

# **Baiobit-inertiamittausyksikön käytettävyys verrattuna goniometriin olkanivelen liikkuvuuksien mit- tauksessa**

Vertaileva tapaustutkimus

Elisa Mustajärvi  
Leo Mustajärvi

Opinnäytetyö, syyskuu 2023



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Syyskuu 2023**  
**Fysioterapeuttikoulutus**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600 (vaihde)

**Tekijät**  
Elisa Mustajärvi, Leo Mustajärvi

**Nimeke**  
Baibit-inertiamittausyksikön käytettävyys verrattuna goniometriin olkanivelen liikkuvuuksien mittauksessa. Vertaileva tapaustutkimus

**Toimeksiantaja**  
Karelia-ammattikorkeakoulu, Excellence in Creating Age Friendly Society in Remote Areas -hanke

**Tiivistelmä**

Teknologiaa hyödynnetään fysioterapiassa paljon muun muassa tutkimiseen, neuvontaan ja ohjaamiseen. Tässä opinnäytetyössä arvioitiin Baibit-inertiamittausyksikön käytettävyttä verrattuna goniometriin olkanivelen liikkuvuuksien mittauksessa. Puettava sensoriikka mahdollistaa tarkan tutkimisen kannettavassa ja helposti käytettävässä muodossa, vaikkakin kokonaistutkimusnäyttö olkanivelen liikkuvuuden mittauksen osalta on ristiriitainen.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli verrata Baibit-inertiamittausyksikön käytettävyttä goniometriin olkanivelen liikkuvuuksien osalta. Tavoitteena oli mitata olkanivelen fleksio-, abduktio- ja ulkorotaatioliikkuvuus Pohjois-Karjalan alueen ikäihmisiltä molemmilla mittareilla ja analysoida käytettyjen mittareiden käytettävyttä. Kohderyhmän henkilöt saatiin Joensuun Eläkkeensaajat ry:n kautta. Mittaukset toteutettiin 20:lle yli 65-vuotiaalle henkilölle kahtena eri päivänä. Työ toteutettiin eksploratiivisena vertailevana tapaustutkimuksena, ja tutkimushenkilönä toimi toinen opinnäytetyön tekijöistä. Aineisto hankittiin havainnointi-, arviointi- ja kyselymenetelmillä. Aineiston analyysi toteutettiin Bland-Altmanin metodia ja selitysten rakentamisen menetelmää käyttäen.

Tulosten perusteella Baibit-mittari vastaa käytettävyydeltään goniometriä. Baibit-mittarin mittaustulokset eivät ole vertailtavissa goniometrin tuloksiin olkanivelen liikkuvuuksien osalta, sillä mittaustulosten välinen erotus on liian suuri. Baibit-mittarilla onnistui kaikkien haluttujen liikesuuntien mittaaminen. Kun mitataan useita liikesuuntia samalla mittarin asettelulla, Baibit-mittari on goniometriä tehokkaampi. Jatkotutkimuksissa olisi hyvä huomioida pehmytkudosten vaikutus sensorin toimintaan ja Baibit-mittarin hyödyntäminen kuntoutuksessa seurannan välineenä.

**Kieli**  
suomi

**Sivuja 51**  
**Liitteet 9**  
**Liitesivumäärä 19**

Asiasanat

fysioterapia, tapaustutkimus, puettava teknologia, käytettävyys



**THESIS**  
**September 2023**  
**Degree Programme in Physiotherapy**

Tikkarinne 9  
FI-80200 JOENSUU  
FINLAND  
Tel. +358 13 260 600

**Authors**

Elisa Mustajärvi, Leo Mustajärvi

**Title**

Usability of the Baiobit Inertial Measurements Unit Compared to the Goniometer for Measuring Shoulder Joint Mobility – A Comparative Case Study.

**Commissioned by**

**Abstract**

Technology is widely used in physiotherapy for examination, counselling and guidance. This thesis assessed the usability of the Baiobit inertial measurement unit compared to the goniometer in the measurement of shoulder joint mobility. The wearable sensor allows for accurate examination in a portable and easily accessible form, although the overall research evidence regarding the measurement of shoulder joint mobility is contradictory.

The aim of the thesis was to measure the flexion, abduction and external rotation mobility of the shoulder joint in older people in the North Karelia region with both meters and to analyse the usability of the meters used. Persons in the target group were obtained through the Joensuu Pensioners Association. The thesis was carried out as an exploratory comparative case study, and one of the authors of the thesis was the research subject. The material was acquired using observation, evaluation and survey methods. The analysis was carried out using the Bland-Altman method and the method of constructing explanations.

The results showed that the Baiobit meter is equivalent to the goniometer in usability. The measurement results of the Baiobit meter are not comparable to those of the goniometer in terms of the shoulder joint mobility, as the difference between the measurement results is too large. The Baiobit meter was successful in measuring all desired directions of movement. When measuring multiple directions with the same adjustments, the Baiobit meter is more efficient than the goniometer. Further studies should focus on the effect of soft tissues on sensor function and the use of the Baiobit meter as a monitoring tool in rehabilitation.

Language  
Finnish

Pages 51  
Appendices 9  
Pages of Appendices 19

**Keywords**

Physiotherapy, case study, wearable technology, usability

# Sisältö

1	Johdanto .....	5
2	Puettava sensoriikka .....	6
2.1	Puettava sensoriikka käsitteenä .....	6
2.2	Inertiamittausyksikkö käsitteenä .....	7
2.3	Puettava sensoriikka yläraajan liikkuvuuden mittaamisessa .....	7
2.4	BTS Bioengineering järjestelmät .....	9
3	Goniometri .....	11
3.1	Goniometria käsitteenä ja goniometrin rakenne .....	11
3.2	Goniometri yläraajan liikkuvuuden mittauksessa .....	12
4	Olganivel .....	13
5	Käytettävyys .....	16
6	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite .....	19
7	Opinnäytetyössä käytetyt menetelmät .....	21
7.1	Tutkimusmenetelmä .....	21
7.2	Aineiston hankintamenetelmä .....	22
7.3	Mittaustapa .....	24
7.4	Aineiston käsittely .....	27
7.5	Aineiston analysointi .....	28
8	Aineisto .....	29
8.1	Ominaisuuksien havainnointi .....	29
8.2	Suorituskyvyn arviointi .....	32
8.3	Kysely .....	35
9	Tulokset .....	36
10	Luotettavuus ja eettisyys .....	38
11	Pohdinta .....	40
	Lähteet .....	47

## Liitteet

Liite 1	Mittausprotokolla
Liite 2	Käytettävyiden arviointi 1. Vaihe Baiohit
Liite 3	Käytettävyiden arviointi 3. Vaihe Baiohit

Liite 4	Käytettävyyden arviointi 1. Vaihe Goniometri
Liite 5	Mittaustaulukko
Liite 6	Käytettävyyden arviointi 3. Vaihe Goniometri
Liite 7	Suostumuslomake
Liite 8	Tiedote tutkimuksesta
Liite 9	Tietosuojailmoitus

## 1 Johdanto

Teknologiaa hyödynnetään fysioterapiassa monipuolisesti. Erilaisten laitteiden, ohjelmistojen ja palveluiden käyttö kuuluu keskeisesti osaksi fysioterapiaa. Erityisesti fysioterapiassa teknologiaa käytetään osana tutkimista, asiakkaan ohjausta ja neuvontaa sekä motivointia. (Suomen fysioterapeutit ry 2023.)

Puettavana sensoriikkana pidetään tietokonelaitteita, jotka on varustettu tarvittavilla sensoreilla erilaisten terveysindikaattorien käsittelemiseksi, mittaamiseksi ja analysoimiseksi sitä käyttävälle yksilölle. Erilaiset älykellot, rannekkeet, rintanauhat ja muut tekstiilipohjaiset sensorit ovat esimerkkejä puettavasta sensoriikasta. Puettavaa sensoriikkaa hyödynnetään monilla aloilla, kuten terveydenhuollossa, urheilussa ja maataloudessa. (Sharma, Shing, Gupta & Arya 2022).

Puettava sensoriikka mahdollistaa tarkan tutkimisen kannettavassa ja helposti käytettävässä muodossa. Olkanivelen liikkuvuuden mittauksessa inertiamittausyksiköiden luotettavuus on hyvä olkanivelen koukistuksen mittauksessa ja kohtalainen olkanivelen loitonnuksen mittauksessa, rotaatiosuunnan mittauksessa luotettavuus ei ole johdonmukainen. Kokonaistutkimusnäyttö olkanivelen osalta on kuitenkin ristiriitaista. (Poitras ym. 2019).

Opinnäytetyön tarkoituksena on verrata Baiobit-inertiamittausyksikön käytettävyyttä goniometriin olkanivelen liikkuvuuksien osalta, ja tuottaa tietoa Baiobit-mittarin hyödynnettävyydestä fysioterapiassa. Tavoitteena on mitata olkanivelen fleksio-, abduktio- ja ulkorotaatioliikkuvuus Pohjois-Karjalan alueen ikäihmisiltä molemmilla mittareilla ja analysoida käytettyjen mittareiden käytettävyyttä. Toimeksiantajana toimi Karelia-ammattikorkeakoulun EAFS-hanke. Työ toteutettiin eksploratiivisena vertailevana tapaustutkimuksena, ja tutkimushenkilönä toimi toinen opinnäytetyön tekijöistä. Aineisto hankittiin havainnointi-, arviointi- ja kyselymenetelmillä. Aineiston analyysi toteutettiin Bland-Altmanin metodia ja selitysten rakentamisen menetelmää käyttäen.



## 2 Puettava sensoriikka

### 2.1 Puettava sensoriikka käsitteenä

Puettava sensoriikka kuuluu osaksi terveysteknologiaa. Terveysteknologialla tarkoitetaan lääkinnällisiä laitteita, joiden käyttöä valvotaan ja säädellään lainsäädännöllä. (Alamäki & Nevala 2021.) Suomessa laitteiden ja toimijoiden valvonnan hoitaa Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus Fimea (Fimea 2022).

Kress-Rogersin (1997) mukaan sensori määritellään laitteeksi, jota käytetään energian tai aineen havaitsemiseen, paikallistamiseen tai määrittämiseen, ja joka antaa signaalin fysikaalisen tai kemikaalisen ominaisuuden havainnosta, johon laite vastaa (Park & Jayaraman 2021, 9). Sensorin perustoiminnoiksi voidaan luokitella havaitseminen, käsittely, muistiin tallentaminen, tiedon välittäminen ja hyödyntäminen (Park & Jayaraman ym. 2021, 5).

Puettavat sensorit voidaan jakaa yksitoimisiksi tai monitoimisiksi. Ne voidaan jakaa myös invasiivisiksi tai non-invasiivisiksi. Invasiiviset voidaan vielä jakaa minimaalisesti invasiiviseksi (ihon läpäisevät) tai implantoitaviksi kuten tahdistin. Non-invasiiviset sensorit voivat olla tai olla olematta fyysisessä kontaktissa kehon kanssa. Yleensä non-invasiivisiä sensoreita käytetään laitteissa, jotka on tarkoitettu jatkuvaan tarkkailuun, koska niissä ei tarvita terveysalan ammattilaisten tekemää laajaa interventiota, kuten esimerkiksi implantoitavissa sensoreissa. (Park & Jayaraman 2021, 10.)

Puettavien sensoreiden jakoa voidaan tehdä niiden aktiivisuuden tai passiivisuuden perusteella riippuen siitä, tarvitsevatko ne virtaa toimiakseen. Esimerkiksi pulssioksimetri on aktiivinen, koska se tarvitsee virtaa, kun taas lämpötilan mittaussanturi on passiivinen, koska se ei tarvitse virtaa. Sensoreita on langattomia ja langallisia, joka perustuu siihen, miten tietoa siirtyy sensoreista valvontayksikköön. Sensorit voidaan jakaa niiden käyttöalan mukaan,

joka voi vaihdella terveyden ja hyvinvoinnin tarkkailusta sijainnin seurantaan. (Park & Jayaraman 2021, 10–11.)

Puettavan sensoriikan järjestelmä koostuu yleensä kolmesta osasta (Patel, Park, Bonato, Chan, Rodgers 2012.):

1. Anturi- ja tiedonkeruulaitteisto, jolla kerätään fysiologisia tietoja ja liikumistietoja
2. Tietoliikennelaitteista ja ohjelmistoista tietojen välittämiseksi etäkeskukseen
3. Data-analyysitekniikoista, jotta saadaan kliinisesti merkityksellistä tietoa fysiologisesta tiedosta ja liikkumistiedoista.

## 2.2 Inertiamittausyksikkö käsitteenä

Inertiamittausyksikkö (*eng. inertial measurement unit*) on itsenäinen järjestelmä, joka voi automaattisesti määrittää jonkin rakenteen sijainnin, nopeuden ja asennon. Yleiset inertiamittausyksiköt toimivat aistimalla kehon lineaarisen kiihtyvyyden ja hidastuvuuden kolmiulotteisessa tilassa kiihtyvyyksmittareilla (*eng. accelerometer*) sekä aistimalla pyörimisnopeuden tai kierrostaajuuden gyroskoopilla (*eng. gyroscope*). (US6496779B1 2002.)

Aistitun lineaarikiihdytyksen perusteella inertiamittausyksikkö laskee muutoksia lineaarinopeudessa ja asennossa. Inertiamittausyksikkö laskee aistitun pyörimisnopeuden perusteella pyörimissuunnan tai -asennon muutokset. Lisäksi inertiamittausyksikössä on magnetometri (*eng. magnetometer*). Magnetometri pystyy aistimaan magneettivuodon, jolle keho altistuu, ja sitä kautta määrittämään, onko keho levossa. (US6496779B1 2002.) Inertiamittausyksiköön sisältyy kolme kiihtyvyyksmittaria, kolme gyroskooppia ja kolme magnetometriä (Poitras ym. 2019).

## 2.3 Puettava sensoriikka yläraajan liikkuvuuden mittaamisessa

Tutkimuskatsauksessa (Walmsley ym. 2018) todettiin puettavan sensorin paikan, kalibraatiomenetelmien ja fuusioalgoritmien vaikuttavan mittaustarkkuuteen yläraajan liikkuvuuksien mittauksissa, sillä eri valmistajien puettavissa sensoreissa ei ollut yhteneväisyyksiä sensorien käytön menettelytavoista. Katsauksen mukaan tarvitaan kustomoituja sovelluksia (kalibrointi- ja kulmanlaskentamenetelmiä) riittävän tarkkuuden saavuttamiseksi (virhe  $< 5^\circ$ ).

Hyväksyttävää tarkkuuta havaittiin kyynärnivelen ja ranteen fleksion ja ekstension mittauksissa, mutta tuloksia tulisi kuitenkin yhdistää viitearvoihin, jotka on todettu luotettavaksi ja oikeelliseksi tarkoitetussa väestössä. Suurin virhelukema seurasi olkanivelen sisä- ja ulkorotaation mittauksista. (Walmsley ym. 2018). Poitras ym. (2019) toteavat tutkimuskatsauksessaan, että puettavalla sensoriikalla mitattujen olkanivelen liikkuvuuksien mittaustuloksissa fleksio ja ekstensio osoittivat korkeampaa luotettavuutta kuin abduktio ja rotaatio. Tutkimuksissa, joissa suoritettujen tehtävien liikkeet sisälsivät useammassa tasossa liikumista, havaittiin enemmän mittausrvirheitä kuin tutkimuksissa, joissa liikkeet suoritettiin eristetyksi yhdessä tasossa. (Walmsley ym. 2018.)

Tämän hetken tutkimusnäyttö ei näyttäisi suosittlevan puettavaa sensoriikkaa luotettavana menetelmänä olkanivelen liikkuvuuksien mittauksissa. Goreham, MacLean & Ladouceur (2022) tutkimuksessaan vertasivat vähäkustantanteista inertiamittausyksikköä kultaisen standardin liikkeenkaappauslaitteistoon todetun antamien tulosten poikkeavan niin merkittävästi vertailulaitteiston antamista tuloksista, ettei sitä voitu pitää validina mittarina yläraajojen nivelkulmien mittauksessa. Henschke, Kaplick, Wochatz & Engel (2022) totesivat samaa vertatessaan kaupallista sensori-tietokoneohjelmisto laitteistoa kultaisen standardin kamerapohjaiseen liikkeenkaappaus laitteistoon tutkiessaan olkanivelen yksinkertaisia ja monimutkaisia liikkeitä. Kultainen standardi (*eng. golden standard, gold standard*) tarkoittaa testiä, toimenpidettä tai menetelmää, jota pidetään alan nykyisenä normina, ja johon tutkimuksissa verrataan esimerkiksi uusia menetelmiä (Claassen 2005).

Henschke ym. (2022) kuitenkin mainitsevat, että kaupallisesti saatavilla olevat ja sovellettavat automaattiset prosessointiohjelmistot saattavat olla erityisen

tärkeitä hoito- ja koulutuskäytäntöjen ammattimaistamisen kannalta, vaikka yleiset kriteerit validiteetille eivät vielä ole riittävät. Lisätutkimukset ovat tarpeen sen selvittämiseksi, ovatko modifioidut liikeanturiohjelmistojärjestelmät riittävän tarkkoja arvioimaan kliinisesti tärkeitä mukautuksia olkanivelen kinematiikassa urheilijoille ja kliiniselle väestölle.

Rigoni ym. (2019) tutkivat Biokin inertiamittausyksikön validiteettia verrattuna goniometriin olkanivelen liikkuvuuksien mittauksessa. Tutkimuksessa oli 30 osallistujaa, joilta mitattiin olkanivelen fleksio, abduktio sekä sisä- ja ulkoro-taatio. Mittaukset suorittivat kaksi testaaajaa itsenäisesti goniometrillä ja Biokin järjestelmällä. Tutkimuksessa todettiin, että goniometrin ja Biokin inertiamittausyksikön tulokset olivat yhteneväisiä, mutta ainoastaan silloin, kun testaaaja oli sama.

## 2.4 BTS Bioengineering järjestelmät

**Baiobit-mittari** on digitaalinen järjestelmä, joka on kehitetty liikkeen mittaamiseen (kuva 1). Laitteisto koostuu puettavasta sensorista ja tietokoneohjelmasta. (Rivelo 2021a.) Baiobit-mittarilla voidaan mitata valmiilla ohjelmilla kaularangan, olkanivelen ja keskivartalon liikkuvuuksia sekä vapaalla ohjelmalla muitakin kehon liikkuvuuksia. Sillä voidaan myös mitata kävelyä, tasapainoa sekä määrittää hypyn teho-voima-nopeus profiilia. Baiobit-mittaria voidaan lisäksi käyttää terapeuttiseen harjoitteluun. (Rivelo 2021b.)



Kuva 1. BaioBit-mittari (Kuva: Leo Mustajärvi).

Validiteettitutkimuksia BaioBit-mittarista on julkaistu vielä vähän. Camuncoli ym. (2022) tutkivat BaioBit-inertiamittausyksikön validiteettia vertikaalisten molemmin jaloin ja yhdellä jalalla tehtyjen vastaliikehyppyjen mittauksessa.

Tutkimuksessa tutkittiin 27 urheilijaa, jotka suorittivat viisi molemmin jaloin tehtävää vastaliikehyppyä ja kolme yhden jalan vastaliikehyppyä. Mittaukset tehtiin samanaikaisesti verraten voimalevyihin ja optoelektroniseen järjestelmään. Tulosten mukaan BaioBit-mittari on taipuvainen yliarvioimaan sekä molemmin jaloin että yhdellä jalalla tehtyjen vastaliikehyppyjen korkeusmittauksia verrattuna voimalevyihin ja optoelektroniseen järjestelmään, mutta sitä suositellaan kuitenkin käytettäväksi sen edullisuuden ja kuljetuskelpoisuuden vuoksi.

**G-Walk** on validoitu, puettava järjestelmä, joka on kehitetty liikkeen analysointiin. Järjestelmään sisältyy sensori (BTS® G-Sensor), ja tietokone, jotka toimivat Bluetooth yhteyden välityksellä. G-Walk järjestelmään sisältyy 6 integroitua protokollaa, joilla voidaan mitata kävelyä, kääntymistä, juoksemista ja

hyppäämistä. Tietoa kerätään ja varastoidaan tietokoneohjelmistoon (BTS® G-Studio).

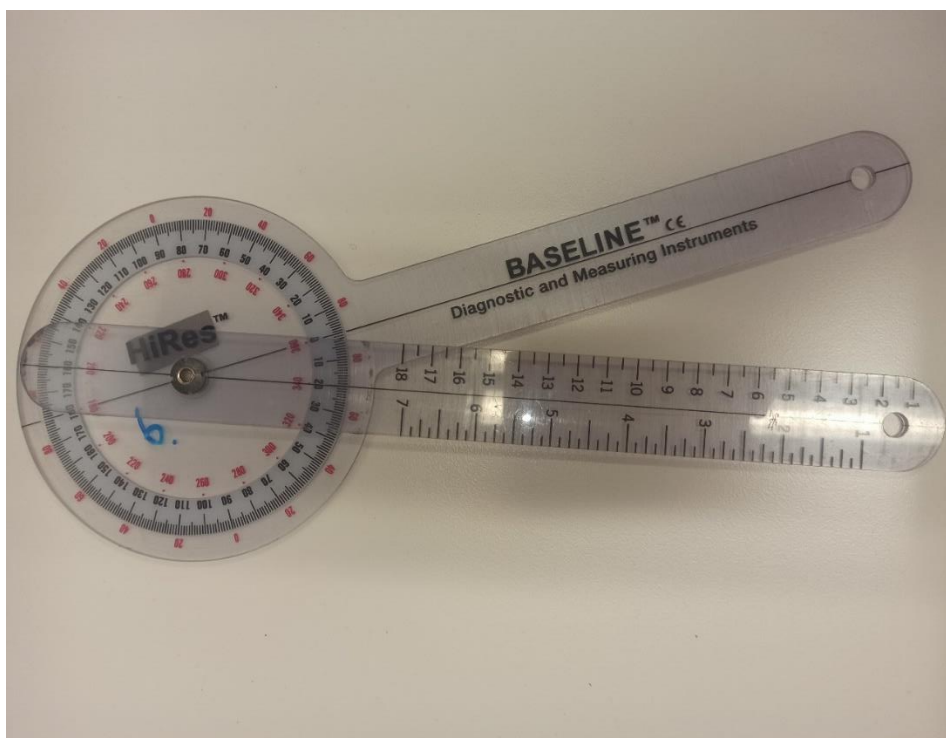
Inertiamittausyksikkö sisältää kolmiakselisen kiihtyvyyssanturin (16 bittiä/akselia, enintään 1000 Hz), jolla on moninkertainen herkkyys ( $\pm 2$ ,  $\pm 4$ ,  $\pm 8$ ,  $\pm 16$  g), 13-bittisen kolmiakselisen magnetometrin ( $\pm 1200 \mu\text{T}$ , jopa 100 Hz) ja kolmiakselisen gyroskoopin (16 bittiä/akselia, jopa 8000Hz), jolla on moniherkkyys ( $\pm 250$ ,  $\pm 500$ ,  $\pm 1000$ ,  $\pm 2000$  °/s). (BTS Bioengineering 2019.) BTS® G-Sensor on yhteensopiva Baiobit-mittarin kanssa.

### 3 Goniometri

#### 3.1 Goniometria käsitteenä ja goniometrin rakenne

Goniometria (*eng. goniometry*) terminä muodostuu kahdesta kreikkalaisesta sanasta: *gonia* (kulma) ja *metron* (mittaus). Voidaan siis todeta, että goniometrialla viitataan kulmien mittaamiseen, ja tarkennettuna niiden kulmien mittaamiseen, joita muodostuu ihmisen nivelissä liikkeen seurauksena. Näitä mittauksia voidaan tehdä käyttämällä välinettä, joka on nimeltään goniometri (*eng. goniometer*). (Norkin & White 2016, 3.)

Yleisgoniometri (*eng. universal goniometer*) (kuva 2) on yleisimmin käytetty mittari liikelaajuuksien mittaamisessa kliinisissä olosuhteissa. Sitä voidaan käyttää melkein kaikkien kehon nivelien asentojen ja liikelaajuuksien mittaamiseen. Yleisgoniometreissä perusmuotoilu on sama, mutta niissä on myös rakenteellisia eroja: ne voivat olla materiaaliltaan muovisia tai metallisia, ja kooltaan sekä muodoltaan vaihtelevia. Perusmuotoiluun kuuluu runko, ja kaksi jatkeosaa, joita kutsutaan liikkuvaksi varreksi ja paikallaan pysyväksi varreksi. (Norkin ym. 2016, 24.)



Kuva 2. Goniometri (Kuva: Elisa Mustajärvi).

Runko on joko ympyrän tai puoliympyrän muotoinen, ja se muistuttaa astelevyä. Asteikko puoliympyrän muotoisessa yleisgoniometrissä on 0 asteesta 180 asteeseen ja 180 asteesta 0 asteeseen. Ympyrän muotoisessa yleisgoniometrissä asteikko menee samalla tavalla kuin puoliympyrän muotoisessakin tai on 0 asteesta 360 asteeseen ja 360 asteesta 0 asteeseen. On myös mahdollista, että ympyrän muotoisessa yleisgoniometrissä on molemmat asteikot, ja tällöin mittaajaan tulee olla tarkkana, että hän lukee oikeaa asteikkoa. (Norkin ym. 2016, 25.)

Yleisgoniometrin varret ovat määritelty liikkuvaksi tai paikallaan pysyväksi sen mukaan, miten ne on kiinnitetty goniometrin runkoon. Paikallaan pysyvää vartta ei pysty liikuttamaan rungosta irrallisesti, sillä se on rakenteellinen osa runkoa, kun taas liikkuva varsi on kiinnitetty runkoon niitillä, jonka vuoksi sitä voidaan liikuttaa vapaasti. (Norkin ym. 2016, 25.)

### 3.2 Goniometri yläraajan liikkuvuuden mittauksessa

Olkanivel on kehon liikkuvim nivel ja hartiarenkaan liikkeeseen vaikuttaa neljä eri niveltä. Tämän vuoksi on ymmärrettävää, että eri mittaajat saavat eri tuloksia, sillä mittaustavat voivat poiketa toisistaan paljonkin. Walmsley ym. (2018) mukaan olkanivelen liikkuvuuden mittaaminen goniometrillä onnistuu vain yhden tason liikkeitä mitattaessa, mutta useamman liikesuunnan yhdistelmien liikkuvuuden mittaamiseen ei goniometri sovellu.

Mittarin validiteetti kuvaa mittarin kykyä saada samankaltainen tulos, jos mitataan lähes samaan aikaan sama tilanne kahdella eri mittarilla. Goniometrin tapauksessa on verrattu nivelen liikkuvuuden mittaamista samaan aikaan otettuun röntgenkuvaan. Polven, lonkan ja sormien osalta goniometrin mittaus oli samankaltainen röntgenkuvien kanssa. Luotettavuus sen sijaan kuvaa mittarin kykyä mitata sama tulos uudelleen samoilla ehdoilla. Jos mittaushenkilö, mittausasetelma ja mittausympäristö kaikki pysyvät samana, on goniometri luotettava. Mittarin tulosta voidaan käyttää kliinisesti, mikäli se on sekä validi että luotettava. (Norkin & White 2016.)

Hayes, Walton, Szomor & Murrel (2001) mukaan olkanivelen fleksion, loitonuksen ja ulkokierton mittaamisessa goniometri osoittautui luotettavaksi sekä intrarated -että interratered –luotettavuuden arvioinnissa. Myös Riddle, Rothstein & Lamb (1987) toteavat goniometrin luotettavuutta arvioivassa tutkimuksessaan, että olkanivelen passiivisen liikkuvuuden mittauksessa goniometri on erittäin luotettava, mikäli mittaja pysyy samana.

## 4 Olkanivel

**Anatomisesti** olkanivel on moninivelin kokonaisuus, joka liittyy yläraajan keskivartaloon. Tätä kokonaisuutta kutsutaan myös luustorenkaaksi tai hartiarenkaaksi, ja siihen kuuluu neljä niveltä. Nämä nivelet ovat glenohumeraaliniivel (gh-nivel), acromioclavicularnivel (ac-nivel), sternoclavicularnivel (sc-nivel) ja scapulothoracicnivel (st-nivel). (Kadi, Milants & Shahabpour 2017.) Scapulothoracicnivelellä ei ole mitään nivelelle tyypillisiä piirteitä, mutta se kuvastaa liikettä,



joka tapahtuu rintakehän takaosan ja lapaluun välillä (Miniato, Anand & Varacallo 2022).

Gh-nivel on luustorenkaan pääasiallinen nivel ja myös kehon liikkuvin nivel. Liikkuvuutensa ja anatomisen rakenteensa takia se on myös erittäin epästabiili. Gh-nivel on olkaluun pään ja lapaluun nivelkuopan välinen liitos. Olkanivelen nivelkuopan suhde olkaluun päähän on alle 1:3, mutta niiden välissä on rustorengas laajentamassa kontaktipintaa. Niveltä stabiloi ympäröivät ligamentit ja lihakset. Gh-nivelen liikesuuntia ovat fleksio-ektensio (koukistus-ojennus), abduktio-adduktio (loitonnuksen-lähennys), mediaalirotaatio-lateraalirotaatio (sisäkierto-ulkokierto) ja circumduktio (pyörityslieke). (Kadi ym. 2017: Miniato ym. 2022.) Changin, Anandin ja Varacallon (2022) mukaan gh-nivelen liikkeisiin kuuluu myös horisontaalisen lähennys ja loitonnuksen.

Ac-nivel on olkalisäkkeen etuosan ja solisluun lateraaliosan välinen nivel. Nivelen pinta on lasimaista rustoa, mutta nivelen keskellä on syyrustoinen levy. Niveltä ympäröi nivelpussi ja niveltä stabiloi kolme ligamenttia. (Kadi ym. 2017.) Ac-nivel mahdollistaa lapaluun liikkuvuuden kautta lisää liikettä olkaniveleen, erityisesti fleksioon ja loitonnuksen (Wong & Kiel 2022).

Sc-nivel on solisluun ja rintalastan välinen satulanivel. Tämän synoviaalinivelen välityksellä luustorengas kiinnittyy rintakehään. Niveltä stabiloi neljä ympäröivää ligamenttia ja subclavius-lihas. Nivel on erittäin stabiili ja liikkuu anterioposteriorisesti, superiorisesti sekä rotatoituu. (Miniato ym. 2022: Epperson & Varacallo 2022).

Olkanivelen **liikkuvuus** on määritelty eri lähteissä eri tavoin (taulukko 1). Kaurasen (2017) mukaan olkanivelen normaalit liikelaajuudet ovat seuraavat: fleksio 180 astetta, ekstensio 60 astetta, lähennys 75 astetta, loitonnuksen 180 astetta, Lähennys horisontaalitasossa 130 astetta, loitonnuksen horisontaalitasossa 50 astetta, sisäkierto 100 astetta, ulkokierto 90 astetta ja circumductio 200 astetta. (Kauranen 2019, 135.) Schuenken, Schulten ja Schumacherin (2015, 274) mukaan olkanivelen fleksio on 150-170 astetta, ekstensio 40 astetta, lähennys 20-40 astetta, loitonnuksen 180 astetta, horisontaalisen lähennys 130-160 astetta, horisontaalisen loitonnuksen 40-50 astetta, sisäkierto 70 astetta,

ulkokierto 60 astetta, horisontaalitason sisäkierto 70 astetta ja horisontaalitason ulkokierto 90 astetta (Schuenke ym. 2015, 274-275).

	Kauranen 2019	Schuenke ym. 2015
Fleksio	180	150-170
Ekstensio	60	40
Lähennys	75	20-40
Loitonnus	180	180
Sisäkierto	100	70
Ulkokierto	90	60
Horisontaalitason lähen- nys	130	130-160
Horisontaalitason loiton- nus	50	40-50
Horisontaalitason sisäkierto	-	70
Horisontaalitason ulkok- ierto	-	90
Circumduktio	200	

Taulukko 1. Olkanivelen liikelaajuudet mukailleen Kauranen (2019, 135) ja Schuenke ym. (2015, 274–275).

**Ikääntyminen** vaikuttaa olkanivelen liikkuvuuteen. Yli 2000 hengen tutkimuksessa pyrittiin saamaan dataa väestön olkanivelen aktiivisesta liikkeestä fleksiassa, loitonnuksessa ja ulkokierrossa (taulukko 2). Tutkimukseen osallistui 2404 henkilöä, ikäjakauma oli 20-91 –vuotiaat ja keskiarvoikä oli 45,8 vuotta. Tutkimukseen osallistuneista henkilöistä 20-24 –vuotiaita miehiä oli 97 ja samanikäisiä naisia 99, 60-64 –vuotiaita miehiä oli 58 ja samanikäisiä naisia 55. Tutkimuksessa selvisi, että olkanivelen aktiivinen liikkuvuus fleksiassa, loitonnuksessa ja ulkokierrossa vähenevät iän myötä. Naisilla olkanivelen fleksiassa on vähemmän liikkuvuutta kuin miehillä, mutta ulkokierrossa naisilla näyttää olevan enemmän liikkuvuutta. Oikean olkanivelen liikkuvuus oli suurempi kuin vasemman, mutta suurin osa (89,2 %) osallistujista oli oikeankätisiä. Taulukossa (taulukko 2) on vain oikean olkanivelen liikkuvuudet. (Gill, Shanahan, Tucker, Buchbinder & Hill 2020.)

	Fleksio	Loitonuus	Ulkokierto
20-24 -vuotiaat miehet	170,8	158,4	62,3
20-24 –vuotiaat naiset	164,7	156,4	73,8
60-64 –vuotiaat miehet	157,4	145,9	52,0
60-64 –vuotiaat naiset	146,5	138,8	54,6

Taulukko 2. Olkanivelen liikkuvuus eri ikäisillä mukaillen Gill, Shanahan, Tucker, Buchbinder & Hill (2020).

6635 osallistujalla tehdyssä tutkimuksessa mitattiin olkanivelen aktiiviseen liikkuvuuteen vaikuttavia tekijöitä iän, sukupuolen ja kätisyyden näkökulmasta. Ikääntymisen myötä olkanivelen aktiivinen liikkuvuus fleksiossa ja ulkokierrossa vähenivät merkittävästi. Fleksiossa ero alle 20-vuotiaiden ja yli 60-vuotiaiden välillä oli noin 15 astetta. Ulkokierrossa ero oli noin 10 astetta. (Fleisig, Slowik, Daggett, Rothermich, Cain & Wilk 2022.) Myös Mageen (2009) mukaan eurooppalaisperäisillä 18–59 –vuotiailla naisilla olkanivelen ulkokierto näyttää vähentyvän merkittävästi iän myötä (Macedo & Magee 2009).

## 5 Käytettävyys

Bewan, Kirakowski & Maissel (1991) mukaan käytettävyydellä tarkoitetaan yleistä laatua tarkoituksenmukaisuudesta minkä tahansa tietyn esineen tarkoitukseen. Järjestelmän käytettävyyttä on tarkasteltava kontekstissa, jossa sitä käytetään, ja sen tarkoituksenmukaisuutta kyseiseen kontekstiin. Tietojärjestelmissä tämä näkemys käytettävyydestä näkyy nykyisessä kansainvälisessä ISO 9241-11 -standardissa ja Euroopan yhteisön ESPRIT-hankkeessa MUSiC (Measuring Usability of Systems in Context) (Brooke 1995.)

ISO 9241-11 –standardin mukaan käytettävyystoimenpiteiden olisi katettava kolme asiaa. Ensimmäisenä tuottavuus, jolla tarkoitetaan käyttäjien kykyä suorittaa tehtäviä järjestelmän avulla ja näiden tehtävien tuottamisen laatua. Toisena tehokkuus, jolla tarkoitetaan tehtävien suorittamiseen kulutettujen resurssien tasoa. Kolmantena miellyttävyys, jolla tarkoitetaan käyttäjien subjektiivisia reaktioita järjestelmän käyttöön. Näiden vaatimusten pohjalta on luotu järjestelmän käytettävyyssasteikko The System Usability Scale (SUS), joka antaa kokonaiskuvan käytettävyyden subjektiivisista arvioinneista. (Brooke 1995.) Drew, Falcone & Baccus (2018) kuitenkin toteavat, että SUS mittaa käyttäjän omaa näkemystä mittarin toimivuudesta sen sijaan, että se mittaisi mittarin käytettävyyttä.

Gupta (2015) luokittelee käytettävyyden arviointiin käytettävät tavat kolmeen kategoriaan; havainnointitavat, testaustavat ja kyselytavat. Havainnointitapoihin kuuluu laitteen käytettävyyden arviointi havainnoimalla laitteen ominaisuuksia ja pohtimalla laitteen toimivuutta erilaisten kriteeristöjen avulla. Testaustapoihin kuuluu laitteen käyttämisen simuloiminen ja tämän simulaatiotilanteen havainnoiminen eri rooleissa. Kyselytapoihin kuuluu käyttäjän omien kokemusten kartoittaminen. Tämä tapa yleensä suoritetaan testaustavan jälkeen, jolloin mahdollistetaan käyttäjiltä saatava palaute. (Gupta 2015.)

**Goniometri** on Gajdosik & Bohannon (1987) mukaan laajasti käytössä, koska se on helposti kuljetettava ja edullinen mittari. Haaste goniometrin käytössä on se, että mittaajan täytyy pitää siitä molemmin käsin kiinni mitatessa, joka vaikeuttaa mittarin stabilisointia, ja sitä kautta lisää virhelukemien mahdollisuutta. (Kolber & Hanney 2012.) Goniometri on myös yksinkertainen ja kestävä mittari, jonka vuoksi sitä käytetään paljon (Crasto, Sayari, Gray, Askari 2015).

Goniometri itsessään laitteena ei vaadi erityisempiä toimenpiteitä ennen sen käyttämistä (Gandbhir & Cunha 2020). Mittarin käyttäjän täytyy kuitenkin tietää mittaustuloksilla, osata ihmisen anatomia ja liikelaajuudet sekä osata tulkita mittaustuloksia. Goniometrimittauksessa on hyvin vähän mahdollisia komplikaatioita. Virheellinen mittaustekniikka tuottaa vääriä mittaustuloksia ja ne

voivat vaikuttaa tutkittavan hoitoon. Iatrogeeniset vammat ovat myös mahdollisia, jos passiivista liikelaajuutta tutkiessa liikkeen loppujoustoa tutkitaan liian voimakkaasti osteoporoottisista luista. (Gandbhir & Cunha 2020.) Näistä syistä goniometriä voidaan pitää turvallisena ja helppokäyttöisenä mittarina kliiniseen työhön.

**Puettavan sensorin** tulisi olla fyysisiltä ominaisuuksiltaan kevyt, ja ulkomuodoltaan muutettava käyttäjän mukaan (Park & Jayaraman 2021, 9). Wang, Markopoulous, Yu, Chen & Timmermans (2017) mukaan puettavien tekijöiden tulisi lisätä sekä fysiologista että psykologista mukavuutta. Sensorin ei siis tulisi häiritä luonnollista toimimista, koska muuten käyttäjä vähemmän todennäköisesti sopeutuu käyttämään teknologiaa. Estetiikka on tärkeää laitteen hyväksymisessä ja käyttöönnotossa. Jos sensori on näkyvä, sen tulisi olla esteettisesti miellyttävä samalla, kun se täyttää toiminnalliset vaatimuksensa. (Park & Jayaraman 2021, 9.)

Puettavan järjestelmän tulisi olla käytettävyydeltään helppokäyttöinen, ja sen päälle pukeminen ja poisotto tulisi sujua mutkattomasti (Wang ym. 2017). Puettavalla sensorilla tulisi olla toiminnallisilta ominaisuuksiltaan monitoiminen kapasiteetti, ja sen tulisi olla helposti muunneltava halutulle loppukäyttösovellukselle. Käytännössä on tärkeää, että laite pystyy mittamaan enemmän kuin yhtä parametria, jotta käyttäjän ei tarvitse pukea monia laitteita päällensä yhtä aikaa. Sensorin reagointikyky on merkittävässä roolissa, varsinkin, kun sitä käytetään reaaliaikaiseen tietojen keräämiseen ja kontrollointiin. (Park & Jayaraman 2021, 9.) Puettavan järjestelmän tulisi auttaa paikantamaan ja pitämään anturia oikeassa kohdassa kehoa korkean tarkkuuden saavuttamiseksi (Wang ym. 2017). Lisäksi sensorilla tulisi olla riittävä kaistanleveys, joka mahdollistaa vuorovaihteisuuden asteen, jotta laitetta voidaan käyttää onnistuneesti (Park & Jayaraman 2021, 9).

Optisessa liikkeen seurantajärjestelmässä yläraajaan kiinnitetään pieniä heijastavia markkereita, jotka laite havaitsee liikkeen aikana. Tällaisella järjestelmällä saadaan tarkkoja tuloksia, ja voidaan vähentää epävarmuutta liikkeen suorituksessa. Optinen liikkeen seurantajärjestelmä vaatii kuitenkin laboratorioympäristön, ja useita huippulaatuisia kameroita sekä järjestelmän, joka

pystyy käsittelemään suuria määriä dataa. Joten, se ei ole kuljetuskelpoinen, eikä edullinen menetelmä päivittäiseen kuntoutuskäyttöön. (Tian, Meng, Tao, Liu, Feng 2015.) Kiihtyvyysanturipohjaisten inertiamittausyksikkötyyppisten laitteiden hyötyjä ovat pieni koko, noninvasiivisuus, edullinen hinta ja minimaalinen häiritsevyys normaaleissa liikkeissä päivittäisten aktiviteettien aikana (Zhang, Werner, Sun, Pi-Sunyer, Boozer 2012).

## 6 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite

Opinnäytetyön tarkoituksena oli Baiobit-inertiamittausyksikön käytettävyyden vertaaminen goniometriin olkanivelen liikkuvuuksien osalta, tavoitteena oli mitata olkanivelen fleksio-, abduktio-, ja ulkokiertoliikkuvuus Pohjois-Karjalan alueen ikäihmisiltä samanaikaisesti molemmilla mittareilla ja analysoida samalla käytettyjen mittareiden käytettävyyttä.

Opinnäytetyön tutkimuskysymykset:

Onko Baiobit-mittari käytettävyydeltään goniometriä vastaava tai parempi?

Onko Baiobit-mittari mittaustarkkuudeltaan luotettava verrattuna goniometriin?

Miten olkanivelen fleksion, abduktion ja ulkokierron mittaaminen Baiobit-mittarilla onnistui?

Opinnäytetyössä tutkitut tapaukset:

Baiobit-mittarin käytettävyyys olkanivelen liikkuvuuden mittauksessa?

Goniometrin käytettävyyys olkanivelen liikkuvuuden mittauksessa?

**Opinnäytetyön toimeksiantajana** toimii Karelia-ammattikorkeakoulun EAFS-hanke (RDI Excellence in Creating Age Friendly Society in Remote Areas). Karelia-ammattikorkeakoulun yksi painotusalueista on ikäosaamisen ja ikäystävällisyyden kehittäminen ja koulutustoiminta, joka on näkynyt jo monissa aikaisemmissakin hankkeissa, kuten SenDoc –ja Silver Economy –hankkeissa. EAFS-hankkeen tavoitteena on perustaa ja vakiinnuttaa ikäystävällisen yhteiskunnan kehittämiseen ja tutkimus- sekä koulutustoimintaan keskittyvä

osaamisyhteisö. Osaamisyhteisön työnimi on KAFS (Karelia centre for Age Friendly Society). (Makkonen, Kukkonen & Vesa 2021.)

Osaamisyhteisö KAFS muodostuu monialaisesti, jotta saadaan mahdollisimman monipuolisesti yhteistä keskustelua ja erilaisia mielipiteitä esille. Kehittämisen kulmakiviksi ikäystävällisyyden näkökulmasta on valikoitunut asiakaslähtöiset palvelut ja ratkaisut, ikäystävälliset elinympäristöt, muistiystävällinen yhteiskunta ja ikäystävällinen työelämä. Teknologian kehittyminen ja sen huomiointi on myös merkittävässä roolissa niin haasteiden kuin mahdollisuuksienkin näkökulmasta ikäystävällisyyden kehittämisessä. Erilaisilla teknologisilla ratkaisuilla voidaan tukea ikäihmisten hyvinvointia ja osallisuutta sekä tuoda turvallisuutta arkeen. (Makkonen ym. 2021.)

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan ikäihmisiltä olkanivelen liikkuvuuksia puettavaa sensoriikkaa hyödyntäen, joka on yksi teknologinen ratkaisu kuntoutuksessa. Yläraajan toimintakyky on tärkeä osa päivittäisiä arjen toimintoja ja työkykyä. Erityisen tärkeää on mitata ja seurata yläraajojen toimintakyvyn muutoksia kuntoutujilla, joilla on Parkinsonin tauti, CRPS (Monimuotoinen paikallinen kipuoireyhtymä), olkanivelen alueen ongelmatiikkaa (esim. adhesiivinen kapsuliitti), nivelreuma, Carpaalitunnelin syndrooma ja aivohalvaus. (Alamäki, Barton, Nevala, Condell 2019.) Ikääntyminen lisää sairauksien riskiä (WHO 2022), ja ikääntyminen vähentää olkanivelen fleksio, ulkokierto ja abduktio liikkuvuutta (Gill ym. 2020), joten yläraajojen toimintakyvyn mittaaminen ikäihmisiltä on merkityksellistä.

**Kohderyhmä** saatiin Joensuun Eläkkeensaajat ry:stä. Joensuun Eläkkeensaajat ry on yksi Eläkkeensaajien Keskusliittoon kuuluvista yhdistyksistä. Yhdistys toimii jäsentensä edunvalvojana sosiaalisen ja taloudellisen oikeudenmukaisuuden saavuttamiseksi sekä tarjoaa sosiaalisen kanssakäymisen mahdollisuuksia ja edistää jäsentensä kokonaisvaltaista toimintakykyä monipuolisen kulttuuri-, harraste- ja virkistystoiminnan kautta. (Joensuun Eläkkeensaajat ry 2023). Kohderyhmästä tutkimuksen ulkopuolelle jäivät sellaiset henkilöt, joiden ikä on alle 65-vuotta, joilla on akuutti yläraajavamma, jotka eivät kykene seisomaan 5 minuuttia yhtäaikaaisesti tai joilla yläraajan ääriliikkeet

tuottavat kipua. Tutkimushenkilönä opinnäytetyössä toimi toinen opinnäytetyön tekijöistä, Elisa Mustajärvi.

## 7 Opinnäytetyössä käytetyt menetelmät

### 7.1 Tutkimusmenetelmä

Tutkimusta, jonka tarkoituksena on edistää tiedettä systemaattisesti keräämällä, tulkitsemalla ja arvioimalla tietoa, kutsutaan tieteelliseksi tutkimukseksi. Tieteellisessä tutkimuksessa tulisi olla järjestelmällinen suunnittelu ennen tutkimuksen suorittamista. Tutkijan tulee rajata aihe, tehdä suunnitelma ja valita menetelmät. (Caparlar & Dönmez 2016.)

**Laadullisessa** eli kvalitatiivisessa tutkimusmenetelmässä tutkittavaa kohdetta lähestytään monesta eri näkökulmasta ja usealla eri analyysitavalla. Aineistona suositetaan empiiristä aineistoa, kuten haastatteluja tai havaintoja, mutta myös numeerisia aineistoja voidaan käyttää osana laadullista tutkimusta. Tällaista aineistoa analysoitaessa pyritään ottamaan huomioon kontekstin ja ulkoisten tekijöiden vaikutus tuloksiin. Laadullisessa tutkimusmenetelmässä pyritään menemään mahdollisimman lähelle tutkittavaa kohdetta ja hyväksytään sekä tutkimushenkilöiden että tutkijan subjektiivisuus. Tämä tarkoittaa henkilön omien mieltymysten ja kokemusten vaikutusta lopputulokseen. Laadullinen tutkimus on usein monimutkainen ja analyysipainoinen, mutta pyrkii silti välttämään liiallista pelkistämistä. (Vuori 2021: Juhila 2021.)

**Tapaustutkimus** on tutkimuksellinen lähestymistapa, jossa tarkastellaan määriteltä tapausta tai useita tapauksia. Näitä tapauksia pyritään analysoimaan, määrittelemään ja ratkaisemaan tutkimuksessa ja tapaukset voi määritellä ennen aineiston keruuta tai vasta aineiston keruun jälkeen. Tutkimuksen alussa asetetut tutkimuskysymykset muodostavat tapaustutkimuksen punaisen langan. Muita tapaustutkimukseen liittyviä työvaiheita ovat tutkimusasetelman määrittäminen, aineiston analyysitapojen määrittäminen, teoriaperustan rakentaminen ja raportointitavan määrittäminen. Tässä



opinnäytetyössä tapaustutkimus on sopiva lähestymistapa, sillä aiheesta on vain vähän empiiristä tutkimusta ja työn tekijöillä on vain vähän kontrollia tapahtumiin. (Eriksson & Koistinen 2005.)

Tämä opinnäytetyö on Erikssonin ja Koistisen (2005) määrittelemien **tapaustutkimustyyppien** mukaisesti eksploratiivinen tapaustutkimus, eli uutta tietoa tuottava tapaustutkimus. Eksploratiivinen tapaustutkimus pyrkii tuottamaan uutta tietoa ja toimii pohjana tuleville tutkimuksille. Tällaisessa tapaustutkimuksessa on tärkeä valita tapaukset siten, että tutkittava tapaus voidaan toistaa tarvittaessa uudestaan. (Eriksson & Koistinen 2005.)

Tässä opinnäytetyössä **tutkimusasetelmana** toimii vertaileva tutkimusasetelma. Tämä tarkoittaa useamman tapauksen vertailua keskenään jollakin systemaattisella tavalla. Aineistona toimii niin määrällinen kuin laadullinen aineisto. (Eriksson & Koistinen 2005.)

Tapaustutkimuksissa suositetaan useiden erityyppisten aineistojen käyttämistä samassa tutkimuksessa, eli **aineistojen triangulaatiota**. Tämä lisää aineistojen välistä vuoropuhelua ja mahdollistaa rikkaamman lopputuloksen. Tapaustutkimuksessa voidaan hyödyntää määrällistä aineistoa laadullisen rinnalla. Tapaustutkimuksen aineisto on usein monimuotoista, joten analyysimenetelmiäkin on useita ja niitä voi halutessaan yhdistellä samassa tutkimuksessa. Määrällisen aineiston analyysissä voi käyttää määrällistä tai laadullista analyysimenetelmää. Laadullisen aineiston analyysissä käytetään kullekin aineistolle sopivaa analyysimenetelmää. (Eriksson & Koistinen 2005.)

## 7.2 Aineiston hankintamenetelmä

Tässä opinnäytetyössä tutkimushenkilö suoritti olkanivelen fleksio-, loitonnuksen ja ulkokiertoliikkuvuuden mittauksen lähes samanaikaisesti goniometrillä ja Baiobit-mittarilla Pohjois-Karjalan alueen ikäihmisiltä. Mittaukset toteutettiin huhtikuussa 2023 kahtena peräkkäisenä torstaina kerhotalo Ruplan (kuva 3)

tiloissa. Mittauksiin osallistui yhteensä 20 yli 65-vuotiasta henkilöä, joista yhdelläkään ei täytynyt poissulkukriteerit.



Kuva 3. Kerhotalo Rupla (Kuva: Elisa Mustajärvi).

**Havainnointitavaksi** valikoitui Guptan (2015) mukaisesti ominaisuuksien havainnointi, jossa mittarin ominaisuuksia arvioitiin ennen toteutettuja mittauksia. Mittarin ominaisuudet merkittiin ylös ja jokaisen ominaisuuden käyttöönottovalmiutta, ymmärrettävyyttä sekä muita ominaisuuteen liittyviä piirteitä arvioitiin käytettävyyden näkökulmasta. Tutkimushenkilö täytti ominaisuuksien arvioinnin lomakkeen yhden kerran molemmille mittareille.

**Testaustavaksi** valikoitui Guptan (2015) mukaisesti suorituskyvyn arviointi, jossa arvioitiin vaadittavan datan keräämisen onnistuneisuutta. Suorituskyvyn arvioinnin ohella molemmista mittareista saatiin kvantitatiivista dataa olkanivelen liikkuvuuksien osalta. Tätä kvantitatiivista dataa arvioimme määrällisesti

Bland-Altmanin metodilla (Giavarina 2015) sekä laadullisesti käytettävyyden näkökulmasta pohtimalla jälkikäteen, onnistuiko mittarilla kaiken tarvittavan datan kerääminen.

**Kyselytavaksi** valikoitui Guptan (2015) mukaisesti kysely, sillä tässä työssä laitetta käyttää vain yksi henkilö. Rakensimme ennalta kyselylomakkeen, jossa pohdimme käytettävyyden osalta merkittäviä tekijöitä mittarin kannalta. Viimeisen mittauskerran jälkeen tutkimushenkilö täytti kyselylomakkeen yhden kerran molemmille mittareille.

### 7.3 Mittaustapa

Fysioterapiassa mittaaminen tarkoittaa jonkin asian suuruuden määrittämistä tai jonkin kyvyn tai ominaisuuden selvittämistä. Mittaaminen jaetaan kvalitatiiviseen-, eli laadulliseen, ja kvantitatiiviseen-, eli määrälliseen mittaamiseen. Laadullinen mittaaminen on fysioterapiassa käytetyin mittaustapa, sillä se ei vaadi terapeutilta ylimääräisiä mittausvälineitä ja se voidaan toteuttaa vaikeissakin olosuhteissa. Tätä on esimerkiksi asennon tai liikkeen havainnointi tai toimintakyvyn poikkeamat. Määrällinen mittaaminen puolestaan pyrkii saamaan tulokseksi jonkin numeraalisen arvon, jota voidaan seurata terapian edetessä. Molempia mittaustapoja käytetään samojen asioiden mittaamiseen, sillä laadullinen mittaaminen mahdollistaa kliinisen päättelyn ja määrällinen mittaaminen mahdollistaa seurannan ja yhteistyö muiden ammattilaisten kanssa. Molempien mittaustapojen kanssa on otettava huomioon mahdollinen mitausvirhe, määrällisessä mittarin luotettavuus ja käyttäjän virheet, laadullisessa terapeutin vireystila ja ammattitaito. Yleisimpiä fysioterapiassa käytettyjä mittaustapoja ovat goniometrit, sykemittarit, mittanauhat, voimamittarit, kyselylomakkeet, liikkumisen mittarit ja toimintakyvyn mittarit. (Kauranen 2019, 29–30.)

Tässä tutkimuksessa mitataan vain olkanivelen fleksio, abduktio, ja ulkokierto. Suurin osa tutkimuksista, joissa on otettu iso määrä tutkimushenkilöitä, on mitattu vain fleksio, ulkokierto ja abduktio (Gill, ym. 2020; Fleisig, ym. 2022).

Harjoittelimme myös opinnäytetyön suunnitelmavaiheessa Baiobit-mittarin käyttöä, ja silloin ilmeni, että lähennyksen ja sisäkierron mittaaminen on erittäin vaikeaa, sillä keho tulee raajan tielle ja liikkuvuutta ei voida mitata olkanivelestä. Tämä myös tukee päätöstä jättää sisäkierto ja lähennys pois mitattavista liikkeistä.

Olkanivelen liikkuvuuden mittaaminen on luotettavaa sekä selinmakuulla, että istuen. Kuitenkin selinmakuulla mitattuna olkanivelen loitonnuksen on suurempi kuin istuen mitattuna. Tästä syystä suositellaan käyttämään samaa mittausasentoa, jos tuloksia verrataan keskenään. (Sabari, Maltzev, Lubarsky, Liskay & Homel 1998.) Baiobit-mittarin tietokoneohjelmassa olevat esimerkkikuvat mallintavat mittaamisen seisoma-asennossa, joten käytämme tätä molempien mittarien mittausasentona. Vasemman ja oikean käden välillä on eroja liikkuvuudessa (Gill, ym. 2020). Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan kätisyydellä ole väliä, sillä tarkastelun kohteena on mittareiden välinen tulos. Mittausprotokollan selkeyttämiseksi kaikki mittaukset toteutetaan vasemmalle kädelle.

**Baiobit-mittarilla mittaaminen** suoritetaan seisoma-asennossa. Höglund, Grip & Öhberg (2019) mukaan sensori tulisi asettaa olkanivelen liikkuvuuksia mitattaessa lateraalisesti ja distaaliseen osaan käsivartta. Tämä ohjeistus on yhteisymmärryksessä Baiobit-mittarin tietokoneohjelman ohjeistuksen kanssa. Baiobit-mittarin tietokoneohjelma ohjaa asettamaan sensorin käsivarteen 1/3 distaalisesti acromionin ja humeruksen lateraalisen epicondylin väliselle linjalle (kuva 4).

Baiobit-mittarin tietokoneohjelma ohjeistaa mallikuvilla liikkeiden suorituksen. Rotaation ohjeistuksessa pyydetään suorittamaan maksimaalinen olkanivelen sisä- ja ulkorotaatio yhden tai useamman kerran. Tästä osuudesta opinnäytetyössä suoritetaan vain ulkorotaatio. Fleksio/ekstensio liikkeen ohjeistuksessa pyydetään suorittamaan maksimaalinen olkanivelen fleksio ja ekstensio yhden tai useamman kerran. Tästä osuudesta opinnäytetyössä suoritetaan vain fleksio. Abduktio/Adduktio liikkeen ohjeistuksessa pyydetään suorittamaan maksimaalinen olkanivelen abduktio ja adduktio yhden tai

useamman kerran. Tästä osuudesta opinnäytetyössä suoritetaan vain abduktio. Ennen mittauksen aloittamista ohjelma pyytää testattavaa pysymään paikallaan liikkumatta kalibroinnin ajan, minkä jälkeen mittaus voidaan suorittaa.



Kuva 4. Baibit-mittarin asettelu (Kuva: Elisa Mustajärvi).

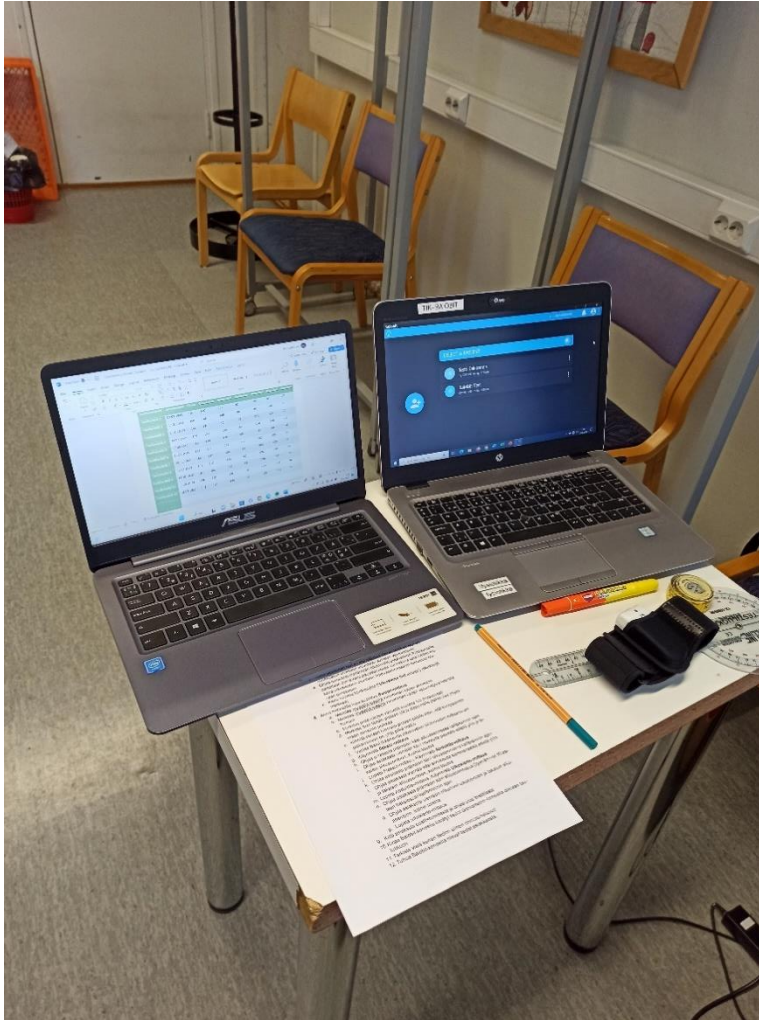
**Goniometrillä mittaaminen** suoritetaan seisoma-asennossa, istuen tai selinmakuulla. Olkanivelen fleksion mittauksessa goniometrin runko asetetaan tuber major humeriin lateraliselle puolelle, paikallaan oleva varsi suunnataan rintakehän keskikainalolinjan mukaisesti ja liikkuva varsi suunnataan olkaluun lateralsen epicondylin mukaisesti. Alkuasennossa asiakkaan käsi on rennosti kehon vierellä, mittauksessa asiakkaan olkanivel viedään ylös pitäen olkanivelen loitonnuksen neutraalina, mutta pieni rotaatio sallitaan maksimaalisen fleksion saavuttamiseksi. Olkanivelen ulkokierron mittauksessa goniometrin runko asetetaan olekranonin process ulnan päälle, liikkuva varsi laitetaan osoittamaan kohti styloideus ulnaa ja paikallaan oleva varsi osoittaa kohti maata. Alkuasennossa asiakkaan kyynärnivele on 90 asteen fleksiossa, mittauksessa olkaniveltä kierretään ulkokiertoon pitäen muu keho paikallaan. Olkanivelen loitonnuksen mittauksessa goniometrin runko asetetaan acromionin anterioriselle puolelle,

liikkuva varsi laitetaan osoittamaan kohti humeruksen lateralista epicondylä ja paikallaan oleva varsi pidetään samansuuntaisena rintalastan kanssa. Alkuasennossa asiakkaan käsi on rennosti kehon vierellä, mutta mittauksessa käsi viedään sivukautta ylös, pieni rotatio sallitaan maksimaalisen loitonnuksen saavuttamiseksi. (Norkin ym. 2016.)

Opinnäytetyössä noudatetaan Norkin & Whiten (2016) mukaisia ohjeita, mutta ne sovelletaan samaan mittausasentoon Baiobit-mittarin kanssa. Tämä tarkoittaa ulkokierron mittauksessa paikallaan olevan varren osoittamista suoraan eteenpäin lattiaan merkityn viivan mukaisesti sen sijaan, että paikallaan oleva varsi osoittaisi kohti maata. Muuten kaikki mittaukset ovat suoraan sovellettavissa seisona-asentoon.

#### **7.4 Aineiston käsittely**

Goniometrin aineisto kerättiin erilliselle tietokoneelle ennakoon rakennettuun taulukkoon (Liite 5). Taulukon vaaka-akselilla on ikä, pituus ja mittauksen tulokset sekä goniometrille että Baiobit-mittarille. Taulukon pystyakselilla on mitattavat henkilöt numeroituina. Goniometrin mittauksista saadut tulokset kirjattiin käsittelemättömänä suoraan taulukkoon. Baiobit-mittarin antamat tulokset kerättiin väliaikaisesti Baiobit-mittarin omalle koneelle, mutta siirrettiin asiakkaiden välillä samalle koneelle goniometrin tulosten kanssa, minkä jälkeen Baiobit-mittarin koneella olevat tiedot tuhottiin (kuva 5). Kohderyhmään kuuluvat henkilöt numeroitiin, ylös otettiin sukupuoli, pituus ja ikä. Kaikki tieto säilytettiin yhdellä kannettavalla tietokoneella, jossa oli voimassa oleva tietoturva ja joka oli lukittu salasanoilla. Rekisterinpitäjän on pidettävä huolta asianmukaisista toimenpiteistä tietosuojan toteuttamiseksi, kuten käytönvalvonta, tietojärjestelmien tietoturva tai muut suojatoimenpiteet (Tietosuojavaltuutetun toimisto 2023).



Kuva 5 Molemmat tietokoneet (Kuva: Elisa Mustajärvi).

## 7.5 Aineiston analysointi

Havannointitavan analysointiin käytettiin selitysten rakentamista (Erikkson & Koistinen 2005). Testaustavan analysointiin käytettiin Bland-Altmanin Limits of Agreement -analyysiä (Giavarina 2015). Kyselytavan analysointiin käytettiin selitysten rakentamista (Erikkson & Koistinen 2005).

**Selitysten rakentaminen** on analyysimenetelmä, jossa pyritään tuottamaan selitys valitulle tapaukselle tai tapauksille. Selitys voi sisältää lopputuloksia, mekanismeja tai ilmiöiden välisiä suhteita. Tapausta pyritään tarkastelemaan

kokonaisvaltaisemmin ja laajemmin, kuin määrällisissä tutkimuksissa. (Eriksson & Koistinen 2005.)

Bland & Altmanin (1999) mukaan **Bland-Altmanin metodi** on luotu kuvaamaan yksimielisyyttä kahden määrällisen mittauksen välillä (Giavarina 2015). Bland ja Altman muodostivat metodin määrittämällä rajat yksimielisyydelle. Tilastolliset raja-arvot lasketaan käyttämällä kahden mittauksen välistä keskiarvoa ja keskihajontaa ( $s$ ). Graafista lähestymistapaa he käyttivät tarkastellakseen oletuksia erojen ja muiden ominaisuuksien normaaliudesta. Tuloskaavio on hajontakuvio XY, jossa Y-akseli osoittaa kahden paritetun mittauksen ( $A-B$ ) ja X-akselin välisen eron, joka edustaa näiden mittausten keskiarvoa  $(A+B)/2$ . Kahden paritetun mittauksen erosta siis luodaan kaavio suhteessa näiden kahden mittauksen keskiarvoon. Bland ja Altman suosittelivat, että 95 prosenttia datapisteistä olisi  $\pm 2s$  sisällä keskimääräisestä erosta. (Giavarina 2015.)

Bland-Altmanin metodilla voidaan arvioida keskimääräisten erojen välistä puoleellisuutta ja yksimielisyysväliä, jonka sisällä 95 % toisen menetelmän eroista osuu verrattuna ensimmäiseen menetelmään. Tiedot voidaan analysoida yksikökohtaisia eroja kuvaavana kaaviona ja prosenttieroja kuvaavana kaaviona. Menetelmässä määritellään vain yksimielisyysvälit, se ei kerro, ovatko rajat hyväksyttäviä vai eivät. Hyväksyttävät rajat on määriteltävä etukäteen kliinisen tarpeen, biologisten näkökulmien tai muiden tavoitteiden perusteella. (Giavarina 2015.) Hyväksyttävä raja suurimmalle sallitulle mittausvirheelle Rigoni ym. (2019) mukaan on 10 astetta.

MedCalc sovelluksella laskettuna tarvittavien mittaushenkilöiden määrä Bland-Altmanin metodin käyttämiseen on 14 mittaushenkilöä. Laskussa käytetty odotettu mittausvirhe oli 4 astetta, mittausvirheiden deviaatio oli 2 astetta ja suurin sallittu mittausvirhe oli 10 astetta. (MedCalc 2023)

## 8 Aineisto

### 8.1 Ominaisuuksien havainnointi



Baiobit-mittarin ominaisuuksien havainnoinnissa (Liite 2) ominaisuuksiksi valikoitui G-sensori, kiinnitysremmit, sensoritasku ja tietokoneohjelma. Tietokoneohjelmasta eriytimme vielä testivalikoiman, datan reaaliaikaisen prosessoinnin, tulosten raportoinnin ja kerätyn datan vertailun. G-sensori on pieni ja helposti ymmärrettävä laite, joka sisältää vain kaksi nappia ja latausjohdon paikan. G-sensorin käyttöä helpottaa sensoritasku ja kiinnitysremmit. Tasku on joustavaa materiaalia ja kiinnittyy remmiin kahden napin avulla. Remmejä on eri mittaisia ja ne toimivat tarrakiinnityksellä.

Fyysisten osien lisäksi Baiobit-mittarin ominaisuuksiin kuuluu tietokoneohjelma, joka vaatii toimivan tietokoneen tai läppärin. Tietokoneohjelma on helppokäyttöinen ja jopa yksinkertaisilta tuntuviin vaiheisiin löytyy selkeät ohjeet. Tietokoneohjelma on visuaalisesti yksinkertainen ja selkeä, ohjeista löytyy etätuki mahdollisuus sekä digitaalinen ohjekirja. Tietokoneohjelman käyttö vaatii englannin kielen taitoa, sillä asetuksista ei voi vaihtaa kieltä suomeksi. Tietokoneohjelmasta löytyy laaja valikoima testejä ja harjoituksia, joiden ohjeistus on monivaiheinen ja selkeä.

Testien aloittaminen on nopeaa, mutta testausta varten sensorin asettaminen mitattavaan kohtaan vaatii enemmän aikaa. Tietokoneohjelmassa on myös reaaliaikainen datan kerääminen ja prosessointi, mikä tarkoittaa sensorin antaman datan näyttämistä suoraan tietokoneen näytöllä. Data näkyy näytöllä numeroiden ja kuvioiden avulla, joten reaaliaikaisesta datasta käy nopeasti ilmi, jos mittaus on epäonnistunut pahasti.

Testaamisen jälkeen tietokoneohjelma näyttää automaattisesti testauksen raportin, jossa tulokset on luokiteltu kyseisen testin mukaisesti. Tietokoneohjelmaan voi tallentaa testausprofiileja, joiden alle testausten raportit tallentuvat. Tietokoneohjelmassa on mahdollista vertailla saman testihenkilön eri testikertojen tuloksia keskenään, jolloin data näkyy kaavioina ja numeraalisina arvoina.

Baiobit-mittarissa on useita ominaisuuksia ja jokaisella ominaisuudella on käytettävyyden näkökulmasta hyvät ja huonot puolensa. Karkeasti ominaisuudet voisi jakaa fyysisiin ominaisuuksiin ja tietokoneohjelmaan. Fyysiset

ominaisuudet ovat todella helppokäyttöisiä ja yksinkertaisia, mutta tietokoneohjelma on laajempi ja monimutkaisempi. Ensisilmäyksellä Baiobit-mittari on helppokäyttöinen, mutta tarkemman tarkastelun jälkeen laite on hieman monimutkaisempi. Tietokoneohjelmassa on useita eri vaiheita ja valintoja, joihin käyttäjällä voi mennä aikaa odotettua enemmän, mutta jokainen vaihe on ohjeistettu selkeästi ja visuaalisesti. Itse sensorin laittaminen sensoritaskuun ja sen kiinnittäminen remmillä mitattavaan henkilöön ei kuitenkaan vaikuta haastavalta. Baiobit-mittarin käyttö vaatii kuitenkin mittarin asettelun lisäksi myös tietokoneohjelman käyttämisen mittaustilanteen aikana.

Goniometrin ominaisuuksien havainnoinnissa (Liite 4) valitsimme ominaisuudeksi Goniometrin itsessään. Mittarissa ei ole irrotettavia osia eikä muita mittaamisessa vaadittavia ominaisuuksia. Mittari on heti käyttövalmis eikä vaadi valmistelevia toimia. Mittarin käyttö vaatii mittaajalta ymmärrystä mittarin asettelusta, anatomisten rakenteiden sijainnista, sekä mittarin lukemisesta. Lukemista haastaa mittarissa oleva mittaustaulukko, jossa on useita eri tasoja asteluvuille. Nämä saattavat vaihdella goniometrien välillä. Mittarissa on lisäksi varressa senttimetrimittari ja tuumamittari, joilla voi mitata kahden pisteen välisen etäisyyden.

Goniometri on kevyt ja yksinkertainen mittari, jossa ei tule mukana muita mitauksessa tarvittavia osia. Tämä mahdollistaa mittarin käytön sellaisenaan, mutta vaatii mittaajalta ymmärrystä ja taitoa. Goniometrin asettaminen mitattavaan kohtaan vaatii kehon anatomisten rakenteiden tunnistamista ja kehon kolmiulotteisuuden ymmärtämistä. Goniometrin asettelun jälkeen itse mittaaminen vaatii tarkkoja käsiä, sillä mittaajan täytyy pitää kiinni goniometrin molemmista varsista mittaustuloksen saamiseksi. Tämän lisäksi mittaajan täytyy lukea oikea lukuarvo goniometrin mittauskehältä. Goniometri on kevyt ja selkeä toimintaperiaatteeltaan, mutta vaatii tarkkuutta ja ymmärrystä käyttäjältään.

Goniometri ja Baiobit-mittari ovat ominaisuuksien havainnoinnin perusteella hyviä eri ominaisuuksissa. Goniometrissä on vain yksi osa ja mittari on aina käyttövalmis. Baiobit-mittarissa on useita osia, mutta mittaaminen vaatii käyttäjältä vähemmän ymmärrystä ja tarkkuutta. Baiobit-mittarilla mittaaminen koostuu useasta eri vaiheesta ja vie havainnoinnin perusteella enemmän aikaa,

kuin goniometri, jolla mittaaminen on yksittäinen suoritus. Käytettävyyden näkökulmasta goniometri vaikuttaa nopeammalta mittarilta, mutta Baiobit-mittarin tietokoneohjelma helpottaa datan keräämistä ja analysointia.

## 8.2 Suorituskyvyn arviointi

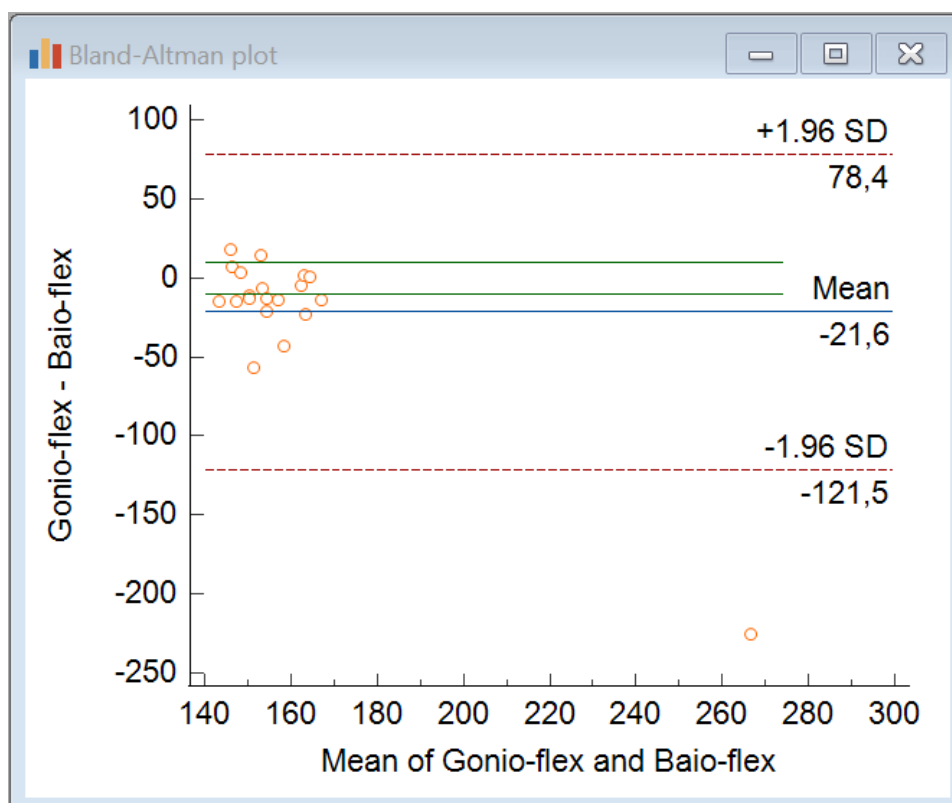
Mittaukset toteutettiin kahtena eri päivänä yhteensä 20:lle eri henkilölle. Goniometrin mittaukset merkittiin suoraan mittauslomakkeelle (Liite 5). Baiobit-mittarin mittaukset kertyivät ensin Baiobit-mittarin tietokoneohjelmaan, mutta siirtyivät mittauksen jälkeen samalle mittauslomakkeelle goniometrin mittauksen kanssa. Mittaushenkilöiltä kysyttiin myös syntymäaika ja pituus. Pituus oli tarpeellinen vain Baiobit-mittarin tietokoneohjelman toimivuuden takia, joten sitä ei merkattu lopulliseen mittauslomakkeeseen. Syntymäajan sijaan mittauslomakkeessa näytetään vain henkilöiden iän vuosina, tietosuojan säilyttämiseksi.

Mittausten analysoinnissa käytettiin Bland-Altmanin metodologia MedCalc-sovelluksen avulla (MedCalc 2023). Data jaettiin kolmeen kategoriaan mitattujen liikesuuntien mukaisesti ja metodin avulla saatiin kolme erilaista graafia. Ensimmäinen graafi (taulukko 3) sisältää goniometrillä ja Baiobit-mittarilla mitatut fleksioliikkuvuudet. Toinen graafi (taulukko 4) sisältää goniometrillä ja Baiobit-mittarilla mitatut loitonnuoliikkuvuudet. Kolmas graafi (taulukko 5) sisältää goniometrillä ja Baiobit-mittarilla mitatut ulkokiertoliikkuvuudet. Jokaisessa graafissa pystyakseli kuvaa saman mittaushenkilön eri mittareiden tulosten erotusta ja vaakakseli kuvaa saman mittaushenkilön eri mittareiden tulosten välistä keskiarvoa. Sininen vaakaviiva kuvaa erotusten välistä keskiarvoa. Vihreät vaakaviivat kuvaavat ennalta määrättyä 10 asteen suurinta hyväksyttävää virhettä. Punaiset katkoviivat kuvaavat yksimielisyysväliä, joka on  $\pm 1,96$  kertaa keskihajonta. Bland-Altmanin mukaisesti mittarit ovat yksimieliset, mikäli 95% datapisteistä osuvat yksimielisyysvälille (Giavarina 2015). Tutkimuksesamme oli mukana 20 mitattavaa henkilöä, joten 95% tässä tapauksessa tarkoittaa 19 datapistettä.

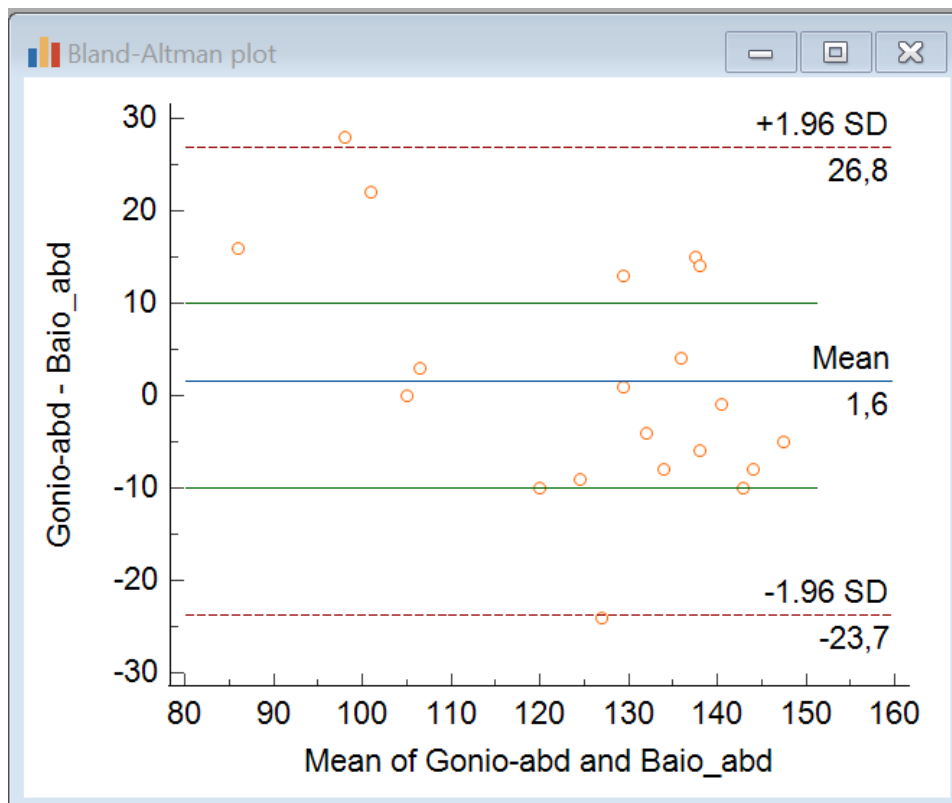
Fleksioliikkuvuuksien mittauksessa (taulukko1) kaikki datapisteet yhtä lukuun ottamatta osuvat hyvin yksimielisyysvälille. Tämä yksittäinen datapiste on Baiobit-mittarilla mitattu 379 asteen olkanivelen fleksio. Vain 6 datapistettä osuu suurimman hyväksyttävän virheen rajojen väliin, ja 14 datapistettä osuu näiden rajojen ulkopuolelle. Erotusten keskiarvo on  $-21,6$ , mikä tarkoittaa, että Baiobit-mittari antaa samassa mittauksessa keskiarvoisesti  $21,6$  astetta suuremman tuloksen kuin goniometri.

Loitonnuoliikkuvuuksien mittauksessa (taulukko2) 18 datapistettä osuu yksimielisyysvälille ja 2 tämän ulkopuolelle. 13 datapistettä osuu suurimman hyväksyttävän virheen rajojen väliin ja 7 pistettä näiden rajojen ulkopuolelle. Erotusten keskiarvo on  $1,6$ , joten mittarit antavat keskiarvoisesti yhtä suuria astelukuja tulokseksi. Mittausten keskiarvon ollessa alle  $105$  astetta goniometri näyttäisi antavan  $15-30$  astetta suuremman tuloksen kuin Baiobit-mittari. Suurin osa datapisteistä osuu mittausten keskiarvoille  $120-150$  astetta.

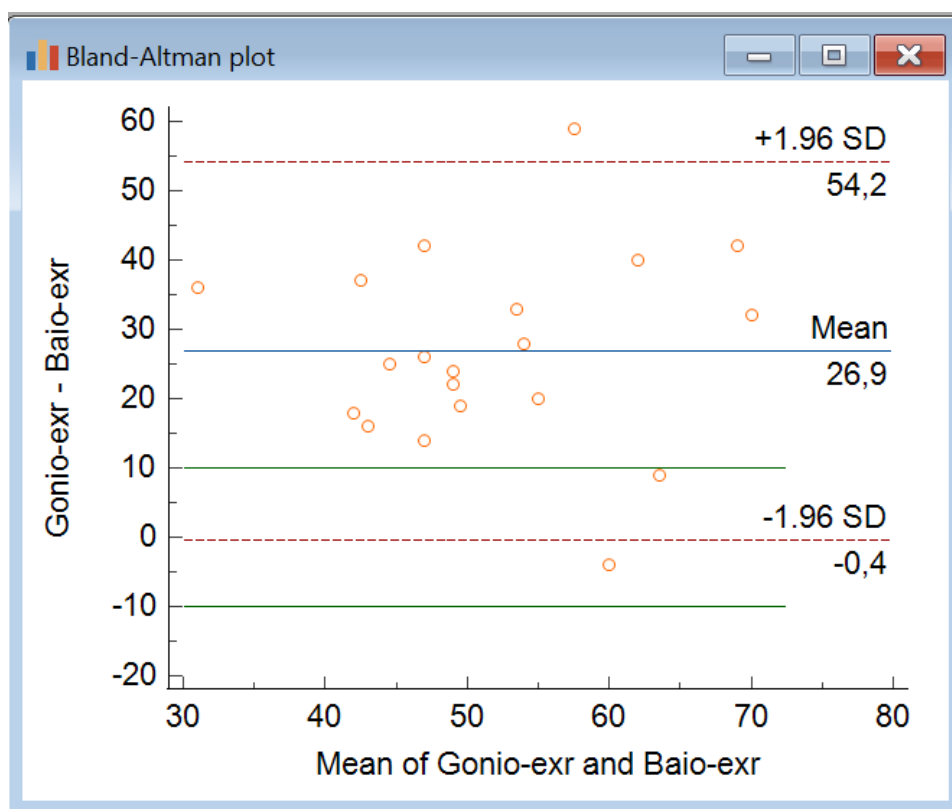
Ulkokiertoiliikkuvuuksien mittauksessa (taulukko3) 18 datapistettä osuu yksimielisyysvälille ja 2 tämän ulkopuolelle. 2 datapistettä osuu suurimman hyväksyttävän virheen rajojen väliin ja 18 pistettä tämän ulkopuolelle. Erotusten keskiarvo on  $26,9$ , mikä tarkoittaa, että goniometri antaa samassa mittauksessa keskiarvoisesti  $26,9$  astetta suuremman tuloksen kuin Baiobit-mittari. 19 mittauksessa goniometrin antama tulos on suurempi kuin Baiobit-mittarin antama tulos.



Taulukko 3. Bland-Altman's fleksion suhteen.



Taulukko 4. Bland-Altman's loitonnuksen suhteen.



Taulukko 5. Bland-Altmanin ulkokierron suhteen.

### 8.3 Kysely

Viimeisen mittauskerran jälkeen tutkimushenkilö täytti ennakkoon rakennetun kyselyn ensin Baiobit-mittarin näkökulmasta, sitten goniometrin näkökulmasta. Kyselyssä on 13 kysymystä, joihin tutkimushenkilö vastasi mahdollisimman rehellisesti ja kuvailevasti. Kyselyn tarkoituksena oli saada esille tutkimushenkilön omat kokemukset mittareiden käytettävyydestä. Kyselyihin vastatessa tutkimushenkilö ei vertaillut mittareita keskenään.

Baiobit-mittarin kyselylomakkeessa (Liite 3) nousee esille, että tietokoneohjelman käyttö oli odotettua helpompaa, mutta sensorin asettelu tuotti vaikeuksia. Tietokoneohjelmanhelppokäyttöisyyttä lisäsi selkeät ohjeet. Sensorin asettelusta teki vaikeaa hihnan valuminen käsivartta pitkin. Tämä aiheutti mittajaan oman pohdinnan mukaan mittausvirheitä, kun sensori liikkui mittauksen aikana eri kohtaan käsivartta. Mittarin ajankäyttö jakautui kahteen osaan, mittarin asetteluun ja mittaamiseen. Mittarin asetteluun kului selkeästi enemmän aikaa kuin mitä mittaja itse odotti ja itse mittaaminen sujui odotettua nopeammin ja

helpommin. Samalla mittarin asettelulla pystyi mittaamaan kaikki halutut liikesuunnat ilman uutta asettelua, mikä teki Baiobit-mittarilla mittaamisesta tehokasta useita liikesuuntia mitattaessa. Mittari kulki kätevästi repussa ja sensorin akku kesti erityisen hyvin. Mittaajalta vaaditaan vähän toiminnallisen anatomian osaamista ja hieman asiakkaanohjaustaitoja, mutta muuten mittarin käyttämiseen riittää englannin kielen taito.

Goniometrin kyselylomakkeessa (Liite 6) nousee esille, että mittarin käsittely oli helppoa ja nopeaa, mutta joissakin liikkeissä ja asennoissa mittaaminen oli vaikeaa. Mittaamisen vaikeutta lisäsi tussilla merkattujen maamerkkien siirtyminen pois mitattavasta tasosta ja mittaamisen ahtaus joissakin asennoissa. Loitonnuksen mittaamisessa maamerkit liikkuvat pois mitattavasta tasosta, mikä teki mittaamisesta odotettua vaikeampaa ja hitaampaa. Erityisesti liikerradan loppu oli vaikea mitata fleksiassa ja loitonnuksessa, mikä johtui mittaajan mielestä osittain goniometrin suuresta koosta. Mittaajalta vaaditaan toiminnallisen anatomian osaamista ja mittarin asettelua ja lukemista. Goniometrissä ei ole myöskään ohjeita mittarin asetteluun, joten tämä täytyy myös tietää etukäteen.

Kyselylomakkeiden perusteella goniometrin käyttö vaatii mittaajalta enemmän tietämystä mittaamisesta, sillä Baiobit-mittarin tietokoneohjelma ohjaa hyvin mittarin käyttöä. Molemmilla mittareilla mittarin asetteluun kuluu enemmän aikaa kuin oli odotettavissa, mutta Baiobit-mittarin sensori täytyi kiinnittää vain kerran mitattavaa henkilöä kohti toisin kuin goniometri, jolla täytyi asettaa mittari uudestaan jokaista liikesuuntaa kohden. Baiobit-mittarin sensori näyttäisi liikkuvan ja valuvan mittausten aikana, mikä vähentää mittausten luotettavuutta ja toistettavuutta. Goniometrillä sen sijaan oli vaikeuksia mitata loitonnuksen ja fleksion liikeradan loppuosa, sillä merkatut pisteet liikkuvat pois mitattavasta tasosta, ja mittari oli välillä vaikea mahduttaa ahtaaseen väliin. Molemmat mittarit olivat suhteellisen nopeita ja helppokäyttöisiä.

## 9 Tulokset

Baiobit-mittari vastaa käytettävyydeltään goniometriä. Baiobit-mittarin sensori täytyy asetella vain kerran, joten mittarin käyttäminen on tehokkaampaa useita liikesuuntia tai mittauksia tehtäessä samalla mittarin asettelulla. Goniometrillä täytyy asetella mittari jokaista mittausta varten erikseen. Baiobit-mittarin tietokoneohjelma opastaa mittaajaa tarkasti ja selkeästi eikä mittarin käyttö vaadi juuri-kaan aiempaa osaamista mittaamisesta. Goniometri on kannettavuudeltaan parempi kuin Baiobit-mittari, mutta Baiobit-mittarin käyttäminen vaatii vähemmän aikaisempaa osaamista. Molemmilla mittareilla mittarin asettelu tuotti vaikeuksia.

Mittareiden tulokset eivät ole keskenään vertailtavissa olkanivelen fleksio-, loitonnuks-, ja ulkokiertoliikkuvuuden osalta. Fleksion mittauksessa Baiobit-mittari antaa keskiarvoisesti suuremman mittaustuloksen kuin goniometri, ulkokieirron mittauksessa Baiobit-mittari antaa keskiarvoisesti pienemmän mittaustuloksen kuin goniometri, ja loitonnuksen mittauksessa Baiobit-mittari antaa keskiarvoisesti yhtä suuria mittaustuloksia goniometrin kanssa. Jokaisessa liikesuunnassa mittausten välinen erotus on liian suuri, sillä alle 95% datapisteistä osui Bland-Altmanin yksimielisyysvälille (Giavarina 2015). Ennalta määrätty suurimman hyväksyttävän virheen raja rikkoutui jokaisella liikesuunnalla usealla eri mittauksella.

Baiobit-mittarin asettelu oli vaikeaa, sillä sensori saattoi liukua mittauksen aikana, mikä aiheutti välillä virhemittauksia. Sensori liikkui pehmytkudosten mukaisesti, joten ulkokierron mittauksessa Baiobit-mittari näytti pienemmän tuloksen kuin goniometri. Sensorin asettamisen jälkeen mittaaminen oli helppoa ja nopeaa, sillä samalla sensorin asettelulla sai mitattua useita mittauksia ja kaikki valitut liikesuunnat. Baiobit-mittarin tietokoneohjelma ohjeisti mittarin asettelun ja mittausten suorittamisen. Baiobit-mittarilla onnistui olkanivelen fleksio-, loitonus-, ja ulkokierto-liikkuvuuden mittaaminen.

Käytettävyyden arvioinnin eri menetelmien perusteella molemmat mittarit ovat helppo kantaa mukana, nopea käyttää ja mittausten toteuttamisen kannalta helppokäyttöisiä. Haastatteluvaiheessa uskoimme goniometrin olevan helppokäyttöisempi ja Baiobit-mittarin antavan laadukkaampaa dataa mittauksista. Mittausten jälkeen tuli ilmi, että goniometrin asettelu oli odotettua



vaikeampaa ja hitaampaa. Goniometrillä vaikeudeksi nousi mittauspisteiden siirtyminen pois mitattavasta tasosta ja Baiobit-mittarilla vaikeutta aiheutti mittarin valuminen ja liukuminen mittauksen aikana.

## 10 Luotettavuus ja eettisyys

Määrällisen tutkimuksen kokonaisluotettavuuden kannalta merkittäviä asioita ovat reliabiliteetti ja validiteetti. Reliabiliteetilla tarkoitetaan tutkimuksen toistettavuutta. Mikäli tutkimuksen suorittaa joku muu uudestaan, tuloksen tulisi olla täysin sama riippumatta tutkimuksen tekijästä. Tällöin tutkimus on luotettava ja tarkka. Reliabiliteetissa tarkastellaan erityisesti mittaukseen liittyviä asioita ja tarkkuutta tutkimuksen toteutuksessa. Tarkkuudella tarkoitetaan tässä kontekstissa sitä, että satunnaisvirheitä ei ole tutkimuksessa. (Vilkkä 2007.)

Tässä opinnäytetyössä otoskoon rajausta asetettiin n. 30 henkilöön, koska se olisi suunnittelemiemme datan analysointi menetelmien kannalta merkittävä määrä. Kohderyhmäksi on rajattu ikäihmiset, ja tutkimukseen osallistumiskriteerit on määriteltä. Mahdolliset mittareista ja mittajista johtuvat mittausvirheet tutkimuksen toteutuksessa on käyty teoriaperustassa läpi, ja ne otetaan huomioon toteutuksessa ja pohditaan arvioinnissa.

Tutkimuksen validiteetti kuvaa tutkimuksen kykyä mitata sitä asiaa, mitä oli tarkoitus mitata. Teoreettisten käsitteiden avaaminen arkikielen tasolle ja niiden sekä teorian ajatuskokonaisuuden siirtäminen käytettyyn mittariin on tärkeää validiteetin arvioinnissa. (Vilkkä 2007.) Tässä opinnäytetyössä pyrimme avaamaan käsitteet teoriaperustassa mahdollisimman hyvin ymmärrettävään muotoon. Tutkimushenkilöiden rekryointivaiheessa ja opinnäytetyön toteutusvaiheessa on käyty tutkimushenkilöiden kanssa läpi tutkimukseen ja mittaamiseen liittyvät asiat ymmärrettävällä kielellä. Teoriaperustaan kerättiin mittareista tarvittavat tiedot, jotta on pystytty arvioimaan monipuolisesti mahdollisia epätarkkuuksia, jotka vaikuttavat opinnäytetyön luotettavuuteen.

Opinnäytetyön tutkimussuunnitelmassa ja toteutuksessa noudatetaan Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (TENK) laatimia ohjeita hyvästä tieteellisestä käytännöstä. Noudatetaan toiminnassa yleisiä eettisiä periaatteita: kunnioitetaan ihmisarvoa ja itsemääräämisoikeutta. Kunnioitetaan aineellista ja aineetonta kulttuuriperintöä sekä luonnonmonimuotoisuutta. Toteutetaan tutkimus siten, että tutkimuksesta ei aiheudu tutkittaville merkittäviä riskejä, vahinkoja tai haittoja. (TENK 2019.)

Osallistuessaan tutkimukseen, tutkittavalla on oikeus osallistua vapaaehtoisesti, ja halutessaan myös kieltäytyä osallistumasta tutkimukseen. Tutkittavalla on myös oikeus keskeyttää osallistumisensa milloin tahansa. Tutkittavalla on oikeus peruuttaa suostumuksensa osallistua tutkimukseen milloin tahansa. (TENK 2019.) Nämä asiat tuotiin ilmi tutkimushenkilöille selkeästi ja kirjallisesti osallistumissuostumus lomakkeessa (Liite 8) (Liite 9), ja käytiin läpi myös suullisesti tai muulla tutkittavan käyttämällä kommunikaatiomenetelmällä.

Tutkittavalla on oikeus saada kattavasti tietoa tutkimuksen sisällöstä ja käytännön toteutuksesta, henkilötietojen käsittelystä sekä siitä, mitä tutkimukseen osallistuminen käytännössä tarkoittaa ja millaiseksi kerättävän tutkimusaineiston käsittelyn ja säilyttämisen elinkaari on suunniteltu. Tämä informaatio annettiin tutkittavan ymmärtämällä kommunikaatiomenetelmällä. (TENK 2019.) Nämä asiat tuotiin ilmi myös kirjallisesti osallistumissuostumus lomakkeessa ja käydään läpi myös suullisesti tai muulla tutkittavan käyttämällä kommunikaatiomenetelmällä.

Tutkittavalle täytyy tuoda esille ymmärrettävä ja totuudenmukainen kuva tutkimuksen tavoitteista sekä mahdollisista haitoista ja riskeistä, joita osallistumisesta voi aiheutua. Tutkittavalle pitää kertoa tutkimuksen vaikutuksista ja mahdollisista hyödyistä realistisesti. (TENK 2019.) Näistä kerrottiin myös osallistumislomakkeessa ja käytiin läpi suullisesti tai muulla tutkittavan käyttämällä kommunikaatiomenetelmällä.

Henkilötietojen käyttötarkoitus on määriteltävä tutkimussuunnitelmassa (TENK 2019). Kerättäviä henkilötietoja tässä opinnäytetyössä on tutkittavan syntymäaika, sukupuoli, pituus sekä Baiobit-mittarin ja goniometrin antamat

lukemat testattavan vasemman yläraajan olkanivelen liikkuvuudesta. Syntymäaika, sukupuoli ja pituus ovat vaadittavia tietoja Baiobit-mittarilla tehtävää mittausta varten. Olkanivelen liikkuvuusmittauksien tulokset ovat dataa, jota käytämme opinnäytetyössä vertaillaksemme Baiobit-mittaria ja goniometriä.

Henkilötietojen käsittelyssä eri tahojen roolit on määriteltävä (TENK 2019). Rekisterinpitäjänä opinnäytetyössä toimi toinen opinnäytetyön tekijöistä, Leo Mustajärvi. Tiedot on poistettava aineistosta, kun ne eivät ole enää tarpeellisia (TENK 2019). Tiedot poistetaan heti, kun niitä ei enää tarvita. Suostumuslomakkeet (Liite 7) silputaan heti opinnäytetyön palauttamisen jälkeen.

Tutkimukseen osallistuneiden ja julkaisussa mainittujen henkilöiden yksityisyyttä suojellaan (TENK 2019). Opinnäytetyön julkaisussa tutkittavista tulee ilmi ainoastaan ikä ja olkanivelen liikkuvuuden mittauksista tulleet tulokset.

## 11 Pohdinta

Opinnäytetyön toteutus sujui suunnitelman mukaisesti. Goniometri ja Baiobit-mittari toimivat mittausten ajan ja saimme tutkimukseen 20 mittaushenkilöä. Tietoperusta ohjasi ajattelemaan, että puettava sensoriikka ei olisi luotettavaa ja goniometrin käyttö olisi suhteellisen helppoa. Tulokset ovat linjassa tämän oletuksen kanssa.

Toteutuksessa yllätyimme goniometrin ja Baiobit-mittarin sensorin asettelun vaikeuksista. Baiobit-mittarin tietokoneohjelma oli yllättäen helppokäyttöisempi ja selkeämpi kuin odotimme. Ulkokierron mittauksessa Baiobit-mittari antoi noin 20 astetta pienemmän mittaustuloksen, fleksion mittauksessa Baiobit-mittari antoi noin 20 astetta suuremman mittaustuloksen, loitonnuksessa mittaustulokset olivat samansuuruisia goniometrin kanssa. Mittareiden välistä vertailtavuutta ei häirinnyt ainoastaan Baiobit-mittariin liittyvät vaikeudet, sillä myös goniometrin asettelussa oli vaikeuksia.

Olkanivel on vaikeasti mitattavissa oleva nivel, sillä nivelessä tapahtuu paljon kolmiulotteista liikettä, vaikka pyrittäisiinkin tekemään liike vain kaksiulotteisesti. Huomasimme mittauksia tehdessä, että olkanivelen alueen pehmytkudokset liikkuvat eri tahtia luisten rakenteiden kanssa. Tämä aiheutti Baiobit-mittarilla reilusti pienemmän mittaustuloksen kuin goniometrillä olkanivelen ulkokierrossa, sillä goniometrillä mittaus toteutettiin luisten maamerkkien avulla ja Baiobit-mittarin sensori oli kiinnitetty olkavarren pehmytkudoksiin hihnalla. Tämä vaikeuttaa puettavan sensorin luotettavuuden ja käytettävyyden arviointia.

Huomasimme, että Baiobit-mittari on ajallisesti tehokas mittari sellaisissa mittauksissa, joissa mitataan useita liikesuuntia ja mittauksia samalla sensorin asetelmalla. Molemmat mittarit olivat käytettävyydeltään helppokäyttöisiä, mutta Baiobit-mittarissa on tietokoneohjelma, joka helpottaa datan säilyttämistä ja analysointia.

Kummankin mittarin kanssa pehmytkudoksen liikkuminen mittauksen aikana aiheutti mittaussvaikeuksia. Baiobit-mittarilla mitattu 379 asteen fleksioliikkuvuus aiheutui todennäköisimmin mittarin valumisesta mittauksen aikana. Kaikissa mitatuissa liikesuunnissa mittareiden välinen ero oli liian suuri, jotta tulokset olisivat verrattavissa keskenään (Giavarina 2015). Kuitenkin yhtenevimvät tulokset mittareilla saatiin loitonnuksen mittauksessa ja suurin eroavaisuus saatiin ulkokierron mittauksessa. Olkanivelen ulkokierrossa Baiobit-mittari asetetaan olkavarteen alueelle, jossa on paljon pehmytkudosta, mutta goniometri asetetaan kyynärluun mukaisesti. Mittauksen aikana goniometri liikkui kyynärluun osoittamaan suuntaan, mutta Baiobit-mittari liikkui olkavarren pehmytkudosten suuntaan. Pehmytkudos liikkui ulkokiertoon vähemmän kuin luiset rakenteet. Baiobit-mittari antoi mittauksissa keskiarvoisesti 26,9 astetta pienemmän tuloksen kuin goniometri, mikä tukee päätelmää pehmytkudosten vaikutuksesta Baiobit-mittarin mittaustuloksiin.

Mittareiden vertailun kannalta ei ole merkittävää tietää, miksi nivelen liikkuvuus on vähentynyt, joten anatomian osuudessa pehmytkudokset jäivät käsittelyn ulkopuolelle. Kuitenkin aineiston analysoinnin aikana pehmytkudosten rooli mittareiden vertailussa sai uuden merkityksen, sillä Baiobit-mittarin sensori kiinnitetään pehmytkudosten varaan, ja goniometrin mittaus perustuu luisiin

maamerkkeihin. Olkanivelen loitonnuksessa ja fleksiossa pehmytkudokset seuraavat tarkemmin luisten rakenteiden liikettä, mutta ulkokierrossa olkavarren alueen pehmytkudokset liikkuvat merkittävästi eri tahtia luisten rakenteiden kanssa.

Opinnäytetyön tulokset vastaavat hyvin tavoitteita. Pääsimme vertaamaan goniometrin ja Baiobit-mittarin käytettävyyttä, mittasimme molemmilla mittareilla kaikki halutut liikesuunnat ja saimme kohderyhmäksi ikäihmisiä Pohjois-Karjalan alueelta. Lisäksi saimme monipuolisesti aineistoa, jota keräsimme usealla eri tavalla. Aineiston analyysissä onnistuttiin sisällyttämään tapaustutkimukselle tyypillinen tulkinnallisuus. 29.9.2023 opinnäytetyön tekijät esittivät työn opinnäytetyöseminaarissa Karelian Moodlen etäyhteydellä. Toimeksiantajalle ilmoitettiin työn valmistumisesta sähköpostitse. Joensuun Eläkkeensaajat Ry:lle lähetettiin opinnäytetyöstä tehty kooste sähköpostitse.

Opinnäytetyön alkuvaiheilla suunnitelmana oli tehdä validoiva tutkimus tai tutkia Baiobit-mittarin luotettavuutta liikkuvuuden näkökulmasta. Toimeksiantajan sekä ohjaavan opettajan kanssa keskustellen päädyttiin kuitenkin tekemään vertaileva tutkimus, sillä validoiva tutkimus olisi vaatinut enemmän työtunteja kuin mitä meillä oli tähän työhön käytettävissä, ja luotettavuuden arviointiin olisimme tarvinneet kultaisten standardin mittarin, jota meillä ei ollut tähän työhön saatavilla.

Toimeksiantajan puolelta kohderyhmänä oli ennalta määrättyinä ikäihmiset, sillä kuuluimme EAFS –hankkeeseen. Aihevaihtoehdot rajautuivat olkanivelen liikkuvuuden mittaamiseen, rangan liikkuvuuden mittaamiseen ja tasapainon mittaamiseen, joista päädyttiin lopulta olkanivelen liikkuvuuden mittaamiseen. Luotettavuuden arvioinnin sijaan päädyimme tekemään vertailevan tutkimuksen Baiobit-mittarista ja goniometristä, johon vertailun kohteeksi valittiin käytettävyys.

Opinnäytetyön suunnitelma tehtiin määrällisen tutkimuksen näkökulmasta, joten materiaalin keruu toteutui myös määrällistä tutkimusta varten. Tästä syystä aineistossa suurin panostus on määrällisessä aineistossa, mutta mukana on myös laadullista aineistoa. Aineiston keruun jälkeen koimme analysoinnin toteuttamisen mahdolliseksi, joten vaihdoimme tutkimuksen tyylin laadulliseksi

tapaustutkimukseksi. Tämä avasi uuden tavan kääntää epäonnistumiset ja kompastuskivet toimivaksi kokonaisuudeksi. Sekasortoinen ja hajanainen materiaali muuttui tapaustutkimuksessa monipuoliseksi materiaaliksi ja tulkinnallisuus ja selitysten rakentaminen oli nyt myös mahdollista.

Materiaalin keruun aikana vain toinen opinnäytetyön tekijöistä suoritti mittaukset molemmilla mittareilla, joten teimme hänestä tutkimushenkilön. Koska opinnäytetyö vaihtui määrällisestä tutkimuksesta laadulliseksi tutkimukseksi työn kriittisessä vaiheessa, ovat aineisto ja analyysikeinot sen takia hajanaisia. Ominaisuuksien havainnoinnissa ja mittausten jälkeisessä kyselylomakkeessa tutkimushenkilön omat näkemykset korostuvat, mikä on laadulliselle tutkimukselle luontaista. Suorituskyvyn arvioinnissa aineisto on todella määrällistä, joten käytimme määrällistä analyysikeinoa. Tämä antoi mahdollisuuden arvioida pinnallisesti Baiobit-mittarin luotettavuutta, vaikka otanta olikin suppea ja homogeeninen.

Työn eettisyyttä ajatellen panostettiin paljon mitattavien henkilöiden tietosuojaan. Työ muuttui paljon tekemisen aikana ja työn tutkimustyylikin vaihtui määrällisestä laadulliseksi. Tämä vähentää työn luotettavuutta ja yhtenäisyyttä.

Luotettavuutta ajatellen oli hyvä, että vain toinen opinnäytetyön tekijä toimi mitaajana, jolloin pystyimme tekemään hänestä tutkimushenkilön vielä materiaalin keräyksen jälkeenkin. Tapaustutkimukselle tyypillisesti työ on analyysipainotteinen ja tulkinta on subjektiivista. Tutkijan oma näkemys ja mielipide korostuvat analyysin aikana. Tutkimushenkilönä toimi toinen työn tekijöistä, mikä voi vaikuttaa työn luotettavuuteen. Tämä on otettu työssä kuitenkin huomioon sillä, että tutkimushenkilö ei ollut mukana lomakkeiden analysoinnissa.

Työn läpinäkyvyyttä lisää lomakkeiden rakentaminen ennen toteutusvaihetta. Suorituskyvyn arviointi oli monimutkainen ja luotettavuudeltaan haastava osuus, mutta pyrimme tekemään mittausprotokollat tarkasti, jotta kuka tahansa voisi tehdä tutkimuksen uudestaan halutessaan. Olkanivel on vaikeasti mitattavissa oleva nivel molemmilla mittareilla, mikä vaikuttaa mittausten luotettavuuteen. Kohderyhmä oli pieni ja homogeeninen, sillä kaikki mitattavat henkilöt olivat

eläkeläisiä. Tämä oli myös ensimmäinen kerta, kun käytettiin MedCalc-sovellusta, joten sovelluksen käytöstä aiheutuvia virheitä voi myös työssä esiintyä.

Opinnäytetyön suunnittelun aikana opimme tekemään yhteistyötä muiden tahojen kanssa. Aiheen valinnassa toimeksiantajan ja muun henkilöstön kanssa keskustellen saimme paremman käsityksen opinnäytetyön aiheesta. Opimme, että verkostoituen löytyy enemmän tietoa ja materiaalia. Emme aluksi löytäneet tietoa menneillä olevista tutkimuksista Baiobit-mittariin liittyen, mutta lähettämällä sähköpostia oikeille henkilöille saimme listan tutkimuksista, jotka meitä kiinnostivat. Käytimme tietoperustan tekemiseen paljon aikaa ja voimavaroja, ja opimme työn aikana lähteiden käyttöä ja etsimistä. Erityisesti menetelmäkirjallisuuteen tutustuminen, analyysitapojen etsiminen ja analyysin toteuttaminen opettivat meille paljon uutta.

Tämä oli myös ensimmäinen iso työ, jossa teimme suunnitelman, toteutuksen ja raportoinnin itsenäisesti. Tähän mennessä mielenkiintomme on ollut pääosin määrällisissä tutkimuksissa, mutta päädyimme kuitenkin tekemään lopullisena työnä laadullisen tutkimuksen. Tämä tarkoitti myös laadullisen aineiston keräämistä, mistä meillä ei ollut juurikaan aikaisempaa kokemusta. Menetelmäkirjallisuuteen tutustuminen auttoi selkeyttämään laadullisen tutkimuksen prosessia.

Erityisen vaikeaa oli laadullisen tutkimuksen analyysitapojen valinta, mutta kirjallisuus oli tässäkin apuna. Työn aikana koimme paljon vaikeuksia ja käännekohtia, ja jouduimme pettymään useaan otteeseen. Siirryimme työn aikana määrällisestä tutkimuksesta laadulliseksi tutkimukseksi ja päädyimme tekemään luotettavuuden arvioinnin sijaan käytettävyyden arviointia. Nämä olivat työssämme isoja askelia, mutta onnistuimme silti pitämään työn kutakuinkin kasassa.

Tulevissa tutkimuksellisissa töissä osaamme suunnitella ja toteuttaa työn huomattavasti paremmin. Käyttäisimme enemmän voimavaroja ja työtunteja menetelmäkirjallisuuden selailuun ja ymmärtämiseen ennen käytännön toteutuksen suunnittelua. Meillä oli työn alusta asti intoa tehdä määrällinen

tutkimus ja tehdä paljon mittauksia kohderyhmälle, mutta tämä into myös yksipuolisti ajatteluamme tutkimustyyleistä.

Emme tutustuneet tarpeeksi muihin tutkimustyyliin, mistä johtuen työ muok-  
kaantui vasta toteutusvaiheen jälkeen tapaustutkimukseksi. Suunnittelu-  
vaiheessa käyttäisimme enemmän resursseja analyysikeinojen  
ymmärtämiseen, jotta toteutuksen jälkeen olisi varmasti kaikki tarvittava  
aineisto. Tämä työ on myös auttanut meitä ymmärtämään tutkimuksellisen työn  
raameja tarkemmin. Osaamme antaa enemmän painoarvoja tutkimushenkilön  
määrittämiselle, tutkimustyylin päättämiseksi, tutkimuskysymysten  
muodostamiselle ja muille työtä ohjaaville tekijöille.

Tulevaisuudessa Baiobit-mittarin luotettavuutta liikkuvuuksien osalta olisi hyvä  
verrata kultaisen standardin mittariin, heterogeenisemmällä ja suuremmalla  
kohderyhmällä. Tässä työssä huomattiin, kuinka kaksiulotteiseen liikkeeseen  
sekoittuu helposti hieman kolmiulotteista liikettä, vaikka yrittäisikin pitää liikera-  
dan kaksiulotteisena. Olkanivel on erittäin liikkuva pallonivel, joten saman  
tutkimuksen voisi myös toteuttaa sarananivelessä, jossa kolmiulotteista liikettä  
on vähemmän. Kolmiulotteinen mittausympäristö antaa Baiobit-mittarille en-  
emmän potentiaalia mittauskentällä, mutta se myös haastaa mittarin luotetta-  
vuutta. Baiobit-mittari myös mahdollistaa mittauksen sellaisissa nivelissä, joissa  
goniometrin tai vastaavan mittarin asettelu on vaikeaa, esimerkiksi kaularanka.

Löysimme myös tässä tutkimuksessa yhtäläisyyttä pehmytkudosten liikkeen ja  
Baiobit-mittarin mittaustuloksen välillä olkanivelen ulkokieppon mittauksessa.  
Pohdimme, löytyisikö paremmalla mittausasetelmalla tähän jokin kaava, jolla  
saisimme Baiobit-mittarin tuloksesta muutettua nivelen oikean liikelaajuuden.  
Tällä hetkellä Baiobit-mittari vaikuttaisi olevan liian epäluotettava, jotta sitä  
voitaisiin käyttää kliinisessä työssä olkanivelen liikkuvuuden tarkkaan mit-  
taukseseen. On kuitenkin mahdollista tutkia Baiobit-mittaria liikkuvuuden mit-  
tauksessa seurannan välineenä. Tätä voisi tutkia interventiotyyppisellä  
pitkittäistutkimuksella. Toivomme tämän opinnäytetyön antavan uusia aiheita  
Baiobit-mittariin liittyen ja antavan lisää kysymyksiä ja pohdintoja liittyen puetta-  
vaan sensoriikkaan. Puettava sensoriikka yleistyy jatkuvasti, mutta kliinistä kel-  
paavuutta rajoittaa mittareiden luotettavuus. Mikäli luotettavuutta saadaan



nostettua vaadittavalle tasolle, puettava sensoriikka voisi olla uusi työkalu kliniseen työhön. Etävastaanottoa ja etäfysioterapiaa ajatellen puettava sensoriikka voi löytää paikkansa.

## Lähteet

- Ahokas, A. & Toivanen, P. 2021. Nivelliikkuvuuksien mittaaminen- Sähköinen opas fysioterapeuttiopiskelijoille. Savonia-ammattikorkeakoulu. Fysioterapeutin tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö. [https://www.the-seus.fi/bitstream/handle/10024/508288/Ahokas\\_Aleksi\\_Toivanen\\_Pinja.pdf?sequence=2](https://www.the-seus.fi/bitstream/handle/10024/508288/Ahokas_Aleksi_Toivanen_Pinja.pdf?sequence=2). 19.10.2022
- Alamäki, A & Nevala, E. 2021. Terveysteknologian kokeiluissa yhteistyö on välttämätöntä. <https://karelia.fi/2021/08/terveysteknologian-kokeiluissa-yhteistyö-on-valttamatonta/>. 23.10.2022.
- Alamäki, A., Barton, J., Nevala, E. & Condell, J. 2019. Wearable Technology Supported Home Rehabilitation Services in Rural Areas – Emphasis on Monitoring Structures and Activities of Functional Capacity. Research Gate. [https://www.researchgate.net/publication/336511957\\_Wearable\\_Technology\\_Supported\\_Home\\_Rehabilitation\\_Services\\_in\\_Rural\\_Areas\\_-Emphasis\\_on\\_Monitoring\\_Structures\\_and\\_Activities\\_of\\_Functional\\_Capacity](https://www.researchgate.net/publication/336511957_Wearable_Technology_Supported_Home_Rehabilitation_Services_in_Rural_Areas_-Emphasis_on_Monitoring_Structures_and_Activities_of_Functional_Capacity). 14.12.2022.
- Brooke, J. 1995. SUS: A Quick and dirty usability scale. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/228593520\\_SUS\\_A\\_quick\\_and\\_dirty\\_usability\\_scale](https://www.researchgate.net/publication/228593520_SUS_A_quick_and_dirty_usability_scale). 14.11.2022.
- BTS Bioengineering. 2019. G-WALK Wearable inertial system. <https://www.bts-bioengineering.com/products/g-walk-inertial-motion-system/>. 25.10.2022.
- Camuncoli, F., Barni, L., Nutarelli, S., Rocchi, J., Barcillesi, M., Dio, I., Sambruni, A. & Galli, M. 2022. Validity of the Baiobit Inertial Measurements Unit for the Assessment of Vertical Double- and Single-Leg Countermovement Jumps in Athletes. International Journal of Environmental Research and Public Health 19 (22). <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/22/14720>. 4.12.2022.
- Caparlar, C. & Dönmez, A. 2016. What is Scientific Research and How Can it be Done. Turkish Journal of Anaesthesiology and Reanimation 44 (4). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5019873/>. 19.12.2022.
- Chang, L., Anand, P. & Varacallo, M. 2022. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Glenohumeral Joint. StatPearls. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537018/#article-32409.s1>. 23.10.2022.
- Claassen, J. 2005. The gold standard: not a golden standard. BMJ 330 (1121). <https://doi.org/10.1136/bmj.330.7500.1121>. 17.09.2023.
- Crasto, J., Sayari, A., Gray, R. & Askari, M. 2015. Comparative analysis of photograph-based clinical goniometry to standard techniques. Hand (N Y) 10 (2). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4447686/>. 20.12.2022.
- Drew, M., Falcone, B. & Baccus, W. 2018. What Does the System Usability Scale (SUS) Measure? Design, User Experience, and Usability: Theory and Practice. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-91797-9\\_25#citeas](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-91797-9_25#citeas). 17.12.2022.
- Epperson, T. & Varacallo, M. 2022. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Sternoclavicular Joint. StatPearls. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537258/>. 23.10.2022.

- Eriksson, P. & Koistinen, K. 2005. Monenlainen tapaustutkimus. Kuluttajatutkimuskeskus, julkaisuja 4:2005. Helsinki: Kuluttajatutkimuskeskus. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/152279/Monenlainen\\_tapaustutkimus.pdf](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/152279/Monenlainen_tapaustutkimus.pdf). 20.6.2023.
- Fimea. 2022. Lääkinnälliset laitteet. [https://www.fimea.fi/laakinnalliset\\_laitteet](https://www.fimea.fi/laakinnalliset_laitteet). 23.10.2022.
- Fleisig, G., Slowik, J., Daggett, M., Rothermich, M., Cain, L. & Wilk, K. 2022. Active Range of Motion of the Shoulder: A Cross-Sectional Study of 6635 Subjects. JSES International. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666638322001955>. 6.11.2022.
- Gandbhir, VN. & Cunha B. 2020. Goniometer. StatPearls Publishing. <https://europepmc.org/article/med/32644411>. 20.12.2022.
- Giavarina, D. 2015. Understanding Bland Altmans analysis. Biochemia Medica 25 (2). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4470095/>. 11.12.2022.
- Gill, T., Shanahan, E., Tucker, G., Buchbinder, R. & Hill, C. 2020. Shoulder range of movement in the general population: age and gender stratified normative data using a community-based cohort. BMC Musculoskeletal Disord 21 (676). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7549223/>. 6.11.2022.
- US6496779B1. 2002. Inertial measurement unit with magnetometer for detecting stationarity. Hwang, P. Collins, R. <https://patents.google.com/patent/US6496779B1/en>. 24.9.2023.
- Goreham, J., MacLean, K. & Ladouceur, M. 2022. The validation of a low-cost inertial measurement unit system to quantify simple and complex upper-limb joint angles. Journal of Biomechanics 134 (111000). <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2022.111000>. 30.10.2022.
- Gupta, S. 2015. A Comparative study of Usability Evaluation Methods. International Journal of Computer Trends and Technology 22 (3). [https://www.researchgate.net/publication/279517571\\_A\\_Comparative\\_study\\_of\\_Usability\\_Evaluation\\_Methods](https://www.researchgate.net/publication/279517571_A_Comparative_study_of_Usability_Evaluation_Methods). 17.12.2022.
- Hayes, K., Walton, J., Szomor, Z. & Murrell, G. 2001. Reliability of five methods for assessing shoulder range of motion. Australian Journal of Physiotherapy 47, 289-294. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0004951414602749>. 19.12.2022.
- Henschke, J., Kaplick, H., Wochatz, M. & Engel, T. 2022. Assessing the validity of inertial measurement units for shoulder kinematics using a commercial sensor-software system: A validation study. Health Science Reports 5 (5). <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/hsr2.772>. 30.10.2022.
- Höglund, G., Grip, H., Öhberg, F. 2021. The importance of inertial measurement unit placement in assessing upper limb motion. Medical Engineering and Physics 92. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350453321000333?via%3Dihub#bib0005>. 16.12.2022.
- Joensuun Eläkkeensaajat ry. 2023. Yhdistyksemme toimii harrastaen ja viihty-tään. <https://joensuu.elakkeensaajat.fi/yhdistys/>. 11.5.2023.
- Jokinen, A. 2021. Laadullisen tutkimuksen näkökulmat. Teoksessa Vuori, J. (toim.). Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/mita-on-laadullinen-tutkimus/laadullisen-tutkimuksen-nakokulmat/>. 20.6.2023.

- Juhila, K. 2021. Laadullisen tutkimuksen ominaispiirteet. Teoksessa Vuori, J. (toim.). Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/mita-on-laadullinen-tutkimus/laadullisen-tutkimuksen-ominaispiirteet/>. 20.6.2023.
- Kadi, R., Milants, A. & Shahabpour, M. 2017. Shoulder Anatomy and Normal Variants. *Journal of the Belgian Society of Radiology* 101 (2). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6251069/>. 23.10.2022.
- Kauranen, K. 2019. Fysioterapeutin Käsikirja. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Kolber, M. & Hanney, W. 2012. The Reliability and Concurrent Validity of Shoulder Mobility Measurements Using Digital Inclinator and Goniometer: A Technical Report. *International Journal of Sports Physical Therapy* 7 (3). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3362980/>. 6.12.2022.
- Macedo, L. & Magee, D. 2009. Effects of age on passive range of motion of selected peripheral joints in healthy adult females. *Physiotherapy Theory and Practice* 25(2), 145–164.
- Makkonen, H., Kukkonen, T. & Vesa, P. 2021. Karelia Age Friendly – Karelia profiloituu luomaan ikäystävällistä yhteiskuntaa. Karelia-ammattikorkeakoulu. Ikäosaamisen verkkojulkaisu IkäNYT! 1. <https://ikanyt.karelia.fi/2021/02/18/karelia-age-friendly-karelia-profiloituu-luomaan-ikaystavallista-yhteiskuntaa/>. 5.12.2022.
- MedCalc. 2023. Bland-Altman. <https://www.medcalc.org/>. 24.9.2023.
- Miniato, M., Anand, P. & Varacallo, M. 2022. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Shoulder. *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK536933/>. 23.10.2022.
- Norkin, C. & White, D. 2016. Measurement Of Joint Motion: A Guide To Goniometry. 5. painos. Philadelphia: F. A. Davis. Company. Google-kirjat. <https://urly.fi/2Q6P>. 19.10.2022.
- Park, S. & Jayaraman, S. 2021. Taxonomy and concepts of wearable sensors. Edward Sazonov Teoksessa *Wearable Sensors: Fundamentals, Implementation and Applications*. United Kingdom: Elsevier Inc. <https://urly.fi/2Qrj>. 23.10.2022.
- Patel, S., Park, H., Bonato, P., Chan, L. & Rodgers, M. 2012. A review of wearable sensors and systems with application in rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 9 (21). <https://jneuroeng-rehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-9-21#Sec2>. 23.10.2022.
- Poitras, I., Dupuis, F., Biemann, M., Campeau-Lecours, A., Mercier, C., Bouyer, L. & Roy, J. 2019. Validity and Reliability of Wearable Sensors for Joint Angle Estimation: A Systematic Review. *Sensors* 19 (7). <https://www.mdpi.com/1424-8220/19/7/1555>. 16.12.2022.
- Riddle, D., Rothstein, J. & Lamb, R. 1987. Goniometric Reliability in a Clinical Setting: Shoulder Measurements. *Physical Therapy* 67 (5), 668–673. <https://academic.oup.com/ptj/article-abstract/67/5/668/2728203>. 19.12.2022.
- Rigoni, M., Gill, S., Babazadeh, S., Elsewaisy, O., Gillies, H., Nguyen, N., Pathirana, P. & Page, R. 2019. Assessment of Shoulder Range of Motion Using a Wireless Inertial Motion Capture Device – A Validation Study. *Sensors* 19 (8). <https://www.mdpi.com/1424-8220/19/8/1781/htm>. 4.12.2022.

- Rivelo. 2021a. Advantages. BTS Bioengineering Group. <https://www.rivelo-move.com/en/index.aspx#vantaggi>. 19.10.2022.
- Rivelo. 2021b. Discover Baiobit. BTS Bioengineering Group. <https://www.riv-elomove.com/en/test-esercizi.aspx>. 19.10.2022.
- Sabari, J., Maltzev, I., Lubarsky, D., Liszkay, E. & Homel, P. 1998. Goniometric Assessment of Shoulder Range of Motion: Comparison of Testing in Supine and Sitting Positions. *Arch Phys Med Rehabil* vol 79. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003999398900387>. 30.10.2022
- Schuenke, M., Schulte, R & Schumacher, U. 2015. Thieme atlas of anatomy. General anatomy and musculoskeletal system. New York: Thieme Publishers.
- Sharma, A., Singh, A., Gupta, V. & Arya, S. 2022. Advancements and future prospects of wearable sensing technology for healthcare applications. *Sensors and Diagnostics* 1 (387-404). <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2022/sd/d2sd00005a>. 24.09.2023.
- Suomen fysioterapeutit ry. 2023. Fysioterapeutin ydinosaaminen. <http://www.suomenfysioterapeutit.com/ydinosaaminen/ammattillinen-osaaminen/teknologiaosaaminen.html>. 24.09.2023.
- Tian, Y., Meng, X., Tao, D., Liu, D. & Feng, C. 2015. Upper limb motion tracking with the integration of IMU and Kinect. *Neurocomputing* 159. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925231215001472>. 6.12.2022.
- Tietoarkisto. 2022. Menetelmien tyyppejä ja soveltuvan menetelmän valinta. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvanti/menetelma/menetelmatyypit/>. 20.12.2022.
- Tietosuojavaltuutetun toimisto. 2023. Henkilötietojen käsittelijän velvollisuudet. <https://tietosuoja.fi/henkilotietojen-kasittelijan-velvollisuudet>. 21.9.2023.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2019. Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarviointi Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan julkaisuja 3. [https://tenk.fi/sites/default/files/2021-01/Ihmistieteiden\\_eettisen\\_ennakoarvioinnin\\_ohje\\_2020.pdf](https://tenk.fi/sites/default/files/2021-01/Ihmistieteiden_eettisen_ennakoarvioinnin_ohje_2020.pdf). 19.12.2022.
- Vilkka, H. 2007. Tutki ja mittaa - Määrällisen tutkimuksen perusteet. [https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/98723/Tutki-jamittaa\\_2007.pdf?sequence=1](https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/98723/Tutki-jamittaa_2007.pdf?sequence=1). 19.12.2022.
- Vuori, J. 2021. Johdatus laadulliseen tutkimukseen ja verkkokäsikirjaan. Teoksessa Vuori, J. (toim.). Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/mita-on-laadullinen-tutkimus/johdatus-laadulliseen-tutkimukseen-ja-verkkokasikirjaan/>. 20.6. 2023.
- Walmsley, C., Williams, S., Grisbrook, T., Elliot, C., Imms, C. & Cambell, A. 2018. Measurement of Upper Limb Range of Motion Using Wearable Sensors. A Systematic Review. *Sports Medicine Open* 4 (53). <https://link.springer.com/article/10.1186/s40798-018-0167-7#Sec7>. 21.10.2022.
- Wang, Q., Markopoulous, P., Yu, B., Chen, W. & Timmermans, A. 2017. Interactive wearable systems for upper body rehabilitation: a systematic review. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 14 (20).

- <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-017-0229-y>. 8.11.2022.
- Wong, M. & Kiel, J. 2022. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Acromioclavicular Joint. StatPearls.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499858/>. 23.10.2022.
- World Health Organization. 2022. Ageing and health. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>. 5.12.2022.
- Zhang, K., Werner, P., Sun, M., Pi-Sunyer, X., Boozer, C. 2012. Measurement of Human Daily Physical Activity. Obesity Research 11 (1).  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1038/oby.2003.7>. 6.12.2022.

Mittauksen protokolla opparia varten. 2 henkilöä; Mittaaja ja Merkitsijä  
Merkitsijä suorittaa numeroidut osuudet, Mittaaja suorittaa kirjaimilla merkityt osuudet

1. Käynnistä molemmat koneet ja käynnistä ohjelmat, yhdistä sensori koneeseen ja tarkista sensorin akun virta.
2. Rakenna asiakkaalle testiprofiili Baiobit-koneelle (Testi-Henkilö #) Älä käytä asiakkaan omaa nimeä, mutta syntymäaika, sukupuoli ja pituus ovat tärkeitä.
3. Rakenna sama testiprofiili Goniometri-koneelle. Muista sama testinumero!
4. Merkitse lattiaan teipillä neliö, johon asiakas mahtuu seisomaan
5. Aseta asiakas seisomaan merkitylle paikalle olkavarsi rentona
  - a. Käy mittauksen suorittaminen läpi asiakkaan kanssa
6. Avaa Goniometri-koneelta mittaustaulukko
7. Anna mittaajalle lupa suorittaa **Goniometri-mittaus**
  - a. Merkitse punaisella tussilla piste vasemman käden tuber major humeriin lateralisosan keskelle
  - b. Merkitse punaisella tussilla piste vasemman käden epicondylus lateralis humeriin
  - c. Ohjaa asiakasta pitämään käsi alkuasennossa rentona
  - d. Aseta goniometrin mittausympyrän keskikohta tuber majorissa olevan pisteen päälle
  - e. Aseta liikkuva varsi kohti epicondylissä olevaa pistettä
  - f. Linjaa paikallaan oleva varsi keskikainalolinjan mukaisesti osoittamaan kohti maata
  - g. Ohjaa asiakasta viemään käsi etukautta peukalo edellä ylös, Pidä samalla paikallaan oleva varsi osoittamaan alkuasentoa, vie liikkuva varsi käden mukana ylös osoittaen loppuasennossakin kohti epicondylä
  - h. Kerro lukema Merkitsijälle ("**Fleksio ###** astetta")(merkitsijä merkkää)
  - i. Ohjaa asiakasta pitämään käsi alkuasennossa
  - j. Merkitse punaisella tussilla piste vasemman käden akromionin anteriorisen osan keskelle
  - k. Merkitse punaisella tussilla piste vasemman käden epicondylus lateralis humeriin
  - l. Aseta goniometrin mittausympyrän keskikohta akromionin etuosan pisteen päälle
  - m. Aseta liikkuva varsi epicondylissä olevan pisteen mukaisesti
  - n. Linjaa paikallaan oleva varsi rintalastan mukaisesti
  - o. Ohjaa asiakasta viemään käsi sivukautta kämmenselkä edellä ylös, Pidä samalla paikallaan oleva varsi alkuasennossa, vie liikkuva varsi käden mukana ylös osoittaen loppuasennossakin epicondylissä olevaan pisteeseen
  - p. Kerro lukema Merkitsijälle ("**Abduktio ###** astetta")(merkitsijä merkkää)

- q. Ohjaa asiakasta pitämään käsi alkuasennossa (kyynärnivel 90 asteen fleksiossa)
  - r. Merkitse punaisella tussilla piste olekranoniin lattian puoleiseen osaan
  - s. Merkitse punaisella tussilla piste styloideus ulnaen kohdalle
  - t. Aseta goniometrin mittausympyrän keskikohta olekranonin pisteen päälle
  - u. Aseta liikkuva varsi kohti ranteessa olevaa pistettä
  - v. Aseta paikallaan oleva varsi lattiassa olevan laatikon reunan suuntaisesti osoittaen asiakkaan suhteen ventraalisesti.
  - w. Ohjaa asiakasta kiertämään olkaniveltä ulkokiertoon, Pidä samalla paikallaan oleva varsi alkuasennossa, vie liikkuva varsi käden mukana ulkokiertoon osoittaen loppuasennossakin ranteessa olevaan pisteeseen
  - x. Kerro lukema Merkitsijälle ("**Ulkokierto ###** astetta") (Merkitsijä merkkää)
8. Anna mittajalle lupa suorittaa **Baiobit-mittaus**
- a. Merkitse mustalla tussilla vasemman käden akromion
  - b. Merkitse mustalla tussilla vasemman käden epicondylus lateralis humerii
  - c. Merkitse piste näiden välisellä suoralla 1/3 distaalisesti
  - d. Merkitse 5cm tämän pisteen ylä ja alapuolelle poikkiviiva ohjaamaan sensorin paikkaa
  - e. kiinnitä sensori hihnalla pisteen päälle siten, että kumpaankin poikkiviivaan on yhtä pitkä matka
  - f. Valitse Baiobit-koneelta olkanivelen liikkuvuuden mittaaminen
  - g. Käynnistä fleksio-mittaus**
  - h. Ohjaa asiakasta pitämään käsi alkuasennossa kalibroinnin ajan
  - i. Ohjaa asiakasta viemään käsi etukautta peukalo edellä ylös ja takaisin alkuasentoon, Kolme toistoa
  - j. Lopeta Fleksio-mittaus, Käynnistä **Abduktio-mittaus**
  - k. Ohjaa asiakasta pitämään käsi alkuasennossa kalibroinnin ajan
  - l. Ohjaa asiakasta viemään käsi sivukautta kämmenselkää edellä ylös ja takaisin alkuasentoon, kolme toistoa
  - m. Lopeta Abduktio-mittaus, Käynnistä **Ulkokierto-mittaus**
  - n. Ohjaa asiakasta pitämään käsi alkuasennossa (kyynärnivel 90 asteen fleksiossa) kalibroinnin ajan
  - o. Ohjaa asiakasta viemään olkanivel ulkokiertoon ja takaisin alkuasentoon, kolme toistoa
  - p. Lopeta ulkokierto-mittaus
9. Kiitä asiakasta osallistumisesta ja ohjaa ulos testitilasta
10. Kirjaa Baiobit-koneelle kerätyt tiedot Goniometrin-koneella olevaan taulukkoon
11. Tarkista vielä kerran tiedon siirron onnistuneisuus
12. Tuhoa Baiobit-koneella olevat tiedot asiakkaasta.



## Käytettävyyden arviointi 1. vaihe Baiobit

Havainnointitavaksi valikoitui ominaisuuksien havainnointi, jossa arvioimme mittarin ominaisuuksia ennen asiakkaiden mittauksia. Merkitsemme mittarin ominaisuudet ylös ja arvioimme jokaisen ominaisuuden käyttöönottovalmiutta, ymmärrettävyyttä sekä muita ominaisuuteen liittyviä piirteitä käytettävyyden näkökulmasta.

Ominaisuus	Käyttöönotto- valmius	Ymmärrettävyys	Muut piirteet
G-sensor	Laite on pieni. Vaatii parituksen tietokoneen kanssa, jossa on softa. Toimii Bluetoothilla	Laitteessa on vain kaksi nappia: virta ja paritus. Sekä latausjohdon paikka	Sensori on ladattava, onnistuu mikro-usb johdolla.
Eri mittaisia kiinnitysremmejä 3kpl	Kiinnitysremmit toimii tarralla. Erimittaiset remmit mahdollistavat laajempaan käytön. Tarraa on remmin koko matkalta.	Kiinnitysmekanismi on vain yksi ja sen voi kiinnittää mihin kohtaan remmiä haluaa	
Sensoritasku	Kahdella napilla kiinni tarranauhaan. Pussi on joustavaa materiaalia.	Taskun voi laittaa vahingossa väärinpäin tarranauhaan, jolloin sensori voi pudota käytön aikana. Tämä kuitenkin vaikuttaa epätodennäköiseltä.	

Tietokoneohjelma-->	Vaatii toimivan tietokoneen tai läppäriin. Mahdollistaa kuitenkin käyttäjän preferenssin, mitä laitetta haluaa käyttää.	Softa on helppo aukaista ja käyttää. Jopa yksinkertaisiin vaiheisiin löytyy selkeät ohjeet. Asetuksista löytyy myös asiakaspalvelun yhteystiedot ja yhteydenottotapa sekä etätuki-mahdollisuus. Kehittäjille voi lähettää myös palautetta softan kautta. Softan teemaa voi myös vaihtaa. Softasta löytyy digitaalinen käyttöohjekirja	Useamman käyttäjäprofiilin rakentaminen mahdollista. Softa on ulkonäöltään pelkistetyn ja selkeän oloinen. Värit ei häikäise ja ovat hyvässä kontrastissa toistensa kanssa. Näytöllä ei ole kerralla liikaa tietoa, vaan ainostaan tarpeellinen. Käyttökieliä on muutamia vaihtoehtoja, mutta ei suomea. Asetuksista voi myös vaihtaa mittaussyksikköä metreistä tuumiksi. Kameran käyttö mittausten aikana on myös mahdollista
Laaja valikoima testejä ja harjoituksia	Testin valinnassa selkeät havainnollistavat kuvat ja kuvaavat tekstit. Tietokoneelta testin aloittaminen nopeaa, mutta vaatii sensorin	Testeissä selkeät monivaiheiset ohjeet. Ohjelma ohjaa valitsemaan testit oikein ilman liikaa turhaa testiä. Yksinkertainen ja selkeä.	

	kiinnittämisen oikeaan kohtaan, joka vaatii enemmän aikaa		
Reaaliaikainen datan kerääminen ja prosessointi	Mittari antaa heti dataa kalibroinnin jälkeen.	Data esitetään näytöllä selkeästi ja ymmärrettävästi. Myös värein havainnoiden. Reaaliaikaisesta datasta käy nopeasti ilmi, jos mittaus on mennyt pahasti pieleen.	
Tulosten raportit	Tulokset tulevat automaattisesti esille, kun lopetat testaamisen. Tulokset on luokiteltu kyseisen testin mukaisesti.	Tulokset on havainnoitu numeraalisten arvojen lisäksi kuvilla ja väreillä. Tämä helpottaa tulosten analysointia	
Kerätyn datan vertailu	Voit valita testikerrat, joita haluat vertailla keskenään, voit myös valita näistä kerroista ominaisuuudet, joita haluat verrata.	Softa ohjaa visuaalisesti valitsemaat testikerrat ja ominaisuuudet, joita verrataan keskenään. Data näytetään kaavioina sekä numeraalisina arvoina.	

Käytettävyyden arviointi kysely – Baiobit - Opinnäytetyö - Leo ja Elisa

Mittarin käyttämisen jälkeen vastaa seuraaviin kysymyksiin rehellisesti ja mahdollisimman kuvailevasti:

**Kuinka helppokäyttöinen mittari oli?**

Suhteellisen helppokäyttöinen. Mittarin mukana oli selkeät ohjeet mittarin asettelusta ja softan käytöstä. Myös ohjelma ohjasi käyttöä hyvin.

**Mitkä ominaisuudet olivat helpompia kuin odotit?**

Tietokoneohjelma (softa) oli helpompi kuin odotin. Monet ohjelmat tuntuvat olevan turhan monimutkaisia, mutta tämä oli erittäin helppokäyttöinen.

**Mitkä ominaisuudet olivat vaikeampia kuin odotit?**

Sensorin saaminen olkavarteen siten, että se ei valuisi. Usein sensorin hihna lähti valumaan mittauksen aikana, mikä vaikeutti mittaamista.

**Millaisia vastoinkäymisiä/vaikeuksia mittaisten aikana tuli?**

Välillä tuli virhemittauksia. Tähän saattoi vaikuttaa sensorin hihnan valuminen/kiertyminen olkavarressa mittauksen aikana, tai sensorin nouseminen ylöspäin hihnassa olevassa pussissa.

**Kuvaile mittarin käyttämiseen kuluva-aikaa?**

Kokonaisuudessaan noin 5 minuuttia. Tämä sisälsi tutkimushenkilön ohjeistuksen, mittarin asetteluun ja mittauksen suorittamisen. Suurin osa ajasta kului mittarin asetteluun, itse mittaaminen sujui nopeasti. Koin, että useita liikesuuntia mitattaessa mittari on tehokas.

**Mikä osuus mittaamisesta sujui nopeammin kuin odotit?**

Mittarin kalibrointi jokaiseen liikesuuntaan oli yllättävän nopea. Tähän kului keskimäärin 1-5 sekuntia.

**Mikä osuus mittaamisesta sujui hitaammin kuin odotit?**

Sensorin kiinnittäminen käsivarteen. Hihnan kiinnittäminen oli välillä hidasta ja hihna saattoi valua kesken mittauksen. Hihnan koko ei myöskään ollut sopiva jokaiselle käsivarren paksuudelle.

**Mihin osuuteen käytit eniten aikaa mittarin käytössä?**

Mittarin paikan löytäminen ja hihnan kiinnittäminen käsivarteen.

**Kuvaile mittarin kannettavuutta/näppäryyttä?**

Kätevästi kulki mukana. Matkustimme jalan mittauspaikalle. Kaikki mittauksessa tarvittavat välineet kulkivat helposti repussa mukana. Mittarin käyttöönotto mittauspaikalla sujui myös kätevästi.

**Millaisissa ympäristöissä teit mittauksia?**

Kerhotalo Rupla –rakennuksessa pienessä huoneessa. Lattiatilaa oli noin 20 neliömetriä. Vaatimuksina oli pieni pöytä, johon mahtui kannettava tietokone.

**Millaisia ominaisuuksia vaaditaan mittaajalta?**

Täytyy tietää olkanivelen anatomiaa ja olkanivelen liikesuunnat. Täytyy pystyä ohjaamaan tutkimushenkilöille oikea liikkeen suoritustapa ilman kompensatorisia liikkeitä. Kannettavan tietokoneen softa on erittäin helppokäyttöinen, mutta ohjeet mittauksen suorittamiseen ovat englanniksi, joten vaatii englannin kielen taitoa.

**Kuinka paljon asiakkaan ohjaamista vaaditaan mittaajalta?**

Mittauksen etenemisen läpikäynti, mittausliikkeiden läpikäynti, kalibroinnin aikana tutkimushenkilöt eivät saa liikkua. Mittauksen aikana mittaajan täytyy tarkkailla liikkeen oikeaa suoritustapaa ja kompensatorisia liikkeitä.

**Mitä muuta haluat mainita mittarin käytettävyydestä?**

Sensorin akuissa on hyvä kesto. 3 tunnin mittauksen aikana akkua kului noin 15% . Mittariin kuuluu kokonaisuudessaan melko vähän eri osia, näitä on

sensori, sensorin hihna, sensorin laturi, kannettava tietokone ja kannettavan laturi. Sensorin asettelua helpottaa mittanauha ja kynä.

#### Käytettävyyden arviointi 1. vaihe - Goniometri

Havainnointitavaksi valikoitui ominaisuuksien havainnointi, jossa arvioimme mittarin ominaisuuksia ennen asiakkaiden mittauksia. Merkitsemme mittarin ominaisuudet ylös ja arvioimme jokaisen ominaisuuden käyttöönottovalmiutta, ymmärrettävyyttä sekä muita ominaisuuteen liittyviä piirteitä käytettävyyden näkökulmasta.

Ominaisuus	Käyttöönottovalmius	Ymmärrettävyys	Muut piirteet
Goniometri	Mittari on pieni ja kevyt. Mittari on yksi kokonaisuus, joten jos on yksi osa mukana, on kaikki tarvittava mukana. Mittari on heti käyttövalmis eikä vaadi valmistelevia toimia.	Mittarin asettelu vaatii ymmärrystä anatomisista rakenteista sekä kolmiulotteista hahmottamista mittarin ja mitattavan raajan suhteista. Mittarissa on asteikkokehä, jonka lukeminen vaatii tarkkuutta mittaajalta.	Mittarissa on myös liikkuvaan varteen integroitu senttimetri ja tuuma mittari, jolla voi mitata kahden pisteen välisen etäisyyden. Goniometrejä on erialaisia. näiden välillä on erimittainen varsi ja eri tavalla järjestelty asteikkokehä.

		Asteikkokehä sisältää kolme eri tasoa, jotka ovat 0-180 astetta, 180-360 astetta sekä 0-90 astetta. Nämä tasot lisäävät vaatimusta mittarin ymmärtämiseen.	

Goniometri ja Baiobit -mittaustaulukko / Leo ja Elisa / Opinnäytetyö

Mitattava-XX	Ikä	Pituus	Gonio-Flex	Gonio-Abd	Gonio-ExR	Baio-Flex	Baio-Abd	Baio-ExR
Mitattava 1	78	167	140	112	61	155	84	24
Mitattava 2	70	160	148	140	90	161	148	48
Mitattava 3	76	164	136	120	87	151	129	28
Mitattava 4	81	160	150	130	68	164	138	26
Mitattava 5	83	158	144	140	60	157	141	38
Mitattava 6	78	174	123	115	51	180	125	33
Mitattava 7	78	156	137	136	51	180	123	35
Mitattava 8	80	161	160	145	82	174	130	42
Mitattava 9	87	165	154	145	68	379	150	40
Mitattava 10	79	176	150	138	58	157	148	62
Mitattava 11	81	158	164	145	54	162	131	40
Mitattava 12	70	160	152	112	70	175	90	37
Mitattava 13	79	158	150	115	60	143	139	34
Mitattava 14	82	181	145	130	68	156	134	59
Mitattava 15	80	184	150	105	57	147	105	32
Mitattava 16	67	146	165	108	59	164	105	40
Mitattava 17	81	161	144	94	49	165	78	13
Mitattava 18	82	166	160	130	65	165	129	45
Mitattava 19	76	163	155	135	61	137	141	37
Mitattava 20	70	170	160	138	86	146	134	54



Käytettävyyden arviointi kyselylomake – Goniometri - Opinnäytetyö - Leo ja Elisa – 20.6.2023

Mittarin käyttämisen jälkeen vastaa seuraaviin kysymyksiin rehellisesti ja mahdollisimman kuvailevasti:

**Kuinka helppokäyttöinen mittari oli?**

Suhteellisen helppokäyttöinen, mutta vaatii käyttäjältä tietämystä mittarin asettelusta, koska mittarin mukana ei tule minkäänlaista ohjeistusta.

**Mitä ominaisuudet olivat helpompia kuin odotit?**

Kaksin käsin mittarin käyttäminen ja asettelu oli helpompaa kuin mitä ennalta odotin.

**Mitä ominaisuudet olivat vaikeampia kuin odotit?**

Loitonnuksessa mittarin asettelu oli vaikeaa, koska merkatut maamerkit liikkuvat kolmiulotteisesti ja mittarin varret liikkuvat vain kaksiulotteisesti.

**Millaisia vastoinkäymisiä/vaikeuksia mitausten aikana tuli?**

Maamerkit liikkuvat pois mitattavasta tasosta, joten mittaria oli vaikea asetella oikein. Liikeradan loppua oli vaikea mitata olkanivelen loitonnuksessa ja fleksiossa. Mittari tuntui liian isolta ahtaaseen väliin ja maamerkit liikkuvat pois mitattavasta tasosta.

**Kuvaile mittarin käyttämiseen kuluva aikaa?**

Mittauspisteiden merkkauttamiseen kului aikaa ennen mittarin käyttöä. Maamerkkien merkkauttaminen oli suhteellisen nopeaa. Mittaamisessa tuli välillä vaikeuksia, mikä hidasti mittarin käyttöä. Mittarin asetteluun kului aikaa.

**Mikä osuus mitaamisesta sujui nopeammin kuin odotit?**

Mikään osuus ei tuntunut nopeammalta kuin mitä odotin.

**Mikä osuus mitaamisesta sujui hitaammin kuin odotit?**

Itse mitaaminen oli hitaampaa kuin odotin ennalta. Maamerkkien liikkeessä pois mitattavasta tasosta jouduin käyttämään mitaamiseen ja pohtimiseen enemmän aikaa.

**Mihin osuuteen käytit eniten aikaa mittarin käytössä?**

**SUOSTUMUS OSALLISTUA TIETEELLISEEN TUTKIMUKSEEN**

*Baiobit inertiaalisen mittausyksikön käytettävyys verrattuna goniometriin olkanivelen liikkuvuuksien mittauksessa – Vertaileva tutkimus*

Ymmärrän, että tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista, ja voin milloin tahansa syytä kertomatta keskeyttää osallistumiseni tutkimukseen tai peruuttaa antamani suostumuksen. Keskeyttämisestä ei aiheudu minulle kielteisiä seuraamuksia. Keskeyttämiseen asti minusta kerättyjä tutkimusaineistoja voidaan edelleen hyödyntää tutkimuksessa.

Olen saanut tiedotteen tutkimuksesta sekä tietosuojailmoituksen, ja minulla on mahdollisuus esittää tutkijoille tarkentavia kysymyksiä, joten olen saanut tarvittavat tiedot tutkimuksesta ja henkilötietojen käsittelystä.

Antamalla suostumukseni osallistua tähän tutkimukseen hyväksyn,

1. että minulta kerätään tietoa tiedotteessa kuvattuun tutkimukseen ja
2. että minulta kerättyjä henkilötietoja kerätään, käytetään ja käsitellään tietosuojailmoituksen mukaisesti.

Olen ymmärtänyt saamani tiedot, olen harkinnut edellä mainittuja kohtia ja olen päättänyt, että haluan osallistua tutkimukseen.

Kyllä ☐ Ei ☐

**Vahvistus:**

Päivämäärä

---

Tutkittavan allekirjoitus ja nimen selvennys

---

## TIEDOTE TUTKIMUKSESTA

### 1. Baiobit inertiaalisen mittausyksikön käytettävyys verrattuna goniometriin olkanivelen liikkuvuuksien mittauksessa – Vertaileva tutkimus

Sinua pyydetään mukaan *Baiobit inertiaalisen mittausyksikön käytettävyys verrattuna goniometriin olkanivelen liikkuvuuksien mittauksessa* -tutkimukseen, jossa tutkitaan Baiobit-järjestelmän käytettävyyttä liikkuvuuden mittauksen menetelmänä. Fysioterapia- ja fysioterapian mittaaminen on keskeinen osa asiakkaan hoitoprosessia, ja yleisin sekä käytetyin liikkuvuuden mittausväline on goniometri. Vertaamme Baiobit-järjestelmää, joka koostuu sensorista ja tietokoneohjelmasta, ja jolla voidaan mitata erilaisia liik- kumismuotoja, kuten kävelyä, hyppyä ja raajojen nivelten liikkeitä, goniometriin. Tavoitteena on selvittää, onko Baiobit-järjestelmän mittaustarkkuus goniometriä vastaava, ja onko se käytettävyydeltään goniometriä vastaava tai parempi.

Sinua pyydetään tutkimukseen, koska kohderyhmämme on rajattu ikäihmisiin (ikä yli 65-vuotta). Ikäihmiset valikoituivat opinnäytetyön kohderyhmäksi, koska toimeksianta- jana opinnäytetyölle toimii Karelia-ammattikorkeakoulun EAFS-hanke (RDI Excellence in Creating Age Friendly Society in Remote Areas), jonka tavoitteena on ikäystävällisen yhteiskunnan kehittäminen.

Tämä tiedote kuvaa tutkimusta ja siihen osallistumista. Tietosuojailmoituksessa on kerrottu henkilötietojesi käsittelystä.

Tutkimukseen osallistuminen edellyttää, että sinulla **ei ole**

1. akuutti yläraajavamma (esim. olkanivelen sijoiltaanmeno, murtuma, lihas- tai jännerepeämä)
2. olkanivelen ääriliikkeet tuottavat kipua
3. olkanivelen alueen tulehdustila
4. yli liikkuvuus tai olkanivelen alueen instabiliteetti

Lisäksi sinun tulisi pystyä liikkumaan itsenäisesti tai itsenäisesti apuvälineen tuella siten, että pystyt seisomaan yhtäjaksoisesti n. 5 minuutin ajan. Tasapainosi tulisi säilyä seisoessasi, kun liikutat käsivarttasi siten, että liike tapahtuu olkanivelestä.

Tutkimukseen osallistuu n.15–30 henkilöä, joiden ikä on yli 65-vuotta.

Tämä on yksittäinen tutkimus, eikä sinuun oteta myöhemmin uudestaan yhteyttä.

## **2. Vapaaehtoisuus**

Tähän tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista. Voit kieltäytyä osallistumasta tutkimukseen, keskeyttää osallistumisen tai peruuttaa jo antamasi suostumuksen syytä ilmoittamatta milloin tahansa tutkimuksen aikana. Tästä ei aiheudu sinulle kielteisiä seurauksia. Keskeyttäessäsi tutkimukseen osallistumisesi tai peruuttaessasi antamasi suostumuksen, sinusta siihen mennessä kerättyjä henkilötietoja ja muita tietoja käytetään osana tutkimusaineistoa, kun se on välttämätöntä tutkimustulosten varmistamiseksi.

## **3. Tutkimuksen kulku**

Opinnäytetyössämme on yksi mittauskerta, jolloin sinun tarvitsee tulla paikalle. Mittauskerran kesto on noin 30 minuuttia. Mitattava yläraaja on vasemman yläraajan olkanivel. Mittauksessa mitattava suorittaa seisoma-asennossa olkanivelen liikkeistä yksitellen koukistuksen, loitonnuksen ja ulkokierron tutkijan mitatessa liikkeet goniometrillä ja Baiobit-järjestelmällä. Tutkijat ohjaavat näiden liikkeiden suorituksen ennen mittauksia. Mittauskerta alkaa siitä, että käymme läpi mittauksen etenemisen ja suorittamisen. Mittauksessa suoritetaan ensin goniometrillä tehtävä mittaus. Tutkija määrittää ensin mittarin mittauskohdat käden ollessa alkuasennossa piirtämällä tussilla pisteet vasempaan käsivarteesi. Sitten suoritetaan ensimmäisen liikkeen, ja tutkija mittaa sekä kertoo lukeman toiselle tutkijalle kirjattavaksi ylös. Loput liikkeet suoritetaan samalla protokollalla. Goniometrimittauksien jälkeen suoritetaan mittaukset Baiobit-järjestelmällä. Baiobit-järjestelmään kirjataan syntymäaikasi, sukupuolesi ja pituutesi. Tutkija määrittää ensin sensorin paikan käsivarteesi. Sensori kiinnitetään tarrahihnalla käsivarteesi. Laite kalibroidaan käsi alkuasennossa. Tämän jälkeen tutkija ohjeistaa suorittamaan liikkeen. Sensorin paikkaa ei enää tarvitse vaihtaa, vaan loput liikkeet suoritetaan tämän jälkeen tutkijan ohjeistamana.

## **4. Tutkimuksesta mahdollisesti aiheutuvat hyödyt**

Mittauksien kautta saat tietoa olkanivelen liikkuvuuksista, jotka kertovat myös osaltaan yläraajasi toimintakyvystä. Teknologian kehittyessä ja ollessa ajankohtainen aihe nykypäivänä, tästä tutkimuksesta on hyötyä fysioterapian tieteelle, koska tutkimuksen kautta saadaan tietoa uuden mittausmenetelmän käytettävyydestä ja luotettavuudesta verrattuna yleisesti käytettyyn vanhaan mittariin.

#### **5. Tutkimuksesta mahdollisesti aiheutuvat riskit, haitat ja epämukavuudet sekä niihin varautuminen**

Tutkimuksessa ei ole merkittäviä riskejä, haittoja ja epämukavuuksia mikäli sinulla ei ole aiemmin mainittuja yläraajan vammoja tai sairauksia, ja yleinen toimintakyky on aiemmin mainitulla tasolla.

#### **6. Tutkimuksen kustannukset ja korvaukset tutkittavalle sekä tutkimuksen rahoitus**

Tutkimukseen osallistumisesta ei makseta palkkiota.

#### **7. Tutkimustuloksista tiedottaminen ja tutkimustulokset**

Tutkimuksesta valmistuu opinnäytetyö. Opinnäytetyö julkaistaan <https://www.the-seus.fi/> verkkosivulla.

Halutessasi saat olkanivelen liikkuvuuksien mittauksista tulleet tulokset itsellesi mittauksien jälkeen. Julkaisussa tutkittavista julkaistaan ainoastaan ikä ja olkanivelen liikkuvuuden mittauksien tulokset.

#### **9. Lisätietojen antajan yhteystiedot**

Leo Mustajärvi puh. 045 1753557 sähköposti [leo.mustajarvi@edu.karelia.fi](mailto:leo.mustajarvi@edu.karelia.fi)

Elisa Hyttinen puh. 044 9749830 sähköposti [elisa.hyttinen@edu.karelia.fi](mailto:elisa.hyttinen@edu.karelia.fi)



## TIETOSUOJAILMOITUS

Olet osallistumassa tieteelliseen tutkimukseen (opinnäytetyö). Tässä tietosuojailmoituksessa sinulle kerrotaan henkilötietojesi käsittelystä.

Rekisterinpitäjänä toimii opinnäytetyön tekijä Leo Mustajärvi. Henkilötietoja käsittelee myös toinen opinnäytetyön tekijöistä Elisa Hyttinen. Opinnäytetyön ohjaajana toimii Karelia-ammattikorkeakoulun lehtori Anu Pukki. Tietojasi käsitellään luottamuksellisesti eikä niitä luovuteta sivullisille.

Leo Mustajärvi puh. 045 1753557 sähköposti [leo.mustajarvi@edu.karelia.fi](mailto:leo.mustajarvi@edu.karelia.fi)

Elisa Hyttinen puh. 044 9749830 sähköposti [elisa.hyttinen@edu.karelia.fi](mailto:elisa.hyttinen@edu.karelia.fi)

Anu Pukki puh. 050 3016348 sähköposti [anu.pukki@karelia.fi](mailto:anu.pukki@karelia.fi)

Henkilötietojen käsittelyn oikeudellinen peruste opinnäytetyössämme on tutkittavan suostumus (tietosuoja-asetuksen artikla 6.1.a, erityiset henkilötietoryhmät 9.2.a).

Tutkimuksessa tietojasi ei siirretä EU/ETA-alueen ulkopuolelle.

Henkilötietojen käsittely tässä opinnäytetyössä perustuu asianmukaiseen tutkimussuunnitelmaan ja opinnäytetyöllä on vastuuhenkilö. Tutkimuksen rekisteriin tallennetaan vain tutkimuksen tarkoituksen kannalta välttämättömiä tietoja.

Opinnäytetyön tekijöitä sitoo vaitiolovelvollisuus, ja tekijät ovat allekirjoittaneet opintojen alussa salassapitosopimuksen. Kaikki tieto säilytetään tietosuojalain mukaisesti yhdellä kannettavalla tietokoneella, jossa on voimassa oleva tietoturva ja joka on lukittu salasanoin.

Kerättäviä henkilötietoja opinnäytetyössämme ovat tutkittavan

1. syntymäaika,
2. sukupuoli,
3. pituus
4. sekä Baiobit-mittausjärjestelmän ja goniometrin antamat lukemat testattavan vasemman yläraajan olkanivelen liikkuvuudesta.

Syntymäaika, sukupuoli ja pituus ovat vaadittavia tietoja Baiobit-järjestelmällä tehtävää mittausta varten. Olkanivelen liikkuvuusmittauksien tulokset ovat dataa, jota käytämme opinnäytetyössämme vertaillaksemme Baiobit-järjestelmää ja goniometriä. Tutkittavilta tarvitaan myös joko sähköpostiosoite tai puhelinnumero yhteydenpitoa varten. Tiedot, jotka eivät ole enää tarpeellisia, poistetaan välittömästi.

Tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden yksityisyyttä suojellaan. Opinnäytetyön julkaisussa tutkittavista tulee ilmi ainoastaan ikä ja olkanivelen liikkuvuuksien mittauksista tulleet tulokset.

Henkilötietojen käsittely tutkimuksen päättymisen jälkeen: tutkimusrekisteri hävitetään tutkimuksen päätyttyä arviolta 12.2023 mennessä.

## **Rekisteröidyn oikeudet**

### Suostumuksen peruuttaminen (tietosuoja-asetuksen 7 artikla)

Sinulla on oikeus peruuttaa antamasi suostumus, mikäli henkilötietojen käsittely perustuu suostumukseen. Suostumuksen peruuttaminen ei vaikuta suostumuksen perusteella ennen sen peruuttamista suoritettujen käsittelyjen lainmukaisuuteen.

### Oikeus saada pääsy tietoihin (tietosuoja-asetuksen 15 artikla)

Sinulla on oikeus saada tieto siitä, käsitelläänkö henkilötietojasi ja mitä henkilötietojasi käsitellään. Voit myös halutessasi pyytää jäljennöksen käsiteltävistä henkilötiedoista.

### Oikeus tietojen oikaisemiseen (tietosuoja-asetuksen 16 artikla)

Jos käsiteltävissä henkilötiedoissasi on epätarkkuuksia tai virheitä, sinulla on oikeus pyytää niiden oikaisua tai täydennystä.

### Oikeus tietojen poistamiseen (tietosuoja-asetuksen 17 artikla)

Sinulla on oikeus vaatia henkilötietojesi poistamista tietyissä tapauksissa. Oikeutta tietojen poistamiseen ei kuitenkaan ole, jos tietojen poistaminen estää tai vaikeuttaa suuresti käsittelyn tarkoituksen toteutumista tieteellisessä tutkimuksessa.

### Oikeus käsittelyn rajoittamiseen (tietosuoja-asetuksen 18 artikla)

Sinulla on oikeus henkilötietojesi käsittelyn rajoittamiseen tietyissä tilanteissa kuten, jos kiistät henkilötietojesi paikkansapitävyyden.

### Oikeus siirtää tiedot järjestelmästä toiseen (tietosuoja-asetuksen 20 artikla)

Sinulla on oikeus saada toimittamasi henkilötiedot jäsennellyssä, yleisesti käytetyssä ja koneellisesti luettavassa muodossa, ja oikeus siirtää kyseiset tiedot toiselle rekisterinpitäjälle, jos se on mahdollista ja käsittely suoritetaan automaattisesti.

### Oikeuksista poikkeaminen



Tässä kuvatuista oikeuksista saatetaan tietyissä yksittäistapauksissa poiketa tietosuoja-asetuksessa ja Suomen tietosuojalaissa säädetyillä perusteilla siltä osin, kuin oikeudet estävät tieteellisen tai historiallisen tutkimustarkoituksen tai tilastollisen tarkoituksen saavuttamisen tai vaikeuttavat sitä suuresti. Tarvetta poiketa oikeuksista arvioidaan aina tapauskohtaisesti. Oikeuksista voidaan poiketa myös jos rekisteröityä ei pystytä tai ei enää pystytä tunnistamaan.

#### Rekisteröidyn oikeuksien toteuttaminen

Jos sinulla on kysyttävää rekisteröidyn oikeuksista, voit olla yhteydessä rekisterinpitäjään Leo Mustajärveen.

Sinulla on oikeus tehdä valitus erityisesti vakinaisen asuin- tai työpaikkasi sijainnin mukaiselle valvontaviranomaiselle, mikäli katsot, että henkilötietojen käsittelyssä rikotaan EU:n yleistä tietosuoja-asetusta (EU) 2016/679. Suomessa valvontaviranomainen on tietosuojavaltuutettu.

Tietosuojavaltuutetun toimiston ajantasaiset yhteystiedot: <https://tietosuoja.fi/etusivu>.