



## INDEKS PREHRANE POVEZAN S PLANTARNIM PRITISKOM KOD ŽENA STARIJE ŽIVOTNE DOBI

### DIETARY INDEX ASSOCIATED WITH PLANTAR PRESSURE IN OLDER WOMEN

Lovro Štefan

Kineziološki fakultet, Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska

#### SAŽETAK

Iako su dosadašnja istraživanja pokazala da je prehrana značajno povezana s nekim biomehaničkim parametrima stopala, posebno brzinom hodanja, malo se zna može li veće pridržavanje preporuka prehrane starijih odraslih osoba biti povezana s funkcijom stopala, posebno s nižim razinama vršnog plantarnog tlaka. Stoga je glavna svrha istraživanja bila istražiti je li viša razina prehranbenog indeksa kod starijih osoba povezana s nižim vršnim plantarnim pritiskom. Sto dvadeset starijih odraslih osoba  $\geq 60$  godina sudjelovalo je u ovom poprečno-presječnom istraživanju. Za procjenu razine pridržavanja prehranbenih preporuka za starije odrasle osobe koristili smo ocjenu indeksa prehranbenih navika. Plantarni pritisci ispod prednjeg, stopala i stražnjeg dijela stopala određeni su uz pomoć plantarne platforme za mjerenje pritiska. Pearsonov koeficijent korelacije korišten je za izračunavanje odnosa. Viši indeks prehrane starijih osoba bio je značajno povezan s nižim vršnim plantarnim pritiskom ispod prednjeg dijela stopala ( $r = -0.45$ ,  $p < 0.001$ ) i stražnjeg dijela noge ( $r = -0.37$ ,  $p < 0.001$ ), dok nije postojala značajna povezanost s plantarnim pritiskom ispod srednjeg dijela stopala ( $r = -0.15$ ,  $p = 0.113$ ). Kad smo model prilagodili s dobi, indeksu tjelesne mase i brzini hodanja, viši indeks prehrane starijih osoba ostao je značajno koreliran s nižim vršnim plantarnim pritiskom ispod prednjeg dijela stopala ( $r = -0.41$ ,  $p < 0.001$ ) i stražnjeg dijela stopala ( $r = -0.32$ ,  $p < 0.001$ ). Ovo istraživanje pokazuje da je veće pridržavanje prehranbenih preporuka u značajnoj vezi povezan s nižim plantarnim pritiskom prednjeg i stražnjeg dijela stopala kod starijih žena.

*Ključne riječi: gerijatrija, biomehanika, relacije, sila*

#### SUMMARY

Although previous evidence has shown that diet is significantly correlated to some biomechanical foot parameters, especially gait velocity, little is known whether higher adherence to diet recommendations for older adults may be correlated with foot function, especially lower levels of peak plantar pressure. Therefore, the main purpose of the study was to explore if higher level of Elderly Dietary Index score was correlated with lower peak plantar pressures. One-hundred and twenty older adults aged  $\geq 60$  years participated in this cross-sectional study. To assess the level of adherence to nutritional recommendations for older adults, we used Elderly Dietary Index score. Plantar pressures beneath the forefoot, midfoot and hindfoot regions of the foot were determined by pressure platform. Pearson's coefficient of correlations and partial correlations were used to calculate the relationships. In unadjusted model, higher Elderly Dietary Index was significantly correlated with lower peak plantar pressure beneath the forefoot ( $r = -0.45$ ,  $p < 0.001$ ) and hindfoot ( $r = -0.37$ ,  $p < 0.001$ ) region, while no significant correlation with peak plantar pressure beneath the midfoot region ( $r = -0.15$ ,  $p = 0.113$ ) was observed. When we adjusted for age, body-mass index and gait velocity, higher Elderly Dietary Index remained significantly correlated with lower peak plantar pressure beneath the forefoot ( $r = -0.41$ ,  $p < 0.001$ ) and hindfoot ( $r = -0.32$ ,  $p < 0.001$ ) region. This study shows that higher adherence to nutritional recommendations is significantly correlated with lower forefoot and hindfoot peak plantar pressures in older women.

*Keywords: elderly, biomechanics, nutrition, associations, force*

## UVOD

Prevalencija starijih odraslih osoba u dobi  $\geq 60$  godina porasla je za 2% u posljednjih 50 godina<sup>20</sup>. Procjenjuje se da će se do 2050. godine taj broj povećati za 22%<sup>20</sup>. Tijekom prošlog stoljeća glavni uzroci smrti pripisivali su se zaraznim bolestima, dok su se u posljednja dva desetljeća uzroci pripisivali kroničnim bolestima, uključujući srčano-žilne, metaboličke i probleme mišićno-koštanog sustava<sup>8</sup>. Na većinu takvih zdravstvenih stanja često utječe i prehrana<sup>8</sup>. Optimalna prehrana smatra se modificiranom i složenom konstrukcijom koja pruža mnoge zdravstvene koristi, uključujući bolji imunološki sustav<sup>17</sup> i prevenciju mnogih bolesti<sup>6</sup>. Iako dobro dokumentirane<sup>6,17</sup>, studije su pokazale da je pridržavanje optimalnih prehrambenih preporuka kod starijih odraslih osoba vrlo slabo<sup>1</sup>. Konzumiraju manje od preporučene količine voća i povrća<sup>18</sup>, što može uzrokovati veću učestalost kroničnih bolesti i prijevremenu smrt.

Prethodne studije pokazale su da je među brojnim čimbenicima povezanim s prehranom<sup>18</sup> samo nekoliko njih istraživalo povezanost između prehrambenih navika i biomehaničkih parametara stopala<sup>4,13,14,16</sup>. Starije odrasle osobe pate od oslabljene strukture i funkcije stopala, uključujući ravna stopala, intrinzična slabost mišića stopala, smanjena plantarna taktilna osjetljivost i sporija brzina hodanja<sup>19</sup>. Većina studija ispitala je odnos između tjelesnog sastava i brzine hodanja<sup>4,14,16</sup>, dok je druga imala za cilj istražiti povezanost između pridržavanja mediteranske prehrane i karakteristika tjelesne slabosti<sup>13</sup>. Od mnogih devijacija funkcije stopala koje dolaze s godinama, starije odrasle osobe također stvaraju značajno veći vršni plantarni pritisak ispod različitih područja stopala, u usporedbi s mlađim pojedincima<sup>19</sup>. Takav se mehanizam često objašnjava smanjenjem mišićne mase u donjim ekstremitetima i poremećenom propriocepcijom što povećava rizik od pada<sup>19</sup>.

Prema dostupnoj literaturi i prema najboljim saznanjem autora, do danas nismo pronašli nijednu studiju koja bi sustavno istraživala povezanost prehrane i vršnog plantarnog pritiska kod starijih osoba. Ova je specifična populacija u iznimnoj opasnosti za povećanjem tjelesne mase zbog nepravilnih prehrambenih navika. Također, oni više vremena provode sjedilački<sup>7</sup> i imaju nižu razinu tjelesne kondicije<sup>11</sup> što dodatno može povećati plantarni pritisak i poremetiti normalno pridržavanje zdrave prehrane.

Stoga je glavna svrha istraživanja bila istražiti je li viša razina prehranbenog indeksa starijih osoba povezana s nižim vršnim plantarnim pritisacima.

## ISPITANICI I METODE

U istraživanju je sudjelovalo sto dvadeset starijih odraslih osoba  $\geq 60$  godina. Detaljniji opis metodologije studije, veličina uzorka i kriteriji za uključivanje temelje se na prethodno objavljenim istraživanjima<sup>11</sup>. Svi sudionici dali su pismeni informirani pristanak prije sudjelovanja u

istraživanju. Svi postupci provedeni u ovom istraživanju bili su anonimni i prema Helsinškoj deklaraciji koju je također odobrio Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Etički kodni broj: 2019).

Za procjenu prehrambenih obrazaca koristili smo ocjenu prehranbenog indeksa starijih osoba<sup>12</sup>. Detaljnije informacije o upitniku i protokolu bodovanja opisane su drugdje<sup>12</sup>. Istraživanje Kourlaba i sur.<sup>12</sup> pokazalo je da je indeks ishrane starijih osoba povezan s nekoliko ishoda povezanih sa zdravljem; to jest, veći rezultat povezan je s manjom vjerojatnošću da će imati barem jedan rizični čimbenik smrtnosti, pretilosti i kardiovaskularne bolesti.

Za procjenu nivoa vršnog plantarnog tlaka koristili smo Zebrisovu platformu (FDM; 109 GmbH, München, Njemačka; broj senzora: 11.264; brzina uzorkovanja: 100 Hz; područje senzora: 149 cm  $\times$  54.2 cm). Metodologija dinamičkog načina detaljno je opisana drugdje<sup>11</sup>. Sudionici su dobili upute da hodaju bosi preko platforme za pritisak. Softver je generirao podatke o najvišim plantarnim pritiscima (N / cm<sup>2</sup>) ispod prednjeg, srednjeg i stražnjeg dijela stopala. Objektivno smo izmjerili visinu i masu pomoću prijenosnog stadiometra i vage Seca. Indeks tjelesne mase izračunat je dijeljenjem mase u kilogramima s kvadratnom visinom u metrima. Sudionici su sami izvijestili o svojoj kronološkoj dobi. Pokazalo se da brzina hoda značajno korelira s prehranom, pa smo je uključili u analize<sup>11</sup>. Podaci o brzini hoda dobiveni su korištenjem iste platforme. Nakon što je sudionik prešao preko platforme, softver je generirao vremenske parametre, uključujući brzinu kretanja u km / h.

Osnovni opisni statistički podaci prikazani su kao srednja vrijednost  $\pm$  SD. Veze između indeksa prehrane starijih osoba i vršnog plantarnog pritiska ispod različitih područja stopala izračunate su korištenjem Pearsonovog koeficijenta korelacije (r). Izračunali smo djelomične koeficijente korelacije kako bismo procijenili odnos između indeksa prehrane starijih osoba i vršnog plantarnog pritiska dodatno prilagođenog dobi, indeksu tjelesne mase i brzini hodanja. Sve su analize provedene u Statističkim paketima za društvene znanosti (SPSS Inc., Chicago, Illinois, SAD) sa statističkom značajnošću  $p < 0.05$ .

## REZULTATI

Osnovne opisne statistike sudionika istraživanja prikazane su u tablici 1. Najviši vršni plantarni pritisak zabilježen je ispod prednjeg dijela stopala, a slijedi mu stražnji i srednji dijelovi stopala.

U neprilagođenom modelu, viši indeks prehrane starijih osoba bio je značajno povezan s nižim vršnim plantarnim pritiskom ispod prednjeg dijela stopala ( $r = -0.45$ ,  $p < 0.001$ ) i stražnjeg dijela stopala ( $r = -0.37$ ,  $p < 0.001$ ), dok nije postojala značajna povezanost s plantarnim pritiskom ispod srednjeg dijela stopala ( $r = -0.15$ ,  $p = 0.113$ ). Kad smo model prilagodili dobi, indeksu tjelesne mase i brzini hodanja, viši indeks prehrane starijih osoba ostao

Tablica 1. Osnovni deskriptivni parametri sudionika studije ( $N = 120$ ).  
Table 1. Basic descriptive statistics of the study participants ( $N = 120$ ).

Varijable studije	Aritmetička sredina $\pm$ SD
Dob (godine)	71.01 $\pm$ 6.77
Visina (cm)	158.92 $\pm$ 21.41
Masa (kg)	70.29 $\pm$ 12.97
Indeks tjelesne mase ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	26.79 $\pm$ 4.42
Index prehrane (rezultat)	29.32 $\pm$ 4.01
Vršni plantarni pritisak ispod prednjeg dijela stopala ( $\text{N}/\text{cm}^2$ )	46.73 $\pm$ 10.65
Vršni plantarni pritisak ispod srednjeg dijela stopala ( $\text{N}/\text{cm}^2$ )	16.94 $\pm$ 7.41
Vršni plantarni pritisak ispod stražnjeg dijela stopala ( $\text{N}/\text{cm}^2$ )	31.57 $\pm$ 7.44
Brzina hoda (km/h)	3.00 $\pm$ 1.00

je značajno koreliran s nižim plantarnim pritiskom ispod prednjeg dijela stopala ( $r = -0.41$ ,  $p < 0.001$ ) i stražnjeg dijela stopala ( $r = -0.32$ ,  $p < 0.001$ ). Nisu primijećene značajne parcijalne korelacije između indeksa prehrane starijih osoba i plantarnog pritiska ispod srednjeg dijela stopala ( $r = -0.13$ ,  $p = 0.232$ ). Napominjemo, indeks prehrane starijih osoba bio je značajno povezan s dobi ( $r = -0.14$ ,  $p = 0.035$ ), indeksom tjelesne mase ( $r = -0.10$ ,  $p = 0.047$ ) i brzinom hoda ( $r = 0.25$ ,  $p < 0.001$ ). Primijećene su slične korelacije između dobi, indeksa tjelesne mase i brzine hodanja s vršnim plantarnim pritiscima ispod prednjeg i stražnjeg dijela stopala. Također, izračunali smo korelaciju između brzine hodanja i vršnog plantarnog pritiska i otkrili da je veća brzina hodanja značajno povezana s nižom razinom plantarnog pritiska ispod prednjeg dijela stopala ( $r = -0.32$ ,  $p < 0.001$ ), srednjeg dijela stopala ( $r = -0.24$ ,  $p = 0.008$ ) i stražnjeg dijela stopala ( $r = -0.21$ ,  $p = 0.019$ ).

## RASPRAVA

Glavna svrha studije bila je istražiti je li viša razina indeksa starijih osoba u korelaciji s nižim vršnim plantarnim pritiscima. Naše istraživanje pokazuje da je viši indeks ishrane starijih osoba u korelaciji s nižim plantarnim pritiskom ispod prednjeg i stražnjeg dijela stopala, čak i nakon prilagođavanja modela.

Neadekvatna i loša prehrana često dovodi do prekomjernog prirasta tjelesne mase i indeksa tjelesne mase, posebno kod starijih pojedinaca<sup>9</sup>. Biološki, oni prolaze kroz neke prirodne promjene, uključujući sarkopeniju, povećanje i preraspodjelu masti te gubitak nekih presudnih vitamina i minerala<sup>23</sup>. Konkretnije, studije su pokazale da nedostatak hranjivih sastojaka može dovesti do nezdravih navika, uključujući prekomjernu težinu i pretilost<sup>5</sup>, što dodatno dovodi do oštećenja funkcije stopala i većeg plantarnog pritiska<sup>14</sup>. Štoviše, vitamin D, koji povezuje kalcij sa koštanim sustavom, kontinuirano je u korelaciji

sa statusom prekomjerne težine / pretilosti<sup>21</sup>. Manjak takvog vitamina narušava sastav tijela (snižava razinu mišićne mase i povećava nivo masne mase), te povećava indeks tjelesne mase, što utječe na normalno hodanje<sup>21</sup>. Stoga takvi uvjeti mogu alternativno utjecati na strukturu i funkciju stopala i pogoršati visoku kvalitetu života. Budući da je ovo prva studija koja je ispitala povezanost prehrane i vršnog plantarnog pritiska, naši rezultati uspoređeni su s prijašnjima koji su koristili brzinu hodanja kao pokazatelj normalne karakteristike stopala<sup>4,13,14,16</sup>. Konkretno, istraživanje Misu i sur.<sup>16</sup> provedeno između 204 starije osobe nije pokazalo značajnu povezanost između prehranbenih obrazaca i brzine hodanja između pothranjenosti i pravilnih prehranbenih navika. Nedavno je jedno istraživanje pokazalo da su prekomjerna tjelesna masa i pretilost povezani sa sporijom brzinom hodanja u nacionalnom uzorku starijih odraslih osoba<sup>14</sup>. Pretilost je povezana s povećanim rizikom pogoršanja tjelesne funkcionalnosti starijih odraslih osoba<sup>22</sup>. Budući da je aritmetička srednja vrijednost indeksa tjelesne mase naš uzorak kategorizirala kao "prekomjerno težak", nagađamo da nagomilana tjelesna masa može dovesti do smanjene brzine hodanja, što često odstupa od normalne strukture i funkcije stopala i povećava rizik od višeg vršnog plantarnog pritiska<sup>15</sup>.

Naše istraživanje pokazuje da je viši indeks prehrane starijeg stanovništva samo u značajnoj korelaciji s prednjim i stražnjim dijelom stopala, ali ne i sa srednjim dijelom stopala. Ovakvi nalazi mogu se objasniti činjenicom da su prirodno najveći pritisci prisutni ispod prednjeg i stražnjeg dijela stopala, posebno u starijih odraslih osoba<sup>11</sup>. Područje stražnjeg dijela stopala prvi je dio koji dodiruje tlo, dok se najveći pritisci stvaraju tijekom faze potiskivanja ispod prednjeg dijela stopala. Budući da smo uključili naizgled zdrave pojedince koji nisu prijavili devijacije kod stopala, srednji dio stopala je pod manjim pritiskom tijekom hodanja. Nažalost, nismo prikupili podatke o strukturi stopala ili visini luka, pa ne možemo zaključiti može li

oštećena struktura stopala biti u korelaciji s nezdravim prehrambenim obrascima.

Starije odrasle osobe suočene su s mnogim posljedicama po zdravlje (više informacija potražite u odjeljku 'UVOD'). Neki od njih uključuju oslabljenu strukturu stopala i funkciju koja alternativno uzrokuje veći rizik od pada i prerane smrti<sup>15</sup>. S druge strane, stariji pojedinci ne slijede propisane prehrambene preporuke<sup>9</sup>, što može imati negativne učinke na neke biomehaničke parametre stopala, uključujući brzinu hodanja<sup>13</sup>. Iako je ovo poprečno-presječno istraživanje, s obzirom na važnost visokog pridržavanja prehrambenih preporuka za starije odrasle osobe koje su predložili Kourlaba i sur.<sup>15</sup>, posebne intervencije i strategije koje bi utjecale na odgovarajući unos hrane trebale bi se provoditi i pratiti unutar zajednice u kojoj stariji žive, kako bi se utvrdila uzročno-posljedična veza između prehrane i plantarnog pritiska.

Ova studija ima nekoliko ograničenja. Prvo, istraživanje je poprečno-presječno, tako da nismo u mogućnosti zaključiti o uzročnosti same povezanosti. Moguće je da viši vršni plantarni pritisci mogu dovesti do bolova i nelagode u stopalima, pri čemu takve osobe postaju neaktivnije, dobivaju dodatnu tjelesnu masu i ne ispunjavaju preporučenu razinu prehrane. Drugo, naša je veličina uzorka relativno mala, što je možda utjecalo na jačinu povezanosti. Treće,

naše istraživanje bazirali smo na uzorku koji živi u urbanom dijelu zemlje. Četvrto, korelacije dobivene u ovoj studiji možda nisu relevantne za manje zdrave pojedince iste dobi i spola. Peto, naša je studija obuhvatila samo žene i uključivanjem muškaraca u studiju, korelacije bi mogle biti različite, a mi bismo mogli učiniti generalizirati naša saznanja na oba spola. Na kraju, u modele nismo uključili nekoliko potencijalnih kovarijata, uključujući karakteristike stopala i dobivanje podataka o kroničnim bolestima, kao što je dijabetes. Dosadašnja istraživanja pokazala su da je dijabetes često povezan s prehranom i funkcijama stopala, što može dovesti do oslabljenih prehrambenih navika i viših razina vršnih plantarnih pritisaka<sup>2,3</sup>.

## ZAKLJUČCI

Naše istraživanje pokazuje da je viši indeks prehrane starijih osoba u korelaciji s nižim plantarnim pritiscima ispod prednjeg i stražnjeg dijela stopala, dok nije pronađena značajna povezanost ispod srednjeg dijela stopala. Iako smo utvrdili da je ovo poprečno-presječna studija i da se ne mogu uspostaviti uzročne korelacije, buduće studije trebale bi imati za cilj istražiti longitudinalne povezanosti između prehrambenih obrazaca i vršnog plantarnog pritiska utemeljenim na velikom uzorku starijih osoba oba spola.

## Literatura

1. Agarwalla R, Saikia AM, Baruah R. Assessment of the nutritional status of the elderly and its correlates. *J Fam Community Med* 2015; 22: 39-43.
2. Allan J, Munro W, Figgins E. Foot deformities within the diabetic foot and their influence on biomechanics: a review of the literature. *Prosthet Orthot Int* 2016; 40: 182-92.
3. Basnet S, Maiya A. Comparison of static plantar pressure in patients with diabetes and healthy individuals. *J Sci Med Sport* 2012; 15: 361.
4. Beavers KM, Beavers DP, Houston DK i sur. Associations between body composition and gait-speed decline: results from the Health, Aging, and Body Composition study. *Am J Clin Nutr* 2013; 97: 552-60.
5. Calton JB. Prevalence of micronutrient deficiency in popular diet plans. *J Int Soc Sports Nutr* 2010; 7: 24.
6. Danaei G, Singh GM, Paciorek CJ i sur. The global cardiovascular risk transition: Associations of four metabolic risk factors with national income, urbanization, and western diet in 1980 and 2008. *Circulation* 2013; 127: 1493-502.
7. de Rezende LF, Rodrigues Lopes M, Rey-López JP, Matsudo VK, Luiz Odo C. Sedentary behavior and health outcomes: an overview of systematic reviews. *PLoS One* 2014; 9: e105620.
8. Gorina Y, Hoyert D, Lentzner H, Goulding M. Trends in causes of death among older persons in the United States. *Aging Trends* 2005; 6: 1-12.
9. Govindaraju T, Sahle BW, McCaffrey TA, McNeil JJ, Owen AJ. Dietary patterns and quality of life in older adults: a systematic review. *Nutrients* 2018; 10: 971.
10. Harvey JA, Chastin SF, Skelton DA. How sedentary are older people? A systematic review of the amount of sedentary behavior. *J Aging Phys Act* 2015; 23: 471-87.
11. Kasović M, Štefan L, Zvonař M. Domain-specific and total sedentary behavior associated with gait velocity in older adults: the mediating role of physical fitness. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17: 593.
12. Kourlaba G, Polychronopoulos E, Zampelas A, Lionis C, Panagiotakos DB. Development of a diet index for older adults and its relation to cardiovascular disease risk factors: the Elderly Dietary Index. *J Am Diet Assoc* 2009; 109: 1022-30.
13. McClure R, Villani A. Greater adherence to a Mediterranean Diet is associated with better gait speed in older adults with type 2 diabetes mellitus. *Clin Nutr ESPEN* 2019; 32: 33-9.
14. Mendes J, Borges N, Santos A i sur. Nutritional status and gait speed in a nationwide population-based sample of older adults. *Sci Rep* 2018; 8: 4227.
15. Mickle KJ, Munro BJ, Lord SR, Menz HB, Steele JR. Foot pain, plantar pressures, and falls in older people: a prospective study. *J Am Geriatr Soc* 2010; 58: 1936-40.
16. Misu S, Asai T, Doi T i sur. Association between gait abnormality and malnutrition in a community-dwelling elderly population. *Geriatr Gerontol Int* 2017; 17: 1155-60.
17. Myles IA. Fast food fever: Reviewing the impacts of the Western diet on immunity. *Nutr J* 2014; 13: 61.
18. Nicklett EJ, Kadell AR. Fruit and vegetable intake among older adults: A scoping review. *Maturitas* 2013; 75: 305-12.
19. Scott G, Menz HB, Newcombe L. Age-related differences in foot structure and function. *Gait Posture* 2007; 26: 68-75.
20. United Nations. *World Population Prospects: The 2004 Revision*; UN: New York, NY, USA, 2005.
21. Vanlint S. Vitamin D and obesity. *Nutrients* 2013; 5: 949-56.
22. Wojzischke J, Diekmann R, Bauer JM. Obesity in old age and its importance for functionality and frailty. *J Gerontol Geriatr* 2016; 49: 573-80.
23. World Health Organization. *Keep fit for life*. Malta: World Health Organization, 2002.