

Jämförelsen mellan goniometer och ett markörlöst datorseendeprogram vid mätning av ledrörligheten i knäet

Simon Engblom & Niklas Bäckerman

Examensarbete
Fysioterapi
2021

Simon Engblom & Niklas Bäckerman

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Fysioterapi
Identifikationsnummer:	8089 & 8088
Författare:	Simon Engblom & Niklas Böckerman
Arbetets namn:	Jämförelsen mellan goniometer och ett markörlöst datorseendeprogram vid mätning av ledrörligheten i knäet
Handledare (Arcada):	Thomas Hellstén
Uppdragsgivare:	Yrkeshögskolan Arcada
<p>Sammandrag:</p> <p>Den ständigt ökande befolkningen, försämrade funktionsförmåga samt ökad livslängd ökar behovet av hälsovårdstjänster som fysioterapi. Konstant teknologisk utveckling skapar nya möjligheter till fysioterapi i form av telerehabilitering. Idag är en goniometer väldigt pålitlig och en funktionell ledmätningssmetod som används globalt inom fysioterapi. I framtiden kan det komma att finnas nya metoder som tar över äldre metoder samt ledmätningssinstrument såsom den universella goniometern. I denna forskning undersökte vi om man kan använda ett datorseendeprogram som ett ledmätningssinstrument, programmet har utvecklats tvärvetenskapligt av Yrkeshögskolan Arcadas IT-ingenjörsstuderanden och fysioterapistuderanden. Syftet med vårt arbete är att jämföra goniometer med markörlöst datorseendeprogram vid aktiv rörlighet i knäleden med person i ryggliggande ställning. Våra frågeställningar är: Hur noggrant mäter datorseendeprogrammet ledvinklar jämfört med goniometern? Hur kan man vidareutveckla datorseendeprogrammets noggrannhet? Vi väljer att använda den kvantitativa metoden då det lämpar sig bäst till vårt syfte. Med jämförelsen försöker vi påvisa programmets validitet som ett ledmätningssinstrument. I 90 graders knäflexion varierade båda testarnas goniometermätningars resultatets noggrannhet mellan 0 och 4 grader och datorseendemätningars mellan 0,1 och 273 grader. I randomiserad knäflexion varierade båda testarnas datorseendemätningars resultatets noggrannhet mellan 0 och 264,3 grader. Resultaten är noggranna när datorseendeprogrammet fungerar som det ska men blir genast sämre då datorseendeprogrammet inte fungerar på rätt sätt. Datorseendeprogrammet har potential men behöver fortfarande vidareutvecklas och testas mer. Ett utvecklingsförslag är att datorseendeprogrammet klarar av att noggrant hitta anatomiska landmärken.</p>	
Nyckelord:	Telerehabilitering, datorseende, ledmätning, goniometer, markörlöst, knäled
Sidantal:	36
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	24.10.2021

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Physiotherapy
Identification number:	8089 & 8088
Author:	Simon Engblom & Niklas Böckerman
Title:	The comparison between goniometry and a markerless computer vision program in measurement of range of motion in knee joint.
Supervisor (Arcada):	Thomas Hellstén
Commissioned by:	Arcada University of Applied Sciences
Abstract:	
<p>The ever-increasing population, reduced functional capacity and increased life expectancy increase the need for health services such as physiotherapy. Constant technological development creates new opportunities for physiotherapy in the form of telerehabilitation. Today, a goniometer is a very reliable and functional joint measurement method used globally in physiotherapy. In the future, there may be new methods that take over older methods as well as joint measurement instruments such as the universal goniometer. In this study we investigated using a computer vision program as a trial measurement instrument, the program has been developed interdisciplinary by Arcada University of Applied Sciences' IT engineering students and physiotherapy students. The purpose of our work is to compare the goniometer with a markerless computer vision program in active mobility in the knee joint with a person laying down on their back. Our questions are: How accurately does the computer vision program measure joint angles compared to the goniometer? How to further develop the accuracy of the computer vision program? We choose to use the quantitative method as it is best suited to our purpose. With the comparison, we try to demonstrate the validity of the program as an articulated measurement instrument. In 90-degree knee flexion, the accuracy of both testers' goniometer measurements ranged between 0 and 4 degrees and computer vision measurements ranged from 0.1 to 273 degrees. In randomized knee flexion, the accuracy of both testers' computer vision measurements ranged from 0 to 264.3 degrees. The results are accurate when the computer vision program is working properly, but immediately get worse when the computer vision program does not function. The computer vision program has potential but still needs to be further developed and tested more. One development proposal is that the computer vision program is able to accurately find anatomical landmarks.</p>	
Keywords:	Telerehabilitation, computer vision, joint measurement, goniometry, markerless, knee joint.
Number of pages:	36
Language:	Swedish
Date of acceptance:	24.10.2021

Innehåll

1	Inledning.....	6
2	Syfte och frågeställningar	7
3	Bakgrund.....	7
3.1	Telerehabilitering	7
3.2	Datorseende	9
3.3	Universal goniometer.....	10
3.4	Datorprogram och elektrogoniometrar	12
3.5	Arcadas datorseendeprogram.....	14
4	Metod.....	15
5	Etik.....	16
6	Datainsamling	17
6.1	Goniometer mätningar.....	18
6.2	Datorseende mätningar	18
7	Resultat	18
7.1	Hur noggrant mäter datorseendeprogrammet jämfört med manuell mätning	19
8	Diskussion	20
8.1	Metoddiskussion	21
8.2	Resultatdiskussion.....	23
9	Slutsatser	26
	Källor	27
	BILAGA 1 Informationsbrev	32
	BILAGA 2 Förhandsenkäten	33
	BILAGA 3 Informerat samtycke	34
	BILAGA 4 Testprotokoll.....	36

Figurer

Figur 1 Telerehabilitering.....	8
Figur 2 Digital goniometer.....	12
Figur 3 Arcadas datorseendeprogram.....	14

Tabeller

Tabell 1 Ålder, längd, vikt och BMI.....	18
Tabell 2 Testresultat i 90 graders knäflexion.....	19
Tabell 3 Testresultat i randomiserad knäflexion.....	20

1 INLEDNING

En stor utmaning på 2000-talet är att kunna förmedla hälsovården och rehabiliteringen på ett billigt och effektivt sätt. Uppskattningsvis behöver nästan varenda människa någon sorts rehabilitering eller fysioterapi åtminstone en gång i sitt liv. Detta antal kommer att bli större, då befolkningen föråldras och funktionsförmågan försämras hos dem. (Pedersen & Sparring 2009).

En konstant teknologisk utveckling och förändring är på gång i världen, fysioterapin är också en stor del av det som den ständiga utvecklingen berör. Telerehabilitering är ett alternativt sätt för att fördela rehabilitering och fysioterapi via informations- och kommunikationsapparater och nya avancerade teknologiska metoder möjliggör bemötandet och rehabiliteringen av klienter på ett nytt och modernt sätt (Adey-Wakeling et al. 2020). Telerehabiliteringen bildar nya möjligheter till förmedlingen av terapin samt till terapins innehåll och skapar nya sätt till bedömningen, rehabiliteringen och uppföljningen av klientens funktionsförmåga. (Betz et al. 2009). Fram tills idag har telerehabiliteringen redan erbjudit mycket och kommer att erbjuda mycket mera till hälsovården och fysioterapin. (Hoaas & Zanaboni 2017).

En funktionsförmåga betyder individens möjligheter att klara sig i det vardagliga livet. Vanligtvis indelas funktionsförmågan i fysisk och psykisk, där den fysiska funktionsförmågan betyder individens färdigheter att utföra fysiska aktiviteter i livet. Det finns många faktorer såsom omgivning, kroppsstruktur och fysiska egenskaper som påverkar individens fysiska möjligheter. (Järvikoski & Härkäpää 2004 s. 94–95). Ledrörligheten har en stor betydelse i människans funktionsförmåga och av alla vardagliga aktiviteter krävs det någon sorts rörlighet i de leder som deltar i aktiviteter. (Talvitie et al. 2006 s. 38–40). Mätning och bedömning av rörligheten spelar en stor roll i fysioterapin och påverkar de åtgärderna som behövs för att man ska kunna upprätthålla den bästa möjliga funktionsförmågan. En universal goniometer är det vanligaste ledmätningssinstrumentet inom fysioterapin, men nya teknologiska metoder har börjat etablera sig inom området (Bellardini et al. 2009 s. 217).

I det här arbetet fokuserade vi på mätningen av ledrörligheten i knäleden med ett märklöst datorseendeprogram. Vårt arbete var en del av ett projekt *User-friendly Computer Vision -based Rehabilitation Services (CV Rehab)*, där man testade ett datorseende-

program som används som en teknologisk ledmättningsmetod. Idén för oss var att undersöka datorseendeprogrammets funktionalitet samt validitet för att möjligtvis kunna medverka till programmets genombrott.

2 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR

Genom ett målmedvetet syfte med arbetet har vi kunnat forma två forskningsfrågor vilka vi med våra undersökningar vill besvara med hjälp av resultatredovisningen.

Syfte

Syfte är att jämföra manuell goniometermätning med ett markörlöst datorseendeprogram vid aktiv rörlighet i knäleden med person i ryggliggande ställning.

Frågeställningar

1. Hur noggrant mäter datorseendeprogrammet ledvinklar jämfört med goniometern?
2. Hur kan man vidareutveckla datorseendeprogrammets noggrannhet?

3 BAKGRUND

Världen håller på att anpassa sig till teknologisk utveckling, vilket också berör hälsovården och dess framtid. Mycket av utbudet inom hälsovården görs med hjälp av teknologin redan nu och nya forskningar och tester publiceras hela tiden. Till exempel *Deep brain stimulation* (DBS) hos Parkinsons patienter för att stimulera enheter i hjärnan (Lennon 2018 s. 232) och olika accelerometrar för att mäta kroppsdelarnas rörelser i olika aktiviteter (Stein & McKenna 2016 s. 82–83).

3.1 Telerehabilitering

Telerehabilitering kommer att vara en ännu större del av hälsovårdens och speciellt fysioterapins framtid än vad den är idag. I Finland har telerehabiliteringen utvecklats med hjälp av olika projekt och experiment, men dess användning har varit ganska knapp

(Heiskanen et al. 2016 s. 9, 19). Telerehabilitering inom fysioterapin i sin enkelhet betyder att fysioterapeuten befinner sig på ett annat ställe än patienten och att mötet sker genom teknologiska apparater. I figur 1 visas ett exempel på telerehabilitering. Fysioterapins tillämpning i telerehabiliteringen beror på dess lättanvändbarhet, funktionalitet och tillgänglighet samt patienters möjligheter och kunskaper att utnyttja teknologin. (Heiskanen et al. 2016 s. 86–93).



Figur 1 Telerehabilitering (Coxworth 2013)

Telerehabilitering är ett nytt sätt att observera, evaluera samt vägleda patienter via teknologiska informations- och kommunikationsapparater. Möjligheterna är oändliga och man har använt allt från enkla video- och audio apparater till olika invecklade teknologiska sensorer. Även virtuell verklighet och olika robotar har använts som rehabiliteringsmetoder. Inom fysioterapin är telerehabiliteringen ett nytt område och ett nytt sätt att förmedla kunnandet. Nya metoder skapar nya möjligheter men tar även med sig helt nya hinder och ansvar. Varje fysioterapeut har ansvar om att de teknologiska apparaterna fungerar och att de kan använda dem korrekt. Fysioterapeuterna måste också kunna via teknologin rehabilitera lika effektivt och pålitligt som fysiskt på en vanlig mottagning. (Brennan et al. 2017).

Telerehabiliteringen har testats mycket i fysioterapin under de senaste åren. Resultaten har varit lovande och till exempel strokepatienter kan dra lika bra fördelar av telerehabiliteringen som av traditionell fysioterapi på en klinik (Appleby et al. 2019). Enligt undersökningar är telerehabiliteringen lika effektiv på problem i stöd- och rörelseorgan som vanlig fysioterapi. Speciellt hos knäartrospatienter hade telerehabiliteringen positiva effekter på smärtminskning, ökandet av muskelstyrkan samt på underlättandet av vardagliga aktiviteter. (Bennell et al. 2018). Telerehabiliteringen har också använts hos

patienter med problem i andningsorgan och -funktioner. Ayatollahi et al. (2020) upptäckte att för patienter med kroniskt obstruktiv lungsjukdom (KOL) hade telerehabiliteringen så märkbar hjälp att det inte har någon skillnad om fysioterapi utförs på distans eller normalt. År 2014 jämförde Fary et al. (2014) traditionell rehabilitering med telerehabilitering i 26 personer med ländryggsmärta. De upptäckte att de väsentligaste delarna av patientundersökningen och rehabiliteringen togs i beaktande oberoende av metoden, men det var mycket bättre och pålitligare att utföra vissa delar traditionellt. (Fary et al. 2014).

Telerehabilitering har påvisat sin funktionalitet som ett alternativ till normal fysioterapi. Telerehabiliteringen är till stor del billigt, tryggt och flexibelt samt tillgängligt för diverse målgrupper. (Ayatollahi et. al 2020). Telerehabilitering sparar tid, minskar resekostnader och möjliggör deltagandet i fysioterapi för de som inte kan delta på grund av funktionsbegränsningar (Bennell et. al 2018). Capecchi et al. (2018) undersökte telerehabiliteringens möjligheter och användningsbarhet. Det kom fram att telerehabiliteringen är tillgänglig för klienter både direkt och även när som helst via olika appar. Capecchi et al. (2018) upptäckte att med telerehabiliteringen kan man minimera kostnader och hinder orsakat av distansen samt maximera tiden använt i rehabiliteringen. Däremot saknas den fysiska kontakten i telerehabiliteringen och i vissa fall passar den bara som en uppföljningsmetod. En stor fråga handlar om fysioterapeuterna har färdigheter och teknologiska kunskaper att kunna bemöta klienter genom skärmen lika bra och effektivt som i traditionell rehabilitering.

3.2 Datorseende

Begreppet datorseende, *computer vision* på engelska, är en mycket använd benämning om teknologiska verktyg inom rehabiliterings- och idrottsvärlden (Colyer et al. 2018). Olika teknologiska datorseendemetoder (2D och 3D) har utvecklats mycket inom en kort tid och ett långsiktigt mål är att vidareutveckla teknologiska metoder som möjliggör en enhetlig och noggrann bedömning och rehabilitering. (Flint et al. 2020). Idag använder man sig mest av apparater och verktyg som sitter fast på kroppen, eftersom de är säkra och pålitliga. Sådana apparater och verktyg har ändå väckt diskussion om deras onaturliga och obekväma fästningssätt. Några har även påstått att dessa apparater och verktyg kan till och med störa prestationen. Dessa nackdelar har lett till genombrottet av

nya markörlösa apparater. Markörlösa metoder är lätta och snabba att använda och möjliggör analyseringen av vanliga aktiviteter i den vanliga omgivningen utan några större förberedelser. (Colyer et al. 2018). Nya, lättanvändbara, billiga och portabla datorseendeapparater utvecklas hela tiden för att man ska kunna producera så effektiv och högklassig rehabilitering som möjligt. Möjligheten att flytta på apparater möjliggör också att de kan användas nästan var som helst och även självständigt av klienter. (Sanger et al. 2019).

Det finns olika datorseendemetoder för att lokalisera kroppsställningar och extremiteter. Flera datorseendemetoder använder sådan teknologi som har programmerats att hitta testpersonens leder och ben. (Dang et al. 2019). I undersökningsöverblick gjort av Dang et al. (2019) kommer det fram att metoder som liknar den som vi använde i vår undersökning (*Dens pose*) är pålitliga och lätta att vidareutveckla. En betydande nackdel var att den kan mäta bara en testperson åt gången. År 2018 använde forskaren (Black et al.) ett datorprogram för att av en enskild färgbild skapa en komplett 3D-modell av en människokropp. Programmet lokaliserade leder och linjära former i kroppen och med hjälp av de skapade tydliga 3D-modeller av kroppen. Black et al. (2018) tycker att 3D-modelleringen av människokroppen har utvecklats mycket under senaste åren men idag har utvecklingen hamnat i regression. Black et al. (2018) föreslår att man borde vidareutveckla existerande enkla 2D program vilka skapar nya plattformar och möjligheter för 3D-program. I det här skedet är det mest toppidrottarna och deras tränare som använder markörlösa apparater, men i långa loppet blir de tillämpade också i rehabiliteringsverksamhet. (Colyer et al. 2018).

Svår användbarhet, osäker funktionalitet och dyra apparater kan möjligen vara de största hindren till vidsträckt användning av datorseendemetoder inom rehabiliteringsvärlden. Användningen och skolningen av dessa teknologiska metoder borde ingå i utbildningsprogram inom rehabilitering, det skulle minska tröskeln att börja använda teknologin senare inom arbetslivet. (Flint et al. 2020).

3.3 Universal goniometer

En traditionell och internationell goniometer är ett vanligt verktyg inom fysioterapin. Detta verktyg används för att mäta rörligheten i kroppens leder (Bellardini et al. 2009 s. 217). och dess ursprungliga namn kommer från de grekiska orden *gonio* och *metron*,

som betyder vinkel och mått (Norkin & White 2009 s. 3). Goniometern består av två armar och en mittenskiva. De två armarna förenar sig i centrum av mittenskvivan, vilka tillsammans bildar gradaxeln som möjliggör tolkningen av rörelseomfånget i lederna. I figur 2 visas en digital goniometer. Goniometrar finns i olika storlekar och material och för varje testtillfälle väljs den lämpligaste modellen. (Bellardini et al. 2009 s. 217). Goniometern placeras på kroppen så att mittenskvivans centrum är på den leden som mäts, samt att armarna pekar på de fastställda landmärkena på kroppen (Bellardini et al. 2009 s. 217).

Varje fysioterapeut har sitt eget sätt att arbeta med goniometer, men vissa regler bör följas för att man ska kunna få rätta och användbara resultat. Avvikelse som kan framkomma vid mätningar med den traditionella goniometern beror ofta på fysioterapeutens slarvighet. Det kan hända att goniometern placeras dåligt, det vill säga centrumet är på fel ställe eller att armarna pekar på fel landmärken. Det är också vanligt att allas individuella sätt att utföra mätningen och tolka resultaten leder till möjliga felaktiga avläsningar av mätarens värde. (Bellardini et al. 2009 s. 217–218). Enligt forskning är genomsnittlig avvikelse av goniometermätningar på extremiteter 4 till 5 grader. (Norkin & White 2009 s. 42). Bowers et al. (2018) undersökte den universella goniometerens noggrannhet inom ledrörligheten i knä-, höft- och vristleder hos åtta personer. De upptäckte att resultatets noggrannhet varierar mellan 1 och 7 graders beroende av personen som utför mätningen. Enligt undersökningen gjorts av Calcagani et al. (2019) varierar goniometerresultaten mellan 2 och 7 grader i mätningen av ledrörligheten i handens leder. År 1986 (Norkin & White 2009 s. 261) utforskades knäledens rörlighet i flera olika vinklar. Det kom fram att i vinklar mellan 30 och 90 grader var den genomsnittliga avvikelsen av goniometermätningarna mellan 0,52 till 3,81 grader och i vinklar från 0 till 15 var den genomsnittliga avvikelsen 4,59 grader.



Figure 2 Digital goniometer (UbuyShop)

3.4 Datorprogram och elektrogoniometrar

Teknologiska ledmätningssyftesmetoder finns i form av olika elektrogoniometrar och datorseendeprogram. De första elektrogoniometrarna utvecklades på 1950-talet och då var de väldigt känsliga och det krävdes noggrann hantering. Nuförtiden är elektrogoniometrarna säkra, trygga och lätta att använda, men forskning har bevisat att man fortfarande idag får lika pålitliga resultat med de traditionella metoderna. För tillfället är elektrogoniometrarna ganska dyra och därav används de mest i forskningssyfte. Den efterlängta prisnedgången skulle möjliggöra elektrogoniometrarnas användning i en ännu mer omfattande skala. (Trew & Everett 2005 s. 142–144).

Teknologiska metoder har tagit stora framsteg inom ledmätning och ett stort antal forskningar och prov har gjorts inom området. I Argentina (Campiglio et al. 2008) utnyttjades år 2008 ett trådlöst goniometersystem för att analysera ledrörelserna i funktionella aktiviteter, gång, i detta fall. Man använde sensorer som fästes på kroppen runt leden man ville mäta. Sedan skickar sensorerna informationen till en dator varigenom resultaten tolkas. Man anser att de största utmaningarna med de trådlösa systemen är sensorernas kvalitet och fastsättning. I några fall störde sensorerna testpersonerna och försämrade deras prestation och koncentration. Fast det finns delar i systemet som bör utvecklas, märkte man att med hjälp av teknologiska metoder får man enhetliga och stabila resultat som kan användas på en global nivå. (Campiglio et al. 2008).

År 2019 jämförde Shamsi et al. (2019) mätningresultaten mellan goniometern och elektrogoniometern i knäledens extension. Resultaten som elektrogoniometern gav var väldigt noggranna och pålitliga, men resultatens intervall var större jämfört med goniometern. Shamsi et al. (2019) konstaterar att elektrogoniometrar har en stor potential och en lysande framtid, men de behöver ständig utveckling för att de ska kunna ta över den traditionella goniometern som ett ledande ledmätningssinstrument.

Pålitligheten och validiteten i olika elektrogoniometrar har undersökts mycket under de senaste åren. Bashardoust Tajali et al. (2016) testade två olika elektrogoniometrar i mätningen av handledens rörlighet. Man märkte att man med båda mätarna fick väldigt noggranna resultat och att resultaten var samma med 95 % säkerhet. Bashardoust Tajali et al. (2016) tror att elektrogoniometrarna kan tillämpas i större undersökningar och att man ändå kan få lika pålitliga resultat som de fick. Bashardoust Tajali et al. (2016) har också utrett goniometermätningresultat i handleden inom olika rehabiliteringsenheter. Det kom fram att många enheter hade lite olika vanor och resultaten varierade från enhet till enhet, även inom en enhet beroende på personen som utförde mätningen. Man fann att goniometermätningens resultatets genomsnittliga variationsbredd var nästan 10° mellan olika enheter, vilket är ganska mycket med tanke på handledens hela rörelseomfång. (Bashardoust Tajali et al. 2016).

I Australien undersökte Rigoni et al. (2019) år 2019 skillnaderna mellan en traditionell goniometer och *Inertial measurement unit* (IMU) i ledrörligheten i axelleden. IMU är en sorts mätningseenhet som kan följa rörelser då den är fäst på kroppen. Både goniometern och IMU-enheten är lättanvändbara, lätta att transportera samt billiga. Jämfört med goniometern har IMU den fördelen att den är trådlös, patienten kan själv använda den och den går att använda i vilken omgivning som helst. (Rigoni et al. 2019). Undersökningens syfte var att mäta aktiv ledrörlighet i axelleden. IMU-enheten var fäst på underarmen ungefär 10 cm distalt från den laterala epikondylen på överarmen, tvärtom användes goniometern så att armen låg optimalt för varje enskild mätning. Båda metoderna gav utmärkta resultat och pålitligheten steg till en väldigt hög nivå. Mätningresultatsskillnaden mellan goniometern och IMU var under 1 grad i varje rörelse. Fastän undersökningen var ganska liten, bevisar den antingen pålitligheten hos de nya teknologiska metoderna eller den traditionella goniometerns suveräna funktionalitet. (Rigoni et al. 2019).

Från en fysioterapeutisk synvinkel skulle en kamerauppsättning med endast en kamera som noggrant hittar 3D koordinater av kroppens alla leder vara det optimala, både med tanke på användbarhet och praktiskt taget. Analyser av mera avancerade leder såsom höften och axlarna förutsätter en 3D uppsättning. (Hellsten et al. 2021).

3.5 Arcadas datorseendeprogram

Yrkeshögskolan Arcada har utvecklat ett datorseende program som möjliggör en visuell markörlös ledmätning. Arcadas ingenjörsstuderande och fysioterapistuderande har planerat och utvecklat programmet som en del av projektet *Computer Vision based Real-Time Motion Analysis in Health and Well-being*. Idén är att utveckla ett markörlöst 2D-datorseende program som räknar ut ledvinklar i realtid. I det här skedet fungerar programmet med en webbkamera som kopplas till en dator där programmet är installerat. Webbkameran avläser ledvinkeln och sedan anges mättningsresultat på datorskärmen (figur 3). Programmet vidareutvecklas och testas årligen. Det långsiktiga målet är att skapa ett program som kan användas till exempel via en smarttelefon och även självständigt av klienter.

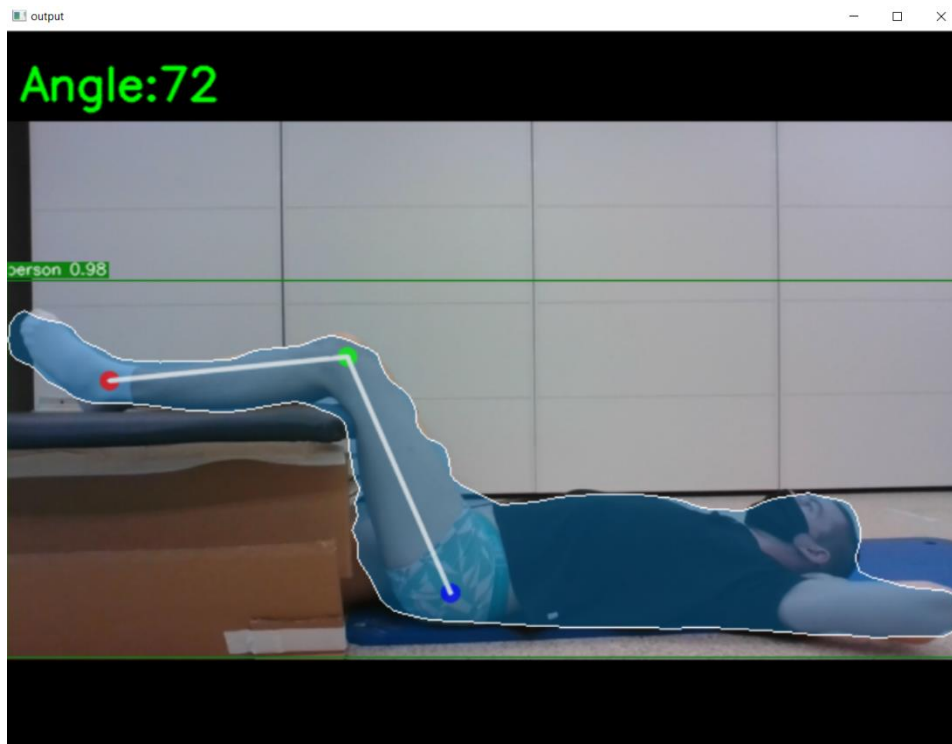


Figure 3 Arcadas datorseende program

4 METOD

Detta examensarbete är en validitetsundersökning och vi har valt att använda oss av en kvantitativ metod till undersökningen. Validiteten berättar om man har mätt det som man ville mäta och om ett mått för ett begrepp verkligen mäter begreppet i fråga (Trew & Everett 2005 s. 156). Det finns ett antal olika slag av validitet, vilka står för olika sätt att mäta validiteten hos ett mått på ett begrepp (Bryman 2002 s. 88–90). Innehållsvaliditet visar om mätningssmetoden kan ge information om det som avses att mätas. Innehållsvaliditet är ett resonemang, inget som resulterar i siffror. Begreppsvaliditet berättar om mätningssresultaten av vår metod stämmer med resultaten av andra närliggande metoder och kriterievaliditet betyder att jämföra våra resultat med resultat från en annan känd och säker metod som avser vara *golden standard*, (Henricson 2017 s. 152–153) goniometern i vårt arbete.

Kvantitativa undersökningen inriktar sig på att framställa och upplysa resultaten som fåtts från mätningar och tester (Olsson et al. 2011 s. 19). Informationen från kvantitativa undersökningar kommer ofta i form av siffror eller mängder (Holme et al. 1997 s. 76–77) och kännetecknande med metoden är att söka efter förklaringar och systematiska data som kan analyseras och bearbetas statistiskt (Olsson et al. 2011 s. 22). Systematiska och strukturerade observationer leder till att våra undersökningsresultat kommer att vara mätbara som sedan jämförs, analyseras och bearbetas till en statistisk helhet och framställs i en tabell (Holme et al. 1997 s. 78). Därefter tolkar vi resultaten utifrån det. Resultaten kan hjälpa oss bilda en uppfattning om hur noggrant och pålitligt detta datorseendeprogram är och hur detta kan utvecklas i framtiden.

Vårt syfte var att jämföra manuella och teknologiska mätningssmetoder och därigenom testa datorprogrammets pålitlighet och funktionalitet. Med tanke på vårt syfte och metodval behövde vi arbeta så objektivt som möjligt. Vi testade datorprogrammets egenskaper och funktion, inte våra kunskaper. Vi hade ett färdigt program och klara instruktioner om dess funktioner och vi agerade enligt dem. Det fanns inte våra egna inställningar i programmet och vi följde noggrant ett testprotokoll som hade formulerats i förväg (Bilaga 4). Vi agerade formellt och neutraliserade det subjektiva inslaget då vi använde programmet och utförde mätningarna. Den subjektiva ansatsen spelade sin roll då undersökningen var färdig. Då berättade vi våra egna åsikter och förslag om hur programmet kunde förbättras och utvecklas. När man testade, bearbetade och analyserade

resultat var det dock nödvändigt att hålla det subjektiva inslaget under kontroll. (Olsson et al. 2011 s. 19).

Den kvantitativa metoden lämpar sig bäst till vår undersökning eftersom den speglar sig mest mot vårt forskningsområde och våra frågeställningar (Olsson et al. 2011 s. 18). Vi har i förväg fastställda frågeställningar som är tydliga från början och ska inte ändras under undersökningens gång (Olsson et al. 2011 s. 18). Metodens svaghet ligger i att man inte har någon garanti för att den informationen som samlas in är relevant för frågeställningar (Holme et al. 1997 s. 81). Fördelar med den kvantitativa metoden är att det möjliggör mätningen av ett stort urval av personer och generaliseringen från urvalet. Olika nackdelar kan vara att resultatinformationen man får är begränsad och möjligtvis bristfällig eller att vi kommer att möta och testa varje testperson endast en gång, varför möjliga avvikande resultat kan vara svåra att tolka. Det kan bero på olika orsaker, till exempel ett enskilt mätningsfel (Olsson et al. 2011 s. 18).

5 ETIK

Yrkehögskolan Arcada har anvisningar för god vetenskaplig praxis (Arcada 2014) som vi accepterar och följer i vår examensarbetsprocess. Arcadas god vetenskaplig praxis baserar sig på Forskningsetiska delegationens goda vetenskapliga praxis (Forskningsetiska delegationen 2012). Forskningslovet godkändes 28.4.2021 av Arcadas forskningsenhet innan testerna inleddes.

Att medverka i testet var frivilligt och personerna fick när som helst avbryta testet utan anledning. Personerna fick tydliga muntliga och skriftliga (bilaga 3) instruktioner om testet och då de utförde testet var de hela tiden medvetna om testets innehåll och hur det gick till. Med tanke på rådande COVID19-situation tog vi i beaktande att använda munskydd, hålla tillräckligt med avstånd samt god handhygien för att säkerställa säkerheten för alla medverkande. Utrustning och ytor desinficerades efter varje testperson.

Vi agerade rättvist, sakkunnigt och prioriterade säkerheten under testerna. Resultaten tolkades, dokumenterades och förvarades ansvarsfullt och på sådant sätt att inga utomstående fick tillgång till dem. (Finlands Fysioterapeuter 2014). Anonymiteten togs i beaktande då vi utförde våra testningar på så vis att inte några namn eller personliga uppgifter lämnades ut eller togs fram i statistiken.

6 DATAINSAMLING

Vi hade både en traditionell digital goniometer och ett datorseendeprogram i bruk under undersökningen. De mätningar som vi gjorde var 90 graders knäflexion samt en randomiserad knäflexionsvinkel i liggande position, där vi sedan kunde jämföra de två metodernas noggrannhet. Själva mätningen gick ut på att båda testarna utförde både goniometermätningen och datorseendeprogrammätningen med en testperson. På så sätt försökte vi minska resultatens variationsbredd och få enhetliga resultat. Resultaten dokumenterades både elektroniskt och manuellt för att försäkra sparandet samt säkerställa förvaringen av dem.

Testandet och mätningarna var standardiserade, vilket betyder att plinten och kameran alltid var på de samma markerade punkterna så att avståndet mellan plinten och kameran var 150 cm. Plinten var så lågt ställd som möjligt och 14 cm från bakgrundsväggen. Kameraställningen var alltid satt på samma sätt, det vill säga vinkeln mellan stödet och skaftet var 38 grader och skaftet var helt neddraget.

Före själva mätningarna fyllde testpersonerna i förhandsenkäten och vi antecknade deras längd och vikt. Vi mätte längden av smalben och lårben samt lårbenets omkrets. Smalbenets längd tog vi på inre sidan av underbenet från mediala *malleolen* till den proximala änden av smalbenet, rakt nedanför ledspringan på knäet (Ahmed et al. 2019). Lårbenets längd tog vi på yttre sidan av låret, från den mest inferiora punkten på den distala kondylen till *trochanter major* (Anjankar et al. 2013). Lårbenets omkrets mätte vi genom att dividera lårbenets längd med två och sedan mäta omkretsen från den punkten. I denna undersökning låg våra testpersoner på en matta, vänstra benet på en plint och högra benet under plinten täckt av pappdelar vi hade satt på plinten, pappdelarna var nödvändiga för att inte störa datorprogrammets mätningar. Pappdelarna som var fast i plinten var i samma linje och testpersonen låg så nära plinten att den stora sätesmuskeln (*Gluteus maximus*) var fast vid pappdelarna. Testpersonen höll också sina armar bakom huvudet under hela testandet även detta för att inte störa datorprogrammets estimering av landmärken. (Se figur 3). Testprotokollet (Bilaga 4) upprepas identiskt med varje testperson och alla uppgifter utfördes likadant.

6.1 Goniometer mätningar

Vi utförde goniometermätningarna enligt de standardiserade universella anvisningarna vilka Norkin och White (2009 s. 243–245) nämner i boken *Measurement of Joint Motion: A Guide to a Goniometry*. Vi använde en goniometer som hade digitala siffror (se figur 2), som möjliggjorde att vi kunde tolka resultaten med en decimals noggrannhet.

6.2 Datorseende mätningar

Den teknologiska mätningssmetoden som vi använder i undersökningen bestod av en dator, en webbkamera och en ställning för kamera. Vår version av datorseendeprogrammet kallas *Dens pose* och genom webbkameran som har kopplats till datorn mäter programmet ledvinklar av personen som befinner sig framför kameran. Personen syns i en rörlig bild på datorskärmen och programmet är programmerat att hitta testpersonens höftled, knäled och vristled samt placera märken (punkter) på de lederna för att sedan mäta ledvinklar med hjälp av dessa märken. Bilden ändras i realtid och ledvinklarna ändras vartefter personen framför webbkameran rör på sig. Ledvinkeln det vill säga mätningssresultaten sparas genom att trycka på "S" på datorn. (Se figur 3).

7 RESULTAT

30 personer deltog i vår undersökning varav 15 var kvinnor och 15 män. Inget bortfall skedde och alla testpersoner uppfyllde kriterierna för att kunna delta i undersökningen. Testpersonernas bakgrundsinformation finns i tabell 1 (ålder, längd, vikt och BMI).

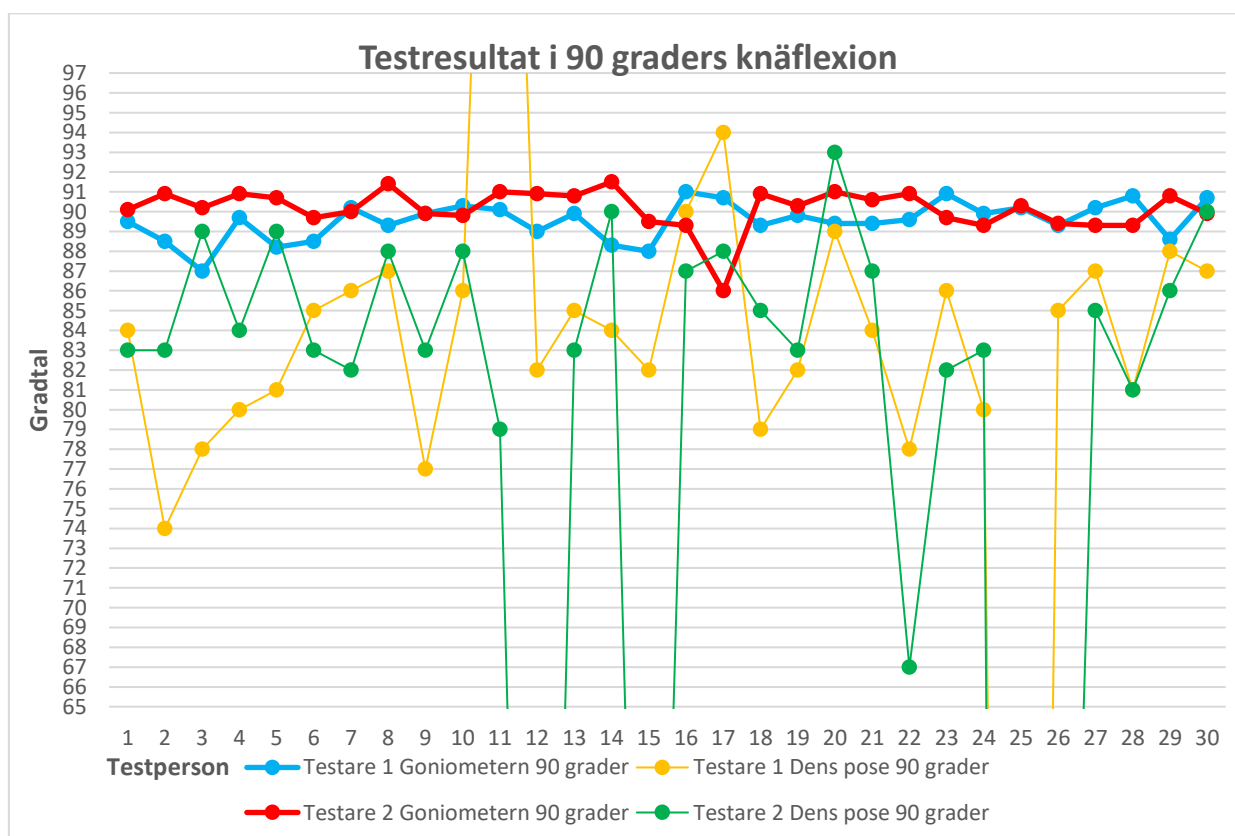
Tabell 1 Ålder, längd, vikt och BMI

	Medelvärde	Standardavvikelse
Ålder (år)	24,1	4,5
Längd (cm)	173,7	10,5
Vikt (kg)	70,4	11,7
BMI	23,2	2,4

7.1 Hur noggrant mäter datorseendeprogrammet jämfört med manuell mätning

Det bästa resultatet som uppnåddes med datorseendeprogrammet i 90 graders knäflexion var 0,1 graders avvikelse (goniometern: 89,9 grader och *Dens pose*: 90 grader) och det sämsta resultatet som förekom med datorseendeprogrammet var 263,3 graders avvikelse (goniometern: 90,3 grader och *Dens pose*: -173 grader). I 90 graders knäflexion varierade båda testarnas goniometermätningars resultatets noggrannhet mellan 0 och 4 grader och datorseendemätningars mellan 0,1 och 273 grader. Testare 1:s medelvärden skillnad av mätningarna i 90 graders knäflexion var 8,8 grader (goniometern: 89,5 och *Dens pose*: 80,7) och testare 2:s 18 grader (goniometern: 90,2 och *Dens pose*: 72,2). Medianvärdenas skillnad av testare 1:s mätningar var 5,7 grader (goniometern: 89,7 och *Dens pose*: 84) och av testare 2:s 6,8 (goniometern: 90,3 och *Dens pose*: 83,5). I tabell 2 visas testresultaten av båda testarnas mätningar i 90 graders knäflexion.

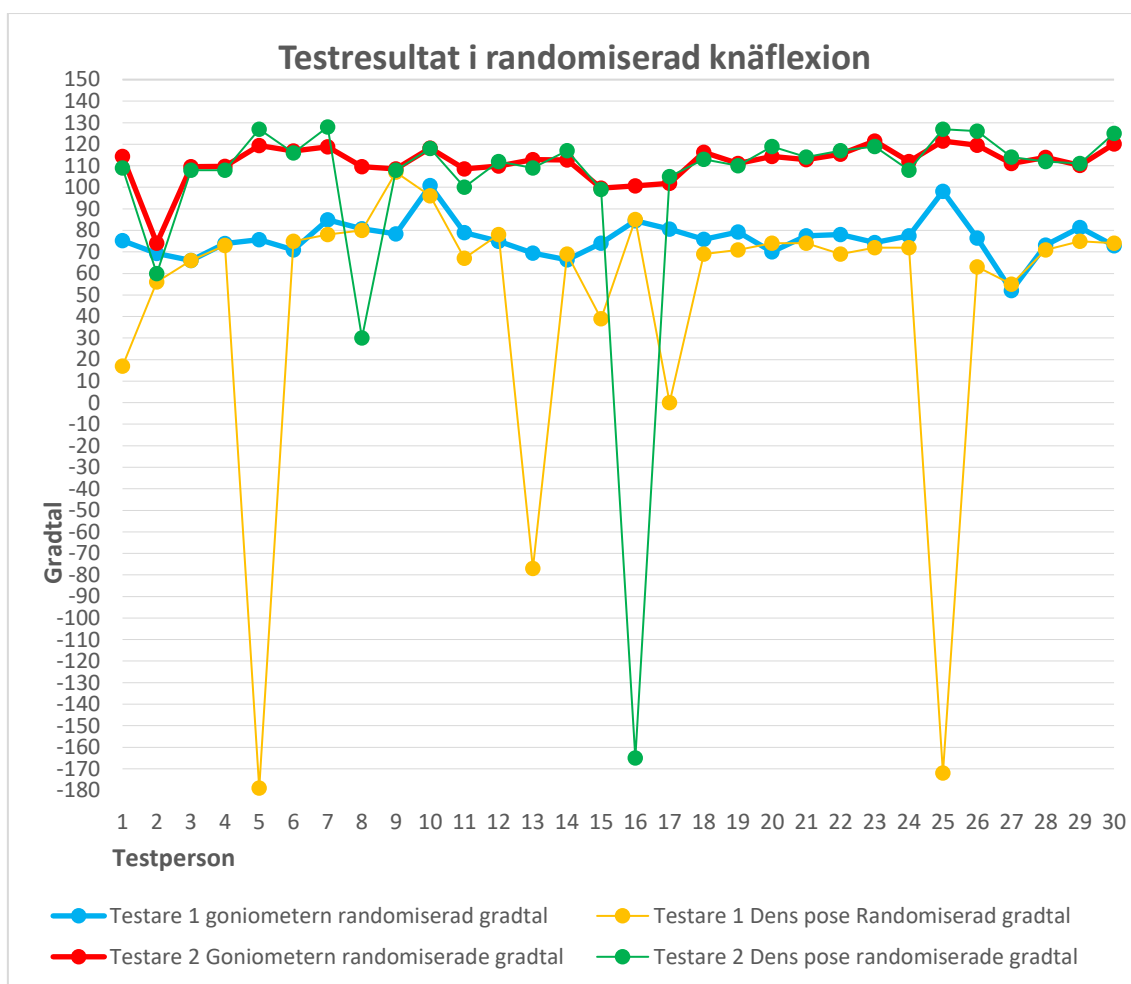
Tabell 2 Testresultat i 90 graders knäflexion



Det bästa resultatet som uppnåddes med datorseendeprogrammet i randomiserad knäflexion var 0 graders avvikelse (goniometern: 66 grader och *Dens pose*: 66 grader) och

det sämsta resultatet som förekom med datorseendeprogrammet var 264,3 graders avvikelse (goniometern: 100,7 grader och *Dens pose*: -173 grader). I randomiserad knäflexion varierade båda testarnas datorseendemätningars resultatets noggrannhet mellan 0 och 264,3 grader. Testare 1:s medelvärdenas skillnad av mätningarna i randomiserad knäflexion var 28,3 grader (goniometern: 76,4 och *Dens pose*: 48,1) och testare 2:s 11,4 grader (goniometern: 111,5 grader och *Dens pose*: 100,1). Medianvärdenas skillnad av testare 1:s mätningar var 4,8 grader (goniometern: 75,8 och *Dens pose*: 71) och av testare 2:s 0,8 (goniometern: 112,8 och *Dens pose* 112). I tabell 3 visas testresultaten av båda testarnas mätningar i randomiserad knäflexion.

Tabell 3 Testresultat i randomiserad knäflexion



8 DISKUSSION

Undersökningens syfte var att jämföra manuell mätningssätt med markörlöst datorseendeprogram vid knäledens rörlighet med person i ryggliggande ställning. I följande

kapitel kommer vi att diskutera om vårt val av metod och analysera våra testresultat och observationer som upptäcktes i denna undersökning. Med hjälp av dessa försöker vi svara på våra forskningsfrågor så grundligt som möjligt.

8.1 Metoddiskussion

I den här undersökningen valde vi den kvantitativa metoden. Vi har gjort tester och fått resultat som har sedan analyserats, bearbetats och framställts i tabeller. Att använda den kvantitativa metoden har varit rätt val med tanke på bearbetningen och framställningen av data och resultat. Det har varit bekvämt att mata in testpersoners bakgrundsinformation och testresultaten i en tabell och därigenom tolka de och söka efter likheter och möjliga faktorer som påverkar resultatets kvalitet. Vi tycker att den största svårigheten var att hitta ett passligt sätt att analysera resultaten på. Vi hade 30 testpersoner så det gick inte att dra några större eller betydande slutsatser om faktorer vilka skulle kunnat ha en stor betydelse i testresultaten på en större skala. Till exempel om man får alltid ett visst resultat med långa testpersoner (över 173,7 cm som var medelvärdet) kan man påstå att längden har inverkan på datorseendeprogrammets funktion dock fanns det inte antydning på detta i vår undersökning.

Vi valde att analysera data genom att räkna ut både medianvärdet och medelvärdet av resultaten från både goniometermätningar och datorseendemätningar och jämförde dem med varandra. Medianvärde anger mittpunkten på en fördelning av värden, medan medelvärdet är känsligt för extremvärden. Medelvärdet kan kraftigt förskjutas uppåt eller nedåt av extremvärden samtidigt som medianvärdet inte påverkas av det. (Bryman 2002 s. 232). En del av datorseendeprogrammets resultat blev tydligt felaktiga. Den största orsaken som åstadkom felaktiga mätningarna var att datorseendeprogrammet inte kunde hitta rätta landmärken på testpersoner. Andra betydande orsaker var omgivningsfaktorer såsom testpersoners klädesfärg, bakgrunden, belysningen och kamerans position. Man får en tydlig bild om skillnaden mellan goniometern och datorseendeprogrammet trots medianvärdemetoden gynnar datorseendeprogrammet eftersom stora avvikelser inte påverkar medianvärdet. Vi tog också med det bästa och det sämsta enskilda resultatet från båda testarnas mätningar i både 90 graders och randomiserade graders vinklar. Med hjälp av den här metoden kunde vi analysera hur brett fördelas mätningarnas resultat i vår undersökning.

Idén med vårt arbete var att testa datorseendeprogrammets validitet. Vi tycker att datorseendeprogrammets innehållsvaliditet är högt eftersom programmet kan mäta ledvinklar. Enligt Henricson (2017 s. 152–153) kan innehållsvaliditet påvisas utan konkreta resultat eller siffror och det stämmer med vårt arbete och datorseendeprogram. Trots att programmet har felaktigheter kan man ändå se dess funktion att mäta ledrörlighet liksom en goniometer. Begreppsvaliditeten är ganska låg med tanken på våra resultat och hur de motsvarar resultaten från andra närliggande ledmätningmetoder. Med åtanke på utvecklingsförslag var våra observationer väldigt likadana som de som har kommit fram till i tidigare forskningar. Till exempel Black et al. (2018) använde ett 3D datorseendeprogram och de upptäckte liknande problem som vi hade samt liknande förslag om vidareutvecklingen av programmet. Kriterievaliditet betyder att jämföra resultat med en annan känd och säker metod (Henricson 2017 s. 152–153). Vi jämförde datorseendeprogrammets resultat med goniometerns resultat och vi påstår att datorseendeprogram är delvist kriterievalid. Då programmet fungerar kan resultaten bli exakt samma med goniometern men tyvärr blev vissa resultat felaktiga och oanvändbara.

I början av arbetet tänkte vi att det är viktigt att genomföra undersökningen så objektivt som möjligt. Tanken med arbetets syfte var att testa datorseendeprogrammets funktionalitet och noggrannhet därför var det viktigt att minska subjektiva inslagets betydelse i undersökningen. Under testtillfällena markerade vi landmärken (laterala malleolen, ledspringan på knäleden och trochanter major på lårbenet) på varje testperson före mätningar för att underlätta och försnabba mätningarna. Det är omöjligt att markera landmärkena exakt likadant på varje testperson så vi kan anta att det hade någon sorts effekt på testandet och resultaten. Vi hade också ansvaret för att alla inställningar (kameran position, testpersonens position, avstånden och så vidare) stämmer under testandet och det var också nästan omöjligt att placera allt på samma platser på varje gång. Vi gjorde goniometermätningarna, vi placerade kameran och vi markerade landmärkena på testpersonerna och alla dessa faktorer hade en subjektiv effekt på testandet och resultaten. I storleken av den här undersökningen, har dem ovannämnda faktorerna knappast någon stor effekt på resultaten, men vi har tagit det i beaktande vid analysen av resultaten.

Det kommer fram i litteraturen (Holme et al. 1997 s. 81) att kvantitativa metodens svaghet ligger i att man inte har någon garanti för att den informationen som samlas in är relevant för frågeställningar och vi måste medge att efter testandet hade vi sådana tankar. Vi hade mycket data men vi hade inte bestämt vår analysmetod för data så vi upp-

levde att informationen som vi hade fått var ganska svårarbetad. Vi återvände oss till litteraturen och funderade på olika sätt att analysera data och så småningom hittade vi passliga metoder som stödde vår undersökning och våra testresultat. En fördel med den kvantitativa metoden möjliggjorde att nästan vem som helst kunde delta i vår undersökning och testgruppen behövdes inte vara på något sätt speciell. Förstås om någon inte skulle ha uppfyllt kriterierna att delta i testandet, skulle hen ha fallit bort men lyckligtvis hände inte detta i vår undersökning. Mera om konkreta resultat diskuteras i kapitlet 8.2 resultatdiskussion.

8.2 Resultatdiskussion

Överlag gick testandet väldigt smidigt och bra genom hela processen både för oss som testare samt för testpersonerna. Vi fick bra respons på hur testtillfället hade varit och många var nyfikna på hur mätningarna hade gått. Ingen person valde heller att avbryta testet vilket vi kan se som en positiv feedback.

Vad det gäller datorprogrammet har vi dock sett att det finns rum att förbättra saker, ett återkommande problem var att datorprogrammets estimerade höftpunkt (trochanter major) ofta ville "hoppa" till olika ställen som inte var höftpunkten vilket gjorde pålitligheten i det stora hela sämre. Däremot då programmets punkt verkligen var på rätt ställe och även samma ställe som vi hade markerat på testpersonen kunde vi se mycket pålitligare resultat, noggrannheten ökade märkbart då punkterna stämde med varandra. Det finns alltså potential för ytterligare och mer noggranna resultat. Vi upplevde även att programmet fungerade bättre för de som testade i stående ställning i jämförelse med oss som hade liggande ställning, datorprogrammet tycktes ha svårare med den liggande positionen eftersom även många utomstående faktorer spelar in där till exempel ljus, bakgrunden för kamerabilden, testpersonens klädsel samt testpersonens position i förhållande med plinten. Med andra ord upplever vi att här kunde det ske utveckling och förbättring av datorprogrammet för att göra processen smidigare samt för noggrannheten av testresultat. Överlag är vi nöjda med vårt arbete, vår arbetsprocess under testandet samt de bilagor vi hade till testet. Det underlättade även att vi på förhand hade testat datorprogrammet samt kamerauppsättning och så vidare innan vi började med våra riktiga tester.

Det bästa resultatet som uppnåddes med datorseendeprogrammet i 90 graders knäflexion avvek 0,1 grader från goniometerens resultat och det sämsta resultatet som förekom med datorseendeprogrammet avvek 263 grader. Skillnaden mellan det bästa och det sämsta resultatet av datorseendemätningarna var 262,9 grader (89,9 grader och -173 grader) samtidigt som goniometerens var 4 grader (86 grader och 90 grader). Skillnaden är stor med tanken på att med en och samma testperson kastar två olika ledmätningresultat 263 grader, tvärtom goniometeren kastar med 4 grader som är inom de allmänna gränsvärdena. Våra goniometerresultats noggrannhet varierar mellan 0 och 4 graders som är nästan identiska jämfört med de som Bowers et al. (2018) fick i deras undersökning där goniometerresultaten varierade mellan 1 och 7 grader. Vår huvudsakliga analyseringsmetod var att räkna ut både medianvärdet och medelvärdet av resultaten i både goniometer- och datorseendemätningarna.

Resultaten bevisar att datorseendeprogrammet kan mäta noggrant när det fungerar men återigen kan resultatspridningen vara väldigt stor. Medianvärdena blev relativt bra eftersom stora avvikelser har inte så stor effekt på det. Både medianvärdena och medelvärdena av båda testarnas goniometermätningar avviker högst 0,5 grader från 90 grader. I tidigare forskningar om goniometermätningar av knäleden i 90 graders vinkeln var den genomsnittliga avvikelsen också mellan 0,52 och 3,81 grader (Norkin & White 2009 s. 261). Datorseendemätningars medianvärden avviker högst 6,5 grader från 90 grader och noggrannheten varierar mellan 6 och 6,5 grader. Medelvärdena av datorseendemätningarna i 90 graders knäflexion avviker högst 18,2 grader och noggrannheten varierar mellan 9,3 och 18,2 grader. Testare 1:s medelvärden skillnad av mätningarna i 90 graders knäflexion var 8,8 grader och testare 2:s 18 grader. Medianvärdenas skillnad av testare 1:s mätningar var 5,7 grader och av testare 2:s 6,8. Skillnaderna mellan medelvärdena är ganska breda men mellan medianvärdena är dem ganska noggranna och närmar sig de allmänna gränsvärdena. (Bowers et al 2018).

Det bästa resultatet som uppnåddes med datorseendeprogrammet i randomiserad knäflexion avvek 0 grader från goniometermätningen och det sämsta resultatet som förekom med datorseendeprogrammet avvek 264,3 grader. Man vågar säga att med datorseendeprogrammet kan man få exakt lika noggranna resultat som med goniometeren men återigen varierar noggrannheten mellan 0 och 264,3 grader som är väldigt mycket. Medelvärdena av mätningarna i randomiserad knäflexion följer samma mönster som i mätningarna i 90 graders knäflexion. Medelvärdenas skillnad av testare 1:s goniometermät-

ningar var 28,3 grader och av testare 2:s 11,4 grader. Medianvärdenas skillnad av testare 1:s var 4,8 grader och av testare 2:s 0,8 grader. Målet var att få exakt lika resultat med båda metoderna och som resultaten berättar, är datorseenderesultaten ganska varierande jämfört med goniometerens resultat. I Australien undersökte Rigoni et al. (2019) år 2019 skillnaderna mellan en traditionell goniometer och *Inertial measurement unit* (IMU) i ledrörligheten i axelleden. IMU är en sorts trådlös ledmättningsmetod som påminner om metoden (*Dens pose*) som vi använde i undersökningen förutom IMU har mätenheter som är fästa på kroppen. Mättningsresultatskillnaden mellan goniometern och IMU var under 1 grad i varje rörelse vilken är märkvärdigt mindre än i våra resultat (Rigoni et al. 2019). Ett trådlöst system som har enheter fast i kroppen tyckas vara noggrannare än ett helt utan.

Varför blev vissa resultat felaktiga? En del av resultaten var i princip oanvändbara på grund av datorseendeprogrammets felaktiga funktioner. Med felaktiga mätningar var det inte frågan om att programmet skulle hade mätt ottydligt utan att programmet fungerade fel helt enkelt. Ofta var det så att programmets estimerade punkter på kroppens landmärken "hoppade" till fel ställen, speciellt höftpunkten. Alltid emellanåt hittade programmet två personer i bilden och lagade ytterligare tre punkter i bilden som gjorde att mättningsresultatet blev felaktigt. Andra enskilda observationer var till exempel att en testperson hade helt vita kläder och då hade programmet svårigheter att hitta personens landmärken. Orsaken kan vara det att bakgrunden var väldigt ljus vilket försvårade programmet att avskilja testpersonen från bakgrunden. Några gånger när testpersonen var lång hade programmet lite svårigheter att förstå testpersonens position i förhållanden till kameran. Vi hade så få testpersoner att det är ganska svårt att exakt fastställa de orsakerna som hade effekter på programmets funktioner och undersökningens resultat. Vi tycker att den största orsaken var det att de estimerade punkterna rörde på sig för mycket under testandet och dem hamnade på fel ställen. Black et al. (2018) upptäckte likadana utvecklingsmål i deras datorseendeprogram som vi i vårt och föreslår att man borde noggrant utveckla nuvarande 2D-program före man börjar uppfinna nyare 3D-program.

9 SLUTSATSER

Vi märkte att det som vi observerade under testandet, speciellt de avvikande enskilda sakerna hade en stor betydelse i resultaten. När vi analyserade resultaten kunde vi anknyta vissa observationer med vissa resultat och därigenom hitta förklaringarna till vissa fenomen i resultaten. Det kom fram att vissa enskilda avvikelser kunde ha gett effekt på ett resultat men vi hittade inget enhetligt mönster mellan våra observationer och resultat. Den senaste versionen av datorseendeprogrammet kan användas som ett ledmätningssinstrument och man kan få användbara resultat då programmet fungerar. Man kan få väldigt noggranna och till och med identiska resultat jämfört med goniometern men det finns nog problem i programmet. Starka yttre omgivningsfaktorer som är oberoende av testaren har för stor effekt på testandet och resultaten.

Vår första forskningsfråga var hur noggrant mäter datorseendeprogrammet jämfört med manuell mätning och vi tycker att vi fick svaret på den frågan med vår undersökning. På basen av denna undersökning och dess resultat vågar man påstå att detta datorseendeprogram inte ännu i detta skede är ett noggrant och pålitligt ledmätningssinstrument. Man kan få bra enskilda resultat med datorseendeprogrammet men som en helhet är programmet så ofärdigt att noggrannheten och pålitligheten försämras märkbart. Den andra forskningsfrågan var att tänka på hur kan man vidareutveckla datorseendeprogrammets noggrannhet. Som resultaten och våra tankar säger är det största utvecklingsmålet att få programmet fungera smidigt och så att estimerade punkterna inte hoppar till fel ställen varannan gång. Förstås är det inte lätt men ständig teknologisk utveckling kommer att förbättra programmets funktioner i framtiden. Ett annat viktigt utvecklingsmål skulle kunna vara att försöka få hela helheten att fungera smidigare. Det betyder att kameran inte skulle behöva vara placerad pedantiskt varje gång och det att det inte spelar så stor roll om kameran eller testpersonen är litet sned i förhållanden till varandra.

Datorprogram som detta kunde absolut vara ett användbart fysioterapeutiskt instrument i framtiden om teknologin fortsätter att utvecklas och programmet med mera blir mer användarvänligt. Programmet skulle fungera i telerehabilitering till exempel och vissa klientgrupper eller individer kunde gynnas av en teknologi som denna. Det finns god möjlighet att man med hjälp av vår undersökning kan vidareutveckla datorseendeprogram som dessa.

KÄLLOR

- Adey-Wakeling, Z., Crotty, M., George, S., Lannin, N.A., Laver, K.E. & Sherrington, C., 2020, Telerehabilitation services for stroke (review), *Cochrane library*, 2020(1). Tillgänglig: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD010255.pub3/epdf/abstract> Hämtad: 1.10.2021.
- Ahmed, N.R., Hedge, A. & Mohammed, N., 2019, Correlation between tibial nail length and olecranon to 5th metacarpal head measurement: An anthropometric study, *Chinese journal of traumatology*, 22(6), s. 361-363, Elsevier B.V., Kina. Tillgänglig: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1008127519300082?token=36C919FBD90A8059AF86DFD9E9B05CA7361838AB315F9BEC441C60963C1D5BBD7852F14B80D7C407B9D51AB1DD4843B1&originRegion=eu-west-1&originCreation=20210506144056> Hämtad: 6.5.2021.
- Anjankar, V., Bankwar, V., Malik, Y., Nair, S., Satpathy, D.K. & Singh, S., 2013, Regression Equation for Estimation of Femur Length in Central Indians from Inter-trochanteric Crest, *Journal of the Indian Academy of Forensic Medicine*, 35(3), s. 223-226. Tillgänglig: https://www.researchgate.net/profile/Vaibhav-Anjan-kar/publication/286941899_Regression_equation_for_estimation_of_femur_length_in_central_Indians_from_inter-trochanteric_crest/links/5ee63ddba6fdcc73be7b9613/Regression-equation-for-estimation-of-femur-length-in-central-Indians-from-inter-trochanteric-crest.pdf Hämtad: 8.5.2021.
- Appleby, E., Gill, S.T., Hayes, L.K., Walker, T.L., Walsh, M. & Kumar, S., 2019, Effectiveness of telerehabilitation in the management of adults with stroke: A systematic review, *PloS one*, 14(11). Tillgänglig: <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0225150&type=printable> Hämtad: 9.12.2020.
- Arcada 2014, *God Vetenskaplig Praxis I Studier Vid Arcada*. Tillgänglig: https://start.arcada.fi/system/files/media/file/2019-06/god_vetenskaplig_praxis_i_studier_vid_arcada.pdf Hämtad: 5.11.2020.
- Ayatollahi, H., Hemmat, M. & Velayati, F. 2020, A Systematic Review of the Effectiveness of Telerehabilitation Interventions for Therapeutic Purposes in the Elderly, *Methods of Information in Medicine*, 59(02/03), s. 104-109, Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart. Tillgänglig: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/pdf/10.1055/s-0040-1713398.pdf> Hämtad: 27.12.2020.
- Bashardoust Tajali, S., MacDermid, J.C., Grewal, R. & Young, C., 2016, Reliability and validity of electro-goniometric range of motion measurements in patients with hand and wrist limitations, *The open orthopaedics journal*, 10(1), s. 190–205. Tillgänglig: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4920970/> Hämtad: 2.12.2020.
- Bellardini, H., Henriksson, A. & Tonkonogi, M., 2009, *Tester och mätmetoder för idrott och hälsa*, SISU Idrottsböcker, Stockholm, s. 217–218.

- Bennell, K.L., Delany, C., Hinman, R.S. & Lawford, B.J., 2018, "I was really sceptical...But it worked really well": a qualitative study of patient perceptions of telephone-delivered exercise therapy by physiotherapists for people with knee osteoarthritis, *Osteoarthritis and cartilage*, 26(6), s. 741-750. Tillgänglig: <https://www.oarsijournal.com/action/showPdf?pii=S1063-4584%2818%2931106-3> Hämtad: 26.12.2020.
- Betz, K., McCue, M., Schein, R. & Schmeler, M., 2009, Telerehabilitation Clinical and Vocational Applications for Assistive Technology: Research, Opportunities, and Challenges, *International journal of telerehabilitation*, 1(1) s. 59-72. Tillgänglig: https://www.researchgate.net/publication/44711009_Telerehabilitation_and_Clinical_Applications_Research_Opportunities_and_Challenges Hämtad: 3.2.2021.
- Black, M.J., Jacobs, D.W., Kanazawa, A. & Malik, J., 2018, *End-to-end Recovery of Human Shape and Pose Input*, University of California, Berkeley. Tillgänglig: <https://arxiv.org/pdf/1712.06584.pdf> Hämtad: 11.9.2021.
- Bowers, R., McGarry, A. & Mohsin, F., 2018, The Reliability of a Video Analysis System (PnO Clinical Movement Data) and the Universal Goniometer in the Measurement of Hip, Knee, and Ankle Sagittal Plane Motion among Healthy Subjects, *Journal of prosthetics and orthotics*, 30(3), s. 145-151. Tillgänglig: https://journals.lww.com/jpojjournal/Fulltext/2018/07000/The_Reliability_of_a_Video_Analysis_System_PnO.8.aspx Hämtad: 17.9.2021.
- Brennan, D., Billings, M., Cason, J., Cohn, E.R., Lee, A.C.W., Parmanto, B., Peterson, C., Richmond, T., Saptono, A., Terrell, E.A. & Towey, M., 2017, American Telemedicine Association's principles for delivering telerehabilitation services, *International journal of telerehabilitation*, 9(2), s. 63-68. Tillgänglig: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5716618/pdf/ijt-09-63.pdf> Hämtad: 14.9.2021.
- Bryman, A., 2002, *Samhällsvetenskapliga metoder*, Liber AB, Malmö, s. 88–90, 232.
- Calcagni, M., Fischer, G., Giovanoli, P., List, R., Reissner, L. & Taylor, W.R., 2019, Minimal detectable difference of the finger and wrist range of motion: comparison of goniometry and 3D motion analysis, *Springer Science and Business Media LLC*, 14(1). Tillgänglig: <https://jorsonline.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s13018-019-1177-y.pdf> Hämtad: 17.9.2021.
- Campiglio, G., Mazzeo, J. & Rodriguez, S., 2013, A wireless goniometry system, *Journal of physics. Conference series*, 477. Tillgänglig: https://www.researchgate.net/publication/263080818_A_wireless_goniometry_system Hämtad: 5.11.2020.
- Capecchi, M., Ceravolo, M.G., Ferracuti, F., Iarlori, S., Kyrki, V., Monteriù, A., Romeo, L. & Verdini, F., 2018, A Hidden Semi-Markov Model based approach for rehabilitation exercise assessment, *Journal of biomedical informatics*, 78, s. 1-11. Tillgänglig: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1532046417302824?token=584C329E30D7F4CA2740AFC26838682AF6A0E39956C4DFAFDCE2A51DDB02B1100E21A8F24C781926ED6C3540DAF05991&originRegion=eu-west-1&originCreation=20210906073737> Hämtad: 6.9.2021.

- Colyer, S., Cosker, D., Evans, M. & Salo, A., 2018, A Review of the Evolution of Vision-Based Motion Analysis and the Integration of Advanced Computer Vision Methods Towards Developing a Markerless System, *Sports Medicine – Open*, 4(1). Tillgänglig: <https://sportsmedicine-open.springeropen.com/articles/10.1186/s40798-018-0139-y> Hämtad: 9.2.2021.
- Coxworth, B., 2013, *Telerehabilitation system allows people to do physiotherapy at home*. Tillgänglig: <https://newatlas.com/fraunhofer-telerehabilitation/25807/> Hämtad: 27.11.2020.
- Dang, Q., Wang, B., Yin, J. & Zheng, W., 2019, Deep learning based 2D human pose estimation: A survey, *Tsinghua science and technology*, 24(6), s. 663-676. Tillgänglig: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8727761> Hämtad: 11.9.2021.
- UbuyShop, *Digital goniometer*, 2021. Tillgänglig: <https://www.ubuy.co.id/en/product/1CGDEZVA-jamar-70521-plus-digital-goniometer-12-orthopedic-professional-grade-digital-hand-and-finger-range-o#gallery-1> Hämtad: 25.9.2021.
- Fary, R., Russel, T. & Truter, P., 2014, The Validity of Physical Therapy Assessment of Low Back Pain via Telerehabilitation in a Clinical Setting, *Telemedicine and e-Health*, 20(2). Tillgänglig: <https://www.liebertpub.com/doi/full/10.1089/tmj.2013.0088> Hämtad: 6.9.2021.
- Finlands Fysioterapeuter ry, 2014, *Fysioterapeuternas Etiska Direktiv*. Tillgänglig: https://www.suomenfysioterapeutit.fi/wp-content/uploads/2018/01/Etiska_Principer_2014.pdf Hämtad: 5.11.2020.
- Flint, A., Iaboni, A., Mansfield, A., Mehdizadeh, S., Ng, K. & Babak, T., 2020, Measuring Gait Variables Using Computer Vision to Assess Mobility and Fall Risk in Older Adults With Dementia, *IEEE journal of translational engineering in health and medicine*, 8. Tillgänglig: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7289176/pdf/jtehm-ng-2998326.pdf> Hämtad: 28.4.2021.
- Forskningsetiska delegationen, 2012, *God vetenskaplig praxis och handläggning av misstankar om avvikelser från den i Finland*, Helsingfors. Tillgänglig: https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf Hämtad: 8.2.2021.
- Heiskanen, T., Hiekkala, S. (red.), Kaitaro, T., Naamanka, J., Salminen, A-L. (red.), Stenberg, J-H. (red.), Virtanen, T. & Vuononvirta, T., 2016, *Etäkuntoutus*, Folkpensionsanstalt (FPA), Helsingfors, s. 9, 19, 86–93. Tillgänglig: <https://www.kela.fi/documents/10180/0/Et%C3%A4kuntoutus/4a50ddb8-560c-47b4-94ed-09561f6981df> Hämtad: 7.12.2020.
- Hellstén, T., Karlsson, J., Shamsuzzaman, M. & Pulkkis, G., 2021, The Potential of Computer Vision-Based Marker-Less, Yrkeshögskolan Arcada. Tillgänglig: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/11795727211022330> Hämtad: 21.9.2021.
- Henricson, M. (red.), 2017, *Vetenskaplig teori och metod: Från idé till examination inom omvårdnad*, 2 uppl., Studentlitteratur AB, Lund, s. 152–153, 412, 416–419.

- Hoaas, H. & Zanaboni, P., 2017, *Telerehabilitation*, Norwegian Center for E-health research. Tillgänglig: <https://ehealthresearch.no/files/documents/Faktaark/Fact-sheet-2017-01-Telerehabilitation.pdf> Hämtad: 25.1.2021.
- Holme, I. & Solvang, B., 1997, *Forskningsmetodik: Om kvalitativa och kvantitativa metoder*, 2 uppl., Studentlitteratur, Lund, s. 76–78, 81, 163.
- Järvikoski, A. & Härkäpää, K., 2004, *Kuntoutuksen perusteet*, 1 uppl., Werner Söderström Aktiefbolag (WSOY), Helsingfors, s. 94–95.
- Kinzel, V. 2020, *Knee Anatomy*. Tillgänglig: <https://verakinzel.com.au/knee-anatomy> Hämtad: 1.12.2020.
- Larsson, S., Lilja, J. & Mannheimer, K., 2005, *Forskningsmetoder i socialt arbete*, Studentlitteratur, Lund, s. 69.
- Lennon, S., 2018, *Physical management for neurological conditions*, 4 uppl., Elsevire Limited, London, s. 232.
- Norkin, C. & White, J., 2009, *Measurement of Joint Motion: A Guide to a Goniometry*, 4 uppl., F. A. Davis Company, Philadelphia, s. 3, 42, 243–245, 261.
- Olsson, H., Sörensen, S. & Widegren, M. (red.), 2011, *Forskningsprocessen: Kvalitativa och Kvantitativa perspektiv*, 3 uppl., Liber AB, s. 18, 19, 22.
- Pedersen, K. & Sporning, J., *The 3D Home Rehab*, 2009, University of Copenhagen, Department of Computer Science, Köpenhamn. Tillgänglig: http://image.diku.dk/HUMIM/Physiotherapy_at_Home.pdf Hämtad: 10.2.2021.
- Physiosupplies, 2020, *Traditionell goniometer*. Tillgänglig: <https://www.physiosupplies.eu/plastic-goniometer-15-cm> Hämtad: 20.12.2020.
- Rigoni, M., Gill, S., Babazadeh, S., Elsewaisy, O., Gillies, H., Nguyen, N., Pathirana, P.N. & Page, R., 2019, Assessment of Shoulder Range of Motion Using a Wireless Inertial Motion Capture Device-A Validation Study, *Sensors*, 19(8), s. 1781–1789. Tillgänglig: <https://www.mdpi.com/1424-8220/19/8/1781/htm> Hämtad: 3.12.2020.
- Sanger, T., Sipahi, R., Sohn, W. & Sternad, D., 2019, Portable Motion-Analysis Device for Upper-Limb Research, Assessment, and Rehabilitation in Non-Laboratory Settings, *IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine*, 7. Tillgänglig: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6889943/pdf/jtehm-sohn-2953257.pdf> Hämtad: 28.4.2021.
- Shamsi, M., Mirzaei, M. & Khabiri, S.S., 2019, Universal goniometer and electrogoniometer intra-examiner reliability in measuring the knee range of motion during active knee extension test in patients with chronic low back pain with short hamstring muscle, *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 11(4). Tillgänglig: <https://bmcsportsscimedrehabil.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13102-019-0116-x> Hämtad: 18.11.2020.
- Stein, S. & McKenna, S.J., 2017, Recognising complex activities with histograms of relative tracklets, *Computer vision and image understanding*, 154, s. 82–93. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1077314216301345> Hämtad: 4.11.2020.

Talvitie, U., Karppi, S. & Mansikkamäki, T., 2006, *Fysioterapia*, 2 uppl., Edita Prima AB, Helsingfors, s. 38–40.

Trew, M. & Everett, T., 2005, *Human Movement: An Introductory text*, 5 uppl., Elsevier Churchill Livingstone, Philadelphia, s. 142–144, 156.

BILAGA 1 INFORMATIONSBREV

Informationsbrev

Hej! Vi heter Simon Engblom, Niklas Böckerman, Eetu Siika och Kristoffer Kämpe och vi studerar tredje året på fysioterapiutbildningen på Yrkeshögskolan Arcada. Vi jobbar för tillfället på vårt examensarbete som handlar om ledmätning med hjälp av ett datorprogram vilket är en del av ett Computer vision (CV) Rehab projektet på Arcada. Syftet med vårt arbete är att undersöka noggrannheten av datorprogrammet vid mätning av ledrörligheten i knäleden. Vi söker därmed friska 18 - 65 åriga frivilliga testpersoner som skulle vara intresserade att delta i vår undersökning. Projektet med datorprogrammet utvecklas i samarbete med fysioterapi- och Informationsteknik (IT) studeranden och lektorer. Programmet är markörlöst och med hjälp av en webbkamera mäts ledvinkeln i knäet.

Undersökningen består av två delar där testpersonen först böjer knäet i liggande position och i knäböjsposition. Ledvinkeln mäts först manuellt med en goniometer och sedan med hjälp av datorseendeprogrammet. Testerna utförs på Arcada i block D2 och beräknas ta cirka 30 - 45 minuter. Alla får en personlig tidpunkt för teststillfället, informerat samtycke samt en förhandsenkät fylls i före teststillfället.

Att delta i undersökningen är frivilligt och varje deltagare har rätten att avbryta testandet när som helst. Endast vi testare och vår handledare har tillgång till de uppgifter som du angivit. Datainsamlingen vi får för dessa tester publiceras anonymt i två olika examensarbeten. Resultaten används för att vidare kunna utveckla datorseendeprodukten. Det insamlade materialet anonymiseras och sparas vid behov i Arcadas forskningsenhet i 5 år, varefter det förstörs. Vid presentation av resultaten uppkommer inga sådana uppgifter som kan kopplas till en person. Till undersökningen vill vi gärna att du har på dig shorts och t-skjorta, skor behövs inte. Vi följer Arcadas Covid-19 restriktions riktlinjerna och vi bl.a. desinficera våra mätningsverktyg efter varje deltagare. Vi ber dig använda mask och tvätta händerna när du kommer på test och när du går ut ur utrymmet. Vi håller avstånd så långt som det är möjligt ur undersökningens syfte. Vi bokar tiderna till testandet så att deltagarna kommer in med 5 - 10 minuters mellanrum. Du får endast delta i testandet om du är frisk. Ifall du är intresserad av denna undersökning kontakta oss gärna per Arcadas e-post eller någon av de uppgivna telefonnumren.

Niklas Böckerman

bockermn@arcada.fi

Simon Engblom

engblosi@arcada.fi

Handledare: Thomas Hellsten

Lektor i fysioterapi

thomas.hellsten@arcada.fi

Eetu Siika

siikaet@arcada.fi

Kristoffer Kämpe

kampekri@arcada.fi

BILAGA 2 FÖRHANDESENKÄTEN

Förhandsenkäten

Personliga uppgifter:

Namn: _____ Ålder: _____

Ditt juridiska kön:

Man Kvinna

Har du haft smärtor i nedre extremiteten under den senaste veckan som skulle hindra dig från att delta i undersökningen?

Ja Nej

Har du besökt läkaren/fysioterapeut på grund av smärta i benen eller ländryggen under de senaste 3 månaderna som skulle hindra dig från att delta i undersökningen?

Ja Nej

Jag kan delta

Jag kan inte delta

Datum och ort: _____

Underskrift: _____

Namnförtydligande: _____

(Testaren fyller i)

Vikt: _____ kg Längd: _____ cm

Mätning av benet (testaren utför):

Lårben längd: _____ cm Lårben omkrets: _____ cm

Smalben längd: _____ cm

BILAGA 3 INFORMERAT SAMTYCKE

Informerat samtycke

Syftet med arbetet är att testa validiteten på ett markörlöst datorseendeprogram som tvärvetenskapligt utvecklas på Arcada. Undersökningen är en del av projektet ”*User-friendly Computer Vision-based Rehabilitation Services*” (CV Rehab) på Arcada. Projektet inleder nu sitt andra skede.

Undersökningen består av två delar. Du kommer att böja knävinklar i liggande position och utföra knäböj stående. Ur dessa två tester mäts knävinkeln först med en goniometer och sedan med datorseendeprogrammet. Resultaten som fås kommer att användas som bas för att analysera noggrannheten i datorseendeprogrammet.

Det är frivilligt att delta i undersökningen och man har rätt att avbryta sitt deltagande när som helst. Resultaten som fås från undersökningen är anonyma och de kommer att presenteras som statistiska helheter, så att ingen kan bli igenkänd. Resultaten kommer att lagras i Arcadas forskningsenhet i 5 år, ifall resultaten behövs senare för vidare forskning och utveckling inom ämnet. Projektet innehåller två examensarbeten och kommer att presenteras i som examensarbeten på Theseus

SAMTYCKE

Jag deltar frivilligt och ger mitt samtycke att vara med i undersökningen som utförs på Yrkeshögskolan Arcada. Jag har fått muntlig och skriftlig information om undersökningens gång och jag har förstått den information som angivits.

Jag förstår att jag har rätt att avbryta testandet när som helst och att jag inte behöver ge någon förklaring till varför jag vill avbryta. Jag har blivit informerad om att uppgifterna som samlas in är anonyma. Jag godkänner att datan som insamlas kan användas i framtiden för helhetsprojekt. Jag kan vid förhandsenkätens frågor intyga att jag svarat ärligt på dem och har inte någon form av skada eller sjukdom som skulle framhäva någon risk då jag deltar i undersökningen.

Datum och ort: _____

Underskrift: _____

Namnförtydligande: _____

FORSKAREN

Jag intygar att jag delgett ovanstående personinformation om studien, dess utformning samt behandlingen av uppgifterna. Det bekräftade samtycket har mottagits:

Datum och ort: _____

Underskrift: _____

Namnförtydligande: _____

BILAGA 4 TESTPROTOKOLL

TESTPROTOKOLL

Allmänna råd

”Börja med att fylla i förhandsenkäten, vartefter du skriver under det informerade samtycket. Efter att du fyllt i enkäterna ger du dem till testarna och sedan kan du gå och byta om till shorts och ta av dig skorna. Efter det kommer vi att utföra mätningar på ditt ben och ta din längd och vikt. Vi kommer att mäta din knäleds rörlighet med en goniometer och datorseendeprogram. Vi börjar med mätningar i liggande ställning och går sedan över till stående. Alla tester kommer att utföras två gånger. Mättningsresultaten sparas på en dator för senare analys. Före utförande får du närmare instruktioner på vad testet går ut på. Har du några frågor?”

Protokoll:

Knäflexion liggandes på mattan

”Gå in i testrummet och vänta på vidare instruktioner. Vi kommer att börja med att ta din längd och vikt samt benets längd och omkrets.”

Steg 1

”Lägg dig ryggliggande på mattan så att vänstra sidan av kroppen är vänd mot kameran. Sätt vänstra benet på plinten och höger benet under plinten. Försök få rumpan så nära pappbiten som möjligt. Jag kommer nu att börja med att mäta din knärörlighet med goniometern och sedan mäta med ett datorseendeprogram. Detta kommer att göras först av testare 1 och sedan samma sak av testare 2.”

Steg 2

Då testpersonen har intagit rätt position placerar testare 1 goniometern på vänster knä enligt de landmärken som används för testandet. Testaren mäter upp 90 grader i knäleden med goniometer och säger *”Håll den här positionen tills vi säger”*. Sedan sparar testaren datorseendeprogrammets resultat genom att trycka på *”S”*. Efter det mäter testaren 1 ett randomiserad gradtal upp i knäleden med en goniometer och sedan sparar testaren datorseendeprogrammets resultat igen genom att trycka på *”S”*.

Testare 2 upprepar sedan Steg 2.