

**UNIVERZA V LJUBLJANI
ZDRAVSTVENA FAKULTETA
FIZIOTERAPIJA, 1. STOPNJA**

Patricija Janežič

**PONOVLJIVOST IN ZANESLJIVOST
GONIOMETRIČNIH MERITEV PASIVNEGA OBSEGA
GIBLJIVOSTI KOLENSKEGA SKLEPA**

diplomsko delo

**REPEATIBILITY AND RELIABILITY OF KNEE
PASSIVE RANGE OF MOTION GONIOMETRIC
MEASUREMENTS**

diploma work

**Mentor: doc. dr. Miroljub Jakovljević
Recenzentka: viš. pred. mag. Sonja Hlebš**

Ljubljana, 2018

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Miroljubu Jakovljeviću za strokovno vodenje, nasvete in pomoč pri prisanju diplomskega dela. Hvala Tjažu za čas, voljo, pomoč in asistenco pri izvedbi meritev.

Iskrena hvala mojima staršema, Simonu, mojima sestrama, Janu in vsej moji družini, da so mi brezpogojno stali ob strani, me podpirali tako moralno kot finančno in zaupali vame tekom celotnega študija. Velika zahvala gre tudi Žigu, ki je bil vedno ob meni ter znal reči prave besede. Hvala Roku za pripravljenost in odgovore na vsa vprašanja. Zahvaljujem se tudi vsem mojim prijateljicam, ki so me vzpodbujale med nastajanjem diplomskega dela. Hvala vsem sodelujočim prostovoljkam, zaradi katerih je lahko diplomsko delo nastalo.

IZVLEČEK

Uvod: Najpogostejši način merjenja gibljivosti sklepov so goniometrične meritve. Meritve izvajamo navadno z univerzalnim goniometrom. Izvajamo jih z namenom pridobivanja objektivnih meritev o gibljivosti posameznega sklepa. Ker meritve običajno izvajajo različni terapevti, je pomembna zanesljivost posameznega preiskovalca. **Namen:** Namen diplomskega dela je bil ugotoviti ponovljivost in zanesljivost pasivnih goniometričnih meritev obsega gibljivosti kolenskega sklepa. **Metode dela:** V raziskavo je bilo vključenih 31 zdravih preiskovank starih med 18 in 25 let. Merjenja so potekala v dveh sejah s 48 urnim vmesnim premorom. Razlike med meritvami smo vrednotili z analizo variance za ponovljene meritve ($p \leq 0,05$), če je bila razlika med meritvami pomembna smo opravili Bonferroni »post hoc« test ($p \leq 0,05$). Ponovljivost in zanesljivost smo vrednotili z intraklasnim koeficientom korelacije (ICC 2,1). Izračunali smo tudi najmanjšo dejansko razliko. Za obdelavo podatkov smo uporabili statistični program MedCalc Statistical Software version 14.12.0 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium) Microsoft Excel (verzija 2013, Microsoft Corporation, Redmond, ZDA). **Rezultati:** Tako v prvi, kot v drugi seji med zaprednimi meritvami začetnega in končnega položaja ni bilo pomembnih razlik. Ponovljivost testa, je bila visoka. Najvišji ICC smo izračunali pri meritvah ekstenzije (ICC = 0,935), najnižjega pa pri prvih meritvah fleksije (ICC = 0,808) v prvi seji. Povprečne vrednosti meritev med prvo in drugo sejo so se pomembno ralikovale le pri meritvah ekstenzije ($p=0,013$). Vrednosti ICC so bile za vse zmerjene spremenljivke nad 0,8, kar kaže na odlično zanesljivost metode. Zanesljivost je bila boljša pri meritvah fleksij (ICC = 0,925). Najmanjša dejanska razlika je bila pri meritvah ekstenzije 4,3°, pri meritvah fleksije 4,0° in za celoten obseg giba 6,0°. **Razprava in zaključek:** Goniometrične meritve kolenskega sklepa so ponovljive in zanesljive, nekoliko bolj pri meritvah fleksije kot pri merjenju pasivnega giba ekstenzije kolenskega sklepa. Zanesljivost je primerljiva z drugimi, že izvedenimi raziskavami. Najmanjša zaznana sprememba je prav tako kaže na odlično zanesljivost. V primerjavi z že izvedenimi raziskavami, je najmanjša zaznana sprememba v naši raziskavi še manjša.

Ključne besede: Goniometrične meritve, zanesljivost preiskovalca, pasivna sklepna gibljivost.

ABSTRACT

Introduction: The most common way of measuring joint mobility is goniometric measurements. Measurements are performed with a universal goniometer. We carry them out in order to obtain objective measurements of the flexibility of a particular joint. Because measurements are usually conducted by different therapists, the intratester reliability is very important. **Purpose:** The purpose of the diploma thesis was to identify the repeatability and reliability of passive goniometric measurements of the range of flexibility of the knee joint. **Methods:** The study involved 30 healthy subjects aged between 18 and 25 years. Measurements were made in two sessions with a 48 hours intermittent break. The differences between the measurements were assessed by the analysis of the variance for repeated measurements ($p \leq 0.05$), if the difference between the measurements was significant, we performed the "post hoc" test of Bonferroni ($p \leq 0.05$). Repeatability and reliability were assessed by the intraclass correlation coefficient (ICC 2.1). We also calculated the lowest real difference. MedCalc Statistical Software version 14.12.0 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium) and Microsoft Excel (version 2013, Microsoft Corporation, Redmond, USA) was used to process data. **Results:** Thus, in the first, as in the second session, there were no significant differences between the initial measurements of the initial and final positions. The repeatability of the test was high. The highest ICC was calculated for extensions measurements (ICC = 0.935) and the lowest in the first measurements of flexion (ICC = 0.808) in the first session. The average values of measurements between the first and frugo sessions were important only for extensions measurements ($p = 0.013$). ICC values for all measured variables above 0.8, indicating the excellent reliability of the method. Reliability was better in the measurement of fleshes (ICC = 0.925). The slightest actual difference was in the measurements of the extension of 4.3° , in the measurements of the flexion 4.0° and for the entire range of movement 6.0° . **Discussion and conclusion:** Goniometric measurements of the knee joint are repeatable and reliable, somewhat more in the measurement of flexion than in the measurement of the passive motion of the knee joint extension. Reliability is comparable to other studies already carried out. The smallest detected change also indicates excellent reliability. Compared to already performed studies, the smallest reliable change in our study is even lower.

Keywords: Goniometric measurements, intratester reliability, passive joint mobility.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	1
1.1	Kolenski sklep	2
1.2	Pasivni in aktivni obseg giba	2
1.3	Goniometrija.....	3
1.3.1	Zanesljivost meritev obsega gibljivosti sklepov.....	5
2	NAMEN	6
3	METODE DELA.....	7
3.1	Preiskovanke.....	7
3.2	Preiskovalca.....	7
3.3	Merilni inštrumenti.....	7
3.4	Postopek meritev	8
3.5	Statistična analiza	8
4	REZULTATI.....	10
4.1	Izmerjene vrednosti pasivne ekstenzije kolenskega sklepa.....	10
4.2	Izmerjene vrednosti pasivne fleksije kolenskega sklepa	12
4.3	Izmerjene vrednosti celotnega obsega giba kolenskega sklepa.....	14
4.4	Ponovljivost meritev	16
4.5	Zanesljivost meritev	16
4.6	Najmanjša zaznana sprememba.....	17
5	RAZPRAVA.....	18
5.1	Ponovljivost.....	18
5.2	Zanesljivost.....	18
5.3	Najmanjša zaznana sprememba.....	19
6	ZAKLJUČEK.....	20
7	LITERATURA IN DOKUMENTACIJSKI VIRI.....	21

KAZALO SLIK

Slika 1: Klasičen univerzalen goniometer	4
Slika 2: Povprečje meritev pasivne ekstenzije kolenskega sklepa treh zaporednih meritev prve seje meritev.....	10
Slika 3: Povprečje meritev pasivne ekstenzije kolenskega sklepa treh zaporednih meritev druge seje meritev.....	11
Slika 4: Povprečje meritev pasivne ekstenzije kolenskega sklepa prve in druge seje meritev.....	11
Slika 5: Povprečje meritev pasivne fleksije kolenskega sklepa treh zaporednih meritev prve seje meritev.....	12
Slika 6: Povprečje meritev pasivne fleksije kolenskega sklepa treh zaporednih meritev druge seje meritev.....	13
Slika 7: Povprečje meritev pasivne fleksije kolenskega sklepa prve in druge seje meritev..	13
Slika 8: Povprečje treh zaporednih meritev celotnega obsega gibljivosti kolenskega sklepa prve seje meritev.....	14
Slika 9: Povprečje treh zaporednih meritev celotnega obsega gibljivosti kolenskega sklepa druge seje meritev.....	15
Slika 10: Povprečje meritev celotnega obsega gibljivosti kolenskega sklepa prve in druge seje meritev.....	15

KAZALO TABEL

Tabela 1: Značilnosti preiskovank.....	10
Tabela 2: Ponovljivost meritev prve in druge seje merjenja	16
Tabela 3: Zanesljivost meritev pasivnega obsega gibljivosti kolenskega sklepa.....	16
Tabela 5: Najmanjša zaznana sprememba (NZS).....	17

SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC IN OKRAJŠAV

ICC	Intraklasni korelacijski koeficien (angl.)
IZ	Interval zaupanja
OGS	Obsega gibljivosti sklepa
ROM	Range of motion
SO	Standardni odklon

1 UVOD

Goniometrija je najbolj uporabljena tehnika za merjenje sklepne gibljivosti (Jakovljević, Hlebš, 2011). Beseda goniometrija izvira iz Grških besed gonia kar pomeni kot in metron kar pomeni meritev (Weaver, Ferg, 2010). V fizioterapiji se uporablja za vrednotenje osnovnih gibalnih ovir, pri določitvi terapevtske obravnave in za dokumentiranje uspešnosti zdravljenja (Gajdosik, Bohannon, 1987). Za merjenje sklepne gibljivosti se uporabljajo različni instrumenti. Najpogosteje uporabljen v kliničnem okolju je univerzalni goniometer. Uporablja se lahko za merjenje položaja sklepa ali obsega gibljivost sklepa (OGS) (Norkin, White 2003).

Uporabnost goniometričnih meritev za objektivno oceno bolnikovega začetnega stanja in napredka je odvisna od zanesljivosti in veljavnosti meritev. Zanesljivost je stopnja meritev enakih rezultatov na vsaj dveh različnih primerih. Na zanesljivost in veljavnost rezultatov ne vplivajo samo merilni inštrumenti (goniometri) ampak tudi preiskovalci in preiskovanci. Za boljšo zanesljivost mora preiskovalec imeti znanja o predpisanih položajih preiskovanca, alternativnih položajih, zahtevani dodatni stabilizaciji, strukturi in funkciji sklepov, normalnih občutkih na koncu giba, kostno-anatomskih točkah, nastavljanju goniometra (Jakovljević, Hlebš, 2011).

Uporaba veljavnih in zanesljivih postopkov je pomemben predpogoj za vrednotenje klinične prakse in razlago ugotovitev intervencijskih raziskav (Rothstein et al., 1991). Moore je leta 1949 objavil izčrpne članke, v katerih je poudaril pomen objektivnih in standardiziranih postopkov za izvajanje meritev obsega sklepne gibljivosti. Prvi so leta 1949 o zanesljivosti goniometričnih meritev poročali Hellebrandt in sodelavci. Raziskali so zanesljivost preiskovalca (Gogia et al., 1987). Ponekod v literaturi naletimo na ločevanje pojmov ponovljivost in zanesljivost. Ponovljivost (angl. repeatability) se v tem primeru nanaša na neposredno zaporedne meritve (npr. pri trikratnem zaporednem merjenju kota gibljivosti z goniometrom), zanesljivost pa na stabilnost izmerjenega dosežka skozi daljši čas (npr. med meritvama, opravljenima v razmiku enega tedna) (Vidmar, Jakovljević, 2016).

Ker meritve OGS pri pacientu pogosto izvajajo različni preiskovalci, je pomembna zanesljivost posameznega preiskovalca (intratester reliability) in zanesljivost med preiskovalci (intrertester reliability) (Watkins et al., 1991).

1.1 Kolenski sklep

Kolenski sklep je največji sklep v človeškem telesu. Je poseben tečajast sklep (trochoginglymus) (Platzer, 2009). Kolenski sklep sestavljajo tri ločene artikulacije. Dve tibiofemoralni artikulaciji in ena patelofemoralna artikulacija. Pri tibiofemoralnem sklepu sta proksimalni sklepni površini konveksno oblikovana medialni in lateralni kondil distalnega dela stegenice. Distalna artikulacijska površina pa sta dva plitva konkavno oblikovana kondila na medialnem in lateralnem koncu proksimalnega dela golenice. Dva sklepna diska imenovana meniska sta pritrjena na artikulacijski površini na goleničnem kondilu (Norkin, White, 2003). Medialni in lateralni menisk služita za povečanje kongruence sklepa in za pomoč pri rotacijah kolena (Goldblatt, Richmond, 2003).

Sklepna ovojnica, ki povezuje oba sklepa je velika, ohlapna in okrepljena s tetivami, obdajajočimi mišicami in ligamenti. Tetiva kvadricepsa, patelarni ligament in ekstenzorske mišice zagotavljajo anteriorno stabilnost, lateralni in medialni kolateralni ligament, iliotibialni pas in pes anserinus pomagajo zagotavljati medialno-lateralno stabilnost, fleksorji kolena pa omogočajo posteriorno stabilnost. Poleg tega pa je tibiofemoralni sklep okrepljen s sprednjo in zadnjo križno vezjo, ki se nahaja znotraj sklepa (Norkin, White, 2003).

1.2 Pasivni in aktivni obseg giba

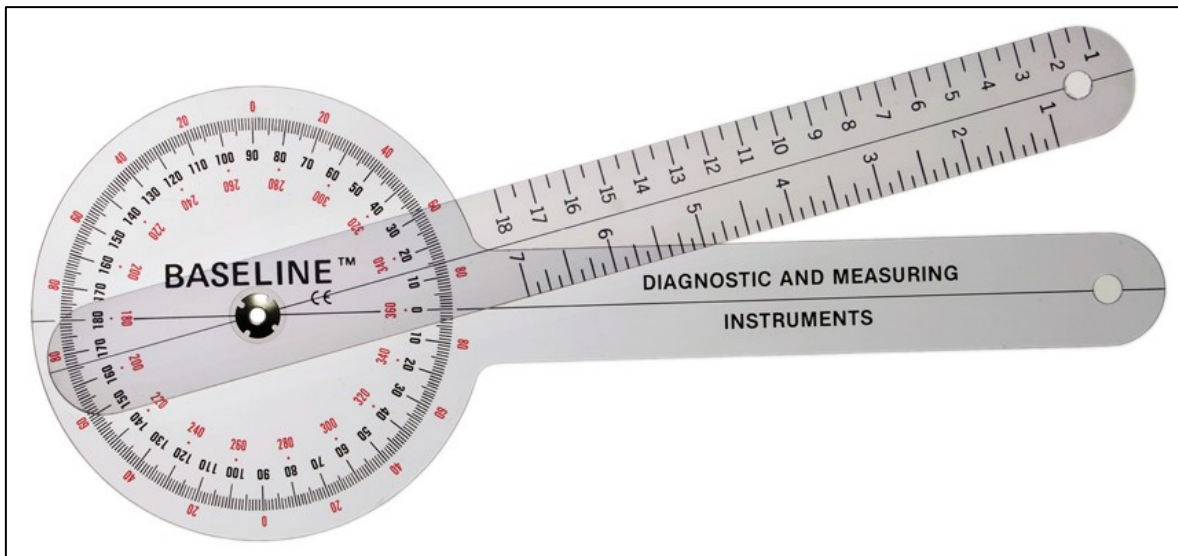
OGS je kot celotnega obsega gibanja, izražen v kotnih stopinjah. Začetni položaj za merjenje sklepne gibljivosti je navadno anatomski ali nevtralni položaj (sem ne spadajo rotacije). Položaj spodnjega uda je pri meritvah obsegov gibljivosti v ničelnem položaju (Norkin, White, 2003).

Aktivni obseg giba je gibanje, ki ga ustvari posameznik brez terapevtove pomoči, s prostovoljnim krčenjem mišic. Aktivno izveden gib da preiskovalcu informacije o pripravljenosti in zmožnosti gibanja preiskovanca, o koordinaciji, mišični moči in sklepni gibljivosti (Norkin, White, 2003). Aktivno izveden gib dokazuje, da je preiskovanec pripravljen in zmožen premikati določen sklep. Zmanjšan obseg aktivnega giba je lahko tudi informacija o patologiji mehkih tkiv, kostnih struktur, zvišanem mišičnem tonusu ali skrajšanih mehkotkivnih strukturah (Weaver, Ferg, 2010).

Pasivni obseg gibanja je gibanje, povzročeno s silo preiskovalca. Preiskovanec mora biti sproščen in ne sme aktivirati mišične napetosti, ki bi ustvarila gibanje. Običajno je pasivni OGS nekoliko večji od aktivnega OGS, saj ima vsak sklep del giba, ki ga ne more preiskovanec izvesti hoteno. Dodatni pasivni obseg giba, ki ga lahko izvede preiskovalec pasivno na koncu aktivnega obsega giba je posledica tkiv, ki obdajajo sklep in manjše napetosti mišičnega tkiva, ki lahko omejuje aktivni gib (fleksija kolena). Dodatni pasivni obseg giba pripomore k zaščiti sklepnih struktur, saj varuje sklep pred prevelikimi zunanji silami. Merjenje pasivnega OGS zagotavlja preiskovalcu informacije o sklepnih površinah, razteznosti sklepne ovojnice, vezeh, mišicah, fasciji in koži (Norkin, White, 2016).

1.3 Goniometrija

Goniometrija je pomemben del celovitega pregleda sklepov in okoliškega mehkega tkiva in je sestavni del obsežnega telesnega pregleda. Za izvajanje goniometričnih meritev poznamo več vrst manualnih goniometrov, ki se razlikujejo med seboj po številnih lastnostih (Jakovljević, Hlebš, 2011). V kliničnem okolju je najpogosteje uporabljen univerzalni goniometer. Uporablja se lahko za merjenje položaja sklepa ali OGS (Norkin, White 2003). Moore (1949) je ta tip goniometra poimenoval »univerzalen« zaradi njegove vsestranske uporabe. Uporablja se lahko za merjenje obsega gibljivosti večine sklepov v telesu (Norkin, White, 2003). Univerzalni goniometer je lahko izdelan iz plastike (slika 1) ali iz kovine, po velikosti pa je lahko večji ali manjši, vendar v osnovi so vsi goniometri zasnovani enako. Sestavljeni so torej iz tako imenovanega »telesa« in dveh tankih podaljškov imenovanih »kraki«. Telo je polkrožne ali krožne oblike, na katerem je merilna lestvica izražena v kotnih stopinjah in sicer od 0° do 180° in od 180° do 0° na polkrožnem telesu in 0° do 360° in od 360° do 0° na krožnem telesu goniometra. Najpogosteje so označbe na 1° in 5° natančne (Norkin, White, 2003). Telo goniometra ima napisane eno, dve, tri ali štiri merilne lestvice (Jakovljević in Hlebš, 2011). Kraka goniometra imenujemo glede na položaj, ki ga imata pri merjenju gibljivosti v preiskovanem sklepu. To sta gibljivi ali distalni in stacionarni ali proksimalni (Jakovljević, Hlebš, 2011). Stacionarni krak je strukturni del telesa goniometra in ga ni mogoče premikati neodvisno od telesa. Pomični krak je pritrjen na sredino telesa in se lahko giblje neodvisno (Norkin, White, 2003).



Slika 1: Klasičen univerzalen goniometer

Tako kot pri vseh meritvah morajo biti podatki pridobljeni z goniometrijo zanesljivi in veljavni. Na zanesljivost in veljavnost vplivajo merilni inštrumenti (goniometri), preiskovalci in preiskovanci. Preiskovalec mora pred izvedbo meritev poznati določena znanja in spretnosti ki se nanašajo na postopek goniometričnih meritev (Jakovljević, Hlebš 2011).

Položaj preiskovanca je pomemben del goniometrije, saj je od njega odvisna zanesljivost postopka (Jakovljević, Hlebš 2011). Testni položaj se nanaša na položaje telesa, ki so priporočeni za pridobitev zanesljivih goniometričnih meritev. Pravilen položaj pomaga stabilizirati proksimalen segment sklepa (Norkin, White 2016). V položajih pri katerih je ena ali več mehkih obsklepnih struktur napetih, dobimo manjšo izmerjeno vrednost. Predvsem se moramo izogniti vplivu kit in mišic, ki potekajo čez dva sklepa. Dogovorjeni položaji nam zagotavljajo, da je postopek vedno enak, čeprav meritve izvajajo različni preiskovalci. Preiskovanca namestimo v zanj čim bolj ugoden in stabilen položaj. Omogočiti moramo namestitev sklepa v ničelni položaj ter izvedbo popolnega obsega giba. Pri meritvah pasivne sklepne gibljivosti, sta udeležena dva preiskovalca. Eden stabilizira proksimalen del sklepa, izvaja želeni gib, določi konec giba ter vrača ud ali njegov segment v izhodiščni položaj. Drugi preiskovalec nastavi os in kraka goniometra, odčitava vrednosti začetnega in končnega položaja ter jih ustrezno zabeleži. Preiskovalec, ki izvaja gib mora poskrbeti za pravilno držo med izvedbo, ter pravilen prenos teže pri premiku udov ali segmentov. Preiskovalec, ki opravlja meritve, mora biti postavljen tako, da lahko hitro odčita dobljene vrednosti (Jakovljević, Hlebš, 2011).

Pred pričetkom meritev prvi preiskovalec izvede testni gib. Preiskovalec drži preiskovančev gleženj v eni roki, druga roka je postavljena na stegenici (Norkin, White, 2003).

1.3.1 Zanesljivost meritev obsega gibljivosti sklepov

Goniometrične meritve so smatrane kot zelo zanesljive, če so zaporedne meritve enakega obsega sklepne gibljivosti opravljene pod enakimi pogoji ter je tudi rezultat enak. Zelo zanesljive meritve vsebujejo malo merilnih napak. Meritve položaja sklepa in obsega sklepne gibljivosti udov, merjene z univerzalnim goniometrom so se izkazale za zelo zanesljive (Norkin, White 2003).

Zanesljivost je opredeljena kot skladnost ali ujemanje empiričnih podatkov med posameznimi meritvami (Ottenbacher, Tomchek, 1993). Ponekod v literaturi naletimo na ločevanje pojmov ponovljivost in zanesljivost. Ponovljivost (angl. repeatability) se v tem primeru nanaša na neposredno zaporedne meritve (npr. pri trikratnem zaporednem merjenju kota gibljivosti z goniometrom), zanesljivost pa na stabilnost izmerjenega dosežka skozi daljši čas (npr. med meritvama, opravljenima v razmiku enega tedna). V obeh primerih za ocenjevanje uporabimo iste statistične metode (Vidmar, Jakovljević, 2016). Zanesljivost posameznika (intratester reliability) je zanesljivost, ki se nanaša na število enakih rezultatov istega preiskovalca, pri istem sklepu, pri več ponovitvah (Jakovljević, Hlebš, 2011). Salter je domneval, da so nenatančne meritve posledica nepravilne uporabe, saj je ugotovil, da je napaka goniometra zanemarljiva. (Gajdosik, Bohannon, 1987).

V raziskavah o goniometričnih meritvah obsegov gibljivosti v kolenskem sklepu so prikazali, da so meritve bolj zanesljive od ocene na pogled (Rothstein et al., 1991; Watkins et al., 1991), da je zanesljivost posameznika boljša od zanesljivosti med posamezniki (Brosseau et al., 1997; Watkins et al., 1991) in da so meritve fleksije kolenskega sklepa bolj zanesljiva, kot meritve ekstenzije kolenskega sklepa (Rothstein et al., 1983).

2 NAMEN

Namen diplomskega dela je ovrednotiti ponovljivost in zanesljivost goniometričnih pasivnih meritev obsega gibljivosti kolenskega sklepa.

3 METODE DELA

Meritve so bile opravljene na Zdravstveni fakulteti v Ljubljani, v istem prostoru v enakih pogojih. Meritve smo izvajali na preiskovalni mizi, v primerno osvetljenem prostoru. Potekale so v dveh sejah, druga seja meritev je bila izvedena 48 ur po prvi seji.

Raziskavo je odobrila Državna komisija Republike Slovenije za medicinsko etiko (št. 82/02/12).

3.1 Preiskovanke

V raziskavi so sodelovale zdrave študentke Zdravstvene fakultete v Ljubljani, ki so podale pisno soglasje za prostovoljno sodelovanje v raziskavi. Vključitveni kriterij za raziskavo je bil ženski spol in starost od 18 do 25 let. Izključitveni kriterij za raziskavo so bile predhodne poškodbe ali prirojene okvare kolenskega sklepa.

3.2 Preiskovalca

Preiskovalca sta bila študenta, absolventa fizioterapije. Goniometrične meritve pasivnega obsega gibljivosti kolenskega sklepa je opravljala avtorica diplomskega dela (v nadaljevanju preiskovalec 1). Pasivne gibe kolenskega sklepa je izvedel absolvent fizioterapije (v nadaljevanju preiskovalec 2). Vloge preiskovalcev v postopku merjenja so bile vedno enake. Z izvajanjem meritev s klasičnim goniometrom sta pridobila izkušnje v času kliničnih vaj in klinične prakse.

3.3 Merilni inštrumenti

Za merjenje je bil uporabljen plastičen, 36 centimetrov dolg klasičen goniometer (Fabrication Enterprises Inc., New York). Goniometer je imel 360 stopinjsko merilno lestvico z označbami natančnimi na 1° natančno (slika 1).

3.4 Postopek meritev

Preiskovanke so bile v kratkih hlačah, sezuti pa so morale copate in nogavice, da so bile vidne kostno anatomske točke (lateralni gleženj, lateralni kondil stegenice in veliki trohanter stegenice), ki so ključnega pomena za pravilno postavitev goniometra. Preiskovanec je pri izvajanju meritev kolenskega sklepa v položaju leže na hrbtu, kolena so bila ekstenzirana. Položaj obeh kolkov je bil 0° ekstenzije, abdukcije in addukcije. Pri izvajanju meritev OGS kolenskega sklepa, položaj preiskovanca zadostuje pogojem stabilizacije (Jakovljević, Hlebš, 2011). Pasivni gib preiskovank je opravil preiskovalec 2. Pasivne meritve obsega gibljivosti kolenskega sklepa je izvedel preiskovalec 1. Pri izvajanju meritev smo sledili testnemu protokolu Jakovljević in Hlebš (2011). Pred pričetkom meritev je preiskovalec 2 izvedel testni gib. Gib izvede tako, da drži preiskovančev gleženj v eni roki, druga roka je postavljena na stegenici. Premakne preiskovančevo stegno na približno 90° fleksije in primakne koleno v fleksijo. Konec giba je določen z odporom in se poskuša nadaljnji gib izvajati preko giba v kolku (Norkin, White, 2003).

Najprej smo izmeril izhodiščni položaj kolenskega sklepa, nato še končni položaj. Posamezni gib smo meril trikrat zapovrstjo, vsaka meritev pa se je zapisala na list papirja. Kot uraden rezultat je obveljala povprečna vrednost teh treh meritev. Pri izvajanju druge seje meritev po 48 urah, preiskovalca nista imela podatkov o rezultatih prve seje meritev, saj bi to lahko vplivalo na rezultate ponovnega merjenja.

3.5 Statistična analiza

Za statistično analizo podatkov smo upoštevali vse opravljene meritve. Rezultati so prikazani z opisno statistiko (povprečje (standardni odklon)) in grafično s stolpičastimi diagrami.

Razlike med meritvami smo vrednotili z analizo variance za ponovljene meritve ($p \leq 0,05$), če je bila razlika med meritvami pomembna smo opravili še Bonferroni »post hoc« test ($p \leq 0,05$). Ponovljivost in zanesljivost smo vrednotili z intraklasnim koeficientom korelacije (ICC 2,1). Vrednosti manjše od 0,5 kažejo na slabo, vrednosti med 0,5 and 0,75 kažejo na zmerno, vrednosti med 0,75 and 0,9 kažejo na dobro in vrednosti nad 0,90 na odlično ponovljivost/zanesljivost (Koo, Li, 2016).

Izračunali smo tudi najmanjšo dejansko razliko (angl. minimum real difference, MRD), imenovano tudi najmanjša zanesljiva ali zaznavna sprememba (angl. smallest reliable change or. minimal detectable change, MDC) (Vidmar, Jakovljević, 2016).

$$MRD = z_P \times \sqrt{2} \times SEM_{X1}$$

pri čemer je MRD najmanjša zaznana sprememba (angl. *minimum real difference*), $Z_p = 1,96$ za $P = 95\%$. in SEM standardna napaka merjenja (angl. *standard error of measurement*). Za izračun najmanjše zaznane spremembe (NZS95) smo potrebovali vrednosti standardnih napak meritev (SNM). SNM je eden izmed kazalnikov absolutne ponovljivosti/zanesljivosti (Atkinson, Nevill, 1998). Dobra ponovljivost/zanesljivost meritve se kaže z majhno standardno napako meritve (Maeda, Sakakibara, 2002). Najmanjšo zaznano spremembo (NZS95) lahko interpretiramo kot stopnjo spremembe, znotraj katere je več kot 95 odstotkov možnosti, da se niso pojavile nobene prave razlike (Kovacs et al., 2008). Razlika med obema meritvama naj bi bila torej najmanj za vrednost NZS, da bi lahko sklepali o 95-odstotni ponovljivosti/zanesljivosti prave razlike med pravima vrednostma (Beckerman et al., 2001).

Za obdelavo podatkov smo uporabili statistični program MedCalc Statistical Software version 14.12.0 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium) in program Microsoft Excel (verzija 2013, Microsoft Corporation, Redmond, ZDA).

4 REZULTATI

V raziskavo je bilo vključenih 31 zdravih preiskovank, študentk Zdravstvene fakultete v Ljubljani (tabela 1).

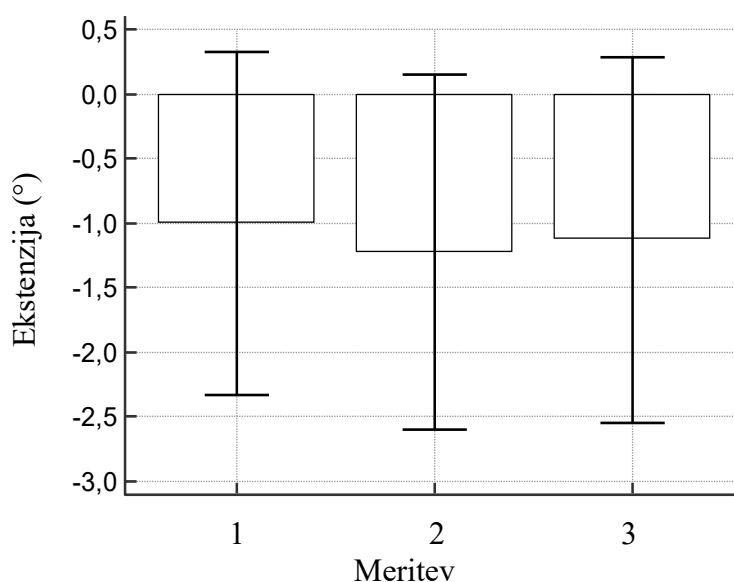
Tabela 1: Značilnosti preiskovank

	Povprečje (SO)	Meidiana (r)
Starost (let)	21,03 (0,87)	21 (20 – 23)
Telesna višina (m)	1,66 (0,03)	1,66 (1,6 – 1,73)
Telesna masa (kg)	57,4 (4,56)	57 (49 – 71)
Indeks telesne mase ($\frac{kg}{m^2}$)	20,73 (1,24)	20,69 (18,2 – 22,78)

Legenda: SO - standardni odklon; r - razpon

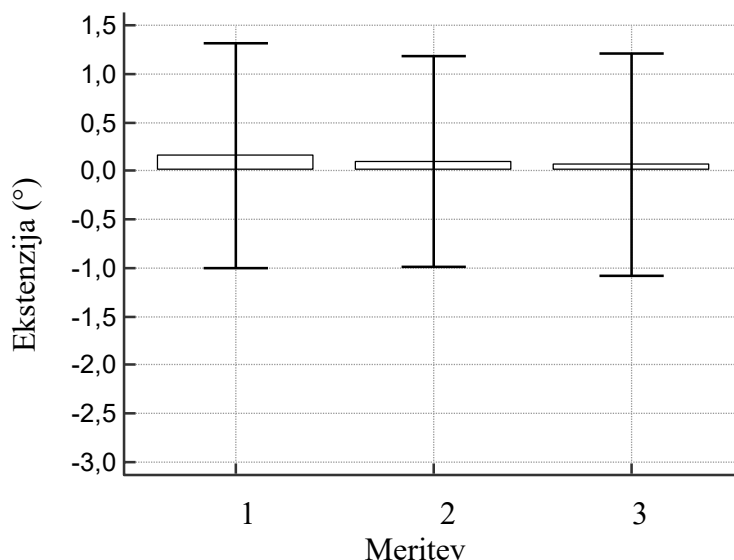
4.1 Izmerjene vrednosti pasivne ekstenzije kolenskega sklepa

V prvi seji, v prvi meritvi je znašala povprečna izmerjena vrednost pasivne ekstenzije kolenskega sklepa $-1,0^\circ$ ($3,6^\circ$), v drugi $-1,2^\circ$ ($3,7^\circ$) in v tretji $-1,1^\circ$ ($3,9^\circ$) (slika 2). Razlika med meritvami ni bila pomembna.



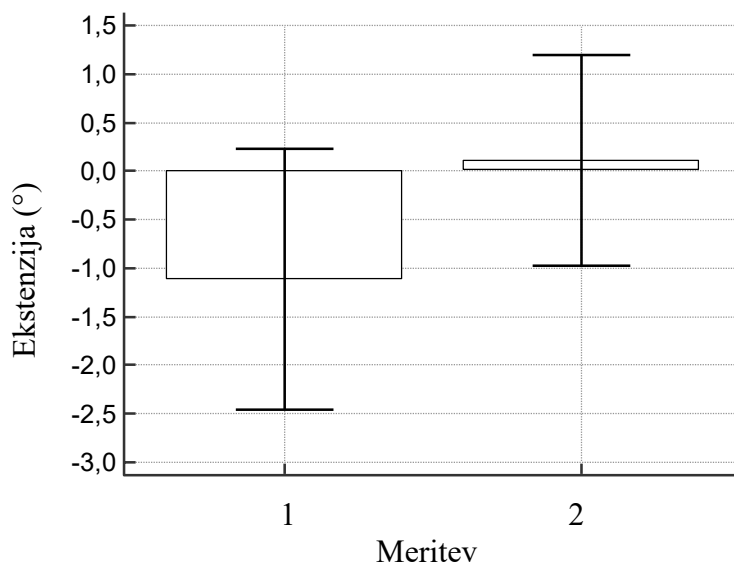
Slika 2: Povprečje meritev pasivne ekstenzije kolenskega sklepa treh zaporednih meritev prve seje meritev.

V drugi seji, v prvi meritvi je znašala povprečna izmerjena vrednost pasivne ekstenzije kolenskega sklepa $0,2^\circ$ ($3,2^\circ$), v drugi $0,1^\circ$ ($3,0^\circ$) in v tretji $0,1^\circ$ ($3,0^\circ$) (slika 3). Razlika med meritvami ni bila pomembna.



Slika 3: Povprečje meritev pasivne ekstenzije kolenskega sklepa treh zaporednih meritev druge seje meritev.

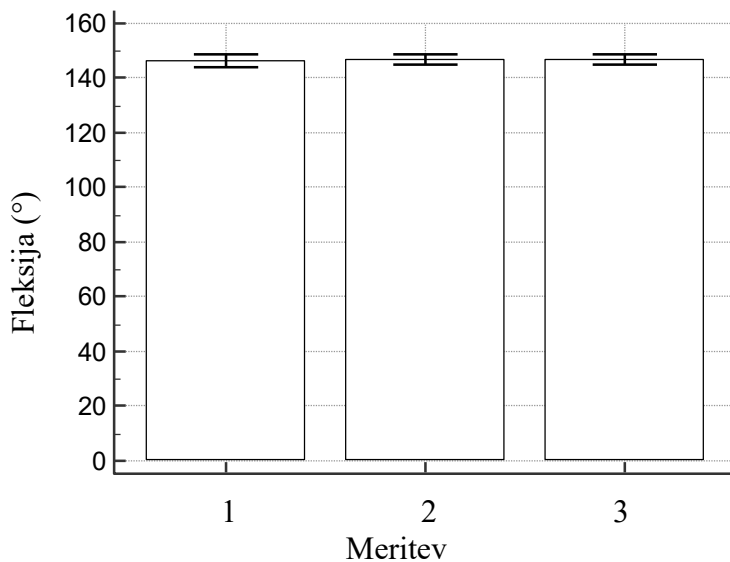
Povprečna vrednost vseh meritev prve seje merjenja je bila $-1,1$ ($3,7^\circ$), povprečna vrednost druge seje merjenja pa $0,1^\circ$ ($3,0^\circ$) (slika 4). Razlika povprečnih meritev prve in druge seje je bila $1,23^\circ$ in je bila statistično pomembna ($p=0,013$).



Slika 4: Povprečje meritev pasivne ekstenzije kolenskega sklepa prve in druge seje meritev.

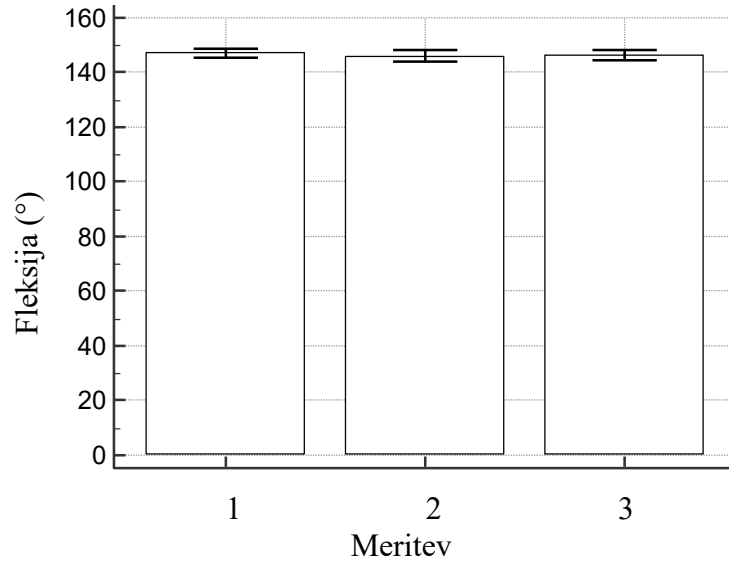
4.2 Izmerjene vrednosti pasivne fleksije kolenskega sklepa

V prvi seji, v prvi meritvi je znašala povprečna izmerjena vrednost pasivne fleksije kolenskega sklepa $146,3^{\circ}$ ($6,2^{\circ}$), v drugi $146,7^{\circ}$ ($5,0^{\circ}$) in v tretji $146,8^{\circ}$ ($5,4^{\circ}$) (slika 5). Razlika med meritvami ni bila pomembna.



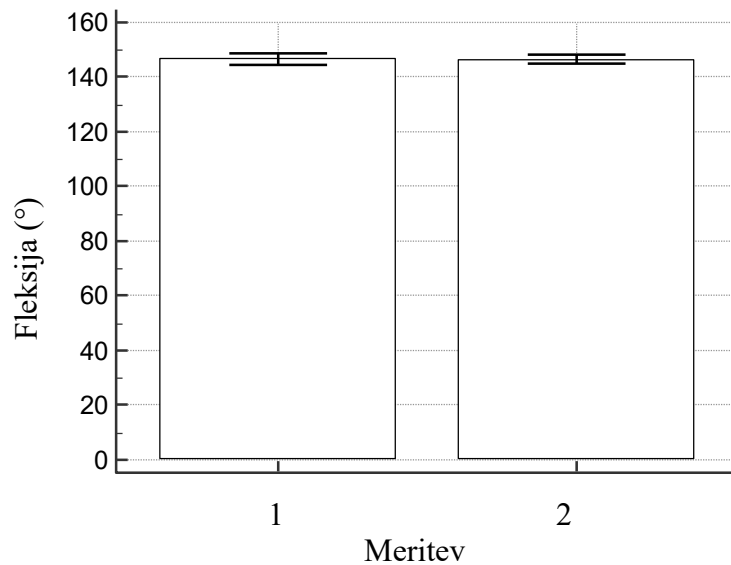
Slika 5: Povprečje meritev pasivne fleksije kolenskega sklepa treh zaporednih meritev prve seje meritev.

V drugi seji, v prvi meritvi je znašala povprečna izmerjena vrednost pasivne fleksije kolenskega sklepa $147,2^{\circ}$ ($4,5^{\circ}$), v drugi $146,1^{\circ}$ ($5,2^{\circ}$) in v tretji $146,2^{\circ}$ ($4,98^{\circ}$) (slika 6). Razlika med meritvami ni bila pomembna.



Slika 6: Povprečje meritev pasivne fleksije kolenskega sklepa treh zaporednih meritev druge seje meritev.

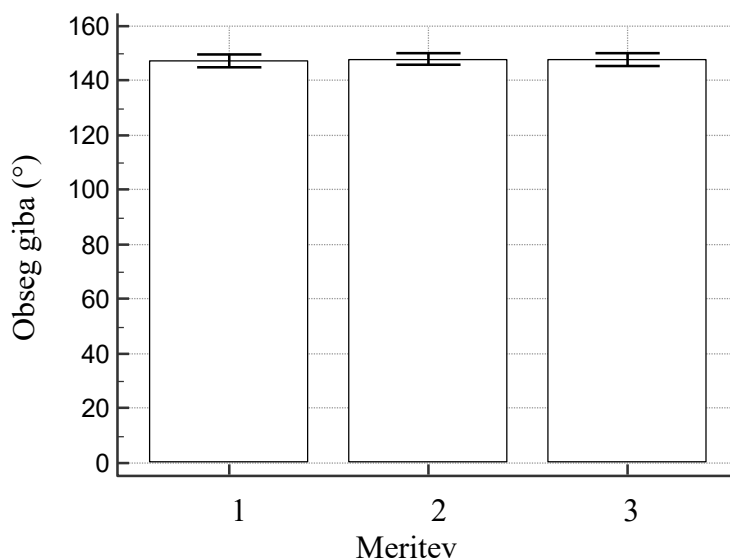
Povprečna vrednost vseh meritev prve seje merjenja je bila $146,61^{\circ}$ ($5,2^{\circ}$), povprečna vrednost druge seje merjenja pa $146,5^{\circ}$ ($4,8^{\circ}$) (slika 7). Razlika povprečnih meritev prve in druge seje ni bila statistično pomembna.



Slika 7: Povprečje meritev pasivne fleksije kolenskega sklepa prve in druge seje meritev.

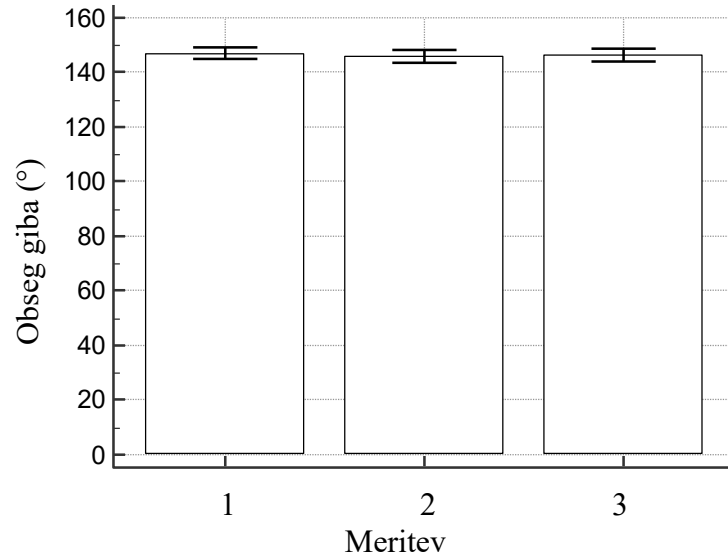
4.3 Izmerjene vrednosti celotnega obsega giba kolenskega sklepa

V prvi seji, v prvi meritvi je znašala povprečna izmerjena vrednost celotnega obsega giba kolenskega sklepa $147,3^\circ$ ($6,9^\circ$), v drugi $147,9^\circ$ ($5,9^\circ$) in v tretji $147,9^\circ$ ($6,3^\circ$) (slika 8). Razlika med meritvami ni bila pomembna.



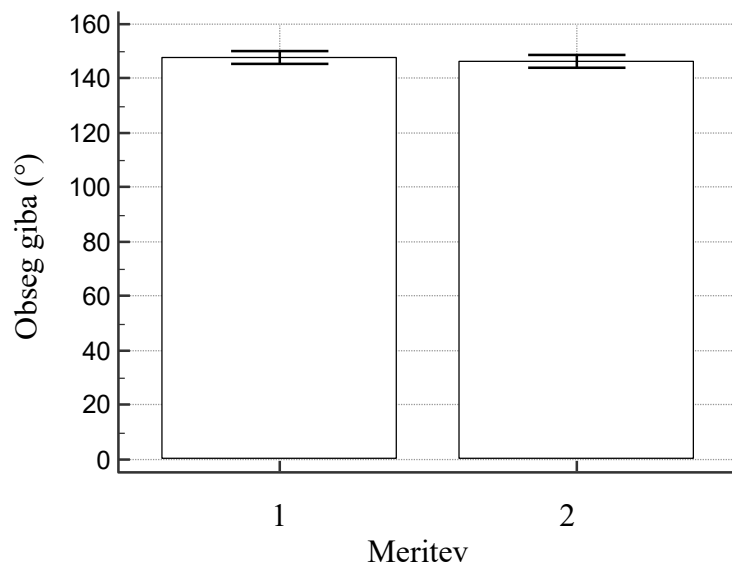
Slika 8: Povprečje treh zaporednih meritev celotnega obsega gibljivosti kolenskega sklepa prve seje meritev.

V drugi seji, v prvi meritvi je znašala povprečna izmerjena vrednost celotnega obsega giba kolenskega sklepa $147,0^\circ$ ($5,8^\circ$), v drugi $146,0^\circ$ ($6,4^\circ$) in v tretji $146,2^\circ$ ($6,5^\circ$) (slika 9). Razlika med meritvami ni bila pomembna.



Slika 9: Povprečje treh zaporednih meritev celotnega obsega gibljivosti kolenskega sklepa druge seje meritev.

Slika 10 prikazuje povprečne izmerjene vrednosti obsega gibljivosti kolenskega sklepa prve in druge seje merjenja. Povprečje meritev obsega giba prve seje je bilo $147,73^{\circ}$ ($6,1^{\circ}$), povprečje meritev druge seje pa $146,39^{\circ}$ ($6,0^{\circ}$). Razlika povprečnih meritev prve in druge seje je bila $1,34^{\circ}$. Razlika med meritvami ni bila statistično pomembna.



Slika 10: Povprečje meritev celotnega obsega gibljivosti kolenskega sklepa prve in druge seje meritev.

4.4 Ponovljivost meritev

Vrednost ICC je bil v vseh primerih nad 0,75 kar kaže na odlično ponovljivost (tabela 2). Najnižja vrednost ICC je bila pri zaporednih meritvah prve seje merjenja pasivne fleksije, najvišja pa pri zaporednih meritvah prve seje merjenja pasivne ekstenzije (tabela 2). 95% interval zaupanja je najširši pri zaporednih meritvah prve seje fleksije, kar lahko nakazuje na zelo dobro ali zelo slabo ponovljivost rezultatov. Nasplošno so meritve ekstenzije bolj ponovljive od meritev fleksije. Pri meritvah obsega gibljivosti je bil ICC višji v drugi seji merjenj.

Tabela 2: Ponovljivost meritev prve in druge seje merjenja

Izmerjen gib/ seja meritev	ICC	95% interval zaupanja
Ekstenzija/1	0,935	0,886 - 0,966
Ekstenzija/2	0,872	0,783 - 0,931
Fleksija/1	0,808	0,685 - 0,895
Fleksija/2	0,926	0,870 - 0,961
Obseg gibljivosti/1	0,882	0,799 - 0,937
Obseg gibljivosti/2	0,915	0,853 - 0,955

Legenda: ICC = Intraklasni korelacijski koeficien (angl.)

4.5 Zanesljivost meritev

Vrednosti ICC so bile za vse zmerjene spremenljivke nad 0,8, kar kaže na odlično zanesljivost metode (tabela 3). Najvišja vrednost ICC je bila pri meritah pasivne fleksije kolenskega sklepa, najnižja vrednost pa pri meritvah pasivne ekstenzije (tabela 3). Na splošno, je bila zanesljivost meritev boljša pri meritvah fleksije.

Tabela 3: Zanesljivost meritev pasivnega obsega gibljivosti kolenskega sklepa.

Gib	ICC	95% interval zaupanja
Ekstenzija	0,822	0,630 - 0,914
Fleksija	0,925	0,844 - 0,964
Obseg gibljivosti	0,894	0,780 - 0,949

Legenda: ICC = Intraklasni korelacijski koeficien (angl.)

4.6 Najmanjša zaznana sprememba

Tabela 5 prikazuje najmanjšo zaznano spremembo (NZS95) ki mora biti manjša kot standardna napaka metitve (SNM) (Beckerman et al., 2001). Pri meritvah ekstenzije je bila SNM 1,5, NZS95 pa 4,3. Pri meritvah fleksije je bila SNM 1,4, NZS95 pa 4,0. Pri meritvah obsega giba je bila SNM 2,2, NZS95 pa 6,0.

Tabela 4: Najmanjša zaznana sprememba (NZS).

Merjen gib	SNM	NZS95
Ekstenzija (°)	1,5	4,3
Fleksija (°)	1,4	4,0
Obseg giba (°)	2,2	6,0

Legenda: SNM= standardna napaka meritev; NZS95= najmanjša zaznana sprememba (95%)

5 RAZPRAVA

Univerzalni goniometer je veljavno in zanesljivo orodje, ki se v klinični praksi najpogosteje uporablja za merjenje sklepne gibljivosti (Norkin, White, 2003). Goniometrične meritve uporabljamo za objektivno oceno bolnikovega stanja. Uporabnost meritev je odvisna od zanesljivosti in veljavnosti le teh (Jakovljević, Hlebš, 2011). Meritve položaja sklepa ter meritve obsega gibljivosti ekstremitet z univerzalnim goniometrom so dobro do odlično zanesljive. Raziskave so pokazale, da je zanesljivost večja, pri meritvah položaja sklepa, kot pri meritvah obsega sklepne gibljivosti (Norkin, White, 2003). Raziskave o goniometričnih meritvah obsegov gibljivosti v kolenskem sklepu prikazujejo, da so goniometrične meritve bolj zanesljive od ocene na pogled (Rothstein et al., 1991; Watkins et al., 1991).

Namen naše raziskave je bil ugotoviti zanesljivost in ponovljivost merjenja fleksije in ekstenzije v kolenskem sklepu z uporabo klasičnega univerzalnega goniometra in ju primerjati z obstoječimi raziskavami. Raziskovali smo obseg fleksije in ekstenzije v kolenskem sklepi. Preverili smo ponovljivost in zanesljivost metode merjenja s klasičnim univerzalnim goniometrom in primerjali našo raziskavo z drugimi podobnimi raziskavami. Gibljivost smo izmerili pri zdravih preiskovancih. Pri vsakem preiskovancu smo bili pozorni na položaj preiskovanca, ki smo ga določili in upoštevanje testnega protokola.

5.1 Ponovljivost

Pri zaporednih meritvah fleksije in ekstenzije kolenskega sklepa ni prišlo do statistično pomembnih razlik. Rezultati kažejo na dobro do odlično ponovljivost goniometričnih meritev. Najnižja vrednost ICC je bila pri zaporednih meritvah prve seje merjenja fleksije, najvišja pa pri zaporednih meritvah prve seje ekstenzije. Intervali zaupanja so bili ozki, kar kaže na dobro ponovljivost meritev. Raziskave kažejo, da povprečje večih meritev povečuje zanesljivost (Clapper, Wolf, 1988). V literaturi nismo zasledili podatkov o ponovljivosti.

5.2 Zanesljivost

Norkin in White (2003) navajata, da so meritve položaja sklepa ter meritve obsega sklepne gibljivosti z univerzalnim goniometrom dobro do odlično zanesljive, kar smo ugotovili tudi

v naši raziskavi. Vse ICC vrednosti so bile povsod nad 0,8, kar kaže na visoko stopnjo zanesljivosti. Najvišjo stopnjo zanesljivosti smo izmerili pri meritvah fleksije kolenskega sklepa. Boljšo zanesljivost meritev fleksije od meritev ekstenzije je ugotovil tudi Rothstein s sodelavci (1983) ter Watkins s sodelavci (1991).

5.3 Najmanjša zaznana sprememba

Zanesljive meritve morajo imeti nizko zaznano napako pri merjenju (Hancock et al., 2018). Hancock in sodelavci (2018) so ugotavljali najmanjšo zaznano spremembo pri merjenju gibljivosti kolenskega sklepa z različnimi merilnimi instrumenti. Najmanjšo napako so ugotovili pri merjenju z digitalnim goniometrom (6°). Pri klasičnem goniometru s kratkimi kraki je bila najmanjša zaznana sprememba 14° (Hancock et al., 2018), v naši raziskavi pa je bila najmanjša zaznana sprememba pri vseh meritvah 6° ali manj, kar kaže na dobro zanesljivost.

6 ZAKLJUČEK

V raziskavi smo ugotavljali ponovljivost in zanesljivost pasivnih goniometričnih meritev kolenskega sklepa, ki sta jih opravila preiskovalca brez daljše klinične prakse in manjšimi izkušnjami. Rezultate smo primerjali z dobljenimi rezultati drugih avtorjev. Dobljeni rezultati zanesljivosti posameznega preiskovalca so zanesljivi tako pri fleksiji ICC povprečje kot pri ekstenziji, kar je primerljivo z ostalimi raziskavami. Ponovljivost raziskave je bila dobra. Najbolj ponovljive so meritve prve seje pasivnih meritev ekstenzije, najmanj pa meritve prve seje pasivnih meritev fleksije. Podatkov o ponovljivosti v literaturi nismo zasledili. Najmanjša zaznana sprememba v naši raziskavi je bila v primerjavi z že izvedenimi raziskavami nižja, kar kaže na boljšo zanesljivost meritev.

Klasični univerzalni goniometer je v praksi zelo uporabno orodje. Z dobro standardizacijo postopkov merjenja je lahko merjenje zanesljivo tudi pri terapevtih, ki imajo teoretično znanje o izvajanju meritev ne pa tudi praktičnih izkušenj.

Klasični univerzalni goniometer je najpogosteje uporabljen goniometer v fizioterapiji, vendar pa nimamo podatkov o zanesljivosti goniometrije z uporabo manjših goniometrov. Zanimivo bi bilo raziskavo ponoviti čez nekaj let klinične prakse in rezultate primerjati s sedaj pridobljenimi rezultati. Raziskali bi lahko tudi zanesljivost med preiskovalci tako, da bi se v raziskavo vključilo še več izvajalcev meritev.

7 LITERATURA IN DOKUMENTACIJSKI VIRI

Atkinson G, Nevill AM (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med* 26(4): 217–38.

Beckerman H, Roebroek ME, Lankhorst GJ, Becher JG, Bezemer PD, Verbeek ALM (2001). Smallest real difference, a link between reproducibility and responsiveness. *Qual Life Res* 10(7): 571–8.

Brosseau L, Tousignant M, Budd J, et al. (1997). Intratester and intertester reliability and criterion validity of the parallelogram and universal goniometers for active knee flexion in healthy subjects. *Physiother Res Int* 2(3): 150–66.

Clapper MP, Wolf SL (1988). Comparison of the reliability of the orthoranger and the standard goniometer for the assessing active lower extremity range of motion. *Phys Ther* 68(2): 214–18.

Gajdosik RL, Bohannon RW (1987). Clinical measurement of range of motion. Review of goniometry emphasizing reliability and validity. *Phys Ther* 67(12): 1867–72.

Gogia PP, Braatz JH, Rose SJ, Norton BJ (1987). Reliability and validity of goniometric measurements at the knee. *Phys Ther* 67(2): 192–5.

Goldblatt JP, Richmond JC (2003). Anatomy and biomechanics of the knee. *Oper Tech Sports Med* 11(3): 172–86.

Hancock GE, Hepworth T, Wembridge K (2018). Accuracy and reliability of knee goniometry methods. *J Exp Orthop* 5(46): 46. doi: 10.1186/s40634-018-0161-5.

Jakovljević M, Hlebš S (2011). Meritve gibljivosti sklepov, obsegov in dolžin udov. Drugi ponatis druge dopolnjene izdaje. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Visoka šola za zdravstvo, Oddelek za fizioterapijo, 1–48.

Koo TK, Li MY (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *J Chiropr Med* 15(2): 155–63.

- Kovacs FM, Abraira V, Royuela A et al. (2018). Minimum detectable and minimal clinically important changes for pain in patients with nonspecific neck pain. *BMC Musculoskeletal Disord* 9: 43. doi: 10.1186/147-2474-9-43.
- Maeda S, Sakakibara H (2002). Thermotactile perception thresholds measurement conditions. *Ind Health* 40(4): 353–61.
- Moore ML (1949). The measurement of joint motion: part 1: introductory review of the literature. *Phys Ther* 67(12): 195–205.
- Norkin CC, White DJ (2009). *Measurement of joint motion: a guide to goniometry*. 4th ed. Philadelphia: F.A. Davis, 3–44.
- Norkin CC, White DJ (2016). *Measurement of joint motion: a guide to goniometry*. 5th ed. Philadelphia: F.A. Davis company.
- Ottenbacher KJ, Tomchek SD (1993). Reliability analysis in therapeutic research: practice and procedures. *Am J Occup Ther* 47(1): 10–16.
- Platzer W (2009). *Color atlas of human anatomy locomotor system*. Vol. 1. 6th ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 206 – 10.
- Rothstein JM, Campbell SK, Echternach JL, Jette AM, Knecht HG, Rose SJ (1991). Standards for tests and measurements in physical therapy practice. *Phys Ther* 71(8): 589–622.
- Rothstein JM, Miller PJ, Roettger RF (1983). Goniometric reliability in a clinical setting. Elbow and knee measurements. *Phys Ther* 63(10): 1611–5.
- Vidmar G, Jakovljević M (2016). Psihometrične lastnosti ocenjevalnih instrumentov. *Rehabilitacija* 15 (supl.1): 1–15.
- Watkins MA, Riddie DL, Lamb RL, Personius WJ (1991). Reliability of goniometric measurements and visual estimates of knee range of motion obtained in a clinical setting. *Phys Ther* 71(2): 90–6.
- Weaver LJ, Ferg AL (2010). *Therapeutic measurement and testing: the basic of ROM, MMT, posture and gait analysis*. Delmar: Cengage learning, 69–89.

