

## KINEMATICKÁ ANALÝZA PREKÁŽKOVÉHO KROKU REPREZENTANTA SLOVENSKEJ REPUBLIKY

### KINEMATIC ANALYSIS OF HURDLE STEP OF REPRESENTATIVE SLOVAK REPUBLIC

S. Švachová

Katedra telesnej výchovy a športu Fakulty humanitnýchvied Univerzity Matej Bela v Banskej Bystrici, Slovenská republika

---

#### ABSTRACT

The aim of article is to identify changes in selected kinematic parameters of the top racer at the beginning and at the end of the winter preparatory period YTC 2008 / 2009. In the work we used two-dimensional analysis (2D), the basic logical methods and intra-individual monitoring of research. Viliam Papšo (VP) was the first year racer in the men's category in the season of 2009. The results confirmed that a special training conducted on the race high of the hurdles caused significant positive changes in the kinematic parameters of the hurdle step. We studied positive changes in the selected kinematic parameters of the hurdle step which are also shown in the increase of performance on 60 m hurdles and to create a personal record. Obtained kinematic parameters were compared with former world recorder in this discipline, Colin Jackson. We found significant differences in speed during the overcome of the hurdles, while the differences in the technique to overcome of the hurdles were significantly smaller.

**Keywords:** kinematic analysis, running hurdles, hurdle step

#### SÚHRN

Cieľom príspevku je zistiť zmeny vo vybraných kinematických parametroch na začiatku a na konci zimného prípravného obdobia RTC 2008 / 2009 u vrcholového pretekára. V práci sme použili dvojdimenzionálnu analýzu (2D), základné logické metódy a intraindividuálne výskumné sledovanie. Viliam Papšo (ďalej V.P.) bol v sezóne 2009 prvý rok pretekárom v mužskej kategórii. Výsledky potvrdili, že špeciálny tréning vykonaný na pretekovej výške prekážok vyvolal výrazné pozitívne zmeny v kinematických parametroch v prekážkovom kroku. Pozitívne zmeny vo vybraných kinematických parametroch v prekážkovom kroku, ktoré sme sledovali, sa prejavili i v zlepšení výkonnosti na 60 m prekážok a vytvorení si osobného rekordu. Získané kinematické parametre sme porovnávali s bývalým svetovým rekordérom v tejto disciplíne, Colinom Jacksonom, kde sme zistili značné rozdiely v rýchlosti počas prekonávania prekážky, zatiaľ čo rozdiely v technike prekonávania prekážky boli významne menšie.

**Kľúčová slova:** kinematická analýza, beh cez prekážky, prekážkový krok.

---

#### Úvod

LACZO (2006) uvádza, že prekážkové behy s trojkrokovým a viackrokovým rytmom patria medzi technicky zložité atletické disciplíny. MILLEROVÁ (2001) začleňuje prekážkové behy s trojkrokovým rytmom behu medzi prekážkami medzi krátke šprinty, ktoré zaraďujeme k typu rýchlostno-silových výkonov. Ide o výkony krátkodobé, uskutočňované maximálnou intenzitou.

Z hľadiska pohybovej charakteristiky sa jedná o pohyb kombinovaný – cyklický charakter pohybu sa strieda acyklickým pohybom pri prebehu každej

prekážky. V nábehu, behu medzi prekážkami i v dobehu sa nejedná o čistý cyklický druh pohybu. Jednotlivé bežecké kroky sa od seba odlišujú rozdielnou frekvenciou, dĺžkou i rýchlosťou (MILLEROVÁ, 2001).

Podľa ČILLÍKA a kol. (2009) výkon v šprintérskych prekážkových behoch závisí od faktorov:

- schopnosť akcelerácie (hlavne do 110 m prekážok),
- maximálna rýchlosť,

- vytrvalosť v rýchlosti (výraznejšie na 200 – 400 m prekážok),
- odrazová pripravenosť,
- kĺbová pohyblivosť,
- technika prekonávania prekážok,
- predpoklady pre rytmické vykonávanie pohybov.

V príspevku sa z uvedených faktorov zaoberáme analýzou techniky prekonania prekážky. Analýza kinematických parametrov prekážkového kroku nám umožňuje objektívne poukázať na nedostatky v jednotlivých fázach pohybovej činnosti športovca.

V dostupnej literatúre sa môžeme stretnúť s kinematickou analýzou prekážkového behu u viacerých autorov. ČOH (2003) pomocou 3D videoanalýzy zisťoval kinematický model prekonania štvrtej prekážky u svetového rekordéra Colina Jacksona. ČOH a kol. (2000) taktiež vykonávali 3D kinematickú a dynamickú analýzu u štyroch atlétov, členov slovenského národného tímu. KAMP-MILLER – SLAMKA – VANDERKA (1999) porovnávajú biomechanickú analýzu na 110 m prekážok u Igora Kováča a Petra Nedelického. BUBANJ R. a kol. (2008) porovnávajú kinematický model prekonania prekážky u Colina Jacksona a Darka Mladenoviča. VANDERKA - NOVOSAD (2009) vykonali biomechanickú analýzu prekážkového behu u vybraných prekážkarov, kde sledovali a popisali rozdiely medzi najlepšimi svetovými a v súčasnosti ešte aktívnymi slovenskými prekážkarmi A.N. a S.D.

Cieľom našej práce je zistiť zmeny vybraných kinematických parametrov prekážkového kroku v behu na 60 m prekážok u pretekára V.P. počas zimného prípravného obdobia RTC 2008 / 2009 a porovnať ich s bývalým svetovým rekordérom v tejto disciplíne, Colinom Jacksonom (ďalej C.J.). Predpokladáme, že po absolvovaní zimného prípravného obdobia zaznamenáme výrazné pozitívne zmeny vo vybraných kinematických parametroch v prekážkovom kroku, predovšetkým v horizontálnej rýchlosti.

## Metodika

Sledovaným pretekárom je vrcholový prekážkar V. P., reprezentant Slovenskej republiky. V letnej sezóne 2008 sa zúčastnil MS juniorov v Bydgoszczy. Jeho osobný rekord v disciplíne na 60 m prekážok v juniorskej kategórii z roku 2007 je 8,24 s, v mužskej kategórii 8,17 s (halová sezóna 2009), v disciplíne v behu na 110 m prekážok má jeho osobný rekord hodnotu 13,93 s v juniorskej kategórii (letná sezóna 2008) a 15,03 s v mužskej kategórii (letná sezóna 2008). V.P. bol v roku 2009 prvý rok pretekárom v mužskej kategórii.

Použili sme porovnávaciu biomechanickú analýzu prebehu prekážky, kde základom bola 2D počítačová biomechanická analýza. Použili sme videozáznam behu na 60 m prekážok realizovaný na tréningovej jednotke dňa 2. septembra 2008 na konci pretekového obdobia letnej sezóny 2008, ktoré V.P. absolvoval. Druhý záznam bol vytvorený na halových MSR dospelých dňa 21.2.2009, kde si V.P. utvoril osobný rekord časom 8,17 s (obr.1). Vzdialenosť medzi prekážkami a výška prekážok boli v oboch prípadoch pretekové, t.j. 9,14 m a 106,7 cm. Oba záznamy boli zhotovené v športovej hale Elán v Bratislave. Na záznamy sme použili videokameru S- VHS s frekvenciou snímania 50 obrázkov za sekundu. Kamera bola umiestnená kolmo na rovinu behu na úrovni tretej prekážky, lebo ako uvádza OROS a kol. (2005) najväčšia rýchlosť sa dosahuje na tejto úrovni. Na vyhodnotenie nasnímaného záznamu sme použili systém BAF. Jedná sa o dvojdimenzionálnu analýzu, ktorej výsledkom sú časové, priestorové a rýchlostné parametre. Nasnímané obrázky sme nahrávali do počítača a následne sme každú snímku digitalizovali. Pri digitalizácii sme priradili zvoleným bodom, ktoré charakterizujú analyzovaný pohyb, vertikálnu a horizontálnu súradnicu. Na základe týchto informácií počítač vytvoril kinogram analyzovanej časti pohybu. Po zaradení kinogramu do súradnicovej sústavy a následnej filtrácii údajov sme získali priestorové, časové a priestorovo - časové ukazovatele, ktoré sme vyhodnotili a popisali v grafickom počítačovom programe Corel Draw X3.

Namerané hodnoty sme porovnávali s dostupnou literatúrou od ČOHA (2003) a od BUBANJA (2008), ktorí zisťovali kinematický model prekonania štvrtej prekážky u C.J. počas medzinárodného mítingu „Velenje Slovinsko – 2002“, kde zvíťazil časom 13,47 s (obr.2). Uvádzajú, že niektoré štúdie (SALO - PELTOLA - VIITASALO, 1993; GRIMSHAW, 1995; ISKRA, 1995) ukazujú, že horizontálna rýchlosť prekážkara medzi štvrtou a piatou prekážkou vysoko koreluje s konečným výsledkom v prekážkovom behu na 110 m. Toto tvrdenie sa však nezhoduje s názorom OROSA a kol. (2005), podľa ktorého sme sa riadili a ktorý odporúča meranie na tretej prekážke, kde sa podľa neho dosahuje najväčšia rýchlosť.

Zimné prípravné obdobie V.P. tvorilo osemnásť týždenných mikrocyklov, z ktorých desať týždňov pripadalo na všeobecnú kondičnú prípravu a osem na špeciálnu kondičnú prípravu, v ktorej V.P. pre chorobu vynechal jeden týždenný mikrocyklus. To znamená, že v špeciálnej kondičnej príprave bolo aktívnych sedem týždňov.

**Tabulka 1. Charakteristika sledovaného súboru**  
**Table 1. Characteristics the monitored file**

Meno a priezvisko	Telesná výška	Telesná hmotnosť	Miesto, rok a výkon analyzovaného behu
Colin Jackson (C.J.)	182 cm	75 kg	Velenje 2002; 13,47 s. ČOH (2003)
Viliam Papšo (V.P.)	186 cm	81 kg	1. meranie Bratislava 2008, modelový tréning 2. meranie Bratislava 2009, Halové MSR, 60 prek. 8,17 s

### Výsledky

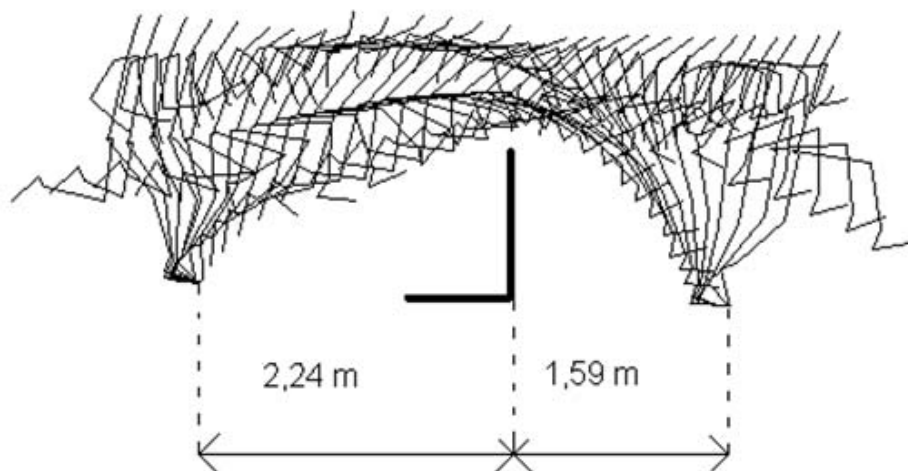
Dĺžka prekážkového kroku sa pohybuje v rozpätí 340 – 370 cm (ČILLÍK a kol., 2009). Prekážkový krok V.P. dosiahol v prvom meraní hodnotu 326 cm, v druhom meraní 383 cm, u C.J. má prekážkový krok dĺžku 367 cm.

Odporúčaná vzdialenosť miesta odrazu od prekážky sa v literatúre pohybuje v rozpätí 190 – 250 cm. Napr. ISKRA (1998) uvádza 210 – 250 cm, KAMPMILLER (2002) 190 – 220 cm, ČILLÍK - ROŠKOVÁ (2003) 200 – 215 cm od prekážky. Pri prvom meraní sa V.P. odráža 197 cm od prekážky, pri druhom meraní sa hodnoty zmenili a to na vzdialenosť 224 cm od prekážky, t.j. 60,5 % resp. 58,5 % z celkovej dĺžky prekážkového kroku avšak uhol odrazu počas druhého merania dosahuje optimálnu hodnotu a to 70° (tab. 2). Počas prvého merania je táto hodnota vyššia (77°), čo je zapríčinené zaujatím blízkeho odrazového postavenia od prvej prekážky – 197 cm od prekážky. C.J. vykonáva odraz 209 cm od prekážky, čo predstavuje 56,9 % z celkovej dĺžky prekážkového kroku, uhol odrazu je 72,9°. Pomer dĺžky

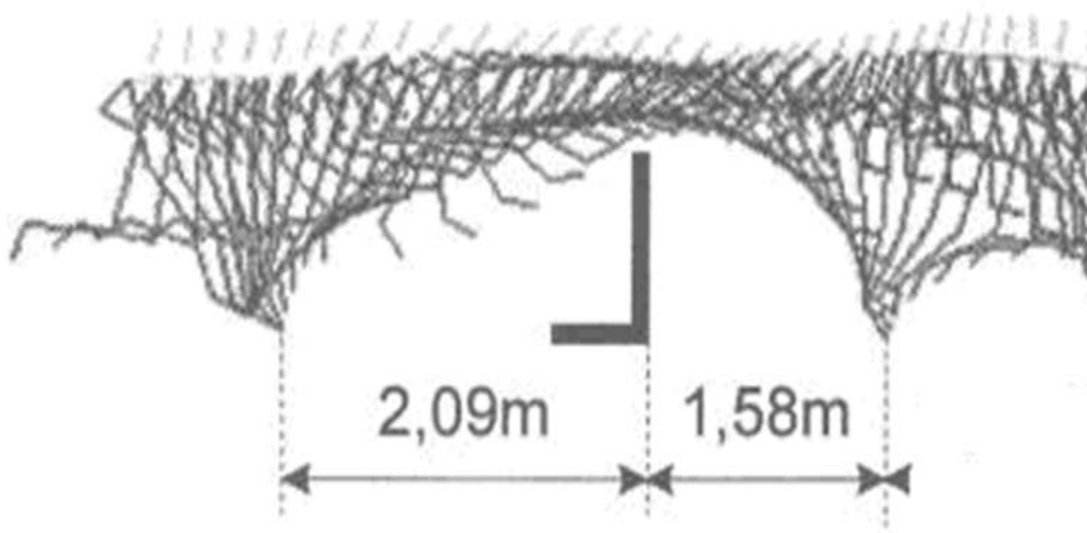
vzdialenosti odrazu a došľapu z celkovej dĺžky prekážkového kroku závisí predovšetkým od antropometrických charakteristík prekážkara, od rytmu medzi prekážkami a od uhla odrazu. KAMP-MILLER (2002) uvádza optimálny uhol odrazu v rozpätí 66 – 74°.

Horizontálna rýchlosť ťažiska v brzdiacej fáze je u V.P. 7,70 m.s<sup>-1</sup>, zatiaľ čo v aktívnej fáze sa zvyšuje na 7,99 m.s<sup>-1</sup> v prvom meraní a v druhom meraní sa zvyšuje zo 7,71 m.s<sup>-1</sup> v brzdiacej fáze na 8,04 m.s<sup>-1</sup> v aktívnej fáze odrazu, čo je nárast rýchlosti o 0,33 m.s<sup>-1</sup>. C.J. dosiahol horizontálnu rýchlosť 8,81 m.s<sup>-1</sup> čo znamená, že v porovnaní s naším probandom dosiahol o 1,1 m.s<sup>-1</sup> väčšiu rýchlosť. V aktívnej fáze ju ešte zvyšuje na hodnotu 9,11 m.s<sup>-1</sup>, t.j. nárast rýchlosti o 0,3 m.s<sup>-1</sup>. Obaja pretekári dokázali počas aktívnej fázy odrazu zvýšiť svoju horizontálnu rýchlosť o takmer rovnakú hodnotu, 0,3 a 0,33 m.s<sup>-1</sup> u V.P.

Kvalita prekonania prekážky je priamo závislá od výšky ťažiska počas odrazu. Atlét musí udržiavať vysokú pozíciu ťažiska počas odrazu. U V.P. je výška ťažiska na konci aktívnej fázy



**Obrázek .1 Kinogram prekážkového kroku V.P. z 21. februára 2009 (druhé meranie)**  
**Figure 1. Kinogram of hurdle step V.P. of 21 February 2009 (second measurement)**



**Obrázek 2. Kinogram prekážkového kroku C.J. z medzinárodných pretekov „Velenje – Slovinsko – 2002“**  
**Figure.2 Kinogram of hurdle step C. J. from international competition “Velenje – Slovenia – 2002”**

odrazu vo výške 130 cm vo výstupnom meraní (129 cm vo vstupnom meraní), čo predstavuje 69,8 % z jeho telesnej výšky (TV= 186 cm). U C.J. je to 108 cm, čo predstavuje 59,3 % z jeho telesnej výšky (TV= 182 cm). Zvyšovanie výšky ťažiska z brzdiacej fázy do fázy aktívnej je u V.P. 12 cm vo výstupnom meraní a 13 cm u C.J. Podľa BUBANJA a kol. (2008) maximálna výška ťažiska závisí od techniky odrazu do prekážky a rovnako aj od morfolologickej charakteristiky bežca.

Kritérium efektívnej prekážkovej techniky je absolvovať letovú fázu čo najkratší možný čas, pretože šprintér stráca rýchlosť vo vzduchu (ČOH, 2003). Čím vyššia je trajektória letu ťažiska, tým dlhšia je letová fáza. Ťažisko kulminuje hneď po odraze až po hodnotu 148 cm a 150 cm u V.P. a ktorú dosahuje ešte pred prekážkou. Výška vrcholu je určená najnižšou nutnou výškou ťažiska tela nad prekážkou. Zdvih ťažiska závisí od viacerých faktorov (rýchlosť prebehu, výška ťažiska pretekára, výška prekážky, úroveň techniky prebehu a pod.) a pohybuje sa v intervale 5 – 30 cm. Vertikálny zdvih ťažiska činil u V.P. v prvom meraní 19 cm a v druhom meraní 20 cm, u C.J. 45 cm, čo znamená, že maximálna výška ťažiska pri prekonávaní prekážky je 152 cm. (tab. 2). Keďže zdvih ťažiska závisí aj od výšky ťažiska pretekára, u V.P. sme vzhľadom k vyššej telesnej výške (186 cm) zaznamenali nižší zdvih ťažiska. ČOH (2003) vo výsledkoch kinematickej analýze u C.J. hovorí, že v tomto konkrétnom prípade nesmeruje C.J. k najefektívnejšej trajektórii letu ťažiska ponad prekážku. Treba však pripomenúť, že analyzovaný beh C.J. bol výrazne slabší od jeho najlepších časov (hodnota bývalého svetového a stále ešte európskeho rekordu z roku 2003 má hodnotu 12,91 s), zatiaľ čo V.P. si v druhom meraní na trati 60 m prekážok vytvoril osobný rekord 8,17 s.

Fáza došľapu za prekážkou je jednou z najdôležitejších častí prekonania prekážky. Vo fáze došľapu je nutné vykonať čo najúčinnější prechod od prekážky do behu medzi prekážkami. Tento prechod od acyklických pohybov k pohybu cyklickému si vyžaduje vysokú úroveň technických vedomostí a vysokú úroveň pohybových schopností, ako je rýchlosť, sila, koordinácia, rovnováha a načasovanie (ČOH, 2003).

Miesto došľapu je vzdialené od prekážky 130 – 155 cm (KOŠTIAL, 1986; KAMPMILLER, 2002), ČILLÍK - ROŠKOVÁ (2003) uvádzajú 140 – 155 cm. V.P. vykonáva došľap v prvom meraní vo vzdialenosti 129 cm od prekážky, čo je 39,5 % z celkovej dĺžky prekážkového kroku a kde uhol zaujatia oporného postavenia má hodnotu 73°. V druhom meraní sme namerali hodnoty vzdialenosti došľapu 159 cm, 41,5 % z dĺžky prekážkového kroku a uhla došľapu 79°. Podľa viacerých autorov (napr. KOŠTIAL, 1986; KAMPMILLER – KOŠTIAL, 1987) by mal byť uhol došľapu 90 – 100°. V druhom meraní sa približujeme k tejto hodnote, čo hodnotíme ako pozitívnu zmenu. C.J. vykonáva došľap 158 cm od prekážky, čo je 43,1 % z celkovej dĺžky kroku. Optimálny percentuálny pomer medzi vzdialenosťami odrazu a došľapu od prekážky je 60: 40 % (SCHMOLINSKI, 1979; LA FORTUNE, 1991; MCLEAN, 1994; JARVER, 1997; KAMPMILLER a kol., 2002). C.J. má mierne skrátený krok pred prekonaním prekážky a mierne predĺžený po ňom, čo môže súvisieť s jeho relatívne menšou telesnou výškou. V.P. sa takmer zhoduje s optimálnymi hodnotami, ale ako sme už vyššie spomínali, tento pomer závisí od antropometrických charakteristík prekážkara, od rytmu medzi prekážkami a od uhla došľapu.

**Tabuľka 2. Výsledky sledovaných kinematických parametrov v prvom a v druhom meraní u V. P a C. J.**  
**Table 2. Results of observed kinematic parameters in the first and second measurements for V. P. and C. J.**

Parametre	V.P. Prvé meranie	V.P. Druhé meranie	C.J.
<b>Odraz (brzdiaca fáza)</b> <b>Take – off (braking phase)</b>			
Výška $\bar{T}$ (cm)	113	118	95
Horizontálna rýchlosť $\bar{T}$ (m.s <sup>-1</sup> )	7,70	7,71	8,81
<b>Odraz (aktívna fáza)</b> <b>Take – off (propulsion phase)</b>			
Horizontálna rýchlosť $\bar{T}$ (m.s <sup>-1</sup> )	7,99	8,04	9,11
Výška $\bar{T}$ (cm)	129	130	108
Uhol odrazu (°)	77	70	72,9
Vzdialenosť odrazu (cm)	197	224	209
<b>Letová fáza</b> <b>Flight</b>			
Kulminačný bod (cm)	148	150	152
<b>Došľap (brzdiaca fáza)</b> <b>Landing (braking phase)</b>			
Horizontálna rýchlosť $\bar{T}$ (m.s <sup>-1</sup> )	7,71	7,68	8,77
Výška ťažiska (cm)	133	136	115
Uhol došľapu (°)	73	79	-
Vzdialenosť došľapu (cm)	129	159	158
<b>Došľap (aktívna fáza)</b> <b>Landing (propulsion phase)</b>			
Horizontálna rýchlosť $\bar{T}$ (m.s <sup>-1</sup> )	7,18	7,88	8,41
Výška $\bar{T}$ (cm)	126	130	-

Predpokladom prekonávania prekážky s minimálnou stratou horizontálnej rýchlosti je vysoká poloha ťažiska pri ukončení odrazu a ešte vyššia pri zaujatí oporového postavenia za prekážkou (MISKOS, 1983; RAZUMOVSKIJ, 1996). Toto kritérium spĺňa C.J. aj V.P. v oboch meraniach, keďže výška ťažiska pri ukončení odrazu (129 cm) je nižšia o 4 cm ako pri dokroku (133 cm) v prvom meraní a o 6 cm nižšia v druhom meraní (130 cm pri ukončení odrazu a 136 cm pri došľape). U C.J. tento rozdiel činní hodnotu 7 cm (výška ťažiska pri ukončení odrazu je 108 cm, pri došľape 115 cm).

Horizontálna zložka rýchlosti u V.P. pri došľape klesá za prekážkou na hodnotu 7,71 m.s<sup>-1</sup> v prvom meraní, čo je zníženie rýchlosti o 0,28 m.s<sup>-1</sup>. Následný odraz je menej aktívny, keďže horizontálna rýchlosť klesá až na hodnotu 7,18 m.s<sup>-1</sup>, čo hodnotíme negatívne. V druhom meraní pozorujeme zmeny pri prekonávaní prekážky, kde je strata horizontálnej rýchlosti 0,36 m.s<sup>-1</sup>. Následný odraz je aktívny pri náraste rýchlosti na 7,88 m.s<sup>-1</sup>.

Hodnotíme to ako pozitívnu zmenu. Horizontálna rýchlosť vo fáze došľapu v brzdiacej fáze u C.J. je 8,77 m.s<sup>-1</sup>, čo znamená, že v priebehu prekonania prekážky došlo k zníženiu rýchlosti o 0,34 m.s<sup>-1</sup>. Aj keď je C.J. prekážkar svetovej úrovne, môžeme u neho sledovať pokles rýchlosti v aktívnej fáze odrazu a to na hodnotu 8,41 m.s<sup>-1</sup>.

Priebeh zmien horizontálnej zložky rýchlosti ťažiska u pretekára V.P. pri prvom meraní nám potvrdzuje nestabilitu techniky prebehu prekážky. Prvé meranie sme uskutočnili na konci pretekového obdobia letnej sezóny 2008, kedy V.P. pretekal v juniorskej kategórii, t.j. výška prekážok 100 cm. Do tohto obdobia neboli do tréningového programu V.P. zaradené žiadne špeciálne prekážkarské podnety na stabilizáciu techniky na výške prekážok 106,7 cm. Počas prípravného obdobia už boli špeciálne prekážkarské podnety súčasťou tréningu, čo sa prejavilo v druhom meraní po zimnom prípravnom období v pozitívnom zmysle slova. Vplyv iných tréningových prostriedkov mohol samozrejme tiež zapríčiniť toto zlepšenie, avšak

objem vykonaných jednotlivých tréningových prostriedkov nemáme k dispozícii a preto ich neviem porovnať ani s predchádzajúcim prípravným obdobím. Domnievame sa však, že prípravné obdobie bolo podobné príprave z predchádzajúceho roku, ale špeciálne prekážkarské podnety boli vykonávané na vyšších prekážkach.

### Diskusia

Ako sme jednoznačne dokázali pomocou kinematickej analýzy, sledovaný proband V.P. dosiahol pozitívne zmeny vo všetkých sledovaných kinematických parametroch. Hlavnou príčinou týchto zmien bol vykonaný objem špeciálnych prekážkarských cvičení a prekážkarskej rýchlosti na pretekovej výške prekážok, t.j. 106,7 cm.

Efektívne prekonanie prekážky probanda, V.P., môžeme podľa ČOHA (2003) definovať nasledovne:

- Horizontálnou rýchlosťou ťažiska počas odrazu vpred do prekážky. U oboch pretekárov môžeme sledovať nárast horizontálnej rýchlosti z brzdiacej fázy odrazu do fázy aktívnej približne o  $0,3 \text{ m.s}^{-1}$ . Rozdiel v rýchlosti v aktívnej fáze odrazu medzi svetovým rekordérom C.J. a reprezentantom V.P. je  $1,07 \text{ m.s}^{-1}$ .
- Výškou ťažiska počas odrazu. U V.P. výška ťažiska činní na konci aktívnej fáze odrazu 130 cm vo výstupnom meraní, C.J. je to 108 cm. Zvyšovanie výšky ťažiska z brzdiacej fázy do fázy aktívnej dosahuje u V.P. 12 cm vo výstupnom meraní a 13 cm u C.J.
- Najmenšími možnými stratami horizontálnej rýchlosti ťažiska počas prekonávania prekážky.

Horizontálna rýchlosť v brzdiacej fáze došľapu klesá u V.P. počas výstupného merania o  $0,36 \text{ m.s}^{-1}$  u C.J. o  $0,34 \text{ m.s}^{-1}$ . U V.P. vidíme pozitívnu zmenu v tom, že počas aktívnej fáze došľapu horizontálna rýchlosť vzrastá o  $0,3 \text{ m.s}^{-1}$ , zatiaľ čo u C.J. sledujeme pokles rýchlosti v aktívnej fáze odrazu a to o  $0,36 \text{ m.s}^{-1}$  oproti brzdiacej fáze.

- Vysokou polohou ťažiska pri došľape. Výška ťažiska pri došľape u V.P. v druhom meraní dosahuje hodnotu 136 cm, u C.J. je táto hodnota 115 cm. Obaja pretekári dosiahli vyššiu polohu ťažiska pri zaujatí oporového postavenia za prekážkou ako pri ukončení odrazu a tým spĺňajú predpoklad prekonávania prekážky s minimálnou stratou horizontálnej rýchlosti.

U V.P. sme zaznamenali hlavný nedostatok v uhle zaujatia došľapu za prekážkou ( $79^\circ$ ). Preto odporúčame do tréningového plánu pre nasledujúce prípravné obdobie zapracovať tieto cvičenia:

- elementárne cvičenia pohybu odrazovej nohy na rôznej výške prekážok s rôznym počtom medziprekážkových krokov,
- elementárne cvičenia pohybu švihovej nohy na rôznej výške prekážok s rôznym počtom medziprekážkových krokov,
- komplexný rozvoj rýchlosti prekážkového kroku so synchronizáciou činnosti švihovej a odrazovej nohy na 1, 3, 5, 7 medziprekážkových krokov s rôznou výškou prekážok. Pokročilí prekážkari sú schopní prekonať 10 – 12 prekážok na jednokrokový rytmus.

Počas vykonávania elementárnych cvičení pohybu švihovej nohy i počas komplexného rozvoja prekážkového kroku v jednokrokovom rytme medzi prekážkami sa snažíme pozitívne ovplyvňovať hodnoty uhla došľapu za prekážkou a priblížiť ich k modelovým hodnotám. Proband sa bude snažiť v priestorovom deficite medzi prekážkami „zmestiť do medzier“ a tým zvýšiť aktivitu činnosti švihovej nohy za prekážkou.

Keďže u sledovaného probanda sme nezistili iné technické nedostatky, rýchlosť behu môžeme pozitívne ovplyvniť len rýchlosťou frekvencie vykonania asymetrických krokov medzi prekážkami. Preto odporúčame zaradiť do tréningového plánu nasledujúce špeciálne cvičenia:

- pomocou ktorých zabezpečíme transfer rýchlosti do štruktúry behu medzi „prekážkami“. Vykonávame cvičenia bez prekážok, len medzi čiarami, resp. medzi nízkymi prekážkami 10 – 20 cm.

### Záver

Z kinematickej analýzy prekážkového kroku V.P. vyplýva, že v druhom meraní dosiahol sledovaný proband vo vzdialenosti odrazu na prekážku, došľapu za prekážkou i vertikálneho zdvihu ťažiska počas letovej fázy hodnoty, ktoré sú podľa názorov mnohých autorov v rozmedzí modelových hodnôt. To sa týka i uhla odrazu na prekážku. Nedostatok vidíme v uhle zaujatia došľapu za prekážkou ( $79^\circ$ ), ktorý je oproti modelovým hodnotám príliš malý. Celkovo sa však jeho technika po ukončení prípravného obdobia zlepšila, čo potvrdili výsledky vo výstupnom meraní.

Hoci má C.J. mierne odchýlky od modelových hodnôt vybraných kinematických ukazovateľov, jeho horizontálna rýchlosť je v brzdiacej i v aktívnej fáze odrazu a v brzdiacej fáze došľapu vyššia približne o  $1,1 \text{ m.s}^{-1}$  a preto je v porovnaní s V.P. výkonnostne lepším pretekárom.



## Literatúra

- Bubanj, R., Stankovič, R., Rakovič, A., Bubajn, S., Petrovič, V. & Mladenovič, D. (2008). Comparative biomechanical analysis of hurdle clearance techniques on 110 m running with hurdles of elite and non-elite athletes. *Serbian Journal of Sports Sciences*, č. 2, 37 - 44.
- Čillik, I. a kol. (2009). *Atletika*. (pp. 63 - 74). Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, Fakulta humanitných vied, str. 63 – 74.
- Čillik, I. & Rošková, M. (2003). *Základy atletiky*. (pp. 53 – 60). Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, Fakulta humanitných vied.
- Čoh, M., Jošt, B. & Škof, B. (2000). Kinematic and dynamic analysis of hurdle clearance technique. *International Symposium on Biomechanics in Sports*. Retrived from the World Wide Web: <http://w4.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/viewFile/2376/2229>.
- Čoh, M. (2003). Colin Jackson's hurdle clearance technique. Ljubljana: University of Ljubljana, Faculty of Sport, Biomechanical Laboratory. Retrived from the World Wide Web: [http://www.coachr.org/colin\\_jacksons\\_hurdle\\_clearance\\_technique.htm](http://www.coachr.org/colin_jacksons_hurdle_clearance_technique.htm).
- Grimshaw, P. (1995). A kinematic analysis of sprint hurdles training strategies ( isolation drills) *Athletic Coach* 29, 4, 24-28.
- Iskra, J. (1998). *Bleg przez plotki*. Katowice: Akademia Wychowania Fizycznego.
- Iskra, J. (1995). The most effective technical training for the 110 m hurdlers. *New Studies in Athletics*, 3, 51-55.
- Jarver, J. (1997). *The hurdles – Contemporary theory, technique and training*. El Camino Real: Tafnews Press.
- Kampmiller, T. a kol. (2002). *Teória a didaktika atletiky I*. Bratislava: Univerzita Komenského.
- Kampmiller, T. & Košťál, J. (1987). Behy na krátke vzdialenosti. In: Kuchen, A. a spol. *Teória a didaktika atletiky*. (pp. 94 - 138). Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, str. 94 – 138.
- Kampmiller, T., Sslamka, M. & Vanderka, M. (1999). Comparative biomechanical analysis of 110 m hurdles of Igor Kovač a Peter Nedelický. *Kinesiologia Slovenica* 1 (2). 26 – 30.
- Košťál, J. (1986). Beh na 110 m prekážok mužov a 100 m prekážok žien. In: Varga, I. a spol.: *Atletika - behy*. (pp. 147- 179). Bratislava: Šport.
- La Fortune, M.A. (1991). Biomechanical analysis of 110 m hurdles. *Track and Field News*, 105, 3355 – 3365.
- Laczo, E. (2006). *Prekážkové šprinty*. Bratislava: Katedra atletiky Fakulta telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského.
- McLean, B. (1994). The biomechanics of hurdling. Force plate analysis to assess hurdling technique. *New Studies in Athletics*, 4, 55 – 58.
- Millerová, V. a spol. (2001). *Běhy na krátke tratě*. Praha: Olympia.
- Miskos, G. (1983). *Prekážkový beh*. Scenár k filmu IAAF. Praha: KVA VAS ÚV ČSTV.
- Oros, F., Sytipits, L. & Takács, L. (2005). Agátfutás technikája. In: *Az atlétikai versenyszámok technikája*. (pp. 155 – 205). TF, Budapest.
- Razumovskij, J. (1996). Faktory progressa: sorevnovatel'naja dejatel'nost' – modeli, charakteristiki orientiry. *Leg. Atl.*, 7, 17 – 19.
- Salo, A., Peltola, E. & Viitasalo, T. (1993). Eninge Biomechanische Merkmale des Zwischenhurdenlaufs im 110 m Hurdenlauf. *Leistungssport*, 2, str. 59-62.
- Schmolinski, G. (1979). *Leichtathletik*. Berlin: Sportverlag.
- Tošnar, M. & Šťastný, O. (1962). *Překážkové běhy*. Praha: ÚV ČSTV.
- Vanderka, M. & Novosad, A. (2009). Biomechanická analýza prekážkového behu u vybraných prekážkarov. In: *Atletika 2009* (pp. 9 – 18). – *medzinárodný recenzovaný vedecký zborník*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, Fakulta humanitných vied.

**Mgr. Simona Švachová**  
**KTVŠ FHV UMB**  
**Tajovského 40**  
**974 01 Banská Bystrica, SK**  
**e-mail: [simonkasvachova@hotmail.com](mailto:simonkasvachova@hotmail.com)**