

Bacheloroppgave

EMG analyse av øvelsene knebøy og splittknebøy

Av
101958 og 102048
28.04.2017

VF202 – Bacheloroppgave

Fysisk aktivitet og ernæring

Antall ord: 6226

April, 2017

Institutt for helsefag - Høgskolen Kristiania

Forord

Denne oppgaven inngår som en avsluttende del av studiet fysisk aktivitet og ernæring ved Institutt for helsefag – Høgskolen Kristiania i Oslo. Vi hadde grunnleggende forståelse for temaet vi valgte å fordype oss i, og hadde lyst til å lære mer om dette. Oppgaven har gitt oss kunnskap rundt forskningsprosessen, noe som blir nyttig å ta med videre. Prosessen har vært lærerik og spennende, men også utfordrende.

Vi vil rette en stor takk til:

- Alle medstudenter og bekjente som stilte opp som testpersoner.
- Førstelektor John Magne Kalhovde, for god veiledning. Han har hjulpet oss i prosessen med gode tilbakemeldinger og råd.
- Førsteamanuensis Jo Christiansen Bruusgaard og professor Per Morten Fredriksen, for veiledning under analyse av data.

Oslo 28. april 2017

Sammendrag

Objektivt. Hensikten med oppgaven er å undersøke om det eksisterer forskjeller i aktivering av lårmuskulaturen mellom øvelsene knebøy og splittknebøy. Studiet måler muskelaktivering i muskelgruppene med en bestemt relativ belastning under begge øvelser. Problemstillingen vi har tatt utgangspunkt i er: I hvilken grad endres muskelaktivering i lårmuskulaturen mellom øvelsene knebøy og splittknebøy?

Metode. Oppgaven benytter kvantitativ metode. Gjennom et deskriptivt forskningsdesign ble det foretatt et tverrsnittstudie. Det ble brukt EMG-måling for å samle data. Excel, Prism og SPSS ble brukt til analyse av data og fremstilling av resultater. Utvalget består av 13 friske og frivillige individer (9 kvinner, 4 menn) i alderen 21-31 år (gjennomsnitt \pm SD alder, 24 år \pm 2,9 år).

Resultater. Vi observerte signifikante forskjeller i gjennomsnittsaktivering av hamstring ($32,29\% \pm 11,1\%$ vs. $43,71\% \pm 9,95\%$, $p=0,0367$). Vi observerte ingen signifikante forskjeller i gjennomsnittsaktivering av quadriceps ($44,73\% \pm 4,77\%$ vs. $39,32\% \pm 7,21\%$, $p=0,0640$).

Konklusjon. Studiet viste ingen signifikant forskjell i gjennomsnittlig aktivering av quadriceps mellom knebøy og splittknebøy. Studiet viste en signifikant forskjell i gjennomsnittlig aktivering av hamstring mellom knebøy og splittknebøy. På bakgrunn av dette vil begge øvelser være like gode for å trene quadriceps. Ved trening av hamstring vil splittknebøy være den mest effektive øvelsen.

Nøkkelord. Knebøy, splittknebøy, quadriceps, hamstring, elektromyografi.

Innholdsfortegnelse

1.0 Innledning	6
1.1 Bakgrunn	6
1.2 Problemstilling	7
1.3 Hypoteser	7
1.4 Oppgavens avgrensninger	7
1.5 Begrepsavklaring	8
2.0 Teori	9
2.1 Elektromyografi (EMG)	9
2.2 Aktivering	9
2.2.1 Faktorer som påvirker aktiveringen	10
2.3 Quadriceps	11
2.4 Hamstring	11
2.5 Knebøy	12
2.6 Splittknebøy	12
3.0 Metode	13
3.1 Metodevalg	13
3.1 Utvalg	13
3.1.1 Inklusjon og eksklusjonskriterier	14
3.2 Etske hensyn	14
3.3 Testprosedyre	14
3.3.1 Balanse- og mobilitetstest	14
3.3.2 Teknikk under knebøy og splittknebøy	14
3.3.3 EMG LommeLab	16
3.3.4 Elektrodeplassing	18
3.3.5 1 repetisjon maksimum	19
3.3.6 Kalibrering	19
3.3.7 Gjennomføring	20
3.4 Behandling av data	20
3.5 Analyse av data	21
3.6 Reliabilitet og validitet	21
4.0 Resultat	22
4.1 Gjennomsnittlig aktivering	22

5.0 Diskusjon	23
5.2 Funn satt opp mot litteratur	27
5.3 Styrker og svakheter	28
6.0 Konklusjon	29
Referanseliste	30
Vedlegg 1	33

1.0 Innledning

1.1 Bakgrunn

”Trodde du styrketrening bare var noe for kroppsfikserte unge menn med tribaltatoveringer og pitbull? Da må du tro om igjen. Uansett kjønn, alder, og om du er funksjonshemmet, vil det å trene styrke gi deg et sunnere og bedre liv.” (1)

Slik lyder innledningen til Norsk helseinformatikk sin artikkel om styrketrening (1). De prøver å bryte en av mange fordommer og myter rundt styrketrening. Det er nå kjent at styrketrening brukes i alle aldre med ulike hensikter (2).

Kunnskap om styrketreningens helsefremmende effekter har økt de siste årene, og det er påvist en sammenheng mellom lav muskelstyrke og økt risiko for tidlig død (3). Styrketrening bør benyttes som forebygging og behandling av sykdommer som diabetes, fedme, metabolsk syndrom, hjerte- og karsykdommer, osteoporose, ledd- og ryggsmarter, og angst og depresjon. Styrketrening brukes også aktivt til forebygging av muskel- og skjelettplager hos eldre. Redusert muskelstyrke kan begrense evnen til å utføre daglige aktiviteter og øke risikoen for fall og osteoporotiske brudd. I 1990 kom de første anbefalingene om styrketrening for den allmenne befolkningen. Dette bidro til å gjøre styrketrening akseptert og populært for flere populasjoner.

I tillegg til styrketrening som et forebyggende og behandlende verktøy, ser vi også at styrketrening praktiseres for idrettsspesifikke mål, prestasjonsrelaterte mål og estetiske mål (2). På et høyere nivå blir det viktigere å vurdere alle faktorer som påvirker utviklingen av muskelstyrke (4). Ulike faktorer i muskel- og skjelettsystemet vil være av betydning, samt faktorer i nervesystemet (2). Innenfor nervesystemet er grad av aktivering (antall motoriske enheter rekruttert og fyringsfrekvens i de motoriske enhetene) en viktig bestemmende faktor for muskelstyrke.

Trening av store muskelgrupper i underekstremiteten står sentralt innenfor mange idretter, og er populært innenfor trening rettet mot estetiske mål (2,5). Muskelgruppen på fremsiden av låret (quadriceps) inneholder de største musklene i kroppen, i tillegg er muskelgruppen på

baksiden av låret (hamstring) en viktig hoftestrekker og knebøyer (6). Det eksisterer et mangfold av øvelser for å trene disse muskelgruppene. To av disse skal vi undersøke nærmere.

Gjennom studieforløpet har vi fått grundig opplæring i anatomi, muskelfysiologi og biomekanikk. Vi har lært om faktorer som påvirker vår muskelstyrke, samt sett på øvelser for ulike muskelgrupper. Med denne kunnskapen i grunn, og gjennom vår jobb som personlig trener, har vi opparbeidet en interesse for muskelaktivering. En sterk underekstremitet er viktig uansett mål (2–4,7). Populariteten rundt beinøvelser øker stadig, og debatten om «den/de beste øvelsen(e)» stiller sterkt i media (8–14). På bakgrunn av dette ønsker vi å se på muskelaktivering i lårmuskulaturen under knebøy og splittknebøy.

1.2 Problemstilling

I hvilken grad endres muskelaktivering i lårmuskulaturen mellom øvelsene knebøy og splittknebøy?

Oppgaven fokuserer på EMG analyse av quadriceps og hamstring i to ulike øvelser. Valget av øvelsene er gjort på grunnlag av egen interesse, popularitet rundt øvelsene, og kunnskap om biomekanikk. Flere studier er gjort på ulike varianter av ettbeins knebøy og knebøy, men få studier har sammenlignet splittknebøy (ettbeins knebøy med bakre ben i gulvet) og knebøy (15–17). Derfor er det interessant å se muskelaktiveringen i denne varianten av ettbeins knebøy, samt sammenligne den med knebøy.

1.3 Hypoteser

H0: Det er ingen forskjell i gjennomsnittlig aktivering av lårmuskulaturen mellom knebøy og splittknebøy

H1: Det er en forskjell i gjennomsnittlig aktivering av lårmuskulaturen mellom knebøy og splittknebøy

1.4 Oppgavens avgrensninger

For at studiet ikke skal bli for omfattende, og på grunn av begrenset tid, foretas det avgrensninger. Problemstillingen og studiet ble begrenset til måling av to øvelser og to muskelgrupper. Oppgaven er avgrenset til temaer relevant for studiet; elektromyografi, muskelaktivering, faktorer som påvirker muskelaktiveringen, muskelgruppene og øvelsene.

1.5 Begrepsavklaring

Muskelaktivering – Antall motoriske enheter som rekrutteres samtidig (7).

EMG – Elektromyografi. Metode for å registrere elektrisk aktivitet i muskelen (18).

Kalibrering – Sammenligning av et instrument mot en normal eller et annet instrument som er mer nøyaktig, for å bestemme avviket fra korrekt verdi. Kalibreringen kan også være sammenlignet mot et referansemateriale (19).

Quadriceps – Muskelgruppe bestående av rectus femoris, vastus lateralis, vastus medialis, vastus intermedialis. Muskelgruppen bøyer hoftelodd og ekstenderer kneledd.

Hamstrings – Muskelgruppe bestående av biceps femoris, semitendinosus, semimembranosus. Muskelgruppen ekstenderer hoftelodd og bøyer kneledd.

MVIC – Maksimal voluntary isometric contraction (maksimal frivillig isometrisk kontraksjon) (20).

1RM – En repetisjon maksimum (2). Det tyngste en person klarer å løfte eller flytte en gang i en bestemt øvelse.

Konsentrisk – en aktiv forkortning av muskelen (2).

Eksentrisk – muskelen forlenges mens den utvikler kraft, musklene bremser en bevegelse (2).

Kryssnakk – Uønsket signal fra en nærliggende muskel, som kan forstyrre målingen (21).

2.0 Teori

2.1 Elektromyografi (EMG)

EMG er en elektrodiagnostisk teknikk som måler den elektriske aktiviteten produsert av skjelettmuskulaturen (22). Metoden brukes for å diagnostisere medisinske abnormaliteter, for eksempel nevromuskulære sykdommer. Innen forskning brukes metoden til å undersøke muskelaktivering under ulike bevegelsesmønstre. EMG hvor elektrodene plasseres på huden over musklene er metoden som benyttes hyppigst innenfor forskning (18). Denne metoden er praktisk og gir lave kostnader. Innenfor medisin settes nålelektroder intramuskulært.

Ved elektromyografi benyttes minimum to elektroder (18). Disse registrer elektriske signaler i muskelen. Ved en muskelaksjon sendes aksjonspotensialer fra det sentrale nervesystemet til muskelen. Disse kan måles via huden over muskelen. Spenningsforskjellene som oppstår under muskelaksjonen registreres mellom elektrodene. Spenningsforskjellene varierer med graden av aktivering. Flere motoriske enheter rekruttert øker kraftutviklingen og aktiveringen. Dette øker spenningsforskjellene. Hvor høy grad av aktivering som registreres avhenger av elektrodens plassering. Elektrodene skal plasseres parallelt langs muskelfibrene i muskelen, og mellom muskelfestet og muskelens midtpunkt for størst signal (23).

2.2 Aktivering

Aktivering av en muskel handler om vår evne til å ta i bruk rett muskel til rett tid (2). Muskelaktiveringen korrelerer med kraften vi klarer å utvikle i en muskelgruppe. Antall motoriske enheter som rekrutteres samtidig er en viktig faktor for å yte muskelens fulle potensiale. En motorisk enhet er navnet på en nerve og de muskelfibrene denne nerven tar kontakt med som arbeidslag (7). Hvor mange motoriske enheter som rekrutteres samtidig er en viktig faktor for muskelstyrken. Det avgjør hvor mange muskelfibre som blir med i arbeidsbevegelsen. Flere muskelfibre rekruttert fører til mer kraft. Ved økt kraftutvikling vil fyringsfrekvensen i hver enkelt enhet økes.

2.2.1 Faktorer som påvirker aktiveringen

Tabell 1. Faktorer som påvirker muskelstyrken (2)

Muskel og skjelett	Sentralnervesystemet
Muskelgruppens tverrsnittareal <ul style="list-style-type: none"> • Antall muskelfibre • Fibrenes tverrsnittareal • Arkitektur (fysiologisk tverrsnittareal) 	Grad av aktivering <ul style="list-style-type: none"> • Antall motoriske enheter rekruttert • Fyringsfrekvens i de motoriske enhetene Koordinering og teknikk <ul style="list-style-type: none"> • Samspill mellom agonister • Samspill med antagonister • Samspill med synergister (flere ledd) • Muskelaksjon til riktig tid • God stabilisering av ledd • Optimal stilling i ledd
Fibertypesammensetning (kraft og hastighet)	
Muskellengde <ul style="list-style-type: none"> • Kraft og hastighet (antall sarkomerer i serie) • Kraft og muskellengde (i forhold til l_0) 	
Konsentrasjon av kontraktile proteiner	
Biomekaniske forhold <ul style="list-style-type: none"> • Indre momentarmer (utspring og feste, leddanatomi) • Ytre momentarmer (knokkellengde) 	

God koordinasjon og teknikk øker antall aktiverte motoriske enheter (7). Treningserfaring er derfor et viktig moment for muskelaktivering. Litt erfaring kreves for å oppnå full mobilisering av motoriske enheter. Et lengre opphold fra en spesifikk øvelse eller treningsform, vil kunne påvirke aktiveringen i negativ retning. Ved å begynne med trening igjen får man rask fremgang, fordi musklene og nervesystemet husker bevegelsesmønsteret.

Anatomien påvirker indre og ytre momentarm, og påvirker dermed muskelaktiveringen (2). Lengre knokkel øker den ytre momentarmen, avstanden mellom dreiemomentet (leddet) og den ytre belastningen. Kortere knokkel reduserer ytre momentarm, og belastningen på leddet blir mindre. Muskelen som beveger leddet vil derfor bli direkte påvirket av knokkellengden. En stor ytre momentarm krever høyere muskelaktivering enn en liten ytre momentarm.

Individer med kort femur kan holde seg oppreist i overkroppen under knebøy og splittknebøy (2). Dette gir en kort ytre momentarm til hofteldd og lang ytre momentarm til kneledd. Det fører til større muskelaktiveringen i quadriceps. På samme måte vil individer med lang femur ha en mer fremoverlent holdning i øvelsene. Anatomien gjør at hoftelddet føres lengre bak, derfor faller overkroppen frem. Dette aktiverer hamstring mer, fordi ytre momentarm til

hoftedeppet øker.

Flere faktorer kan føre til en fremoverlent overkropp, og økt hamstring aktivering. Svak kjernemuskulatur kan påvirke teknikken. Dette kan føre til at buktrykket ikke blir tilstrekkelig. Hoften kan da falle bak og overkroppen faller frem. Ved arbeid med tung belastning kan også lignende tilfeller forekomme. Det er observert at overkroppen kan falle frem under belastning tilsvarende 1RM (24). Redusert dorsalfleksjon i ankelleddet vil også gjøre at individet setter hoften lenger bak fordi bevegeligheten hindrer kneleddets bevegelse (25).

2.3 Quadriceps

Quadriceps er en muskelgruppe på fremside lår som består av fire muskler; musculus rectus femoris, musculus vastus lateralis, musculus vastus medialis og musculus vastus intermedius (26). Rectus femoris er den eneste muskelen i gruppen som flekterer hofteleddet ved kontraksjon. Den har utspring fra spina iliaca anterior inferior (tarmbensknuten) (27). De tre andre musklene springer ut fra ulike punkter på øvre del av femur og femurkondylen (26). Alle musklene strekker seg nedover femur, over kneleddet og har feste på tuberositas tibia (skinnebensknuten) (27). Hele muskelgruppen ekstenderer kneleddet ved kontraksjon. Ved bevegelse i kne- og hofteledd samtidig, endres ikke lengden på rectus femoris i stor grad. For eksempel ekstenderes hofte- og kneledd under konsentrisk fase av en knebøy. Muskelen forkortes da ved hofteledd, og ekstenderes ved kneledd. Aktiveringen av muskelen under slike øvelser blir dermed begrenset (26).

2.4 Hamstring

Hamstring er en muskelgruppe på baksiden av låret (26). Gruppen består av tre muskler; musculus biceps femoris, musculus semitendinosus og musculus semimembranosus. Musklene springer ut fra tuber ischiadicum (sitteknuten), nederst på bekkenet. Biceps femoris har feste på caput fibula, lateralt for kneet. Semitendinosus og semimembranosus har feste medialt for tuberositas tibia. Muskelgruppen samlet ekstenderer hoften, stabiliserer pelvis i sagittalplanet og flekterer kneet. Biceps femors roterer kneleddet utover, semitendinosus og semimembranosus rotere kneleddet innover.

Hele muskelgruppen går over hofteledd og kneledd (26). Av den grunn vil muskelen ekstenderes over hofteledd og forkortes over kneledd i den eksentriske fasen av en knebøy.

Motsatt vil muskelen ekstenderes over kneledd og forkortes over hofteledd i den konsentriske fasen. Dette gjør at muskelen er mindre aktiv under øvelser som aktiverer både hofte- og kneledd (28). Biceps femoris roterer kneet utover. Derfor kan aktiveringen øke i muskelen under ustabile øvelser, hvor knærne kan komme i valgus posisjon.

2.5 Knebøy

Knebøy er en øvelse hvor vi arbeider over tre ledd; hofteledd, kneledd og ankelledd (25). De viktigste musklene er quadriceps, hamstring og gluteusgruppen (4,25). Adduktorene, erector spinae (ryggstrekkerne) og bukmuskulaturen fungerer som støttemuskulatur.

Stangen plasseres nedenfor cervicalvirvel 7 (den virvelen som stikker tydelig ut fra de andre) (2). Føttene plasseres litt utenfor hoftebreddes avstand med tærne rotert skrått utover. Deretter puster man godt inn og aktiverer buktrykket for å stabilisere ryggspylen. Hoften føres bak og knærne bøyes ned til bunnposisjon. Offisielt godkjent dybde er hofte under overflaten av kneledd. I bunn skyver man opp med hele fotsålen og retter ut hoften på toppen. Brystet holdes høyt gjennom hele løftet. Knærne skal hele veien skyves utover slik at de går samme retning som tærne.

Det finnes ulike varianter av øvelsen. Når knebøy blir omtalt videre i teksten, refereres det til denne varianten.

2.6 Splittknebøy

Under øvelsen splittknebøy arbeider man over tre ledd; hofteledd, kneledd og ankelledd (25). De viktigste musklene er quadriceps, hamstring og gluteusgruppen. Adduktorene, erector spinae og bukmuskulaturen fungerer som støttemuskulatur.

Stangen plasseres samme sted som i knebøy (25). Ett bein føres et langt steg bak. Vekten skal beholdes på fremre fot, bakre fot holdes på tærne og fungerer som en støtte. Deretter puster man godt inn og aktiverer buktrykket. Begge knærne flekteres og hoften senkes til bakre kne berører bakken. I bunnposisjon skal fremre legg være tilnærmet vertikal. Fremre bein skyver opp til startposisjon. Brystet holdes høyt under hele løftet. Fremre kne skal alltid skyves utover og holdes over tær.

Det finnes ulike varianter av øvelsen. Når splittknebøy blir omtalt videre i teksten, refereres det til denne varianten.

3.0 Metode

Metodekapittelet har som hensikt å gi en oversiktlig redegjørelse for gjennomføringen. Dette gir mulighet for å kritisk kunne vurdere konklusjonen studiet har kommet frem til, samt reprodusere studiet. Resultatene fra metoden sammenlignes med eksisterende litteratur rundt temaet.

3.1 Metodevalg

Metoden tar for seg fremgangsmåten for å fremskaffe informasjon som kan besvare problemstillingen (29). Metodevalget tar utgangspunkt i problemstillingen for å kunne sikre valide data. Vi ønsker å finne den metoden som kan belyse spørsmålet på en faglig interessant måte.

Vi har valgt å gjennomføre et kvantitativt studie, herunder et tverrsnittstudie. Kvantitativ metode gir data i form av målbare enheter, som kan brukes til å foreta utregninger (29). Dette gir spesifikke holdbare data som egner seg for sammenligning innad i studiet, og eventuelt med tidligere eller fremtidige studier som ser på lignende problemer. Ved tverrsnittdesign undersøkes et antall forsøkspersoner gjennom en enkel måling per person (30). En ulempe er at resultatene ikke vil kunne ses i sammenheng med andre forhold eller årsaker. Designet er lite tidkrevende, enkelt og billig. Tverrsnittstudie egner seg derfor bra for oss, da vi har begrenset med ressurser, samt begrenset tid til gjennomføring.

3.1 Utvalg

Utvalget er basert på en bekvemmelighetsutvelgelse. Utvalget ble plukket ut ved å kontakte bekjente på studieretningen og arbeidsplassen. Utvalget besto av 13 friske og frivillige individer. 4 menn og 9 kvinner i alderen 21-31 år (gjennomsnitt \pm SD alder, 24 år \pm 2,9 år). Det var ingen frafall underveis. For deltagelse måtte deltagerne bli godkjent i henhold til inklusjons- og eksklusjonskriteriene.

3.1.1 Inklusjon- og eksklusjonskriterier

Deltagerne må være kjent med knebøy og splittknebøy i den grad at øvelsene har vært praktisert tidligere.

Individer som har, eller har hatt operasjon, sykdom eller smerter som påvirker underekstremiteter og rygg, eller tar medisiner blir ekskludert. Deltagerne må minimum klare belastningen til en olympisk stang, tilsvarende 20 kg, med godkjent teknikk. Deltagerne må bestå en balansetest og en bevegighetstest. Dette sikrer at redusert balanse eller mobilitet ikke påvirker teknikken, og dermed muskelaktiveringen.

Deltagerne må være minimum 18 år grunnet etiske hensyn. Hvis deltagerne oppfyller alle kriteriene ovenfor tar vi utgangspunkt i at de kan bli inkludert i studiet.

3.2 Etiske hensyn

Alle deltagerne fikk i forkant grunnleggende informasjon om testprosedyre og formålet med studiet. På testdagen signerte alle en samtykkeerklæring (vedlegg 1) før gjennomføringen startet. Samtykkeskjemaet informerte om bruk av data, skaderisiko og muligheten for å trekke seg fra studiet når som helst, uten å oppgi grunn.

3.3 Testprosedyre

Studiet ble gjennomført i løpet av 4 testdager på Høgskolen Kristiania. Deltagerne signerte samtykkeerklæringen (vedlegg 1) før studiet begynte.

3.3.1 Balanse- og mobilitetstest

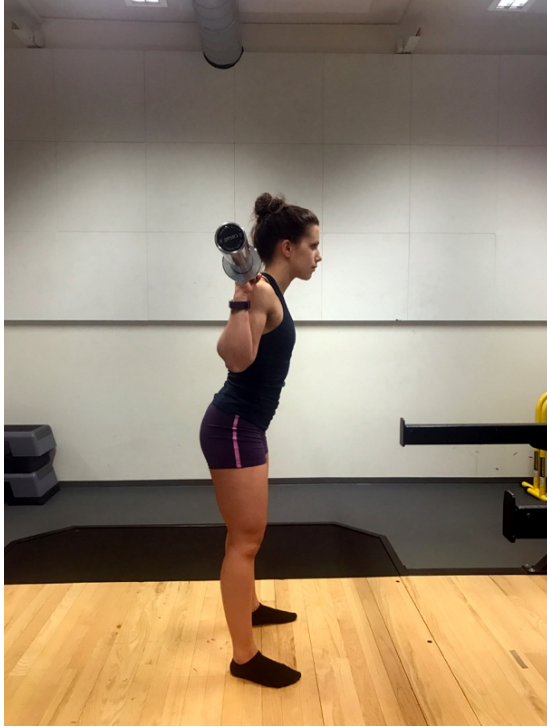
Testene for balanse og ankelmobilitet ble utført først. Under balansetesten måtte deltagerne stå på ett bein i minimum 30 sekunder. Det ble tegnet et kryss på veggen, og en teip ble plassert 5 meter unna hvor deltagerne skulle stå. Med blikket på krysset holdt de ett bein over gulvet i ønsket posisjon. Armene ble holdt i ønsket posisjon.

Ankelmobilitet ble testet ved at deltagerne sto med tærne inntil en vegg og førte kneet på samme ben til veggen. Kneet måtte treffe veggen med hælen i gulvet for å bestå. Dette ble utført en gang per ben. Alle deltagerne bestod begge tester.

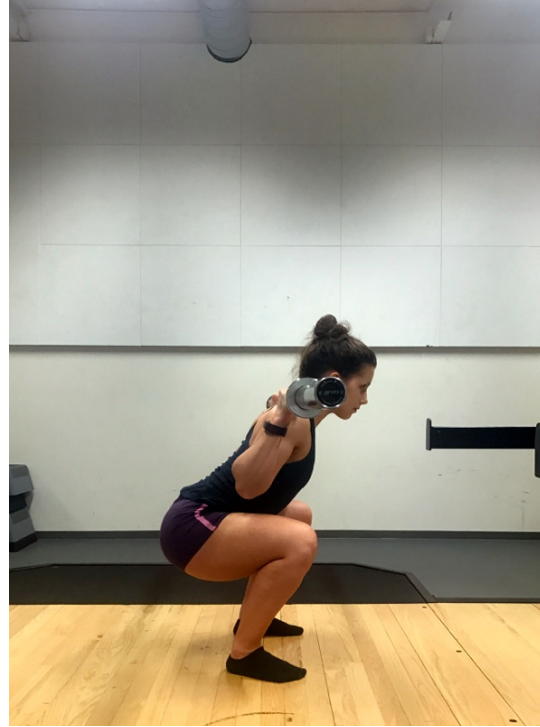
3.3.2 Teknikk under knebøy og splittknebøy

Under knebøy ble beina plassert en fotbredde utenfor skulderbreddes avstand. Vinkelen på føttene ble satt 30 grader fra nøytral posisjon. Når ønsket stilling var funnet ble

benplasseringen markert med teip. Deltagerne satte seg ned i knebøy til hoften var under knehøyde. En strikk ble spent opp og plassert under hoften. Deltagerne skulle treffe strikken i bunnposisjon for hver repetisjon under RM testing og analyse for godkjent dybde.



Figur 1a. Viser startposisjon i knebøy.



Figur 1b. Viser bunnposisjon i knebøy.

Deltageren utførte én repetisjon splittknebøy med stangen på nakken for å standardisere posisjonen. I bunnposisjon skulle fremre legg og bakre lår være vertikal. Når ønsket stilling var funnet ble plasseringen til fremre og bakre fot markert med teip. Bunnposisjon ble standardisert ved at bakre kne berørte gulvet.



Figur 2a. Viser startposisjon i splittknebøy.



Figur 2b. Viser bunnposisjon i splittknebøy.

3.3.3 EMG LommeLab

Studiet benyttet EMG LommeLab versjon 2 (Neck Graph AS) utviklet av Biomekanikk AS til å registrere muskelaktivering. EMG LommeLab er en tokenals EMG som måler muskelaktivering i frekvensområdet 10Hz til 480Hz og med en målefrekvens på 1kHz. Apparatet består av en forsterker med to kabler hvor elektrodene festes. Forsterkeren registrerer signalene fra elektrodene og sender dataene via bluetooth til EMG LommeLab på en Samsung tablet 3 (modell SM-T310) med Android versjon 4.4.2. Programvaren gir mulighet til å filme øvelsene under analysen med et HD kamera, 30 HZ bildefrekvens. Video og EMG analyse blir da synkronisert. Dette gir oss mulighet til å undersøke hvordan muskelaktivering endres med bevegelsen.

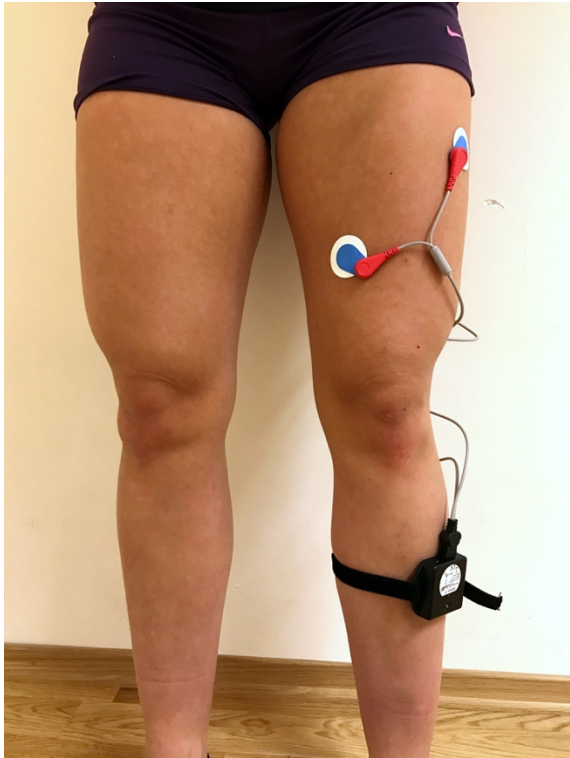
Programvaren tillater oss å velge bevegelseshastighet og forsterkning. Bevegelseshastigheten ble stilt inn på ”medium”. Dette er standard ved styrkeøvelser som knebøy, benkpress og bicepscurl. Forsterkning ble satt til 220 (lav) fordi store muskler ble undersøkt, og det elektriske signalet fra musklene er stort.



Figur 3a. Fremstilling av EMG LommeLab med tilhørende nettbrett.



Figur 3b. Skjerm bilde av EMG LommeLab.



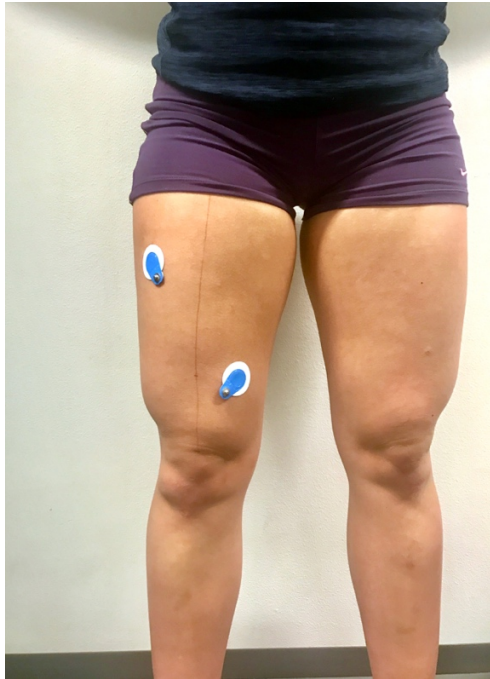
Figur 3c. Viser forsterker koblet til elektroder.

3.3.4 Elektrodeplassing

Etter testene ovenfor var gjennomført ble elektroder satt på. Ambu© Blue Sensor M singel Silver chloride ECG elektroder ble benyttet. Størrelsen på elektrodene var 40,8 mm x 34 mm (lengde x bredde). Elektrodene ble plassert på bakgrunn av tidligere anbefalinger og referanser (31). Anatomien til preparatene på anatomilaben ble studert for å finne referansepunkter for optimal elektrodeplassing. Deretter ble det gjort forsøk på testlederne for å finne en god tilnærming til plasseringen på preparatene.

For å måle aktivering ble elektrodene plassert på huden over quadriceps og hamstring. Femurlengde ble målt fra spina iliaca anterior superior til toppen av patella, en rett strek ble markert mellom punktene. Halvveis ned fra spina iliaca anterior superior og 1/12 lateralt ble en elektrode plassert på vastus lateralis. 2/3 ned fra spina iliaca anterior superior og 1/12 medialt en elektrode plassert på vastus medialis. Femurlengde på baksiden ble målt fra under gluteus til baksiden av patella. Dette punktet ble fastslått ved å bøye kneet og markere den dypeste gropen. En rett strek ble markert mellom punktene. 1/4 ned fra øverste merke ble en elektrode plassert på biceps femoris. 5/8 ned fra øverste merke og 1/12 medialt ble en

elektrode plassert på semitendinosus.



Figur 4a. Viser elektrodeplassering for quadriceps.



Figur 4b. Viser elektrodeplassering for hamstring.

3.3.5 1 repetisjon maksimum

En repetisjon maksimum (1 RM) måtte bestemmes i forkant av analysen da belastningen under analysen skulle være på en standardisert submaksimal belastning. Testing av 2-7 RM ble utført for å kunne estimere 1 RM. 1 RM ble estimert med applikasjonen One Rep Max versjon 1.2.1 (AJ DevMonkeys 2016). På denne måten ble skaderisiko som kan oppstå ved tunge løft minimert.

3.3.6 Kalibrering

For å kunne sammenligne EMG aktivering i den samme muskelen mellom ulike individer, må aktiveringen normaliseres for å finne en referanseverdi (20). Derfor gjennomføres en kalibrering i forkant av EMG analysen. På denne måten registreres muskelaktiveringen under analysen i prosent av referanseverdien. Ulike metoder kan brukes for å kalibrere aktiveringen, MVIC (maximal voluntary isometric contraction) ble valgt i dette studiet.

Studiet sammenligner hamstring og quadriceps. Øvelsene legextension og legcurl anbefales for kalibrering av disse muskelgruppene (20). Kalibreringsfunksjonen til EMG LommeLab gir kun mulighet for én kalibrering, denne varer i 20 sekunder. Begge muskelgrupper måtte derfor kalibreres samtidig, og disse øvelsene kunne ikke benyttes. Et 45 graders benpress

apparat (Matrix G3-PL70) gjorde det mulig å kalibrere begge muskelgrupper samtidig, og ble derfor benyttet. Deltagerne satt i apparatet med 90 grader i hofte- og kneledd. Denne posisjonen ble valgt for å unngå for stor bøy over hofte- og kneledd, noe som ville gitt stor strekk på musklene. Mye strekk på muskelen gjør det vanskelig å produsere kraft (2). Den valgte posisjonen ga gode betingelser for kraftutvikling i begge muskelgrupper.

En belastning større enn deltagerens maksimal kraft ble tilført apparatet for å kunne skape en isometrisk kontraksjon. Deltagerne ble instruert til å utvikle maksimal kraft i lårmuskulaturen ved å skyve fotsålen inn i platen på apparatet.

3.3.7 Gjennomføring

Deltagerne ankom Høgskolen Kristiania til individuelt oppsatt tidspunkt. Tester for mobilitet og balanse ble så utført. Elektrodeplassing ble målt opp og markert. Deretter ble elektrodene plassert. Området ble vasket med antibakteriell såpe. Mannlige deltagere ble også barbert med engangshøvel på områdene.

Vi begynte med RM test for knebøy og splittknebøy. Beinstilling og dybde ble målt og merket opp. Deltagerne utførte noen oppvarmingssett med lettere vekter. Belastningen økte jevnlig med gode pauser mellom hvert sett frem til en belastning tilsvarende 2-7 RM ble funnet. Etter RM-testene ble EMG forsterkeren koblet til elektrodene, og festet med borrelåsreimer rundt leggen. Kalibreringen ble så gjennomført.

Deltagerne fikk en pause på 15 minutter etter kalibreringen før analysen. Analysen ble gjennomført med 8 repetisjoner på 60% av 1RM. Deltagerne skulle følge et bestemt tempo tilsvarende 2 sekunder i eksentrisk og konsentrisk fase. Testleder 2 filmet i sagittalplan og formidlet tempo. Testleder 1 kontrollerte repetisjoner underveis og motiverte deltager. Deretter fikk deltageren en ny pause på 10 minutter før analyse av splittknebøy. Denne ble gjennomført på samme måte som knebøy.

3.4 Behandling av data

Dataene ble lest fra EMG LommeLab og registrert i Microsoft Excel 2016. En verdi på muskelaktivering i hamstring og quadriceps ble notert for hvert tiendedels sekund. Data fra repetisjon 4-7 hos hver testperson ble brukt. De første repetisjonene ble ekskludert fordi deltagerne brukte tid på å finne riktig tempo. Siste repetisjon ble også ekskludert fordi flere deltagere ikke hadde en markert avslutning før de bevegde seg ut av posisjon.

3.5 Analyse av data

Analysen startet med å regne ut gjennomsnitt av gjennomsnittsaktivering per person. Gjennomsnitt for hver øvelse og hver muskelgruppe med standardavvik ble regnet ut (tabell 2). Dataene ble overført til IBM SPSS 21.0 for å undersøke normalfordeling. Videre ble gjennomsnittsverdiene eksportert til Prism versjon 7 2017 (GraphPad Software). Med normalfordelte data kunne en parametriske test benyttes til analyse. Enveis variansanalyse (one-way ANOVA) med signifikans nivå $p < 0,05$ og konfidensintervall 95% ble utført. Grafer ble fremstilt i Prism for presentasjon av resultatene.

3.6 Reliabilitet og validitet

Ved kvantitative undersøkelser må man ta hensyn til to viktige forhold; reliabilitet og validitet (32,33). Reliabilitet betyr pålitelighet, målingene må utføres korrekt (29). Studiet skal kunne gjennomføres flere ganger av ulike testledere og gi samme resultat (32). Ved at hver testperson hadde bestemte oppgaver ble reliabiliteten i studiet ivaretatt. Testleder 1 målte opp elektrodeplassering og plasserte elektrodene på alle testpersonene. Testleder 2 standardiserte dybde og beinstilling i øvelsene. Måleinstrumentet ble ikke testet for reliabilitet. Vi kan derfor ikke si noe om instrumentets evne til å gi reproducerbare resultater.

Validitet betyr relevans og gyldighet, det som måles må ha relevans og være gyldig for problemet som skal undersøkes (29). Validitet innebærer at det som skal måles, er det man har som hensikt å måle (33). Vår målemetode målte muskelaktivering, og var dermed relevant til det vi ønsket å undersøke. Vi skiller mellom intern og ekstern validitet. Intern validitet handler om at testpersonene er behandlet likt og at testledernes mening ikke har påvirket behandling av data eller gjennomføring. Ekstern validitet tar for seg hvorvidt dataene til utvalget kan generaliseres til en større populasjon. Vårt studie bestod av 13 deltagere, alle var relativt godt trent og det var ujevn fordeling mellom kjønn. Dermed kan resultatene i liten grad generaliseres.

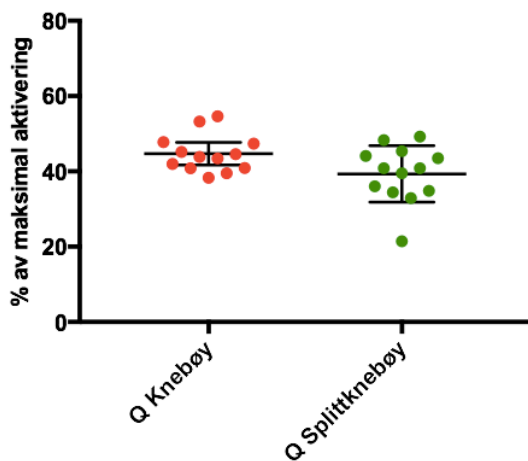
4.0 Resultat

Tabell 2. Viser den gjennomsnittlige aktiveringen i prosent med standardavvik og p-verdi analysert med enveis variansanalyse.

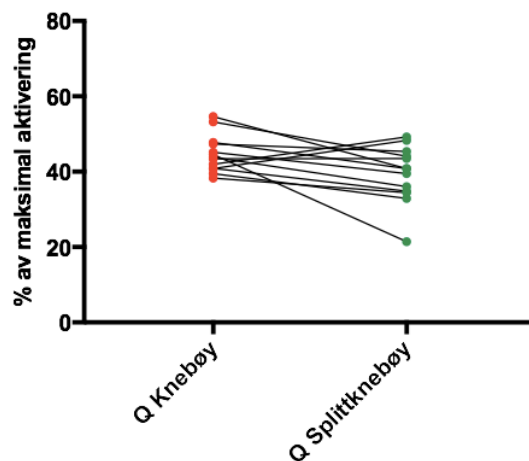
Muskelgruppe	Knebøy	Splittknebøy	P-verdi	Signifikant forskjell
Gjennomsnitts- aktivering i quadriceps	44,73% (SD 4,77)	39,32% (SD 7,21)	0,0640	Nei
Gjennomsnitts- aktivering i hamstring	32,29% (SD 11,1)	43,71% (SD 9,95)	0,0367	Ja

4.1 Gjennomsnittlig aktivering

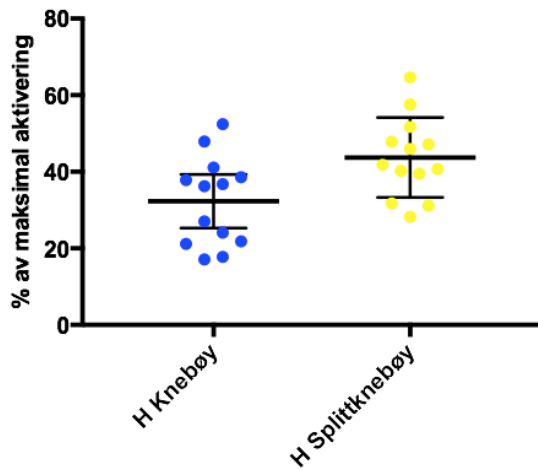
Analysen viser ingen signifikant forskjell mellom gjennomsnittlig aktivering av quadriceps i knebøy og splittknebøy ($p=0,0640$) (figur 5a). Analysen viser en signifikant forskjell mellom gjennomsnittlig aktivering av hamstring i knebøy og splittknebøy ($p=0,0367$) (figur 6a).



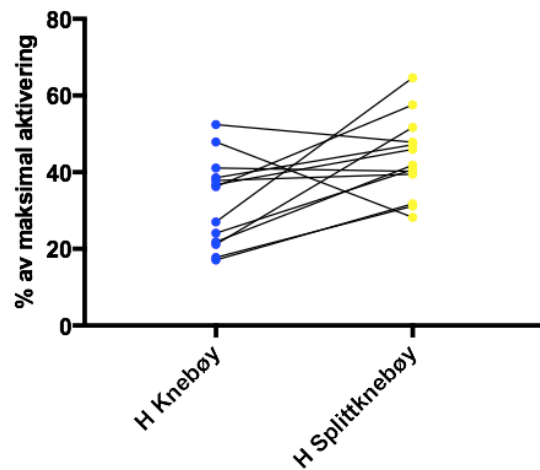
Figur 5a. Viser gjennomsnittlig aktivering i % for quadriceps under knebøy og splittknebøy med 95% konfidensintervall.



Figur 5b. Viser endring i aktivering av quadriceps hos hver testperson



Figur 6a. Viser gjennomsnittlig aktivering i % for hamstring under knebøy og splittknebøy med 95% konfidensintervall.



Figur 6b. Viser endring i aktivering av quadriceps hos hver testperson

5.0 Diskusjon

5.1 Våre funn

Det ble observert en signifikant forskjell i gjennomsnittlig aktivering av hamstring mellom øvelsene ($p=0,0367$). Det ble ikke observert signifikant forskjell i aktivering av quadriceps mellom øvelsene ($p=0,0640$). Denne p-verdien er relativt nærme en signifikant forskjell. Mennesker er ulike, genetikk og miljø er eksempler på faktorer som gjør oss forskjellige, og kan potensielt påvirke resultatene i ethvert studie. 13 kandidater innenfor et studie på mennesker vil derfor ikke være tilstrekkelig for generaliserbare resultater. Et høyere antall deltagere ville gjort studien mer generaliserbar, i tillegg kunne dette potensielt forandret p-verdien og gjort forskjellen signifikant. Dette kunne også påvirket resultatene i motsatt retning. Der vi har funnet en signifikant forskjell, kunne flere deltagere gitt oss andre resultater.

Når to og to grupper sammenlignes hver for seg kunne det tenkes at en paret t-test ville vært passende til analysen (34). Hadde vi gjennomført en paret t-test ville p-verdien for quadriceps blitt 0,0325. Dette tilsvarer en signifikant forskjell. En t-test tar ikke hensyn til at mer enn to grupper som skal undersøkes totalt. Det blir en utfordring i dette studiet. Med en t-test måtte vi gjennomført to analyser; en per muskelgruppe (35). Flere analyser med samme data øker sjansen for feil underveis, og resultatet blir unøyaktig. I tillegg øker p-verdien med antall

grupper som sammenlignes, da vil en t-test muligens vise signifikante forskjeller selv om det egentlig ikke er det. En variansanalyse justerer for alle gruppene. Derfor kreves en større differanse mellom gruppene for å få en signifikant forskjell.

En metodefeil ble gjort knyttet til elektrodeplasseringen, hvor elektrodene ble plassert med for stort mellomrom, og ikke i henhold til anbefalt standard (20,23,31). For å kunne fange opp aksjonspotensialer mest mulig presist, skal elektrodene være plassert langs muskelfibrene i muskelen. Vår oppfatning var at vi kunne registrere fra hele quadriceps og hamstring om elektrodene ble plassert med større avstand. Vi ser i ettertid at dette burde vært gjort annerledes, men nye analyser var ikke mulig. Det er vanskelig å vurdere i hvilken grad denne feilen har påvirket resultatet. Ettersom vi hadde gode signaler kan det virke som EMG elektrodene er så sensitive at vi likevel har fått representative målinger som gjenspeiler aktiviteten i de aktuelle musklene. Nye analyser bør imidlertid gjøres med korrekt elektrodeplassering før en endelig konklusjon kan trekkes.

Kryssnakk er en feilkilde som oppstår ved overflatemyogram. Det er vanskelig for elektrodene å oppfatte signaler fra én enkelt muskel uten i tillegg å registrere signaler fra muskler rundt. Kryssnakk er mer aktuelt ved undersøkelse av små dyptliggende muskler. En faktor som kan påvirke kryssnakk i store overflatemusklene er hovedsakelig elektrodeplassering og elektrodetype. Med vår elektrodeplassering har kryssnakk oppstått i stor grad. Elektrodene fanget opp signaler fra muskler rundt, noe som ikke nødvendigvis har bidratt negativt. Kryssnakk har bidratt til at signaler fra hele muskelgruppen ble registrert. Dette er sannsynligvis årsaken til den registrerte aktiveringen, som ga oss muligheten til å sammenligne dataene. Ved en ny gjennomføring ville vi plassert to elektroder på hver muskel for å få reelle resultater. Da ville vi plassert to elektroder på vastus lateralis og to elektroder på biceps femoris. Dette ville sannsynligvis gi andre resultater.

Den valgte kalibreringsmetoden var lite egnet for noen av testpersonene, da det var problematisk å få god aktivering i hamstring. Dette gjorde det vanskelig å sammenligne testpersonene som en gruppe med denne kalibreringen. Derfor valgte vi å registrere rådataene, og bruke høyeste registrerte aktivering til å regne om dataene til prosent. Dette kan by på feilkilder, fordi dette potensielt ikke er muskelens maksimale aktivering. Siden samme metode er brukt på alle deltagerne, er alle tall regnet ut fra samme grunnlag. Dette gjør at resultatene likevel kan være representative.

Kalibreringsmetoden burde vært testet ut bedre i forkant, da kunne vi utforsket andre metoder å gjennomføre kalibreringen med. Et alternativ kunne vært å bruke RM-testingen til kalibrering, dette kunne gitt bedre forutsetninger for maksimal aktivering. Et annet alternativ hadde vært å gjennomføre analysen på to ulike dager. Da kunne vi kalibrert muskelgruppene hver for seg, og mest sannsynlig fått et mer nøyaktig resultat. På en annen side måtte vi da hatt mer erfaring med elektrodeplassing for å plassere disse på samme sted begge dager. I tillegg kunne dagsform til deltagerne blitt en påvirkende faktor, samt tekniske aspekter som benplassering og stangplassering under øvelsen. Denne metoden kunne dermed bydd på andre feilkilder. Likevel er det ikke sikkert dette hadde vært av betydning siden det er muskelgruppene som sammenlignes, og ikke øvelsene. Disse eventuelle feilkildene hadde primært påvirket øvelsene. Elektrodeplassing har også påvirket kalibreringen. Dette kan ha vært årsaken til at den valgte metoden ikke fungerte. Ved rett elektrodeplassing kunne kalibreringen gitt god aktivering i begge muskelgrupper, og denne kunne blitt brukt som referanse under analysen.

Deltagerne i studiet hadde varierende grad av treningserfaring. Noen hadde lite erfaring med øvelsene vi undersøkte, andre hadde trent øvelsene hyppig. Vi observerte at deltakerne med mindre treningserfaring fikk lavere muskelaktivering under splittknebøy enn de med mer treningserfaring. Vi så at disse brukte kraft fra det bakre benet i den konsentriske fasen av øvelsen. Dette kan ha medført at mindre kraft fra det fremre benet ble brukt, og kan være en årsak til lavere aktivering. Vi observerte også at disse deltagerne fikk mindre quadriceps aktivering enn deltagerne med mer erfaring. Mindre erfaring med øvelsen kan være en årsak til disse observasjonene. Evnen til samarbeid mellom agonister, synergister og antagonister kan påvirke kraftutviklingen i en muskelaksjon (2). Man har sett at denne evnen til samarbeid mellom musklene er lavere hos utrente personer. Endringer innenfor dette vil bli betegnet som forbedring av teknikk. Hvor viktig dette er for kraftutviklingen, øker med hvor kompleks bevegelsen er. Siden splittknebøy er en kompleks øvelse, er det sannsynlig at disse faktorene er av betydning for den ujevne vektfordelingen mellom beina hos deltakerne med mindre treningserfaring.

Vi observerte også at kurven for hamstring og quadriceps var nærmere hverandre under knebøy hos deltagerne med mindre treningserfaring. Hos deltagerne med mer erfaring var quadriceps klart dominant, aktiveringen var større enn i hamstring. Vi antar det er mindre

sannsynlig at disse deltagerne rekrutterte mer av hamstring, men de kan ha rekruttert mindre av quadriceps. Mindre erfaring innenfor øvelsen kan påvirke teknikken, det kan ha resultert i mindre aktivering i den viktigste muskelgruppen (2). Dette blir spekulasjoner, men det hadde vært interessant å gjennomføre samme studie med en gruppe deltagere med lik treningserfaring. Vi hadde muligens ikke funnet disse variasjonene da. På en annen side kan det være individuelle forskjeller vi hadde funnet uansett. Det kan være tilfeldig at vi så dette hos de med mindre erfaring. Siden vi observerte at lite treningserfaring påvirket aktiveringen under begge øvelser, kan dette ha påvirket øvelsene i lik grad og er muligens ikke av betydning. Dermed kan resultatene være representative likevel. Hvis alle hadde lik erfaring med øvelsene, kunne likevel tvil rundt flere av disse faktorene blitt eliminert. I slike studier, hvor komplekse bevegelser som involverer store muskelgrupper over flere ledd undersøkes, vil derfor lik treningserfaring hos testpersonene sannsynligvis gi mer korrekte resultater ved sammenligning.

Alle deltakere gjennomførte RM-testingen i selvvalgt tempo. Under analysen bestemte vi tempo, og telte dem gjennom hver repetisjon slik at det skulle bli likt hos alle. Likevel hadde flere av deltakerne problemer med å følge tempoet. Dette resulterte i at tempoet varierte mellom hver deltaker. Alle deltakerne gjennomførte analysen på 60% av 1RM. Siden belastningen var lik, kan variansen i tempo ha påvirket aktiveringen. Økt akselerasjon krever mer kraft (2). På grunn av dette kan det ha forekommet høyere aktivering hos de som gjennomførte øvelsene med et raskere tempo. I tillegg så vi at raskere tempo under den konsentriske fasen gjorde øvelsen mer ubalansert, særlig under splittknebøy. Dette resulterte i en mindre jevn kurve hos noen av deltagerne, og det kan diskuteres om kurven hadde sett annerledes ut om deltagerne hadde gjennomført øvelsen i det angitte tempoet. Det er usikkert hvor mye dette har påvirket resultatet, men til en annen gang burde analysen bli gjennomført på nytt hvis tempo ikke var fulgt. Selv om dette ikke hadde endret resultatet, ville usikkerheten rundt temaet blitt fjernet.

RM testing og analyse ble gjennomført på samme dag, i løpet av ca. to timer. Hakkinen 1994 målte muskelaktivering i quadriceps før, under og etter knebøy med 10 sett av 10 repetisjoner på 70% av 1RM (36). Maksimal kraft returnerte etter to timer til en dag med restitusjon. Menn brukte lengre tid på å restituere enn kvinner. På bakgrunn av dette kan deltagerne i vårt studie ha opplevd noe muskeltretthet under analysen. På grunn av individuelle forskjeller og ulik treningserfaring kan restitusjonstiden variere mellom deltagerne. Da tiden fra RM testing

til analysen var kort kan derfor noen deltagere ha vært mer utmattede under analysen enn andre. Deltagerne med mer utmattelse i muskulaturen kan derfor ha fått høyere muskelaktivering. På en annen side kan denne gjennomføringen ha resultert i at alle deltagerne opplevde like mye muskeltretthet under analysen, og dette har dermed ikke påvirket resultatene. I tillegg ble få repetisjoner gjennomført, det er derfor lite sannsynlig at betydelig muskeltretthet har oppstått. For å fjerne problemstillinger rundt muskelutmattelse ville likevel det optimale være å gjennomføre RM testingen én dag, og analysen en annen dag.

Deltagerne i vårt studie var av ulike kjønn (4 menn, 9 kvinner), og ulik størrelse. Individuelle forskjeller innenfor anatomi hos deltagerne kan være en faktor av betydning for resultatet. Anatomien vil kunne påvirke indre og ytre momentarm og dermed påvirke muskelaktiveringen (2). Vi kan derfor tenke at deltagerne med lang femur fikk større aktivering i hamstring, og deltagerne med kort femur fikk større aktivering i quadriceps. Individuelle forskjeller innenfor anatomi er noe som eksisterer hos alle, et studie som ikke justerer for dette vil derfor være representativt for en større populasjon.

5.2 Funn satt opp mot litteratur

McCurdy et al 2010 undersøkte aktivering av rectus femoris, biceps femoris og gluteus medius under knebøy og splittknebøy med bakre fot hevet (modified single leg squat) (15). De fant større aktivering av hamstring, og mindre aktivering av quadriceps under splittknebøy. Dette støtter våre funn. Teorien er at en mer ustabil bevegelse resulterer i større aktivering av hamstring. Dette støtter Youdas et al 2007, som undersøkte aktivering av hamstring og quadriceps under en splittknebøy (single-limb squat) på en stabil og ustabil overflate (37). En ustabil overflate kan gjøre at kneet går inn i valgus, og hamstring må aktiveres for å flytte kneet tilbake mot en varus posisjon. Det samme så vi under vårt studie, hvor hamstring til en viss grad var aktiv under hele bevegelsen. Aktiveringen av quadriceps var bare høy enkelte steder. Dette vitner om at hamstring må aktiveres for stabilisering av kneet under hele bevegelsen. Quadriceps har bare høy aktivering under de områdene av bevegelsen hvor belastningen er størst. Besier et al 2003 konkluderte med at biceps femoris er aktiv for å forhindre intern rotasjon av kneet, og for å produsere ekstern rotasjon (38). Disse teoriene kan forklare hvorfor vi ser en jevn høy aktivering av hamstring under splittknebøy sammenlignet med knebøy. Likevel trengs det flere studier på spesifikke aktiveringsmønstre

av hamstring med analyse av valgus/varus og intern/ekstern rotasjon av kne under varianter av splittknebøy.

McCurdy et al 2010 fant høyere quadriceps aktivering under knebøy (15). Lav aktivering av hamstring under denne øvelsen kan forklares med at hamstring opptrer som en antagonist under samtidig hofte- og kneekstensjon. Derfor hemmes hamstring under bevegelsen, og aktiveringen blir lav. Under knebøy arbeider vi mer stabilt, og utgangspunktet for aktivering av quadriceps blir bedre. Det samme så vi i vårt studie. Dette gir et større potensiale for å produsere kraft under ekstensjon av kneet. En stabil øvelse eliminerer i stor grad valgus av kneet, hamstring må dermed ikke jobbe stabiliserende under øvelsen. Anderson og Behm 2005 fant signifikant lavere quadriceps aktivering under knebøy utført på en ustabil overflate sammenlignet med knebøy utført på en stabil overflate (39). Hamstring aktiveringen var høyere, men ikke signifikant, under øvelsen utført på ustabil overflate. Dette bekrefter igjen teorien om at ustabile betingelser resulterer i økt hamstring aktivering og redusert quadriceps aktivering, slik vi også så hos våre deltagere.

Stuart et al 1996 sammenlignet quadriceps og hamstring aktivering under utfall og knebøy (40). Det forekom høyere aktivering i begge muskelgruppene under utfall. Her var samme belastning brukt under begge øvelser. Hefzy et al 1997 så at 75% av belastningen var plassert på fremre fot under en utfallsøvelse (41). Den relative intensiteten blir altså høyere under utfall enn knebøy med samme belastning. Dette kan forklare hvorfor Stuart et al fant større quadriceps aktivering under utfall (40). Andre studier sammenligner øvelsene uten ekstra belastning, det gjør det vanskelig å sammenligne resultatene med våre (37,42). For å kunne sammenligne øvelsene burde den relative intensiteten være lik under begge øvelser. Vårt studie brukte samme relative belastning under knebøy og splittknebøy, noe som styrker studiet.

5.3 Styrker og svakheter

De fleste studiene gjort på muskelaktivering tidligere har sett på kvinner eller menn (15,39,43,44). Utvalget i dette studiet inkluderer både kvinner og menn, dette styrker studiet. Metoden er nøyaktig beskrevet og gjennomført. Måleapparat, elektrodeplassering, øvelser, rekkefølge av gjennomføring, datainnsamling og analyse av data er beskrevet i detalj. Dette styrker oppgavens reliabilitet ved at det er mulig å reprodusere studiet med samme metode.

Dette studiet hadde som hensikt å måle muskelaktivering. Måleapparatet brukt i studiet er designet for å måle dette. Elektrodeplasseringen har derimot medført at musklene vi ønsket å måle ikke ble målt på rett måte. Vi kan derfor si lite om hvor reelle dataene er. Dette har svekket studiets validitet. Strengt inklusjonskriterier eliminerer faktorer som kunne påvirket resultatene. Protokollen ble fulgt på samme måte for alle deltagerne. Slik har ikke testledernes mening kunnet påvirke gjennomføring av studiet. Alle deltagerne fikk et ID-nummer ved innsamling av data. Dette gjorde dem anonyme, og bekjentskap til deltagerne påvirket ikke behandling av data. Testledernes forventninger til resultat påvirket ikke behandling av data. Dette styrker oppgavens interne validitet.

Ujevnt forhold mellom menn og kvinner svekker studiet. Studiet inkluderte flere kvinner (9) enn menn (4). Dette gjør at resultatene ikke er like representative for begge kjønn. Få testpersoner påvirker studiets evne til generalisering. I tillegg var deltagerne i alderen 21-31 år, majoriteten var også helsestudenter ved Høgskolen Kristiania. Dette gjør resultatene lite overførbare til andre populasjoner, den eksterne validiteten i studiet blir svak.

6.0 Konklusjon

Studiet viste ingen signifikant forskjell i gjennomsnittlig aktivering av quadriceps mellom knebøy og splittknebøy. Studiet viste en signifikant forskjell i gjennomsnittlig aktivering av hamstring mellom knebøy og splittknebøy. På bakgrunn av dette vil begge øvelser være like gode for å trene quadriceps. Ved trening av hamstring vil splittknebøy være den mest effektive øvelsen.

Referanseliste

1. Johannessen M. Styrketrening [Internett]. NHI.no. [sitert 28. februar 2017]. Tilgjengelig på: <http://nhi.no/trening/treningsrad/ulike-typer-trening/styrketrening-18381.html>
2. Raastad T, Paulsen G, Refsnes PE, Rønnestad BR, Wisnes AR. Styrketrening - i teori og praksis. 1. utgave. Oslo: Gyldendal undervisning; 2013. 560 s.
3. Bahr R red. Aktivitetshåndboken. 3. utgave. Oslo: Fagbokforlaget; 2015. 624 s.
4. Christiansen B, Norum M. Sterkere - fra trent til veltrent. 1. utgave. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS 2017; 2017. 296 s.
5. Olympiatoppen. Teori [Internett]. [sitert 9. mars 2017]. Tilgjengelig på: http://www.olympiatoppen.no/fagomraader/trening/teknikkmotorikk/fagstoff/hovedfagsoppgave_basistrening/teori/page624.html
6. Olympiatoppen. Bein [Internett]. [sitert 9. mars 2017]. Tilgjengelig på: <http://www.olympiatoppen.no/fagomraader/trening/styrke/fagstoff/styrketreningsovelser/page980.html>
7. Gjerset A, Holmstad P, Raastad T, Haugen K, Giske R. Treningslære. 4. utgave. Oslo: Gyldendal undervisning; 2012. 592 s.
8. Okkelmo S. Veien til veltrente bein [Internett]. KK.no. [sitert 9. mars 2017]. Tilgjengelig på: <http://www.kk.no/trening/veien-til-veltrente-bein-25406>
9. G Norevik A. Slik får du stram rumpe og veltrente bein [Internett]. Nettavisen. [sitert 9. mars 2017]. Tilgjengelig på: <http://www.nettavisen.no/nyheter/slik-far-du-stram-rumpe-og-veltrente-bein/3586993.html>
10. Lande T. Hvorfor er trening av bein så viktig? [Internett]. [sitert 9. mars 2017]. Tilgjengelig på: <http://evolution.evofitness.no/2015/3/2/hvorfor-er-trening-av-bein-sa-viktig/>
11. Hoel C. 6 øvelser som gir skikkelig sprettrumpe [Internett]. [sitert 9. mars 2017]. Tilgjengelig på: <http://fitnessbloggen.no/sprettrumpe-6-ovelses-og-4-ukers-treningsprogram/>
12. Danborg K, U. Larsen J. Treningsprogram som gir sterke ben [Internett]. 2015 [sitert 9. mars 2017]. Tilgjengelig på: <http://aktivtrening.com/trening/styrketrening/treningsprogram-styrke/styrkeskolen-del-3-sterke-ben>
13. Meny.no. Beinøvelser [Internett]. [sitert 9. mars 2017]. Tilgjengelig på: <https://meny.no/Kampanjer/SportyMeny/Ovelser/Bein/>
14. Elander C. Styrkeøvelser for bein [Internett]. Cornelis Elander Hollywoodtreneren. 2014 [sitert 9. mars 2017]. Tilgjengelig på: <http://corneliselanders.com/2014/02/06/styrkeovelses-ben/>
15. McCurdy K, O’Kelly E, Kutz M, Langford G, Ernest J, Torres M. Comparison of Lower Extremity EMG Between the 2-Leg Squat and Modified Single-Leg Squat in Female

Athletes. *J Sport Rehabil.* 2010;19(1):57–70.

16. DeForest BA, Cantrell GS, Schilling BK. Muscle Activity in Single- vs. Double-Leg Squats. *Int J Exerc Sci.* 1. oktober 2014;7(4):302–310.

17. Willson JD, Ireland ML, Davis IS. Core Strength and Lower Extremity Alignment during Single Leg Squat. *Med Sci Sport Exerc.* 2006;38(5):945–952.

18. Jansen J. elektromyografi. I: Store medisinske leksikon [Internett]. 2016 [sitert 6. mars 2017]. Tilgjengelig på: <http://sml.snl.no/elektromyografi>

19. Halbo L. kalibrering. I: Store norske leksikon [Internett]. 2014 [sitert 18. april 2017]. Tilgjengelig på: <http://snl.no/kalibrering>

20. Halaki M, Ginn K. 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. 1. utgave. InTech; 2012. s. 175–194.

21. Eleftherios K. Quantification of Quadriceps and Hamstring Antagonist Activity. *Sports Med.* 1998;25(1):37–62.

22. EMG og nevrografi [Internett]. NHI.no. [sitert 5. februar 2017]. Tilgjengelig på: <http://nhi.no/pasienthandboka/sykdommer/hjerne-nervesystem/emg-og-nevrografi-4629.html>

23. Biomekanikk AS. EMG LommeLab [Internett]. [sitert 6. april 2017]. Tilgjengelig på: <http://www.biomekanikk.no/index.php/produkter/lommelab-emg-video-gyroskop>

24. Wretenberg P, Feng Y, Arborelius UP. High- and Low-bar Squatting Techniques During Weight-training. *Med Sci Sport Exerc.* 1996;28(2):218–224.

25. Delavier F. *Strength Training Anatomy*. 3. utgave. Paris: Éditions Vigot; 2010. 192 s.

26. Gilroy AM, R. Mac Pherson B, M. Ross L. *Atlas of Anatomy*. 2. New York: Thieme Medical Publisher, Inc.; 2009. 712 s.

27. Holck P. Quadriceps. I: Store medisinske leksikon [Internett]. 2015 [sitert 8. mars 2017]. Tilgjengelig på: <http://sml.snl.no/quadriceps>

28. Contreras B, Vigotsky AD, Schoenfeld BJ, Beardsley C, Cronin J. A Comparison of Gluteus Maximus, Biceps Femoris, and Vastus Lateralis Electromyography Amplitude in the Parallel, Full, and Front Squat Variations in Resistance-Trained Females. *J Appl Biomech.* februar 2016;32(1):16–22.

29. Dalland O. *Metode og oppgaveskriving*. 5. utgave. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS 2012; 2014. 257 s.

30. Drageset S, Ellingsen S. Forståelse av kvantitativ helseforskning - en introduksjon og oversikt. *Nord Tidsskr Helseforskning.* 2009;5(2):100–113.

31. SENIAM [Internett]. [sitert 27. mars 2017]. Tilgjengelig på: <http://seniam.org/>
32. Thurén T. Vitenskapsteori for nybegynnere. 2. utgave. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS 2009; 2012. 204 s.
33. Aalen OO, Frigessi A, Moger TA, Scheel I, Skovlund E, Veierød MB. Statistiske metoder i medisin og helsefag. 1. utgave. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS 2006; 2013. 335 s.
34. Hammervold R. En kort innføring i SPSS. 2. utgave. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag; 2012. 161 s.
35. Institutt for biovitenskap. Litt statistikk. [Internett]. [sitert 2. april 2017]. Tilgjengelig på: <http://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/matematikk/stat.html#middeltall>
36. Hakkinen K. Neuromuscular fatigue in males and females during strenuous heavy resistance loading. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 1994;34(4):205–214.
37. Youdas JW, Hollman JH, Hitchcock JR, Hoyme GJ, Johansen JJ. Comparison of Hamstring and Quadriceps Femoris Electromyographic Activity Between Men and Women During a Single-Limb Squat on Both a Stumble and Labile Surface. *J Strength Cond Res*. 2007;21(1):105–111.
38. Besier TF, Lloyd DG, Ackland TR. Muscle activation strategies at the knee during running and cutting maneuvers. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(1):119–127.
39. Anderson K, Behm DG. Trunk Muscle Activity Increases With Unstable Squat Movements. *Can J Appl Physiol*. februar 2005;30(1):33–45.
40. Stuart M, Meglan D, Lutz G, Growney E, An K. Comparison of intersegmental tibiofemoral joint forces and muscle activity during various closed kinetic chain exercises. *Am J Sports Med*. 1996;24(6):792–799.
41. Hefzy MS, Al Khazim M, Harrison L. Co-Activation of the Hamstrings and Quadriceps During the Lunge Exercise. *Biomed Sci Instrum*. 1997;33:360–365.
42. Ayotte NW, Stetts D, Keenan G, Greenway EH. Electromyographical Analysis of Selected Lower Extremity Muscles During 5 Unilateral Weight-Bearing Exercises. *J Orthop Sport Phys Ther*. februar 2007;37(2):48–55.
43. Yamashita N. EMG Activities in Mono- and Bi-articular thigh muscles in Combined Hip and Knee Extensions. *Eur J Appl Physiol*. 1988;58(3):274–277.
44. Stastny P, Tufano JJ, Lehnert M, Golas A, Zaatar A, Xaverova Z, mfl. Hip abductors and thigh muscles strength ratios and their relation to electromyography amplitude during split squat and walking lunge exercises. *Acta Gymnica*. 2015;45(2):51–59.

Vedlegg 1

SAMTYKKEERKLÆRING

Bacheloroppgavens tittel:

EMG-analyse av øvelsene knebøy og splittknebøy

Studenter:

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

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

Jeg har gitt all informasjon om helsetilstand og skadehistorikk. Jeg er kjent med at gjennomføringen av øvelsene skjer på eget ansvar.

Navn: _____

Sted: _____

Dato: _____

Signatur: _____