralis og vastus medialis), men etter å ha gjennomført en pilottest ble rectus femoris ekskludert fordi det var vanskelig å få gode EMG-signaler fra den. Siden knebøy er en press-øvelse, og hex bar-knebøy er en dra-øvelse som har mange likhetstrekk til markløft er det ikke utenkelig at hamstring aktiveres i høyere grad enn ved knebøy. Ved å observere teknikk, samt inkludere EMG-måling av hamstring (ved biceps femoris) vil testleder kunne skille hex bar-knebøy fra hex bar-markløft. Med bakgrunn i dette har jeg formulert følgende problemstilling:

«Er det ulik aktivering av quadriceps (ved vastus medialis og vastus lateralis) og hamstring (ved biceps femoris) i knebøy og hex bar-knebøy ved lik relativ motstand?»

1.2 Hypoteser

- Signifikant høyere aktivering av vastus lateralis i knebøy enn i hex bar-knebøy.
- Signifikant høyere aktivering av vastus medialis i knebøy enn i hex bar-knebøy.
- Signifikant høyere aktivering av biceps femoris i hex bar-knebøy enn knebøy.
- Signifikant høyere aktivering av quadriceps i knebøy enn i hex bar-knebøy.

2 Teori

2.1 Styrketrening

Det har fra gammelt av vært stor skepsis til helseaspektet rundt tung styrketrening. Store deler av befolkning tenkte at det var forbeholdt personer som drev med aktiviteter som kroppsbygging, styrkeløft eller bryting (Raastad et al., 2010, s. 11). I løpet av de siste 25 årene har det derimot blitt forsket mye på styrketrening, og vi har i dag god kunnskap om alle de positive effektene det har – både med et helse- og et samfunnsøkonomisk aspekt. Styrketrening fører ikke bare til økt muskelstyrke, men også til lavere fettprosent og bedre oksygenopptak (Paoli, Gentil, Moro, Marcolin & Bianco, 2017). I Norge i år 2000 ble det antatt at korsryggsmerter utgjorde en total økonomisk på 13 milliarder kroner årlig (Bruusgaard, Eriksen & Brage, 2000). Med ny kunnskap og økt popularitet rundt styrketrening er det trolig at slike samfunnskostnader kan reduseres, samtidig som folkehelsen bedres. Styrketreningens stadig økende status og popularitet i samfunnet øker også etterspørselen etter nye, spennende treningsmetoder og øvelser.

2.2 Hva er muskelstyrke?

Muskelstyrke defineres av Raastad et al. (2010, s. 13) som «den maksimale kraften eller det dreiemomentet en muskel eller muskelgruppe kan skape ved en spesifikk eller forutbestemt hastighet». Videre er det vanlig å skille mellom maksimal og eksplosiv styrke. Maksimal muskelstyrke er evnen til å produsere størst kraft under langsomme eller isometriske muskelkontraksjoner, mens eksplosiv styrke dreier om å skape stor kraft på kort tid.

2.3 Hvordan trene styrke?

Det finnes flere forskjellige måter å trene styrke på. Hvis man trener med lette vekter og høyt antall repetisjoner (>15) forbedrer man først og fremst muskulær utholdenhet, mens man med tunge vekter og lavt antall repetisjoner (<5 for trente og 4-8 for utrente) trener maksimal styrke. Repetisjonene som ligger i gråsonen mellom maksimal- og utholdende styrketrening vil gi positive effekter for både muskelstyrke og muskulær utholdenhet (Raastad et al., 2010, s. 122). I en studie ble 38 utrente menn delt inn i tre grupper (3-5 RM, 13-15 RM og 23-25 RM). De trente fire serier med knebøy, tre ganger i uken i syv uker. Gruppen som trente med

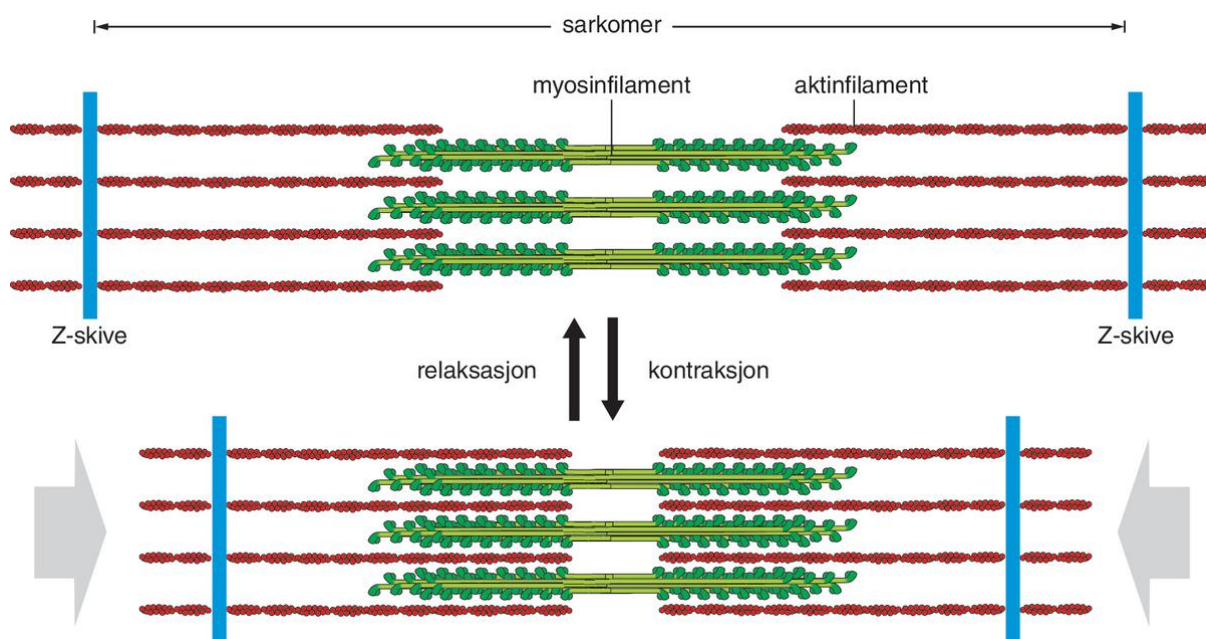
3-5 RM hadde størst endring i 1 RM, etterfulgt av gruppen som trente med 13-15 RM, og til slutt gruppen som trente med 23-25 RM (Weiss, Conex & Clark, 1999). Ved å trene hver muskelgruppe 2-3 ganger i uken med 4-12 repetisjoner kan man forvente god fremgang (Raastad et al., 2010, s. 131).

2.4 Faktorer som påvirker muskelstyrken

For å vite hvordan man kan bli sterkere er det viktig å vite hvilke faktorer man kan påvirke. Generelt kan man si at muskelens tverrsnittareal er den viktigste faktoren for maksimal muskelstyrke. Ved systematisk styrketrening kan man øke tverrsnittarealet på musklene (hypertrofi), noe som naturligvis vil føre til økt muskelstyrke. Det er også andre faktorer som spiller inn; for eksempel nervesystemets evne til å regulere aktiveringsgrad av motoriske enheter og fyringsfrekvens i dem, og samspill mellom agonister, antagonister og synergister (Raastad et al., 2010, s. 28). For nybegynnere skyldes økt muskelstyrke de første ukene først og fremst sentralnervesystemets adaptasjoner til nye oppgaver. Først etter å ha trent i et par uker opplevde skyldes økning i muskelstyrke hypertrofi (Moritani, 1979). Dette er grunnen til at det ikke er uvanlig å oppleve rask fremgang i startfasen av styrketrening.

2.5 Muskelfysiologi

En muskel består av flere muskelfibre, som igjen består flere små myofibriller. Myofibrillene er delt opp av Z-linjer, og området mellom Z-linjene kalles en sarkomer. I hver sarkomer er det aktin- og myosinfilamenter som er organisert slik at myosinhodene som stikker ut av myosinfilamentene kan gripe tak i aktinfilamentene og trekke dem mot sentrum av sarkomeren. Hver myofibrill er dekket av av sarkoplasmatiske retikulum, eller SR. SR-blærene har høy konsentrasjon av kalsiumioner (Ca^{++}). Troponin er et protein i aktinfilamentet som hindrer myosinhodene i å gripe tak i aktinfilamentet. Ved et aksjonspotensiale binder kalsiumionene seg til troponinproteinene, slik at aktinfilamentet frigjøres og en muskelkontraksjon kan oppstå (Dahl, 2005, s. 149). Frigjøres det nok impulser vil kontraksjonen i muskelen vare like lenge som impulstoget, og en meningsfull kontraksjon oppstår.



Figur 1. Muskelveg. Fra «muskelveg», av B. Hassel (2018) (<https://snl.no/muskelveg>). CC BY-NC-ND 2.0. Viser hvordan myosinhodene griper tak i aktinfilamentet i en muskelkontraksjon.

2.6 Quadriceps

Quadriceps er den største muskelgruppen i kroppen. Det er en firehodet muskel på fremsiden av låret som består av fire muskler: vastus intermedius, vastus lateralis, rectus femoris og vastus medialis. Rectus femoris har utspring på spina iliaca anterior inferior, og strekker seg over to ledd. Vastus intermedius har utspring fra septum intermusculare mediale, vastus lateralis har utspring fra trochanter major, vastus medialis har utspring fra labium medial på linea aspera, og fire går over patellarsenen og har felles feste på tuberositas tibiae (Raastad et al., 2010). Quadriceps sin hovedoppgave er kneekstensjon, men siden rectus femoris går over to ledd bidrar den også til hoftefleksjon.

2.7 Hamstring

Hamstring består av tre muskler: biceps femoris, semitendinosus og semimembranosus. Semitendinosus, semimembranosus og det lange hodeet til biceps femoris har felles utspring fra tuber ischiadicum, mens det korte hodeet til biceps femoris har utspring musklene har felles utspring fra tuber ischiadicum, Biceps femoris er en tohodet musket, hvor det lange

hodet har utspring fra tuber ischiadicum, og det korte hodet springer ut fra lateralsiden mitt på låret. Semitendinosus fester seg mediallyt øverst på tibia, semimembranosus fester seg øverst bak på tibia, og begge hodene til biceps femoris går over i én sene og fester seg på caput fibulae (Raastad et al., 2010). Hamstring sin viktigste funksjon er hofteekstensjon og knefleksjon, men den kan også bidra til rotasjon i hofteleddet.

2.8 Baseøvelser

Styrketrening deles ofte opp i flerleddsøvelser (baseøvelser) og isolasjonsøvelser. Siden baseøvelser involverer flere ledd og muskler er de mer tidsøkonomiske i det som for mange er en travel hverdag. Etter anbefalinger fra Raastad et al. (2010, s. 354) bør isolasjonsøvelser komme etter baseøvelser i treningsøkten, men nyere forskning av både trente og utrente menn viser at det kanskje ikke er nødvendig å inkludere isolasjonsøvelser i treningsprogrammet (de França et al., 2015), (Gentil et al., 2013). I disse studiene hadde gruppen som trente både base- og isolasjonsøvelser også et høyere treningsvolum. I en studie der det ble tatt utgangspunkt i likt treningsvolum viser at baseøvelser ga signifikant bedre resultater i både oksygenopptak og 1RM i benkpress, kneekstensjon og knebøy (Paoli et al., 2017).

2.8.1 Knebøy

Knebøy (figur 3) er en øvelse som har stor betydning i idretter der det stilles høye krav til styrke og kraft, som fotball, vektløfting og sprint. Knebøy styrker quadriceps og ryggmuskulatur, noe som er nøkkelfaktorer i løping, hopping og løfting (Escamilla, 2001). Knebøy utføres ved å legge stangen nedenfor cervical-virvel 7 i ryggsøylen (den som stikker merkbart ut i forhold til resten), slik at stangen hviler på øvre del av trapezius og bakre del av deltamuskelen. Før man starter bevegelsen er det viktig å skape godt buktrykk ved å puste dypt inn og spenne kjernemuskulaturen. Bøy i kne- og hofteleddet, mens man presser brystet frem, til godkjent dybde, før man kne- og hofteledd ekstenderes tilbake til startposisjon. Det er viktig at tærne og knærne peker samme vei under hele løftet. Det er denne beskrivelsen av knebøy som vil brukes i resten av oppgaven. De viktigste musklene i knebøy er quadriceps, hamstring, ryggstrekkerne og bukmusklene (Raastad et al., 2010, s. 445-448).

2.8.2 Hex bar-knebøy

Hex bar-knebøy (figur 4) er en øvelse som brukes mye innen styrketrening i det norske ishockey-miljøet. Det er en variant av knebøy hvor man står inni en heksagon-formet vektstang. Tyngdepunktet går tvers gjennom kroppen ved riktig teknikk i andre baseøvelser som knebøy og markløft også, men dersom dårlig teknikk oppstår kan tyngdepunktet forskyves. På grunn av hex bar-stangens konstruksjon, vil tyngdepunktet gå rett gjennom kroppen gjennom hele løftet. Dette kan være med å minimere sjansen for skader. Som i knebøy er det viktig å skape et godt buktrykk før starten av hver repetisjon. Ryggen skal være rett under hele løftet. Bevegelsen starter med en kne- og hofteladdsekstensjon, og avsluttes i stående posisjon. Tærne og knærne peker samme vei under hele løftet. De viktigste musklene er quadriceps, hamstring, ryggstrekkerne og bukmusklene.

2.9 Elektromyografi (EMG)

Elektromyografi brukes til å måle den elektriske aktiviteten i musklene. Overflate-EMG måler summen av alle elektriske bidrag fra de motoriske enhetene fra en muskel ved hjelp av elektroder som plasseres på huden over de underliggende musklene (Farina, Merletti & Enoka, 2004). Ved å normalisere EMG med lik elektrodeplassing kan man måle i hvor stor grad man aktiverer en muskel ved en gitt oppgave (Halaki & Ginn, 2012). Informasjonen man får ved en EMG-måling kan blant annet brukes til å finne ut hvilke(n) (variant av) øvelser, belastning eller teknikk som egner seg best for målrettet trening av ulike muskelgrupper. I 1999 ble det formulert en europeisk felles anbefaling for EMG-måling, etter at det ble funnet klare mangler ved metodebeskrivelse i tidligere studier (Hermens et al., 2000). Dersom man unngår metodiske feil ved klargjøring av hud og elektrodeplassing er overflate-EMG en god, repeterbar måte å måle muskelaktivitet (Kadaba et al., 1985).

2.10 Testing av maksimal styrke

Hovedkravene som stilles til tester er validitet og reliabilitet. En test har høy validitet hvis testen har målt det man ønsket å måle. Eksempelvis fester man elektroder nøye etter SENIAMs anbefalinger (Hermens et al., 2000), og ikke på en nærliggende muskel etter øyemål. At en test er reliabel vil det at den enkelt kan reproduseres av andre. Dersom en test kan gjentas med like resultater flere ganger har testen høy reliabilitet (Raastad et al., 2010, s.

140). Testens pålitelighet øker hvis utvalget er kjent med gjennomføring av oppvarmingsprotokollen og øvelsene de skal testes i.

3 Metode

3.1 Design

Metoden bruker et within-subjects crossover-design for å måle forskjeller i nevro-muskulær aktivitet i quadriceps og hamstring under øvelsene knebøy og hex bar-knebøy. Samtlige FPer har minimum ett års erfaring med øvelsen knebøy. En tilvenningstest ble gjennomført for å gjennomgå normaliseringsøvelsene og å finne FPenes 1RM i knebøy og hex bar-knebøy. Mellom tilvenningstesten og den eksperimentelle testen var det minimum 48 timer. Den eksperimentelle testen ble gjennomført på én dag for å sørge for at elektrodeplassing var identisk på alle repetisjonene. Øvelsene ble gjennomført i randomisert rekkefølge; halvparten begynte med knebøy, den andre halvparten med hex bar-knebøy. Data ble hentet fra FPenes 5 RM, 3 RM og 1 RM i begge øvelsene, og normalisert etter en MVIC-test (maximum voluntary isometric contraction).

3.2 Forsøkspersoner

Åtte mannlige (alder $23,3 \pm 0,8$ år, høyde $180,9 \pm 5,5$ cm og vekt $80,6 \pm 6,2$ kg), skadefrie, frivillige idrettsstudenter som hadde $3,2$ års \pm $1,5$ års styrketreningserfaring deltok i studien. På tilvenningstesten ble FPenes gjennomsnittlige knevinkel målt til $88,9 \pm 17,1$ grader, og 1 RM ble målt til $140,4 \pm 18,3$ kg i knebøy, og $149,1 \pm 17,1$ kg i hex bar-knebøy. All informasjon rundt testene, testprosedyre og møtetidspunkt ble gjennomgått både muntlig og skriftlig med hver enkelt FP før testing. Før tilvenningstesten signerte samtlige FP samtykkeskjema i tråd med NSDs retningslinjer. Alle deltagerne hadde også mulighet til å trekke seg fra prosjektet når som helst, uten å måtte oppgi grunn. Kriteriene for å delta var som følger:

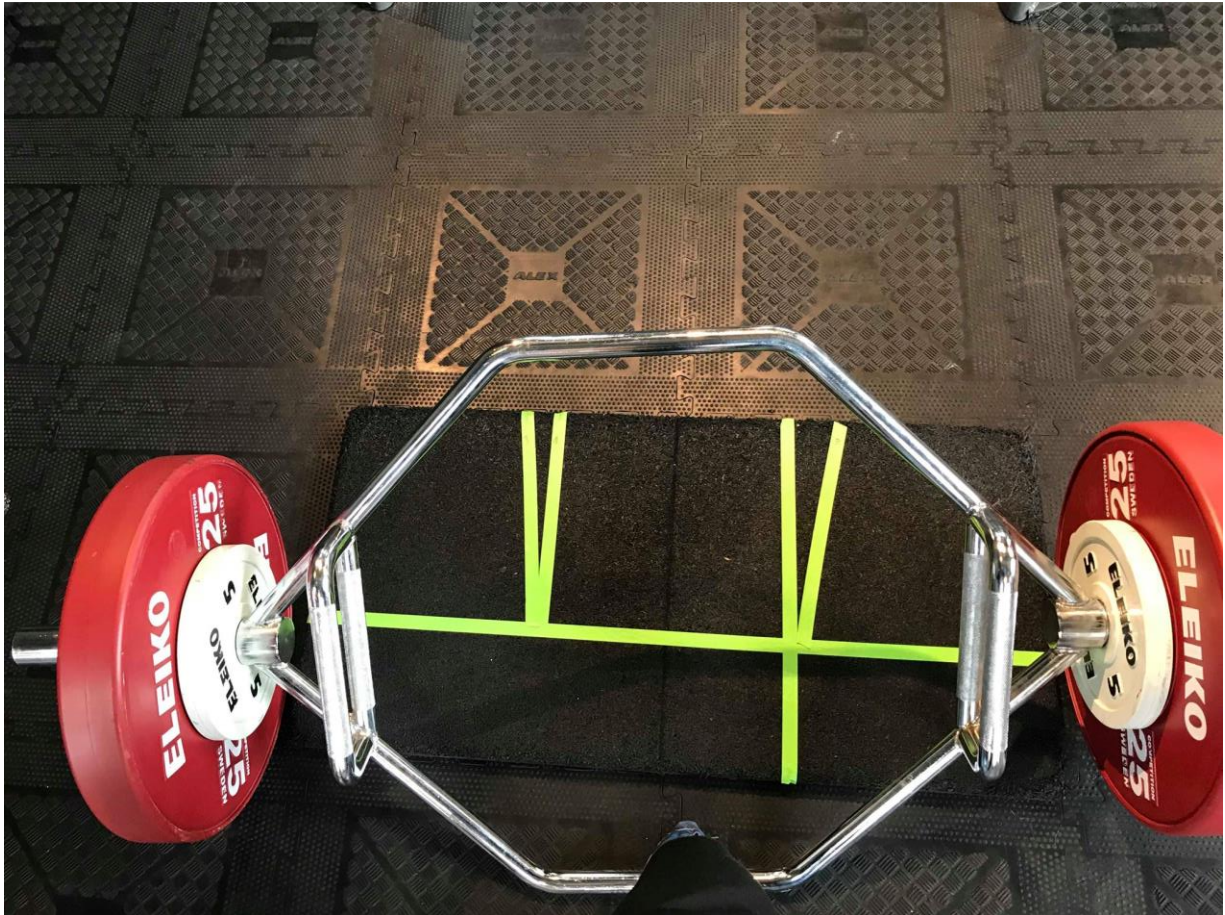
- Mannlig
- Minimum ett års erfaring med styrketrening og øvelsen knebøy
- Ingen skader, sykdommer eller smerter som kan hemme prestasjon under testingen.

I tillegg måtte det være minimum 48 timer siden forrige styrketreningsøkt for underekstremitetene, eller sist FP nøy alkohol. All testingen foregikk uten hjelpemidler som vektløfterbelte, m.m.

3.3 Testprosedyre

Oppvarmingen var identisk under tilvenningstesten og den eksperimentelle testen. FP syklet først 10 minutter på 150 watt på wattsykkel (Watt-bike, Ltd, Nottingham UK) som generell oppvarming. Etter den generelle oppvarmingen gikk samtlige FP gjennom en progressiv spesifikk oppvarming i knebøy. Den bestod etter anbefalinger av tre oppvarmingsserier med 10 repetisjoner med 50 % av 1 RM, 8 repetisjoner med 70 % av 1 RM, og 5 repetisjoner med 80% av 1 RM (Raastad et al., 2010, s. 142). Etter oppvarmingsprotokollen fortsatte FP med progressive serier med 5 RM, 3 RM og 1 RM i knebøy eller hex bar-knebøy, avhengig av randomiseringen. Halvparten av FPene begynte med knebøy – den andre halvparten med hex bar-knebøy. Mellom hvert løft ble det gitt 3-5 minutters pause, og mellom øvelsene ble det gitt 30 minutters pause.

På tilvenningsdagen opplyste FP om sin antatte 1 RM. Dette ble brukt som grunnlag for utregning av motstand i oppvarmingsprotokollen. For å finne 1 RM under tilvenningstesten ble vekten økt eller redusert med 2,5 eller 5 kilo til 1 RM var oppnådd, eller dårlig teknikk oppstod. FPene hadde ikke et felles vinkel- og/eller dybdekrav i kneleddet, men for å sikre likest mulig utførelse i begge øvelsene hadde alle individuelle vinkel- og dybdekrav i kneleddet. Det individuelle vinkelkravet ble målt opp under tilvenningstesten ved å bruke et goniometer (SS21L; Biopac System, Inc., USA). Denne vinkelen ble brukt som startposisjon i hex bar-knebøy, og som sluttposisjon ved hvert løft i knebøy. For samtlige FPer ble arbeidsveien for kort til å oppfylle det individuelle knevinkelkravet dersom de løftet på flatt underlag. Dette ble løst ved å bygge opp startposisjonen ved behov. Til dette ble det brukt løfteplattformer (REGUPOL® SIKKERHETSHELLE FX 30MM, 1000*500*30 mm). FPens beinstilling og vinkel ble teipet opp (figur 2), nummerert, og kontrollert ved hvert løft i begge øvelsene.



Figur 2. Viser løfteplattform med teipstreker for beinstilling. Den innerste, hvite vektskiven på 5 kg gjør at vektskivene med større diameter ikke kommer i konflikt med løfteplattformen.

3.3.1 Testprosedyre knebøy

Samme vektstang (Eleiko IWF Weightlifting competition bar, 20 KG, 28 mm diameter, lengde 1,92m), vektskiver (Eleiko IWF Weightlifting competition discs), løfteplattform og squat rack (Gym 80 Squat rack, Tyskland) ble brukt under alle løftene. Samtlige FP hadde god erfaring med øvelsen fra før av, og fikk dermed ingen instruksjoner før øvelsen. Underveis ble utførelsen observert av testleder, og FP fikk beskjed om dårlig teknikk oppstod. Før hvert løft ble det kontrollert at FP stod på utsiden av de oppmerkede linjene.



Figur 3. Viser FP i start- og bunnposisjon i knebøy.

3.3.2 Testprosedyre hex bar-knebøy

Samme vektstang (Eleiko trap bar, 27 kg, 28 mm diameter, lengde 1,82m), og samme løfteplattform (som i knebøy) med teip ble brukt under alle løftene. På grunn av bredden på løfteplattformen ble vektskivene med størst diameter (vekt 25 kg, 20 kg, 15 kg og 10 kg) «bygget ut» ved å bruke en 5 kgs vektskive innerst. Ingen av FPene hadde erfaring med øvelsen fra før. Følgende instruksjoner ble gitt før utførelse:

- Gjør øvelsen mest mulig likt en knebøy
- Fokuser på å løfte med quadriceps – ikke hamstring

EMG-aktivitet og teknikk ble observert underveis i løftene for å kunne gi feedback på utførelsen av øvelsene. Beinstilling ble kontrollert før hvert løft. Av helsemessige årsaker og frykt for at det skulle oppstå dårlig teknikk ble det ikke gitt ytterligere instruksjoner før FP skulle gjennomføre 1RM eller 3RM.



Figur 4. Viser FP i startposisjon og topposisjon i hex bar-knebøy.

3.3.3 Normaliseringstester

For at man skal være i stand til å sammenligne nevro-muskulær aktivitet i samme muskel hos forskjellige personer må man normalisere muskelaktivering (Halaki & Ginn, 2012). Dette gjøres vanligvis ved å regne EMG-aktivering fra en øvelse med en referanseverdi for

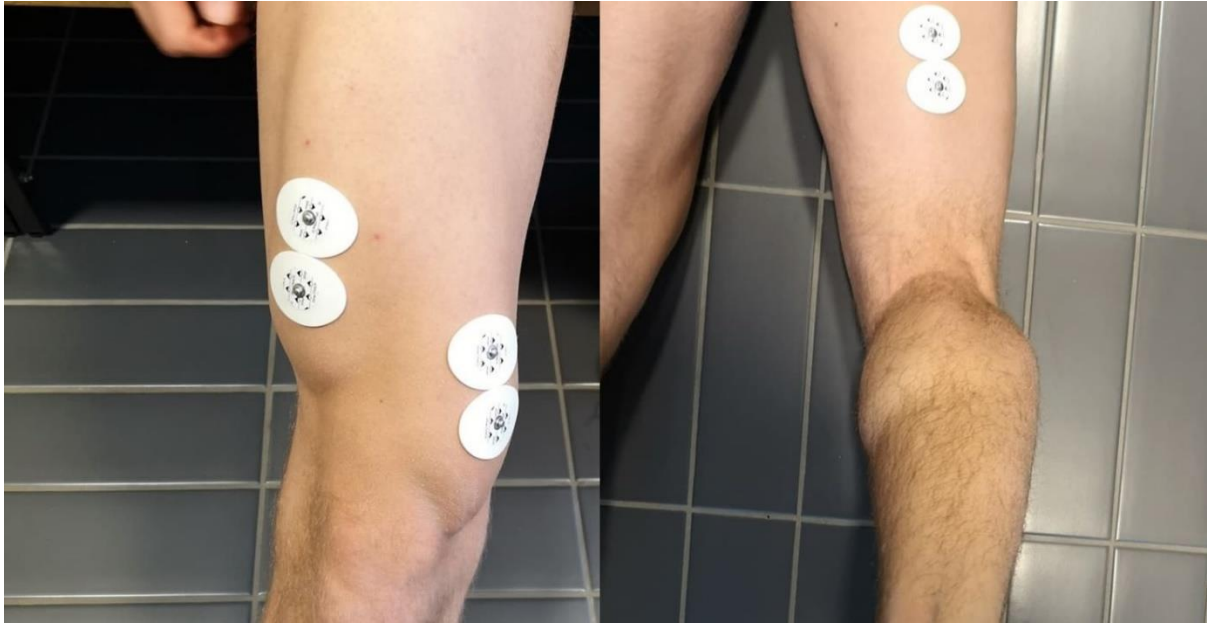
samme muskel og gange med hundre for å finne prosentaktivering av MVIC. I denne studien brukes MVIC (maximal voluntary isometric contraction) som normaliseringsmetode for quadriceps og hamstring. En MVIC-test bør etter anbefalingene være en isolasjonsøvelse for den målrettede muskelen, og bør gjennomføres med minimum tre repetisjoner. (Halaki & Ginn, 2012). Samtlige forsøkspersoner gjennomførte tre repetisjoner på hver normaliseringstest på tilvenningsdagen for å optimalisere referanseverdien på den eksperimentelle testen (Oliveira, Corvino, Gonçalves, Caputo & Denadai, 2010). FP fikk beskjed om å kontrahere muskelen så mye som mulig i minimum 3 sekunder, før FP nådde et aktiveringsplatau. Straks dette platauet var nådd ble EMG-aktiviteten målt (McBride, Cormie & Deane, 2006) i ytterligere 3 sekunder. EMG-signalene ble normalisert, og oppgitt som prosent av MVIC. MVIC ble regnet ut som gjennomsnittet av peak-verdien $\pm 0,1$ sekunder. Unormalt høye verdier ble ekskludert.

For å finne en referanseverdi for vastus medialis og vastus lateralis utførte FP en sittende kneekstensjon (Gym 80 leg extention 3001, Tyskland) med 90° i kne- og hoftelddet. For biceps femoris utførte FP en sittende knefleksjon (Gym 80 seated leg curl 3003, Tyskland) med 90° i kne- og hoftelddet (Halaki & Ginn, 2012). Vektskivene på apparatene ble stropet fast for å sikre at belastningen var så stor at det var fysisk umulig for FP å kontrahere de målrettede musklene.

3.3.4 Testprosedyre EMG

FPs hud ble barbert, øverste epitellag ble fjernet med finkornet sandpapir og til slutt vasket med desinfiserende middel etter gjeldende anbefalinger (Hermens et al., 2000). Elektrodene (CareFusion SilverTRACE™ ECG Electrodes, 50*38mm Oval, Foam, Wet Gel, Østerrike) som ble brukt hadde en kontaktdiameter på 22 mm. De var selvklebende og alt påført elektrodegelé. To elektroder på hver muskel ble plassert etter SENIAMs anbefalinger i den antatte muskelfiberretningen, med 20 mm avstand fra senter til senter. FP fikk beskjed om å kontrahere muskelen under festing for å kunne lokalisere muskelen på best mulig måte. Elektrodene på vastus medialis ble festet nesten vinkelrett 4/5 på linjen mellom spina iliaca anterior superior og på fremre kant av mediale sideligament. Elektrodene på vastus lateralis ble festet 2/3 på linjen mellom spina iliaca anterior superior og den laterale siden av kneskålen (patella). Elektrodene på biceps femoris ble festet halvveis på linjen mellom

sitteknuten (tuber ischiadicum) og tibias laterale epikondyl. Alle elektrodene ble festet på FPens høyre fot.



Figur 5. Viser elektrodeplassering for vastus lateralis, vastus medialis og biceps femoris.

Sensorene (Noraxon Ultium™ EMG) ble festet til kroppen med dobbeltsidig teip. Både sensoren og ledningene ble dobbeltsikret med sportsteip og elastisk kompresjonsbind (Comprilan 8cm*5cm) for å sikre minimal bevegelse av ledninger og sensorer. Fordi ulik elektrodeplassering på samme muskel kan gi signifikante utslag i målt muskelaktivitet (Farina et al., 2004), ble alle testene gjennomført på samme dag for å luke ut eventuelle metodiske feil.

Noraxon Desk Receiver ble brukt til å synkronisere EMG-målerne ved hjelp av MyoMuscle i programvaren Noraxon MR3 3.12.70 (Noraxon U.S.A. Inc.). Signalene hadde lavfrekvensfilter på 10 Hz og høyfrekvensfilter på 1000 Hz. Ved å lese av EMG-grafene i programmet skilte vi kontraksjonsfasen fra den eksentriske fasen. Start- og slutfasen, i hver repetisjon ble markert, og muskelaktiviteten for hvert løft ble analysert ved hjelp av Noraxons egen analyserapport (Standard EMG Analysis). Gjennomsnittet av peak-verdien $\pm 0,1$ sekunder i kontraksjonsfasen ble brukt. Verdier som var mistenkelig høye eller lave i forhold til resten hos samme FP ble ekskludert.

3.4 Behandling av data

I studien ble FPenes 5RM, 3RM og 1RM testet. Dataene fra siste repetisjon ved 5RM og 3RM, og første repetisjon ved 5RM ble ekskludert. FPene begynte med 5RM i hver øvelse, og disse tallene hadde en tendens til å være mye høyere enn resten. Det kan skyldes at man rekrutterer musklene i mye større grad enn belastningen stiller krav til; litt som når man skal løfte en tom melkekartong som man tror veier mer enn den gjør. Ved siste repetisjon oppstod det i enkelte tilfeller dårligere teknikk, og muskelaktivering ble lavere. Det kan tenkes at dette skyldes at støttemuskulaturen i større grad spilte inn.

3.5 Statistikk og analyse av data

Dataene ble eksportert til Microsoft Excel (Microsoft Corporation versjon 16051.11601.20144.0). Gjennomsnittaktivering i hver muskel for hver FP for både normaliseringstestene og 5 RM, 3 RM og 1 RM i knebøy og hex bar-knebøy ble først regnet ut. Gjennomsnittet fra hver FP ble brukt til å finne et felles gjennomsnitt og standardavvik for normaliseringstestene og 5 RM, 3 RM og 1 RM i begge øvelsene. Deretter ble muskelaktivering regnet ut i prosent av MVIC. For å kunne vurdere om funnene var signifikante eller ikke ble det gjennomført tosidige, parede t-tester. Signifikansnivå ble satt til $p < 0,05$, noe som gir et konfidensintervall på 95 %. Resultatene oppgis som peak-verdien $\pm 0,1$ sekunder i μV (mikrovolt) og som gjennomsnittsaktivering i prosent av MVIC \pm standardavvik. Alle tabeller og figurer er fremstilt i Microsoft Excel.

4. Resultat

Tidligere publiserte studier er ikke konsekvent i hvordan resultatene oppgis. Enkelte studier normaliserer resultatene som prosent av MVIC, mens andre bare oppgir EMG-dataene som μV (mikrovolt). For at resultatene fra denne oppgaven skal være mest mulig sammenlignbare for andre oppgis resultatene både som peak $\pm 0,1$ sekunder i μV og som prosent av MVIC.

4.1 Peak-verdier \pm 0,1 sekunder i μ V

Tabellen viser gjennomsnittlige peak-verdier \pm 0,1 sekunder i μ V \pm standardavvik ved 5 RM, 3 RM og 1 RM i øvelsene knebøy og hex bar-knebøy. Det ble observert signifikant høyere aktivering i biceps femoris ved hex bar-knebøy enn knebøy ved 3 RM og 1 RM.

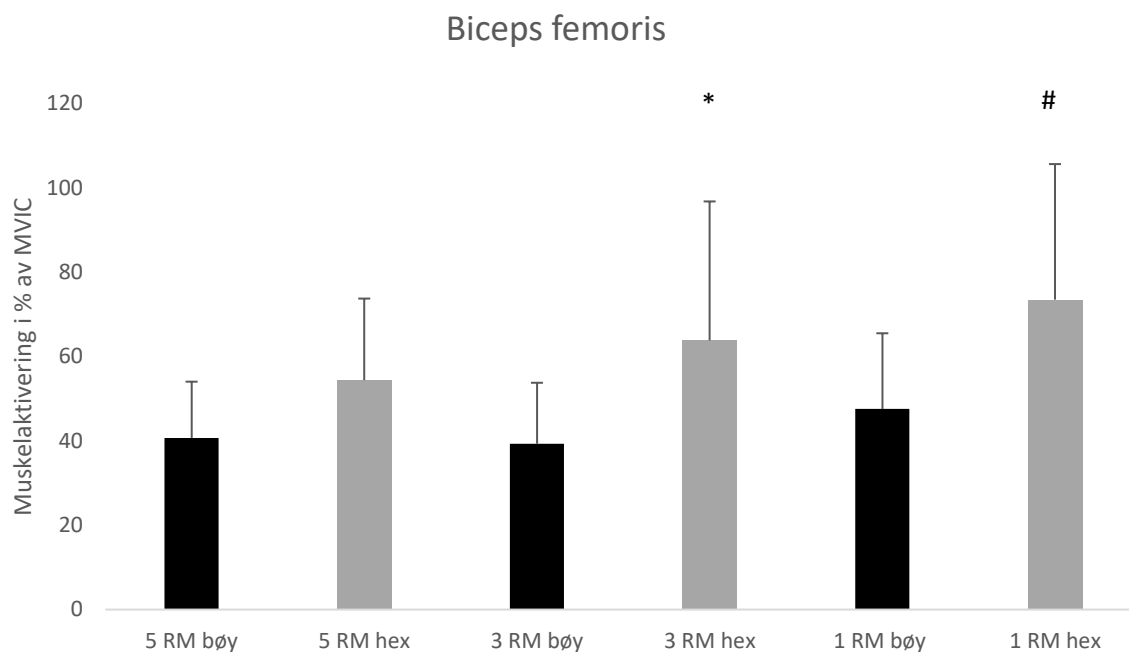
Tabell 1 - Peak-verdier \pm 0,1 sekunder i μ V

	VMO_bøy	VMO_hex	VLO_bøy	VLO_hex	BF_bøy	BF_hex
5 RM	755 \pm 172	646 \pm 133	777 \pm 181	724 \pm 145	260 \pm 79	343 \pm 109
3 RM	714 \pm 156	644 \pm 135	772 \pm 141	698 \pm 132	252 \pm 91	403,2 \pm 196*
1 RM	686 \pm 145	632 \pm 101	800 \pm 232	695 \pm 154	303 \pm 107	467,9 \pm 198*

VMO=vastus medialis, VLO=vastus lateralis, BF=biceps femoris, bøy=knebøy, hex=hex bar-knebøy. *=p<0,05

4.2 Biceps femoris

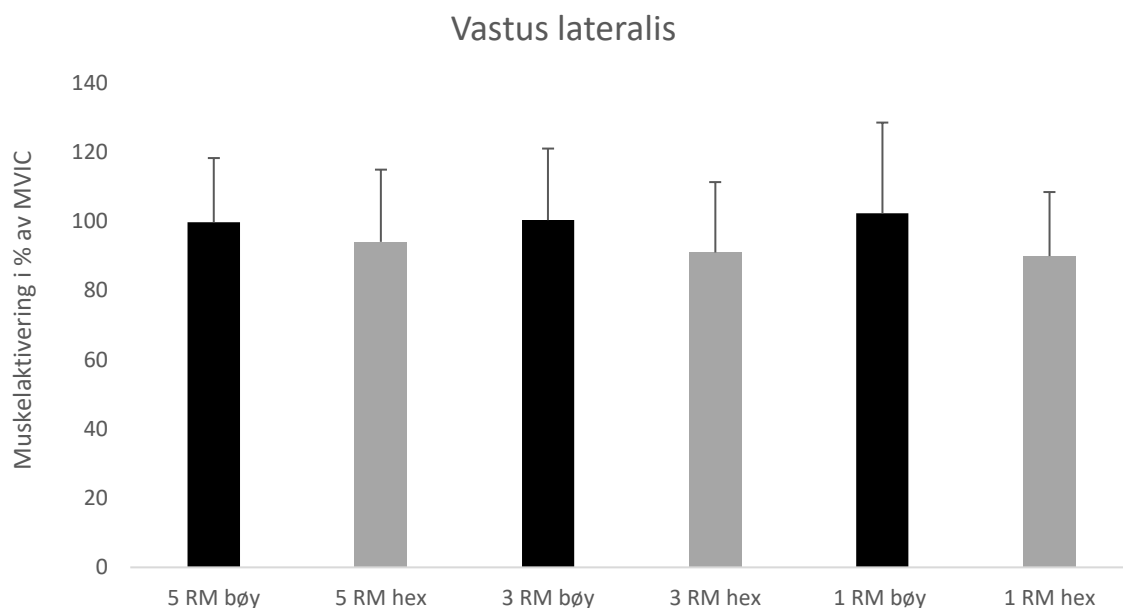
T-testene viser ikke signifikant forskjell ved sammenligning av muskelaktiveringen i biceps femoris ved 5 RM i knebøy og 5 RM i hex bar-knebøy (40,7 \pm 13,3 % vs. 54,4 \pm 19,4 %, p=0,06). Ved 3 RM (39,3 \pm 14,5 % vs. 63,8 \pm 33 %, p=0,025) og 1 RM (47,6 \pm 18 % vs. 73,5 \pm 32,1 %, p=0,006) er det signifikant forskjell i muskelaktivering for biceps femoris. Ved 5 RM aktiveres biceps femoris 33,7 % mer i hex bar-knebøy enn knebøy, ved 3 RM aktiveres biceps femoris 62,3 % mer i hex bar-knebøy enn knebøy, og ved 1 RM aktiveres biceps femoris 54,4 % mer i hex bar-knebøy enn knebøy (figur 6).



Figur 6. Viser gjennomsnittlig muskelaktivering i % av MVIC for biceps femoris i knebøy og hex bar-knebøy ved ulikt antall repetisjoner. *signifikant forskjell ved sammenligning av 3 RM knebøy og 3 RM hex bar-knebøy ($p=0,025$). #signifikant forskjell ved sammenligning av 1 RM knebøy og 1 RM hex bar-knebøy ($p=0,006$).

4.3 Vastus lateralis

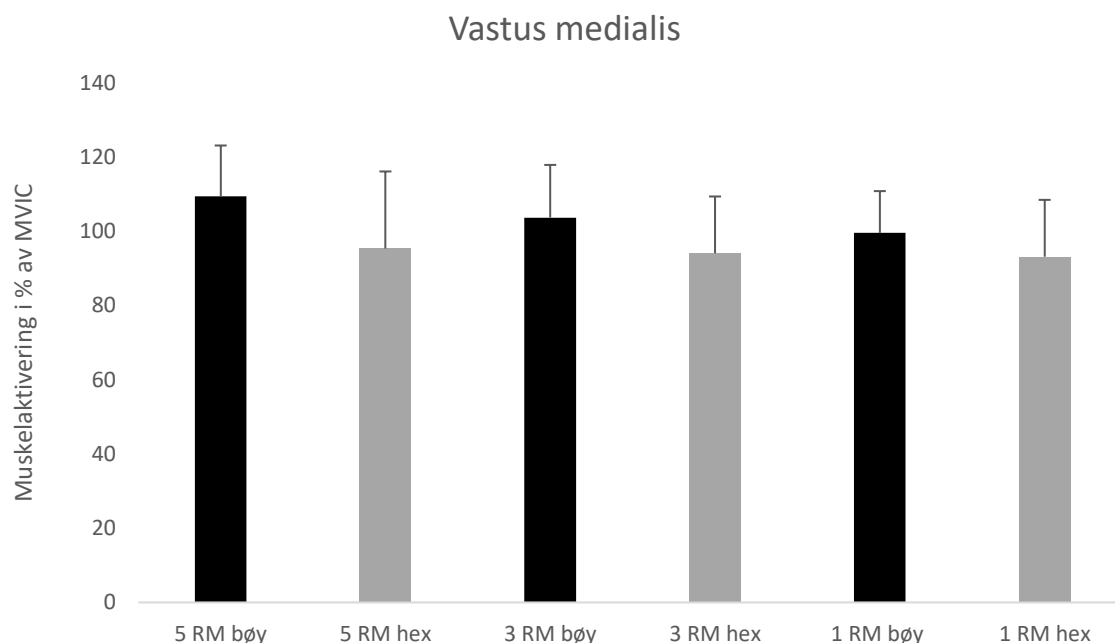
T-testene viser ingen signifikante forskjeller ved sammenligning av muskelaktivering i vastus lateralis ved 5 RM ($p=0,495$), 3 RM ($p=0,201$) eller 1 RM ($p=0,115$). Ved 5 RM aktiveres vastus lateralis 6 % mer i knebøy enn i hex bar-knebøy, ved 3 RM aktiveres vastus lateralis 10,3 % mer i knebøy enn i hex bar-knebøy, og ved 1 RM aktiveres vastus lateralis 13,7 % mer i knebøy enn hex bar-knebøy (figur 7).



Figur 7. Viser gjennomsnittlig muskelaktivering i % av MVIC for vastus lateralis i knebøy og hex bar-knebøy ved ulikt antall repetisjoner.

4.4 Vastus medialis

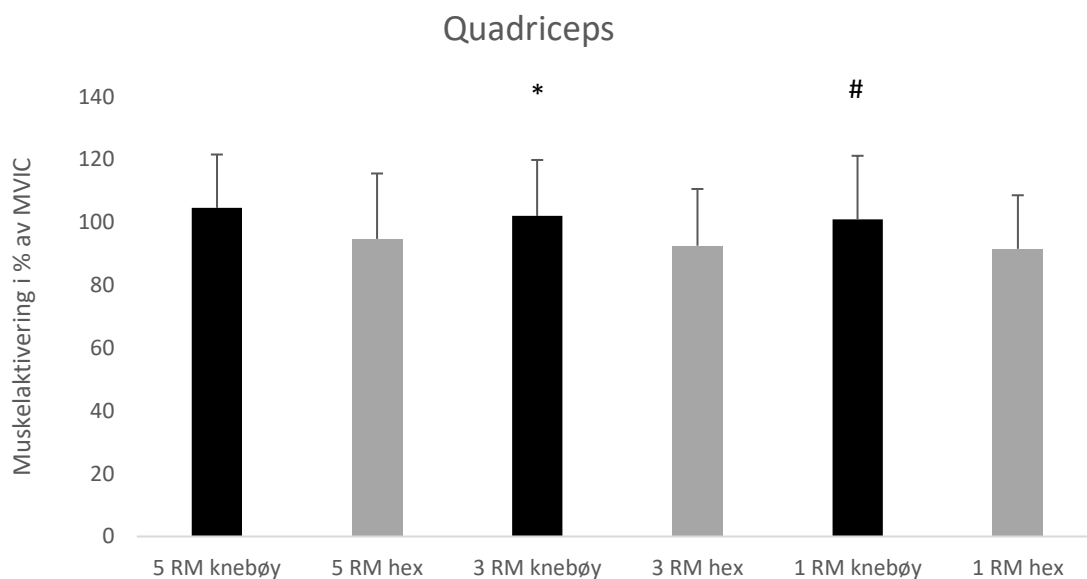
T-testene viser ingen signifikante forskjeller ved sammenligning av muskelaktivering i vastus medialis ved 5 RM ($p=0,119$), 3 RM ($p=0,08$) eller 1 RM ($p=0,294$). Ved 5 RM aktiveres vastus medialis 14,7 % mer i knebøy enn i hex bar-knebøy, ved 3 RM aktiveres vastus medialis 10,2 % mer i knebøy enn i hex bar-knebøy, og ved 1 RM aktiveres vastus medialis 6,9 % mer i knebøy enn hex bar-knebøy (figur 8).



Figur 8. Viser gjennomsnittlig muskelaktivering i % av MVIC for vastus lateralis i knebøy og hex bar-knebøy ved ulikt antall repetisjoner.

4.5 Quadriceps (ved vastus lateralis og vastus medialis)

Siden både vastus lateralis og vastus medialis bidrar til samme bevegelse i løftet er det også hensiktsmessig å se på fellesrekruttering for quadriceps i hvert løft. T-testene viser ingen signifikante forskjeller ved sammenligning av muskelaktivering i quadriceps ved 5 RM ($104,6 \pm 17$ % i knebøy vs. $94,7 \pm 20,8$ % i hex bar, $p=0,093$). Det er derimot signifikant forskjell ved 3 RM ($102 \pm 17,8$ % i knebøy vs. $92,6 \pm 18,1$ i hex bar-knebøy, $p=0,029$) og ved 1 RM ($101 \pm 20,2$ % i knebøy og $91,6 \pm 17,1$ % i hex bar-knebøy, $p=0,048$). Ved 5 RM aktiveres quadriceps 10,4 % mer i knebøy enn i hex bar-knebøy, ved 3 RM aktiveres quadriceps 10,2 % mer i knebøy enn i hex bar-knebøy, og ved 1 RM aktiveres quadriceps 10,3 % mer i knebøy enn hex bar-knebøy. (Figur 9)



Figur 9. Viser gjennomsnittlig muskelaktivering i % av MVIC for quadriceps i knebøy og hex bar-knebøy ved ulikt antall repetisjoner. *signifikant forskjell ved sammenligning av 3 RM knebøy og 3 RM hex bar-knebøy ($p=0,029$). #signifikant forskjell ved sammenligning av 1 RM knebøy og 1 RM hex bar-knebøy ($p=0,048$).

4.6 Kraftutvikling

T-tester av alle forsøkspersonenes 1 RM viser en ikke signifikant forskjell i krav til kraftutvikling ($p=0,25$) på 6,2 % hex bar-knebøy: $149,1 \pm 17,1$ kg, knebøy: $140,4 \pm 18,3$ kg).

5. Diskusjon

Hensikten med denne studien var å sammenligne den nevro-muskulære aktiviteten vastus medialis, vastus lateralis og biceps femoris i baseøvelsene knebøy og hex bar-knebøy. Med bakgrunn i dette skal funn og observasjoner diskuteres systematisk basert på tidligere, relevant forskning og resultatene fra denne oppgaven.

5.1 Oppgavens hovedfunn

5.1.1 Biceps femoris

Ved sammenligning av biceps femoris ble det observert signifikant høyere muskelaktivering i hex bar-knebøy enn knébøy ved 3 RM ($p=0,025$) og 1 RM ($p=0,006$), men ikke ved 5 RM ($p=0,062$). Dette korresponderer delvis med hypotesen. Under oppvarmingssettene og ved 5 RM fikk FP instruksjoner på at teknikken skulle utføres mest mulig likt knébøy. Dette ser man en tydelig tendens på i biceps femoris, hvor gjennomsnittsakivering går fra $54,4\pm 19,4\%$ ved 5 RM, til $63,8\pm 33\%$ ved 3 RM og $73,5\pm 32,1\%$ ved 1 RM. Dette kan skyldes at manglende instruksjon ved 3 RM og 1 RM, og at lite kjennskap til øvelsen fra før av fører til at utførelsen blir mer som et markløft.

5.1.2 Quadriceps

Ved sammenligning av quadriceps (ved vastus medialis og vastus lateralis) ble det observert signifikant høyere muskelaktivering i knébøy enn hex bar-knebøy ved sammenligning av 3 RM ($p=0,029$), og ved sammenligning av 1 RM ($p=0,048$), men ikke ved 5 RM ($p=0,119$). Dette korresponderer delvis med hypotesen. Dette kan skyldes at a) knébøy aktiverer quadriceps bedre enn hex bar-knebøy, eller b) FP er ikke kjent med øvelsen, og sentralnervesystemets adaptasjoner til hex bar-knebøy er dårligere enn til knébøy.

5.1.3 Vastus medialis og vastus lateralis

Ingen signifikante funn ble observert under sammenligning av muskelaktiveringen i vastus lateralis og vastus medialis ved knébøy og hex bar-knebøy ($p>0,05$).

5.2 Metodediskusjon

5.2.1 Behandling og analyse av data

I denne oppgaven ble peak-verdiene $\pm 0,1$ sekunder brukt for analyse av data. Bruk av gjennomsnittsverdier (mean) kunne muligens gi andre resultater. Tabell 2 i studien til Contreras, Vigotsky, Schoenfeld, Beardsley & Cronin (2015) viser at det mangler klare retningslinjer for hvilke verdier en bør bruke.

For å finne ut om funnene var signifikante eller ikke ble en paret t-test brukt fordi to og to grupper sammenlignes hver for seg (Hammervold, 2017) (s. 161). En variansanalyse

(ANOVA) kunne også vært tatt i bruk for å sammenligne alle resultatene med hverandre, men dette var en avgrensning som ble gjort i henhold til oppgavens hensikt og omfang.

5.2.2 Overflate-EMG

Overflate-EMG ble brukt fordi det var det utstyret som var tilgjengelig ved Høgskulen på Vestlandet, avdeling Bergen, og fordi det er mindre kostbart enn intramuskulær EMG-måling. Ved bruk av overflate-EMG er det vanskelig å måle aktivitet fra én enkelt muskel uten å motta uønskede signaler fra nærliggende muskler. Dette kalles kryssnakk (De Luca & Merletti, 1988). Det kan skyldes metodiske feil som elektrodeplassing, bevegelse i sensor og/eller ledninger og elektrodetype. Under pilottesten festet vi ikke sensorene og ledningene godt nok. Det så vi tydelig igjen på grafene, hvor det sporadisk oppstod skyhøye verdier. Dette ble tatt hånd om på den eksperimentelle testen. Fysiologiske faktorer som kroppssammensetningen til forsøkspersonene spiller også inn på kryssnakk. Ved bruk av overflate-EMG ble det rapportert mer kryssnakk desto høyere fettprosent FP hadde mellom muskel og elektrodens festepunkt (Kuiken, Lowery & Stoykov, 2003). Høyere fettprosent kan også gjøre det vanskeligere å lokalisere muskler for elektrodeplassing. Kroppssammensetning ble ikke målt og tatt høyde for i denne studien, og kan dermed, sammen med elektrodeplassing og elektrodetype, være en feilkilde for kryssnakk.

5.2.3 Normalisering

Normaliseringsmetoden som ble tatt i bruk var en maksimal frivillig isometrisk (MVIC) i knefleksjon og kneekstensjon med 90 grader i både kne- og hoftelodd etter anbefalinger (Halaki & Ginn, 2012). Verdiene skal brukes som referanseverdi for 100 % muskelaktivering, men likevel observerte vi at muskelaktivering i quadriceps ved knebøy var høyere enn ved MVIC-testen. Det kan tenkes at FP klarte å rekruttere flere motoriske enheter ved knebøy enn knefleksjon fordi det er en mer innarbeidet bevegelse. Dette ble også observert ved pilot- og tilvenningstesten. Det ble forsøkt løst ved å kjøre en av tre av MVIC-tester på hver muskelgruppe etter endt utførelse av knebøy og hex-bar knebøy, istedenfor å kjøre alle i starten av testingen.. I etterpåklokskapens navn kan man argumentere for at FP burde fått enda flere tilvenningsforsøk før den eksperimentelle testen. En annen måte å normalisere på er å bruke dynamiske peak-verdier fra 1 RM som referanseverdi (Zink et al., 2001), (Pick & Becque, 2000). Dette ble vurdert brukt, da det i pilottesten kom frem at

markløft med stor belastning viste høyere muskelaktivering enn den valgte MVIC-testen. Med tanke på hvor stor totalbelastningen ville vært med tunge markløft, og 5 RM, 3 RM og 1 RM i to knebøyvarianter ble tanken lagt vekk. I tillegg frarådes det å bruke dynamiske peak-verdier som normalisering fordi metoden ikke gjenspeiler økning i motstand i forhold til muskelaktivitet (Burden & Bartlett, 1999).

5.2.4 Utvalg

Tatt deltagelseskriteriene i betraktning var utvalget relativt homogent. I etterkant ble det observert at det også kunne vært tatt høyde for kroppssammensetning og bevegelighet. Enkelte av FPene hadde bevegelighet som gjorde at vinkelen i kneleddet var >90 grader i knebøy og hex bar-knebøy. Dette var spesielt synlig ved 3 RM og 1 RM, hvor FP ikke fikk instruksjoner eller tilbakemeldinger. FP hadde ofte en tendens til å begynne løftet med en hofteekstensjon og ikke en knefleksjon, som var instruksjonen. Med denne utførelsen ble bevegelsen mer lik et markløft enn knebøy, selv om testleder på forhånd godkjente kneleddsvinkelen ved startposisjon. Dette ser man tydelig igjen i resultatene, hvor muskelaktiveringen i biceps femoris var signifikant høyere enn i knebøy ved 3 RM og 1 RM. Individuelle, anatomiske forskjeller påvirke indre og ytre dreiemoment (Raastad et al., 2010), noe som kan være en faktor av betydning for muskelaktivering. Det er derfor tenkelig at en FP med kort femur får høyere aktivering i quadriceps, mens en med kort femur får høyere aktivering i biceps femoris. Alle har forskjellig anatomi, og det ble derfor ikke tatt hensyn til i deltagelseskriteriene fordi en slik justering ville gjort at resultatene ikke var representative for en større populasjon. Et utvalg på åtte menn gjør at konklusjonen ikke kan generaliseres til andre enn forsøkspersonene som deltok.

5.3 Funnsatt opp mot litteratur

Som nevnt er det publisert lite forskning på hex bar-knebøy, noe som gjør det vanskelig å sammenligne funnene i denne oppgaven med tidligere relevant forskning.

Fordes masteroppgave sammenlignet muskelaktiveringen i hamstring, gluteus-musklene, quadriceps og gastrocnemius ved trapezoid bar-knebøy (firkantet, ikke sekskantet, som en hex bar) og knebøy (2005). Forde brukte samme MVIC-øvelser for normalisering som ble brukt i denne studien, men bruker gjennomsnittsverdien istedenfor peak-verdien $\pm 0,1$

sekunder. I min oppgave brukte jeg data fra 5 RM, 3 RM og 1 RM, mens deltagerne i Fordes oppgave løftet 75 % av egen kroppsvekt, som for øvrig ikke oppgis. Hovedfunnene i Fordes studie var signifikant høyere aktivering i quadriceps ved trapezoid bar-knebøy enn i knebøy, men tilnærmet lik aktivering i hamstring. Dette korresponderer på ingen måte med denne oppgavens funn; snarere tvert imot. Ved gjennomgang av metoden i Fordes oppgave oppgis elektrodeplassing nøyaktig, men som om quadriceps og hamstring bare skulle bestå av én muskel hver. Det påpekes heller ikke om det er 2 cm mellom elektrodene eller sentrum av elektrodene. Elektrodene er plassert i muskelfiberens lengderetning, men det står ikke spesifisert hvilken av de fire musklene i quadriceps, eller de tre i hamstring, sin lengderetning de er plassert i. Etter beskrivelsen ser det ut som de har plassert elektrodene over rectus femoris. Rectus femoris var inkludert i pilottesten til dette studiet, men ble ekskludert fordi det var vanskelig å få gode målinger fra den. Elektrodeplassing på hamstring er beskrevet fra trochanter, som kan være både trochanter major og minor. Disse ligger på hver sin side av femur. Dårlig beskrivelse av elektrodeplassing svekker oppgavens validitet og reliabilitet, noe som gjør at resultatene ikke nødvendigvis kan sammenlignes likevel.

5.4 Styrker og svakheter

Det ble testet 8 menn på $23,3 \pm 0,8$ år med $3,2 \pm 1,5$ års styrketreningserfaring. Dette fører til at resultatene ikke nødvendigvis er representative for andre populasjoner. Metoden er både nøyte gjennomført og beskrevet. Elektrodeplassing og klargjøring av hud før testing er nøyte beskrevet etter anbefalinger (Hermens et al., 2000). Dette styrker oppgavens reliabilitet ved at andre kan gjennomføre studiet med lik metode.

Tilvenningstesten og den eksperimentelle testen ble gjort på to forskjellige dager med minimum 48 timers hvile, for å gjøre FPene kjent med normaliseringstestene og hex bar-knebøy (Oliveira et al., 2010). Mellom øvelsene fikk FP 30 minutters hvile, noe som etter anbefalingene burde vært minimum to timer (Häkkinen, 1994), men siden rekkefølgen er randomisert kan det tenkes at resultatene ikke bar preg av dette.

Selv om noen av FPene klart og tydelig gjennomførte hex bar-knebøy istedenfor hex bar-markløft ble de likevel ikke ekskludert. Utvalget hadde ingen kjennskap til øvelsen fra før, og med den praktiske tilnærmingen til oppgaven som ble valgt, ville det vært feil å håndplukke

data for å manipulere resultatet. At noen utførte øvelsen feil er en konsekvens av min tilnærming til oppgaven. Dette problemet kunne trolig vært luket ut dersom et minimums vinkelkrav i kneleddet hadde vært et av deltagelseskriteriene, eller ved at FP hadde gjennomgått en tilvenningsperiode med regelmessig inkludering av hex bar-knebøy i styrketreningsprogrammet før den eksperimentelle testen.

Alle deltagerne ble anonymisert med et ID-nummer (1-8) og fulgte samme protokoll. Anonymiseringen sørget for at testleders kjennskap til FPene ikke påvirket behandling og analyse av data. Testleder hadde ingen bias eller forventninger til resultat som var med på å påvirke analyseprosessen, noe som styrker oppgavens interne validitet.

6 Konklusjon

Denne oppgaven forsøkte å svare på problemstillingen: «Er det ulik aktivering av quadriceps (ved vastus medialis og vastus lateralis) og hamstring (ved biceps femoris) i knebøy og hex bar-knebøy ved lik relativ motstand?»

Ved sammenligning av quadriceps ble det observert signifikant høyere muskelaktivering ved knebøy enn ved hex bar-knebøy ved 3 RM ($p=0,029$) og 1 RM ($p=0,048$), men ikke ved 5 RM ($p=0,093$). Ved sammenligning av biceps femoris ble det observert signifikant høyere muskelaktivering i hex bar-knebøy enn knebøy ved 3 RM ($p=0,025$) og 1 RM ($p=0,006$), men ikke ved 5 RM ($p=0,062$). Resultatene fra denne oppgaven tilsier at knebøy kan være en bedre øvelse for muskelaktivering i quadriceps enn hex bar-knebøy.

Litteraturliste

- Bruusgaard, D., Eriksen, W. B. & Brage, S. (2000). *Korsryggsmerter : en samfunnsmedisinsk og allmennmedisinsk utfordring : festskrift til Dag Bruusgaard i anledning hans 60 års fødselsdag*. Oslo: Unipub forl.
- Burden, A. & Bartlett, R. (1999). Normalisation of EMG amplitude: an evaluation and comparison of old and new methods. *Medical engineering & physics*, 21(4), 247-257.
- Clark, D. R., Lambert, M. I. & Hunter, A. M. (2012). Muscle activation in the loaded free barbell squat: a brief review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(4), 1169-1178.
- Contreras, B., Vigotsky, A. D., Schoenfeld, B. J., Beardsley, C. & Cronin, J. (2015). A comparison of gluteus maximus, biceps femoris, and vastus lateralis electromyographic activity in the back squat and barbell hip thrust exercises. *Journal of applied biomechanics*, 31(6), 452-458.
- Dahl, H. A. (2005). *Klar, ferdig, gå! : grunnbok i aktivitetsfysiologi* Cappelen akademisk.
- de França, H. S., Branco, P. A. N., Guedes Junior, D. P., Gentil, P., Steele, J. & Teixeira, C. V. L. S. (2015). The effects of adding single-joint exercises to a multi-joint exercise resistance training program on upper body muscle strength and size in trained men. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(8), 822-826.
- De Luca, C. J. & Merletti, R. (1988). Surface myoelectric signal cross-talk among muscles of the leg. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 69(6), 568-575.
- Escamilla, R. F. (2001). Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(1), 127-141.
- Farina, D., Merletti, R. & Enoka, R. M. (2004). The extraction of neural strategies from the surface EMG. *Journal of applied physiology*, 96(4), 1486-1495.
- Forde, F. A. (2005). Analysis of knee mechanics during the squat exercise: Differences between females and males.
- Gentil, P., Soares, S. R. S., Pereira, M. C., Cunha, R. R. d., Martorelli, S. S., Martorelli, A. S. & Bottaro, M. (2013). Effect of adding single-joint exercises to a multi-joint exercise resistance-training program on strength and hypertrophy in untrained subjects. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 38(3), 341-344.
- Halaki, M. & Ginn, K. (2012). Normalization of EMG signals: To normalize or not to normalize and what to normalize to? I *Computational intelligence in*

electromyography analysis-a perspective on current applications and future challenges. IntechOpen.

Hammervold, R. (2017). En kort innføring i SPSS: anvendelser innen multivariat statistikk.

Hassel, B. (2018). Muskelvev. I *Store Norske leksikon*. Hentet fra <https://snl.no/muskelvev>

Hermens, H. J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C. & Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of electromyography and Kinesiology*, 10(5), 361-374.

Häkkinen, K. (1994). Neuromuscular fatigue in males and females during strenuous heavy resistance loading. *Electromyography and clinical neurophysiology*, 34(4), 205-214.

Kadaba, M. P., Wootten, M. E., Gainey, J. & Cochran, G. V. B. (1985). Repeatability of phasic muscle activity: performance of surface and intramuscular wire electrodes in gait analysis. *Journal of Orthopaedic Research*, 3(3), 350-359.

Kuiken, T. A., Lowery, M. M. & Stoykov, N. S. (2003). The effect of subcutaneous fat on myoelectric signal amplitude and cross-talk. *Prosthetics and orthotics international*, 27(1), 48-54.

McBride, J. M., Cormie, P. & Deane, R. (2006). Isometric squat force output and muscle activity in stable and unstable conditions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 915.

Moritani, T. (1979). Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *American journal of physical medicine*, 58(3), 115-130.

Oliveira, A. S., Corvino, R. B., Gonçalves, M., Caputo, F. & Denadai, B. S. (2010). Effects of a single habituation session on neuromuscular isokinetic profile at different movement velocities. *European journal of applied physiology*, 110(6), 1127-1133.

Paoli, A., Gentil, P., Moro, T., Marcolin, G. & Bianco, A. (2017). Resistance training with single vs. multi-joint exercises at equal total load volume: Effects on body composition, cardiorespiratory fitness, and muscle strength. *Frontiers in physiology*, 8, 1105.

Pick, J. & Becque, M. D. (2000). The relationship between training status and intensity on muscle activation and relative submaximal lifting capacity during the back squat. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(2), 175-181.

Raastad, T., Paulsen, G., Refsnes, P. E., Rønnestad, B. R. & Wisnes, A. R. (2010). *Styrketrening : i teori og praksis*. Oslo: Gyldendal undervisning.

Weiss, L. W., Conex, H. D. & Clark, F. C. (1999). Differential functional adaptations to short-term low-, moderate-, and high-repetition weight training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 13(3), 236-241.

Zink, A. J., Whiting, W. C., Vincent, W. J. & McLaine, A. J. (2001). The effects of a weight belt on trunk and leg muscle activity and joint kinematics during the squat exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(2), 235-240.

Vedlegg

Vedlegg 1: Informasjonsskriv og samtykkeerklæring

Vil du delta i forskningsprosjektet

”Måling av nevromuskulær aktivitet i quadriceps og hamstring under styrkeøvelsene knebøy og hex bar knebøy”?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke nevromuskulær aktivitet i quadriceps og hamstring ved hjelp av EMG-måling i øvelsene knebøy og hex bar knebøy. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

I dette prosjektet vil vi finne ut hvor stor aktiveringsgraden er i quadriceps og hamstring i to ulike styrkeøvelser; knebøy og hex bar knebøy, ved hjelp av EMG. Dette forskningsprosjektet vil være til en bacheloroppgave.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Forskningsprosjektet vil foregå ved Høgskulen på Vestlandet, Campus Kronstad.

Prosjektansvarlig er Coral Falco, Førsteamanuensis ved Instituttet for idrett, kosthald og naturfag, HVL, og Morten Kristoffersen, Høgskulelektor 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 20-30 år, med minimum ett års erfaring med styrketrening og styrkeøvelsen knebøy.

Hva innebærer det for deg å delta?

Deltagerne vil bli spurt om alder og treningsbakgrunn fra styrketrening. Testene deltagerne skal gjennomføre er 1, 3 og 5 RM i knebøy og hex bar knebøy. Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det at du deltar på 2 testdager, der det den første testen gjennomføres en 1RM i øvelsene. Den eksperimentelle testen vil foregå over én dag. Mellom testene skal det være 48 timers hvile. 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 skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

De som vil ha tilgang til opplysningene ved Høgskolen på Vestlandet vil være Coral Falco, Morten Kristoffersen og Alexander Hvidsten Lillebø

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 30.05.2019. 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 Coral Falco, coral.falco@hvl.no, 55585534
- Høgskulen på Vestlandet ved Morten Kristoffersen, morten.kristoffersen@hvl.no, 55582924

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost (personvernombudet@nsd.no) eller telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Coral Falco og Morten Kristoffersen

Alexander Hvidsten Lillebø

Prosjektansvarlig

Bachelorstudent 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 (*Måling av nevro-muskulær aktivitet i quadriceps og hamstring under styrkeøvelsene knebøy og hex bar-knebøy*), 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. (30.06.19)

(Signert av prosjektdeltaker, dato)