



Høgskulen på Vestlandet

BRA330 - Bacheloroppgave

BRA330

Predefinert informasjon

Startdato:	07-02-2019 09:00	Termin:	2019 VÅR
Sluttdato:	20-05-2019 14:00	Vurderingsform:	Norsk 6-trinns skala (A-F)
Eksamensform:	Bacheloroppgave	Studiepoeng:	15
SIS-kode:	203 BRA330 1 H 2019 VÅR		
Intern sensor:	(Anonymisert)		

Deltaker

Kandidatnr.: 331

Informasjon fra deltaker

Antall ord *: 10648

Egenerklæring *: Ja

**Inneholder besvarelsen
konfidensiell materiale?:** Nei

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

Gruppe

Gruppenavn: (Anonymisert)

Gruppenummer: 21

**Andre medlemmer i
gruppen:** 317

Jeg godkjenner avtalen om publisering av bacheloroppgaven min *

Ja

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

Nei

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

Nei



Høgskulen
på Vestlandet

BACHELOROPPGAVE

Måling av muskelegenskaper i mediale musculus gastrocnemius ved bruk av ultralyd

Measuring muscle architecture of the medial musculus gastrocnemius using ultrasound

Kandidatnummer: 317 og 331

Radiografi R16

Fakultet for helse- og sosialfag

Institutt for helse og funksjon

Veileder: Cecilie Brekke Rygh

Innleveringsdato: 20.05.19

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

Tusen takk til førsteamanuensis Cecilie Brekke Rygh for grundig, konstruktiv veiledning og for at du har vært tilgjengelig for oss til alle døgnets tider. En særskilt takk rettes også til Beate Eltarvåg Gjesdal for et enormt engasjement, god hjelp og oppmuntring da statistikken virket overveldende. Vi er også svært takknemlige overfor alle frivillige som har stilt tid og legger til disposisjon, og beklager gangsperran dette medførte.

Forkortelser

CP: Cerebral Parese

EI: Ekkointensitet

HVL: Høgskulen på Vestlandet

ICC: Intraclass correlation coefficient

KI: Konfidensintervall

M: Musculus

MR: Magnetisk Resonans

MT: Muskeltykkelse

NSD: Norsk senter for forskningsdata

OpA: Operatør A

OpB: Operatør B

P1: Målepunkt 1 (mest distale målepunkt på leggen)

P2: Målepunkt 2 (midterste målepunkt på leggen)

P3: Målepunkt 3 (mest proksimale målepunkt på leggen)

R1: Datainnsamling runde nr. 1

R2: Datainnsamling runde nr. 2

REK: Regionale komiteer for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk

ROI: Region of interest

UL: Ultralyd

Abstract

Purpose: The purpose of this study is to establish a method for measuring muscle thickness and echointensity of the medial musculus gastrocnemius, using ultrasound. This study can contribute to further research on the use of ultrasound as a method for evaluating muscle architecture. The aim of the study is to investigate if the developed protocol produces reliable results, and how physical activity may influence the measurements.

Method: In this study, a quantitative approach is used to investigate the reproducibility and repeatability of the developed protocol. This is done by quantification of muscle thickness and echointensity. The strength of the protocol is evaluated by determining inter and intraoperator reliability. Convenience sampling was used. The sample consisted of 8 men and 8 women between the age of 20-30.

Results: The results are based on scatter plots, Bland Altman diagrams, ICC-values and a paired t-test. The measurements for muscle thickness show that P2 and P3 are the best measuring sites, both regarding inter and intraoperator reliability. For echointensity, the results show that P2 is the most reliable measuring site. The study's results indicate that physical activity in advance of the ultrasound examination may have an impact on the measurements of muscle thickness, but no significant changes is found for echointensity. There are however some uncertainty regarding this matter.

Conclusion: Based on our findings, we recommend using a measurement site between 40% and 60% of the muscle length. By following a precise protocol and giving the candidates good instructions, the influence from external factors can be reduced. Doing this, the ultrasound examination can be implemented by different operators at different times, and still give reliable measurements. Because of uncertain results regarding the impact of physical activity, we recommend that candidates refrain from physical activity immediately before the ultrasound examination is being done.

Sammendrag

Hensikt: Hensikten med oppgaven er å etablere en ultralydmetode for måling av muskeltykkelse og ekkointensitet i mediale musculus gastrocnemius. Oppgaven kan bidra til å danne grunnlag for videre forskning rundt bruk av ultralyd som metode for evaluering av muskelegenskaper. Målet er å undersøke om protokollen som utvikles gir reliable resultater, og hvordan fysisk aktivitet i forkant av ultralydundersøkelsen kan påvirke målingene.

Metode: Det er benyttet kvantitativ metode for å undersøke hvor god reproduserbarhet og repeterbarhet den utarbeidede protokollen gir, ved å kvantifisere målinger av muskeltykkelse og ekkointensitet. Protokollens robusthet vurderes ut fra inter- og intrareliabilitet for to operatørers ultralydmålinger. Et bekvemmelighetsutvalg ble benyttet for å finne kandidater til prosjektet, og totalt 8 menn og 8 kvinner mellom 20 og 30 år ble rekruttert.

Resultat: Resultatene i denne oppgaven er basert på spredningsplott, Bland Altman-diagram, ICC-verdier og paret t-test. Målinger av muskeltykkelse viser at P2 og P3 er målepunktet med best samsvar mellom målingene, både ved undersøkelse av interreliabilitet og intrareliabilitet. Resultatene for ekkointensitet viser at målingene gjort i P2 har høyest grad av inter- og intrareliabilitet. Når det gjelder målingenes påvirkning av fysisk aktivitet kan denne oppgavens funn antyde at dette har innvirkning på muskeltykkelse, men fører til lite eller ingen umiddelbar endring i ekkointensitet. Det er imidlertid noe usikkerhet knyttet til disse målingene.

Konklusjon: Basert på våre funn anbefales det å bruke et målepunkt mellom 40% og 60% av muskelens lengde. For å hindre påvirkning fra ytre faktorer, anbefales det å følge en presis protokoll, og at kandidatene får nøyaktige instruksjoner i forkant av prosjektet. Når dette overholdes, kan ultralydundersøkelsene gjennomføres av ulike operatører og til ulike tidspunkt, og fortsatt gi reliable målinger. På grunn av usikre resultater knyttet til i hvor stor grad fysisk aktivitet påvirker målingene, anbefales det inntil videre at man unngår fysisk aktivitet rett før ultralydundersøkelsen.

Innholdsfortegnelse

Forord	1
Forkortelser	2
Abstract	3
Sammendrag	4
1.0 Innledning	10
1.1 Bakgrunn for valg av tema	10
1.1.1 Radiograffaglig relevans	10
1.2 Tidligere forskning	11
1.3 Hensikt og problemstilling	12
1.3.1 Problemstilling	12
1.4 Avgrensing av oppgaven	12
2.0 Teoretiske perspektiver	14
2.1 Egenskaper ved tverrstripet muskulatur	14
2.2 Leggmuskulatur og gange	14
2.3 Bildediagnostikk av skjelettmuskulatur	16
2.3.1 MR	17
2.3.2 Ultralyd	17
2.4 Kvantifisering av muskelegenskaper	19
3.0 Metode	20
3.1 Utvalg	20
3.2 Forskningsdesign	21
3.3 Datainnsamling	22
3.3.1 Utstyr og maskininnstillinger	23
3.3.2 Pilotering	23

3.3.3 Posisjonering av kandidat.....	24
3.3.4 Gjennomføring av ultralydmålinger.....	25
3.3.5 Fysisk aktivitet.....	27
3.4 Bildeanalyser.....	28
3.4.1 Muskeltykkelse	28
3.4.2 Ekkointensitet	28
3.5 Statistikk	29
3.6 Validitet og reliabilitet.....	32
3.7 Etikk	32
4.0 Resultater	34
4.1 Måling av muskellengde.....	34
4.1.1 Interreliabilitet	34
4.1.2 Intrareliabilitet	36
4.2 Muskeltykkelse.....	37
4.2.1 Interreliabilitet	38
4.2.2 Intrareliabilitet	41
4.3 Ekkointensitet	47
4.3.1 Interreliabilitet.....	47
4.3.2 Intrareliabilitet	50
4.4 Fysisk aktivitet.....	55
4.4.1 Ytre mål	55
4.4.2 Muskeltykkelse	57
4.4.3 Ekkointensitet	60
5.0 Diskusjon	63
5.1 Måling av muskellengde.....	63

5.2 Muskeltykkelse.....	64
5.2.1 Interreliabilitet.....	64
5.2.2 Intrareliabilitet.....	65
5.3 Ekkointensitet.....	66
5.3.1 Interreliabilitet.....	66
5.3.2 Intrareliabilitet.....	66
5.4 Fysisk aktivitet.....	67
5.5 Styrker og svakheter ved oppgaven.....	69
5.6 Validitet og reliabilitet.....	70
6.0 Konklusjon.....	72
6.1 Videre forskning på temaet.....	72
7.0 Referanser.....	74
8.0 Vedlegg.....	78
8.1 Vedlegg 1: Informasjonsskriv.....	78
8.2 Vedlegg 2: Variabilitetstabeller.....	80
8.3 Vedlegg 3: Spredningsplott.....	86
8.4 Vedlegg 4: Bland Altman-diagram.....	94

Figuroversikt

Figur 1 Illustrasjon over gangsyklus.....	15
Figur 2 Muskelaktivitet.....	16
Figur 3 Ultralydbilder i ulike plan.	18
Figur 4 Skjematisk framgangsmåte	22
Figur 5 Posisjonering av kandidatens fot	25
Figur 6 Markeringspunkt.	26
Figur 7 Posisjonering av probe.....	27
Figur 8 Måling av muskeltykkelse	28
Figur 9 Måling av ekkointensitet.....	29
Figur 10 Spredningsplott muskellengde (inter).....	36
Figur 11 Spredningsplott muskellengde (intra).....	37
Figur 12 Spredningsplott muskeltykkelse (inter).....	39
Figur 13 Bland Altman-diagram muskeltykkelse (inter).....	40
Figur 14 Spredningsplott muskeltykkelse (intra, operatør A).....	43
Figur 15 Bland Altman-diagram muskeltykkelse (intra, operatør A).....	44
Figur 16 Spredningsplott muskeltykkelse (intra, operatør B).....	45
Figur 17 Bland Altman-diagram muskeltykkelse (intra, operatør B).....	46
Figur 18 Spredningsplott ekkointensitet (inter).....	48
Figur 19 Bland Altman-diagram ekkointensitet (inter)	49
Figur 20 Spredningsplott ekkointensitet (intra, operatør A).....	51
Figur 21 Bland Altman-diagram ekkointensitet (intra, operatør A)	52
Figur 22 Spredningsplott ekkointensitet (intra, operatør B).....	53
Figur 23 Bland Altman-diagram ekkointensitet (intra, operatør B).....	54
Figur 24 Omkrets før og etter fysisk aktivitet.....	57
Figur 25 Muskeltykkelse før og etter fysisk aktivitet.	59
Figur 26 Ekkointensitet før og etter fysisk aktivitet.....	61

Tabelloversikt

Tabell 1 Kandidatenes bakgrunnsinformasjon.....	21
Tabell 2 Interreliabilitet muskeltykkelse (ICC).....	41
Tabell 3 Intrareliabilitet muskeltykkelse (ICC).....	47
Tabell 4 Interreliabilitet ekkointensitet (ICC).....	50
Tabell 5 Intrareliabilitet ekkointensitet (ICC).....	55
Tabell 6 Resultater t-test muskeltykkelse.....	59
Tabell 7 Resultater t-test ekkointensitet.....	62

1.0 Innledning

Denne bacheloroppgaven tar for seg utvikling og evaluering av ultralyd som metode for å måle ulike egenskaper ved tverrstripet muskulatur.

1.1 Bakgrunn for valg av tema

Ultralyd er en spennende modalitet med mange muligheter, da det er en dynamisk undersøkelsesmetode som er lett tilgjengelig, og hvor man får umiddelbare resultater. Ultralyd er relevant både for framtidig yrkesutøvelse og i forbindelse med forskning. Ultralydteknologien har i løpet av de siste tiårene gjennomgått en teknologisk revolusjon. Apparatene er mobile, relativt rimelige og undersøkelsen er uten kontraindikasjoner eller formelle krav til operatøren, som fører til at metoden brukes av flere yrkesgrupper. Dette gjør ultralyd til en lett tilgjengelig bildemodalitet. Ultralyd gir detaljerte bilder av muskelvev, med høy resolusjon (Pillen, 2010).

Initiativet til oppgaven kom fra forskningsgruppa Idrett, helse og funksjon ved HVL (Høgskulen på Vestlandet, 2018), da det er et ønske i forskningsgruppa om å etablere ultralyd som metode for å beskrive ulike egenskaper ved tverrstripet muskulatur. Etablering og validering av ultralyd som metode vil spesifikt bidra inn i et forskningsprosjekt om funksjonell kapasitet for gange hos voksne med cerebral parese (FUNCAP-CP) ved HVL. Hensikten med denne oppgaven er å etablere en valid protokoll for å undersøke muskel i legg ved ultralyd, og vi ønsker derfor å undersøke inter- og intraoperatørvariasjon i resultatene. Med interreliabilitet menes en operatørs evne til å produsere like resultater som en annen operatør for samme utvalg. Intrareliabilitet er definert som en operatørs evne til å repetere egne målinger på samme utvalg etter et gitt tidsintervall (Popović & Thomas, 2017).

1.1.1 Radiograffaglig relevans

Radiografi er læren om å framskaffe informasjon om menneskekroppen gjennom egnet bildemateriale i den hensikt å oppdage, eller behandle/lindre sykdom og lidelser. Forskning er også en sentral del av radiografens ansvarsområder, noe som kommer tydelig fram i

radiografenes yrkesetiske retningslinjer punkt 2.2; “Radiografen bidrar til fagutvikling og forskning, og følger de regler og prinsipper som gjelder for slik virksomhet”. (Norsk Radiografforbund, 2015). Radiografer i Norge kan også videreutdanne seg som sonografer, og dermed utføre ultralydundersøkelser selvstendig (Flaata, 2015). Oppgaven har radiograffaglig relevans fordi det blir laget en protokoll for ultralyd, som er en radiologisk bildemodalitet.

1.2 Tidligere forskning

Det er gjort flere inter- og intrareliabilitetsstudier ved ultralydundersøkelser av muskler. Det er gjort mest forskning på bruk av ultralyd for evaluering av lårmuskulatur, mens få studier undersøker hvordan man bør utføre målinger av leggmuskulatur. I artikkelen til Ishida, Suzuki, Yoneda & Watanabe (2017) undersøkes inter- og intraoperatørvhengighet for musculus (m.) rectus femoris. I sin studie har de fått reliable mål på både muskeltykkelse og ekkointensitet. De har også gjort undersøkelser på hvordan probevinkling påvirker målingene. Resultatene deres viser at en liten endring i probevinkel mest sannsynlig ikke har stor påvirkning på målinger av ekkointensitet og muskeltykkelse.

Studien til Santos & Armada-da-Silva (2017) gjør også målinger på lårmuskulatur. De undersøker reproduserbarheten for målinger i ulike datainnsamlingsrunder, og ser på hva som gir mest reliable målinger av transversal og longitudinalplan, samt hvordan utforme region of interest (ROI) for måling av ekkointensitet. Resultatene fra studien viser at målinger gjort i transversalplanet er noe mer reliable enn målinger i longitudinalplanet for å kunne avgjøre muskeltykkelse. De kom også fram til at det beste var å bruke en ROI som inkluderte hele muskelbildet framfor en rektangulær ROI med konstant størrelse, ved måling av ekkointensitet.

Cenni, Bar-On, Schless, Kalkman, Aertbelien, Bruyninckx, & Desloovere (2018) har undersøkt reliabilitet og validitet for undersøkelse av muskeltykkelse, fasikkellengde og pennasjonsvinkel i mediale m. gastrocnemius. De anbefaler at målingene blir gjort i flere runder for å kunne redusere risikoen for målefeil og øke validiteten. Studien viste at mål på

muskellengde for samme kandidat kunne variere med opptil 4 mm. De forklarer denne forskjellen med at det er vanskelig å avgjøre hvor muskelen begynner i overgangen til ligamentet. Ulik fleksjon i ankelleddet har påvirkning på mål av muskelens totale lengde, der en dorsalfleksjon vil føre til at m. gastrocnemius blir lengre. Det er derfor viktig at posisjonering av kandidaten holdes konstant.

I studiene nevnt ovenfor er måling av muskeltykkelse gjort ved å måle den største avstanden mellom muskelfasciene. Ifølge Simon, Noto & Zaidman (2016) vil man oppnå best mål på muskeltykkelse ved måling midt i muskelbuken og når proben er vinklet 90 grader på muskelen.

1.3 Hensikt og problemstilling

Hensikten med dette prosjektet er å etablere en ultralydmetode for måling av muskeltykkelse og ekkointensitet i mediale m. gastrocnemius. Det er etterspurt i forbindelse med FUNCAP-CP-prosjektet (Høgskulen på Vestlandet, 2018), og resultater fra denne oppgaven vil være tilgjengelig for videre arbeid med ultralyd ved utdanningen på HVL. Den kan også bidra til å danne grunnlag for videre forskning rundt bruk av ultralyd som metode for evaluering av muskelegenskaper. Målet er å undersøke om metoden som utvikles gir reliable resultater, og hva som eventuelt kan påvirke målingene.

1.3.1 Problemstilling

Hvordan utføre ultralydmålinger av mediale m. gastrocnemius for å oppnå robuste og valide mål på muskeltykkelse og ekkointensitet, som er uavhengig av operatør og tid? Og hvordan vil fysisk aktivitet før ultralydundersøkelsen påvirke målingene?

1.4 Avgrensning av oppgaven

Oppgaven vil fokusere på å etablere en protokoll som er inter- og intraoperatøruavhengig. Da dette er en bacheloroppgave med begrenset tidsperspektiv er det valgt å se vekk fra en del faktorer ved målingene, for eksempel vinkling av proben eller ulike innstillinger av apparaturen. For å minimere effekten av disse faktorene ble det utarbeidet et standardisert

oppsett med utgangspunkt i resultater fra tidligere forskning for å finne beste framgangsmåte, og innstillingene og utførelsen har vært konstant. Oppgavens omfang har også satt begrensninger på antall deltakere inkludert i studien.

2.0 Teoretiske perspektiver

2.1 Egenskaper ved tverrstripet muskulatur

Den tverrstripete muskulaturen er en del av bevegelsesapparatet. Tverrstripet muskulatur er viljestyrt og sammensatt av parallelle bunter av trådformede muskelfibre og bindevev.

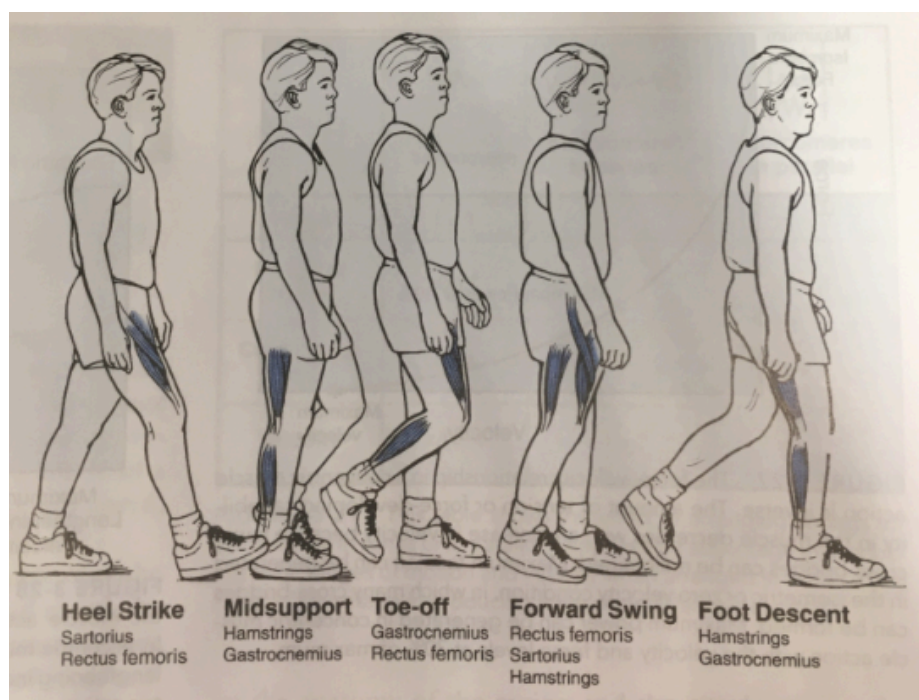
Muskelfascien er en kraftig bindevevshinne som omslutter muskelen, og i begge ender av muskelen vil denne bindevevshinnen gå over i en sene, som forbinder muskelen til knoklene (Wyller, Toverud & Brodal, 2009).

Trening av den tverrstripede muskulaturen kan blant annet føre til økt kapillærtetthet og en økning i muskelfibertykkelse. Skjelettmuskulaturen tilpasser seg den fysiske treningen gjennom ulike endringer. Hvilken type trening en gjør kan påvirke på hvilken måte muskulaturen endrer seg. Utholdenhetstrening fører til endringer som mitokondriell biogenese, rask til treg fibersammensetning og mer blodgjennomstrømming.

Motstandstrening vil vanligvis øke tykkelsen til muskelfibrene, og med dette øke evnen til å utøve kraft. Høyintensitetstrening har vist seg å øke styrke og tykkelse til ligament og sener. Effekten av treningen kan variere fra person til person (Systrom, Stoller & Hollingsworth, 2017). Ved trening påvirkes altså både musklens tykkelse og sammensetning, derfor er muskeltykkelse og ekkointensitet relevante størrelser når man skal måle endringer i muskel.

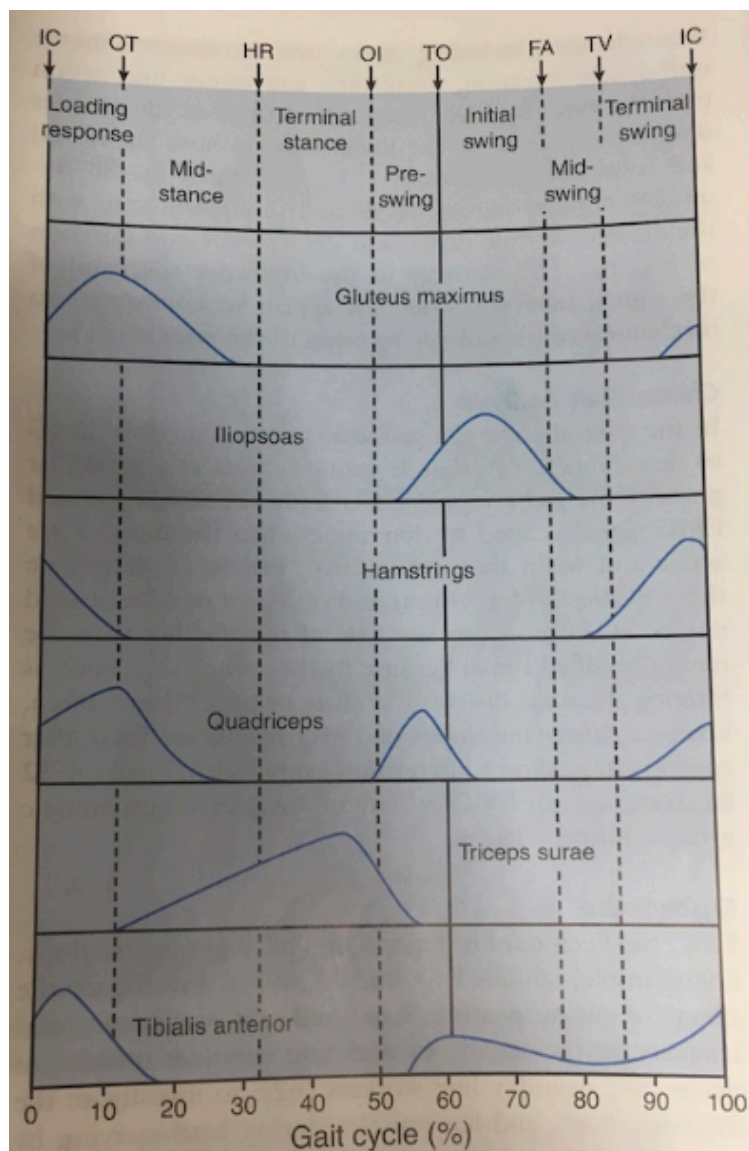
2.2 Leggmuskulatur og gange

Forskningsgruppa Idrett, helse og funksjon er spesielt interessert i gangfunksjon, og ønsker å fokusere på muskler som er viktig for gangen. M. triceps surae er en samlebetegnelse på m. gastrocnemius, også omtalt som den tohodede muskelen, og m. soleus. M. triceps surae er den største muskelen i leggen, og krysser to ledd; ankelleddet og kneleddet. Muskelen er festet i tuberculum calcanei via akillessenen. M. triceps surae sine funksjoner er fleksjon og rotasjon i kneleddet, plantarfleksjon og invertering av fotbladet. I tillegg er denne muskelen viktig for å støtte oss i stående stilling, ved at vedvarende svake kontraksjoner i muskelen forhindrer oss i å falle framover (Wyller, Toverud & Brodal, 2009).



Figur 1 Illustrasjon av muskelaktivitet i ulike faser av gangsyklus (bildet er hentet og modifisert fra Hamill, Knutzen & Derrick, 2015, s. 79).

Gangsyklusen kan deles inn i 5 faser (figur 1). M. gastrocnemius er aktivert når beinet støtter underlaget (fase 2), ved fraspark (fase 3) og når man legger hoveddelen av vekten over på aktuelle fot (fase 5). M. gastrocnemius belastes aller mest ved fraspark, rett før motsatt fot treffer underlaget (Hamill, Knutzen & Derrick, 2015, s. 78-80). Triceps surae når et toppunkt i sin aktivitet i frasparket, rett før motsatt fot treffer underlaget (figur 2) (Hamill, Knutzen & Derrick, 2015, s. 124).



Figur 2 En oversikt over muskelaktivitet i gangsyklusen, og hvor mye hver muskelgruppe er involvert i hver bevegelse. Initial Contact (IC), første kontakt med underlaget. Opposite Toe-off (OT), motsatt tå slipper underlaget. Heel Raise (HR), hælen løftes. Opposite Initial Contact (OI), første kontakt motsatt fot. Toe-Off (TO), tå slipper underlaget. Feet Adjacent (FA), føtter parallelle. Tibial Vertical (TV), tibia står vertikalt på underlaget (Bildet er hentet og modifisert fra Hamill, Knutzen & Derrick, 2015, s. 124).

2.3 Bildediagnostikk av skjelettmuskulatur

Bilediagnostikk er en ikke-invasiv metode for å undersøke kroppens anatomi. De vanligste bildemodalitetene ved undersøkelse av muskelegenskaper er MR og ultralyd. CT er lite brukt

fordi det utsetter pasienten for unødvendig stråledose, og grad av informasjon er større ved bruk av MR enn CT (Pillen, 2010).

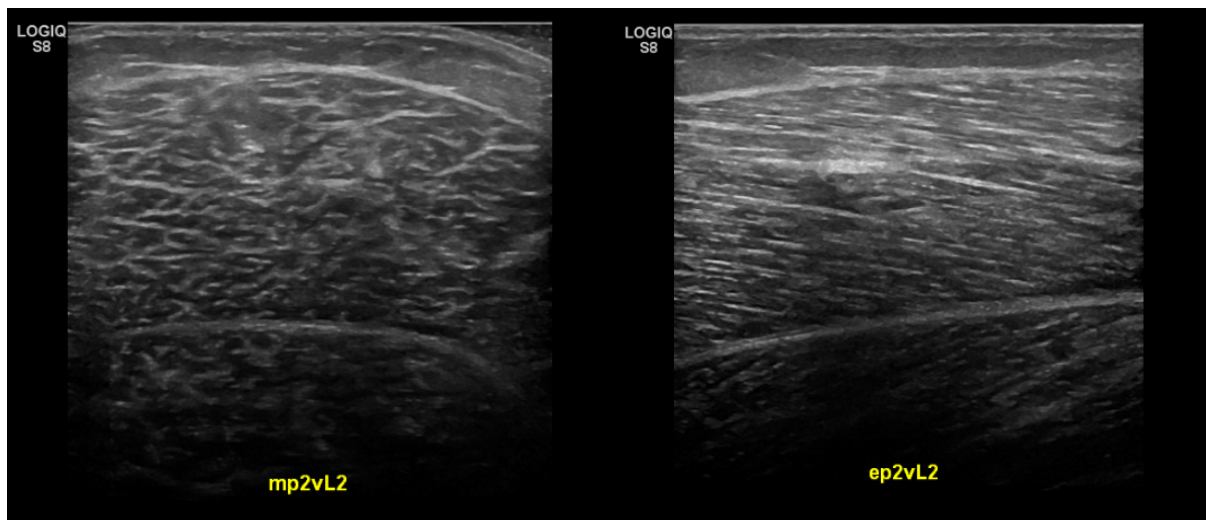
2.3.1 MR

MR er en bildemodalitet som benytter seg av magnetisme og radiofrekvenser for å lage snittbilder i ulike plan. MR-maskinen består av et stort magnetfelt som pasienten ligger i midten av. Dette magnetfeltet påvirker kroppens hydrogenkjerner. I tillegg til at pasienten påvirkes av magnetfeltet, sendes det ut radiobølger som endrer hydrogenkjernenes retning. MR signal blir deretter dannet ved at hydrogenkjernene relakserer tilbake til sin opprinnelige tilstand. Signalene som mottas konverteres til bilder. MR gir spesielt god framstilling av forandringer i muskulatur, bindevev og sentralnervesystemet (Abildgaard, 2016, s. 41-44). Bruk av forskjellige MR-sekvenser kan få fram ulik informasjon om vevets sammensetning. MR har en fordel i at muskelen kan framstilles med snittbilder i tre plan gjennom hele det aktuelle området og gjør dermed måling av muskelvolum lettere enn ved undersøkelse i ett plan (Simon, Noto & Zaidman, 2016). T1-vektede MR-sekvenser kan brukes til å gi informasjon om fettinnholdet i muskelen, og har tilsvarende resultat som ultralydmålinger av ekkointensitet. Kvaliteten på MR-bildene blir i stor grad påvirket av pasientbevegelse på grunn av lang undersøkelsestid, og forutsetter at pasienten ikke har klaustrofobi eller metallimplantater. Man er også forsiktig med bruk av MR ved graviditet, og undersøkelsene blir kun gjennomført dersom nytten er større enn potensielle ulemper (Chernoff, 2018).

2.3.2 Ultralyd

Ultralydbilder blir dannet ved at en probe sender lydbølger gjennom kroppen. Når lydbølgene treffer ulike typer vev vil en del av lydbølgens energi bli reflektert tilbake til proben som et ekko, mens den resterende energien blir absorbert i vevet. Basert på slike ekko fra ulike strukturer blir det dannet et ultralydbilde med ulike gråtoner. Hvor god bildeoppløsningen er, og hvor dype strukturer man kan avbilde med ultralyd, er avhengig av frekvensen på lydbølgene proben sender ut. Ved bruk av høye frekvenser kan man få god oppløsning, men mer av energien vil bli absorbert slik at man ikke når dypereliggende strukturer (Bernardi, Arcidiacono, Silvestri, 2015). Ekkointensitet inneholder informasjon om

muskelens vevssammensetning. Når ultralydbølgen møter vev med lavere tetthet, reflekteres mindre av ekkoet og vevet framstår som hypoekkoisk (som for eksempel væske). En sunn muskel framstår på et ultralydbilde som en hypoekkoisk struktur. Hos et friskt og aktivt menneske vil muskelen oftest ha lavere ekkointensitet på grunn av økt størrelse på muskelfibrene i forhold til bindevev og økt blodtilførsel (Santos, Valamatos, Mil-Homens & Armada-da-Silva, 2018). I ultralydbilder i transversalplanet vil muskelen framstå som spraglete på grunn av refleksjoner fra perimysium (figur 3a). I longitudinalplanet vil de samme refleksjonene fra perimysium bli framstilt lineært, og ses som lyse striper i bildet (figur 3b). Ultralyd er en god undersøkelsesmetode for å undersøke patologiske forandringer i muskelen, spesielt i forbindelse med nevromuskulære sykdommer. Måling av muskeltykkelse over tid kan for eksempel avdekke muskelsvinn (Pillen, 2010).



Figur 3 Ultralydbilder av muskel i transversalplan til venstre (a) og i longitudinalplan til høyre (b).

Ultralyd har fordeler ved at det gir høyoppløselige bilder i sanntid, og det er en undersøkelsesmetode med relativt lave kostnader. Andre fordeler er at apparaturen er lett tilgjengelig og mobilt (Chernoff, 2018). Begrensningen ved ultralyd er at det har mindre field of view (FOV) og lavere rekkevidde, som gjør at man i mindre grad får framstilt større strukturer og dypereliggende vev. Selv om ultralyd er lett tilgjengelig, betyr det ikke nødvendigvis at operatøren har hatt tilstrekkelig opplæring for å bruke apparatet (Smith & Finnoff, 2009). Operatøren har stor påvirkning på undersøkelsen ved å legge ulikt trykk og vinkling på proben. Målingene og hvilke bilder som tas underveis bestemmes av operatøren

(Simon, Noto & Zaidman, 2016). Den største kritikken mot bruk av ultralyd som metode for å undersøke muskler dreier seg om validitet, reliabilitet, standardisering og evnen til å måle endringer over tid (Bruyn, Shmerling & Curtis, 2017a).

Både ultralyd og MR krever en standardisert bildeprotokoll og pasientposisjonering for å oppnå god bildekvalitet. Forandringer i protokoll, utstyr eller systeminnstillinger påvirker målingenes reliabilitet og sensitivitet. Alder, kjønn og kroppsbygning påvirker hvordan muskelen blir framstilt (Pillen, 2010). Ved måling av muskeltykkelse har ultralyd og MR lignende resultater (Simon, Noto & Zaidman, 2016).

2.4 Kvantifisering av muskelegenskaper

Måling av muskeltykkelse og ekkointensitet gir tall som kan brukes til sammenligning og kvantifisering av muskelegenskaper. Muskeltykkelse er definert som distansen mellom to muskelfascier i et ultralydbilde, mens ekkointensitet er muskelens evne til å produsere et ekko av ultralydbølgene, og blir målt ved å se på gråtonene i en gitt ROI. Muskeltykkelse og ekkointensitet gir informasjon både om muskelens volum og sammensetning, hvilket kan analyseres og ses i sammenheng med muskelfunksjon (Santos, Valamatos, Mil-Homens & Armada-da-Silva, 2018).

3.0 Metode

I dette kapitlet presenteres oppgavens metode og design. I tillegg presenteres ulike hensyn knyttet til validitet, reliabilitet og etikk.

Metode kommer av det greske ordet *methodos* som betyr "det å kunne følge en bestemt vei mot et mål, forskning". Det er en planmessig framgangsmåte grunnet på regler og prinsipper (Tranøy, 2019). Det skilles mellom kvalitative og kvantitative metoder, der kvantitativ metode som regel er basert på numeriske data for å besvare et forskningsspørsmål (Ramlaul, 2010).

I dette prosjektet undersøkes hvordan man kan utføre ultralydmålinger av mediale m. gastrocnemius for å oppnå robuste og valide mål på muskeltykkelse og ekkointensitet, og hvordan fysisk aktivitet før ultralydundersøkelsen påvirker målingene. Formålet er å etablere en protokoll for å måle ulike muskelegenskaper i tverrstripet muskulatur ved hjelp av ultralyd. Protokollen skal kunne benyttes av andre forskningsprosjekt ved HVL. I studien er det benyttet kvantitativ metode for å undersøke hvor god reproduserbarhet og repeterbarhet den utarbeidede protokollen gir, ved å kvantifisere målinger av muskeltykkelse og ekkointensitet.

Protokollens robusthet vurderes ut fra inter- og intrareliabilitet for to operatørers målinger. Metoden i dette prosjektet lar seg ikke beskrive av ett enkelt design, da ulike sammenhenger undersøkes. Derfor ble det tatt utgangspunkt i lignende studier, blant annet artikkelen til Ishida, Suehiro, Suzuki, Yoneda, & Watanabe (2017) om inter- og intraraterreliabilitet for muskeltykkelse og ekkointensitet i m. rectus femoris.

3.1 Utvalg

Et bekvemmelighetsutvalg ble benyttet for å finne kandidater til prosjektet (Research for the health professional - a practical guide, s. 84). Kandidatene er rekruttert fra omgangskrets og bachelorutdanningen for radiografi ved Høgskulen på Vestlandet gjennom direkte

forespørsel og påmelding i forelesning. De som ønsket å delta fikk utlevert informasjonsskriv (vedlegg 1) med påskrevet kandidatnummer, oppmøtetid og -sted. Et relativt lite utvalg med friske, unge personer av begge kjønn ble benyttet for å undersøke om målingene er reliable og gjeldende for et mindre og noenlunde homogent utvalg før en eventuell metode kan overføres til en større gruppe. Dette er basert på metodelitteratur som sier at man først må undersøke at metoden fungerer under ideelle forhold, før den kan testes nærmere mot reelle pasienter (Simon, 2006). En mest mulig lik fordeling mellom kjønnene ble etterstrebet for å gjenspeile populasjonen.

Bekvemmelighetsutvalg er brukt fordi det er praktisk gitt oppgavens tidsbegrensninger og mangel på ressurser til rekruttering av kandidater. Inklusjonskriterier som ble stilt for å delta i prosjektet var at de frivillige skulle være mellom 20 og 30 år. Eksklusjonskriterier var kjente sykdommer eller skader i leggmuskulaturen eller omkringliggende vev.

Totalt 16 kandidater ble inkludert i studien, tre trakk seg underveis. Resultatene baserer seg derfor på 13 kandidater, fordelt på 6 kvinner og 7 menn, med en gjennomsnittsalder på 24,5 år (tabell 1).

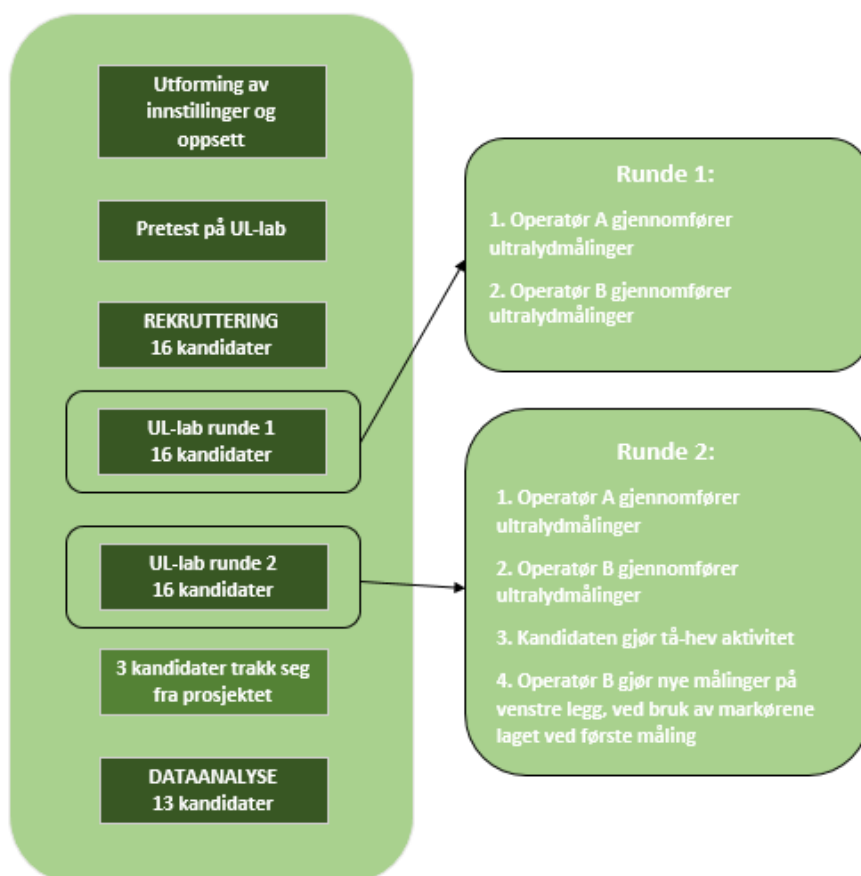
Tabell 1 Oversikt over bakgrunnsinformasjon som ble samlet inn fra kandidatene, der aktivitetsnivå er definert som antall treningsøkter på en gjennomsnittlig uke. Ruten markert med grått representerer manglende data.

Kandidatnr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Alder	25	28	21	22	23	21	23	30	23	25	25	30	22
Aktivitetsnivå	1	2	4	3,5	6	3	2	3,5	2	2,5	1	1	5
Kjønn	k	k	k	m	k	k	k	m	m	m	m	m	m
Sjukdom/skade i leggmuskulatur?	nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei
Trent 2 siste dager? (R1)	nei	nei	nei	nei	ja	nei	nei	ja	nei	nei	ja	nei	ja
Trent 2 siste dager? (R2)	nei	ja	nei	ja	Ja	nei	nei	nei		nei	nei	nei	nei

3.2 Forskningsdesign

For å teste eventuelle forskjeller i målinger utførte begge operatørene ultralyd av samme testperson ved to tidspunkt, og ved ulike fremgangsmåter for å identifisere aktuelt område på legg.

Figur 4 viser en skjematisk oversikt over utførelsen av prosjektet. I runde 1 gjorde operatør A og B målingene med samme framgangsmåte på begge legger (nærmere forklart i kapittel 3.3.3 og 3.3.4). I runde 2 gjorde begge operatørene målinger med samme framgangsmåte som i runde 1 for venstre legg, mens for høyre legg ble det brukt en annen framgangsmåte. Etter målinger for venstre og høyre legg var gjennomført av begge operatører, ble deltakerne bedt om å gjøre en tå-hev aktivitet. Operatør B gjennomførte deretter nye ultralydmålinger av venstre legg med markørene som operatøren hadde laget ved forrige måling. På grunn av lite datamateriale og upresis gjennomføring er det valgt å ikke ta med data innsamlet med framgangsmåte for høyre legg, og dermed er denne framgangsmåten heller ikke presentert i oppgaven.



Figur 4 Skjematisk oversikt over framgangsmåte

3.3 Datainnsamling

Kandidatene ble anonymisert, og bakgrunnsopplysninger og ytre målinger (lengder og omkrets av legg) ble skrevet ned i en notatbok underveis, sortert etter kandidatnumrene.

Kandidatene ble tildelt nye kandidatnumre i analys materialet etter utsortering av de som trakk seg fra prosjektet. Dette for å gi en mer oversiktlig framstilling av resultatene.

3.3.1 Utstyr og maskininnstillinger

Høgskulen på Vestlandets ultralydapparat ble brukt til å gjennomføre undersøkelsene. Apparatet er av merket GE Logiq S8 (GE Ultrasound Korea, Ltd. 9, Sunhwan-ro 214Beon-gi 1, Jungwon-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do, KOREA). Med bakgrunn i artikkelen til Bruyn, Shmerling & Curtis (2017), og etter anbefaling fra Øyvind Skattebo, som har mastergrad i idrettsfysiologi fra Norges idrettshøgskole og har erfaring med ultralyd, ble lineærproben ML6-15-D benyttet i utførelsen av datainnsamlingen. Denne proben har frekvenser mellom 4-15 MHz. Da mediale m. gastrocnemius ligger nærme huden ble innstillingen på 15 MHz brukt for å få best mulig oppløsning på bildene. Videre ble det valgt en dynamisk bredde på 66 dB, dybde på 5 cm og tidskompensasjon i nøytral posisjon for alle ultralydmålinger. Fokuset ble justert etter hvor dypt m. gastrocnemius ligger, med fokuspunkt i midten av muskelens tykkelse.

Geleen som ble brukt til undersøkelsene er av merket Aquasonic 100 Ultrasound transmission gel (MDSS GmbH, Schiffgraben 41, 30175 Hannover, TYSKLAND) og Ultraschall Gel (Gello GmbH, Geltechnik, D48683 Ahaus, TYSKLAND).

3.3.2 Pilotering

Formålet med å lage en standardisert protokoll, er å minimere feilkilder som kan bidra til at resultatene ikke er valide eller reliable. Piloter ble benyttet for å lage et standardisert oppsett av innstillinger i forkant av selve studien. Det ble laget en egen profil under muskel- og skjelettprotokollen på ultralydapparatet med innstillinger tilpasset dette prosjektet. Dette ble gjort for å sikre at innstillingene var like for hver kandidat, og fra gang til gang. Før selve datainnsamlingen fra kandidatene begynte, gjorde operatørene målinger på hverandre for å utarbeide en gjennomførbar metode, og for å gjøre en pretest av oppsett og målinger.

Anatomiske atlas ble brukt for å finne strukturelle landemerker som kunne brukes som utgangspunkt for palpering og setting av markeringspunkter. Blodkar ble utelukket som landemerker på grunn av stor anatomisk variasjon mellom personer. Akillessenen ble valgt som landemerke fordi den enkelt lar seg detektere ved hjelp av ultralyd. Den øvre muskelsene-overgangen til m. gastrocnemius er vanskeligere å detektere ved hjelp av ultralyd, og derfor ble epicondylus medialis femoris valgt som øvre grense og markert ved palpering. I de første rundene med pilotering ble tre punkter markert i henholdsvis 25%, 50% og 75% avstand av total lengde, målt fra akillesovergang. Det øverste punktet med 75% avstand fra akillesovergang viste seg å være vanskelig å framstille ved hjelp av ultralyd på grunn av overlapping fra andre muskelfester. Målene ble derfor justert til å markeres med 20%, 40% og 60% avstand til akillesovergang. Målebånd ble sammenlignet med målestokk for å undersøke hva som var best egnet for å måle avstand mellom punktene. Det ble vurdert at bruken av målestokk sikret en mer stabil måling fra gang til gang, og reduserte variasjon mellom operatørene.

3.3.3 Posisjonering av kandidat

Ved gjennomføring av ultralydmålingene lå kandidatene på magen på benken med føttene utenfor kanten. For å sikre lik posisjon i ankelen for hver gang ble benken skjøvet inntil veggen slik at fotsålen lå i 90 graders vinkel på veggen. Ved hjelp av vater ble det tegnet opp en loddrett strek på veggen som innsiden av foten ble rettet etter for å sikre at kandidatenes fot hadde lik rotasjon for hver gang. En sandsekk ble lagt over hælen for å redusere bevegelse og sørge for en stabil stilling. I figur 5a ses en illustrasjon for posisjonering av kandidatens fot langs den oppmerkede linjen på veggen. Figur 5b viser sandsekkens plassering.

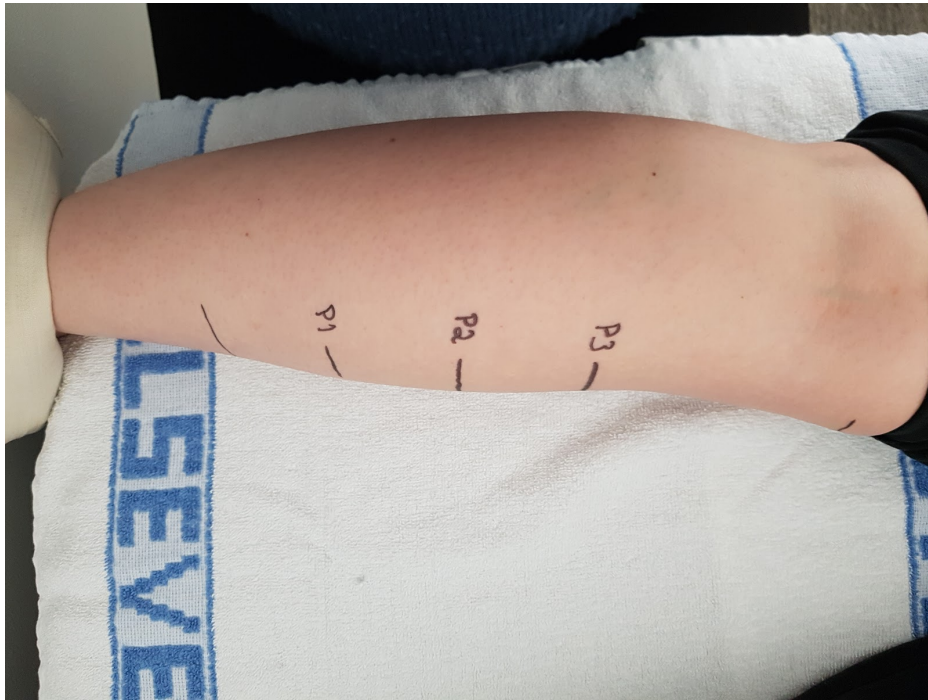


Figur 5 Til venstre ses posisjonering av kandidatens fot langs oppteget linje på veggen (a). Til høyre er en sandsekk plassert over kandidatens hæl for å sikre at foten hadde samme posisjon gjennom hele undersøkelsen (b).

3.3.4 Gjennomføring av ultralydmålinger

Når kandidaten var plassert, ble epicondylus medialis femoris palpert og markert.

Overgangen mellom m. gastrocnemius og akillessenen ble funnet ved å plassere ultralydproben i transversalplan for å midtstille distal del av muskelen i bildet, og rotere proben til longitudinalplanet for å best mulig kunne framstille akillesovergangen. Denne ble så markert med en strek fra midten av proben (figur 7b). Avstanden fra epicondylus medialis femoris til akillesovergangen ble målt ved hjelp av en målestokk, og tre punkter (P1, P2 og P3) med henholdsvis 20%, 40% og 60% avstand fra akillesovergangen ble markert (figur 6). For å lage markeringer på kandidatenes hud ble det brukt en kajal. På denne måten kunne kandidatene lett vaske vekk markeringene etter bytte av operatør, samtidig som markeringene ikke forsvant ved påføring av ultralydgele.



Figur 6 Markeringen av akillesovergangen lengst distalt på leggen (til venstre i bildet), de ulike målepunktene P1, P2 og P3, og markering av epicondylus medialis femoris (til høyre i bildet).

Innhenting av bilder for måling av muskeltykkelse og ekkointensitet ble gjort ved å plassere proben midt på punktet for målingene i transversalplan (figur 7a) og longitudinalplan (figur 7b). Det ble etterstrebet å holde så lett trykk på proben som mulig uten å få dårligere bildekvalitet, for ikke å komprimere muskelen. Proben ble etter øyemål plassert vinkelrett på huden. Hver operatør lagret skjermdump av bilder i både transversal- og longitudinalplan for alle de tre punktene. Bildefilene på ultralydapparatet ble navngitt før de ble lagret.

Etter innhenting av bildemateriale ble et målebånd ble brukt for å måle omkrets på leggen i de gitte målepunktene.



Figur 7 Til venstre er proben plassert i transversalplanet for å undersøke muskeltykkelse (a). Ekkointensitet måles i longitudinalplanet, som vist til høyre (b). Legg merke til at proben er midtstilt på punktmarkeringen.

Ved andre undersøkelsesrunde ble målingene gjennomført med nøyaktig samme framgangsmåte.

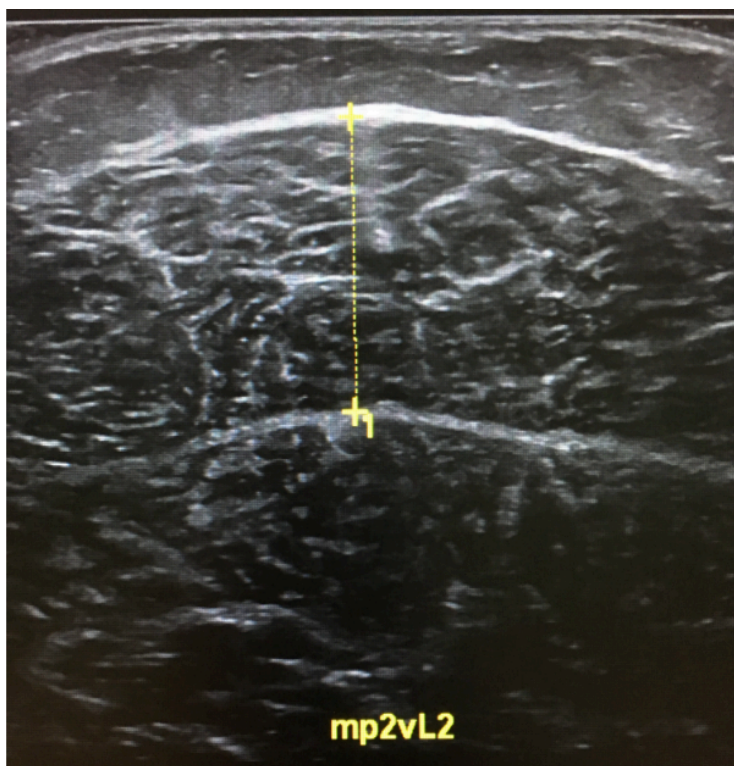
3.3.5 Fysisk aktivitet

Ved andre undersøkelsesrunde skulle det også undersøkes om fysisk aktivitet påvirker målingene. Etter at begge operatørene hadde gjennomført sine målinger, gjorde hver kandidat tå-hev-øvelse på stepkasse i to minutter. Øvelsen etterligner fraspark-bevegelsen for å stimulere m. gastrocnemius best mulig. Deltakerne fikk beskjed om å senke hælene godt ned bak, samt løfte tærne for hver gang de senket seg ned. De ble også bedt om å ha en hoveddel av vekten på medial side av fotbladet. Etter øvelsen ble ultralydapparatet igjen benyttet for å gjøre nye målinger av venstre legg, med samme markører som målingene før fysisk aktivitet. Alle målingene etter aktiviteten ble gjort av operatør B for å redusere operatørvhengige faktorer. Da alle kandidatene er friske, antas det at målingene ville vært tilsvarende for høyre legg.

3.4 Bildeanalyser

3.4.1 Muskeltykkelse

Muskeltykkelse ble målt ved hjelp av målefunksjonen *measure (caliper)* på ultralydapparatet, som angir målene i centimeter. Alle analyser av muskeltykkelse ble gjennomført av operatør B. Målepunktene ble satt mellom øvre og nedre muskelfascie på muskelens tykkeste, som vist i figur 8.

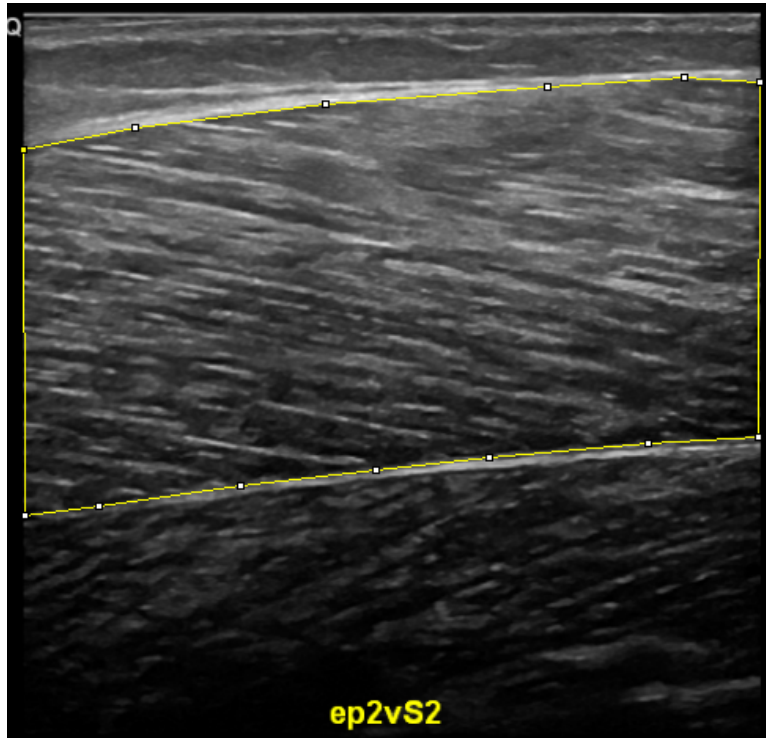


Figur 8 Figuren viser hvordan muskeltykkelsen ble målt ved å sette en lengdemarkør mellom øvre og nedre muskelfascie.

3.4.2 Ekkointensitet

Ekkointensitet ble målt i ImageJ (Wayne Rasband, versjon 1.50i). Bildene ble overført i Jpeg-format med oppløsning 960x720 pixler. Hele muskelen ble markert med en ROI som vist i figur 9. Markeringen ble gjort ved hjelp av *polygon selection tool*, og deretter ble det lest av gjennomsnittlig gråtoneverdi (pixelverdi) ved hjelp av analyseverktøyet *measure*. Verdiene

på gråtoneskalaen som ble brukt går fra 0 til 255, der 0 er svart og 255 er hvitt. Alle analyser av gjennomsnittlig pixelverdi i ImageJ ble gjennomført av operatør A.



Figur 9 Den gule streken er en opptegnet ROI som dekker hele den avbildede muskelen, og utgjør måleområdet for ekkointensitet.

3.5 Statistikk

Bakgrunnsinformasjonen om kandidatene og alle målingene fra ultralydapparatet og ImageJ ble satt inn i tabeller og videre analysert ved bruk av Excel (Microsoft, 16.10). Differansen i målinger mellom hver kandidat ble uttrykt i tallverdier og prosent, med utregnet gjennomsnittsverdi og standardavvik av differansen (vedlegg 2). Ut fra disse tabellene ble det laget spredningsplott for å fremstille hvordan målingene samsvarer. Et utvalg av datamaterialet ble deretter eksportert til SPSS Statistics 25.0 (IBM) for videre analyse. Alle statistiske tester er gjort med utgangspunkt i 95% signifikansnivå, da dette er et vanlig mål på statistisk signifikans (Løvås, 2013, s. 261).

Ved undersøkelse av interreliabilitet er punktene i spredningsdiagrammene plottet med operatør A sine målinger som x-verdier, og operatør B sine målinger som y-verdier, slik at ved samsvar mellom målingene for en gitt kandidat vil x og y være like. Ved undersøkelse av intrareliabilitet vil målinger fra runde 1 være x-verdier og målinger fra runde 2 være y-verdier. Dersom en operatør har de samme målingene i runde 1 og i runde 2, vil x- og y-verdiene være like. Denne måten å utforme spredningsplottene på gjør at det ved tilnærmet like målinger vil være en lineær sammenheng mellom punktene, derfor er det i analysen brukt en lineær linje med funksjonene $y=x$. Dersom målingene er like, vil punktene i spredningsplottene ligge på denne ideelle linjen.

Bland Altman-diagram ble brukt for å framstille spredningen til de målte tallverdiene (Giavarina, 2015). Bland Altman-diagrammene beskriver overensstemmelse mellom to kvantitative mål ved å vise gjennomsnittlig differanse og øvre og nedre grenseverdier. Ved å sette signifikansnivået til 95% er det forventet at 95% av datapunktene skal ligge innenfor grenseverdiene. Disse grenseverdiene settes av gjennomsnittsverdien og standardavviket til målingenes differanse, ut fra formelen:

Øvre grense: Gjennomsnittsdifferanse + $(1,96 * \text{differansenes standardavvik})$

Nedre grense: Gjennomsnittsdifferanse - $(1,96 * \text{differansenes standardavvik})$

I Bland Altman-diagrammene representeres øvre grenseverdi av øverste linje i diagrammet, nedre grenseverdi av nederste linje, mens gjennomsnittsverdien representeres av midterste linje i diagrammet (Giavarina, 2015). Y-aksen i Bland Altman viser forskjellene mellom de to parede målingene (Intrareliabilitet: operatørens 1.- 2. måling og interreliabilitet: operatør A sin måling - operatør B sin tilsvarende måling). X-aksen viser gjennomsnittet for måleparene. Bland Altman framstiller også et eventuelt forhold mellom målefeil og den sanne verdien, hvor den sanne verdien antas å være gjennomsnittet av alle differansene. Resultatene stemmer best overens når en stor andel av punktene ligger nær gjennomsnittsverdien, og for dette prosjektet er det ønskelig med en gjennomsnittlig differanse nærmest mulig null

(Giavarina, 2015). Siden resultatene på målingene blir presentert av to ulike størrelser (centimeter og pixelverdi), framstilles resultatene i Bland Altman-diagrammene i prosent for lettere å kunne vise eventuelle sammenhenger.

For at konfidensintervallet skal være gyldig, kreves det at differanseverdiene er tilnærmet normalfordelte (Løvås, 2013, s. 239-240). Derfor ble det gjort en Shapiro-Wilk-test av alle differansene for å undersøke om kravet om normalfordeling var oppfylt (Giavarina, 2015). Testen ble utført ved bruk av SPSS Statistics 25.0 (Analyze - Descriptive Statistics - explore).

I tillegg til visuelle presentasjoner av målingenes samsvar og variasjon, er det regnet ut ICC (Intraclass Correlation Coefficient) som et tallfestet mål på reliabilitet for å kunne sammenligne resultatene med lignende studier. ICC-verdien presenteres som et tall mellom 0 og 1, der 1 er perfekt korrelasjon (Popović & Thomas, 2017). Det finnes ti ulike typer ICC og matematikken som ligger bak er avansert. På grunn av oppgavens omfang er det ikke gått nærmere inn på de forskjellige typene og formler for utregning. ICC-verdiene vi har brukt er regnet ut ved hjelp av SPSS Statistics 25.0 (Analyze – Scale – Reliability Analysis; Mean Rating, Absolute Agreement, Two-Way Random-Effects model). Verdier mindre enn 0,5 indikerer lav reliabilitet, mellom 0,5 og 0,75 indikerer moderat reliabilitet, mellom 0,75 og 0,9 indikerer god reliabilitet, mens verdier over 0,9 indikerer utmerket reliabilitet (Koo & Li, 2015).

Ved presentasjon av data på målingene før og etter fysisk aktivitet, ble det brukt punktdiagram for å vise eventuelle endringer. Det ble også gjort en paret t-test i SPSS Statistics 25.0 (Analyze - Compare Means - Paired-Samples T Test) for å undersøke om observerte endringer er statistisk signifikante. Da t-testen har krav om normalfordeling (Løvås, 2013, s. 338), ble det også her gjort en Shapiro-Wilk-test.

3.6 Validitet og reliabilitet

Validitet handler om i hvilken grad man kan dra slutninger ut fra en studie, ved å ta høyde for studiens utforming og hvor godt utvalget representerer en større populasjon.

Det skilles mellom intern og ekstern validitet. Intern validitet handler om hvor godt metoden passer til å se på de sammenhengene man ønsker å undersøke. Det vil si om metoden er hensiktsmessig for problemstillingen. Metodens interne validitet kan blant annet påvirkes av partiskhet og tilfeldigheter (Ramlaul 2010, s. 29). Den eksterne validiteten er høy når funnene fra studien er generaliserbare for en større populasjon, basert på studiens utvalg. Et begrenset utvalg fra samme geografiske lokasjon, vil kunne redusere studiens eksterne validitet (Ramlaul 2010, s. 29-32).

Reliabiliteten er et mål på studiens reproduserbarhet og stabilitet (Ramlaul 2010, s. 74). Med dette menes at studien kan reproduseres over tid og for ulike utvalg og gi de samme resultatene. I denne studien undersøkes test-retest-reliabiliteten ved at kandidatene ble kalt inn til to undersøkelsesrunder, for å undersøke om målingene var stabile over tid (intrareliabilitet). I tillegg gjennomførte operatørene undersøkelsene uavhengige av hverandre i hver runde (interreliabilitet).

3.7 Etikk

Det ble søkt til Norsk senter for forskningsdata (NSD) for oppbevaring av kandidatenes navn og kontaktinformasjon, samt datainnsamling av kjønn, alder, vekt og høyde. På grunn av lang behandlingstid hos NSD og et behov for å gjennomføre arbeid på ultralydlab i henhold til tidsskjema, ble det besluttet å gjennomføre prosjektet med visse restriksjoner vedrørende datainnsamling. Dette for å aidentifisere deltakerne. Faktorene vekt og høyde ble derfor ikke samlet inn. På grunn av bekvemmelighetsutvalget, var det mulighet til å opprette kontakt ansikt til ansikt med de som var interessert i å bidra til prosjektet. Det ble avtalt oppmøtetid for hver enkelt person, og hver person ble tildelt et kandidatnummer.

Deltakerne fikk utlevert et informasjonsark om undersøkelsen, og oppmøte ble forstått som

samtykke. Signaturer ble ikke innhentet. Oppgaveskriverne hadde et tidsskjema hvor kun kandidatnummeret var oppgitt, ikke navn på deltakerne. Med disse begrensningene kunne prosjektet gjennomføres uten å søke godkjenning for innhenting av personinformasjon, og samtidig sikre god ivaretagelse av kandidatene.

NSD godkjente prosjektet da arbeidet på ultralydlab var halvveis gjennomført. Siden arbeidet da allerede var i gang, ble det besluttet å fortsette gjennomføringen av prosjektet med anonymiserte data. Derfor finnes det ingen kodenøkkel som knytter personopplysninger opp mot kandidatnumrene.

Prosjektet er ikke søkt til REK da det ikke blir samlet inn helseopplysninger.

Helseopplysninger er i helseforskningsloven (2008, §4d) definert som "personopplysninger om en fysisk persons fysiske eller psykiske helse, medregnet om ytelse av helsetjenester, som gir informasjon om vedkommendes helsetilstand". I dette prosjektet ble det kun benyttet deltakere uten kjent sykdom eller skade i aktuelle område. Formålet med prosjektet er ikke å skaffe til veie ny kunnskap om helse og sykdom, men å bruke data om muskelegenskaper til å etablere en metode, dermed er det ikke et prosjekt som tar for seg helsefaglig forskning (Helseforskningsloven, 2008, §4a).

4.0 Resultater

Resultatene fra dataanalysen blir presentert i figurer som baserer seg på både tall og prosentvise endringer. Spredningsplott med en lineær linje som representerer det ideelle resultatet ($y=x$), blir brukt for å vise sammenheng mellom de faktiske målingene. Bland Altman-plott med prosentvis differanse og gjennomsnitt for hver kandidats målinger viser målingenes spredning og gjennomsnittlige differanse. Figurene som viser Bland Altman-plottene og punktdiagrammene inneholder resultatene for de samme målepunktene for sammenlignbarhet. ICC-verdier for målingene av muskeltykkelse og ekkointensitet blir presentert i tabeller, og er et mål på inter- og intrareliabilitet. For sammenligning av målinger før og etter fysisk aktivitet presenteres punktdiagram og tabelloversikt med p-verdier fra t-testen.

Å undersøke om målingene er reproducerbare er viktig for å kunne vurdere om metoden er hensiktsmessig til å fremstille forskjeller mellom individ og eventuelle effekter av trening. Det er også viktig for å vite om eventuelle måleforskjeller skyldes en svak metode eller endring i kandidatens muskelsammensetning.

Først presenteres resultater knyttet til inter- og intrareliabilitet for mål på total lengde, muskeltykkelse og ekkointensitet. Til slutt presenteres resultatene for hvordan ultralydmålingene påvirkes av fysisk aktivitet rett før måling.

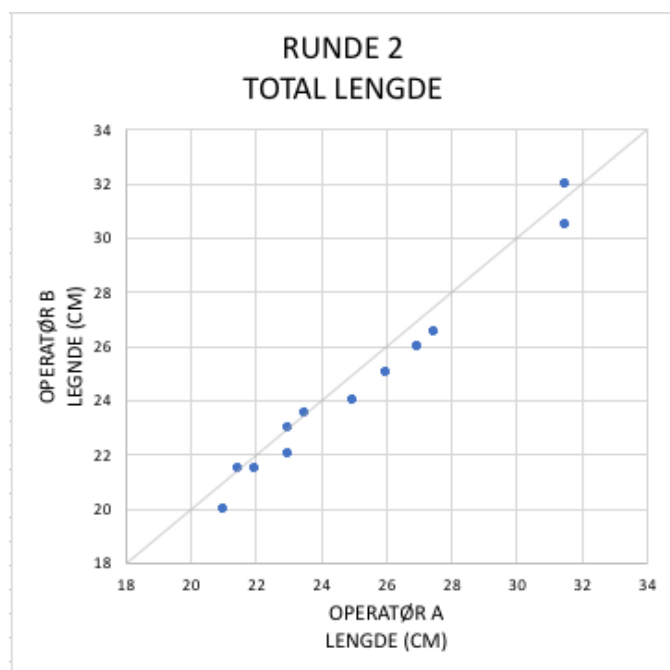
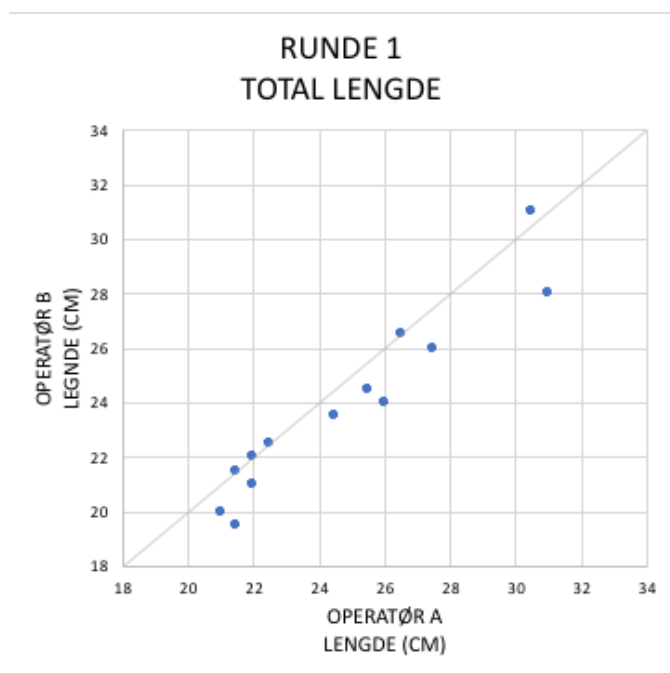
4.1 Måling av muskellengde

For å måle muskellengden til mediale m. gastrocnemius, ble epicondylus medialis femoris palpert og muskel-sene-overgangen funnet med ultralyd. Målestokk ble brukt for å måle muskellengde mellom disse punktene.

4.1.1 Interreliabilitet

Muskellengde varierte mellom kandidatene grunnet anatomiske forskjeller, men måling av samme testperson viste at operatørene fikk relativt like målinger. Vi ser at målingene

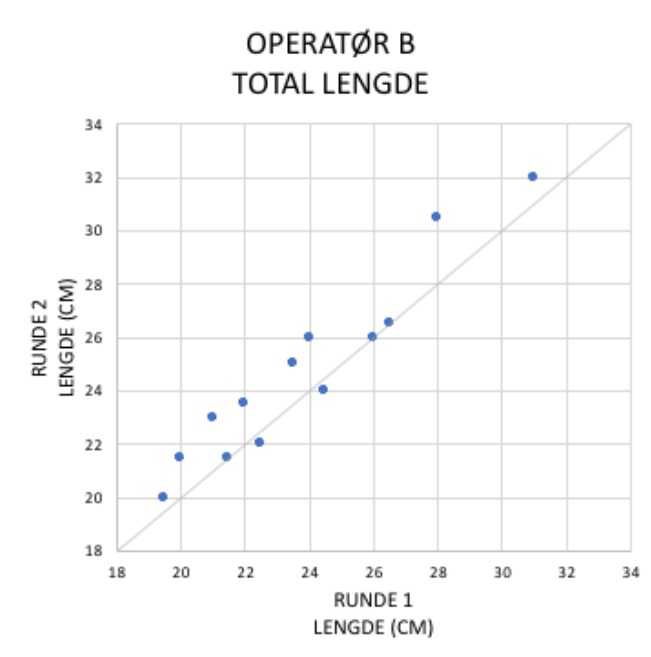
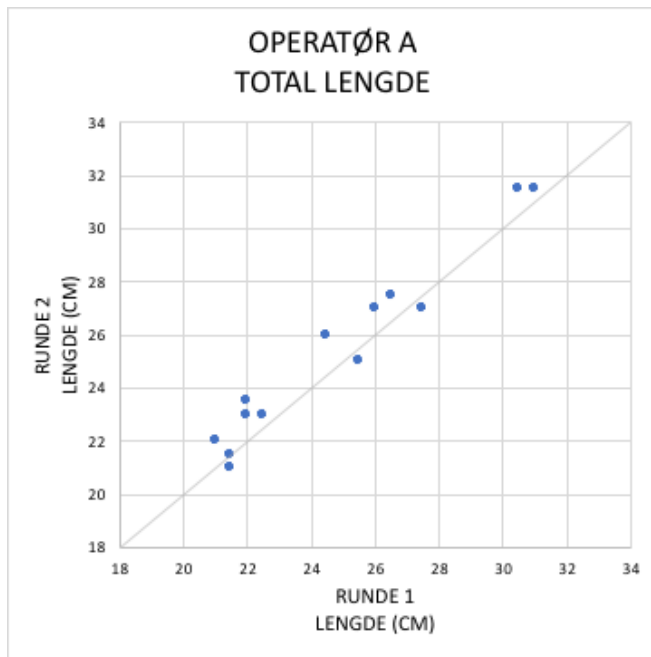
samsvarer noe bedre i runde 2 (figur 10b) enn i runde 1 (figur 10a). Dette ses i spredningsplottene ved at punktene ligger tettere inntil den ideelle linjen i figur 10b. I runde 1 har operatør B generelt noe lavere mål på total lengde enn operatør A. Det samme gjelder for runde 2, men her er forskjellen mellom operatørene mindre.



Figur 10 Spredningsplottene viser operatørenes målinger av muskellengde i runde 1 øverst (a) og runde 2 nederst (b). Hvert enkelt punkt representerer krysningen mellom operatør A og operatør B sin måling for samme kandidat. Den grå linjen representerer ideelle krysningpunkt, og er gitt ved formelen $y=x$.

4.1.2 Intrareliabilitet

Begge operatørenes resultater viser at det gjennomgående er noe høyere mål på total lengde i runde 2 enn i runde 1, siden punktene i figur 11 a&b befinner seg over den ideelle linjen.



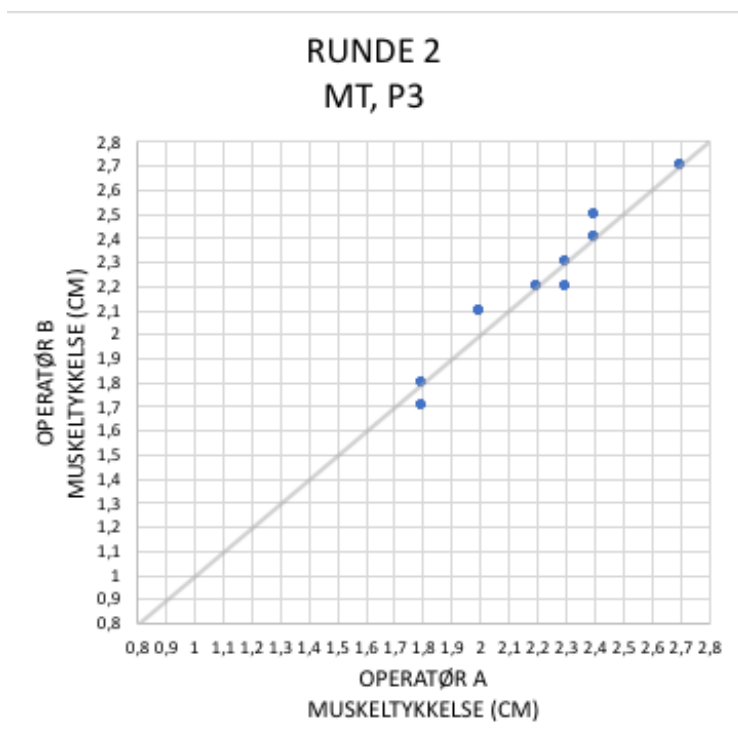
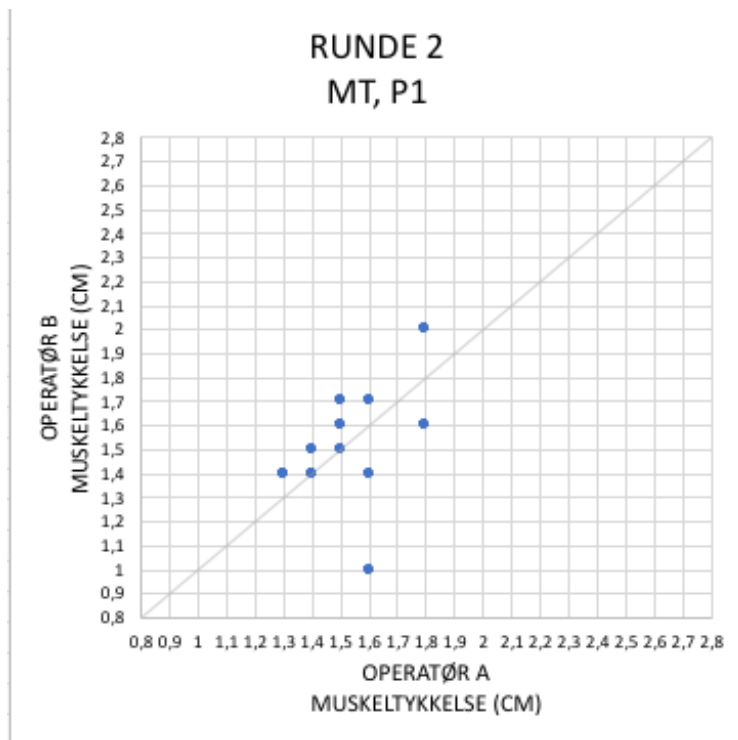
Figur 11 Spredningsplottene viser sammenhengen mellom målingene av muskellengde gjort i runde 1 og runde 2, for operatør A øverst (a) og operatør B nederst (b). Hvert enkelt punkt representerer kryssningen mellom målingene i runde 1 og runde 2 for samme kandidat. Den grå linjen representerer ideelle kryssningspunkt, og er gitt ved formelen $y=x$.

4.2 Muskeltykkelse

Muskeltykkelse kan være uttrykk for muskelens evne til å utøve arbeid. Endringer i muskelvolum kan komme av økt vaskularisering og en økning i muskelfibertykkelse som følge av trening eller ulike sykdomstilstander. Muskeltykkelse blir målt i tre forskjellige områder i muskelen, P1, P2 og P3.

4.2.1 Interreliabilitet

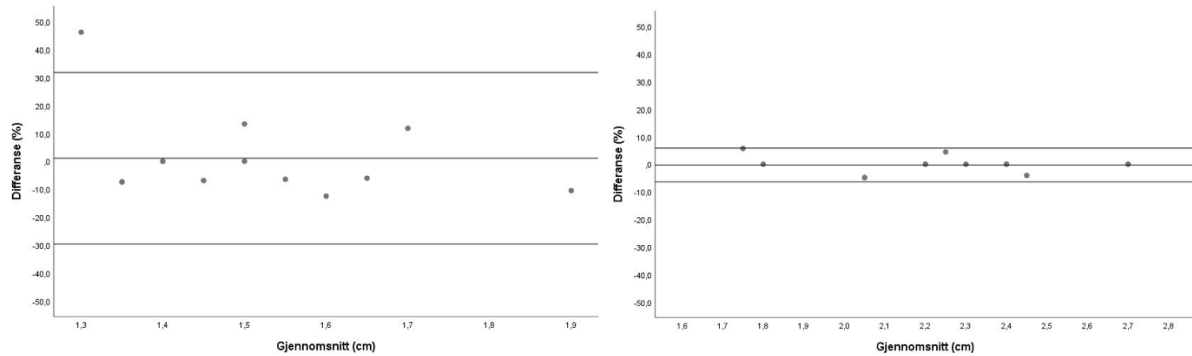
Det ses en høy grad av interreliabilitet ved måling av muskeltykkelse i målepunktene P2 og P3. Her samsvarer operatør A og B sine målinger godt i begge runder (vedlegg 3). Det beste samsvaret mellom målingene observeres i P3, runde 2 (figur 12b). Spredningsplottet viser lite variasjon i målingene og punktene ligger på eller tett inntil den ideelle linjen. Figur 12a viser spredningsplottet for målinger gjort i P1 i runde 2, hvor punktene ligger spredt fra den ideelle linjen, som følge av en større variasjon i målingene. Målingenes differanse har et standardavvik på 0,2 cm (15,6%), mot 0,1 (3,1%) i P3, runde 2.



Figur 12 To utvalgte spredningsplott som viser kryssningen mellom operatørens målinger av muskeltykkelse målt opp mot den ideelle linje $y=x$. Figuren øverst viser målinger gjort i P1, runde 2 (a). Nederst vises målinger gjort i P3, runde 2 (b).

For å framstille spredningen mellom de samme målingene benyttes Bland Altman-diagram. Det kommer tydelig fram av figurene at differansene fra målinger i P3 (figur 13b) har mindre

spredning enn i P1 (figur 13a), noe som tyder på at målingene er mer presise i dette punktet. I P1 er det en differanseverdi som ligger utenfor konfidensintervallet, mens i P3 ses ingen slike ekstremverdier. Diagrammene viser at begge punktene har en gjennomsnittlig differanse som ligger nær 0 (1,1% for P1, og -0,3% for P3).



Figur 13 Til venstre vises Bland Altman-diagram for målinger av muskeltykkelse gjort i P1 i runde 2 (a), der gjennomsnittlig differanse er 1,1%, nedre grense er -29,6% og øvre grense er 31,7%. Til høyre vises Bland Altman-diagram for målinger gjort i P3 i runde 2 (b), med gjennomsnittlig differanse på -0,3%, nedre grense er -6,4% og øvre grense er 5,5%.

ICC-verdiene bekrefter i stor grad de sammenhengene som er observert ved hjelp av spredningsplott og Bland Altman-diagrammer. P1 skiller seg ut som det punktet med lavest ICC-verdier for måling av muskeltykkelse i begge runder (tabell 2). De utregnede ICC verdiene viser også at det er god til utmerket interreliabilitet for målinger av muskeltykkelse i P2 og P3 der ICC-verdiene ligger godt opp mot 1 for begge runder.

Tabell 2 Tabellen viser ICC-verdier med 95% konfidensintervall (KI) for interreliabilitet basert på målingene av muskeltykkelse.

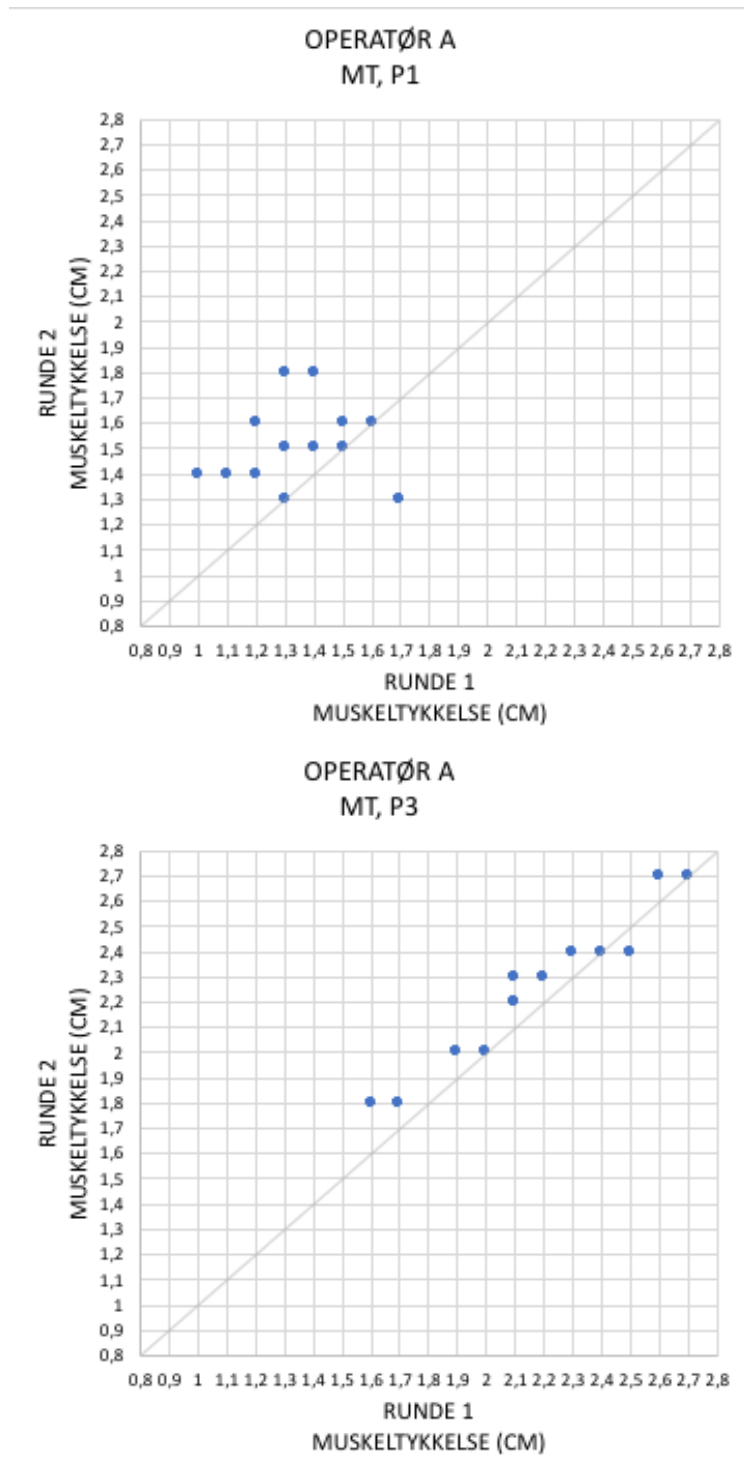
	ICC	KI Nedre grense	KI øvre grense
Runde 1:			
P1	0,76	0,17	0,93
P2	0,98	0,91	0,99
P3	0,97	0,90	0,99
Runde 2:			
P1	0,60	-0,41	0,88
P2	0,96	0,87	0,99
P3	0,99	0,96	1,00

4.2.2 Intrareliabilitet

Målingene for muskeltykkelse har gitt best resultater med tanke på intrareliabilitet i P3, mens målingene i P1 har gitt resultater med minst samsvar. I P2 er målingene noe mer presise enn i P1, men dårligere enn i P3 (vedlegg 4). Dette gjelder for begge operatørenes resultater. Videre i kapittelet vil resultatene til hver av operatørene presenteres for seg, først i spredningsplott og deretter i Bland Altman-diagram. Til slutt oppsummeres resultatene til begge operatørene i en ICC-tabell.

I P1 har operatør A i stor grad gjort forskjellige målinger på samme kandidat mellom de to rundene. Dette vises av at punktene ligger spredt og ikke følger den ideelle linjen (Figur 14a). Med unntak av noen få verdier ligger punktene over linjen, som betyr at operatøren har høyere målinger i runde 2 enn runde 1. P1 er punktet der differansen har høyest standardavvik (0,2 cm/17%) for operatør A sine målinger. I figur 14b vises målinger gjort i P3. Disse punktene ligger tett inntil linjen på 45 grader. Dette betyr at operatøren har produsert

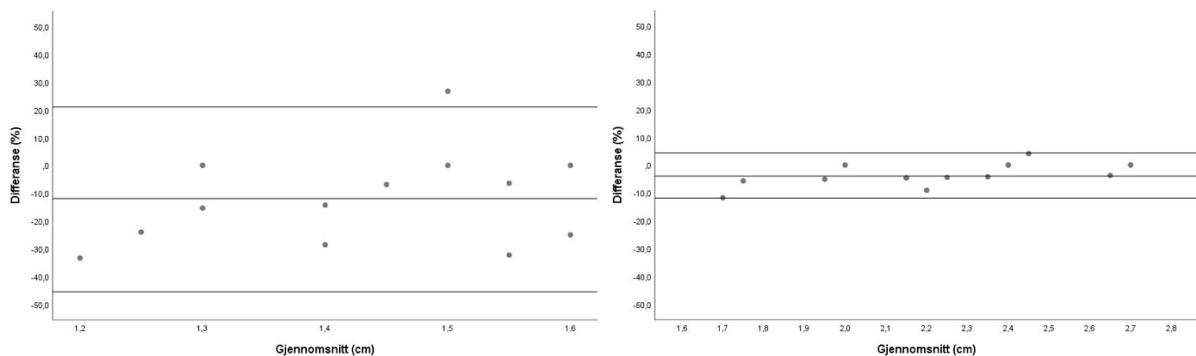
relativt like målinger i de to rundene. P3 er målepunktet med lavest standardavvik for operatør A sine målinger (0,1 cm/4%).



Figur 14 To utvalgte spredningsplott som viser kryssningen mellom operatør A sine mål på muskeltykkelse i de to rundene, målt opp mot den grå ideelle linjen $y=x$. Diagrammet øverst viser målinger gjort i P1 (a). Nederst vises målinger gjort i P3 (b).

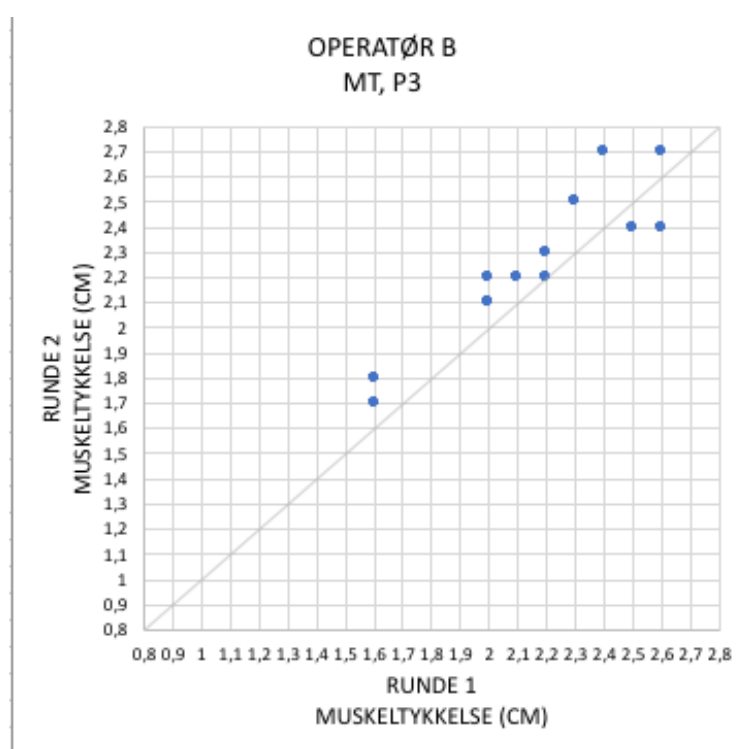
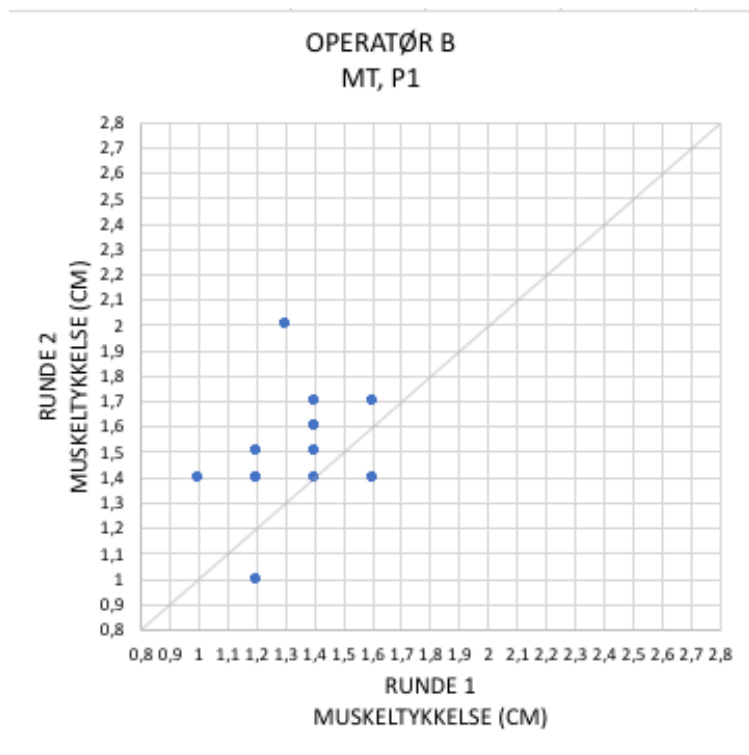
Felles for operatør A sine målinger i P1, P2 og P3 er at gjennomsnittlig differanse ligger under 0 for alle målepunktene (vedlegg 2). Det vil si at operatør A gjennomsnittlig har en

negativ differanse mellom 1. og 2. måling. Differansen mellom resultatene for operatør A sine målinger i P1 og P3 presenteres i Bland Altman-diagram (figur 15). Diagrammet viser tilsvarende punkt som i spredningsplottene ovenfor. Diagrammene viser tydelige forskjeller i både spredning og gjennomsnitt for de to punktene. I P3 har punktene mindre spredning, og gjennomsnittlig differanse ligger nærmere 0 enn i P1, der differansen mellom målingene varierer mye og gjennomsnittlig differanse ligger lavere enn -10%.



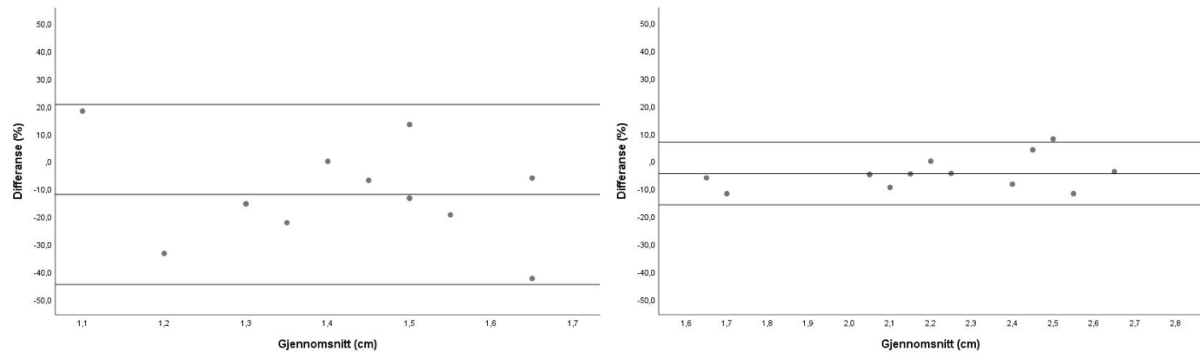
Figur 15 Til venstre vises Bland Altman-diagram for operatør A sine målinger av muskeltykkelse gjort i P1 (a), der gjennomsnittlig differanse er -12%, nedre grense er -45,5% og øvre grense er 21%. Til høyre vises Bland Altman-diagram for operatør A sine målinger gjort i P3 (b), med gjennomsnittlig differanse på -3,8%, nedre grense er -11,9% og øvre grense er 4,3%.

Også for operatør B viser resultatene stort sett høyere mål på muskeltykkelse i runde 2 enn i runde 1 for alle målepunktene (vedlegg 2). Operatør B sine målinger med lavest og høyest observerte samsvar presenteres i figur 16. For P1 er det en tydelig avstand mellom punktene og den ideelle linjen (figur 16a), og punktene ligger over den ideelle linjen. P1 er punktet med høyest standardavvik av differanse for operatør B (0,2 cm /16,6%). For målingene gjort i P3 (figur 16b), ligger punktene nærmere trendlinjen.



Figur 16 To utvalgte spredningsplott som viser kryssningen mellom operatør B sine målinger av muskeltykkelse i de to rundene, målt opp mot den grå ideelle linjen $y=x$. Det øverste diagrammet viser målinger gjort i P1 (a). Nederst vises målinger gjort i P3 (b).

Den gjennomsnittlige differansen til målingene i P3 ligger nærmere 0 enn gjennomsnittet for målingene i P1 (figur 17). Det er også tydelig ut fra Bland Altman at den prosentvise differansen til målingene varierer mer mellom kandidatene i P1 enn i P3, da konfidensintervallet er omtrent dobbelt så stort i P1.



Figur 17 Til venstre vises Bland Altman-diagram for operatør B sine målinger av muskeltykkelse gjort i P1 (a), der gjennomsnittlig differanse er -12%, nedre grense er -44,6% og øvre grense er 20,6%. Til høyre vises Bland Altman-diagram for operatør B sine målinger gjort i P3 (b), med gjennomsnittlig differanse på -4,5%, nedre grense er -15,8% og øvre grense er 6,8%.

Det er målt god intrareliabilitet for målinger av muskeltykkelse gjort i P3. Dette vises i ICC-verdiene, som for både operatør A og B ligger mellom 0,94 og 0,97 (tabell 3). Begge operatører har dårlig intrareliabilitet for målinger gjort i P1. Dette samsvarer godt med de trendene som ble observert i spredningsplottene og Bland Altman-diagrammene.

Tabell 3 Tabellen viser ICC-verdier med 95% konfidensintervall (KI) for intrareliabilitet, basert på målingene av muskeltykkelse.

	ICC	KI Nedre grense	KI øvre grense
Operatør A:			
P1	0,14	-0,76	0,68
P2	0,92	0,47	0,98
P3	0,97	0,75	0,99
Operatør B:			
P1	0,38	-0,41	0,78
P2	0,87	-0,14	0,97
P3	0,94	0,71	0,98

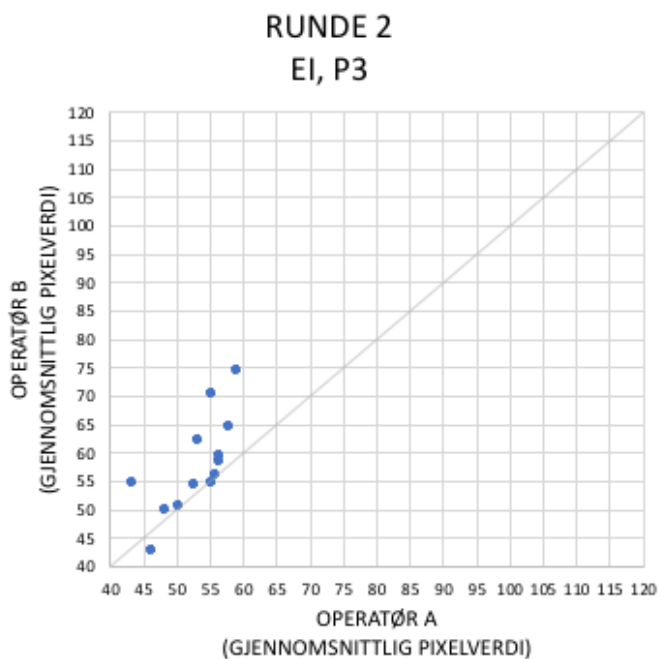
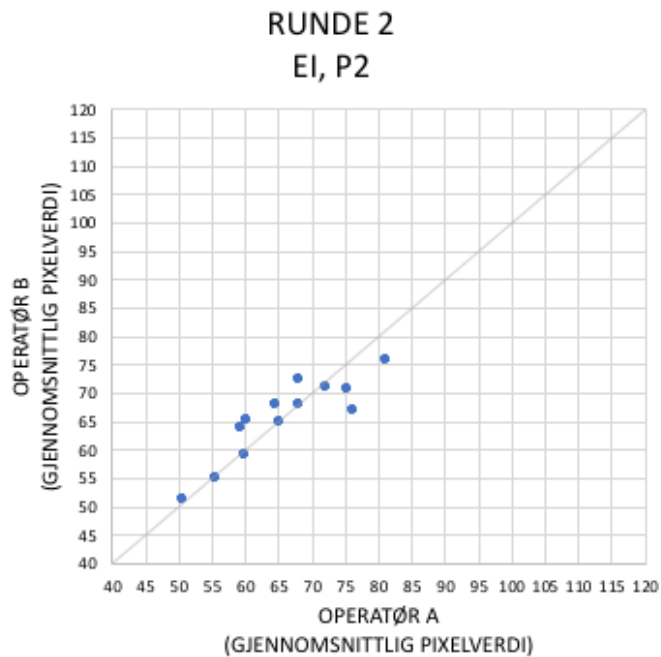
4.3 Ekkointensitet

Ekkointensitet er en relevant størrelse for vurdering av muskelegenskaper da det sier noe om muskelens sammensetning. Ekkointensitet er her målt ved å finne gjennomsnittlig pixelverdi i bilder fra ultralydundersøkelsen, målt i longitudinell retning i P1, P2 og P3.

4.3.1 Interreliabilitet

Det observeres best samsvar mellom de to operatørens målinger av ekkointensitet i det midterste målepunktet, P2. Basert på differansen mellom to målingers standardavvik ser vi at målingene gjort i P2 i den andre datainnsamlingsrunden har lavest standardavvik (4,3 pixelverdi /6,2%). Dette gjenspeiles i spredningsplottet (figur 18a) som viser at punktene ligger tett inntil den ideelle linjen. Det er observert høyest standardavvik (6,2 pixelverdi/10,5%), og dermed minst samsvar mellom operatørens målinger, for målingene gjort i P3 i runde 2. Her ser vi også av spredningsplottet (figur 18b) at punktene ligger spredt

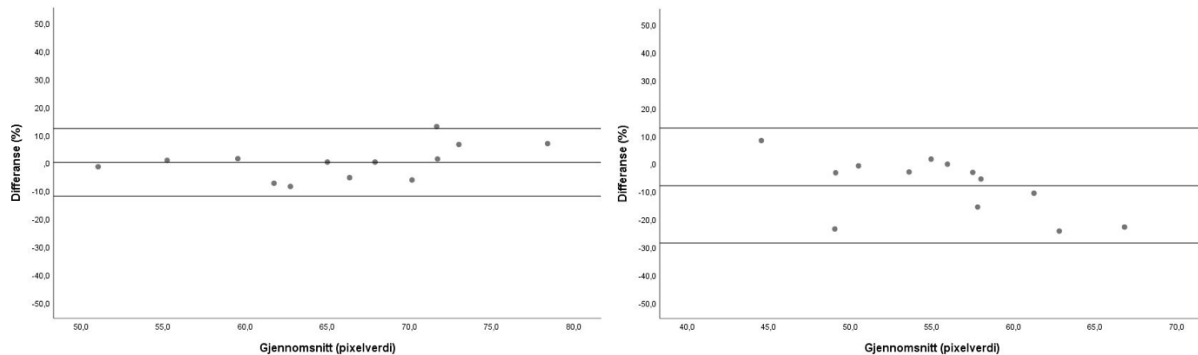
fra, og over den ideelle linjen. At punktene ligger på oversiden av linjen betyr at operatør B har fått høyere verdier for ekkointensitet enn operatør A.



Figur 18 To utvalgte spredningsplott som viser kryssningen mellom operatørenes målinger av ekkointensitet målt opp mot den ideelle linje $y=x$. Figuren øverst viser målinger gjort i P2, runde 2 (a). Nederst vises målinger gjort i P3, runde 2 (b).

I Bland-Altman diagrammene ses tydelig en større variasjon i differansene for målinger gjort i P3 runde 2 (figur 19b) enn i P2 runde 2 (figur 19a). For målinger gjort i P2 er både

konfidensintervallet mindre, differansene er bedre sentrert rundt gjennomsnittet og gjennomsnittlig differanse er nærmere 0. Dette betyr at det prosentvis er minst forskjeller mellom operatør A og operatør B sine målinger i P2 (runde 2).



Figur 19 Til venstre vises Bland Altman-diagram for målinger av ekkointensitet gjort i P2 i runde 2 (a), der gjennomsnittlig differanse er 0,2%, nedre grense er -11,0% og øvre grense er 12,3%. Til høyre vises Bland Altman-diagram for målinger gjort i P3 i runde 2 (b), med gjennomsnittlig differanse på -7,9%, nedre grense er -28,5% og øvre grense er 12,8%.

Det er generelt oppnådd gode resultater for interreliabilitet ved sammenligning av operatørenes verdier for ekkointensitet. ICC-verdiene viser god interreliabilitet for målingene av ekkointensitet gjort i P1 i runde 1, mens i runde 2 har P1 noe lavere interreliabilitet (tabell 4). Basert på tall fra begge datainnsamlingsrundene er interreliabiliteten best for målinger gjort i P2, mens i P3 er det lavest interreliabilitet. ICC-verdiene bekrefter dermed observasjonene som er gjort i spredningsplottene og Bland Altman-diagrammene, og resultatene tyder på at P2 er punktet som gir best interreliabilitet for mål av ekkointensitet.

Tabell 4 Tabellen viser ICC-verdier med 95% konfidensintervall (KI) for interreliabilitet basert på målingene av ekkointensitet.

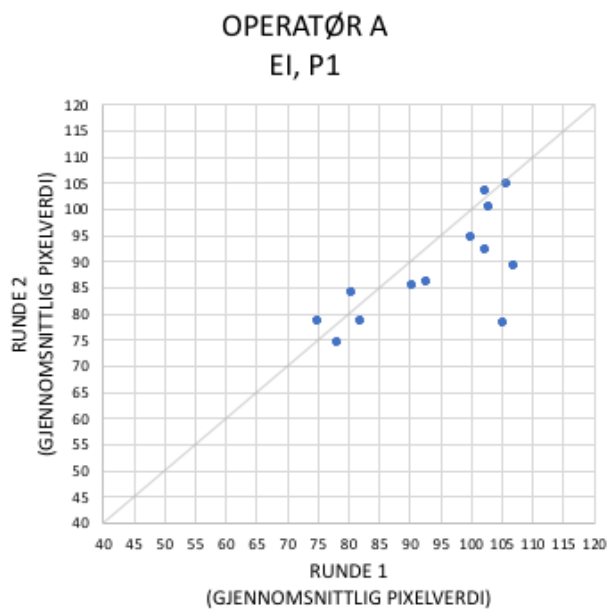
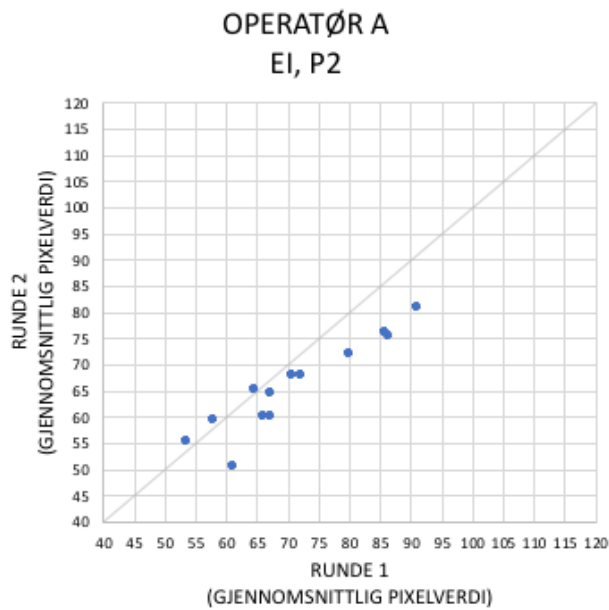
	ICC	KI Nedre grense	KI øvre grense
Runde 1:			
P1	0,93	0,77	0,98
P2	0,95	0,84	0,99
P3	0,80	0,36	0,94
Runde 2:			
P1	0,83	0,44	0,95
P2	0,93	0,76	0,98
P3	0,67	-0,04	0,90

4.3.2 Intrareliabilitet

Begge operatørene har i størst grad repetert sine egne verdier av ekkointensitet for målinger gjort i P2. Basert på differansenes standardavvik observeres det at operatør A både har målingene med best og dårligst resultat. Operatør A sine resultater blir derfor presentert først.

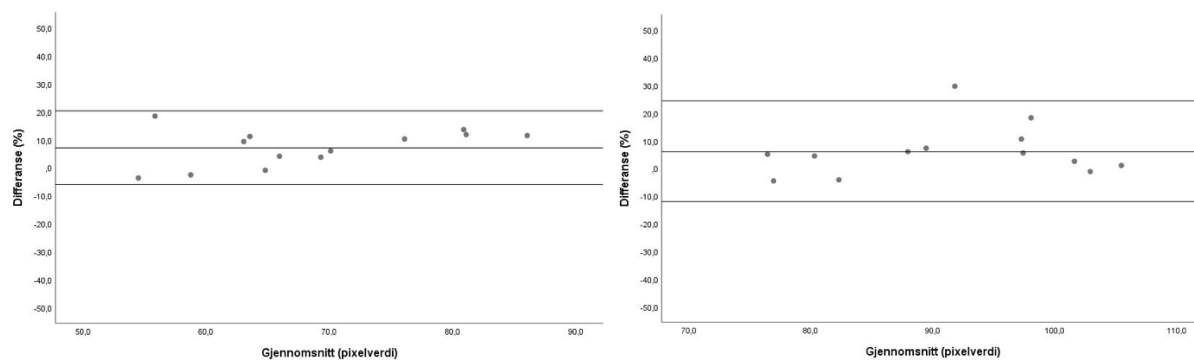
Operatør A sine målinger for P2 viser at dette er punktet med lavest standardavvik for differansene (4,6 pixelverdi / 6,7%), og dermed minst spredning mellom de målte verdiene (figur 20a). Det dårligste samsvaret mellom målingene fra runde 1 til runde 2 observeres hos operatør A sine målinger gjort i P1. Her finner vi differansen med høyest standardavvik (8,6 pixelverdi / 9%), og spredningsplottet for disse målingene (figur 20b) viser at flere av punktene ligger et stykke unna den ideelle linjen. Ved sammenligning av alle spredningsplottene (vedlegg 3) ser vi at punktene generelt ligger på undersiden av den

ideelle linjen for operatør A sine målinger. Dette betyr at det stort sett er målt høyere ekkointensitet i runde 1 enn i runde 2.



Figur 20 To utvalgte spredningsplott som viser kryssningen mellom operatør A sine mål på ekkointensitet i de to rundene, målt opp mot den grå ideelle linjen $y=x$. Diagrammet øverst viser målinger gjort i P2 (a). Nederst vises målinger gjort i P1 (b).

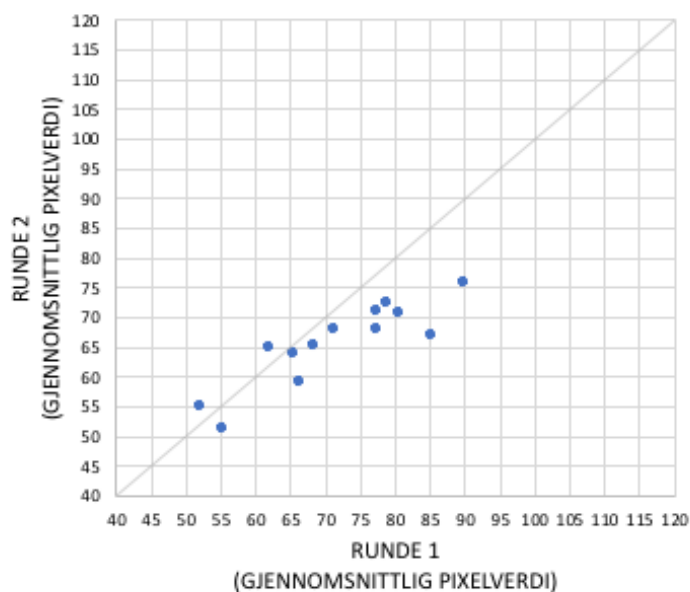
Det kan se ut til at operatør A sine målinger i P2 (figur 21a) er noe mer presise enn i P1 (figur 21b), da konfidensintervallet for P2 er noe smalere. Differansens gjennomsnitt ligger over 0, helt opp mot 10% for både P2 og P1.



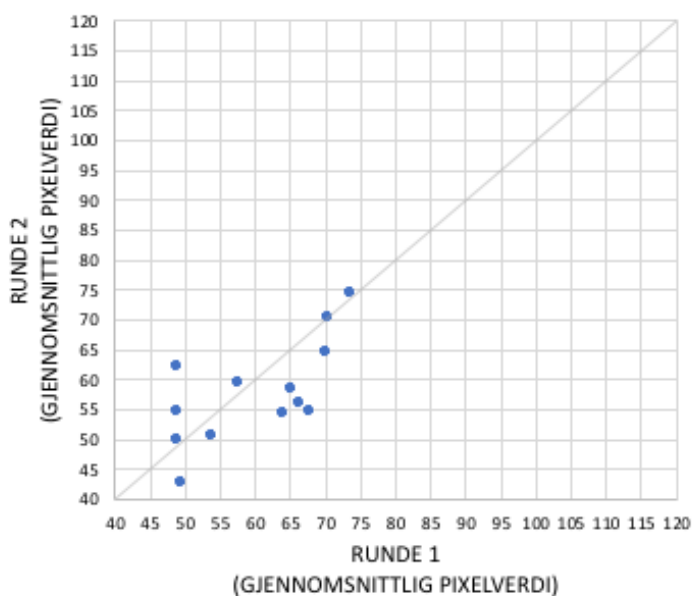
Figur 21 Til venstre vises Bland Altman-diagram for operatør A sine målinger av ekkointensitet gjort i P2 (a), der gjennomsnittlig differanse er 7,1%, nedre grense er -6,0% og øvre grense er 20,3%. Til høyre vises Bland Altman-diagram for operatør A sine målinger av ekkointensitet gjort i P1 (b), med gjennomsnittlig differanse på 6,2%, nedre grense er -12,0% og øvre grense er 24,4%.

For operatør B ses lignende resultater som for operatør A. Målingene gjort i P2 har differansen med lavest standardavvik (6,1 pixelverdi/8,2%), og spredningsplottet viser at punktene har lite variasjon rundt den ideelle linjen (figur 22a). For operatør B er høyest standardavvik av differansen å finne i P3 (7,3 pixelverdi/12,8%) som vist i figur 22b.

OPERATØR B
EI, P2



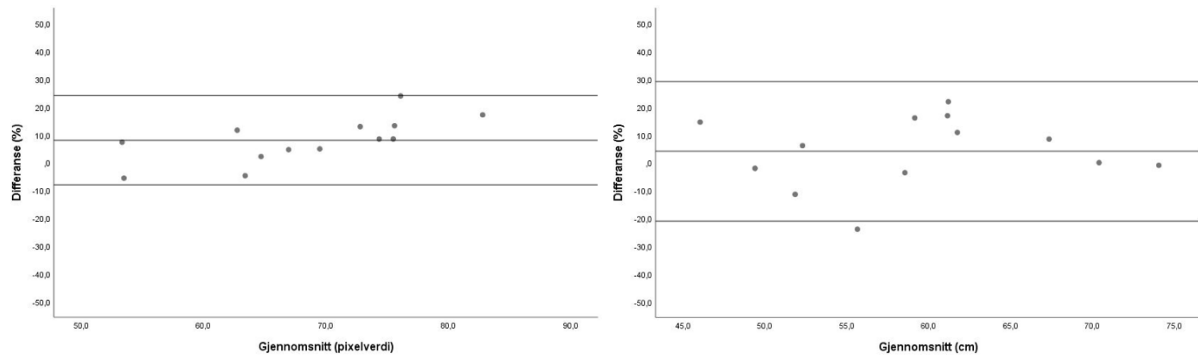
OPERATØR B
EI, P3



Figur 22 To utvalgte spredningsplott som viser kryssningen mellom operatør B sine mål på ekkointensitet i de to rundene, målt opp mot den grå ideelle linjen $y=x$. Diagrammet øverst viser målinger gjort i P2 (a). Nederst vises målinger gjort i P3 (b).

Differansen til målingene gjort i P2 har et noe mindre konfidensintervall enn for P3, med punkter som ligger nærmere gjennomsnittet (figur 23). Gjennomsnittlig differanse er positiv for både P2 og P3, som betyr at det for størstedelen av kandidatene er høyere mål på

ekkointensitet i runde 1 enn i runde 2. For P3 ligger gjennomsnittlig differanse nærmere 0, men resultatene for punktet har et større konfidensintervall noe som betyr at målingene har større spredning.



Figur 23 Til venstre vises Bland Altman-diagram for operatør B sine målinger av ekkointensitet gjort i P2 (a), der gjennomsnittlig differanse er 8,0%, nedre grense er -8,0% og øvre grense er 24,1%. Til høyre vises Bland Altman-diagram for operatør B sine målinger av ekkointensitet gjort i P3 (b), med gjennomsnittlig differanse på 4,1%, nedre grense er -21,0% og øvre grense er 29,1%.

Ved utregning av ICC-verdier for å se på reliabiliteten for hvor godt operatørens målinger samsvarer i runde 1 og runde 2, ser vi at resultatene ikke viser helt det samme som spredningsplottene og Bland Altman-diagrammene antyder. Operatør A sine målinger av ekkointensitet har lavest intrareliabilitet, på målingene gjort i P3 (tabell 5). Dette er litt andre resultater enn observert ved hjelp av Bland Altman, der P1 så ut til å være det minst presise punktet. ICC-verdiene indikerer at P2 er punktet med høyest intrareliabilitet for operatør A. Operatør B sine målinger av ekkointensitet har moderat til lav intrareliabilitet for alle målepunkt.

Tabell 5 Tabellen viser ICC-verdier med 95% konfidensintervall (KI) for intrareliabilitet basert på målingene av ekkointensitet.

	ICC	KI Nedre grense	KI øvre grense
Operatør A:			
P1	0,76	0,20	0,93
P2	0,90	0,18	0,97
P3	0,65	-0,05	0,89
Operatør B:			
P1	0,81	0,36	0,94
P2	0,80	0,06	0,95
P3	0,80	0,36	0,94

4.4 Fysisk aktivitet

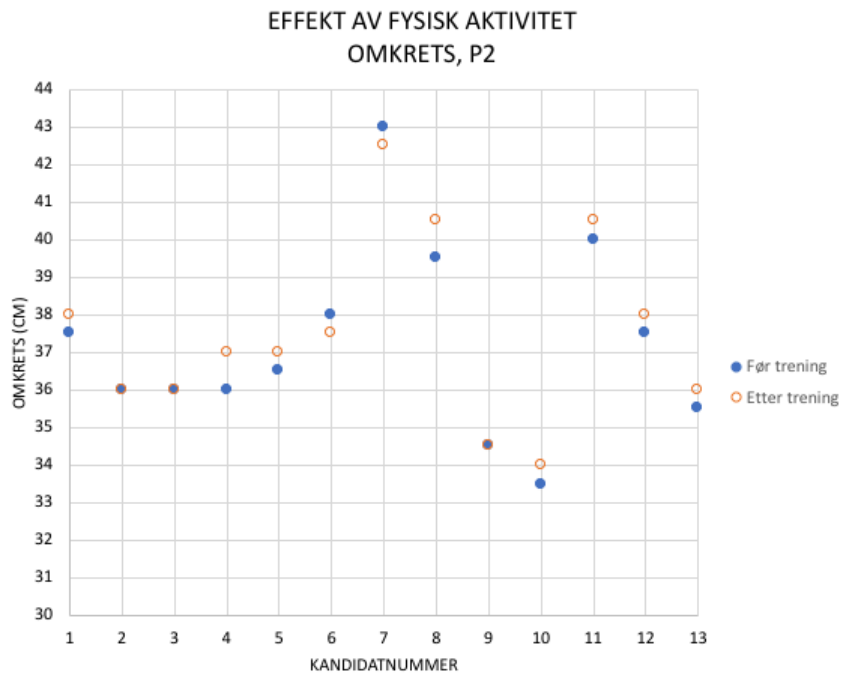
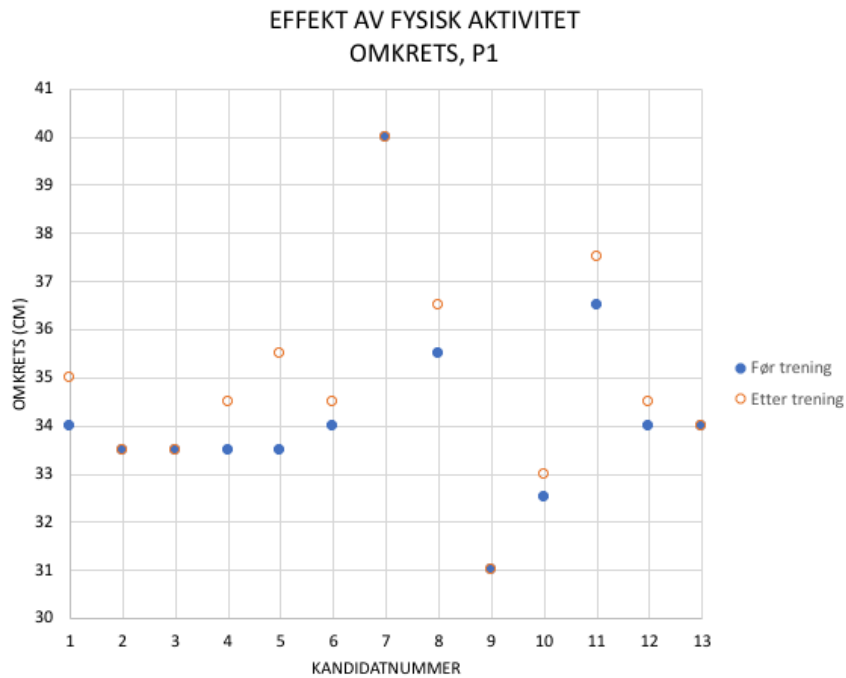
Det er viktig å vite noe om hvilke faktorer som kan virke inn på målemetoden, for å forstå hvilke forholdsregler en må ta ved gjennomføringen av et lignende prosjekt. Ved å undersøke om fysisk aktivitet virker inn på ultralydmålingene kan en si noe om deltakerne bør unngå fysisk aktivitet før gjennomføring av målinger.

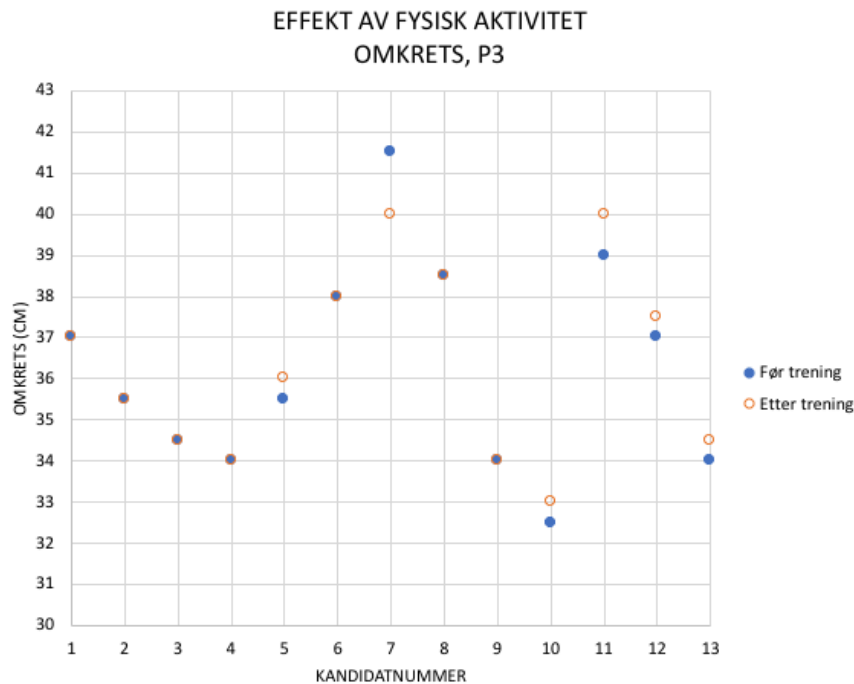
Resultatene er basert på en sammenligning av målingene som ble gjort før og etter kandidatene gjennomførte den fysiske aktiviteten tå-hev. Det er kun operatør B som har målt omkrets, muskeltykkelse og ekkointensitet etter den fysiske aktiviteten.

4.4.1 Ytre mål

Omkrets av leggen ble målt i P1, P2 og P3 før og etter tå-hev-øvelsen. Den største endringen som er målt er en reduksjon på 1,5 cm i punkt 3 for kandidat 7. Gjennomsnittlig endring av

omkrets er 0,4 cm, 0,3 cm og 0,1 cm for henholdsvis P1, P2 og P3. I figur 24 vises sanne verdier for målt omkrets ved alle målepunkter før og etter trening. Det observeres noe endring i omkrets etter fysisk aktivitet for alle tre målepunktene.



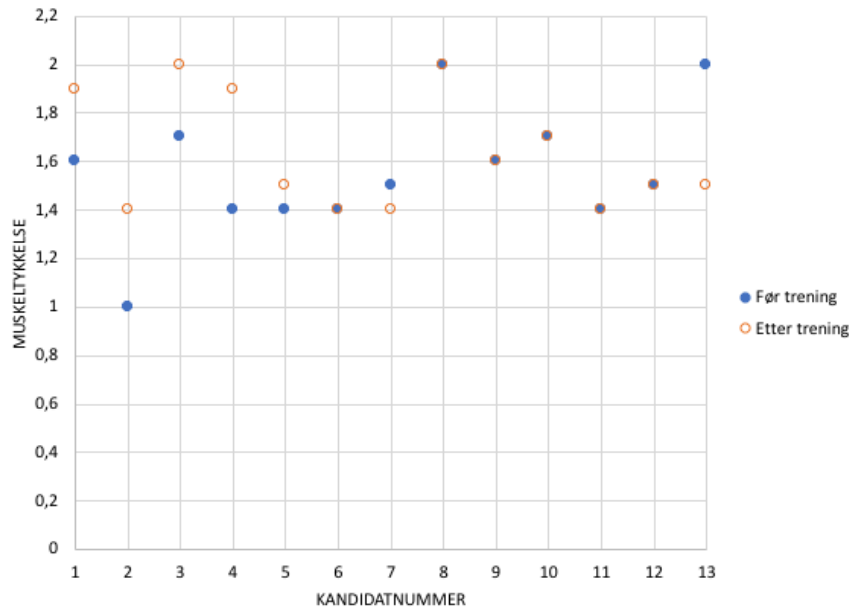


Figur 24 Figurene viser målinger av omkrets før (blå punkt) og etter (oransje punkt) fysisk aktivitet, i målepunktene P1 (a), P2 (b) og P3 (c).

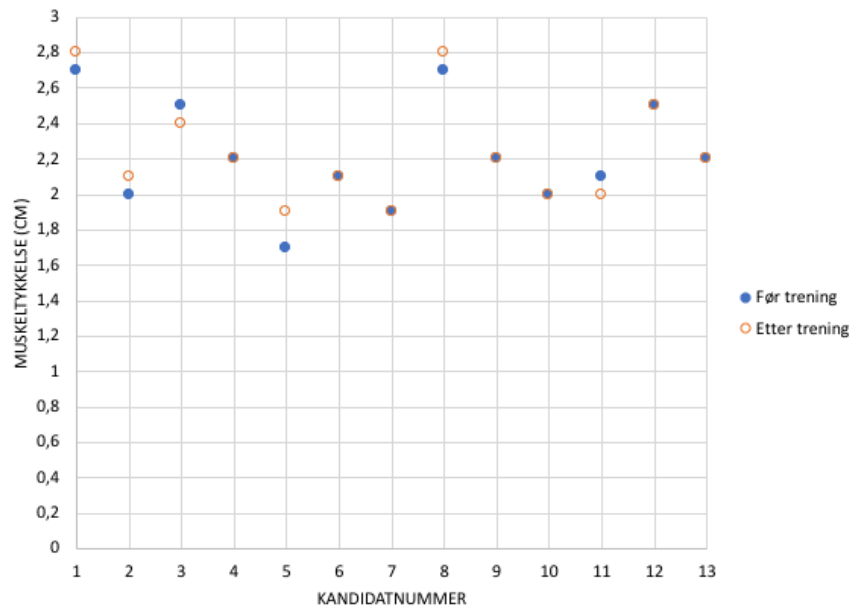
4.4.2 Muskeltykkelse

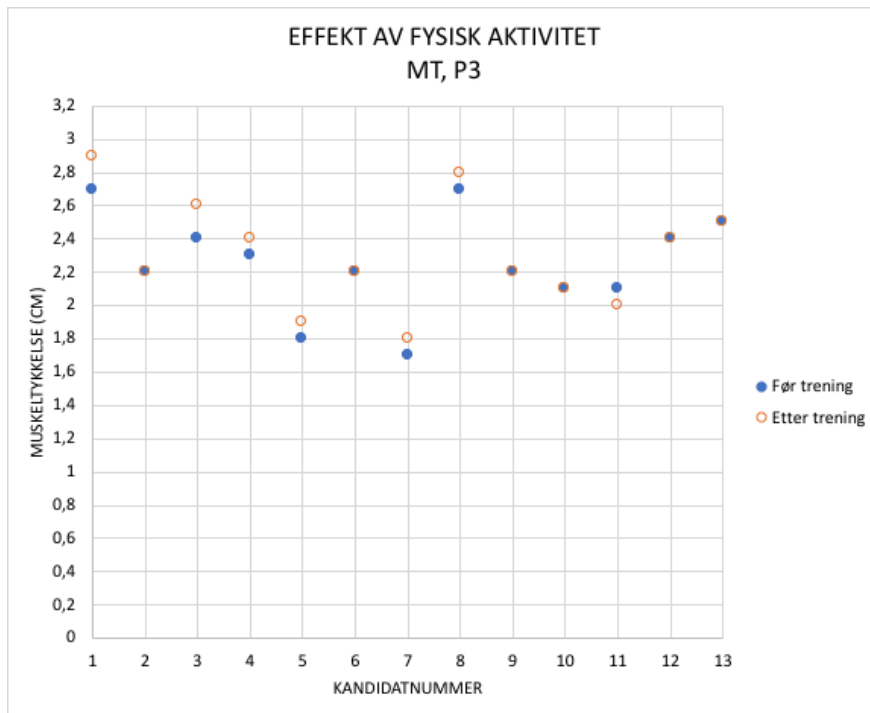
Gjennomsnittlig endring i muskeltykkelse er 0,1 cm, 0,0 cm og 0,1 cm for henholdsvis P1, P2 og P3. De største endringene i muskeltykkelse er målt i P1 for kandidat 4 med en økning på 0,5 cm, og i P1 for kandidat 13 med en reduksjon på 0,5 cm. Visuelt viser figur 25 liten endring i muskeltykkelse etter fysisk aktivitet for alle tre målepunktene, men med noe tydeligere endringer i P1.

EFFEKT AV FYSISK AKTIVITET
MT, P1



EFFEKT AV FYSISK AKTIVITET
MT, P2





Figur 25 Figurene viser målinger av muskeltykkelse før (blå punkt) og etter (oransje punkt) fysisk aktivitet i målepunktene P1 (a), P2 (b) og P3 (c).

Resultatene av den parede t-testen for måling av muskeltykkelse før og etter fysisk aktivitet viser at det finnes signifikante forskjeller for P1 og P3 (tabell 6). For P2 viser testen at det ikke er signifikante forskjeller, og det antas at dette er gyldig da datasettet brukt i denne testen er tilnærmet normalfordelt.

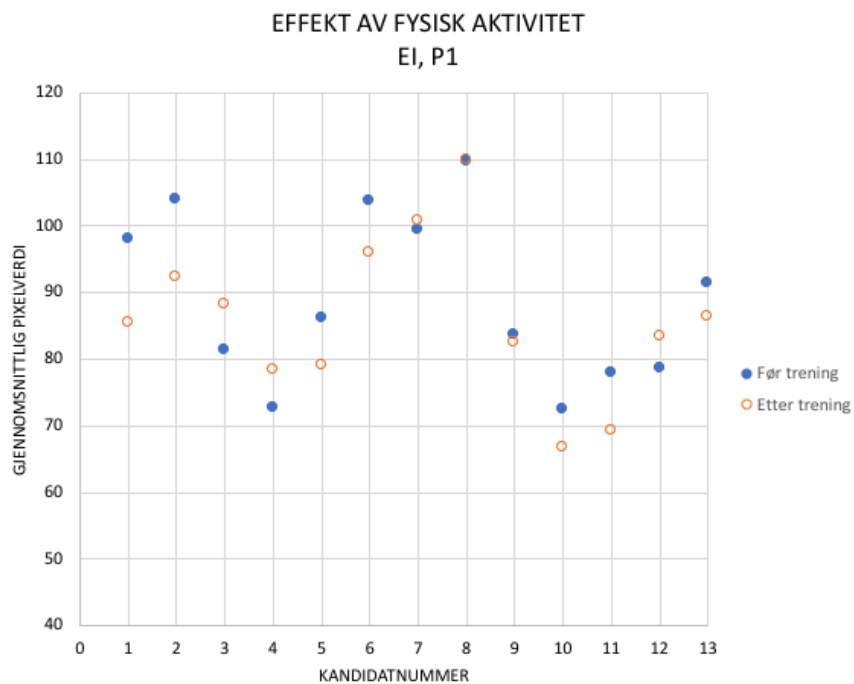
Tabell 6 Resultater av parede t-test og Shapiro-Wilk test for sammenligning av muskeltykkelsemålinger før og etter fysisk aktivitet.

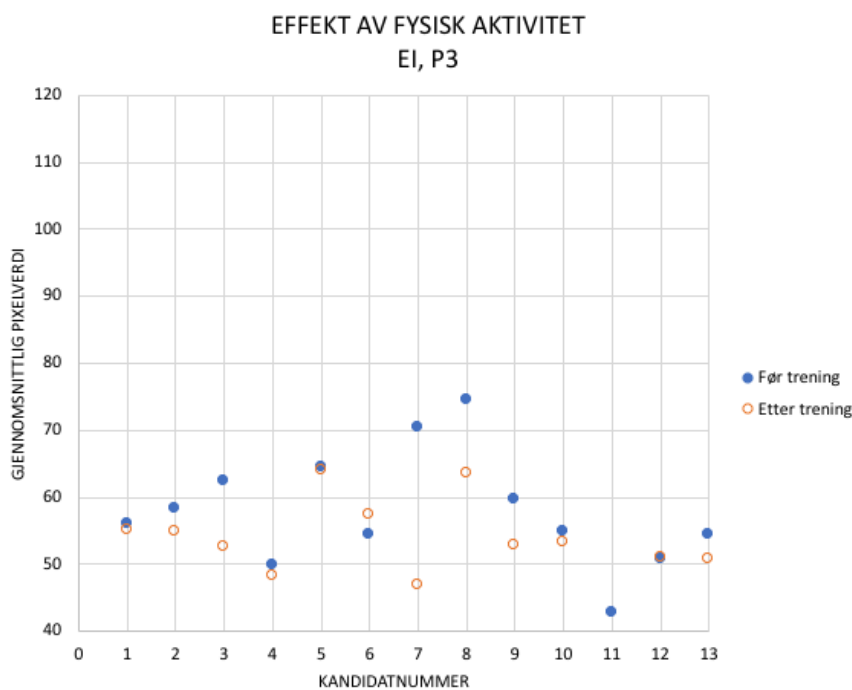
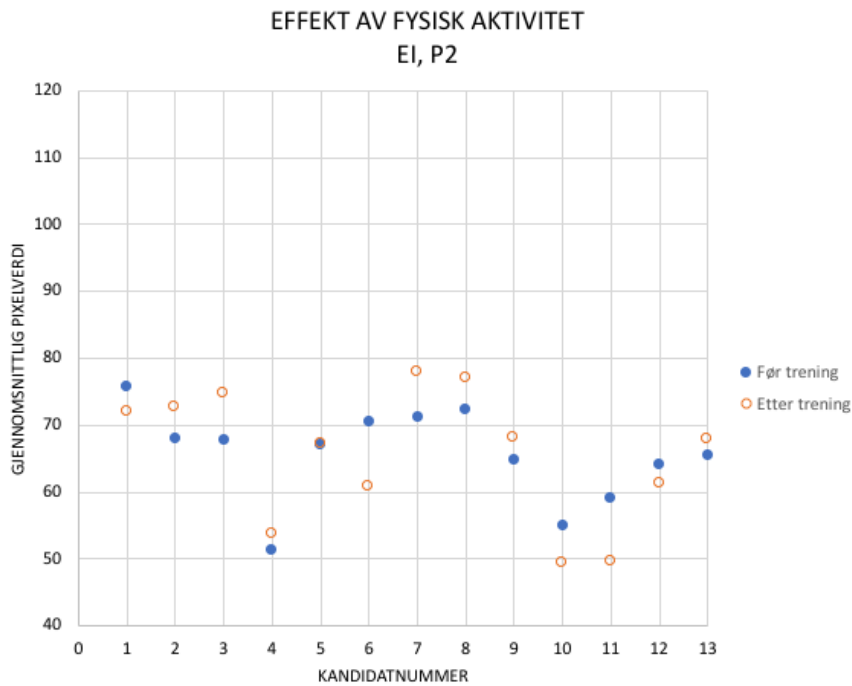
Målepunkt	P-verdi	Signifikante forskjeller	Normalfordeling
P1	0,036	ja	ja
P2	0,337	nei	nei (tilnærmet)
P3	0,047	ja	ja

4.4.3 Ekkointensitet

Det er liten endring i målt ekkointensitet etter fysisk aktivitet for alle tre målepunktene. Den største observerte endringen er en reduksjon på 23,5 i P3 for kandidat 7 (figur 26c).

Gjennomsnittlig endring i ekkointensitet er -3,1 for P1, 0,0 for P2 og -5,1 for P3.





Figur 26 Figurene viser målinger for ekkointensitet før (blå punkt) og etter (oransje punkt) fysisk aktivitet i målepunktene P1 (a), P2 (b) og P3 (c), angitt i gjennomsnittlig pixelverdi.

Det er kun for målingene gjort i P3 at de observerte forskjellene er signifikante (tabell 7), men da kravet om normalfordeling ikke er oppfylt for dette datasettet er dette resultatet noe usikkert.

Tabell 7 Resultater av paret t-test og Shapiro-Wilk test for sammenligning av ekkointensitetsmålinger før og etter fysisk aktivitet.

Målepunkt	P-verdi	Signifikante forskjeller	Normalfordeling
P1	0,11	nei	ja
P2	0,98	nei	ja
P3	0,02	ja	nei

5.0 Diskusjon

Hensikten med denne oppgaven var å etablere en robust og valid metode for utføring av ultralydmåling av mediale m. gastrocnemius, og vi har derfor sett på om variasjoner i målingene er avhengige av operatør og ulike måletidspunkt. Ved bruk av ultralyd som metode for å evaluere endringer mellom individ eller over tid, må en kunne identifisere eventuelle feilkilder. I tillegg må en kunne skille mellom reelle biologiske eller morfologiske forskjeller og metodiske variasjoner.

5.1 Måling av muskellengde

Måling av muskellengde påvirker setting av markør og dermed hvor i muskelen målingene blir utført. Grunnet muskelens utforming med naturlig variasjon i tykkelse er det viktig å være nøyaktig i måling av muskellengde, da det kan gi utslag på videre målinger av muskeltykkelse og ekkointensitet. Det er derfor viktig at operatørene har god opplæring i hvordan måling av muskellengden skal gjennomføres ved å ha trent på definering av landemerker i forkant av prosjektet, og at protokollen er presist formulert og enkel å følge.

Resultatene for muskellengde viser at operatør A generelt har målt en kortere total lengde enn operatør B. Palpasjon og markering av epicondylus medialis femoris er operatørvhengige faktorer, og det kan være forskjellig oppfatning av hvordan dette skal utføres som er grunnen til de kontinuerlige forskjellene mellom operatørenes resultater. Det kan også tenkes at forskjeller i kandidatenes anatomi gjør palperingen vanskeligere på enkelte. En annen mulig forklaring kan være variasjon i operatørenes markering av akillesovergangen. Forskjeller i målt total lengde vil gjøre utslag på markeringen av målepunktene P1, P2 og P3. Målingene gjort i P2 og P3, som er plassert ved henholdsvis 40% og 60% av den totale lengden fra muskel-sene-overgangen, vil bli mest påvirket av en ulik lengdemåling. I protokollen detekteres akillesovergangen ved hjelp av ultralyd og epicondylus medialis femoris ved hjelp av palpering, altså benytter den ett indre og ett ytre landemerke. Det kan tenkes at det ville vært mer presist å kun benytte indre landemerker på grunn av usikkerheten knyttet til palpering. Hvilke landemerker som er brukt kommer dårlig frem i studiene denne oppgavene baserer seg på, men i artikkelen til Cenni et al. (2018) som

undersøker muskeltykkelse, fasikkellengde og pennasjonsvinkel i mediale m. gastrocnemius er det, i likhet med denne oppgaven, målt fra epicondylus medialis femoris til muskelens overgang til akillessenen. Dersom en skal se på veldig små endringer over tid vil kanskje andre landemerker enn de som er brukt her være mer hensiktsmessige, som registrering av føflekker og inntegning av spesielle landemerker på gjennomslagspapir, eller andre kjennetegn som er særegent for den enkelte kandidat.

Resultatene viser også at begge operatørene har målt lengre total lengde i runde 2 enn i runde 1. Årsaken til dette er ikke åpenbar, da posisjonering av kandidat har vært mest mulig lik mellom rundene, kan det tenkes at forskjellene enten skyldes ulik palpering og markering eller påvirkninger som er utenfor operatørenes kontroll. For de kandidatene hvor målingene varierer mellom rundene ses ingen sammenheng med kandidatens kjønn eller aktivitetsnivå. Det kan tenkes at kandidatene hadde løsere klær i runde 2 fordi de var mer forberedt på hvordan undersøkelsen skulle gjennomføres, og at dette har forenklet palpering av epicondylus medialis femoris ved at klær ikke strammet i området over palpering. Fordi datamaterialet i prosjektet er lite, er det usikkert om det er grunnlag for å trekke en gyldig slutning for en slik sammenheng.

5.2 Muskeltykkelse

5.2.1 Interreliabilitet

Ved sammenligning av operatørenes målinger av muskeltykkelse viser resultatene at det er forskjell på målingene gjort i de ulike punktene. P2 og P3 har vist seg å være målepunkter med utmerket interreliabilitet, mens målinger gjort i P1 har relativt lav interreliabilitet. En mulig årsak til dette kan være at P1 ligger nær akillesovergangen. Her er det naturlig å anta at en liten forskjell i markering av målepunkt og plassering av probe vil kunne gi utslag på målte verdier på grunn av muskelens anatomi. Distalt i leggen vil muskeltykkelsen endre seg mye over en liten avstand. Målepunktene P2 og P3 ligger mer mot midten av muskelbuken, og det kan tenkes at variasjoner i plassering av probe vil ha mindre påvirkning på resultatet ved disse punktene da muskelen vil være mer jevn i størrelse. I artikkelen til Duclay, Martin, Duclay, Cometti, & Pousson (2009) er muskeltykkelsen av mediale m. gastrocnemius målt i

50% avstand mellom muskelfestene. Også i artikkelen til Simon, Noto & Zaidman (2016) blir det påpekt at målinger av muskeltykkelse bør gjøres i muskelbukens midtpunkt. Målingene gjort i P2 og P3 er derfor de som er mest sammenlignbare med disse studiene. Grunnen til at 50% avstand fra muskel-sene-overgangen ikke er brukt i denne studien er fordi vi ønsket å sammenligne flere målepunkter med en jevn avstand mellom punktene, og fordi pilotering viste at 25%, 50% og 75% gav vanskeligheter med å måle det øverste punktet (75%).

ICC-verdiene for sammenligning av muskeltykkelse mellom operatørene (i P2 og P3) gir lignende resultater som andre studier som måler interreliabilitet ved bruk av de samme størrelsene (f.eks. Ishida et al., 2017).

5.2.2 Intrareliabilitet

I likhet med resultatene for interreliabilitet, viser resultatene for intrareliabilitet at det er dårligst samsvar mellom målingene av muskeltykkelse gjort i P1. Det er observert minst forskjeller mellom målingene av muskeltykkelse gjort i P3. Dette gjelder både operatør A og operatør B sine målinger. Det ses imidlertid lavere ICC-verdier for intrareliabilitet enn for interreliabilitet. ICC-verdien må derfor ses i sammenheng med spredningsplottene, som bedre framstiller trender i spredningen. En felles trend for begge operatørene er at det er målt høyere verdier for muskeltykkelse i runde 2 enn i runde 1, noe som kommer tydelig frem av spredningsplottene (vedlegg 3). Dette kan henge sammen med resultatene for måling av muskellengde, som viser at begge operatørene har målt lengre total lengde i runde 2 enn i runde 1. En lengre total lengde vil føre til en forflytning av de utregnede P1, P2 og P3, med størst utslag for P3 som er markert ved 60% av den totale lengden. En slik trend vil dermed føre til en dårligere intrareliabilitet. Dersom vi sammenligner ICC-verdiene for intrareliabilitet med resultatene til Ishida et al. (2017), ser vi at de har ICC på 0,99 for muskeltykkelse, noe som er høyere enn resultatene for dette prosjektet (0,14-0,97). Dette kan skyldes at datamaterialet vårt ser ut til å ha en systematisk skjevhet i målingene mellom rundene.

5.3 Ekkointensitet

5.3.1 Interreliabilitet

I likhet med resultatene for muskeltykkelse, viser resultatene for ekkointensitet at målingene gjort i P2 har høy grad av interreliabilitet. Dette gjelder for begge rundene. Samtidig ses det mindre reliable resultater for målinger gjort i P3. Det kan tenkes at forskjellene skyldes at det ved P3 vil være vanskeligere å fremstille muskelen godt i ultralydbildet på grunn av kryssinger av muskelfester fra lårmuskulatur. Operatørene kan dermed ha rotert proben litt ulikt for å få en god fremstilling av m. gastrocnemius. Det kan også tenkes at det i dette punktet er vanskeligere å vurdere når muskelen er midtstilt i bildet i transversalplan, og at operatørene dermed har hatt et ulikt utgangspunkt når proben ble rotert fra transversal- til longitudinalplan.

Resultatene i denne oppgaven viser ICC-verdier for ekkointensitet mellom 0,67 og 0,95. Dette kan sammenlignes med resultater fra andre studier, som viser lignende tall. Ishida et al. (2017) har ved måling av interreliabilitet i m. rectus femoris fått ICC-verdier for ekkointensitet på 0,95, og Santos & Armada-da-Silva (2017) har i sin studie ICC-verdier mellom 0,69 og 0,94. Dette tyder på at målinger av ekkointensitet i m. gastrocnemius gir tilsvarende resultater som målinger av ekkointensitet i lårmuskulatur. Et annet interessant funn fra resultatene våre er at det generelt er en større prosentvis spredning i differansen mellom operatørene for målinger (i P2 og P3) av ekkointensitet enn for muskeltykkelse (vedlegg 4). Studien til Santos & Armada-da-Silva (2017) viser også større spredning for ekkointensitet. Selv om resultatene for ekkointensitet er relativt gode, kan det tyde på at dette er en størrelse som er mer sensitiv for endringer. Ved undersøkelse av små forskjeller i ekkointensitet bør det derfor vurderes om andre metoder er mer egnet, eller en bør ta høyde for eventuelle metodologiske påvirkninger ved vurdering av resultat.

5.3.2 Intrareliabilitet

For ekkointensitet observeres det at operatørenes målinger har høyest samsvar mellom rundene i P2. Dette bekreftes av ICC-verdiene, der reliabiliteten for målingene gjort i P2 er

noe høyere enn for de resterende punktene hos begge operatørene. Her er det viktig å påpeke at konfidensintervallene er større, og at det dermed er mer usikkerhet knyttet til de utregnede verdiene. Dette er med på å redusere reliabiliteten. Når vi sammenligner ICC-verdiene med studien til Ishida et al. (2017) ser vi at de har ICC-verdier på 0,97, som er noe høyere enn verdiene for våre undersøkelser av intrareliabilitet (0,65-0,90). Denne forskjellen kan skyldes at det er tatt utgangspunkt i ulike muskler (m. rectus femoris mot m. gastrocnemius), eller at metoden vår har en svakhet når det gjelder operatørens evne til å repetere egne målinger. Også for intrareliabiliteten har differansen til målingene (i P2 og P3) av ekkointensitet en større prosentvis spredning enn for muskeltykkelse (vedlegg 4).

Det ses mindre tydelige forskjeller for målingene av ekkointensitet i P1, P2 og P3 enn for muskeltykkelse. I likhet med muskeltykkelse, observeres en tendens til at målingene i runde 2 generelt er lavere enn i runde 1. Dette ses ved at en overvekt av punktene i spredningsplottene ligger under den ideelle linjen. Sammenhengen er tydeligere for operatør A enn operatør B. Det er naturlig å anta at dette kan henge sammen med at det ble målt høyere målinger for muskeltykkelse i runde 2, og resultatene av lengdemålingene.

5.4 Fysisk aktivitet

Det er viktig å avdekke hvordan fysisk aktivitet påvirker ultralydmålinger, da det avgjør hvor rigid utformingen av et forskningsprosjekt må være. Dersom fysisk aktivitet har påvirkning på målingene, bør et eventuelt treningsopplegg ikke gjennomføres rett før kandidatene skal undersøkes med ultralyd. En metode som har færre slike restriksjoner vil være mer stabil og fleksibel.

For å undersøke hvordan fysisk aktivitet rett før ultralydundersøkelsen ville påvirke målingene, ble det brukt en litt annen tilnærming enn for undersøkelse av inter- og intrareliabilitet. Fordi man ønsket å se hvilken effekt fysisk aktivitet hadde på målingene, uten påvirkning fra operatørvhengige faktorer og tid, gjorde operatør B målingene før og etter aktiviteten ved bruk av samme markeringer.

Den største observerte endringen i målinger av omkrets etter fysisk aktivitet er i P1. I dette punktet observeres en reduksjon på 1,5 cm. En mulig forklaring på denne målefeilen kan være leggens fysikk. Mer underhudsfett gir en bløtere legg, og stramming av målebåndet kan føre til kompresjon av leggen og dermed mindre omkrets. For den aktuelle kandidaten er det målt store forskjeller i omkrets også fra runde 1 (P1:39,5 cm, P2:41 cm og P3:40 cm) til runde 2 (P1:40 cm, P2:43 cm og P3:41,5 cm). En annen forklaring på den store forskjellen i målt omkrets kan være at målebåndet er plassert skjevt på leggen. Det er naturlig å anta at reduksjon i omkrets etter fysisk aktivitet skyldes målefeil og ikke en reell reduksjon.

Den største gjennomsnittlige endringen i muskeltykkelse ses også i P1, og den parede t-testen viser at differansen mellom målingene gjort i P1 er signifikant forskjellig fra 0. Differansene i P1 er normalfordelte, noe som betyr at resultatene fra t-testen antas å være gyldige. Det er kun for målinger gjort i P2 at resultatene viser ikke-signifikante forskjeller, men her er ikke verdiene normalfordelte. Det kan imidlertid argumenteres for at t-testen er gyldig basert på en tilnærmet normalfordeling, men på grunn av et relativt lite datagrunnlag utvises det forsiktighet med å trekke slike slutninger. I og med at P1 gjennomgående har vist seg å være et målepunkt med lite reliable målinger kan det tenkes at de signifikante forskjellene som observeres her skyldes at P1 er et svakt målepunkt, ikke at den fysiske aktiviteten har påvirkning på målingene.

For målinger av ekkointensitet etter utført aktivitet viser resultatene kun signifikante forskjeller for målinger gjort i P3, men differansene i dette punktet er ikke normalfordelt. Det betyr at det er usikkerhet rundt denne testens gyldighet. Med bakgrunn i dette kan vi dermed ikke utelukke at det for alle punktene vil være ikke-signifikante forskjeller mellom målingene av ekkointensitet.

Resultatene fra dette prosjektet kan tyde på at fysisk aktivitet før målingene har innvirkning på muskeltykkelse, men fører til lite eller ingen umiddelbar endring i ekkointensitet. Dette er imidlertid ingen tydelig trend. I tillegg er det usikkerhet knyttet til disse funnene, da ikke alle datasettene for differanse er normalfordelte og utvalget er relativt lite. Basert på disse

funnene anbefales det derfor at kandidatene avstår fra fysisk aktivitet rett før ultralydundersøkelsen.

5.5 Styrker og svakheter ved oppgaven

I en kvantitativ oppgave med mye datamateriale vil det alltid være muligheter for at det oppstår målefeil eller feil og mangler ved registrering av dataene. Dette er forsøkt redusert ved at begge operatørene har sett gjennom datamaterialet som blir brukt i analysen. I tillegg har verdier i rådataene som var påfallende høye eller lave blitt kontrollert og eventuelt korrigert dersom det var grunnlag for dette. Det ville ha styrket oppgaven om begge operatørene hadde foretatt målinger av muskeltykkelse og ekkointensitet på bildematerialet. Dette ble delt mellom operatørene på grunn av oppgavens tidsbegrensninger, men alle målingene av samme variabel (MT eller EI) ble utført av samme operatør for å sikre mest mulig lik målemetode. Til tross for dette kan ulikheter i plassering av måleverktøyet forekomme, da dette er en subjektiv vurdering.

Ultralyd er en modalitet som i stor grad er avhengig av operatøren. Subjektiviteten er redusert ved å lage et fast oppsett for apparatinnstillinger og en detaljert protokoll for utførelse, men operatørstyrte faktorer som ulik vinkling, rotasjon og trykk av probe vil fremdeles kunne påvirke resultatene. Studien til Ishida et al., 2017 har målt probevinkel i tillegg til muskeltykkelse og ekkointensitet, og konkluderer med at små endringer i probevinkel mest sannsynlig ikke har betydelig påvirkning på reliabiliteten til målingene av muskeltykkelse og ekkointensitet. Basert på dette kan vi anta at probevinkelen, som i denne oppgaven er satt med øyemål i 90 grader på hudens overflate, ikke har særlig innvirkning på resultatene. Påvirkning som skyldes eventuell rotasjon av proben er det knyttet mer usikkerhet til. På slutten av siste runde med målinger gikk ultralydgeleen tom, og vi måtte dermed ta i bruk en annen type gelé som var mer tyntflytende. Den nye geleen opplevdes som noe utfordrende å bruke, men om dette har hatt innvirkning på datainnsamlingen er usikkert.

Utarbeidelsen av protokollen som er brukt i dette arbeidet er i stor grad basert på resultater fra tidligere forskning, som studier relatert til reliabilitet av ultralydmålinger på lårmuskulatur (Santos & Armada-da-Silva, 2017; Ishida et al., 2017). Dette er en fordel fordi vi fra starten kunne benytte oss av innstillinger og fremgangsmåter som allerede var utprøvd og vurdert, som for eksempel å bruke transversalbilder for å måle muskeltykkelse og å bruke ROI som dekker hele muskelbildet for å måle ekkointensitet (Santos & Armada-da-Silva, 2017). En svakhet ved oppgaven som ble oppdaget underveis i analysearbeidet var at de innsamlede dataene burde vært mer presise. Mål på muskeltykkelse burde ha blitt oppgitt i mm istedenfor cm og med større presisjon. Da ville det i større grad kunne sammenlignes med andre studier. Resultatene er allikevel mulig å sammenligne med andre fordi de er presentert både i absolutte verdier, prosentvise endringer og ICC. De ulike presentasjonene bidrar også til å gi en nyansert framstilling av resultatene.

På grunn av begrenset tilgang på forskningsartikler gjennom HVL, og at vi kun har søkt etter forskning vedrørende muskulatur i underekstremitetene, kan det finnes litteratur som viser andre resultater enn den som vi har basert oss på.

5.6 Validitet og reliabilitet

For at en studie skal være god, må den være både valid og reliabel. For å øke den interne validiteten til prosjektet er det forsøkt å redusere partiskhet ved at operatøren som ikke gjorde målingene gikk ut av undersøkelsesrommet. Bruken av markør som er lett å fjerne mellom hver undersøkelse forhindret også at operatørene påvirket hverandres palpering. Det kan tenkes at studiens interne validitet er noe svekket ved at eventuelle tilfeldigheter har større påvirkning på resultatene fra et lite utvalg.

På grunn av prosjektets begrensede tidsramme, ble antall deltakere satt til 16 kandidater. Også studiens eksterne validitet vil dermed kunne påvirkes av et lite utvalg. På den andre siden er utvalget tilnærmet likt flere av studiene prosjektet har basert seg på (Santos et al. 2018; Ishida et al. 2017; Duclay et al. 2009). De 16 deltakerne er plukket ut ved hjelp av et bekvemmelighetsutvalg basert på frivillighet. Dette kan ha hatt en negativ innvirkning på den eksterne validiteten da det kan tenkes at disse personene, som er i noenlunde samme

omgangskrets, ikke representerer en populasjon bestående av friske mennesker mellom 20 og 30 år. Det kan dog nevnes at det var stor geografisk spredning i hvor kandidatene kom fra. Aktivitetsnivået var også forskjellig, men ingen av kandidatene oppga at de ikke hadde noen treningsøkt i løpet av ei uke. Protokollen er gyldig for populasjonen som utvalget vårt representerer og overførbarhet til andre populasjoner, som for eksempel personer med muskelsykdommer, er ikke undersøkt og må vurderes før den tas i bruk.

Prosjektets reliabilitet kunne blitt forbedret ved å ha flere kandidater, å måle flere ganger i samme målepunkt eller kalle inn kandidatene til en tredje undersøkelsesrunde, fordi det ville ført til at resultatene ble mindre påvirket av eventuelle målefeil. Ved større datainnsamling blir dermed målingene mer stabile. En tredje undersøkelsesrunde ville ikke vært realistisk for dette prosjektet med tanke på oppgavens tidsbegrensning. Et større datamateriale ville gitt mer pålitelige ICC-verdier (Koo & Li, 2015).

Ved oppstart av prosjektet hadde operatørene begrenset erfaring med bruk av ultralyd fra tidligere. Det ble gitt opplæring på apparaturet og operatørene øvde seg på hverandre til de var komfortable med utstyret og framgangsmåten. Artikkelen til Zaidman, WU, Wilder, Darras & Rutkove (2014) viser at operatører uten erfaring fra helsevesenet eller ultralyd, etter 20 minutters opplæring i ultralydundersøkelse av skjelettmuskulatur får reliable mål på ekkointensitet. Av musklene som er undersøkt i artikkelen er mediale m. gastrocnemius blant dem av musklene med best resultater for målingene av ekkointensitet. Dette viser at operatørenes uerfarenhet med ultralyd antakelig ikke påvirker muligheten for å få reliable resultater i dette prosjektet i stor grad.

En annen faktor som er med på å øke oppgavens reliabilitet er at det er utarbeidet en nøye beskrivelse av framgangsmåten. Dette gjør at arbeidet blir transparent, og protokollen lar seg enkelt etterprøve av andre for et annet utvalg.

6.0 Konklusjon

Vi startet med problemstillingen: Hvordan utføre ultralydmålinger av m. gastrocnemius for å oppnå robuste og valide mål på muskeltykkelse og ekkointensitet, som er uavhengig av operatør og tid? Og hvordan vil fysisk aktivitet før ultralydundersøkelsen påvirke målingene?

Vi ser likheter med tilsvarende studier som har undersøkt muskelegenskaper til lårmuskulatur. Basert på våre funn anbefales det å bruke et målepunkt mellom 40% og 60% av muskelens lengde, fordi målepunktene P2 og P3 har gitt resultatene med høyest grad av inter- og intrareliabilitet. Ved å holde innstilling av apparatur og kandidatenes posisjonering lik fra gang til gang, og ved å følge en detaljert protokoll, kan ultralydundersøkelsene gjennomføres av ulike operatører og fortsatt gi reliable målinger. I alle prosjekter anbefales det en grundig opplæring i bruk av apparatur og metode, samt at en gjennomfører piloter for å kunne avdekke eventuelle metodiske feil før oppstart av prosjektet.

Protokollen vi har utviklet er ikke like robust med tanke på målinger over tid. Dette er basert på varierende resultater for intrareliabilitet. Vi anbefaler derfor at kandidatene får god informasjon om bekledning i forkant av undersøkelsen, og at setting av landemerker bør tilpasses hvert enkelt prosjekt.

Det er en del usikkerhet knyttet til hvordan fysisk aktivitet påvirker målingene, men funnene våre antyder at det kan ha en innvirkning på muskeltykkelse. Dette bør undersøkes nærmere på et større utvalg. Inntil videre anbefales det at man unngår fysisk aktivitet rett før målingene.

Protokollen vi har utarbeidet danner et godt grunnlag for bruk av ultralyd i ulike forskningsprosjekt, for å vurdere muskelegenskaper som muskeltykkelse og ekkointensitet.

6.1 Videre forskning på temaet

Dette prosjektet er etterspurt i forbindelse med FUNCAP-CP (Høgskulen på Vestlandet, 2018), og resultater vil være tilgjengelig for videre arbeid med ultralyd ved utdanningen på

HVL. Den kan også bidra til å danne grunnlag for videre forskning rundt bruk av ultralyd som metode for evaluering av muskelegenskaper. Videre anbefales det å teste protokollen på et større utvalg, og å arbeide videre med tilpassing av protokoll som kan brukes for ulike pasientgrupper. Det anbefales også å kartlegge faktorer som probens vinkel, rotasjon og trykk, og hvor stor påvirkning dette har på målinger av m. gastrocnemius. Man kan også se på om det er reproduserbarhet mellom ulike ultralydapparat, og undersøke hvor godt ulike operatørers analyse av datamaterialet samsvarer.

7.0 Referanser

Abildgaard, A. (2016). *MR for radiografer og radiologer - Fysikk og fysiologi* (2. utg). Oslo: Universitetsforlaget.

Bernardi S.P., Arcidiacono A., Silvestri E. (2015). *US Basic Principles. In: Ultrasound Anatomy of Lower Limb Muscles*. Springer, Cham. Hentet fra https://doi-org.galanga.hvl.no/10.1007/978-3-319-09480-9_1

Bruyn, G. A., Shmerling, R. H., & Curtis, M. R. (2017a). Musculoskeletal ultrasonography: Clinical applications. *UpToDate*. Hentet fra https://www.uptodate.com/contents/musculoskeletal-ultrasonography-clinical-applications?search=ultrasound%20musculoskeletal&source=search_result&selectedTitle=1~52&usage_type=default&display_rank=1

Bruyn, G. A., Shmerling, R. H., & Curtis, M. R. (2017b). Musculoskeletal ultrasonography: Nomenclature, technical considerations, validation, and standardization. *UpToDate*. Hentet fra https://www.uptodate.com/contents/musculoskeletal-ultrasonography-clinical-applications?search=ultrasound%20musculoskeletal&source=search_result&selectedTitle=1~52&usage_type=default&display_rank=1

Cenni, F., Bar-On, L., Schless, S.H., Kalkman, B., Aertbelien, E., Bruyninckx, H., & Desloovere, K. (2018). Medial Gastrocnemius Muscle-tendon Junction and Fascicle Lengthening across the Range of Motion Analyzed in 2-D and 3-D Ultrasound Images. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 44(12), 2505-2518. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2018.07.012>

Chernoff, D., (2018). Principles of Magnetic Resonance Imaging. *UpToDate*. Hentet fra https://www.uptodate.com/contents/principles-of-magnetic-resonance-imaging?search=mri&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1#H19

Duclay, J., Martin, A., Duclay, A., Cometti G., & Pousson, M., (2009). Behavior of fascicles and the myotendinous junction of human medial gastrocnemius following eccentric strength training. *Muscle & Nerve*, 39(6), 819-827. <https://doi-org.galanga.hvl.no/10.1002/mus.21297>

Flaata, H. (2015, 29.juni). Hva gjør en radiograf?. Hentet fra <https://www.radiograf.no/radiografi>

Giavarina, D. (2015). Understanding Bland Altman Analysis. *Biochemia Medica*, 25(2), 141-151. doi: [10.11613/BM.2015.015](https://doi.org/10.11613/BM.2015.015)

Hamill, J., Knutzen, Kathleen, K.M., & Derrick, T.R. (2015). *Biomechanical Basis of Human Movement* (4. utg.). Philadelphia og Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business.

Helseforskningsloven. (2008). Lov om medisinsk og helsefaglig forskning (LOV-2008-06-20-44). Hentet fra https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-20-44#KAPITTEL_1

Høgskulen på Vestlandet. (2018, 5. april). Idrett, helse og funksjon. Hentet fra <https://www.hvl.no/forsking/gruppe/idrett-helse-og-funksjon/>

Ishida, H., Suehiro, T., Suzuki, K., Yoneda, T., & Watanabe, S. (2017). Influence of the ultrasound transducer tilt on muscle thickness and echo intensity of the rectus femoris muscle of healthy subjects. *Journal of physical therapy science*, 29(12), 2190-2193.

Koo, T. K., & Li, M.Y., (2015). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15, 155-163.

Løvås, G., (2013) *Statistikk for universiteter og høyskoler*. (3. utg.) Oslo: Universitetsforlaget.

Malt, U. (2018, 20. februar). kvasiekperimentelle studier. I Store norske leksikon. Hentet fra https://snl.no/kvasiekperimentelle_studier

Norsk Radiografforbund. (2015, 23. juni). Yrkesetiske retningslinjer. Hentet fra <https://www.radiograf.no/artikler/yrkesetiske-retningslinjer/436890>

Pillen, S. (2010). Skeletal muscle ultrasound. *European Journal Translational Myology*, 1 (4), 145-155. <https://doi.org/10.4081/ejtm.2010.1812>

Popović, Z. B., & Thomas, J. D. (2017). Assessing observer variability: a user's guide. *Cardiovascular diagnosis and therapy*, 7(3), 317–324. doi:10.21037/cdt.2017.03.12

Ramlaul, A., (2010). *Medical Imaging and Radiotherapy Research: Skills and Strategies*. Edinburgh: Churchill Livingstone Elsevier.

Santos, R., & Armada-da-Silva, P. (2017). Reproducibility of ultrasound-derived muscle thickness and echo-intensity for the entire quadriceps femoris muscle. *Radiography*, 23(3), e51-e61.

Santos, R., Valamatos, M., Mil-Homens, P., & Armada-da-Silva, P. (2018). Muscle thickness and echo-intensity changes of the quadriceps femoris muscle during a strength training program. *Radiography*.

Simon, N.G., Noto, Y., & Zaidman, C.M. (2016). Skeletal muscle imaging in neuromuscular disease. *Journal of Clinical Neuroscience*, 33, 1-10.

<https://doi.org/10.1016/j.jocn.2016.01.041>

Simon, S. (2006). *Statistical evidence in medical trials : What do the data really tell us?* (Oxford statistics). Oxford: Oxford University Press.

Smith, J., & Finnoff, J.T. (2009). Diagnostic and interventional musculoskeletal ultrasound: Part 1. Fundamentals. *PM&R*, 2009, 1, 64-75. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2008.09.001>

System, D. M., Stoller, J. K., & Hollingsworth, H. (2017). Exercise physiology. *UpToDate*. Hentet fra https://www.uptodate.com/contents/exercise-physiology?search=exercise%20physiology&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1&id=exercise-physiology&languageCode=en#topicContent

Tranøy, K. E. (2019). metode. *Store norske leksikon*. Hentet 6. mai 2019 fra <https://snl.no/metode>

Wyller, V. B., Toverud, K. C. & Brodal, P. (2009). *Det friske og det syke mennesket : 1 : Det friske mennesket : cellebiologi, anatomi, fysiologi Grunnleggende biologi og medisin : kapittel 1-4* (2. utg. utg.). Oslo: Akribe.

Zaidman, C. m., WU, J. S., Wilder, S. , Darras, B. T. and Rutkove, S. B. (2014), Minimal training is required to reliably perform quantitative ultrasound of muscle. *Muscle Nerve*, 50: 124-128. doi:[10.1002/mus.24117](https://doi.org/10.1002/mus.24117)

8.0 Vedlegg

8.1 Vedlegg 1: Informasjonsskriv

Vil du delta i forskningsprosjektet

”Ultralydteknikker for å evaluere ulike egenskaper ved tverrstripet muskulatur”?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å gjøre målinger av leggmuskulaturen for å undersøke hvilke faktorer som virker inn på ultralydmålingene. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Vi er to radiografstudenter ved Høgskulen på Vestlandet som gjennomfører dette prosjektet som en del av vår bacheloroppgave. Hensikten med denne oppgaven er å undersøke om vi kan få reproduerbare målinger av muskeltykkelse og ekkointensitet for leggmuskulatur ved bruk av ultralyd. Forskningsspørsmålet vi jobber ut fra er: Hvordan utføre ultralydmålinger av muskel for å oppnå reliable mål på muskeltykkelse og ekkointensitet av gastrocnemius?

Dette prosjektet er relevant da det finnes få standardiserte ultralydmetoder for måling av egenskaper ved tverrstripet muskulatur, spesielt for leggmuskulaturen som vi fokuserer på her. En ulempe med ultralyd er at undersøkelsene er svært avhengig av operatøren og hvilke teknikker han velger å bruke. Operatøren har dermed stor påvirkning på undersøkelsen og resultatet. Det vi ønsker å oppnå med denne studien er å finne ut noe om hvilke faktorer som påvirker undersøkelsen, og finne metoder som kan redusere operatørens påvirkning på resultatet. Dette prosjektet vil kunne danne grunnlag for videre forskning på temaet.

Opplysningene vi henter inn vil kun bli brukt i vår bacheloroppgave. Etter oppgavens slutt vil alt innhentet datamateriale slettes. Ultralydbildene vil bli anonymiserte.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

... og ..., tredjeårs radiografstudenter ved Høgskulen på Vestlandet er ansvarlige for prosjektet. Førsteamanuensis Cecilie Brekke Rygh er veileder for bacheloroppgaven.

Initiativet til oppgaven kom fra veileder Cecilie Brekke Rygh. Basert på oppgaven vår, vil Vilde Cathrine Nesse og Beate Eltarvåg Gjesdal sine forskningsprosjekter om cerebral parese og trening der de skal bruke ultralyd til å se på muskelfunksjon.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Vi ønsker å undersøke 16 frivillige friske personer fordelt på begge kjønn, og som er mellom 20 og 30 år. Ved å undersøke de samme personene med to ukers mellomrom, vil vi kunne se om det finnes naturlige variasjoner over tid. Vi må først undersøke om våre målinger er gyldige for et lite og noenlunde homogent utvalg før en eventuell metode kan overføres til en større gruppe.

Da dette er en bachelor oppgave og vi har begrenset med tid, vil deltakerne til dette prosjektet bli rekruttert fra omgangskrets og skole.

Hva innebærer det for deg å delta?

Du vil bli invitert til å møte på Høgskulen på Vestlandets ultralydlab to ganger med to ukers mellomrom. Ved første oppmøte vil du få spørsmål om litt bakgrunnsinformasjon, som alder og aktivitetsnivå. Vi trenger disse bakgrunnsopplysningene for å få oversikt over faktorer som kan virke inn på målingene våre. Når du har fylt ut dette skjemaet, vil begge radiografstudentene gjennomføre hver sin ultralydundersøkelse av leggmuskulaturen din. Vi vil lagre stillbilder fra undersøkelsen på en minnepinne, og vi vil bruke disse bildene til å gjennomføre målingene våre. Bildene vil ikke bli knyttet opp mot navn, men et kandidatnummer.

Selve undersøkelsen vil ta ca 60 minutter hver gang.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke deg fra prosjektet uten å oppgi noen grunn. Alle opplysninger om deg vil da bli slettet fra prosjektmaterialet. 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. Kun prosjektlederne og veileder vil ha tilgang til opplysningene du oppgir.

Vi kommer til å bruke et utvalg av de anonymiserte ultralydbildene som illustrasjoner i vår bacheloroppgave. Du vil ikke kunne gjenkjennes i vårt skriftlige arbeid.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Prosjektet skal etter planen avsluttes 20. mai 2019. Alle bilder og opplysninger vil slettes innen 01. juni 2019.

Hva gir oss rett til å behandle opplysninger om deg?

Ved å møte opp på ultralydlab hos oss samtykker du til at vi kan innhente opplysningene som er beskrevet i dette informasjonsskrivet.

Hvor kan jeg finne ut mer?

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

8.2 Vedlegg 2: Variabilitetstabeller

Variabilitetstabell muskeltykkelse

Variabilitetstabeller for interreliabilitet muskeltykkelse. Level of Agreement forkortes med «LOA».

P1:

Kandidatnr	Operatør 1	Operatør 2	Differanse	Differanse %	Kandidatnr	Operatør 1	Operatør 2	Differanse	Differanse %
1	1,4	1,4	0	0 %	1	1,8	1,6	0,2	12 %
2	1,2	1,2	0	0 %	2	1,6	1	0,6	46 %
3	1,6	1,6	0	0 %	3	1,6	1,7	-0,1	-6 %
4	1,5	1	0,5	40 %	4	1,6	1,4	0,2	13 %
5	1,1	1,2	-0,1	-9 %	5	1,4	1,4	0	0 %
6	1,3	1,4	-0,1	-7 %	6	1,3	1,4	-0,1	-7 %
7	1	1,2	-0,2	-18 %	7	1,4	1,5	-0,1	-7 %
8	1,3	1,3	0	0 %	8	1,8	2	-0,2	-11 %
9	1,4	1,4	0	0 %	9	1,5	1,6	-0,1	-6 %
10	1,3	1,4	-0,1	-7 %	10	1,5	1,7	-0,2	-13 %
11	1,2	1,2	0	0 %	11	1,4	1,4	0	0 %
12	1,5	1,4	0,1	7 %	12	1,5	1,5	0	0 %
13	1,7	1,6	0,1	6 %	13	1,3	1,4	-0,1	-7 %
Gjennomsnitt			0,0	0,9 %	Gjennomsnitt			0,0	1,1 %
Standardavvik			0,2	13,5 %	Standardavvik			0,2	15,6 %
Nedre LOA			-0,3	-25,6 %	Nedre LOA			-0,4	-29,6 %
Øvre LOA			0,3	27,3 %	Øvre LOA			0,4	31,7 %

P2:

Kandidatnr	Operatør 1	Operatør 2	Differanse	Differanse %	Kandidatnr	Operatør 1	Operatør 2	Differanse	Differanse %
1	2,6	2,5	0,1	4 %	1	2,7	2,7	0	0 %
2	1,9	1,9	0	0 %	2	2	2	0	0 %
3	2,3	2,4	-0,1	-4 %	3	2,4	2,5	-0,1	-4 %
4	2	1,8	0,2	11 %	4	2,2	2,2	0	0 %
5	1,6	1,5	0,1	6 %	5	1,8	1,7	0,1	6 %
6	2	2	0	0 %	6	2	2,1	-0,1	-5 %
7	1,6	1,6	0	0 %	7	1,8	1,9	-0,1	-5 %
8	2,4	2,3	0,1	4 %	8	2,7	2,7	0	0 %
9	2,1	2,1	0	0 %	9	2,1	2,2	-0,1	-5 %
10	1,9	1,9	0	0 %	10	1,9	2	-0,1	-5 %
11	1,9	1,9	0	0 %	11	1,9	2,1	-0,2	-10 %
12	2,4	2,4	0	0 %	12	2,4	2,5	-0,1	-4 %
13	2,1	1,9	0,2	10 %	13	2,5	2,2	0,3	13 %
Gjennomsnitt			0,0	2,4 %	Gjennomsnitt			0,0	-1,5 %
Standardavvik			0,1	4,4 %	Standardavvik			0,1	5,8 %
Nedre LOA			-0,1	-6,2 %	Nedre LOA			-0,3	-12,8 %
Øvre LOA			0,2	11,0 %	Øvre LOA			0,2	9,8 %

P3:

	Kandidatnr	Operatør 1	Operatør 2	Differanse	Differanse %		Kandidatnr	Operatør 1	Operatør 2	Differanse	Differanse %
	1	2,7	2,6	0,1	4 %		1	2,7	2,7	0	0 %
	2	2,2	2	0,2	10 %		2	2,3	2,2	0,1	4 %
	3	2,5	2,5	0	0 %		3	2,4	2,4	0	0 %
	4	2,1	2,2	-0,1	-5 %		4	2,3	2,3	0	0 %
	5	1,7	1,6	0,1	6 %		5	1,8	1,8	0	0 %
	6	2,1	2,1	0	0 %		6	2,2	2,2	0	0 %
	7	1,6	1,6	0	0 %		7	1,8	1,7	0,1	6 %
	8	2,6	2,4	0,2	8 %		8	2,7	2,7	0	0 %
	9	2,1	2,2	-0,1	-5 %		9	2,2	2,2	0	0 %
	10	2	2	0	0 %		10	2	2,1	-0,1	-5 %
	11	1,9	2	-0,1	-5 %		11	2	2,1	-0,1	-5 %
	12	2,4	2,6	-0,2	-8 %		12	2,4	2,4	0	0 %
	13	2,3	2,3	0	0 %		13	2,4	2,5	-0,1	-4 %
Gjennomsnitt				0,0	0,4 %	Gjennomsnitt				0,0	-0,3 %
Standardavvik				0,1	5,3 %	Standardavvik				0,1	3,1 %
Nedre LOA				-0,2	-10,0 %	Nedre LOA				-0,1	-6,4 %
Øvre LOA				0,2	10,8 %	Øvre LOA				0,1	5,8 %

Intrareliabilitet muskeltykkelse operatør A og B

P1:

	Kandidatnr	Måling 1	Måling 2	Differanse	Differanse %		Kandidatnr	Måling 1	Måling 2	Differanse	Differanse %
	1	1,4	1,8	-0,4	-25 %		1	1,4	1,6	-0,2	-13 %
	2	1,2	1,6	-0,4	-29 %		2	1,2	1	0,2	18 %
	3	1,6	1,6	0	0 %		3	1,6	1,7	-0,1	-6 %
	4	1,5	1,6	-0,1	-6 %		4	1	1,4	-0,4	-33 %
	5	1,1	1,4	-0,3	-24 %		5	1,2	1,4	-0,2	-15 %
	6	1,3	1,3	0	0 %		6	1,4	1,4	0	0 %
	7	1	1,4	-0,4	-33 %		7	1,2	1,5	-0,3	-22 %
	8	1,3	1,8	-0,5	-32 %		8	1,3	2	-0,7	-42 %
	9	1,4	1,5	-0,1	-7 %		9	1,4	1,6	-0,2	-13 %
	10	1,3	1,5	-0,2	-14 %		10	1,4	1,7	-0,3	-19 %
	11	1,2	1,4	-0,2	-15 %		11	1,2	1,4	-0,2	-15 %
	12	1,5	1,5	0	0 %		12	1,4	1,5	-0,1	-7 %
	13	1,7	1,3	0,4	27 %		13	1,6	1,4	0,2	13 %
Gjennomsnitt				-0,2	-12 %	Gjennomsnitt				-0,2	-12,0 %
Standardavvik				0,2	17 %	Standardavvik				0,2	16,6 %
Nedre LOA				-0,6	-45,5 %	Nedre LOA				-0,6	-44,6 %
Øvre LOA				0,3	21,0 %	Øvre LOA				0,3	20,6 %

P2:

Kandidatnr	Måling 1	Måling 2	Differanse	Differanse %	Kandidatnr	Måling 1	Måling 2	Differanse	Differanse %
1	2,6	2,7	-0,1	-4 %	1	2,5	2,7	-0,2	-8 %
2	1,9	2	-0,1	-5 %	2	1,9	2	-0,1	-5 %
3	2,3	2,4	-0,1	-4 %	3	2,4	2,5	-0,1	-4 %
4	2	2,2	-0,2	-10 %	4	1,8	2,2	-0,4	-20 %
5	1,6	1,8	-0,2	-12 %	5	1,5	1,7	-0,2	-13 %
6	2	2	0	0 %	6	2	2,1	-0,1	-5 %
7	1,6	1,8	-0,2	-12 %	7	1,6	1,9	-0,3	-17 %
8	2,4	2,7	-0,3	-12 %	8	2,3	2,7	-0,4	-16 %
9	2,1	2,1	0	0 %	9	2,1	2,2	-0,1	-5 %
10	1,9	1,9	0	0 %	10	1,9	2	-0,1	-5 %
11	1,9	1,9	0	0 %	11	1,9	2,1	-0,2	-10 %
12	2,4	2,4	0	0 %	12	2,4	2,5	-0,1	-4 %
13	2,1	2,5	-0,4	-17 %	13	1,9	2,2	-0,3	-15 %
Gjennomsnitt			-0,1	-5,8 %	Gjennomsnitt			-0,2	-9,7 %
Standardavvik			0,1	6,0 %	Standardavvik			0,1	5,7 %
Nedre LOA			-0,4	-17,5 %	Nedre LOA			-0,4	-20,9 %
Øvre LOA			0,1	5,9 %	Øvre LOA			0,0	1,5 %

P3:

Kandidatnr	Måling 1	Måling 2	Differanse	Differanse %	Kandidatnr	Måling 1	Måling 2	Differanse	Differanse %
1	2,7	2,7	0	0 %	1	2,6	2,7	-0,1	-4 %
2	2,2	2,3	-0,1	-4 %	2	2	2,2	-0,2	-10 %
3	2,5	2,4	0,1	4 %	3	2,5	2,4	0,1	4 %
4	2,1	2,3	-0,2	-9 %	4	2,2	2,3	-0,1	-4 %
5	1,7	1,8	-0,1	-6 %	5	1,6	1,8	-0,2	-12 %
6	2,1	2,2	-0,1	-5 %	6	2,1	2,2	-0,1	-5 %
7	1,6	1,8	-0,2	-12 %	7	1,6	1,7	-0,1	-6 %
8	2,6	2,7	-0,1	-4 %	8	2,4	2,7	-0,3	-12 %
9	2,1	2,2	-0,1	-5 %	9	2,2	2,2	0	0 %
10	2	2	0	0 %	10	2	2,1	-0,1	-5 %
11	1,9	2	-0,1	-5 %	11	2	2,1	-0,1	-5 %
12	2,4	2,4	0	0 %	12	2,6	2,4	0,2	8 %
13	2,3	2,4	-0,1	-4 %	13	2,3	2,5	-0,2	-8 %
Gjennomsnitt			-0,1	-3,8 %	Gjennomsnitt			-0,1	-4,5 %
Standardavvik			0,1	4,1 %	Standardavvik			0,1	5,8 %
Nedre LOA			-0,2	-11,9 %	Nedre LOA			-0,4	-15,8 %
Øvre LOA			0,1	4,3 %	Øvre LOA			0,2	6,8 %

Variabilitetstabell ekkointensitet

Interreliabilitet ekkointensitet runde 1 og 2

P1:

Kandidatnr	Operatør 1	Operatør 2	Differanse	Differanse %	Kandidatnr	Operatør 1	Operatør 2	Differanse	Differanse %
1	107	101,2	5,8	6 %	1	89,1	98,1	-9	-10 %
2	105,4	100,5	4,9	5 %	2	78,2	103,9	-25,7	-28 %
3	92,7	98,8	-6,1	-6 %	3	86,2	81,3	4,9	6 %
4	82,1	73,1	9	12 %	4	78,5	72,6	5,9	8 %
5	102,4	116,8	-14,4	-13 %	5	92,1	86,2	5,9	7 %
6	102,3	112,1	-9,8	-9 %	6	103,5	103,7	-0,2	0 %
7	102,9	104,2	-1,3	-1 %	7	100,3	99,4	0,9	1 %
8	106	105,3	0,7	1 %	8	104,9	109,7	-4,8	-4 %
9	90,6	84,8	5,8	7 %	9	85,3	83,7	1,6	2 %
10	75,2	73,6	1,6	2 %	10	78,7	72,5	6,2	8 %
11	78,4	77,6	0,8	1 %	11	74,5	77,9	-3,4	-4 %
12	80,6	81	-0,4	0 %	12	84	78,7	5,3	7 %
13	100,1	111,7	-11,6	-11 %	13	94,7	91,3	3,4	4 %
Gjennomsnitt			-1,2	-0,7 %	Gjennomsnitt			-0,7	-0,4 %
Standardavvik			7,3	7,4 %	Standardavvik			8,9	10,0 %
Nedre LOA			-15,4	-15,1 %	Nedre LOA			-18,1	-20,0 %
Øvre LOA			13,1	13,7 %	Øvre LOA			16,7	19,1 %

P2:

Kandidatnr	Operatør 1	Operatør 2	Differanse	Differanse %	Kandidatnr	Operatør 1	Operatør 2	Differanse	Differanse %
1	91	89,9	1,1	1 %	1	81,1	75,7	5,4	7 %
2	67,3	77,5	-10,2	-14 %	2	64,6	68,1	-3,5	-5 %
3	72,2	71,2	1	1 %	3	68	67,8	0,2	0 %
4	61	55,3	5,7	10 %	4	50,7	51,4	-0,7	-1 %
5	85,9	85,2	0,7	1 %	5	76,3	67	9,3	13 %
6	86,4	80,6	5,8	7 %	6	75,4	70,6	4,8	7 %
7	80	77,5	2,5	3 %	7	72,2	71,2	1	1 %
8	70,6	78,7	-8,1	-11 %	8	68	72,3	-4,3	-6 %
9	64,5	61,9	2,6	4 %	9	65,1	64,9	0,2	0 %
10	53,5	52	1,5	3 %	10	55,5	55	0,5	1 %
11	67,1	66,4	0,7	1 %	11	60	59,1	0,9	2 %
12	58	65,4	-7,4	-12 %	12	59,5	64	-4,5	-7 %
13	66	68,5	-2,5	-4 %	13	60,1	65,4	-5,3	-8 %
Gjennomsnitt			-0,5	-0,7 %	Gjennomsnitt			0,3	0,2 %
Standardavvik			5,1	7,4 %	Standardavvik			4,3	6,2 %
Nedre LOA			-10,5	-15,2 %	Nedre LOA			-8,1	-11,9 %
Øvre LOA			9,5	13,7 %	Øvre LOA			8,7	12,3 %

P3:

	Kandidatnr	Operatør 1	Operatør 2	Differanse	Differanse %		Kandidatnr	Operatør 1	Operatør 2	Differanse	Differanse %
	1	54,3	66,3	-12	-20 %		1	55,9	56	-0,1	0 %
	2	58,7	65,1	-6,4	-10 %		2	56,6	58,4	-1,8	-3 %
	3	52,9	49	3,9	8 %		3	53,3	62,3	-9	-16 %
	4	51,6	48,9	2,7	5 %		4	48,3	49,9	-1,6	-3 %
	5	57,9	70,2	-12,3	-19 %		5	58	64,5	-6,5	-11 %
	6	59,6	67,9	-8,3	-13 %		6	55,4	54,5	0,9	2 %
	7	75,6	70,4	5,2	7 %		7	55,2	70,4	-15,2	-24 %
	8	63,6	73,7	-10,1	-15 %		8	59,2	74,4	-15,2	-23 %
	9	60,4	57,5	2,9	5 %		9	56,4	59,6	-3,2	-6 %
	10	49,8	48,9	0,9	2 %		10	43,3	54,8	-11,5	-23 %
	11	52	49,4	2,6	5 %		11	46,4	42,7	3,7	8 %
	12	50,4	53,9	-3,5	-7 %		12	50,3	50,7	-0,4	-1 %
	13	56,3	63,9	-7,6	-13 %		13	52,8	54,4	-1,6	-3 %
Gjennomsnitt				-3,2	-5,0 %	Gjennomsnitt				-4,7	-7,9 %
Standardavvik				6,5	10,5 %	Standardavvik				6,2	10,5 %
Nedre LOA				-15,97061459	-25,6 %	Nedre LOA				-16,9	-28,5 %
Øvre LOA				9,509076133	15,7 %	Øvre LOA				7,4	12,8 %

Intrareliabilitet ekkointensitet operatør A og B

P1:

	Kandidatnr	Måling 1	Måling 2	Differanse	Differanse %		Kandidatnr	Måling 1	Måling 2	Differanse	Differanse %
	1	107	89,1	17,9	18 %		1	101,2	98,1	3,1	3 %
	2	105,4	78,2	27,2	30 %		2	100,5	103,9	-3,4	-3 %
	3	92,7	86,2	6,5	7 %		3	98,8	81,3	17,5	19 %
	4	82,1	78,5	3,6	4 %		4	73,1	72,6	0,5	1 %
	5	102,4	92,1	10,3	11 %		5	116,8	86,2	30,6	30 %
	6	102,3	103,5	-1,2	-1 %		6	112,1	103,7	8,4	8 %
	7	102,9	100,3	2,6	3 %		7	104,2	99,4	4,8	5 %
	8	106	104,9	1,1	1 %		8	105,3	109,7	-4,4	-4 %
	9	90,6	85,3	5,3	6 %		9	84,8	83,7	1,1	1 %
	10	75,2	78,7	-3,5	-5 %		10	73,6	72,5	1,1	2 %
	11	78,4	74,5	3,9	5 %		11	77,6	77,9	-0,3	0 %
	12	80,6	84	-3,4	-4 %		12	81	78,7	2,3	3 %
	13	100,1	94,7	5,4	6 %		13	111,7	91,3	20,4	20 %
Gjennomsnitt				5,8	6,2 %	Gjennomsnitt				6,3	6,5 %
Standardavvik				8,6	9,3 %	Standardavvik				10,4	10,3 %
Nedre LOA				-11,0	-12,0 %	Nedre LOA				-14,0	-13,8 %
Øvre LOA				22,7	24,4 %	Øvre LOA				26,6	26,7 %

P2:

	Kandidatnr	Måling 1	Måling 2	Differanse	Differanse %		Kandidatnr	Måling 1	Måling 2	Differanse	Differanse %
	1	91	81,1	9,9	12 %		1	89,9	75,7	14,2	17 %
	2	67,3	64,6	2,7	4 %		2	77,5	68,1	9,4	13 %
	3	72,2	68	4,2	6 %		3	71,2	67,8	3,4	5 %
	4	61	50,7	10,3	18 %		4	55,3	51,4	3,9	7 %
	5	85,9	76,3	9,6	12 %		5	85,2	67	18,2	24 %
	6	86,4	75,4	11	14 %		6	80,6	70,6	10	13 %
	7	80	72,2	7,8	10 %		7	77,5	71,2	6,3	8 %
	8	70,6	68	2,6	4 %		8	78,7	72,3	6,4	8 %
	9	64,5	65,1	-0,6	-1 %		9	61,9	64,9	-3	-5 %
	10	53,5	55,5	-2	-4 %		10	52	55	-3	-6 %
	11	67,1	60	7,1	11 %		11	66,4	59,1	7,3	12 %
	12	58	59,5	-1,5	-3 %		12	65,4	64	1,4	2 %
	13	66	60,1	5,9	9 %		13	68,5	65,4	3,1	5 %
Gjennomsnitt				5,2	7,1 %	Gjennomsnitt				6,0	8,0 %
Standardavvik				4,6	6,7 %	Standardavvik				6,1	8,2 %
Nedre LOA				-3,9	-6,0 %	Nedre LOA				-6,0	-8,0 %
Øvre LOA				14,2	20,3 %	Øvre LOA				17,9	24,1 %

P3:

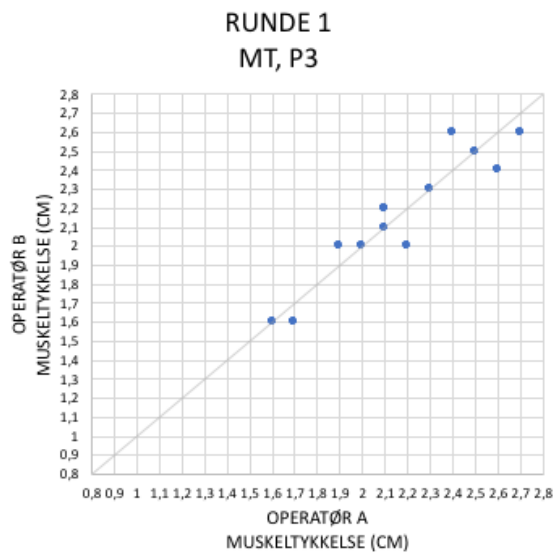
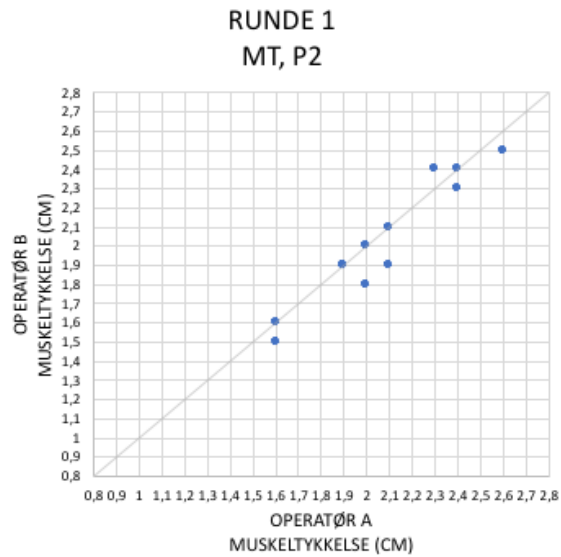
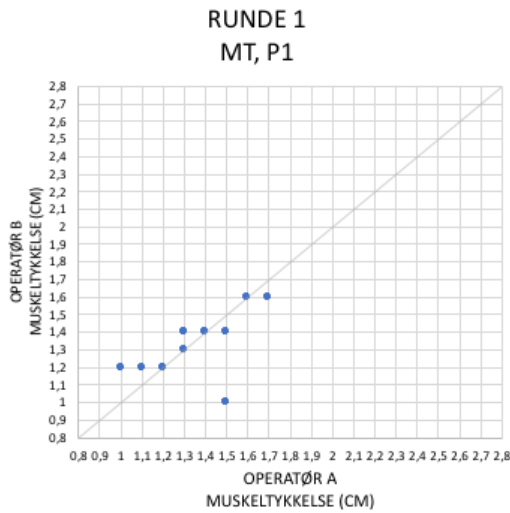
	Kandidatnr	Måling 1	Måling 2	Differanse	Differanse %		Kandidatnr	Måling 1	Måling 2	Differanse	Differanse %
	1	54,3	55,9	-1,6	-3 %		1	66,3	56	10,3	17 %
	2	58,7	56,6	2,1	4 %		2	65,1	58,4	6,7	11 %
	3	52,9	53,3	-0,4	-1 %		3	49	62,3	-13,3	-24 %
	4	51,6	48,3	3,3	7 %		4	48,9	49,9	-1	-2 %
	5	57,9	58	-0,1	0 %		5	70,2	64,5	5,7	8 %
	6	59,6	55,4	4,2	7 %		6	67,9	54,5	13,4	22 %
	7	75,6	55,2	20,4	31 %		7	70,4	70,4	0	0 %
	8	63,6	59,2	4,4	7 %		8	73,7	74,4	-0,7	-1 %
	9	60,4	56,4	4	7 %		9	57,5	59,6	-2,1	-4 %
	10	49,8	43,3	6,5	14 %		10	48,9	54,8	-5,9	-11 %
	11	52	46,4	5,6	11 %		11	49,4	42,7	6,7	15 %
	12	50,4	50,3	0,1	0 %		12	53,9	50,7	3,2	6 %
	13	56,3	52,8	3,5	6 %		13	63,9	54,4	9,5	16 %
Gjennomsnitt				4,0	7,0 %	Gjennomsnitt				2,5	4,1 %
Standardavvik				5,5	8,8 %	Standardavvik				7,3	12,8 %
Nedre LOA				-6,8	-10,2 %	Nedre LOA				-11,9	-21,0 %
Øvre LOA				14,8	24,2 %	Øvre LOA				16,9	29,1 %

8.3 Vedlegg 3: Spredningsplott

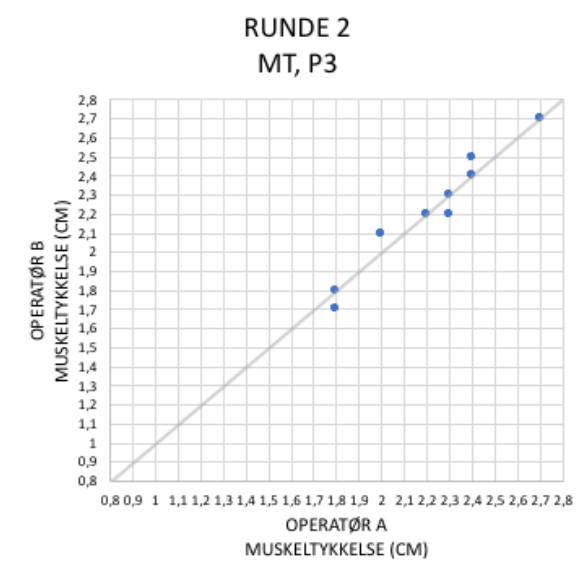
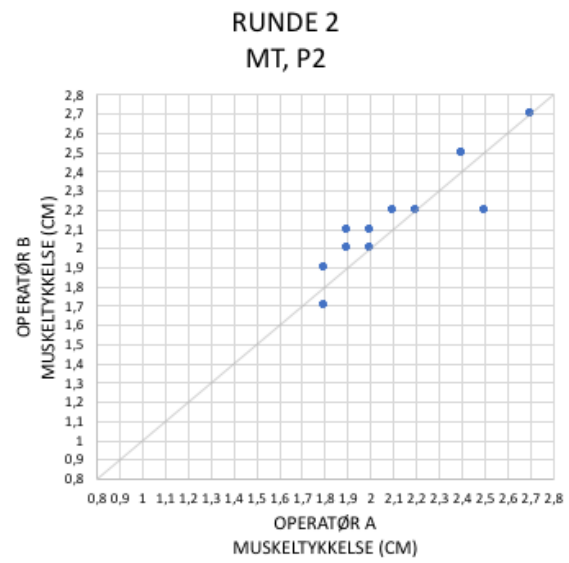
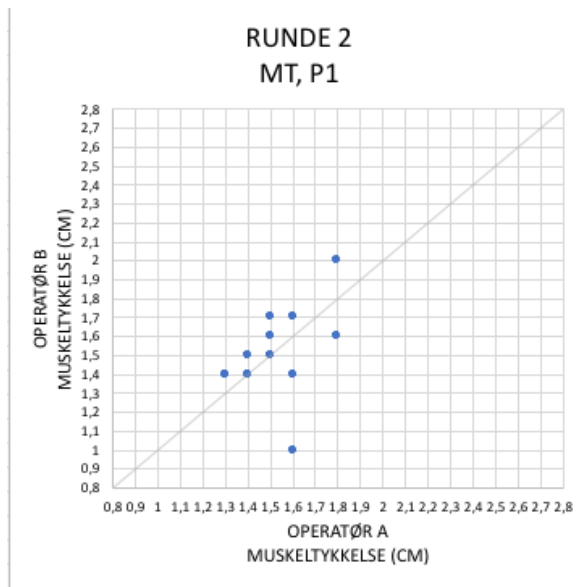
Spredningsplott for målinger av muskeltykkelse

Sammenligning mellom operatørene (inter):

Spredningsplott for muskeltykkelse, runde 1:

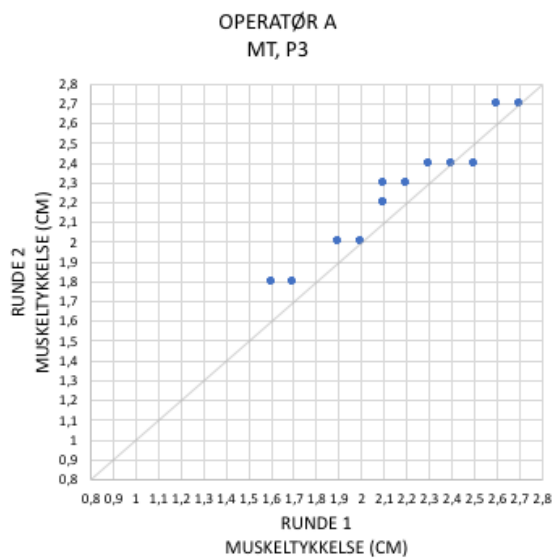
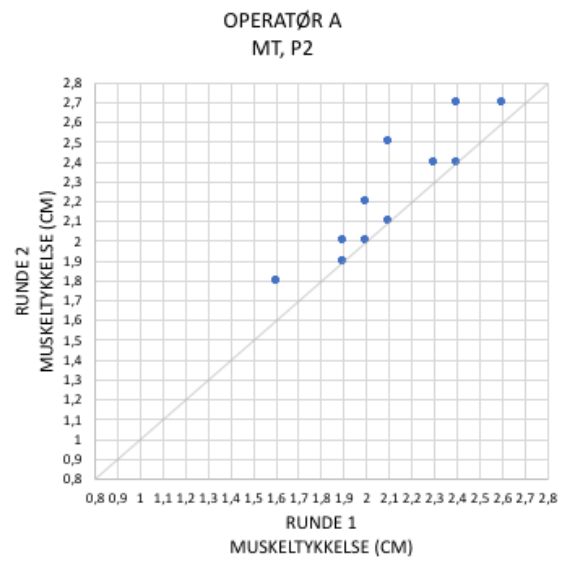
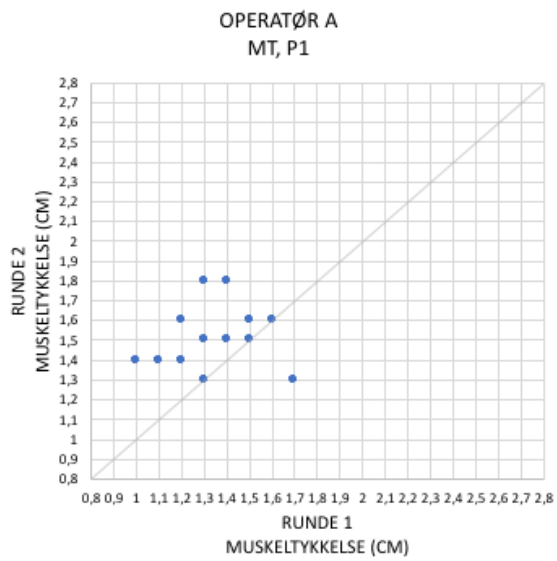


Spredningsplott for muskeltykkelse, runde 2:

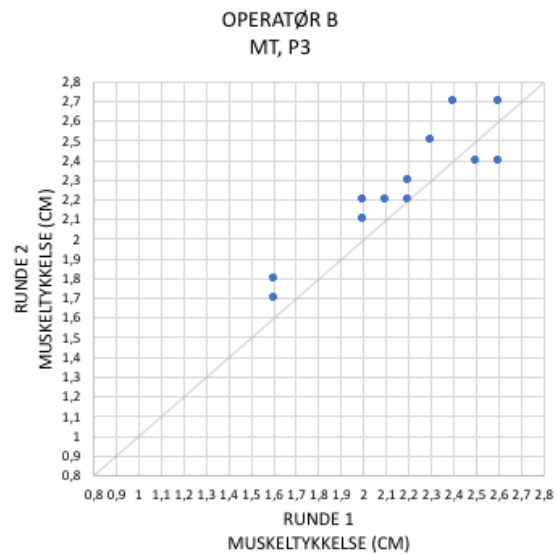
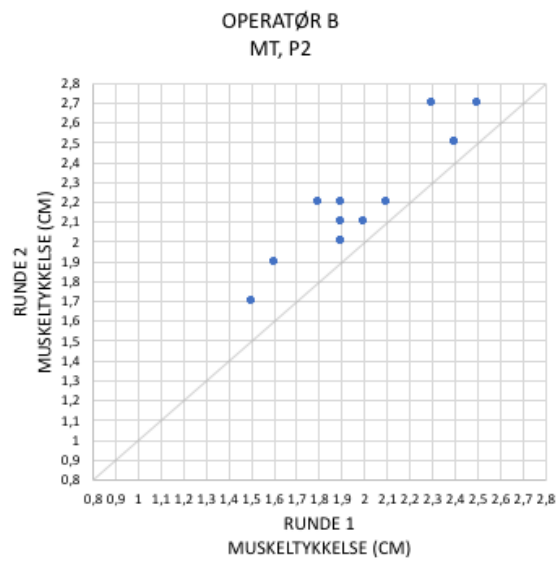
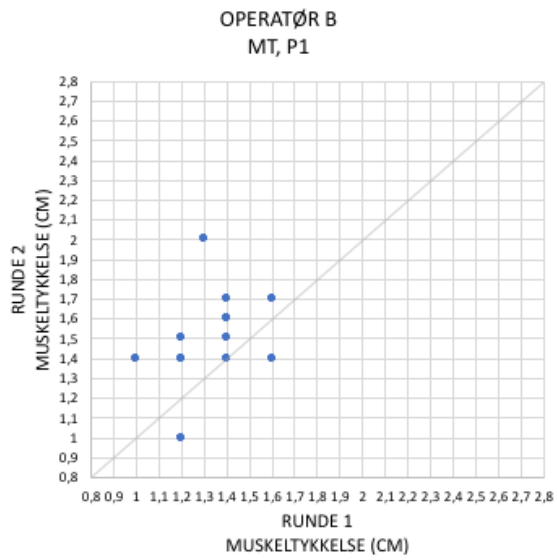


Sammenligning mellom rundene (intra):

Spredningsplott for muskeltykkelse, operatør A:



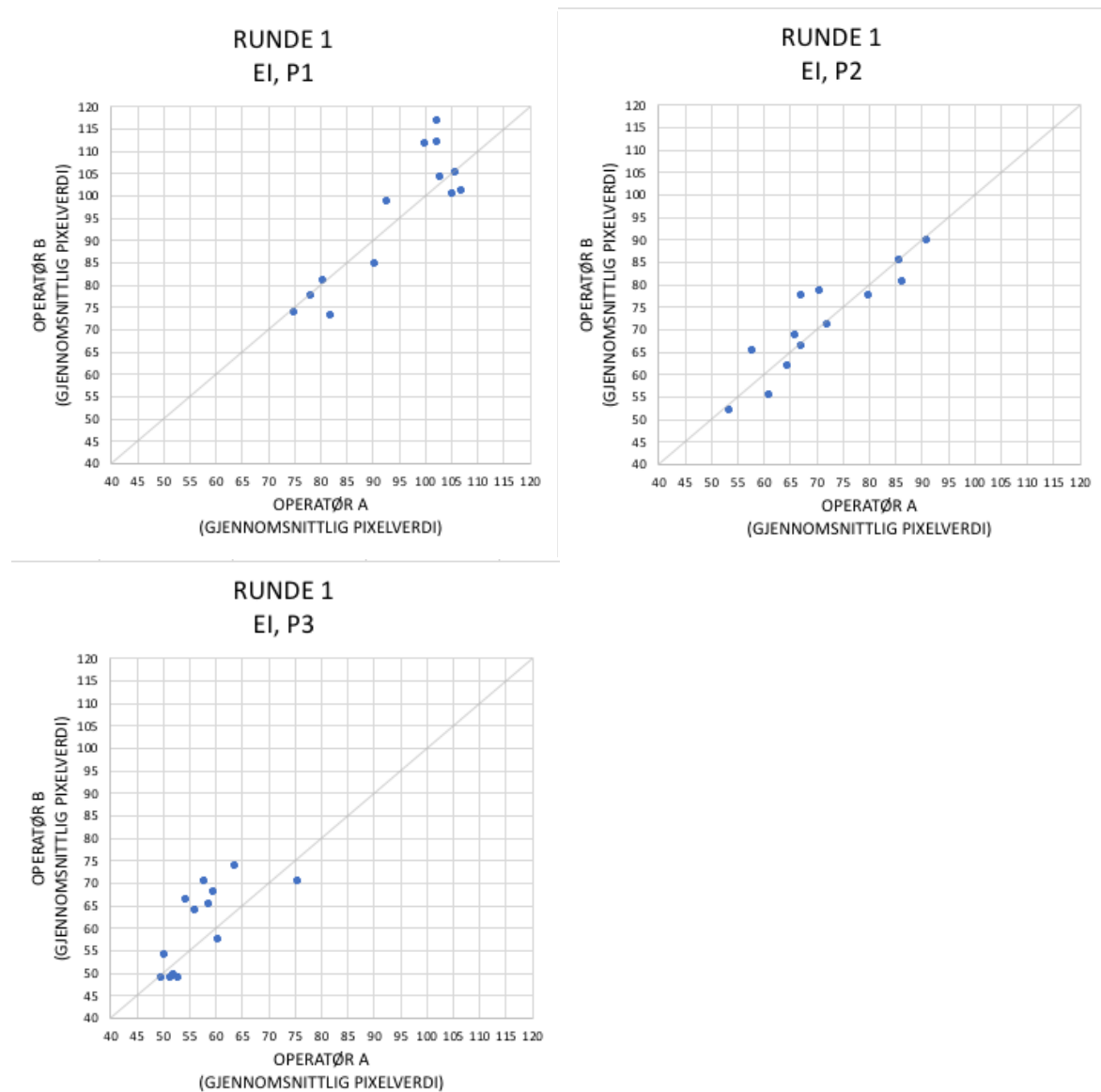
Spredningsplott for muskeltykkelse, operatør B:



Spredningsplott for målinger av ekkointensitet

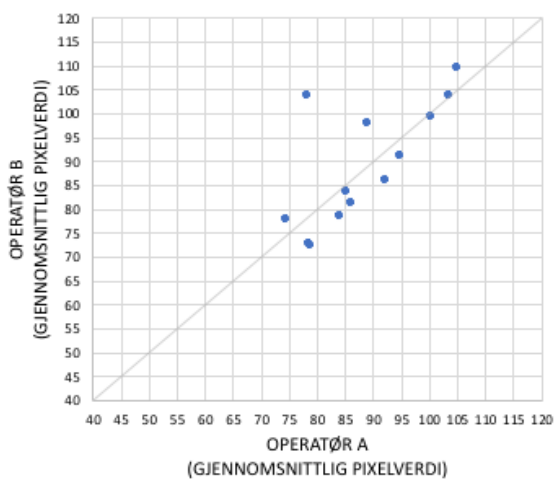
Sammenligning mellom operatørene (inter):

Spredningsplott for ekkointensitet, runde 1:

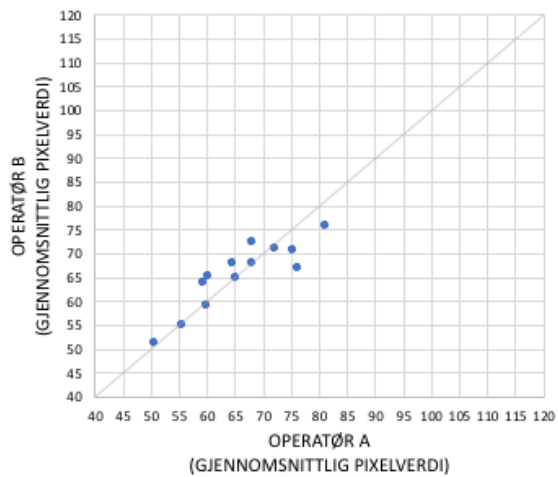


Spredningsplott for ekkointensitet, runde 2:

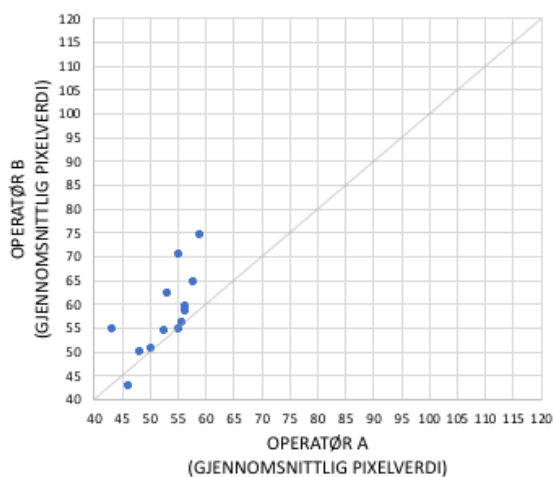
RUNDE 2
EI, P1



RUNDE 2
EI, P2

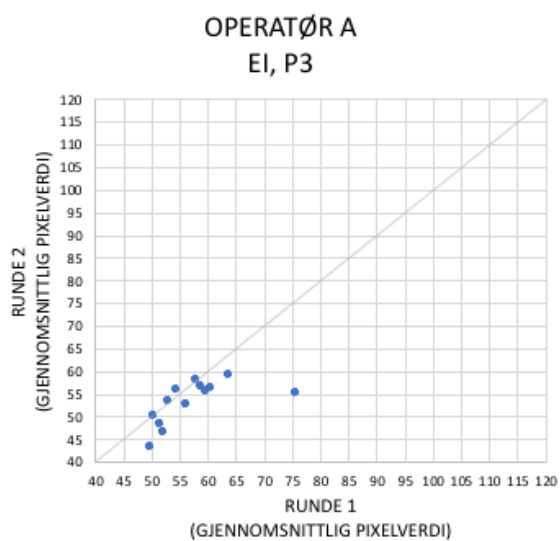
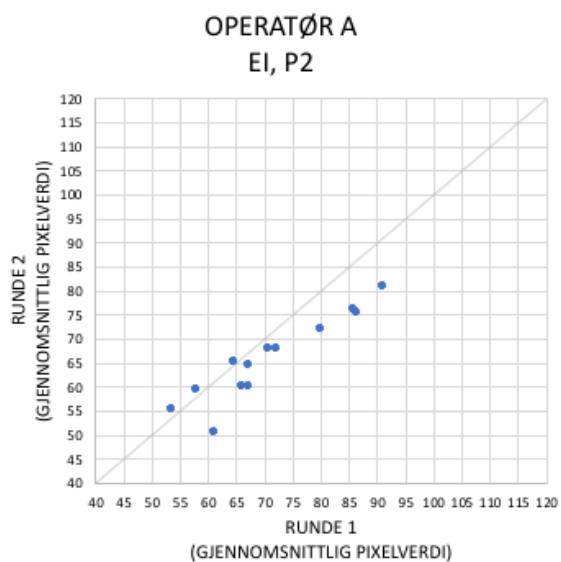
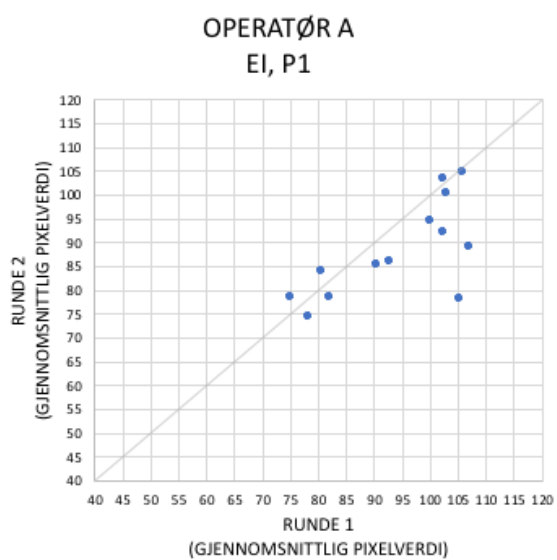


RUNDE 2
EI, P3



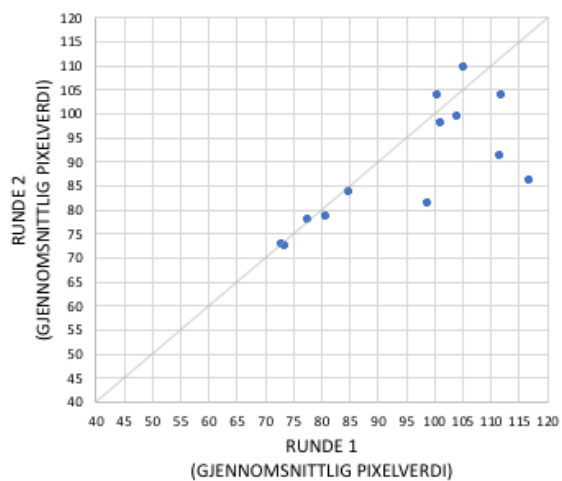
Sammenligning mellom rundene (intra):

Spredningsplott for ekkointensitet, operatør A:

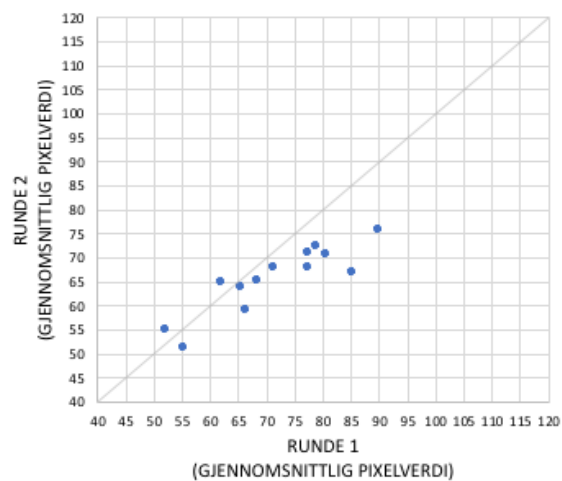


Spredningsplott for ekkointensitet, operatør B:

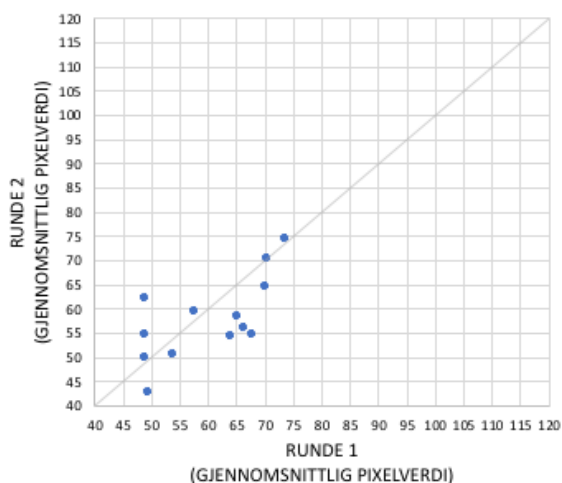
OPERATØR B
EI, P1



OPERATØR B
EI, P2



OPERATØR B
EI, P3



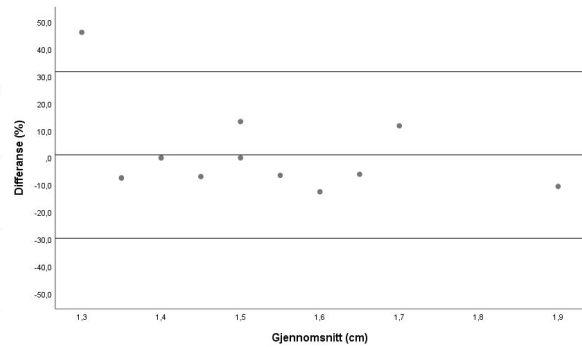
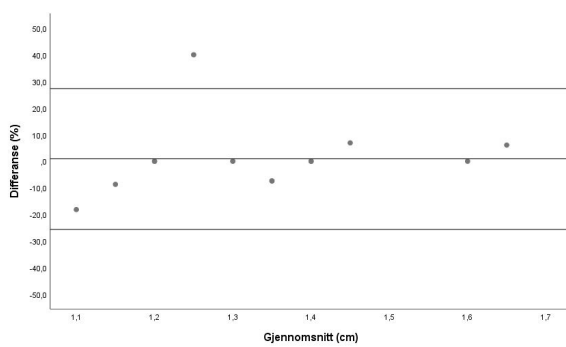
8.4 Vedlegg 4: Bland Altman-diagram

Bland Altman-diagram for målinger av muskeltykkelse

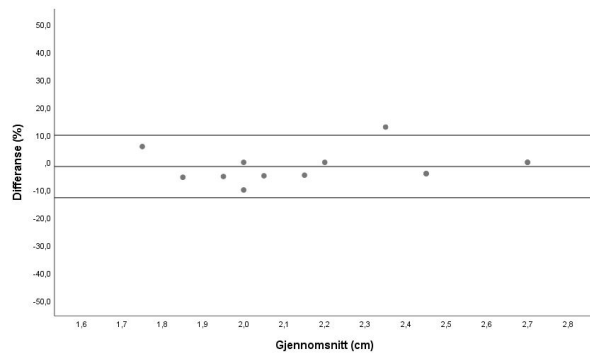
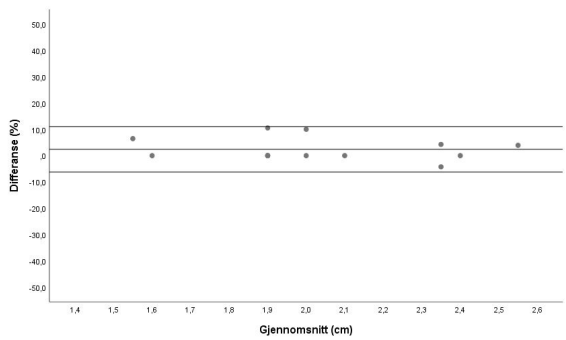
Sammenligning mellom operatørene (inter):

Bland-Altman diagram for muskeltykkelse, med diagram for målinger gjort i runde 1 til venstre og runde 2 til høyre:

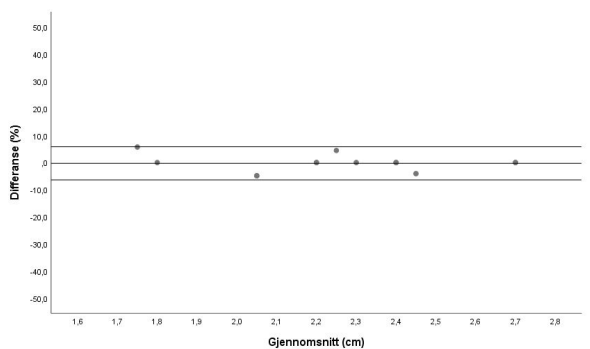
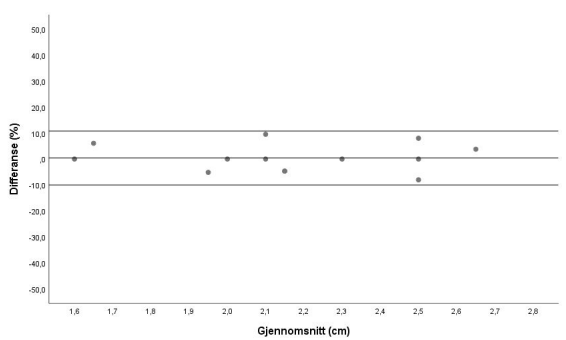
P1:



P2:



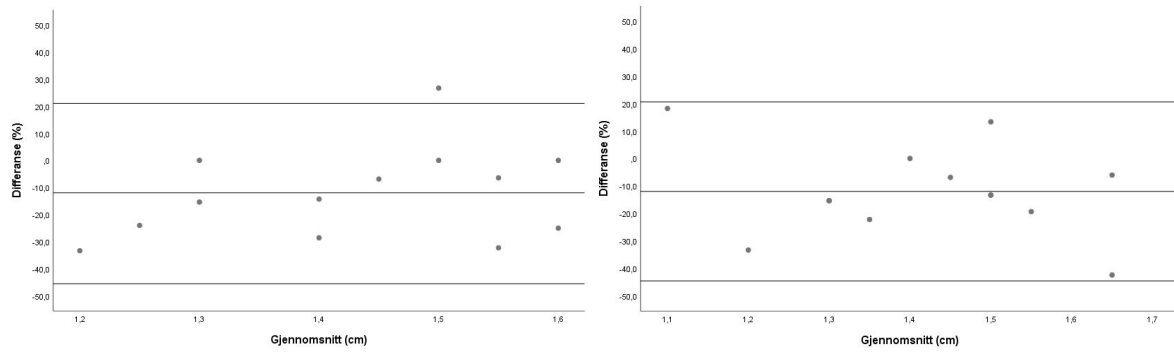
P3:



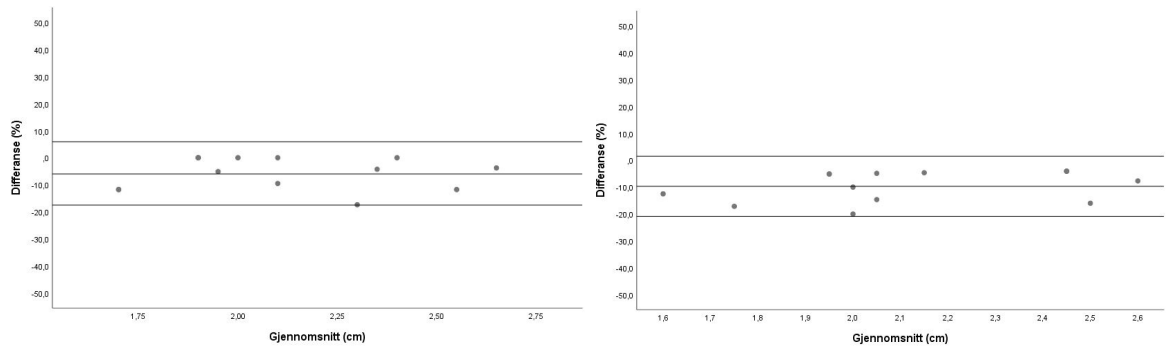
Sammenligning mellom den enkelte operatørs målinger i datainnsamlingsrunde nr. 1 og 2 (intra):

Bland-Altman diagram for muskeltykkelse, med resultater fra operatør A sine målinger til venstre og operatør B sine målinger til høyre.

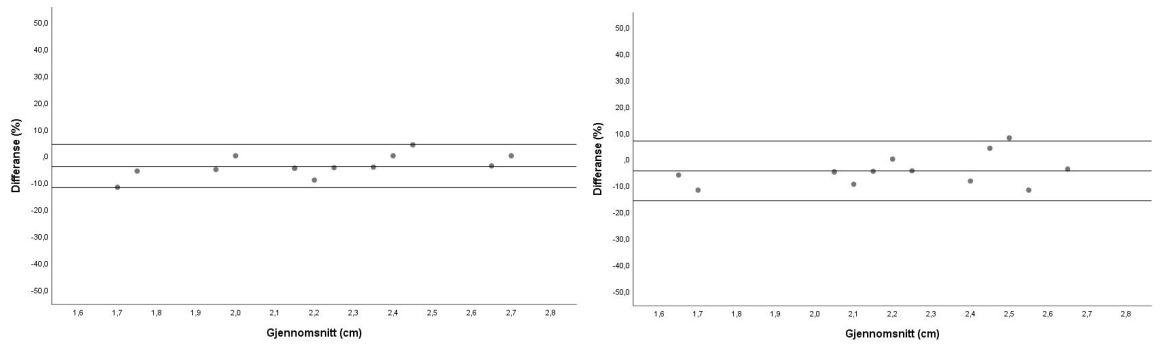
P1:



P2:



P3:

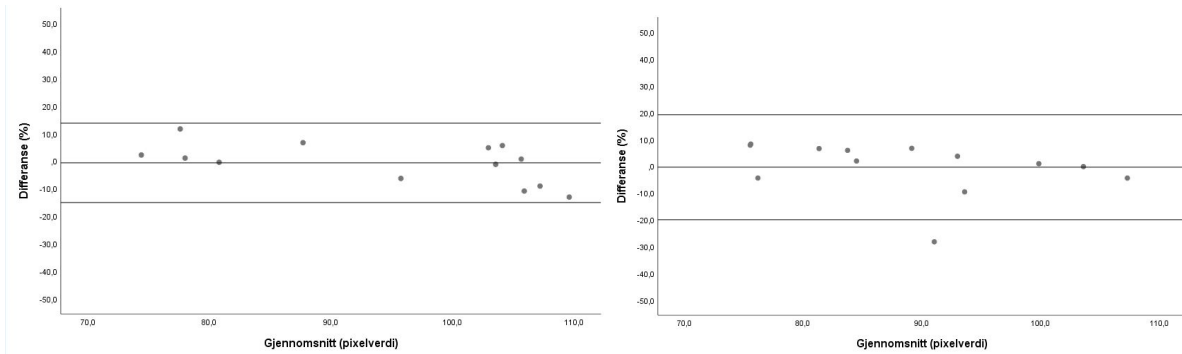


Bland Altman-diagram for målinger av ekkointensitet

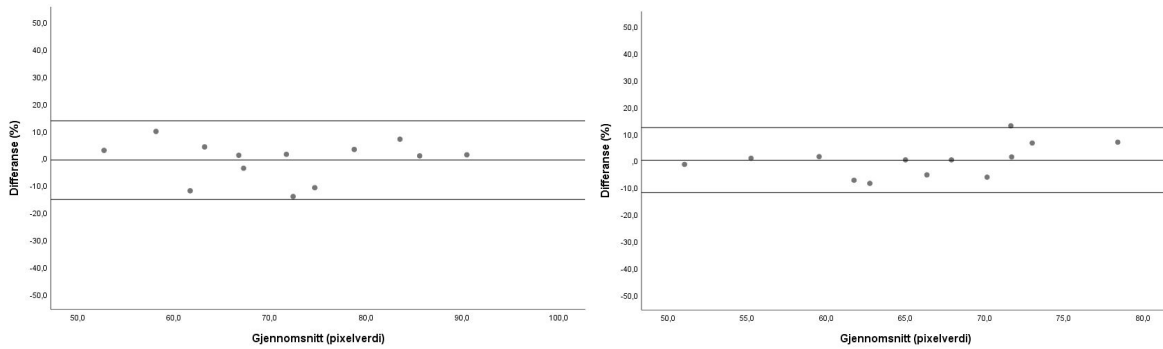
Sammenligning mellom operatørene (inter):

Bland-Altman diagram for ekkointensitetsmålinger, med diagram for målinger gjort i runde 1 til venstre og runde 2 til høyre:

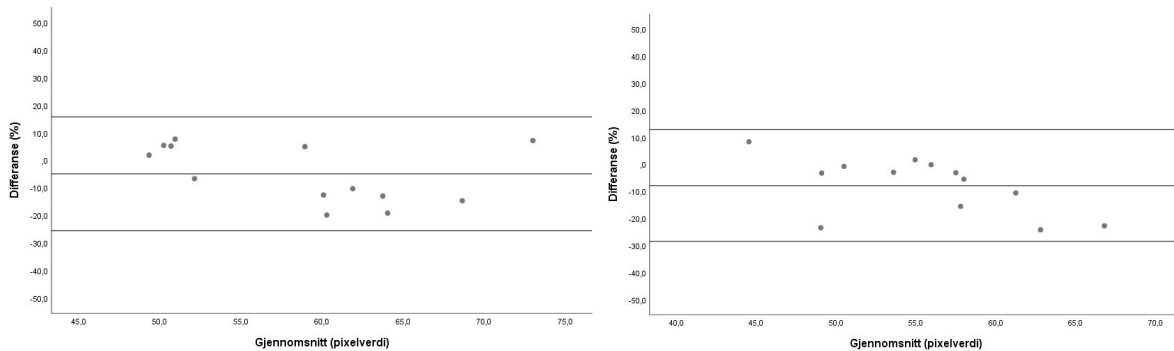
P1:



P2:



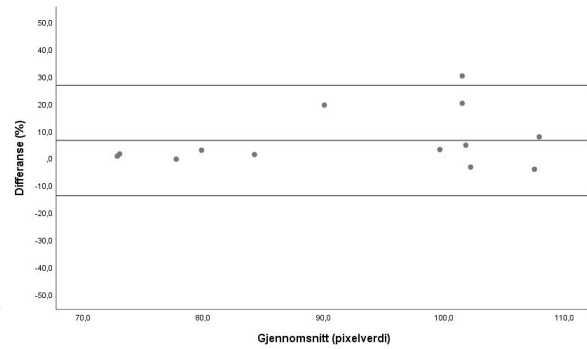
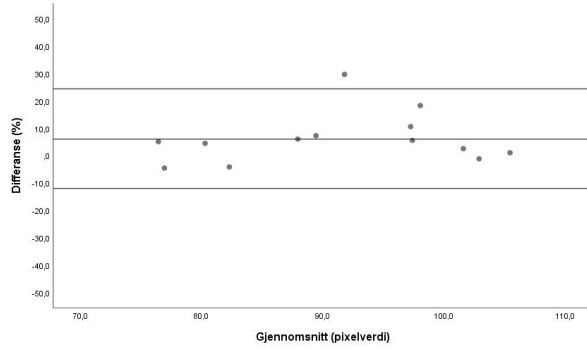
P3:



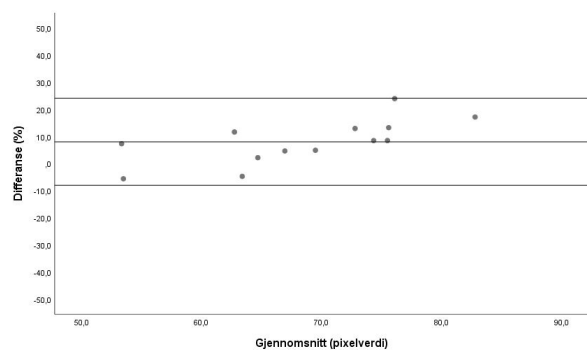
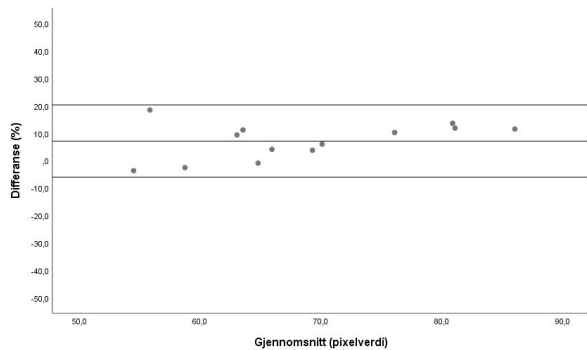
Sammenligning mellom den enkelte operatørs målinger i datainnsamlingsrunde nr. 1 og 2 (intra):

Bland-Altman diagram for ekkointensitet, med resultater fra operatør A sine målinger til venstre og operatør B sine målinger til høyre.

P1:



P2:



P3:

