

# INDIVIDUALNA I MEĐUSOBNA POUZDANOST FOTOGRAFSKE PROCJENE ZDJELICE – PILOT ISTRAŽIVANJE

## *Intrarater and interrater reliability of photographic pelvis assessment – a pilot study*

MARKO BODROŽIĆ, univ. mag. physioth., pred.,<sup>1</sup>

IVAN BURIĆ, univ. mag. physioth.,<sup>1</sup>

SAŠA ČABRAJA, univ. mag. physioth.,<sup>1</sup>

doc. dr. sc. MANUELA FILIPEC<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Zavod za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju, KB Sveti Duh, Zagreb, Hrvatska

<sup>2</sup> Odjel za fizioterapiju, Sveučilište Sjever, Varaždin, Hrvatska



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND) license.

### IZVORNI ZNANSTVENI RAD / ORIGINAL SCIENTIFIC RESEARCH

e-mail adresa autora: [marko.bodrozic27@gmail.com](mailto:marko.bodrozic27@gmail.com)

## Sažetak

**Uvod:** Zdjelica je ključna u održavanju mišićno-koštane ravnoteže i prijenosu sila između trupa i donjih ekstremiteta. Vizualna inspekcija, iako česta, subjektivna je i nepouzdana, zbog čega se prednost daje kvantitativnim metodama poput fotografske analize. Cilj istraživanja je ispitati individualnu i međusobnu pouzdanost fotografske analize zdjelice u sagitalnoj i frontalnoj ravnini.

**Metode:** U istraživanju je sudjelovalo 10 zdravih fizioterapeuta bez mišićno-koštanih tegoba. Postura zdjelice procjenjivana je sustavom Global Postural System Lab Leonardo. Na SIAS i SIPS postavljeni su markeri, a ispitanici su fotografirani u standardiziranom stojećem položaju iz četiri projekcije. Tri ispitivača neovisno su provela mjerenja u dva vremenska navrata. Analizirane su angularne i linearne mjere zdjelice. Pouzdanost je procijenjena intraklasnim koeficijentom korelacije.

**Rezultati:** Individualna pouzdanost fotografske analize varirala je među ispitivačima. Anteriorno poravnanje zdjelice pokazalo je umjerenu pouzdanost kod ispitivača 1 (ICC=0,52). Tilt zdjelice imao je izvrsnu individualnu pouzdanost, iako: desno bočno ICC=0,64 (ispitivač 2) i ICC=0,65 (ispitivač 3), lijevo bočno ICC=0,73 (ispitivač 2). Udaljenost SIAS od središnje linije također je imala izvrsnu

individualnu pouzdanost, dok je posteriorno poravnanje te udaljenost SIPS od središnje linije imalo lošu do umjerenu pouzdanost. Međusobna pouzdanost bila je umjerena za anteriorno poravnanje (ICC=0,41), izvrsna za tilt i udaljenost SIAS od središnje linije. Najslabija međusobna pouzdanost pokazala se za posteriorno poravnanje i udaljenost SIPS.

**Zaključak:** Ovo pilot-istraživanje pokazuje kako fotografska analiza može biti pouzdana metoda procjene položaja zdjelice, no potrebna su opsežnija istraživanja s većim uzorkom ispitanika. Buduća istraživanja trebala bi obuhvatiti i osobe s mišićno-koštanim tegobama radi procjene pouzdanosti metode kod izraženijih posturalnih odstupanja.

**Ključne riječi:** fotografska procjena; fotometrija; zdjelica; postura

## Abstract

**Introduction:** The pelvis is crucial in maintaining musculoskeletal balance and transmitting forces between the trunk and lower limbs. Visual inspection, although commonly used, is subjective and unreliable, which is why quantitative methods such as photographic analysis are

preferred. The aim of this study is to examine intra- and inter-rater reliability of photographic pelvic analysis in the sagittal and frontal planes.

**Methods:** The study included 10 healthy physiotherapists without musculoskeletal disorders. Pelvic posture was assessed using the Global Postural System Lab Leonardo. Markers were placed on the ASIS and PSIS, and participants were photographed in a standardized standing position from four projections. Three examiners independently conducted measurements at two time points. Both angular and linear pelvic measures were analyzed. Reliability was assessed using the intraclass correlation coefficient.

**Results:** Intra-rater reliability of photographic analysis varied among examiners. Anterior pelvic alignment demonstrated moderate reliability for examiner 1 (ICC = 0.52). Pelvic tilt showed excellent intra-rater reliability: right lateral ICC = 0.64 (examiner 2) and ICC = 0.65 (examiner 3), left lateral ICC = 0.73 (examiner 2). The distance of the ASIS from the midline also showed excellent intra-rater reliability, while posterior alignment and PSIS–midline distance demonstrated poor to moderate reliability. Inter-rater reliability was moderate for anterior alignment (ICC = 0.41), and excellent for tilt and ASIS–midline distance. The weakest inter-rater reliability was found for posterior alignment and PSIS–midline distance.

**Conclusion:** This pilot study indicates that photographic analysis may be a reliable method for assessing pelvic position; however, larger studies with bigger samples are required. Future research should also include individuals with musculoskeletal disorders, such as low back pain, to evaluate the reliability of this method in cases of more pronounced postural deviations.

**Key words:** photographic assessment; photometry; pelvis; posture

## Uvod

Zdjelica se smatra jednom od najvažnijih struktura u održavanju mišićno-koštane ravnoteže u ljudskom tijelu (1). Budući kako ona povezuje donje ekstremitete s trupom, zadužena je za kontrolu prijenosa sila između gornjeg i donjeg dijela tijela (2). Važan je stoga simetričan položaj zdjelice u odnosu na ostatak trupa, kako bi se održali povoljni mišićno-koštani odnosi. Upravo iz ovih razloga, mnogi smatraju kako asimetričan položaj zdjelice u obliku povećanog anteriornog ili posteriornog tilta, poremećaja prednjeg ili stražnjeg poravnanja zdjelice te prisutne rotacije ili shifta zdjelice mogu doprinijeti nastanku brojnih ozljeda i tegoba. Anteriorni tilt zdjelice je najčešća asimetrija zdjelice koja se povezuje s mišićno-koštanim tegobama poput križobolje (3) te ozljeda donjih ekstremiteta kao što su ozljede mišićja stražnje lože (4) i prednjeg križnog ligameta (5). Povećanim anteriornim tiltom smatra se

tilt zdjelice veći od 17° (6). Ipak, dokazi u dosadašnjim istraživanjima su često kontradiktorni te mnogi zaključuju kako se ne može s potpunom sigurnošću utvrditi povezanost između anteriornog tilta zdjelice i mišićno-koštanih tegoba (7,8). Također, upitna je i korelacija između ostalih oblika asimetrije zdjelice i navedenih tegoba. Nadalje, pojedini autori u pitanje dovode i metodologiju procjene posture te zaključuju kako mjerenje posturalnih varijabli zahtjeva standardizaciju temeljem koje bi se mogli izvući konkretniji zaključci o povezanosti posturalne asimetrije i mišićno-koštanih tegoba (9).

U većini slučajeva posturalna procjena vrši se vizualnom inspekcijom, što predstavlja kvalitativnu i subjektivnu metodu koja ovisi o prijašnjim iskustvima ispitivača kao i o individualnoj interpretaciji. Ovakav način procjene često pokazuje nisku razinu individualne i međusobne pouzdanosti (10). Stoga se u procjeni posture preporučuje korištenje metoda koje su u mogućnosti kvantificirati sam postupak procjene te na taj način pomoći u njenoj objektivizaciji. Jednu od metoda kvantitativne procjene predstavlja i fotografska procjena posture. Fotografska procjena jest neinvazivna metoda kojom se putem fotografskih snimki analizira postura. Ova metoda često je korištena u fizioterapiji, rehabilitaciji i drugim srodnim granama budući kako omogućava kvantitativnu procjenu, i to najčešće statičke posture. Budući kako ovakva procjena nudi mogućnost linearnog i angularnog mjerenja u mogućnosti je zabilježiti suptilne položajne promjene udaljenosti i kuta pojedinih segmenata tijela te kako iste utječu na globalnu posturu čovjeka (10).

Ipak, uspješnost mjerenja fotografskom analizom zahtijeva dovoljno dobru ponovljivost mjerenja kako bi se osigurala pouzdanost ovakve metode. To je pogotovo bitno kada se zaključuje o učinkovitosti pojedinih fizioterapijskih intervencija - procjena mora biti dovoljno pouzdana kako bi se posturalne promjene mogle pripisati intervenciji, a ne slučajnoj promjeni posturalnog obrasca (11). Ovakva procjena stoga podrazumijeva kako je jedno referentno mjerenje pouzdan pokazatelj individualne posture te kako ista ne bi smjela značajno varirati tijekom jednoga ili nekoliko dana. Shodno tome, cilj istraživanja je ispitati individualnu i međusobnu pouzdanost fotografske analize zdjelice u sagitalnoj i frontalnoj ravnini.

## Metode

### *Ispitanici*

U istraživanju je sudjelovalo 10 zdravih ispitanika (N=10), koji su po struci fizioterapeuti. Kriteriji isključenja iz istraživanja bili su sljedeći: postojanje trenutne mišićno-koštane tegobe, postojanje narušene posturalne ravnoteže iz bilo kojeg razloga te postojanje oštećenja vida.

Ispitanici su potpisali informirani pristanak za sudjelovanje u istraživanju, a istraživanje je odobrilo etičko povjerenstvo Kliničke bolnice Sveti Duh.

Detaljni podaci o ispitanicima nalaze se u Tablici 1.

**Tablica 1.** Deskriptivni podaci ispitanika

Spol	n		Min	Max	$\bar{x}$	SD
Muški	5	Dob	25	34	30,00	4,06
		Visina	180	190	182,20	4,38
		Težina	70	96	81,60	10,41
		BMI	21,60	29,63	24,60	3,25
Ženski	5	Dob	23	33	28,00	3,74
		Visina	158	180	174,00	9,17
		Težina	46	73	65,40	11,33
		BMI	18,43	23,57	21,42	1,94
UKUPNO	10	Dob	23	34	29,00	3,83
		Visina	158	190	178,10	8,03
		Težina	46	96	73,50	13,34
		BMI	18,43	29,64	23,00	3,02

### Mjerni uređaj

U analizi posture korišten je uređaj za stabilometrijsku i posturalnu procjenu – *Global Postural System Lab Leonardno* (GPS). Sustav se sastoji od standardnog GPS 6 softwarea, platforme za analizu posture, stola sa stolnim računalom, stabilometrijske platforme te kamere za snimanje digitalne fotografije. Samu platformu za analizu posture čini aluminijski okvir s ravnalom u sredini, visak za korekciju posture u središnjoj ravnini i podesivo ogledalo na vrhu pričvršćeno za aluminijski okvir platforme. Za fotografiranje posture korištena je Logitech Pro C920 kamera, rezolucije 2 megapiksela. Kamera je postavljena na 1 m visine i na udaljenosti od 2,5 m od ispitanika. Za kalibraciju linearnih mjera korištena je referentna udaljenost između dvije točke na platformi udaljenosti 28 mm. Za kalibraciju angularnih mjera korišten je spomenuti visak za korekciju posture.

### Postupak mjerenja položaja zdjelice

Prije samoga mjerenja ispitanike se zamolilo da oslobode područje zdjelice. Ispitivači su palpatorno identificirali područje *spinae iliacae anterior superior* (SIAS) i *spinae iliacae posterior superior* (SIPS). Na identificirane prominentne točke svaki ispitivač je samostalno zalijepio orijentacijske markere radi lakše analize položaja zdjelice putem digitalne fotografije.

Prilikom mjerenja ispitanici su stajali svojom uobičajenom posturom na mjestu na platformi tako da se visak za korekciju posture nazali na umbilikalnoj liniji. Svakom ispitaniku dana je standardizirana uputa: „*stopala blago razmaknite, stojte prirodno i opušteno, gledajte ravno naprijed*“. Ispitanici su na platformi stajali bosi.

Mjerenje se izvodilo u četiri položaja – anteriorni i posteriorni položaj te lateralni desni, odnosno lateralni lijevi položaj.

Postupak mjerenja provodila su zasebno i samostalno tri ispitivača. Ispitivač broj 1 započeo je postupak tako što je postavio orijentacijske markere na SIAS i SIPS; zamolio ispitanika da zauzme odgovarajući položaj na mjernoj platformi; fotografirao ispitanika; analizirao fotografiju i u ranije pripremljenu tablicu zapisao gore spomenute mjere te naposljetku i uklonio markere s prominentnih točaka. Nakon toga su, ispitivač broj 2, odnosno ispitivač broj 3 ponovili identičan postupak. Sva tri ispitivača su mjerila svakog ispitanika i to u dva različita vremenska navrata, odnosno dan za danom.

Prilikom procjene posture zdjelice korištene su angularne i linearne mjere. Angularna mjera između ipsilateralnog SIAS i SIPS u lateralnom stojećem položaju koristila se u identifikaciji tilta zdjelice, dok se angularna mjera između lijevog i desnog SIAS, odnosno lijevog i desnog SIPS koristila u identifikaciji anteriornog, odnosno posteriornog poravnanja zdjelice (12). Također, osim uzimanja angularnih mjera analizirale su se i linearne vrijednosti udaljenosti između SIAS, odnosno SIPS i središnje linije tijela.

### Statistička analiza

Za procjenu međusobne pouzdanosti (*eng. interrater reliability*) korišten je koeficijent intraklasne korelacije (*eng. Interclas correlation coefficient*) (ICC) temeljen na dvosmjernom fiksnom modelu (*eng. two-way mixed*) s kriterijem apsolutnog slaganja (*eng. absolute agreement*) i prosječnim mjerenjima (*eng. average measures*). U ovom modelu (ICC (3,3)) svi ispitanici procijenjeni su od istih, unaprijed definiranih ispitivača. Za procjenu individualne pouzdanosti svakog ispitivača zasebno, korišten je isti model apsolutnog slaganja (*two-way mixed, absolute agreement*), s prosječnim mjerenjima istog ispitivača (ICC (3,2)). Razina ICC interpretirana je na sljedeći način: odlična pouzdanost >0,75; umjerena pouzdanost 0,74 – 0,40; loš pouzdanost < 0,40 (13).

Standardna pogreška mjerenja (SEM) pokazuje kolika je prosječna pogreška u pojedinačnom mjerenju, izražena u istim jedinicama kao i mjerena varijabla. U ovom istraživanju SEM predstavlja granicu unutar koje se, s visokom vjerojatnošću, nalazi stvarna vrijednost mjerenog posturalnog parametra za pojedinca. SEM je dobiven pomoću formule  $SEM = SD \sqrt{1 - ICC}$ .

Karakteristike uzorka ispitanika računane su uz pomoć deskriptivne statistike.

Statistička analiza provedena je programu IBM SPSS Statistics v.26.

## Rezultati

Detaljni rezultati za individualnu pouzdanost fotografske procjene zdjelice prikazani su u Tablici 2. Rezultati međusobne pouzdanosti prikazani su u Tablici 3.

**Tablica 2.** Individualna pouzdanost fotografske procjene zdjelice\* p<0,05

		$\bar{x} \pm SD$		ICC	SEM	CI
		Prvo mjerenje	Drugo mjerenje			
<b>Anteriorno poravnanje zdjelice</b>	Ispitivač 1	0,76±0,77	1,11±0,92	0,52	0,97	-0,75 – 0,88
	Ispitivač 2	1,18±0,98	0,81±0,82	-0,78	1,47	-8,85 – 0,59
	Ispitivač 3	1,18±1,39	1,81±1,39	-0,25	1,82	-7,69 – 0,72
<b>Posteriorno poravnanje zdjelice</b>	Ispitivač 1	1,87±1,79	1,44±1,27	0,06	1,36	-3,59 – 0,78
	Ispitivač 2	0,97±1,09	1,92±0,89	-0,39	1,46	-2,32 – 0,57
	Ispitivač 3	1,84±1,08	2,34±1,81	0,29	1,92	-1,99 – 0,83
<b>Tilt zdjelice desno</b>	Ispitivač 1	14,49±6,00	15,75±8,01	0,95*	3,10	0,81 – 0,99
	Ispitivač 2	17,50±4,92	17,60±5,27	0,64	5,20	-0,64 – 0,91
	Ispitivač 3	14,99±5,17	16,21±4,72	0,65	5,02	-0,41 – 0,91
<b>Tilt zdjelice lijevo</b>	Ispitivač 1	12,93±6,58	14,38±6,18	0,94*	3,04	0,75 – 0,98
	Ispitivač 2	16,70±5,64	17,78±5,84	0,73*	5,27	-0,96 – 0,93
	Ispitivač 3	14,82±4,99	16,70±4,93	0,85*	3,61	0,41 – 0,96
<b>SIAS D – središnja linija</b>	Ispitivač 1	97,40±10,39	95,60±13,32	0,90*	7,18	0,60 – 0,97
	Ispitivač 2	97,00±11,41	100,10±14,24	0,85*	9,31	0,42 – 0,96
	Ispitivač 3	92,20±15,88	96,40±13,70	0,84*	11,06	0,41 – 0,96
<b>SIAS L – središnja linija</b>	Ispitivač 1	94,00±11,61	93,90±13,34	0,93*	6,38	0,71 – 0,98
	Ispitivač 2	98,20±15,16	96,50±10,98	0,92*	7,18	0,68 – 0,98
	Ispitivač 3	89,00±9,21	90,90±7,92	0,65	8,71	-0,45 – 0,91
<b>SIPS D – središnja linija</b>	Ispitivač 1	38,80±6,03	38,00±6,16	0,37	7,54	-2,09 – 0,85
	Ispitivač 2	41,80±9,30	37,60±9,30	0,53	13,00	-2,74 – 0,76
	Ispitivač 3	39,60±10,44	36,20±4,59	0,19	10,78	-2,20 – 0,80
<b>SIPS L – središnja linija</b>	Ispitivač 1	39,90±6,23	38,50±8,96	0,30	10,82	-4,32 – 0,77
	Ispitivač 2	39,40±4,9	39,50±8,57	0,66	6,96	-0,56 – 0,92
	Ispitivač 3	36,10±7,87	42,80±6,07	0,42	8,85	-0,44 – 0,83

**Tablica 3.** Međusobna pouzdanost fotografske procjene zdjelice

		$\bar{x} \pm SD$	ICC	SEM	95% CI
<b>Anteriorno poravnanje zdjelice</b>	Ispitivač 1	1,11±0,92	0,41	1,71	-0,42 – 0,83
	Ispitivač 2	0,81±0,82			
	Ispitivač 3	1,81±1,39			
<b>Posteriorno poravnanje zdjelice</b>	Ispitivač 1	1,44±1,27	-0,56	2,55	-3,84 – 0,59
	Ispitivač 2	1,92±0,89			
	Ispitivač 3	2,34±1,81			
<b>Tilt zdjelice desno</b>	Ispitivač 1	15,75±8,01	0,82*	6,72	0,48 – 0,95
	Ispitivač 2	17,60±5,27			
	Ispitivač 3	16,21±4,72			
<b>Tilt zdjelice lijevo</b>	Ispitivač 1	14,38±6,18	0,81*	6,43	0,48 – 0,95
	Ispitivač 2	17,78±5,84			
	Ispitivač 3	16,70±4,93			
<b>SIAS D – središnja linija</b>	Ispitivač 1	95,60±13,32	0,83*	14,68	0,52 – 0,95
	Ispitivač 2	100,10±14,24			
	Ispitivač 3	96,40±13,70			
<b>SIAS L – središnja linija</b>	Ispitivač 1	93,90±13,34	0,87*	10,65	0,62 – 0,96
	Ispitivač 2	96,50±10,98			
	Ispitivač 3	90,90±7,92			
<b>SIPS D – središnja linija</b>	Ispitivač 1	38,00±6,16	-0,72	13,30	-6,33 – 0,58
	Ispitivač 2	37,60±9,30			
	Ispitivač 3	36,20±4,59			
<b>SIPS L – središnja linija</b>	Ispitivač 1	38,50±8,96	0,11	13,51	-1,68 – 0,76
	Ispitivač 2	39,50±8,57			
	Ispitivač 3	42,80±6,07			

## Rasprava

Cilj ovog pilot istraživanja bio je utvrditi individualnu i međusobnu pouzdanost fotografske analize zdjelice u sagitalnoj i frontalnoj ravnini. U sagitalnoj ravnini mjereno je anteriorno i posteriorno poravnanje zdjelice, kao i udaljenost SIAS i SIPS od središnje linije. U frontalnoj ravnini mjereno je tilt zdjelice i to u lijevom bočno i desnom bočnom položaju. Rezultati ovog istraživanja pokazali su kako je individualna pouzdanost ove metode varirala između ispitivača. Ipak, može se zaključiti kako postoje naznake dobre pouzdanosti ove metode. Ispitivač 1 imao je umjerenu individualnu pouzdanost u mjeranju anteriornog poravnanja zdjelice ( $ICC_1=0,52$ ). Izvrsna individualna pouzdanost ove metode pokazala se u mjeranju tilta zdjelice, kao i u mjeranju udaljenosti SIAS od središnje linije, s ipak postojećim varijacijama između ispitivača. Tako su ispitivači 2 i 3 imali umjerenu individualnu pouzdanost pri mjeranju tilta zdjelice desno bočno ( $ICC_2 = 0,64$ ,  $ICC_3 = 0,65$ ), dok je ispitivač 2 imao umjerenu

individualnu pouzdanost pri mjeranju tilta zdjelice lijevo bočno ( $ICC_2 = 0,73$ ). Najmanja individualna pouzdanost pokazala se pri mjeranju posteriornog poravnanja zdjelice, dok je udaljenost između SIPS i središnje linije imala individualnu pouzdanost od loše prema umjerenoj, ovisno o ispitivaču. Lošija pouzdanost ovih mjera može se povezati manjom udaljenosti između lijevog i desnog SIPS-a pa tako i najmanja odstupanja među ispitivačima mogu rezultirati manjim ICC. Također, SIPS je palpatorno teže pronaći od SIAS zbog manje izražene prominencije, a što također može utjecati na rezultat pouzdanosti.

Slično individualnoj, i međusobna pouzdanost pokazala je slične mjerne karakteristike. Tako je mjera anteriornog poravnanja zdjelice pokazala umjerenu razinu međusobne pouzdanosti ( $ICC=0,41$ ). Mjera tilta zdjelice desno i lijevo bočno, kao i mjera udaljenosti SIAS i središnje linije imale su izvrsnu pouzdanost. Najslabiju međusobnu pouzdanost, kao i individualnu, imale su mjere posteriornog poravnanja zdjelice i mjere udaljenosti SIPS i središnje linije.

Vrijednosti SEM u ovom istraživanju su veće, a to je vrlo vjerojatno zbog heterogenosti skupine ispitanika (5 muškaraca i 5 žena) zbog čega su vrijednosti SD bile velike, a što je utjecalo na veličinu SEM.

Istraživanja koja se bave pouzdanošću ove metode variraju u mjernim parametrima koje istraživači iskazuju. Tako su npr. Yu i suradnici (14) ispitivali pouzdanost GPS uređaja, no u istraživanju su, od parametara koji bi se mogli usporediti s ovim istraživanjem, iskazali parametre anteriornog poravnanja zdjelice te udaljenosti SIAS i SIPS od središnje linije. Rezultati spomenutog istraživanja pokazali su umjerenu do izvrsnu individualnu i međusobnu pouzdanost s time da istraživači zaključuju kako je najmanju pouzdanost pokazala udaljenost između SIPS i središnje linije, što bi bilo u skladu s ovim istraživanjem. Pojedina pak istraživanja uz izvrsnu pouzdanost mjera anteriornog poravnanja zdjelice i desnog i lijevog tilta zdjelice, navode i izvrsnu međusobnu pouzdanost mjere posteriornog poravnanja zdjelice (15-17).

Prilikom interpretacije razine pouzdanosti potrebno je uočiti i različite metodološke pristupe pojedinih istraživača. Tako npr. Perry i suradnici (18), kao i Helmya i suradnici (15) mjere individualnu pouzdanost analizom iste fotografije dva puta, odnosno bez ponovnog postavljanja markera. Na taj način se smanjuje potencijalna greška prilikom postavljanja markera te se povećava mogućnost za većim ICC. Također, ovim načinom procjene individualne pouzdanosti (bez drugog mjerenja) uklanja se i greška ponovljivosti posture pojedinca. Naime, pokazalo se kako je ponovljivost posture pojedinca loša, odnosno kako ispitanici teško mogu zadržati dosljednu posturu tijekom dužeg vremenskog perioda, tj. između mjerenja (19).

Ipak, rezultati istraživanja pouzdanosti fotografske analize zdjelice su oprečni pa tako pojedina istraživanja navode lošu međusobnu pouzdanost za mjeru anteriornog tilta (18), dok neki autori zaključuju kako fotografska metoda procjene posture općenito pokazuje lošu međusobnu i individualnu pouzdanost (19,20).

Nedostatci u metodologiji mjerenja ovoga istraživanja su potencijalno krivo postavljanje markera. Pogreška pri postavljanju markera može biti nasumična i ponovljiva. Na primjer, ispitivač može imati pogrešnu, ali ponovljivu metodu lociranja tjelesnog orijentira na krivom mjestu, što dovodi do dosljedne pogreške. S druge strane, ispitivač općenito može obraćati manje pozornosti na detalje, što dovodi do nasumične pogreške. Vezano uz to, važno je naglasiti i kako su ispitivači u ovom istraživanju biliiskusni klinički fizioterapeuti, međutim bez značajnog iskustva u fotografskoj procjeni posture i postavljanju markera što je također moglo utjecati na rezultate ovoga istraživanja. Ipak pojedini autori navode kako stupanj educiranosti u

korištenju ove metode, kao i u postavljanju markera ne utječe značajno na rezultate pouzdanosti (14). Na pouzdanost postavljanja markera utjecaja može imati i BMI, iako je isti u ovom istraživanju u prosjeku bio u granicama normalnih vrijednosti.

Još jedan nedostatak u metodologiji mjerenja ovoga istraživanja jest i taj što je položaj ispitanika na platformi korigiran tako da umbilikus bude u položaju središnje linije viska, što je moglo dovesti do nedosljednosti u položaju ispitanika na platformi. Rezultat toga može biti greška perspektive pri kojoj rotacija ispitanika izvan sagitalne ravnine u odnosu na položaj kamere uzrokuje precjenjivanje ili podcjenjivanje sagitalnih kutova ili udaljenosti (19).

Ostali nedostatci ovog istraživanja su malen uzorak ispitanika ograničen na zdravu populaciju, kao i sužen raspon dobi ispitanika što je moglo utjecati na poboljšanje pouzdanosti.

## Zaključak

Ovo pilot istraživanje ukazuje kako fotografska procjena zdjelice može biti pouzdana metoda u procjeni same posture. Ipak, važno je naglasiti kako je u budućnosti potrebno provesti opsežnije istraživanje s većim brojem ispitanika kako bi se potvrdila pouzdanost fotografske procjene, ali i samoga uređaja. Nadalje, u budućem istraživanju potrebno je standardizirati položaj ispitanika na samoj platformi, što nije bio slučaj u ovom istraživanju, i što može predstavljati značajnu prepreku u interpretaciji rezultata ovoga rada. U ovom istraživanju sudjelovali su zdravi ispitanici, a ono što je potrebno također u budućnosti provesti jest i ispitivanje na ispitanicima s specifičnim mišićno koštanim problemom poput npr. križobolje, kako bi se utvrdila pouzdanost mjerenja i uređaja i prilikom potencijalno većih posturalnih odstupanja.

## Literatura

1. Abelin-Genevois K. Sagittal balance of the spine. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2021;107(1):1-9.
2. Vleeming A, Schuenke M. Form and force closure of the sacroiliac joints. *PM&R*. 2019;11(2):S24-31.
3. Cruz-Medel I, Rodrigues-de-Souza DP, Albuquerque-Sendin F. Comprehensive Analysis of Pelvic Asymmetries in Low Back Pain, Scoliosis, Post-Traumatic Pelvic Dysfunctions and Obstetric Changes: A Narrative Review Focused on Clinical Relevance. *Symmetry*. 2024 3;16(10):1304-10.
4. Mendiguchia J, Garrues MA, Schilders E, Myer GD, Dalmau-Pastor M. Anterior pelvic tilt increases hamstring strain and is a key factor to target for injury prevention and rehabilitation. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2024;32(3):573-82.
5. Loudon JK, Jenkins W, Loudon KL. The relationship between static posture and ACL injury in female athletes. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1996;24(2):91-97.
6. Ferreira EA, Duarte M, Maldonado EP, Bersanetti AA, Marques AP. Quantitative assessment of postural alignment in young adults based on photographs of anterior, posterior, and lateral views. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 2011;34(6):371-80.
7. Abbasi S, Mousavi SH, Khorramroo F. Association between lower limb alignment and low back pain: A systematic review with meta-analysis. *Plos one*. 2024;19(10):1-16.
8. Kripa S, Kaur H. Identifying relations between posture and pain in lower back pain patients: a narrative review. *Bulletin of Faculty of Physical Therapy*. 2021;26(1):34-39.
9. Sugavanam T, Sannasi R, Anand PA, Ashwin Javia P. Postural asymmetry in low back pain—a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Disability and Rehabilitation*. 2025;47(7):1659-76.
10. Ruivo RM, Pezarat-Correia P, Carita AI, Vaz JR. Reliability and validity of angular measures through the software for postural assessment. *Postural Assessment Software*. *Rehabilitación*. 2013;47(4):223-28.
11. Furlanetto TS, Sedrez JA, Candotti CT, Loss JF. Photogrammetry as a tool for the postural evaluation of the spine: A systematic review. *World journal of orthopedics*. 2016;7(2):136-42.
12. Norkin CC, White DJ. *Measurement of joint motion: a guide to goniometry*. 4<sup>th</sup>Ed. Philadelphia:FA Davis Company; 2016.
13. Portney LG, Watkins MP. *Foundations of clinical research: applications to practice*. 3<sup>rd</sup>Ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall; 2009.
14. Yu Q, Huang H, Zhang Z, Hu X, Li W, Li L, Chen M, Liang Z, Lo WL, Wang C. The association between pelvic asymmetry and non-specific chronic low back pain as assessed by the global postural system. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2020;21(1):596-02.
15. Helmya NA, El-Sayyadb MM, Kattabeib OM. Intra-rater and inter-rater reliability of Surgimap Spine software for measuring spinal postural angles from digital photographs. *Bulletin of Faculty of Physical Therapy*. 2015;20(2):193-09.
16. Dong M, Li X, Xie J, Zhang L, Wang Y. Reliability of photogrammetry for evaluating pelvic posture in healthy individuals. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*. 2024;28(36):5846-53.
17. Souza JA, Pasinato F, Basso D, Corrêa EC, Silva AM. Biophotogrammetry: reliability of measurements obtained with a posture assessment software (SAPO). *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*. 2011;13:299-05.
18. Perry M, Smith A, Straker L, Coleman J, O'sullivan P. Reliability of sagittal photographic spinal posture assessment in adolescents. *Advances in Physiotherapy*. 2008;10(2):66-75.
19. Dunk NM, Chung YY, Compton DS, Callaghan JP. The reliability of quantifying upright standing postures as a baseline diagnostic clinical tool. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 2004;27(2):91-6.
20. Dunk NM, Lalonde J, Callaghan JP. Implications for the use of postural analysis as a clinical diagnostic tool: reliability of quantifying upright standing spinal postures from photographic images. *Manip Physiol Ther J* 2005; 28:386–92.