

Слободанка Добријевић¹, Владимир Илић^{1,2}

¹Универзитет у Београду, Факултет спорта и физичког васпитања

²Универзитет у Београду, Медицински факултет

АНТРОПОМОРФОЛОШКЕ ВАРИЈАБЛЕ КАО ПРЕДИКТОРИ ТРАНЗИТНЕ БРЗИНЕ КОД ФИЗИЧКИ АКТИВНИХ ЖЕНА

ANTHROPOMORPHOLOGICAL VARIABLES AS PREDICTORS OF TRANSITION SPEED IN PHYSICAL ACTIVE WOMEN

Сажетак

Циљ овог истраживања био је да испита повезаност транзитне брзине и антропометријских и варијабли телесног састава код жена. У истраживању је учествовало 15 младих физички активних жена. Транзитне брзине преласка из ходања у трчање (WRT) и трчања у ходање (RWT) одређене су стандардним инкрементним методом. Антропометријске варијабле из простора лонгитудиналних и циркуларних мера процењиване су стандардним процедурама мерења. Резултати су показали да на вредност WRT брзине утичу лонгитудиналне, док на вредност RWT брзине утичу мере циркуларне димензионалности. Од варијабли телесног састава, маса мишића у доминантној ноzi показала је значајну повезаност са WRT и RWT, као и са просечном вредношћу транзитне брзине (PTS). Све наведене варијабле показале су умерену позитивну повезаност са транзитним брзинама и објашњавале су 30 – 41% варијансе транзитне брзине. На основу добијених резултата може се закључити да антропометријске и варијабле телесног састава нису варијабле које узрокују прелазак из ходања у трчање и обрнуто, али да у великој мери утичу на вредност транзитних брзина.

Кључне речи: ХОДАЊЕ / ТРЧАЊЕ / ЖЕНЕ

Abstract

The aim of this study was to investigate relations between transition speed and anthropometric and body composition variables with female sample. Fifteen young active women took part in experiment. Walk to run transition speed (WRT) and run to walk transition speed (RWT) were determined using the standard incremental protocol. Longitudinal and circular anthropometric variables were estimated using standard methods. Results revealed that WRT were influenced by longitudinal, but RWT were influenced by circular anthropometric measures. From body composition variables, dominant leg muscle mass showed significant correlation with WRT and RWT, as with average transition speed (PTS). All mentioned variables showed moderate correlation with transition speeds and they explained 30 – 41% of transition speed variance. On the basis of the obtained results it

can be concluded that the anthropometric and body composition variables are not triggers of the transition from walking to running and vice versa, but they greatly affect the value of transition speeds.

Key words: WALKING / RUNNING / WOMEN

1. УВОД

Феномен људског кретања, где се при повећању или смањењу брзине кретања, дешава спонтана транзиција из ходања у трчање или обратно, **дефинише се као транзитна брзина** (PTS – *Preferred Transition Speed*). Она се јавља при брзини око 2m/s (Hreljac, 1995a; Raynor, Yi, Abernethy, & Jong, 2002), а одвија у два смера: **из ходања у трчање** – WRT (*Walk to Run Transition Speed*) и **из трчања у ходање** – RWT (*Run to Walk Transition Speed*). WRT и RWT се код неких особа могу значајно разликовати и та појава назива се ефекат хистерезе. У том случају PTS се израчунава као аритметичка средина ове две брзине, мада *неки аутори препоручују да се оне засебно размајрају* (Ziv & Rotstein, 2009), посебно када су у питању истраживања која се баве биомеханичким и мишићним узроцима промене облика кретања.

Иако у последњих 30 година постоји велико интересовање научника за овај феномен, узроци спонтане конверзије кретних активности још увек нису у потпуности истражени. Механизам одговоран за прелазак из ходања у трчање и обратно, не може се објаснити утицајем неког појединачног фактора, већ се ради о мултифакторском феномену. До сада је испитиван утицај бројних фактора на овај феномен: **антропометријски** (Hreljac, 1995a; Šentija, Rakovac, & Babić, 2012; Ranisavljev, Ilic, Soldatovic, & Stefanovic, 2014a; Ранисављев и Илић, 2015), **енергетски** (Hreljac, 1993; Mercier, LeGallais, Durand, Goudal, Micallef, & Préfaut, 1994; Minetti, Ardigo, & Saibene, 1994; Rotstein, Inbar, Berginsky & Meckel, 2005; Usherwood & Bertram, 2003), **нервни** (Daniels & Newell, 2003), **мишићни** (Bartlett & Kram, 2008; Hreljac, Arata, Ferber, Mercer, & Row, 2001; Malcolm, Segers, VanCaekenberghe, & DeClercq, 2009; Prilutsky & Gregor, 2001; Segers, Lenoir, Aerts, & DeClercq, 2007), **динамички** (Kram, Domingo, & Ferris, 1997; Bartlett & Kram, 2008), **кинематички** (Hansen, Kristensen, Nielsen, Voigt, & Madeleine, 2017; Hreljac, 1995b; Minetti et al., 1994), **механички фактори** (Hreljac & Ferber, 2000; Ranisavljev, Ilic, Markovic, Soldatovic, Stefanovic, & Jaric, 2014b; Raynoretal, 2002). Фактори који су у вези са механичком ефикасношћу и механичким оптерећењем сматрају се покретачима транзиције, док антропометријски и механички фактори представљају лимитирајуће факторе, тј. имају значајан утицај на индивидуалне вредности PTS (Kung, Fink, Legg, Ali, & Shultz, 2018).

Телесне димензије, посматране кроз повезаност лонгитудиналних (Hreljac, 1995a; Ranisavljev et al., 2014a; Thorstensson & Roberthson, 1987; Turveyetal. 1999), трансферзалних и циркуларних мера (Šentija et al., 2012, Ранисављев и Илић, 2015) на вредност транзитне брзине, показале су углавном умерену повезаност са транзитном брзином. Међутим, резултати ових студија нису у потпуности у сагласности. Док су у неким студијама варијабле лонгитудиналне димензионалности

показале позитивну повезаност са транзитним брзинама кретних активности (Hreljac, 1995a; Thorstensson & Roberthson, 1987), у другим су за исте варијабле корелације имале негативан предзнак (Ranisavljev et al., 2014a). Поменуте студије су углавном испитивале повезаност антропометријских мера са WRT или PTS, *док је само једна студија посебно разматрала њихову повезаност са WRT и RWT и то првенствено са лонгитудиналним мерама* (Ranisavljev et al., 2014a). **Такође**, свега једна студија се бавила овим проблемом на узорку жена и показала је повезаност PTS са трансверзалним и циркуларним мерама, које су имале углавном негативан предзнак (Šentića et al., 2012).

Посматрајући варијабле телесног састава, пронађена је повезаност између транзитне брзине и количине телесних масти, као и процента масног ткива (Ранисављевић и Илић, 2015). Такође, висока релативна вредност мишићне масе значајно утиче на вредност транзитне брзине (Ранисављевић и Илић, 2015). Ови резултати су добијени на узорку активних мушкараца, а од варијабли транзитне брзине узимана је у обзир њена средња вредност (PTS) измерених WRT и RWT.

У већини претходних студија, које су се бавиле утицајем телесних димензија на транзицију кретних активности углавном је разматрана повезаност WRT или PTS брзина са антропометријским варијаблама. Такође, према нашим сазнањима, ниједна студија до сада није разматрала повезаност транзитних брзина и варијабли телесне композиције код жена. Да би се одговорило на претходно „дискутоване“ проблеме, спроведено је истраживање са циљем да се испита повезаност WRT и RWT брзина са **изабраним антропометријским и варијаблама телесне композиције код младих, физички активних жена**.

2. МЕТОД

2.1. Испитаници

У овом истраживању је учествовало укупно 15 здравих младих жена, старости $20,6 \pm 0,83$ година, студенткиња Факултета спорта и физичког васпитања, Универзитета у Београду. На основу процене величине узорка, овај број испитаника био је довољан за моћ студије 0,80 и ниво грешке $\alpha 0.05$ (Cohen, 1988).

2.2. Експериментални протокол

Експериментални протокол је реализован у 2 сесије, а мерења су вршена у периоду од 8 до 11 часова. Прва сесија се састојала од прикупљања антропометријских и података о телесној композицији, док су на другој сесији прикупљани подаци о транзитним брзинама кретних активности испитаника.

2.3. Антропометријска мерења

Избор антропометријских варијабли вршен је према резултатима претходних истраживања, а узимане су у разматрање оне које су показале повезаност са транзитним брзинама кретних активности (Hreljac, 1995b; Ranisavljev et al., 2014a; Raynor, 2002; Šentija . 2012; Ранисављевић и Илић, 2015).

Висина тела (TV) и дужина ноге мерене су стандардним антропометром (антропометар по Мартину) са прецизношћу од 0,1 cm. При мерењу дужине ноге (DN), испитаник је босоног заузимао усправан положај тела са састављеним петама на чврстој водоравној подлози. Врх крака антропометра се поставља на велики трохантер бутне кости доминантне ноге (лат. *trochanter major*) и читава се вредност дужине од подлоге. Дужина натколенице (DNk) мерена је у седећем положају, при чему је натколеница целом дужином била ослоњена на тврду подлогу, а потколенице постављене под углом од 90⁰ без додиривања тла. Мерење се изводи помоћу двокраког антропометра, при чему се врх једног крака поставља на трохантер бутне кости, а врх другог на врх *patellae*. Дужина потколенице је мерена у усправном ставу са састављеним петама, при чему се врх једног крака поставља на главу фибуле (лат. *caput fibulae*), а врх другог крака на латерални малеоулус фибуле и читава се растојање.

Циркуларне мере добијане су помоћу антропометријске траке *Harpenden* (Holtain Ltd). Обим натколенице је мерен у стојећем ставу, при чему се антропометријска трака поставља на ниво најширег дела натколенице, испод припоја седалног мишића, док је обим потколенице мерен у седећем положају, при чему је антропометријска трака постављана на ниво најширег дела потколенице.

Процена телесног састава испитаника вршена је методом биоелектричне импедансе на апарату *Biospace InBody 720* (Seoul, Korea). Варијабле коришћене у овом истраживању су: *тјелесна маса (TM)*, *маса масног тјкива (SMM)*, *безмасна тјелесна маса (FFM)*, *тјоцена тј масици (BF)*, *маса мишића у доминантјој ноци (Mmdn)* и *индекс тјелесне масе (BMI)*.

2.4. Мерење транзитне брзине

За сваку испитаницу одређена је брзина преласка из ходања у трчање (WRT) и трчања у ходање (RWT) коришћењем „инкрементног протокола” (Hreljac, Imamura, Escamilla, & Edwards, 2007; Rotstein et al, 2005). Тестирање је вршено на покретној траци (HP CosmosT170, Rome, Italy), у периоду од 8 до 11 часова (Bessot, Lericollais, Gauthier, Sesboüé, Bulla, & Moussay, 2015). Испитаницама је било наглашено да је потребно да препознају тачан моменат (брзину) када спонтано прелазе из ходања у трчање и обрнуто, и објашњено да то треба да буде моменат када им ходање или трчање постаје лакши и природнији начин кретања при задатој брзини кретања. Пре почетка мерења, у циљу загревања испитанице су ходале и трчале различитим брзинама од 4 до 10 kmh⁻¹, у трајању од 15 минута (Schieb, 1986). Протокол мерења *WRT*: испитанице тест започињу ходањем на покретној траци брзином од 5 kmh⁻¹

¹. Затим се у једнаким временским интервалима, на сваких 30 секунди, брзина покретне траке повећава за 0,2 kmh⁻¹. Када испитаница осети да трчање постаје лакши и природнији облик кретања, тј. када почне да нарушава дотадашњу технику ходања и када није више у могућности да одржи константан контакт обе ноге са подлогом током већег дела циклуса хода, брзина која се у том тренутку забележи представља WRT брзину. Протокол мерења RWT: испитанице тест започињу трчањем на покретној траци брзином од 10 kmh⁻¹. Затим се у једнаким временским интервалима, на сваких 30 секунди, брзина покретне траке смањује за 0,2 kmh⁻¹. Када испитаница осети да ходање постаје лакши и природнији облик кретања од трчања, брзина која се у том тренутку забележи представља RWT брзину. PTS је израчуната из добијених вредности WRT и RWT, као њихова аритметичка средина (Hreljac, 1995a; Prilutsky & Gregor, 2001; Ранисављевић и Илић, 2015).

2.5. Статистичка обрада података

Из простора дескриптивне статистике, за све варијабле израчуната је аритметичка средина (Mean), стандардна девијација (SD), минимална и максимална вредност варијабле, стандардна грешка мерења (SEM), коефицијент варијације (CV). Нормалност расподеле резултата тестирана је Шапиро-Вилксовим тестом (Shapiro–Wilks test). Пирсонов коефицијент корелације коришћен је за процену повезаности између антропометријских варијабли и транзитних брзина, а применом мултиваријантне регресионе анализе процењивана је зависност транзитне брзине од одређених антропометријских карактеристика. Све *p* вредности мање од 0.05 су сматране значајним. Све статистичке анализе извршене су коришћењем софтвера SPSS (SPSS 21.0; Chicago, IL) и Microsoft Office Excel 2007 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA).

3. РЕЗУЛТАТИ

У табели 1 приказани су основни дескриптивни показатељи свих варијабли коришћених у овом истраживању. Према резултатима Т-теста ($t=1,82$; $p=0,03$), потврђено је постојање ефекта хистерезе, тако да су посебно разматране WRT и RWT, а PTS је израчуната као њихова аритметичка средина.

Табела 1 Дескриптивни показатељи антропометријских варијабли, варијабли телесног састава и транзитне брзине

	варијабле	mean \pm SD	min – max	CV	SEM
<i>Антропометрија</i>	TV	169.1 \pm 5.8	161.2 – 181.8	0.03	1.51
	DN (cm)	94.4 \pm 4.4	86.3 – 103.1	0.04	1.15
	DPk (cm)	35.7 \pm 2.0	33.0 – 40.8	0.06	0.53
	DNk (cm)	41.2 \pm 2.2	37.2 – 44.9	0.05	0.56
	OPk (cm)	35.9 \pm 2.4	31.8 – 41.3	0.07	0.63
	ONk (cm)	56.9 \pm 3.7	48.1 – 62.7	0.06	0.95
<i>Телесни састав</i>	TM (kg)	58.5 \pm 6.2	45.9 – 69.7	0.10	1.60
	SMM (kg)	26.4 \pm 2.7	21.9 – 31.9	0.10	0.70
	FFM (kg)	47.6 \pm 4.5	40.0 – 56.4	0.09	1.16
	BF (%)	18.5 \pm 3.4	12.9 – 26.5	0.18	0.87
	Mmdn (kg)	7.6 \pm 0.8	6.5 – 9.0	0.10	0.21
	BMI (kg·m ⁻²)	20.5 \pm 2.2	16.2 – 23.7	0.11	0.56
<i>Транзитне брзине</i>	WRT (kmh ⁻¹)	7.5 \pm 0.4	6.8 – 8.4	0.06	0.11
	RWT(kmh-1)	7.2 \pm 0.4	6.4 – 7.8	0.06	0.11
	PTS(kmh-1)	7.3 \pm 0.4	6.6 – 7.8	0.05	0.09

Легенда: mean – аритметичка средина; SD – стандардна девијација; CV– коефицијент варијације; SEM – стандардна грешка мерења; TV – телесна висина; DN -дужина ноге; DPk – дужина потколенице; DNk – дужина натколенице; OPk – обим потколенице; ONk – обим натколенице; TM – телесна маса; SMM – маса масног ткива; FFM – безмасна телесна маса; BF – проценат масти; Mmdn – маса мишића у доминантној ноzi; BMI – индекс телесне масе

Повезаност антропометријских варијабли са транзитним брзинама приказана је у табели 2. Када су у питању антропометријске варијабле, резултати указују на то да WRT корелира углавном са мерама лонгитудиналне димензионалности, док је RWT показала повезаности са циркуларним мерама, конкретно са обимом потколенице. PTS је показала повезаност само са варијаблом телесне висине. Од варијабли телесног састава, једино је *маса мишића у доминантној ноzi* показала повезаност, и то са све три варијабле транзитне брзине.

Табела 2 Повезаност антропометријских и варијабли телесног састава са транзитним брзинама

		WRT		RWT		PTS	
варијабле		r	p	r	p	r	p
Антропометријске варијабле	TV	0.676	0.006	0.293	0.289	0.562	0.029
	DN	0.588	0.021	0.250	0.370	0.486	0.066
	DPk	0.529	0.043	0.063	0.824	0.341	0.213
	DNk	0.494	0.061	0.237	0.395	0.424	0.115
	Opk	0.045	0.875	0.555	0.032	0.352	0.198
	Onk	-0.055	0.847	0.197	0.481	0.085	0.764
Варијабле телесног састава	TM	0.025	0.929	0.295	0.285	0.188	0.501
	SMM	0.128	0.650	0.342	0.212	0.275	0.322
	FFM	0.152	0.589	0.376	0.167	0.309	0.262
	BF	-0.293	0.289	-0.098	0.727	-0.227	0.416
	Mmdn	0.546	0.035	0.553	0.032	0.640	0.010
	BMI	-0.381	0.162	0.078	0.782	-0.173	0.537

Легенда: WRT – брзина преласка из ходања у трчање; RWT – брзина преласка из трчања у ходање; PTS – просечна вредност транзитне брзине; r – Пирсонов коефицијент корелације; p – ниво значајности; TV – телесна висина; DN – дужина ноге; DPk – дужина потколенице; DNk – дужина натколенице; OPk – обим потколенице; ONk – обим натколенице; TM – телесна маса; SMM – маса масног ткива; FFM – безмасна телесна маса; BF – проценат масти; Mmdn – маса мишића у доминантној ноzi; BMI – индекс телесне масе

У табели 3 приказана је зависност транзитних брзина од антропометријских и варијабли телесног састава, и то само за оне варијабле које су показале значајну повезаност са транзитним брзинама. Резултати показују да се варијаблама из овог простора може објаснити 30 – 46% варијансе транзитних брзина код жена.

Табела 3 Антропометријске и варијабле телесног састава у предиктивним моделима транзитних брзина

Критеријумска варијабла	Једначина предикције	Предикторска варијабла	Мултипла корелација	r ²	p	SEE
WRT	0.048x – 0.711	TV	0.676	0.457	0.006	0.319
WRT	0.055x + 2.244	DN	0.588	0.346	0.021	0.350
WRT	0.108x + 3.596	DPk	0.529	0.280	0.043	0.368
WRT	0.287x + 5.274	Mmdn	0.546	0.298	0.035	0.363
RWT	0.097x + 3.682	OPk	0.555	0.308	0.032	0.368
RWT	0.297x + 4.915	Mmdn	0.553	0.306	0.032	0.369
PTS	0.035x + 1.419	TV	0.562	0.316	0.029	0.311
PTS	0.292x + 5.094	Mmdn	0.640	0.410	0.010	0.289

Легенда: r² – коефицијент детерминације; p – ниво значајности; SEE – стандардна грешка процене; TV – телесна висина; DN – дужина ноге; DPk – дужина потколенице; OPk – обим потколенице; Mmdn – маса мишића у доминантној ноzi; WRT – брзина преласка из ходања у трчање; RWT – брзина преласка из трчања у ходање; PTS – просечна вредност транзитне брзине

4. ДИСКУСИЈА

Према нашим сазнањима ово је прва студија у којој је разматрана повезаност варијабли телесних димензија са обе транзитне брзине (WRT и RWT) на узорку младих, активних жена. Главни налаз ове студије указује на то да су WRT и RWT брзине повезане са различитим антропометријским димензијама, док су, са аспекта телесног састава, обе брзине показале повезаност са масом мишића у доминантној ноzi.

Просечне вредности транзитних брзина су у складу са оним добијеним у претходним истраживањима, извршеним на сличном узорку испитаника (Hreljac, 1995a, Šentija et al., 2012). *Такође, вредности ефекта хистерезе (0,28 kmh⁻¹) је скоро идентична њеној вредности у ранијим студијама и у складу је са принципом да је величина хистерезе приближно једнака вредности убрзања током протокола шестирања* (Hreljac et al., 2007; Ранисављев и Илић, 2015).

Брзина преласка из ходања у трчање (WRT) показала је умерену повезаност са лонгитудиналним антропометријским мерама, и то са варијаблама телесне висине, дужине ноге и дужине потколенице. Резултати указују на највећу до сада забележену повезаност телесне висине са транзитном брзином. До сада је пронађена умерена повезаност транзитне брзине са варијаблом телесне висине само у једном истраживању, и то на узорку мушкараца (Hreljac, 1995a). Варијабле дужина ноге и потколенице показале су позитивну умерену повезаност са брзином WRT. У студији Ранисављева и сарадника (2014), на узорку мушких испитаника,

пронађена је инверзна умерена повезаност ових варијабли са PTS, док су у једној ранијој студији (Hreljac, 1995a), ове корелације код мушкараца биле позитивне и нешто више вредности од оних добијених у нашој студији. Код жена је утврђена само повезаност дужине натколенице са транзитном брзином (Hreljac, 1995a), мада Шентија и сарадници (2012) тврде да мере лонгитудиналне димензионалности немају утицаја на транзитну брзину.

Брзина преласка из трчања у ходање (**RWT**) показала је умерену повезаност са варијаблом обима потколенице. У претходним студијама добијени су различити резултати по питању повезаности PTS са варијаблама циркуларних антропометријских мера. У студији Шентије и сарадника (2012) пронађена је повезаност PTS са обимом потколенице и натколенице код жена, док је код мушкараца повезаност забележена само са варијаблом обима потколенице. Супротно налазима ове студије, други аутори нису пронашли повезаност PTS са циркуларним мерама (Ranisavljev et al., 2014a).

Резултати наше студије открили су да маса мишића у доминантној ноzi код жена показује умерену позитивну повезаност како појединачно са WRT и RWT, тако и са PTS. Повезаност варијабли телесног састава са транзитном брзином, према нашим сазнањима, истраживана је до сада само у једној студији и то на узорку мушкараца (Ranisavljev et al., 2014a). *Налази ове студије су показали да је повезаност са масом мишића у десној и левој ноzi на граници значајности, али се однос масе мишића у десној ноzi и телесне масе показао као значајано повезан са PTS ($r=0.309$). Наши резултати су у складу са налазима ове студије, али су коефицијенти корелације добијени у нашој студији значајно виши ($r=0.55 - 0,64$). Такође треба узети у обзир и то да је маса мишића у телесној вези са мишићном силом, па с тим у вези овакве резултате можемо довести у везу са студијама које су показале зависност транзитне брзине од мишићне силе (Dobrijević, Ranisavljev, Djuric & Ilic, 2019, Ranisavljev et al., 2014b).*

Резултати мултиваријантне регресионе анализе показали су да се предиктивна моћ антропометријских варијабли, које су значајно повезане са транзитним брзинама, креће од 30 до 46% за различите варијабле. Највећу предиктивну моћ за WRT од лонгитудиналних мера има телесна висина (око 46%), док она за остале две варијабле, дужину ноге и дужину потколенице, износи 35% и 28%, респективно. Сличну предиктивну моћ антропометријских варијабли добили су и други аутори, али за варијабле дужине потколенице и стопала (Ranisavljev et al., 2014a). Варијабла обим потколенице објашњавала је око 31% варијансе RWT, слично ранијим резултатима, где је приближно истим процентом објашњена варијанса PTS (Šentija et al., 2012). Маса мишића у доминантној ноzi објашњавала је око 30% варијансе WRT и RWT, док је овај проценат нешто виши (око 41%) када се узме у обзир просечна вредност транзитне брзине (PTS).

На основу добијених резултата може се закључити да антропометријске и варијабле телесног састава нису варијабле које узрокују прелазак из ходања у трчање и обрнуто, али да у великој мери утичу на вредност транзитних брзина. Лонгитудиналне антропометријске варијабле су се показале као значајне у одређивању вредности

брзине преласка из ходања у трчање, за разлику од циркуларних мера, где једино обим натколенице утиче на вредност брзине преласка из трчања у ходање, код жена. Једина варијабла телесног састава која утиче на вредност свих облика транзитне брзине је мишићна маса у доминантној ноzi, што указује да мишићни механички фактори могу имати велики утицај на конверзију облика кретања.

Напомена

Ово истраживање је урађено као део пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, бр. III47015: Ефекти примењене физичке активности на локомоторни, метаболички, психо-социјални и васпитни статус популације Републике Србије.

5. ЛИТЕРАТУРА

- Bartlett, J. L., & Kram, R. (2008). Changing the demand on specific muscle groups affects the walk–run transition speed. *Journal of Experimental Biology*, 211(8), 1281-1288
- Bessot, N., Lericollais, R., Gauthier, A., Sesboüé, B., Bulla, J., & Moussay, S. (2015). Diurnal variation in gait characteristics and transition speed. *Chronobiology international*, 32(1), 136-142.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* 2nd edn.
- Daniels, G. L., & Newell, K. M. (2003). Attentional focus influences the walk–run transition in human locomotion. *Biological Psychology*, 63(2), 163-178
- Dobrijevic, S., Ranisavljev, I., Djuric, S., & Ilic, V. (2019). The assessment of muscle mechanical properties in multi-joint movements reveals inverse correlation of leg muscle force and power with gait transition speed. *Gait & posture*. *In press*
- Hansen, E. A., Kristensen, L. A. R., Nielsen, A. M., Voigt, M., & Madeleine, P. (2017). The role of stride frequency for walk-to-run transition in humans. *Scientific reports*, 7(1), 2010.
- Hreljac, A. (1993). Preferred and energetically optimal gait transition speeds in human locomotion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(10), 1158-1162.
- Hreljac, A. (1995a). Effects of physical characteristics on the gait transition speed during human locomotion. *Human Movement Science*, 14(2), 205-216.
- Hreljac, A. (1995b). Determinants of the gait transition speed during human locomotion: kinematic factors. *Journal of Biomechanics*, 28(6), 669-677.
- Hreljac, A., & Ferber, R. (2000). The relationship between gait transition speed and dorsiflexor force production. *Archives of Physiology & Biochemistry*, 108(1-2), 90-90.
- Hreljac, A., Arata, A., Ferber, R., Mercer, J. A., & Row, B. S. (2001). An electromyographical analysis of the role of dorsiflexors on the gait transition during human locomotion. *Journal of Applied Biomechanics*, 17(4), 287-296.
- Hreljac, A., Imamura, R., Escamilla, R. F., & Edwards, W. B. (2007). Effects of changing protocol, grade, and direction on the preferred gait transition speed during human locomotion. *Gait & Posture*, 25(3), 419–424.
- Kram, R., Domingo, A., & Ferris, D. P. (1997). Effect of reduced gravity on the preferred walk-run transition speed. *Journal of Experimental Biology*, 200(4), 821-826.

- Kung, S. M., Fink, P. W., Legg, S. J., Ali, A., & Shultz, S. P. (2018). What factors determine the preferred gait transition speed in humans? A review of the triggering mechanisms. *Human movement science*, 57, 1-12.
- Malcolm, P., Segers, V., Van Caekenberghe, I., & De Clercq, D. (2009). Experimental study of the influence of the m. tibialis anterior on the walk-to-run transition by means of a powered ankle-foot exoskeleton. *Gait & Posture*, 29(1), 6-10.
- Mercier, J., Le Gallais, D., Durand, M., Goudal, C., Micallef, J. P., & Préfaut, C. (1994). Energy expenditure and cardiorespiratory responses at the transition between walking and running. *European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology*, 69(6), 525-529.
- Minetti, A. E., Ardigo, L. P., & Saibene, F. (1994). The transition between walking and running in humans: metabolic and mechanical aspects at different gradients. *Acta Physiologica Scandinavica*, 150(3), 315-323.
- Prilutsky, B. I., & Gregor, R. J. (2001). Swing-and support-related muscle actions differentially trigger human walk–run and run–walk transitions. *Journal of Experimental Biology*, 204(13), 2277-2287.
- Ranisavljev, I., Ilic, V., Soldatovic, I., & Stefanovic, D. (2014a). The relationship between allometry and preferred transition speed in human locomotion. *Human movement science*, 34, 196-204.
- Ranisavljev, I., Ilic, V., Markovic, S., Soldatovic, I., Stefanovic, D., & Jaric, S. (2014b). The relationship between hip, knee and ankle muscle mechanical characteristics and gait transition speed. *Human movement science*, 38, 47-57.
- Ранисављевић, И., и Илић, В. (2015). Повезаност алometriје тела и транзитне брзине хумане локомоције. *Годишњак*, 203-214.
- Raynor, A. J., Yi, C. J., Abernethy, B., & Jong, Q. J. (2002). Are transitions in human gait determined by mechanical, kinetic or energetic factors? *Human Movement Science*, 21(5), 785-805.
- Rotstein A., Inbar O., Berginsky T., & Meckel Y. (2005). Preferred transition speed between walking and running: effects of training status. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(11), 1864-70.
- Schieb, D. A. (1986). Kinematic accommodation of novice treadmill runners. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 57(1), 1-7.
- Segers, V., Lenoir, M., Aerts, P., & De Clercq, D. (2007). Influence of M. tibialis anterior fatigue on the walk– to-run and run-to-walk transition in non-steady state locomotion. *Gait & Posture*, 25(4), 639-647.
- Šentija, D., Rakovac, M., & Babić, V. (2012). Anthropometric characteristics and gait transition speed in human locomotion. *Human Movement Science*, 31(3), 672-682.
- Thorstensson, A., & Roberthson, H. (1987). Adaptations to changing speed in human locomotion: speed of transition between walking and running. *Acta Physiologica Scandinavica*, 131(2), 211-214.
- Turvey, M. T., Holt, K. G., LaFiandra, M. E., & Fonseca, S. T. (1999). Can the transitions to and from running and the metabolic cost of running be determined from the kinetic energy of running? *Journal of Motor Behavior*, 31(3), 265-278.
- Usherwood, J. R., & Bertram, J. E. (2003). Gait transition cost in humans. *European Journal of Applied*, 90(5-6), 647-650.
- Ziv, G., & Rotstein, A. (2009). Physiological characteristics of the preferred transition speed in racewalkers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(4), 797-804.