



Nika Kaurin¹,
Žiga Kozinc¹

Ponovljivost naprednega testa grabljenja papirja za oceno jakosti mišic stopala pri mladih zdravih odraslih

Izvleček

Namen raziskave je bil oceniti ponovljivost izboljšanega testa prijema papirja (angl. enhanced paper grip test; EPGT), enostavne metode za oceno jakosti upogibalke prstov nog, pri mladih zdravih odraslih. V študiji je sodelovalo 20 udeležencev (starost 20–23 let), ki so opravili dve meritvi v razmiku 7–10 dni. Vsako testiranje je obsegalo tri ponovitve EPGT na vsaki nogi, pri čemer smo uporabili ročni dinamometer. Relativna ponovljivost znotraj obiska je bila dobra ($ICC = 0,84–0,89$), medtem ko je bila ponovljivost med obiski zmerna do dobra ($ICC = 0,76–0,80$), vendar so bile spodnje meje 95-odstornega intervala zaupanja dokaj nizke ($ICC = 0,49–0,56$). Absolutna ponovljivost je bila nekoliko slabša, s tipičnimi napakami 7–8 N (13–16 %). Pri oceni asimetrij smo ugotovili zmerno ponovljivost ($ICC = 0,62$), vendar nizko ujemanje v smeri asimetrij med obiski ($\kappa = 0,29$). Rezultati kažejo, da bi EPGT ob ustrezni standardizaciji lahko bil primeren za oceno jakosti stopala, vendar je pri interpretaciji ponovljenih meritev potrebna previdnost. V prihodnje bi bilo smiselno proučiti možnosti za izboljšanje protokola in razširitev njegove uporabe na širšo populacijo.

Ključne Besede: jakost stopala, upogibalke prstov, ponovljivost, asimetrija, EPGT.



Foto: »Designed by Freepik«

Reliability of enhanced paper grip test for foot strength assessment in young healthy adults

Abstract

This study aimed to assess the reliability of the Enhanced Paper Grip Test (EPGT), a simple method for evaluating toe flexor strength, in young healthy adults. Twenty participants (aged 20–23) completed two testing sessions spaced 7–10 days apart. Each session involved three EPGT trials per foot using a hand-held dynamometer. Relative reliability within visits was good ($ICC = 0.84–0.89$), while between-visit reliability was moderate to good ($ICC = 0.76–0.80$), though lower confidence interval bounds indicated potential variability ($ICC = 0.49–0.56$). Absolute reliability was lower, with typical errors of 7–8 N (13–16%). Asymmetry measures showed moderate reliability ($ICC = 0.62$) but low agreement in direction between visits ($\kappa = 0.29$). These findings suggest EPGT is a feasible tool for assessing toe flexor strength, but careful standardization and interpretation are needed when using it for repeated measurements. Future work should explore protocol optimization and applicability across diverse populations to strengthen clinical utility.

Keywords: foot strength, toe flexors, test-retest reliability, asymmetry, EPGT.

¹ Univerza na Primorskem, Fakulteta za vede o zdravju, Izola, Slovenija

■ Uvod

Meritve moči in jakosti so pomemben del ocenjevanja telesne pripravljenosti športnikov in tveganja za poškodbe ter spremljanja rehabilitacije. Ocenjevanje mišične jakosti in moči je zato pomembna metoda, ki jo redno uporabljajo strokovnjaki na področju športa, kineziologije in fizioterapije (Durfee in Iuzzo, 2006). Mišična jakost je sposobnost mišice, da proizvaja silo v izometričnih pogojih ali pri majhni hitrosti. Poleg tega je ključna sposobnost za učinkovite vsakodnevne gibe in pri preprečevanju mišično-skeletnih poškodb (Mital in Kumar, 1998). Mišična moč pa predstavlja opravljeno delo v enoti časa, kar je povezano tudi s hitrostjo gibanja (Ramsey idr., 2021). Pri meritvah moči in jakosti pogosto zamenjamo določene sklepe ali segmente telesa, čeprav imajo ti pomemben vpliv na stabilnost in sposobnost izvajanja različnih gibov. Stopalo in prsti so temelj za ohranjanje ravnotežja, saj s svojo občutljivostjo pripomorejo k zaznavanju sprememb v okolju in omogočajo prilagajanje telesne drže (Humphrey in Hemami, 2010). Njihova vloga pri preprečevanju padcev in ohranjanju stabilnosti je izjemno pomembna, zlasti pri starejših osebah ali tistih z oslabljenim mišičnim tonusom (Bruijn in Van Dieën, 2018). Po drugi strani pa se večina raziskav osredotoča na meritve jakosti in moči večjih sklepov, kot so koleno, kolk in rama.

Ravnotežje in mišična jakost spodnjih okončin sta ključna za izvajanje vsakodnevnih in športnih aktivnosti ter preprečevanje poškodb in padcev. Ob poškodbah ali živčno-mišičnih boleznih se lahko ta dva parametra občutno spremenita in vplivata na posameznikovo sposobnost gibanja in izvajanja osnovnih nalog (Chou idr., 2009). Raziskave so pokazale, da so pomanjkljivosti v ravnotežju in mišični jakosti, posebej v spodnjih okončinah, povezane z večjim tveganjem za poškodbe in padce (Perry idr., 2007). Na primer, pomanjkanje ravnotežja, kot so povečana posturalna nihanja, je povezano z večjim tveganjem za poškodbe gležnja pri športnikih (Wang idr., 2006), medtem ko so neravnotežja v mišični jakosti pri mladih nogometaših povezana z nekontaktnimi poškodbami (Fousekis idr., 2011). Povezava med ravnotežjem

in jakostjo mišic spodnjih okončin je pomembna za prepoznavanje posameznikov z večjim tveganjem za padce ter oblikovanje prilagojenih programov za preprečevanje poškodb (Tilinger, 2017). Natančno merjenje mišične jakosti bi lahko bilo ključno za spremljanje tveganja za padce in usmerjanje vadbenih programov na tem področju. Tudi v tem kontekstu so predhodne raziskave zamenjale potencial spremljanja jakosti manjših sklepov oziroma mišičnih skupin.

Napredni test prijema papirja (angl. Enhanced Paper Grip Test; EPGT) je metoda za merjenje jakosti upogibalk prstov nog. Ta test je nadgradnja tradicionalne različice testa prijema papirja (Paper Grip Test; PGT), ki je bil pogosto uporabljen v klinični praksi za ocenjevanje jakosti stopala. Pri tem testu preizkušanci sedijo na stolu s koleno, boki in gležnji pod kotom 90°. Z nožnim palcem ob tla pritiskajo kartico, merilec pa poskuša kartico izvleči. EPGT je izboljšana različica tega testa, saj omogoča natančno merjenje sile s prenosnim dinamometrom, kar povečuje zanesljivost in zmanjšuje odvisnost od izvajalca. Test je cenovno dostopen, enostaven za izvedbo in ne zahteva specializirane opreme ali obdelave podatkov, zato je široko uporaben v klinični praksi. Sila, izmerjena pri EPGT, je tesno povezana s silo prijema palca, kar potrjuje njegovo veljavnost kot posreden pokazatelj moči prijema. Test se je že v prvi študiji izkazal kot zanesljiv (Chatzistergos idr., 2020). Avtorji, ki so test razvili, pravijo, da bi lahko pomagal pri zgodnjem odkrivanju oslabelosti stopal in gležnjev pri osebah s sladkorno boleznijo ter s tem povezane nevropatije (Chatzistergos idr., 2020). Do zdaj je bilo izvedenih le nekaj študij, ki so za oceno jakosti palca uporabile EPGT. Pokazale so, da je veljaven za oceno moči mišic spodnjih okončin in ima širok spekter uporabe. Kot omejeno, so Chatzistergos idr. (2020) test razvili ter prvi potrdili njegovo zanesljivost in veljavnost pri oceni moči spodnjih okončin, medtem ko so Mansi idr. (2023) nakazali njegovo uporabnost pri napovedovanju tveganja za padce. Tsekoura idr. (2023) so poleg potrditve zanesljivosti testa poročali o enostavnosti izvedbe in popolnem razumevanju testa pri starejših preiskovancih, medtem ko Skuk idr. (2024) do-

kazujejo njegovo visoko zanesljivost tudi pri testiranju moči stopal pri športnikih. Žura idr. (2025) so nazadnje pokazali, da je test ponovljiv in visoko povezan z deficiti ravnotežja pri osebah z multiplo sklerozo. Vse te študije potrjujejo ponovljivost in široko uporabnost EPGT.

Namen raziskave je proučiti ponovljivost testa EPGT na mladih zdravih odraslih. V raziskavi smo izvedli dve ločeni meritvi pri 20 zdravih preiskovancih in nato primerjali rezultate obeh meritev. Predvidevali smo, da bo v skladu s predhodnimi raziskavami ponovljivost testa dobra do visoka.

■ Metode

Preiskovanci

V raziskavi je sodelovalo 20 zdravih mladih preiskovancev (starost od 20 do 23 let, 3 moški in 17 žensk). Sodelovali so lahko posamezniki brez mišično-skeletnih poškodb v obdobju testiranja, brez zgodovine poškodb stopala in gležnja ter brez strukturnih nepravilnosti stopala (plosko stopalo, hallux valgus). Sodelujoči so izpolnili pisno soglasje za udeležbo v raziskavi. Postopki v raziskavi so v skladu z etičnim dovoljenjem, ki ga je UP Fakulteta za vede o zdravju pridobila od Komisije za medicinsko etiko RS (številka odobritve: 0120-321/2017-4).

Potek študije

Preiskovanci so bili pred izvedbo testiranja seznanjeni s protokolom in pozvani k podpisu soglasja o prostovoljnem sodelovanju, ki jim je omogočalo, da se kadar koli umaknejo iz preizkusa brez dodatnih pojasnil. Poleg tega so izpolnili tudi anketo, ki je zajemala osnovne demografske podatke (starost, višina, teža). Pred začetkom testa je bilo izvedeno ogrevanje, ki je vključevalo hojo po prstih (20 m) ter upogib in izteg prstov (8 ponovitev za vsako nogo). Testiranje z EPGT je bilo izvedeno po trikrat z vsako nogo v izmeničnem vrstnem redu (leva in desna), pri čemer je bil zagotovljen 30-sekundni počitek med posameznimi poskusi. Meritve so bile ponovljene ob isti uri dneva na različne dneve z razmikom od sedmih do desetih dni.



Slika 1: Prikaz postavitve dinamometra in preiskovanca

Merjenje z EPGT

Za izvedbo testa (Slika 1) smo uporabili stol in dinamometer EasyForce (Meloq, Švedska), ki je meril silo, potrebno za izvlek plastične kartice izpod preiskovančevega palca. Dinamometer prikazuje silo na zaslonu v realnem času na 1 N natančno, pri čemer proizvajalec jamči za natančnost $\pm 1\%$ (Kozinc idr., 2022). Preiskovanec je med testom sedel na stolu v pokončni drži z rokama sproščeno ob telesu, kolki in kolena so bili v kotu 90° . Naloga preiskovanca je bila, da s čim večjo silo potiska kartico in poskuša preprečiti njen izvlek. Med meritvami je bilo ključno, da je peta na testiranem stopalu ves čas na tleh. Test smo ponovili trikrat z vsakim stopalom, pri čemer smo med posameznimi poskusi izmenjevali stopala in zagotovili 30-sekundni počitek za vsako stopalo. Pred začetkom meritev smo palec po potrebi obrisali z alkoholnim razkužilnim robčkom, da smo preprečili morebitni vpliv vlažnosti kože na rezultate.

Statistična analiza

Statistična analiza je bila opravljena v programu IMB SPSS Statistics 25 (IBM, New York, USA). Za vse parametre smo izračunali opisno statistiko (povprečne vrednosti, standardni odklon) ter izvedli Shapiro-Wilkov test za preverjanje normalnosti. Relativno ponovljivost smo ocenili z intraklasnim koeficientom korelacije (ICC) in pripadajočimi 95-odstotnimi intervali

zaupanja (Koo in Li, 2016), pri čemer se vrednosti ICC nad 0,50 štejejo za solidno, nad 0,75 za dobro, vrednosti nad 0,90 pa za odlično ponovljivost. Absolutna ponovljivost je bila ocenjena s tipično napako (TN) in koeficientom variacije (KV), pri čemer vrednosti KV do 10 % veljajo za sprejemljive (Hopkins, 2000). Za analizo ujemanja smeri asimetrije je bil uporabljen

Tabela 1
Opisna statistika po ponovitvah

Meritev	Ponovitev 1		Ponovitev 2		Ponovitev 3		Razlika
	Povprečje	SO	Povprečje	SO	Povprečje	SO	
Leva, Obisk 1	47,50	14,05	48,55	16,41	51,15	16,60	0,174
Desna, Obisk 1	50,80	13,94	51,65	14,50	57,40	15,76	0,002
Leva, Obisk 2	49,20	15,47	53,05	18,94	50,65	17,73	0,167
Desna, Obisk 2	56,35	19,05	56,60	20,57	58,00	17,11	0,745

Opomba. SO = standardni odklon; enote so v N (newton).

Tabela 2
Ponovljivost znotraj obiska

Meritev	Relativna ponovljivost			Absolutna ponovljivost					
	ICC	95-% IZ		TN	95-% IZ		KV	95-% IZ	
Leva, Obisk 1	0,84	0,68	0,93	6,62	5,33	9,00	13,49	10,86	18,34
Desna, Obisk 1	0,85	0,69	0,93	6,05	4,87	8,23	11,36	9,15	15,44
Leva, Obisk 2	0,88	0,75	0,95	6,48	5,22	8,80	12,71	10,23	17,27
Desna, Obisk 2	0,89	0,77	0,95	6,61	5,32	8,98	11,59	9,33	15,76

Opomba. ICC = intraklasni koeficient korelacije, TN = tipična napaka, IZ = interval zaupanja, KV = koeficient variacije.

koeficient kapa (κ), ki je široko uporabljen indeks za ocenjevanje soglasja med ocenjevalci (Tang idr., 2015).

■ Rezultati

Ponovljivost znotraj obiska

Tabela 1 prikazuje opisno statistiko meritev po posameznih ponovitvah testa. Na splošno je mogoče opaziti, da se s ponavljanjem testa rezultat nekoliko povečuje, vendar smo statistično značilno razliko med ponovitvami ugotovili le na desni nogi pri prvem obisku ($p = 0,002$), pri preostalih meritvah pa ne ($p = 0,167\text{--}0,754$).

Tabela 2 prikazuje statistiko ponovljivosti znotraj obiska. Glede na srednje vrednosti ICC je bila relativna ponovljivost dobra za vse meritve (ICC = $0,84\text{--}0,89$), z intervalom zaupanja v območju za zmerno do dobro ponovljivost (ICC = $0,68\text{--}0,77$). Tipične napake so se gibale v območju 6–7 N, kar je pomenilo 11–13 % povprečne vrednosti, to pa nakazuje nekoliko slabšo absolutno ponovljivost.

Ponovljivost med obiski

Tabela 3 prikazuje opisno statistiko posameznih obiskov, pri čemer smo poleg leve in desne noge poročali še o vrednosti asimetrije. Čeprav je bilo pri drugem obisku zaznati trend višjih vrednosti, statistično značilne sistematične razlike nismo ugotovili ($p = 0,172\text{--}0,462$).

Test je bil dobro relativno ponovljiv med obiski ($ICC = 0,76\text{--}0,80$), vendar je treba opozoriti na dokaj nizke spodnje meje intervala zaupanja ($ICC = 0,49\text{--}0,56$). Tipične napake so se gibale v območju 7–8 N, kar je pomenilo 13–16 % povprečne vrednosti, to pa nakazuje nekoliko slabšo absolutno ponovljivost. Za asimetrije je bila ugotovljena zmerna ponovljivosti ($ICC = 0,62$), pri čemer je bila tipična napaka 13,2 %.

Za asimetrije smo preverili še ujemanje smeri med obiski. Koeficient kapa je pokazal zgolj manjše ujemanje ($\kappa = 0,29$). Na Sliki 2 so prikazane vrednosti asimetrij vse posameznih preiskovancev za lažjo predstavo o odstopanju med obiski.

Razprava

Namen raziskave je bil oceniti ponovljivost EPGT pri mlajših odraslih. Raziskava je pokazala dobro ponovljivost znotraj obiska ($ICC = 0,84\text{--}0,89$), medtem ko je bila ponovljivost med obiski nekoliko nižja ($ICC = 0,76\text{--}0,80$). Kljub slabim rezultatom so bile zaznane manjše tipične napake (7–8 N, tj. 11–16 %), kar nakazuje nekoliko večjo variabilnost, zlasti pri asimetrijah ($ICC = 0,62$). Ti rezultati kažejo, da je EPGT ob ustrezni standardizaciji lahko zmereno ponovljiva metoda za oceno jakosti mišic stopala, vendar zahteva previdno interpretacijo pri ponovljenih meritvah in spremljanju sprememb skozi čas. Nadaljnje raziskave bi se morale osredotočiti na primerjavo različnih izvedbenih protokolov s ciljem izboljšati metodološko doslednost in klinično uporabnost testa.

Naše ugotovitve so v skladu z drugimi raziskavami, ki potrjujejo dobro do visoko zanesljivost testa pri ponovljenih meritvah. Na primer, Chatzistergos idr. (2020a) poročajo o visokih vrednostih ICC za ponovljivost znotraj obiska, podobno kot v naši raziskavi. Naša študija potrjuje visoko ponovljivost testa, vendar je treba rezul-

Tabela 3
Opisna statistika po obiskih

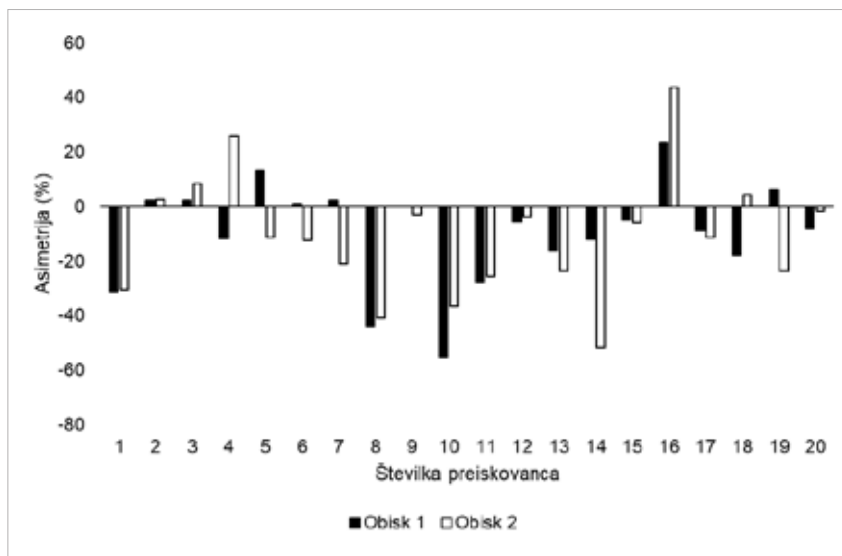
Meritev	Obisk 1		Obisk 2		Razlika p-vrednost
	Povprečje	SO	Povprečje	SO	
Leva [N]	49,07	14,83	50,97	16,65	0,462
Desna [N]	53,28	13,95	56,98	18,00	0,172
Asimetrija (%)	−9,60	18,86	−10,81	22,53	/

Opomba. SO = standardni odklon.

Tabela 4
Ponovljivost med obiski

Meritev	Relativna ponovljivost			Absolutna ponovljivost					
	ICC	95-% IZ		TN	95-% IZ	KV	95-% IZ		
Leva [N]	0,76	0,49	0,90	8,00	6,08	11,68	15,99	12,16	23,35
Desna [N]	0,80	0,56	0,92	7,54	5,73	11,01	13,67	10,40	19,97
Asimetrija (%)	0,62	0,26	0,83	13,18	10,03	19,26			

Opomba. ICC = intraklasni koeficient korelacije, TN = tipična napaka, IZ = interval zaupanja, KV = koeficient variacije.



Slika 2: Vrednosti asimetrij med obiski po posameznih preiskovancih

tate predvsem pri ponovljivosti obiska interpretirati zadržano zaradi nizkih spodnjih mej intervalov zaupanja (spodnja meja 95-odstotnega intervala za $ICC = 0,49\text{--}0,56$). Absolutna ponovljivost v naši študiji je bila nekoliko slabša v primerjavi z drugimi študijami (Skuk idr., 2024; Žura idr., 2025). Pri asimetriji je bila ugotovljena zmerna relativna ponovljivost ($ICC = 0,62$), vendar je bilo ujemanje smeri asimetrij le manjše ($\kappa = 0,29$). Slednje sicer ni presenetljivo, saj je ponovljivost asimetrij na splošno zelo slaba (Bishop idr., 2021). Dve predhodni študiji sta pokazali celo

dobro ponovljivost asimetrij, merjenih z EPGT (Skuk idr., 2024; Žura idr., 2025), prav tako je bilo nakazano, da bi bila lahko asimetrija dodatna pomembna informacija poleg surovih rezultatov v povezavi z oceno tveganja za padce (Žura idr., 2025; Mansi idr., 2024). V prihodnje je tako smiselno nadaljnje delo na področju ocene ponovljivosti asimetrij pri EPGT, največji potencial se kaže predvsem pri starejši populaciji in osebah z nevrodegenerativnimi obolenji, medtem ko je ponovljivost asimetrij pri splošni populaciji za zdaj vprašljiva.

V nasprotju s predhodnimi raziskavami smo ugotovili predvsem nekoliko slabšo ponovljivost med obiski, kar lahko pomeni potrebo po nadaljnjih izboljšavah testne metodologije. Variabilnosti najbrž ni mogoče pripisati dinamometru (Easy-Force), saj je bil v dosedanjih raziskavah zelo zanesljiv (Kozinc idr., 2022; Trajković idr., 2022). Enak dinamometer je bil uporabljen tudi v nekaterih predhodnih raziskavah EPGT (Skuk idr., 2024; Žura idr., 2025), ki so poročale o višji ponovljivosti. Slabša ponovljivost je lahko posledica različnih dejavnikov, kot so različni pogoji testiranja, na primer različne podlage ali slabše uvajanje merilca. Prav tako na relativno ponovljivost vpliva homogenost med preiskovanci. Določeno variabilnost bi lahko povzročil tudi učinek učenja, saj so udeleženci pri drugi meritvi že poznali postopek in morda učinkoviteje izvedli nalogo. Čeprav so meritve jakosti preproste, so učinki učenja pri teh meritvah pogosti (Costa idr., 2023). Učinek učenja je bil v naših raziskavi prav tako nakazan, vendar za večino meritev statistično ni bil potrjen. K manjši ponovljivosti bi navsezadnje lahko prispevale tudi majhne razlike v izvedbi testa, kot so položaj telesa, natančna orientacija prsta na kartici ali stabilnost pete na podlagi. Te dejavnike je težje nadzorovati, a so pomembni za standardizacijo izvedbe. Mansi idr. (2023) so izvedli EPGT z dodatno fiksacijo pete, pri čemer so se vrednosti sile zvišale, vendar je bila povezava z jakostjo spodnjih udov (merjeno prek potiska z nogami) zmanjšana v primerjavi s klasično izvedbo EPGT. To kaže, da ima test brez fiksacije pete morda večjo veljavnost pri oceni jakosti spodnjega uda, nadaljnje raziskave z elektromiografijo pa bi bile potrebne za oceno, s katero različico EPGT lahko bolje izoliramo mišice upogibalke palca.

Ena ključnih omejitev te raziskave je majhen in homogen vzorec, sestavljen iz 20 mladih zdravih odraslih, kar omejuje posploševanje rezultatov na širšo populacijo. Ugotovitve tako morda ne veljajo za starejše posameznike, osebe z različnimi zdravstvenimi stanji ali tiste z zmanjšanimi telesnimi sposobnostmi. Poleg tega se je študija osredotočila le na en test – EPGT – brez primerjave z drugimi metodami za oceno jakosti mišic stopal, kar bi omogočalo tudi oceno veljavno-

sti in s tem celovitejšo presojo klinične uporabnosti. Prav tako na podlagi študije ponovljivosti ne moremo sklepati, kako na rezultate testa (in s tem možnost primerjave med osebami) vplivajo dejavniki, kot so oblika palca in druge anatomske značilnosti.

■ Zaključek

Rezultati raziskave kažejo, da ima EPGT dobro relativno ponovljivost znotraj posameznega obiska in zmerno do dobro ponovljivost med obiski pri mladih zdravih odraslih. Ob tem smo ugotovili nekoliko večjo absolutno variabilnost med dnevi in manjšo ponovljivost asimetrije. Za zdaj testa ne moremo priporočiti za oceno jakosti stopala pri zdravi mladi populaciji. Ker je test enostaven in cenovno dostopen, bi kazalo dodatno raziskati potencial EPGT v različnih kontekstih ter podrobneje proučiti, zakaj je ponovljivost pri zdravih mladih odraslih nekoliko slabša.

■ Literatura

1. Bishop, C., Lake, J., Loturco, I., Papadopoulos, K., Turner, A. in Read, P. (2021). Interlimb Asymmetries: The Need for an Individual Approach to Data Analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(3), 695. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002729>
2. Bruijn, S. M. in Van Dieën, J. H. (2018). Control of human gait stability through foot placement. *Journal of The Royal Society Interface*, 15(143), 20170816. <https://doi.org/10.1098/rsif.2017.0816>
3. Chatzistergos, P. E., Healy, A., Balasubramanian, G., Sundar, L., Ramachandran, A. in Chockalingam, N. (2020). Reliability and validity of an enhanced paper grip test; A simple clinical test for assessing lower limb strength. *Gait & Posture*, 81, 120–125. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.07.011>
4. Chou, S.-W., Cheng, H.-Y. K., Chen, J.-H., Ju, Y.-Y., Lin, Y.-C. in Wong, M.-K. A. (2009). The role of the great toe in balance performance. *Journal of Orthopaedic Research*, 27(4), 549–554. <https://doi.org/10.1002/jor.20661>
5. Costa, D. C., Valente-dos-Santos, J., Celis-Moreno, J. M., Sousa-e-Silva, P., Martinho, D. V., Duarte, J. P., Oliveira, T., Tavares, O. M., Castanheira, J. M., Soles-Gonçalves, R., Pereira, T., Conde, J., Courteix, D., Thivel, D. in Coelho-e-Silva, M. J. (2023). Learning effect on an isokinetic knee strength test protocol among male adolescent athletes. *PLOS ONE*, 18(7), e0288382. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288382>

6. Durfee, W. K. in Iazzo, P. A. (2006). Rehabilitation and Muscle Testing. V J. G. Webster (ur.), *Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation* (1. izd.). Wiley. <https://doi.org/10.1002/0471732877.emd226>
7. Fousekis, K., Tsepis, E., Poulmedis, P., Athanasopoulos, S. in Vagenas, G. (2011). Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. *British Journal of Sports Medicine*, 45(9), 709–714. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.077560>
8. Hopkins, W. G. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 30(1), 1–15. <https://doi.org/10.2165/00007256-200030010-00001>
9. Humphrey, L. R. in Hemami, H. (2010). A computational human model for exploring the role of the feet in balance. *Journal of Biomechanics*, 43(16), 3199–3206. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2010.07.021>
10. Koo, T. K. in Li, M. Y. (2016). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
11. Kozinc, Ž., Smajla, Darjan, Trajković, Nebojša in and Šarabon, N. (2022). Reliability of EasyForce Dynamometer for Assessment of Maximal Knee and Hip Strength, and Comparison to Rigid Isometric Dynamometers with External Fixation. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 26(3), 232–244. <https://doi.org/10.1080/1091367X.2021.2019037>
12. Mansi, M. K., Chockalingam, N. in Chatzistergos, P. E. (2023). An exploration of the mechanistic link between the enhanced paper grip test and the risk of falling. *The Foot*, 57, 102059. <https://doi.org/10.1016/j.foot.2023.102059>
13. Mansi, M. K., Chockalingam, N. in Chatzistergos, P. E. (2024). The enhanced paper grip test can substantially improve community screening for the risk of falling. *Gait & Posture*, 108, 157–163. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2023.12.006>
14. Mital, A. in Kumar, S. (1998). Human muscle strength definitions, measurement, and usage: Part I – Guidelines for the practitioner. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 22(1–2), 101–121. [https://doi.org/10.1016/S0169-8141\(97\)00070-X](https://doi.org/10.1016/S0169-8141(97)00070-X)
15. Perry, M. C., Carville, S. F., Smith, I. C. H., Rutherford, O. M. in Newham, D. J. (2007). Strength, power output and symmetry of leg muscles: effect of age and history of falling. *European Journal of Applied Physiology*, 100(5), 553–561. <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0247-0>

16. Ramsey, K. A., Rojer, A. G. M., D'Andrea, L., Otten, R. H. J., Heymans, M. W., Trappenburg, M. C., Verlaan, S., Whittaker, A. C., Meskers, C. G. M. in Maier, A. B. (2021). The association of objectively measured physical activity and sedentary behavior with skeletal muscle strength and muscle power in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 67, 101266. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2021.101266>
17. Skuk, N., Chatzistergos, P. E. in Kozinc, Ž. (2024). Reliability of enhanced paper grip test for testing foot strength in volleyball and soccer players. *Physical Therapy in Sport*, 67, 155–160. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2024.05.004>
18. Tang, W., Hu, J., Zhang, H., Wu, P. in He, H. (2015). Kappa coefficient: a popular measure of rater agreement. *Shanghai Archives of Psychiatry*, 27(1), 62–67. <https://doi.org/10.11919/j.issn.1002-0829.215010>
19. Tilingier, N. (2017). Vpliv gibljivosti spodnjih udov na ravnotežje pri starostnikih: pregled literature [na spletu]. Diplomsko delo. [Dostopano 23 april 2025]. Pridobljeno s <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?lang=slv&id=93047>
20. Trajković, N., Kozinc, Ž., Smajla, D. in Šarabon, N. (2022). Interrater and Intrarater Reliability of the EasyForce Dynamometer for Assessment of Maximal Shoulder, Knee and Hip Strength. *Diagnostics*, 12(2), 442. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12020442>
21. Tsekoura, M., Pantou, M., Fousekis, K., Bililis, E., Gliatis, J. in Tsepis, E. (2023). Reliability and clinical applicability of lower limb strength using an enhanced paper grip strength. *European Journal of Translational Myology*, 33(4), 11841. <https://doi.org/10.4081/ejtm.2023.11841>
22. Wang, H.-K., Chen, C.-H., Shiang, T.-Y., Jan, M.-H. in Lin, K.-H. (2006). Risk-factor analysis of high school basketball-player ankle injuries: a prospective controlled cohort study evaluating postural sway, ankle strength, and flexibility. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(6), 821–825. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.02.024>
23. Žura, E., Jakob, G. B., Chatzistergos, P. in Kozinc, Ž. (2025). Assessment of the enhanced paper grip test for quantifying balance deficits in people with multiple sclerosis: A reliability and applicability study. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, 95. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2025.106321>

Nika Kaurin
Dipl. Kineziologinja
97210225@student.upr.si