



Jožef Šimenko,
Ivan Čuk, Vedran Hadžić, Samo Rauter

Izokinetične meritve kolenskega sklepa kegljačev

Isokinetic measurements of knee joint in 9-pin bowling

Izvleček

Namen raziskave je bil predstaviti maksimalne vrednosti sprednje in zadnje stegenske mišice kegljačev ter asimetrije sprednje in zadnje stegenske mišice med obema nogama. V raziskavo je bilo vključenih 30 merjencev (starost 23.43 ± 6.73 leta, višina 173.85 ± 8.10 in teža 71.47 ± 13.09 kg), ki se tekmovalno ukvarjajo s kegljanjem (17 žensk in 13 moških) in od katerih sta bila 2 merjenca levičarja, ostalih 28 pa desničarjev. Opravili smo izokinetično testiranje na napravi SMM (Maribor, Slovenija) na hitrosti $60^\circ/s$ v koncentričnem načinu za sprednjo in zadnjo stegensko mišico. Kegljachi so dosegli vrednosti maksimalnih navorov sprednje stegenske mišice $L = 218.3 \pm 43.63$ Nm (PTQ/BW 3.12 ± 0.7 Nm/kg), $D = 194.63 \pm 52.27$ Nm (PTQ/BW 2.78 ± 0.76 Nm/kg) ter zadnje stegenske mišice $L = 90.17 \pm 25.29$ Nm (PTQ/BW 0.85 ± 0.26 Nm/kg), $D = 116.37 \pm 30.29$ Nm (PTQ/BW 1.66 ± 0.46 Nm/kg). Razmerje med zadnjo in sprednjo stegensko mišico (HQR) znaša na levi nogi 0.41 ± 0.08 in na desni nogi 0.61 ± 0.14 . Bilateralne asimetrije sprednje stegenske mišice znašajo 18 ± 0.17 % in zadnje stegenske mišice 22 ± 0.08 %. S parnim t-testom smo zaznali statistične razlike med maksimalnim navorom leve in desne sprednje stegenske mišice $p = 0.000$, leve in desne zadnje stegenske mišice $p = 0.000$, levim in desnim maksimalnim navorom sprednje stegenske mišice glede na telesno maso $p = 0.000$, levim in desnim maksimalnim navorom zadnje stegenske mišice glede na telesno maso $p = 0.000$ in med levim in desnim razmerjem med zadnjo in sprednjo stegensko mišico $p = 0.000$.

Ključne besede: kegljanje, izokinetika, mišična razmerja, simetrije.

Uvod

Kegljanje ima kot eden izmed najstarejših športov na svetu v Sloveniji zelo dolgo in bogato tradicijo (Čuk idr., 2000). Poznamo dve obliki kegljanja, in sicer kegljanje na devet in kegljanje na deset kegljev (t. i. »bowling«), ki potekajo na standardiziranih kegljiščih (Čuk idr., 2000).

Kegljanje se smatra kot šport za vse (Razman idr., 2012; Wiedman, 2006) – tudi za spol nevtralen šport (Thomas, Schlinker in Over, 1996), saj kaže navidezno nizko odvisnost od absolutne moči in vi-

Abstract

The purpose of the study was to present the peak torques and bilateral asymmetries of quadriceps and hamstring muscles in 9-pin bowlers. The study included 30 subjects (age: 23.43 ± 6.73 years, height: 173.85 ± 8.10 and weight: 71.47 ± 9.13 kg), which are all training 9-pin bowling for competition purposes (17 women and 13 men). From the sample 2 subjects were left-handed and remaining 28 were right-handed. We performed isokinetic testing on a SMM dynamometer (Maribor, Slovenia), at a speed of $60^\circ/s$ in a concentric mode for quadriceps and hamstring muscles. Subject reached the values of the maximum torque in quadriceps left (L) = 218.3 ± 43.63 Nm (PTQ/BW 3.12 ± 0.7 Nm/kg), right (R) = 194.63 ± 52.27 Nm (PTQ/BW 2.78 ± 0.76 Nm/kg) and hamstrings L = 90.17 ± 25.29 Nm (PTQ/BW 0.85 ± 0.26 Nm/kg), R = 116.37 ± 30.29 Nm (PTQ/BW 1.66 ± 0.46 Nm/kg). Hamstring to quadriceps ratio (HQR) was on the left leg 0.41 ± 0.08 and on the right leg 0.61 ± 0.14 . Bilateral asymmetry of quadriceps muscles was 18 ± 0.17 % and hamstrings 22 ± 0.08 %. The paired t test was conducted and statistically significant differences were found between the maximum torque of the L and R quadriceps $p = 0.000$, L and R hamstring $p = 0.000$, L and R quadriceps PT/BW $p = 0.000$, L and R hamstring PT/BW $p = 0.000$ and L and R HQR $p = 0.000$.

Keywords: 9-pin bowling, isokinetic, muscle ratios, (a)symmetries.

soke stopnje telesne pripravljenosti za doseg odličnega rezultata (Razman idr., 2012). Zato se pogosto dogaja, da ženske dosejajo rezultate, ki so enaki ali boljši od moških tekmovalcev (Razman idr., 2012).

Trenutno se ocenjuje, da je na svetu približno 100 milijonov kegljačev (na deset in devet keglje), izmed katerih se jih približno 10 milijonov ukvarja tekmovalno (Razman idr., 2012). Kljub velikemu številu kegljačev in tekmovalnj pa zasledimo presenetljivo malo raziskav o kegljanju (Tan, Aziz in Teh, 2000).

Kegljanje predstavlja – glede na svojo izvedbo gibanja izmeta krogle in končnega položaja na diagonalni stojni nogi – telesno izjemno asimetričen šport. Velik obseg enostranskih vadbenih obremenitev, ki so pri kegljanju zelo pogoste, vpliva na telesno držo z različnimi telesnimi merami. Možne asimetrije lahko povzročajo velike telesne posledice, ki omogočajo idealne pogoje za nastajanje poškodb (Stradijot, Pittorru in Pinna, 2012). Izvajanje dolgotrajne vadbe z intenzivnim in hkrati asimetričnim delom mišic lahko privede do različnih oblik pretriranosti, ki lahko vodijo v različne poškodbe gibal in deformacije (Barczyk-Pawelec, Bańkosz in Derlich, 2012).

V primeru kegljanja predstavlja izokinetično testiranje eno izmed idealnih metod za preverjanje stanja mišičnih simetrij, saj je stalno obremenjena izmetna noga podvržena izjemnim naporom in s primerjavo z nasprotno nogo lahko jasno ter hitro vidimo nastale razlike. Izokinetično testiranje je sodobna in po vsem svetu uveljavljena standardna metoda za ocenjevanje mišične jakosti in moči dinamičnih stabilizatorjev kolena (Dervišević in Hadžić, 2009). Predvsem so izokinetične meritve pomembne pri primerjavah agonista in antagonista skozi njuna razmerja in s primerjavo bilateralnih razlik maksimalne moči med udoma (Handžić idr., 2010). Namen te študije je predstaviti maksimalne vrednosti sprednje in zadnje stegenske mišice kegljačev in asimetrije sprednje in zadnje stegenske mišice med obema nogama.

Metode dela

Vzorec merjencev

Vzorec merjencev je predstavljal 30 slovenskih kegljačev (17 žensk in 13 moških), ki se tekmovalno ukvarjajo s kegljanjem. Povprečna starost merjencev je bila 23.43 (\pm 6.73) leta, povprečna višina 173.85 (\pm 8.10) cm in povprečna teža 71.47 (\pm 13.09) kg. Od 30 kegljačev sta bila 2 levičarja, ostali pa desničarji.

Protokol meritve

Meritve so bile izvedene v 2 dneh konec meseca maja 2015 v popoldanskem času. Meritve smo izvedli v Laboratoriju za izokinetične meritve na Fakulteti za šport v Ljubljani. Testiranje se je začelo po opravljenem kolesarkam testu Astrand, ki traja 6 minut s 3-kratno obremenitvijo glede na telesno težo merjenca. Kolesarjenju je sledilo 10–15 minut počitka. Vsi merjenci so bili nato natančno seznanjeni s testno proceduro.

Izokinetično testiranje je bilo izvedeno za zadnjo ložo in kvadriceps v koncentričnem načinu z uporabo naprave iMoment, SMM

izokinetični dinamometer (SMM, Maribor, Slovenija), ki je bil za testiranje uporabljen že pri Hadžiću, Široku, Malnerašiču in Čohu (2015). Test smo izvedli v sedečem položaju. Merjenci so bili vpeti v sedež z uporabo štiritočkovnega pasu, ki je potiskal kolk v smeri navzdol in nazaj. Pasovi so onemogočali tudi gibanje trupa v vse smeri. Uravnana je bila anatomska os merjenčevega sklepa z osjo dinamometra z referenčno točko zunanega femoralnega kondila (Šimenko, Rauter in Hadžić, 2016). Merjencem je bilo naročeno, da se med meritvijo držijo za stranske ročke naprave. Amplituda gibov je bila nastavljena na 60°, od 90° do 30° fleksije kolena (popolna fleksija kolena se smatra kot 0°). Testiranje je bilo izvedeno pri kotni hitrosti 60°/s, tako za zadnjo ložo in kvadriceps v koncentričnem načinu. Zabeležena je bila tudi napaka gravitacijskega navora (*gravity torque error*). Pred meritvijo je vsak merjenec naredil 20 submaksimalnih poskusnih ponovitev pri izbrani testni hitrosti (60°/s), nato je sledilo 60 s počitka pred testno serijo. Po poskusnih ponovitvah je vsak izmed merjencev naredil 5 maksimalnih koncentričnih kontrakcij. Po testiranju ene strani je sledilo 3 minute odmora, med katerimi se je naprava ustrezno nastavila še za testiranje nasprotne noge. Noga, ki smo jo prvo testirali, je bila izbrana naključno, med samim testom ni bilo verbalnih napotkov merjencem (Šimenko, Rauter in Hadžić, 2016).

Statistična analiza podatkov

Podatke smo analizirali s pomočjo programa SPSS 21.0. Za celoten vzorec spremenljivk smo izračunali podatke opisne statistike. Razlike med levo in desno sprednjo in zadnjo stegensko mišico so bile izračunane s pomočjo parnega t-testa. Testiranje statistične značilnosti razlik smo ugotavljali na ravni 5-odstotnega tveganja.

Rezultati

V Tabeli 1 lahko vidimo, da maksimalni navor leve sprednje stegenske mišice znaša 218.3 \pm 43.63 Nm, medtem ko maksimalni navor desne sprednje stegenske mišice znaša 194.63 \pm 52.27 Nm. Maksimalni navor leve zadnje stegenske mišice znaša 90.17 \pm 25.29 Nm, medtem ko maksimalni navor desne zadnje stegenske mišice znaša 116.37 \pm 30.29 Nm. Rezultati iz Tabele 1 nam tudi pokažejo statistično značilne razlike med maksimalnim navorom leve in desne sprednje stegenske mišice PTQ (29) = 3.95, p = 0.000, kot tudi statistično značilne razlike med levo in desno zadnjo stegensko mišico PTH $t(29)$ = -11.57, p = 0.000 ter statistično značilne razlike med levo in desno sprednjo stegensko mišico glede na telesno maso PTQ/BW $t(29)$ = 3.94, p = 0.000 in statistično značilne razlike med levo

Tabela 1: Bilateralne razlike sprednje in zadnje stegenske mišice

Variabla	SKUPINA						df	t	p
	LEVA STRAN		DESNA STRAN		95 % CI				
	Mean	SD	Mean	SD	Lower	Upper			
PTQ (Nm)	218,30	43,63	194,63	52,27	11,42	35,91	29	3,952	,000
PTH (Nm)	90,17	25,29	116,37	30,29	-30,83	-21,57	29	-11,573	,000
PTQ/BW	3,12	0,70	2,78	0,76	0,16	0,52	29	3,938	,000
PTH/BW	0,85	0,26	1,66	0,46	-1,08	-0,56	29	-6,373	,000
HQR	0,41	0,08	0,61	0,14	-0,25	-0,15	29	-8,344	,000

PTQ – maksimalni navor sprednje stegenske mišice, PTH – maksimalni navor zadnje stegenske mišice, PTQ/BW – maksimalni navor sprednje stegenske mišice, ulomljen s telesno težo, PTH/BW – maksimalni navor zadnje stegenske mišice, ulomljen s telesno težo, HQR – razmerje med zadnjo in sprednjo stegensko mišico.

in desno zadnjo stegensko mišico glede na telesno maso PTH/BW $t(29) = -6.37, p = 0.000$. Znotraj mišično razmerje med zadnjo in sprednjo stegensko mišico (HQR) znaša na levi nogi 0.41 ± 0.08 in na desni nogi 0.61 ± 0.14 , kar predstavlja tudi statistično značilno razliko med HQR razmerjem $t(29) = -8.34, p = 0.000$.

Tabela 2: Bilateralne razlike v odstotku asimetričnosti sprednje in zadnje stegenske mišice

VARIABLA	Mean (%)	SD
Sprednja stegenska mišica	18 %	0,17
Zadnja stegenska mišica	22 %	0,08

V Tabeli 2 lahko vidimo, da razlika med levo in desno sprednjo stegensko mišico znaša 18 %, medtem ko je razlika med levo in desno zadnjo stegensko mišico še večja in znaša kar 22 %.

Razprava

Poškodbe kolenskega sklepa po podatkih iz svetovne literature predstavljajo okrog 20 % vseh poškodb v športu (Caine, Caine in Lindner, 1996). Iz tega razloga je zelo pomembna diagnostika kolenskega sklepa in preventiva pred poškodbami. Iz prikazanih podatkov iz Tabele 1 lahko vidimo, da kegljači dosegajo vrednosti maksimalnih navorov sprednje stegenske mišice $L = 218.3 \pm 43.63$ Nm, $D = 194.63 \pm 52.27$ Nm ter zadnje stegenske mišice $L = 90.17 \pm 25.29$ Nm, $D = 116.37 \pm 30.29$ Nm. Podatki so primerljivi s sorodnimi športi, kjer je dinamika izmeta žoge-kroglice in diagonalne izmetne noge podobna, kot je npr. kriket. Podatki raziskave Wormgoor, Harden in Mckinon, (2010) kažejo, da je mišična moč dominantne izmetne noge pri ekstenzorjih gledano na telesno težo 2.94 ± 0.30 Nm/kg podobna kot pri naših merjenjih s 3.12 ± 0.70 Nm/kg. Veliko večje razlike se pokažejo pri fleksorjih, kjer so vrednosti pri kriketu 1.94 ± 0.26 Nm/kg, medtem ko so pri naših kegljačih izjemno nizke s 0.85 ± 0.26 Nm/kg, kar nakazuje, da imajo naši kegljači še velike rezerve v moči zadnje stegenske mišice na svoji izmetni nogi. S tem pa se pojavijo tudi večje možnosti za nastanek poškodb, saj se pričakuje da mišična moč zadnje lože stegna dosega vrednosti med 1.6 in 2.0 Nm/kg telesne mase, medtem ko pa se za jakosti štiriglave stegenske mišice pričakuje, da dosega vrednosti med 2.7 in 3.2 Nm/kg telesne mase (Dervišević in Hadžić, 2009). Iz pridobljenih podatkov lahko vidimo, da imajo kegljači še rezervo v moči zadnje stegenske mišice, saj so dobljene vrednosti na levi nogi pod priporočenimi normativnimi vrednostmi, medtem ko pa so vrednosti na desni nogi na spodnji meji priporočenih vrednosti. V omenjeni raziskavi so merili samo dominantno nogo (izmetno) in zato ne moremo primerjati podatkov bilateralnih asimetriji. Iz prikazanih podatkov lahko vidimo, da bilateralne razlike sprednje stegenske mišice znašajo 18 ± 0.17 % ter zadnje stegenske mišice kar 22 ± 0.08 %. Bilateralne razlike, ki presegajo 15 %, predstavljajo povečano možnost za nastanek poškodb kolenskega sklepa (Opar, Williams in Shield, 2012). Ta podatek nam prav tako nakazuje na povečano možnost za nastanek poškodb kolenskega sklepa pri kegljačih. V raziskavi Drevšek (2015) navaja, da so pri mlajših kegljačih ($N = 8$) v mladinski kategoriji s pomočjo tenzimiografije ugotovili lateralne asimetrije v kontraktilnih lastnostih mišic glede na kontrolno skupino pri mišicah *vastus lateralis* (kegljači: $80,8 \pm 5,68$ %; kontrolna skupina: $93,8 \pm 2,81$ %; $P < 0,001$) in *vastus medialis* (kegljači: $85,0 \pm 7,79$ %; kontrolna skupina: $94,0 \pm 2,84$ %; $P = 0,013$). Vendar pa se te asimetrije kontraktilnih lastnosti mišic v tej starostni kategoriji še ne opazijo na anatomski in funkcionalni ravni.

Sklep

Na podlagi dobljenih rezultatov lahko ugotovimo, da se pri kegljačih pojavljajo povečane bilateralne asimetrije pri sprednji in zadnji stegenski mišici, ki predstavljajo povečan riziko za nastanek poškodb kolenskega sklepa. Največji primanjkljaj v mišični moči se kaže pri levi zadnji stegenski mišici izmetne noge. Pridobljeni rezultati bodo v pomoč trenerjem in tekmovalcem, za izboljšanje tekmovalne uspešnosti ter zmanjšanju pojavnosti poškodb v kolenskem sklepu kegljačev.

Viri

- Barczyk-Pawelec, K., Bańkosz, Z. in Derlich, M. (2012). Body postures and asymmetries in frontal and transverse planes in the trunk area in table tennis players. *Biology of Sport*, 29(2), 127–132.
- Caine, D.J., Caine, C.G. in Lindner, K.J. (ur.) (1996). *Epidemiology of sports injuries*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Čuk, I., Likovnik, A., Pintarič, P., Tušak, M., Belcijan, F. in Kugovnik, O. (2000). *Kegljanje*. Ljubljana: Kegljaska zveza Slovenije.
- Dervišević, E. in Hadžić, V. (2009). Izokinetično ocenjevanje kolena. *Rehabilitacija*, 8(1), 48–56.
- Drevšek, M. (2015). *Analiza mišičnih nesorazmerij pri kegljačih (Diplomsko delo)*. Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko naravoslovje in informacijske tehnologije, Koper.
- Hadžić, V., Sattler, T., Marković, G., Veselko, M. in Dervišević, E. (2010). The isokinetic strength profile of quadriceps and hamstrings in elite volleyball players. *Isokinetics and Exercise Science*, 18(1), 31–37.
- Hadžić, V., Širok, B., Malneršič, A., in Čoh, M. (2015). Can infrared thermography be used to monitor fatigue during exercise? A case study. *Journal of Sport and Health Science*.
- Opar, D.A., Williams, M.D. in Shield, A.J. (2012). Hamstring Strain Injuries. Factors that Lead to Injury and Re-Injury. *Sports Medicine*, 42(3), 209–226.
- Razman, R., Cheong, J.P.G., Wan Abas, W.A.B. in Abu Osman, N.A. (2012). Anthropometric and strength characteristics of tenpin bowlers with different playing abilities. *Biology of Sport*, 29, 33–38.
- Stradijot, F., Pittorru, G. M., in Pinna, M. (2012). The functional evaluation of lower limb symmetry in a group of young elite judo and wrestling athletes. *Isokinetics & Exercise Science*, 20(1), 13–16.
- Šimenko, J., Rauter, S. in Hadžić, V. (2015). Under 73 kg category isokinetic quadriceps and hamstring strength profile of youth judokas. V H. Sertić, S. Čorak in I. Segedi (Ur.), 3rd European Science of Judo Research Symposium and 2nd Scientific and professional conference on Judo: *Applicable research in judo: Proceedings book*, Poreč, 20th - 21th of June 2016 (p. 65–69).
- Tan, B., Aziz, A.R. in Teh, K.C. (2000). Correlations between physiological parameters and performance in elite ten-pin bowlers. *J. Sci. Med. Sport*, 3, 176–185.
- Thomas P.R., Schlinker P.J., Over R. (1996). Psychological and psychomotor skills associated with prowess at ten-pin bowling. *J. Sports Sci.*, 14, 255–268.
- Wiedman D.L. (2006). *Bowling: steps to success*. Human Kinetics, Champaign.
- Wormgoor, S., Harden, L. in Mckinon, W. (2010). Anthropometric, biomechanical and isokinetic strength predictors of ball release speed in high-performance cricket fast bowlers. *Journal of Sports Sciences*, 28(9), 957–965.

pred. Jožef Šimenko, prof. šp. vzg.
Fakulteta za šport, Univerza v Ljubljani
jozef.simenko@fsp.uni-lj.si