



Miha Drobnič,
Nina Verdel, Hans-Christer Holmberg, Matej Supej

Garmin Running Dynamics Pod ni veljaven za določanje kontaktnih časov pri teku na mestu

Izvleček

Senzor Garmin Running Dynamics Pod uporabniku omogoča vpogled v več parametrov dinamike teka. Natančnost pridobljenih podatkov je ključnega pomena za uspešno spremljanje napredka pri športni vadbi. Ta največkrat poteka v primerem in temu namenjenem okolju, medtem ko je ob pojavu pandemije covid-19 velikokrat potekala v omejenem prostoru. Med pogostimi vajami v takšnih razmerah je tek na mestu. Cilj raziskave je bil preveriti veljavnost omenjene naprave pri izračunu kontaktnih časov, zato smo pridobile podatke primerjali s podatki z bilateralne pritiskovne plošče (zlati standard). Preizkušanci ($n = 11$; starost = 23 ± 3 leta; telesna masa = 74 ± 17 kg in telesna višina = 176 ± 10 cm) so opravili tri 20-sekundne teke na mestu z različno intenzivnostjo, ki so jo določili sami. Začeli so s počasnim, nadaljevali s srednjim in končali s hitrim tekom na mestu. Rezultati so pokazali statistično značilne razlike v vseh štirih pogojih (počasna, srednja, hitra in skupna frekvenca; $p < 0,001$) z najmanjšo pristranostjo pri visoki frekvenci ($-81,5 \pm 18,4$ ms). Naprava Garmin Running Dynamics Pod je namenjena zajemanju parametrov pri navadnem teku, vendar se je za določanje kontaktnih časov pri teku na mestu v primerjavi z zlatim standardom izkazala za neveljavno.

Ključne besede: tek na mestu, kontaktni čas, Garmin Running Dynamics Pod



Garmin Running Dynamics Pod is not valid for determining contact times while running in place

Abstract

Garmin Running Dynamics Pod is a sensor that gives a user an insight into several parameters of running dynamics. The accuracy of the data obtained is crucial for the successful monitoring of progress in various sports. The aim of the research was to check the validity of the mentioned device in the determination of contact times, so we compared the obtained data with the data from the bilateral force plate (gold standard). Subjects ($n = 11$; age = 23 ± 3 years; body weight = 74 ± 17 kg and body height = 176 ± 10 cm) performed three 20-second bouts of running in place of varying intensity, all self-chosen. They started with a slow, followed by medium and finished with a fast intensity. The results showed statistically significant differences in all four conditions (slow, medium, fast, and total frequency; $p < 0.001$) with the lowest bias at high frequency (-81.5 ± 18.4 ms). The Garmin Running Dynamics Pod is designed to calculate running parameters in normal conditions, but it has proved invalid compared to the gold standard for determining running in place contact times.

Keywords: running in place, contact time, Garmin Running Dynamics Pod

■ Uvod

S pandemijo covida-19 smo zaznali precejšen upad časa, v katerem je posameznik, namenoma ali ne, telesno aktiven. Število korakov na dan se je zmanjšalo za več kot polovico (Giuntella, Hyde, Saccardo in Sadoff, 2020), vrednost MET (metabolični ekvivalent) je upadla za 1873 minut na teden (Colja, Horvat in Kambič, 2021). V Sloveniji se je gibalna učinkovitost otrok zaradi dvomesečnega zaprtja leta 2020 znižala kar za 13 % (Jurak idr., 2021), odrasli prebivalci Španije so v enakem obdobju za 16,8 % zmanjšali čas telesne aktivnosti in kar za 58,2 % čas hoje v vsakdanjem življenju (Castañeda-Babarro, Arbillaga-Etxarri, Gutiérrez-Santamaría in Coca, 2020). Takšna sprememba življenjskega sloga ima negativne dolgoročne posledice za posameznikovo zdravje, saj povečuje tveganje za nenalezljive bolezni (Booth, Roberts in Laye, 2012), to pa dodatno obremenjuje zdravstveni sistem. V raziskavi Parm, Aluoja, Tomingas in Tamm (2021) je kar 27,5 % vrhunskih športnikov potrdilo, da so zaradi prekinitev treningov ob pojavu pandemije želeli končati svojo športno kariero. V takem obdobju je torej še toliko pomembnejše poiskati ustrezno alternativo splošni telesni aktivnosti, ki je v normalnih okoliščinah del vsakdana tako za rekreativce kot za športnike.

Ob pogostih zaprtjih in ustavitvah javnega življenja (»lockdown«) se je telesna vadba prestavila v domače okolje, kar prinaša izziv, kako izbrati vadbo in jo prilagoditi tako, da bo primerna za izvajanje v omejenem prostoru z manjšo izbiro športnih pripomočkov. Poleg sklec, »jumping jackov« in počepov je ena izmed vaj, ki se pogosto uporabljajo v omejenih pogojih, tek na mestu (Matthies, Harder, Bretterbauer, Ginter in Hellbrück, 2021). Do neke mere lahko nadomesti tek in tako predstavlja del vadbe za vzdržljivost oziroma hitrost.

Biomehansko vrednotenje telesnih dejavnosti, kot sta tek na mestu in tek, se običajno izvaja v laboratorijskem okolju z uporabo tekaških stez, pritiskovnih plošč in sistemov za tridimenzionalno kinematično analizo gibanja (Vannatta, Heinert in Kernozek, 2020). Ta pristop je običajno drag ter športnikom in trenerjem nedostopen, zato so alternativne in cenovno dostopne naprave zelo zaželeno. Pogosta izbira, ki ustreza omejenim pogojem, so senzorji z vgrajenimi pospeškometri. Z njimi lahko med drugim pridobimo podatke o kontaktnih časih. Kontaktni časi pri treniranih teka-

čih znašajo okoli 210 ms pri hitrosti 4,7 m/s, okoli 140 ms pri hitrosti 7,8 m/s (Nummela, Hämmäläinen in Rusko, 2007) in 310 ms pri hitrosti 2,9 m/s (Chan-Roper, Hunter, Myrer, Eggett in Seeley, 2012).

Pri vsaki novi napravi, zasnovani za športne ali klinične namene, je treba najprej preveriti njeno veljavnost in zanesljivost. Čeprav so nosljivi senzorji trenutno vodilni trend v fitnes industriji (»Wearable Tech Named Top Fitness Trend for 2022«, 2021; Thompson, 2021), se te naprave pogosto tržijo s pretiranimi trditvami o natančnosti rezultatov, ki so brez trdne znanstvene podlage. Podatki, ki jih pridobimo, so zato lahko nezanesljivi, nekoristni ali celo škodljivi za končnega uporabnika (Düking, Fuss, Holmberg in Sperlich, 2018; Sperlich in Holmberg, 2016).

Garmin Running Dynamics Pod je komercialni senzor z vgrajenim pospeškometerom, ki uporabniku omogoča vpogled v šest parametrov dinamike teka, tudi kontaktnih časov. Ob pregledu literature nismo zasledili raziskave, ki bi preverila veljavnost omenjenega senzorja pri izračunu kontaktnih časov pri teku. Prav tako nismo zasledili podatkov o kontaktnih časih pri teku na mestu, zato je bil naš prvi namen preveriti, kakšne so vrednosti tega parametra, in ugotoviti skladnost izdelka na trgu (Running Dynamics Pod) z zlatim standardom (pritiskovna plošča).

■ Metode

Preizkušanci

V raziskavo je bilo vključenih 11 merjencev (starost = 23 ± 3 leta; telesna masa = 74 ± 17 kg in telesna višina = 176 ± 10 cm), ki so bili vnaprej seznanjeni s potekom meritev. Raziskavo je odobrila Komisija za etična vprašanja na področju športa Univerze v Ljubljani (033-16/2021-2). Vsi merjenci so bili telesno aktivni vsaj 5 ur na teden in v zadnjem obdobju niso bili poškodovani. Prav tako so pred začetkom podpisali izjavo, da se strinjajo s potekom meritev in da se njihovi podatki lahko uporabijo za objavo tega članka.

Postopek in pripomočki

Merjenci so izvedli 3 zaporedne 20-sekundne teke na mestu. Začeli so s počasno, nadaljevali s srednjo in končali z visoko frekvenco teka. Najprej so vsaj 5 sekund stali pri miru, za začetek in vsak prehod v naslednji 20-sekundni tek pa so prejeli zvočni signal. Frekvence teka so določili sami, ven-

dar z navodilom, naj intenzivnost frekvence v vsakem novem 20-sekundnem intervalu čim bolj enakomerno naraste.

Vsak izmed merjencev je bil opremljen z Running Dynamics Pod proizvajalca Garmin (Garmin, d. o. o., Olathe, Kansas, ZDA). V skladu z navodili smo ga namestili na spodnji ledveni del telesa. Tek na mestu je bil izveden na bilateralni pritiskovni plošči (S2P, Science to Practice, d. o. o., Ljubljana, Slovenija). Zajem podatkov je pri Garmin Running Dynamics Podu potekal prek ure Forerunner 945 (Garmin, d. o. o., Olathe, Kansas, ZDA), medtem ko je bila pritiskovna plošča S2P povezana z analogno-digitalnim pretvornikom Dewe-43 in programsko opremo DewesoftX (oboje Dewesoft, d. o. o., Trbovlje, Slovenija).

Garmin Running Dynamics Pod (Slika 1) je senzor dinamike teka, ki hkrati meri 6 parametrov teka: (1) kadenco, (2) kontaktni čas, (3) razmerje kontaktnih časov med levo in desno nogo, (4) dolžino koraka, (5) navpično nihanje ter (6) razmerje med navpičnim nihanjem in dolžino koraka (»Running Dynamics Pod«, 2022). Za našo raziskavo smo uporabili podatke o kontaktnem času.

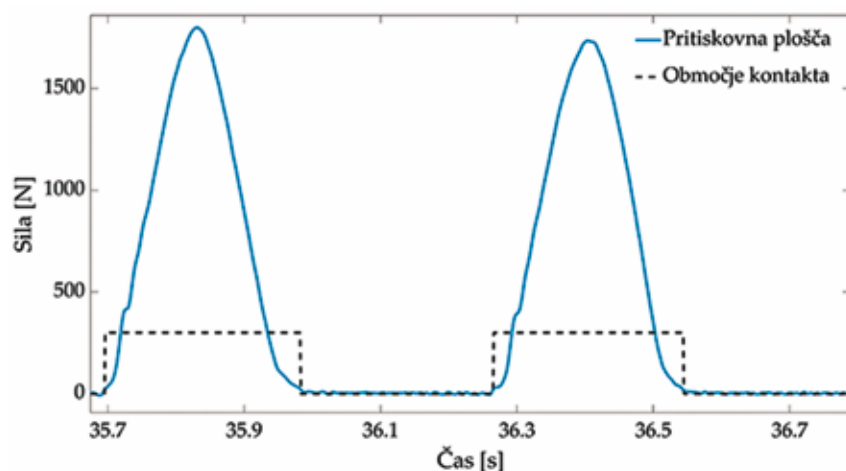


Slika 1. Namestitev senzorja Garmin Running Dynamics Pod na spodnji ledveni del trupa

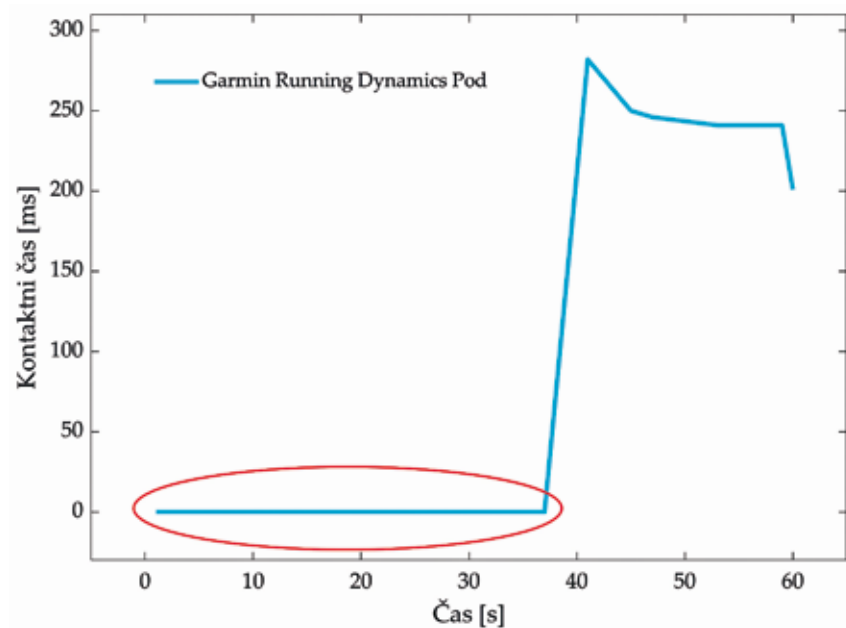
Obdelava podatkov

Podatki o sili s pritiskovne plošče so bili zajeti s frekvenco 1000 Hz, podatki o kontaktnih časih z naprave Garmin Running Dynamics Pod pa s frekvenco 1 Hz. Sinhronizacijo smo opravili prek časovnega žiga obeh naprav, kar pomeni, da so podatki naprav usklajeni na sekundo natančno. Glede na frekvenco zajema podatkov pri Garmin

Running Dynamics Podu je to najvišja natančnost, ki smo jo lahko dosegli. Kontaktne čase, ki jih je izračunal Garmin Running Dynamics Pod, smo pridobili z ure Garmin Forerunner 945 prek aplikacije Garmin Connect. Za izračun kontaktnih časov s pritiskovne plošče smo uporabili prag sile 20 N (Smith, Preece, Mason in Bramah, 2015) (Slika 2). Pozneje smo za statistično analizo in primerjavo z Garmin Running Dynamics Podom kontaktne čase s pritiskovne plošče povprečili na 1 sekundo. V nekaterih primerih Garmin ni podal podatkov o kontaktnem času, zato smo te podatke izločili iz analize (Slika 3).



Slika 2. Polna črta na diagramu prikazuje silo leve noge na pritiskovni plošči, medtem ko črtkana črta zaseda vrednosti, različne od nič, ko je sila prešla 20 N v smeri navzgor in do trenutka, dokler ni prešla 20 N v smeri navzdol. Gre torej za časovno območje stika leve noge s podlago.



Slika 3. Diagram prikazuje kontaktne čase pri eni meritvi, ki jih je izračunal Garmin. Gre za primer, kjer Garmin ni podal vseh podatkov o kontaktnem času. Z rdečo elipso označene podatke smo odstranili iz analize.

Normalnost porazdelitve podatkov smo preverili s Kolmogorov-Smirnovim testom. Ker je bila pri vseh podatkih normalnost porazdelitve zavržena ($p < 0,05$), smo uporabili neparametrične teste. Za preverbo pristranosti med napravama smo uporabili Wilcoxonov test predznačenih rangov, medtem ko smo meje skladnosti preverili z neparametričnim Bland-Altmanovim pristopom. Celotna obdelava je bila izvedena s programsko opremo MATLAB (verzija R2020b, The MathWorks Inc., Natick, Massachusetts, ZDA). Za raven statistične značilnosti smo vzeli vrednost $p < 0,05$.

Rezultati

V Tabeli 1 je prikazana primerjava obeh sistemov pri nizki, srednji in visoki frekvenci teka na mestu ter tudi pri vseh frekvencah skupaj. Pri vseh štirih primerjavah smo ugotovili statistično značilne razlike med Garmin Running Dynamics Podom in bilateralno pritiskovno ploščo.

Povprečna pristranost je najnižja pri visoki frekvenci ($-81,5 \pm 18,4$ ms) in najvišja pri nizki frekvenci ($119,7 \pm 31,2$ ms). Prav tako so meje skladnosti najnižje pri visoki frekvenci ($-119,8$ do $-47,8$ ms) in najvišje pri nizki frekvenci ($-184,8$ do $-73,8$ ms), kar je prikazano na pripadajočih Bland-Altmanovih diagramih (Slika 4).

Razprava

Glavna ugotovitev naše raziskave je, da senzor Garmin Running Dynamics Pod ni veljaven instrument za merjenje kontaktnih časov pri teku na mestu. Ponovljivost ni bila preverjena, ker so merjenci sami izbrali frekvenco teka na mestu in tako ne bi mogli zagotoviti enakih pogojev pri primerjavi obeh ponovitev.

Vrednosti kontaktnih časov, pridobljene z Garmin Running Dynamics Podom, smo primerjali z bilateralno pritiskovno ploščo S2P, ki smo jo uporabili kot zlati standard. Povprečen kontaktni čas, izmerjen s pritiskovno ploščo pri srednji frekvenci, je bil 316,1 ms, kar je primerljivo s kontaktnimi časi na maratonskem teku, ki so v raziskavi Chan-Roper idr. (2012) znašali 310 ms pri hitrosti 2,89 m/s na 40. kilometru. Pri hitri frekvenci smo izmerili kontaktne čase 267,8 ms, kar je nekoliko manj, kot so znašale vrednosti maratoncev na 8. kilometru (290 ms pri hitrosti 3,23 m/s) v omenjeni študiji.

Garmin Running Dynamics Pod je v vseh štirih pogojih (nizka, srednja, visoka in vse frekvence skupaj) precej podcenil (negativna pristranost) vrednosti glede na zlati standard. Od nizke ($-119,7$ ms) do visoke ($-81,5$ ms) frekvence se je pristranost sicer zmanjševala, vendar je bila še zmeraj precej večja od dveh raziskav, pri katerih so preverjali veljavnost komercialnega senzorja s sistemom za tridimenzionalno kinematično analizo oziroma s tekočo preprogo, opremljeno s pritiskovnimi senzorji. V teh dveh primerih je povprečna pristranost pri teku na tekoči preprogi znašala le 10 ms (Adams, Pozzi, Carrol, Rombach in Zeni, 2016; Lorimer, Wader in Pearson, 2016). Z

Tabela 1

Primerjava izračuna kontaktnih časov teka na mestu (povprečje $\pm$ standardna deviacija) pri počasni, srednji, hitri in skupni frekvenci

Frekvenca	Pritiskovna plošča [ms]	Garmin [ms]	Pripranost [ms]	p-vrednost	Meje skladnosti [ms]
Nizka	368,6 $\pm$ 39,4	249,0 $\pm$ 27,4	-119,7 $\pm$ 31,2	< 0,001	-184,8 do -73,8
Srednja	316,1 $\pm$ 43,2	214,9 $\pm$ 32,6	-101,2 $\pm$ 28,4	< 0,001	-155,8 do -55,9
Visoka	267,8 $\pm$ 50,9	186,3 $\pm$ 46,7	-81,5 $\pm$ 18,4	< 0,001	-119,8 do -47,8
Skupaj	316,3 $\pm$ 61,0	216,0 $\pm$ 44,8	-100,3 $\pm$ 30,7	< 0,001	-165,0 do -54,0

višanjem frekvence teka na mestu so se opazno zmanjševale tudi meje skladnosti. Razpon je pri nizki frekvenci znašal 111 ms, pri srednji 99,9 ms in pri visoki frekvenci 72 ms. Pri vseh frekvencah skupaj je razpon mej skladnosti znašal 111 ms, kar je 31 ms več kot pri Adams idr. (2016).

Rezultati kažejo, da Garmin Running Dynamics Pod ni uporaben za povratno informacijo o kontaktnih časih pri teku na mestu. Torej v primeru karantene ali drugih

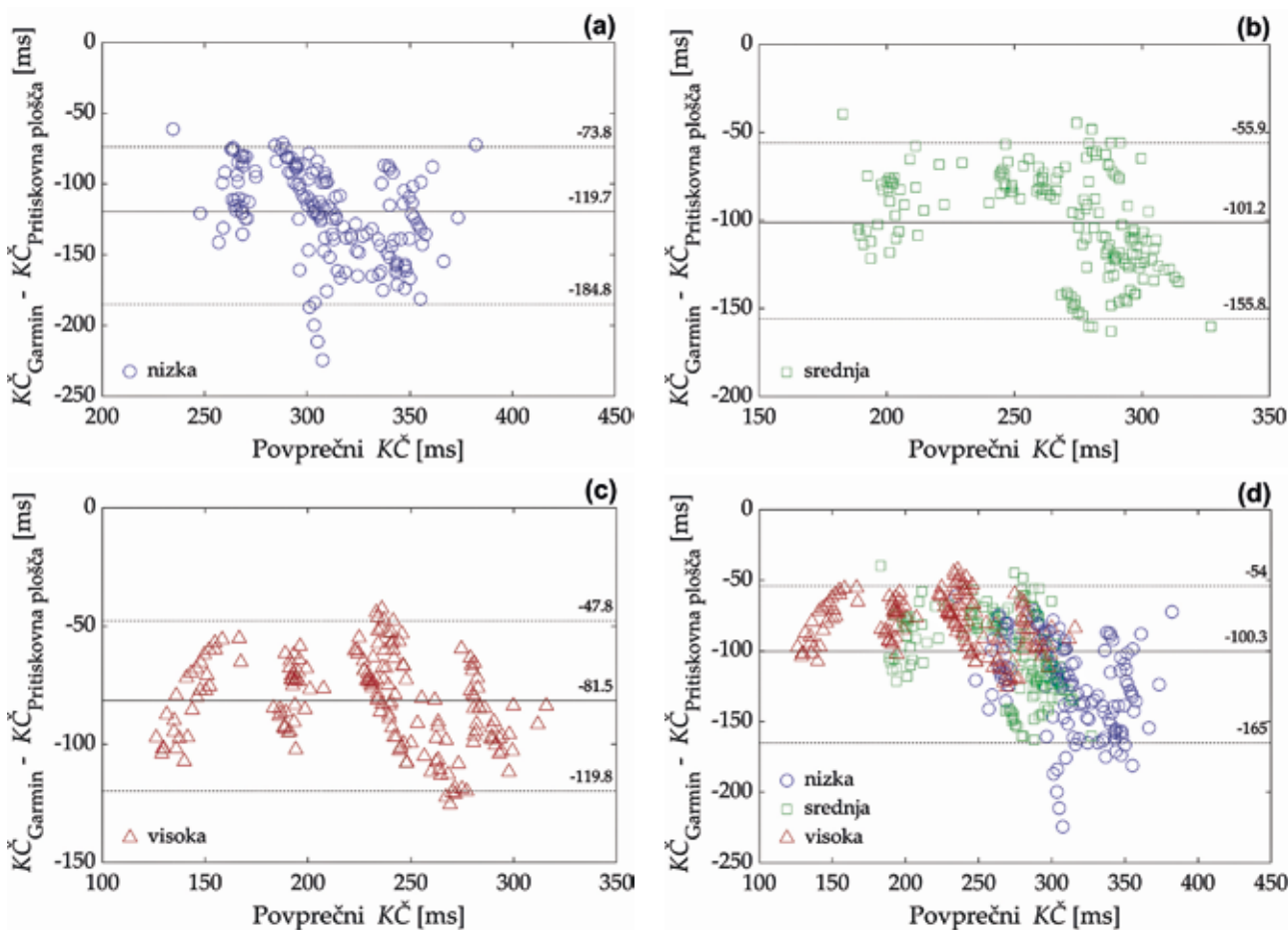
razlogov vadbe doma vadeči pri teku na mestu ne bo mogel natančno spremljati kontaktnih časov z omenjenim senzorjem. Poleg tega trenutno ne poznamo komercialne naprave, ki bi imela v znanstveni literaturi preverjeno veljavnost za določanje kontaktnih časov pri tej vaji. Ker Garmin Running Dynamics Pod vključuje še pet drugih parametrov teka, od katerih bi bila dva primerna za analizo teka na mestu (kadenca in navpično nihanje), ne moremo

reči, da je senzor v celoti neveljaven, saj tega nismo preverili.

Omejitev naše študije je določitev frekvence teka na mestu, ki so jo merjenci določili sami. Tako so lahko dosegli svojo maksimalno frekvenco teka na mestu, ki je lahko oblika vadbe na mestu, vendar smo si s tem onemogočili oceno ponovljivosti obeh naprav. Merjenci bi tako pri naslednji ponovitvi težko izbrali enake frekvence kot v prejšnjem poskusu, kar bi v našem primeru onemogočilo primerjavo ponovljivosti kontaktnih časov.

Zaključek

Zaključimo lahko, da senzor dinamike teka Garmin Running Dynamics Pod ni primeren za izračun kontaktnih časov pri teku na mestu. Ker gre za senzor, razvit za navaden tek (»Running Dynamics Pod«, 2022), lahko pričakujemo, da bi bila v teh pogojih pri-



Slika 4. Bland-Altmanov diagram primerjave kontaktnih časov (KČ), izmerjenih z Garmin Running Dynamics Podom in bilateralno pritiskovno ploščo pri (a) nizki frekvenci, (b) srednji frekvenci, (c) visoki frekvenci in (d) za lažjo primerjavo pri vseh frekvencah skupaj. Modri krogi = nizka frekvenca, zeleni kvadrati = srednja frekvenca, rdeči trikotniki = hitra frekvenca. Prekinjeni črti predstavljata meje skladnosti, medtem ko polna črta predstavlja pristranost.

stranost skupaj z mejami skladnosti manjša. Za potrditev napisanega bi bilo treba opraviti še raziskavo veljavnosti v prej omenjenih okoliščinah.

Financiranje

Raziskavo sta financirala program Evropske unije za raziskave in inovacije Obzorje 2020 v okviru projekta št. 824984 in Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) v okviru projekta P5-0147.

Literatura

- Adams, D., Pozzi, F., Carroll, A., Rombach, A. in Zeni, J. (2016). Validity and reliability of a commercial fitness watch for measuring running dynamics. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 46(6), 471–476.
- Booth, F. W., Roberts, C. K. in Laye, M. J. (2012). Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Comprehensive Physiology*, 1143–1211.
- Castañeda-Babarro, A., Arbillaga-Etxarri, A., Gutiérrez-Santamaría, B. in Coca, A. (2020). Physical activity change during COVID-19 confinement. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 6878.
- Colja, E., Horvat, J. in Kambič, T. (2021). Vpliv epidemije COVID-19 na telesno dejavnost in splošno počutje pri rekreativno telesno dejavnih odraslih. *Šport*, 69(1/2), 275–280.
- Düking, P., Fuss, F. K., Holmberg, H.-C. in Sperlich, B. (2018). Recommendations for assessment of the reliability, sensitivity, and validity of data provided by wearable sensors designed for monitoring physical activity. *JMIR MHealth and UHealth*, 6(4).
- Giuntella, O., Hyde, K., Saccardo, S. in Sadoff, S. (2021). Lifestyle and mental health disruptions during COVID-19. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(9).
- Lorimer, A., Wader, M. in Pearson, S. N. (2016). Validation of contact time, step rate, and vertical oscillation as determined by the Garmin HRM-Run system (Raziskovalno poročilo). Pridobljeno s spletne strani Research gate: https://www.researchgate.net/publication/332708145_Validation_of_contact_time_step_rate_and_vertical_oscillation_as_determined_by_the_Garmin_HRM-Run_system
- Matthies, D. J. C., Harder, T., Bretterbauer, F., Ginter, V. in Hellbrück, H. (2021). FitFone: Tracking Home Workout in pandemic times. *The 14th Pervasive Technologies Related to Assistive Environments Conference*.
- Nummela, A., Hämmäläinen, I. in Rusko, H. (2007). Comparison of maximal anaerobic running tests on a treadmill and track. *Journal of Sports Sciences*, 25(1), 87–96.
- Jurak, G., Morrison, S. A., Kovač, M., Leskošek, B., Sember, V., Strel, J. in Starc, G. (2021). A covid-19 crisis in child physical fitness: Creating a barometric tool of Public Health Engagement for the Republic of Slovenia. *Frontiers in Public Health*, 9.
- Running Dynamics Pod*. (29. 5. 2022). Garmin. Pridobljeno s <https://www.garmin.com/sl-SI/p/561205>
- Smith, L., Preece, S., Mason, D. in Bramah, C. (2015). A comparison of kinematic algorithms to estimate gait events during Overground running. *Gait & Posture*, 41(1), 39–43.
- Sperlich, B. in Holmberg, H.-C. (2016). Wearable, yes, but able...?: It is time for evidence-based marketing claims! *British Journal of Sports Medicine*, 51(16), 1240.
- Thompson, W. R. (2021). Worldwide survey of fitness trends for 2021. *ACSM'S Health & Fitness Journal*, 25(1), 10–19.
- Vannatta, C. N., Heinert, B. L. in Kernozek, T. W. (2020). Biomechanical risk factors for running-related injury differ by sample population: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Biomechanics*, 75, 104991.
- Wearable Tech Named Top Fitness Trend for 2022*. (29.5.2022). ACSM. Pridobljeno s <https://www.acsm.org/news-detail/2021/12/30/wearable-tech-named-top-fitness-trend-for-2022>

asist. Miha Drobnič, mag. prof. šp. vzg.
Raziskovalec VII/2
miha.drobnic@fsp.uni-lj.si