



Samo Rauter,

Jožef Šimenko, Radoje Milić, Uroš Reisman, Janez Vodičar, Ivan Čuk

Spremljanje porabe kisika in frekvence srčnega utripa med simulacijo tekmovanja v kegljanju

Oxygen consumption and heart rate pulse during simulated nine pin bowling game

Abstract

the purpose of the study was to estimate the level of effort during the simulation of 9-pin bowling competition. The study included 12 subjects (6 women and 6 men) all of which were from the 9-pin bowling national team of Slovenia. The study was divided into two parts. The first part of the study included Astrand's indirect method of determining the maximum oxygen consumption (6-minute sub-maximal cycling test). The second part of the study was the simulation of 9-pin bowling competition (120 throws). The results are compared and analysed according to the series of 10 throws each. We found that 9-pin bowling as a sport discipline can be estimated as a low intensity workout. The value of oxygen consumption during the simulation of competition ranging between 40-45% of maximum oxygen consumption values.

Key words: 9-pin bowling, simulation of competition, heart rate, oxygen consumption, effort.

Izvelek

Namen raziskave je bil oceniti stopnjo napora med simulacijo tekmovalnih okoliščin pri kegljačih oziroma kegljačicah. Vzorec merjencev je sestavljal 12 izkušenih kegljačev (6 moških in 6 žensk), ki so bili izbrani iz kegljaške reprezentance Slovenije. Raziskava je bila sestavljena iz dveh delov, in sicer iz testov v laboratoriju (indirektna metoda določanja maksimalne porabe kisika po Astrandu – 6 minutno submaksimalno kolesarjenje) in simulacije tekmovanja v kegljanju (120 lučajev). Rezultate smo primerjali in analizirali glede na serije 10 lučajev. Rezultati so pokazali, da so vrednosti porabe kisika in frekvence srčnega utripa ves čas na zelo podobnem nivoju. Hkrati smo s pomočjo predhodnega testa za oceno aerobnih sposobnosti ugotovili, da lahko tekmovanje v kegljanju s stališča porabljene energije ocenimo kot nizko intenzivno vadbo, saj se vrednosti porabe kisika med simulacijo tekmovanja gibljejo 40–45 % maksimalnih vrednosti porabe kisika.

Ključne besede: kegljanje, simulacija tekmovanja, frekvenca srčnega utripa, poraba kisika, napor.

■ Uvod

Mednarodna kegljaška zveza (FIQ) s pomočjo posameznih državnih kegljaških zvez prireja uradna mednarodna tekmovanja ter uradna klubska tekmovanja. Poznamo dvojne oblike kegljanja, in sicer kegljanje na devet kegljev ter t. i. »bowling« – kegljanje na deset kegljev. Že samo ime pove, v čem je glavna razlika – v številu kegljev (Drevenšek, 2015). Osnovni cilj igre kegljanja na devet kegljev je, da kegljač s kroglo podre čim več kegljev. Tekmovalec ima na voljo 120 lučajev, ki so razdeljeni po štirih stezah. Tekmovalec na vsaki stezi naredi 4 x 30 lučajev (1 set), ki so razdeljeni na 15 lučajev na vse postavljene keglje (na polno) in 15 lučajev na ostale keglje (na čiščenje). Za to ima na voljo 4 x 12 minut časa. Ko opravi 30 lučajev, ob sodniškem znaku zamenja stezo in to ponovi še trikrat. Njegov cilj na vsaki stezi je premagati nasprotnika v vseh setih ter po številu podrtih kegljev (Čuk idr., 2000).

Po Čuku idr. (2000) velja, da mora imeti vrhunski kegljač/ica za uspešen met razvite določene gibalne sposobnosti. Potrebna je dobra gibljivost trupa, ramenskega ter medeničnega obroča. Trup, medenični obroč in predkorak morajo biti primerno razviti, da kegljač lahko kroglo položi na tla. Koordinacija je razdeljena na več motoričnih elementov, najpomembnejši med njimi je realizacija ritmičnih struktur. Pri tem imajo telesna priprava in treningi pri kegljanju dvojni učinek. Prvi je ta, da mora biti tekmovalec tako dobro pripravljen, da bo brez težav opravil svoj nastop v energetskem smislu. Čuk idr. (2012) v monografiji »Sodobno kegljanje« navajajo, da traja tekmovalni nastop kegljača 4 x 12 minut. Kegljjač ima za posamezni lučaj, ki traja približno 5 sekund, 24 sekund. Torej ima 19 sekund, da se pripravi na naslednji lučaj, kar je štirikratni čas napram aktivnosti. Iz tega sklepajo, da je kegljanje izrazito aerobna aktivnost.

Pregled predhodnih podobnih raziskav področja pokaže, da so Čuk idr. (2012) že izvedli meritve gibalnih sposobnosti slovenske moške reprezentance. Rezultati kažejo, da so kegljači v vseh sposobnostih nadpovprečni glede na ostalo populacijo. V moči (eksplozivna, repetitivna) dosegajo najboljše rezultate. Na testu koordinacije so uvrščeni v 84. percentilni rang. Pri *tapingu* imajo slabše rezultate, saj je pri kegljanju osnovno gibanje iz predročja v zaročenje, ne pa od predročja ven do predročja noter, kar se izvaja pri *tapingu*. Pri teku na 2400 metrov (Cooperjev test) so glede na svojo starostno normo vsi dosegli najvišjo oceno 5 točk.

V pričujoči študiji smo želeli naredi korak naprej in preveriti, kako naporno je za posameznika tekmovalje v kegljanju. Namen meritve simulacije tekmovalnih okoliščin je bil oceniti stopnjo napora med simulacijo tekmovalnih okoliščin pri kegljačih oziroma kegljačih.

Metode dela

Vzorec merjencev

Vzorec merjencev je predstavljal 12 slovenskih kegljačev (6 moških in 6 žensk), ki se tekmovalno ukvarjajo s kegljanjem. Izbrani so bili iz kegljaške reprezentance Slovenije. Povprečna starost merjencev je bila $26,2 \pm 6,4$ leta, povprečna višina pri moških $175,6 \pm 3,7$ cm in pri ženskah $171,5 \pm 5,6$ cm. Povprečna teža moških kegljačev v raziskavi je bila $73,3 \pm 6,2$ kg in pri ženskah $68,1 \pm 8,3$ kg.

Potek raziskave

V prvem delu raziskave smo v Laboratoriju za fiziologijo na Fakulteti za šport izvedli meritve telesne sestave in preverili njihove aerobne sposobnosti. Za določanje maksimalne porabe kisika smo uporabili indirektno metodo po Astrandu (1954). Merjenci so izvedli 6-minutni test na kolesu, kjer je bila obremenitev pri moških določena na 3W na kg telesne teže, pri ženskah pa na 2W na kg telesne teže.

Drugi del raziskave je bil izveden v kegljaškem centru v Kranju in Celju. Za zajem podatkov smo pripravili različne scenarije, s katerimi smo se poskušali čim bolj približati simulaciji tekmovalja v kegljanju. Za potrebe meritev je bila uporabljena oprema CosmedK4b, ki omogoča kontinuirano t. i. *on-line in breath-by-breath* spremljanje porabe kisika in plinov v izdihanem zraku in uro/pas za merjenje frekvence srčnega utripa. Merjenci so izvedli 12 x 10 lučaje, skupno 120 lučaje, s čimer smo se želeli približati tekmovalnim okoliščinam. Za potrebe analize podatkov smo posamezne mete združili v serijo desetih lučaje in jih nato primerjali med seboj. Hkrati smo preverjali, ali se pojavljajo morebitne razlike med spoloma.

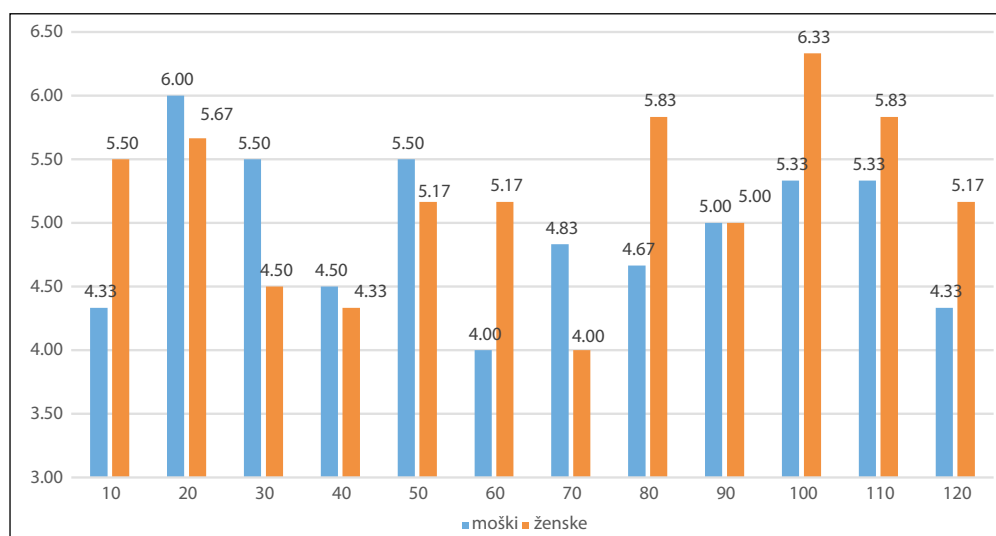
Spremenljivke

- Število zadetih lučaje po posameznih serijah na 10 lučaje.
- VO_2/kg (mL/min/kg) – poraba kisika na kilogram telesne teže v mililitrih na minuto.
- FS(ud/min) – frekvenca srčnega utripa.
- Ocena napora simulacije kegljaškega tekmovalja glede na izveden test sposobnosti v laboratoriju.

Rezultati

Raziskave, kjer avtorji hočejo/mo posnemati tekmovalne okoliščine, vselej predstavljajo izziv in določeno stopnjo zapletov ter hitro privedejo do nepričakovanih rezultatov. Podobno velja tudi za našo raziskavo. V prvi vrsti velja omeniti dejstvo, da je bila največja oteževalna okoliščina za simulacijo tekmovalnih okoliščin nošnja opreme za merjenje porabe energije med izvajanjem lučaje. Vsekakor je nošnja opreme nekoliko spremenila tehniko gibanja merjencev med izmetom krogle in s tem onemogočila podobne rezultate, kot jih dosegajo npr. na tekmovaljih, saj prav noben izmed merjencev ni nikoli v preteklosti uporabljal te opreme med izvajanjem kegljaških prvin.

Svetovni rekord v disciplini 120 lučaje znaša 734 podrtih kegljev pri moških in 675 pri ženskah (povzeto po: <http://www.wnba-nbc.de>). Ta rezultata lahko uporabimo za primerjavo z rezultati v naši simulaciji tekmovalja s to majhno razliko, da so imeli kegljači v naši raziskavi vedno na voljo za podiranje vseh 9 kegljev (vsak lučaj) in ni bilo tako imenovanega »čiščenja« kegljev. V uvodnem delu smo že omenili, da je za dober rezultat pomembna realizacija ritmičnih struktur (Čuk idr, 2000). Prikaz zadetkov po posameznih serijah prikazuje Slika 1. Pri analizi rezultatov smo obravnavali tudi razlike med kegljači in kegljačicami, kjer so bile kegljačice nekoliko natančnejše (Grafikon 1 in Tabela 1). Kljub temu razlike v zadetih oz. podrtih kegljih med njimi niso bile statistično značilne (sig. 0,355). Tako pri moških kot pri ženskah je opazen trend nihanja števila zadetkov po posameznih serijah, kjer je opaziti trend manjšega šte-



Slika 1. Prikaz zadetkov po posameznih serijah lučaje (10 lučaje) in razlike glede na spol.

Legenda: Rezultat predstavlja povprečno število zadetih kegljev glede na serijo 10 lučaje.

Tabela 1. Primerjava povprečnih vrednosti posameznih spremenljivk glede na spol med simulacijo tekmovanja v kegljanju

		Povprečna vrednost	SD	95 % CI		Min.	Max.	p
				SM	ZM			
ZADETKI (povprečje zadetih lučajev/serija 10 lučajev)	moški	4,9	1,5	4,5	5,3	2	9	0,335
	ženske	5,2	1,7	4,7	5,6	2	9	
VO2_kg (poraba kisika/kgTT)	moški	22,3	3,1	21,6	22,9	9,2	26,2	0,000
	ženske	18,9	3,8	18,0	19,8	3,8	24,8	
FS (frekvenca srčnega utripa)	moški	123,1	15,6	119,6	126,6	75,0	143,9	0,000
	ženske	149,0	19,2	144,6	153,3	96,0	180,5	
VO2_max/kg (indirektna metoda)	moški	55,6	3,8	51,6	59,6	50,0	60,6	0,000
	ženske	50,4	4,1	46,1	54,8	46,3	55,7	

vila zadetkov med npr. 40 in 80 metom. V začetku in na koncu pa so bili kegljači oz. kegljačice bolj natančni.

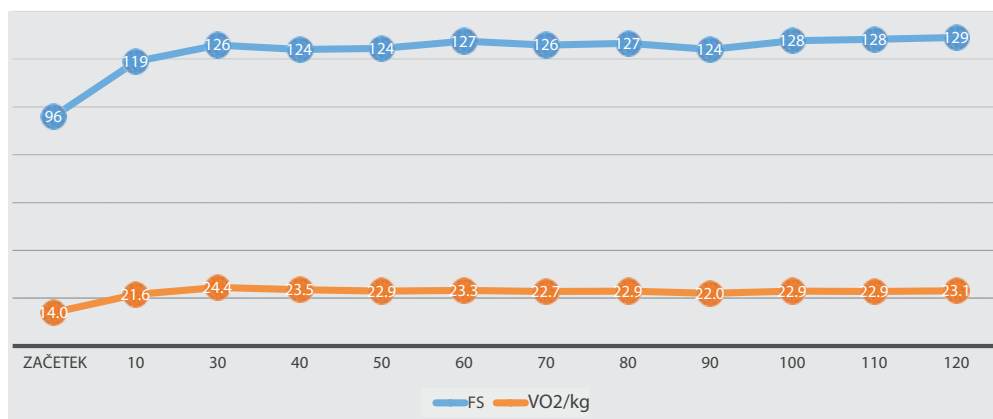
Tabela 1 prikazuje deskriptivno analizo za celotno simulacijo tekmovanja v kegljanju (vseh 120 lučajev). Rezultati kažejo, da se frekvence srčnega utripa ter porabe kisika med simulacijo tekmovanja statistično značilno razlikujejo med spoloma.

Slika 2 prikazuje rezultate kegljačev in njihove povprečne vrednosti porabe kisika in povprečne vrednosti frekvence srčnega utripa med serijami 10 lučajev. Iz grafikona lahko razberemo, da

so vrednosti porabe kisika skozi celotno simulacijo tekmovanja sorazmerno konstantne in se v povprečju gibljejo od 20 do 25 ml O₂ na kg TT. Podobno velja tudi za nihanje vrednosti frekvenc srčnega utripa, ki se skozi celotno simulacijo tekmovanja skorajda ne spreminjajo. Tako kot smo že predhodno omenili pri spremljanju moških kegljačev, se podobna tendenca spremljanje porabe kisika med simulacijo tekmovanja kaže tudi pri kegljačicah. Slednje prikazuje Slika 3. Razlike med spoloma pa so izrazitejšje pri spremljanju frekvence srčnega utripa skozi simulacijo tekmovanja v kegljanju, saj se pri ženskah gibljejo med 150 in 160 udarci na minuto.

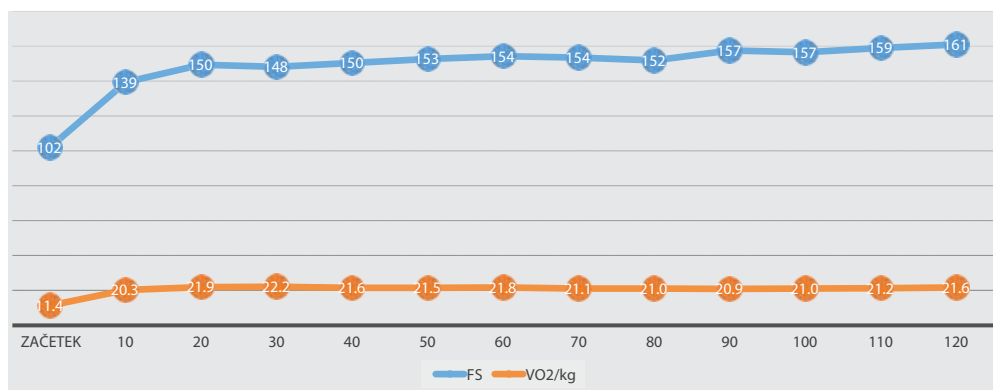
Na žalost nam ta podatek o frekvenci srčnega utripa ne pove veliko z vidika napora posameznika, saj lahko domnevamo, da so lahko razlike povsem individualne ter odvisne tudi od njihove maksimalne frekvence srčnega utripa. Za boljše interpretacijo podatkov bi bilo smiselno izmeriti še maksimalni srčni utrip vseh dvanajstih merjencev, saj bi na podlagi tega lahko še bolj natančno ocenili njihovo stopnjo oz. odstotek napora med simulacijo tekmovanja v kegljanju z vidika frekvence srčnega utripa.

Slika 4 predstavlja razlike med spoloma pri oceni napora, ki ga za posameznika predstavlja tekmovanje v kegljanju. Za oceno napora so morali merjenci predhodno opraviti test aerobnih sposobnosti. Kot smo že omenili, smo uporabili indirektno metodo za določanje maksimalne porabe kisika. Te vrednosti maksimalne porabe kisika kegljačev smo nato primerjali z vrednostmi dejanske porabe kisika med simulacijo tekmovanja. Re-



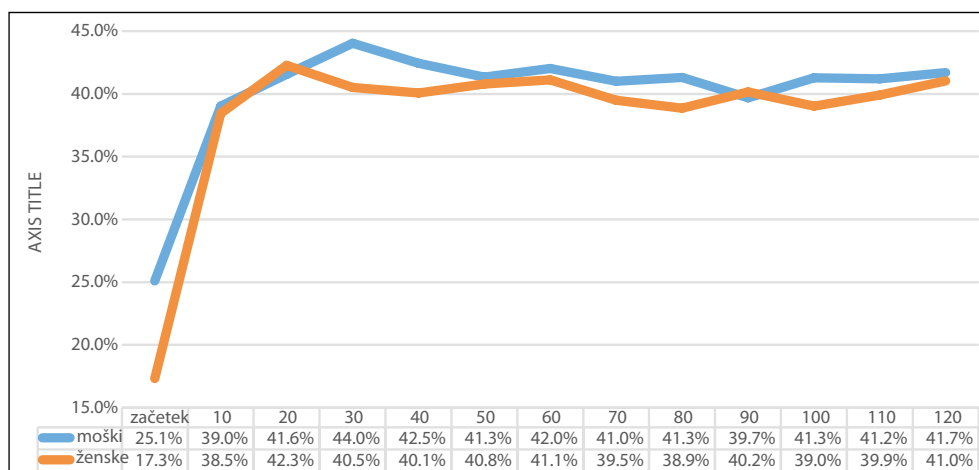
Slika 2. Vrednosti FS in porabe kisika na kg TT pri moških.

Legenda: Rezultat predstavlja povprečno vrednost FS in porabe kisika na kg TT glede na serijo 10 lučajev.



Slika 3. Vrednosti FS in porabe kisika na kg TT pri ženskah.

Legenda: Rezultat predstavlja povprečno vrednost FS in porabe kisika na kg TT glede na serijo 10 lučajev.



Slika 4. Primerjava med spoloma: Delež dejanske porabe kisika v primerjavi z maksimalnimi vrednostmi porabe kisika (VO_{2max}), dobljenih z indirektno metodo 6-minutnega submaksimalnega kolesarjenja.

Legenda: Rezultat predstavlja povprečno vrednost ocene napora glede na serijo 10 lučajev.

zultati so nam pokazali, da znašajo vrednosti med simulacijo tekmovanja v kegljanju med 40 in 45 % maksimalne porabe kisika. To povsem sovпада tudi s predhodnimi ugotovitvami, kjer so Čuk idr. (2012) ugotovili, da velja kegljanje za povsem aerobno aktivnost.

Vzrokov za upad natančnosti tako po vsej verjetnosti ne gre iskati v utrujenosti zaradi slabše vzdržljivosti, ampak verjetno bolj v zbranosti in koncentraciji skozi vseh 120 lučajev med tekmovanjem v kegljanju.

■ Zaključek

Slovenske vrhunske kegljače in kegljačice, ki so sodelovali v raziskavi, lahko uvrstimo med zelo dobro pripravljene športnike. Indirektna metoda ugotavljanja maksimalne porabe kisika, ki smo jo uporabili v raziskavi, nam je pokazala visoke vrednosti tako pri kegljačih kot kegljačicah. Že v predhodnih raziskavah o kegljačih se je ugotavljalo, da predstavlja vzdržljivostna komponenta za kegljače zelo pomemben dejavnik. To predvsem zaradi dejstva, da lahko kegljači brez težav opravijo svoj nastop v energetskem smislu. Tekmovanje v kegljanju namreč traja 4 x 12 min, kar znaša 48 minut (4 x 30 lučajev). Skozi raziskavo smo ugotovili, da gre pri kegljanju predvsem za aerobno nizko intenzivno gibalno aktivnost. Ocena napora med simulacijo tekmovanja v kegljanju je bila ocenjena na 40–45 % njihove maksimalne porabe kisika in je bila skozi celotno tekmovanje konstantna. Skozi vseh 120 lučajev je visoka obremenitev predvsem za centralni živčni sistem, saj je potrebna za vrhunski rezultat visoka zbranost prav pri vsakem lučajem posebej. Naše ugotovitve kažejo, da je bil tako pri moških kot pri ženskah opazen trend nihanja števila zadetkov po posameznih serijah, kjer je opaziti trend manjšega števila zadetkov med npr. 40 in 80 lučajem. V začetku in na koncu pa so bili kegljači oz. kegljačice bolj natančni. Rezultati naše raziskave kažejo, da za ta padec natančnosti ni kriva poraba kisika, saj je ostajala med simulacijo približno konstantna. Tako ni povezave med tekmovalno uspešnostjo in porabo kisika.

■ Literatura

1. Astrand, P. O. in Ryhming, I. (1954) A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *J Appl Physiol*, 7, p. 218–221.
2. Drevenšek, M. (2015). *Analiza mišičnih nesorazmerij pri kegljačih (Diplomsko delo)*. Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko naravoslovje in informacijske tehnologije, Koper.
3. Čuk, I., Likovnik, A., Pintarič, P., Tušak, M., Belcjan, F. in Kugovnik, O. (2000). *Kegljanje*. Ljubljana: Kegljaška zveza Slovenije.
4. Čuk, I., Pintarič, P., Tušak, M., Belcjan, F., Kugovnik, O., Bajec, B., Likovnik, A. in Gobec, L. (2012). *Sodobno kegljanje*. Ljubljana: Kegljaška zveza Slovenije.
5. 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.

asist. dr. Samo Rauter
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport
samo.rauter@fsp.uni-lj.si