

УДК 796.012.414:612.766

## ПРЕДИКЦИЈА ПОУЗДАНОСТИ И ПОВЕЗАНОСТ МЕТОДА И ВАРИЈАБЛИ КОД ОДРЕЂИВАЊА ОПТИМАЛНЕ ВИСИНЕ САСКОКА

### Сажетак

Тренинг са оптималним оптерећењем који максимизује мишићну снагу се препоручује и сматра супериорним у односу на класичан тренинг оптерећења без прецизно одређеног интензитета. Први циљ истраживања је био да се испита потребан број понављања за добијање високе поузданости при одређивању оптималне висине саскока ( $DH_{opt}$ ) коришћењем метода бирања или предвиђања и варијабли: релативизована максимална мишићна снага у концентричној фази одскока ( $PP_{con}$ ), висина скока ( $H$ ), реактивни индекс извођења ( $RSI$ ). Други циљ истраживања је био да се испита међусобна повезаност коришћених метода и варијабли којима се дефинише  $DH_{opt}$ . У експерименту је учествовало укупно 30 испитаника (студената Факултета спорта и физичког васпитања Универзитета у Београду). Најмањи број понављања за добијање „високе“ поузданости је потребан када се  $DH_{opt}$  детерминише варијаблом  $PP_{con}$  методом предвиђања (довољно је два понављања). Када се  $DH_{opt}$  детерминише варијаблом  $RSI$  методом предвиђања потребна су три понављања, а када је  $DH_{opt}$  одређивана варијаблом  $H$  методом бирања и предвиђања потребно је пет понављања да би се добила висока поузданост. Највећи број понављања је потребан када се  $DH_{opt}$  одређује  $PP_{con}$  методом бирања. Најмања вредност повезаности између метода бирања и предвиђања, једина статистички значајна разлика  $DH_{opt}$  између два метода, добијена је када је  $DH_{opt}$  одређивана варијаблом  $PP_{con}$ .

**Кључне речи:** МАКСИМАЛНА МИШИЋНА СНАГА / РЕАКТИВНИ ИНДЕКС ИЗВОЂЕЊА / ВИСИНА СКОКА

## PREDICTION OF RELIABILITY AND CORRELATION OF METHODS AND VARIABLES FOR DETERMINING THE OPTIMAL DROP HEIGHT

### Abstract

Training with an optimal demand maximizing muscle power is recommended and considered superior to classic demand training which lacks precisely determined intensity. The first goal of this research was to examine the number of repetitions required to achieve variables of high reliability determining the optimal drop height ( $DH_{opt}$ ) while using the picking or fitting methods and following variables: relativized maximal muscle power in the concentrated phase of jump ( $PP_{con}$ ), achieved jump height ( $H$ ), and reactive strength index ( $RSI$ ). The second goal was to examine the correlation between the two methods used and variables that define  $DH_{opt}$ . Thirty examinees participated in this experiment (students of the Faculty of Sport and Physical Education, University of Belgrade). When  $DH_{opt}$  was determined by the variable  $PP_{con}$  using the fitting method (two repetitions were enough) the smallest number of repetition was needed to achieve “high” reliability. When  $DH_{opt}$  was determined by the variable  $RSI$  using the picking method three repetitions were needed, and when  $DH_{opt}$  was determined by the variable  $H$  using the picking and fitting methods five repetitions were needed in order to achieve high reliability. The fewest number of repetitions was needed when  $DH_{opt}$  was determining  $PP_{con}$  using the picking method. The lowest correlaton between the methods of picking and fitting, the only statistically significant different  $DH_{opt}$  between the two methods, was shown when  $DH_{opt}$  was determined by  $PP_{con}$  variable.

**Key words:** MAXIMAL MUSCLE POWER / REACTIVE STRENGTH INDEX / ACHIEVED JUMP HEIGHT

## 1. Увод

У спортој пракси се предлаже спровођење тренинга који омогућавају остваривање максималних акутних ефеката (нпр. код скока из саскока извођење саскока са висине која омогућава генерисање максималне мишићне снаге током концентричне фазе одскока) у циљу повећања ефикасности тренажних процедура и максимизације адаптационих капацитета (Матић 2016 према Wilson et al. 1993; Baker & Nance 1999; Baker et al. 2001; McBride et al. 2002). Тренинг са оптималним оптерећењем који максимизује мишићну снагу се препоручује и сматра супериорним у односу на класичан тренинг оптерећења без прецизно одређеног интензитета. Примена оптималног интензитета такође утиче на смањење појава акутних или хроничних повреда коштаног-зглобно-тетивног система током тренинга (Malfait et al. 2014; Marković i Mikulić 2010). Вилсон и сар. (Wilson et al. 1993) су испитивали ефекте три тренажна модалитета (великих тренажних оптерећења са теговима, скок из саскока ( $DJ$ ), скок из получучња ( $SJ$ ) са оптерећењем при коме се постиже максимална снага) на тестове 30  $m$  спринт, скок удаљ из места, скок увис са почучњем ( $CMJ$ ). Највеће побољшање резултата у коришћеној батерији тестова је код групе која је радила тренинг оптималног интензитета. Сличне резултате су добили и Канеко и сар. (Kaneko et al. 1983) да тренинзи при којима се реализује максимална снага ефикасније утичу на њено побољшање од других врста тренинга.

Оптималан интензитет је неопходан за ваљан поступак процене одговарајућих способности у различитим задацима. Такође је битно створити услове тестирања који ће омогућити да се сви испитаници тестирају на жељеном (максималном или субмаксималном) интензитету. Са тим у вези валидно одређивање величине оптерећења у стандардним моторичким задацима (трчања, скакања, бацања) захтева индивидуализацију. Код скока из саскока су добијене различите оптималне висине саскока (*eng. optimal drop height* –  $DH_{opt}$ ) у зависности од коришћених метода и варијабли за дефинисање  $DH_{opt}$ .

За одређивање  $DH_{opt}$  у већини анализираних научних радова користио се метод бирања (*eng. picking method*). Код овог метода испитаници са различитих висина изводе скокове из саскока. Висина саскока са које се оствари максимална вредност зависне варијабле, на пример максимална висина скока (Komi & Bosco 1978), максимална мишићна снага током концентричне фазе одскока (Pietraszewski & Rutkowska-Kucharska 2011), сматра се оптималном. У студијама (Pietraszewski & Rutkowska-Kucharska 2011; Lazaridis et al. 2013)  $DH_{opt}$  је рачуната као просечна вредност групе или индивидуална вредност испитаника (Komi & Bosco 1978). У наведеним радовима није проверавана поузданост коришћеног метода, што представља одређени методолошки недостатак истраживања који треба узети у обзир приликом тумачења добијених резултата.

Метод предвиђања–регресиони (*eng. fitting method*) је коришћен за одређивање  $DH_{opt}$  у досадашњим истраживањима у раду Матића и сар. (Matić et al. 2015) где је испитивана поузданост метода предвиђања при чему се за дефинисање  $DH_{opt}$  користила варијабла релативизована максимална мишићна снага током концентричне фазе одскока. Са теоријско-математичког гледишта метод предвиђања (оптимално оптерећење се одређује помоћу криве која тежи да прође близу свих тачака) је поузданији од метода бирања. Основни разлог веће поузданости овог метода је начин на који се одређује  $DH_{opt}$ . Тиме се неутралишу појединачне грешке у мерењу, што може утицати на прецизније одређивање  $DH_{opt}$  у односу на метод бирања.

$DH_{opt}$  је у анализираним радовима најчешће одређивана на основу варијабле постигнуте висине скока (Bobbert et al. 1987; Komi & Bosco 1978; Lees & Fahmi 1994; Voigt et al. 1994). Нешто ређе се користио реактивни индекс извођења – *eng. reactive strength index* –  $RSI$  (Byrne et al. 2010),

количина кинетичке енергије у амортизационој и екстензионој фази одскока (Asmussen & Bonde-Petersen 1974), временски период трајања одскока (Коми 1992b), контакт петама са подлогом током одскока (Schmidtbleicher 1992) и генерисана релативизована максимална мишићна снага током одскока (Pietraszewski & Rutkowska-Kucharska 2011). Варијабла максимална мишићна снага релативизована у односу на телесну масу (Pietraszewski & Rutkowska-Kucharska 2011) се ретко користила у досадашњим истраживањима, а аутори (Laffaye & Choukou 2010) је сматрају најпредиктивнијом варијаблом висине скока, која је према анализираној литератури, најчешће коришћена за одређивање  $DH_{opt}$ .

Први циљ истраживања је био да се испита потребан број понављања за добијање високе поузданости при одређивању  $DH_{opt}$  коришћењем метода бирања или предвиђања и варијабли: релативизована максимална мишићна снага у концентричној фази одскока ( $PP_{con}$ ), висина скока ( $H$ ), реактивни индекс извођења ( $RSI$ ). Други циљ истраживања је био да се испита међусобна повезаност коришћених метода и варијабли којима се дефинише оптимална висина саскока.

## 2. Метод

### 2.1. Протокол експеримента

Сва експериментална мерења су реализована на Факултету спорта и физичког васпитања, Универзитета у Београду. Испитаници су тестирани у Методичко-истраживачкој лабораторији (МИЛ) у временском периоду од 10 до 14 h.

Загревање је трајало око 30 min, састојало се од трчања умереним интензитетом и вожње стационарног бицикла, статичког и динамичког истезања мишићних група које су највише ангажоване у скоковима, спринтерским и скакачким вежбама са постепеним повећањем интензитета.

Три дана пре експерименталног мерења испитаници су се „упознали“ са скоком из саскока (са сваке од коришћених висина на тестирању испитаници су изводили по 3-4 скока, што је укупно 24-32 скока). Током експеримента насумично је изабрано осам висина саскока у опсегу од 0.12 до 0.82 m (0.12, 0.22, 0.32, 0.42, 0.50, 0.62, 0.72 и 0.82 m). Са сваке висине изводило се 5 скокова максималног интензитета на тензометријској платформи, последња 3 узимана су за даљу анализу. Инструкција је била да се постигне што виши скок, са што краћим трајањем одскока (Makaruk & Sacewicz 2011) и што мање флексије у зглобу колена током доскока (Taube et al. 2012). Шаке су биле ослоњене на кукове, како би се елиминисао утицај замаха руку (Viitasalo et al. 1998; Potach & Chua 2000; Taube et al. 2012).

Паузе (активни одмори) су биле око 15 s (Read & Cisar 2001) између покушаја и 3 минута између различитих висина саскока (Taube et al. 2012). Да би се скок сматрао исправним, критеријум је био трајање контакта са подлогом (не дуже од 300 ms), како би се применила одговарајућа техника одскока (према Schmidtbleicher 1992 скокови у режиму циклуса издужења-скраћења (*eng. Stretch shortening cycle - SSC*) мишића, тј. искористио SSC мишића (Kibele 1999).

### 2.2. Узорак испитаника

У експерименту је учествовало укупно 30 испитаника (студената Факултета спорта и физичког васпитања), просечног узраста  $20.73 \pm 1.26$  година, телесне масе  $77.4 \pm 9.5$  kg и висине  $1.84 \pm 0.07$  m, који у периоду од последње две године нису тренирали и такмичили се за неки професионални клуб већ само на нивоу универзитетског спорта. Етичка комисија Факултета спорта и физичког васпитања Универзитета у Београду је одобрила спровођење истраживања.

### 2.3. Узорак варијабли

Коришћене варијабле за истраживање постављених циљева су:

- релативизована максимална мишићна снага током концентричне фазе одскока ( $PP_{con}$ ),
- висина скока ( $H$ ),
- реактивни индекс извођења ( $RSI$ ).

### 2.4. Мерење и прикупљање варијабли

За мерење и прикупљање варијабли коришћена је тензометријска платформа (AMTI, Inc., Newton MA, USA), монтирана и калибрисана према упутствима произвођача на 1000 Hz димензије  $0.60 \times 0.40$  m. Мишићна снага у вертикалним скоковима је одређивана према препорукама (Vanrenterghem et al. 2001). За снимање података вертикалне компоненте силе реакције подлоге коришћен је софтвер (LabVIEW, National Instruments, Version 11.0, Austin, TX, USA).

### 2.5. Одређивање оптималне висине саскока

Коришћена су два метода – метод бирања и предвиђања за одређивање  $DH_{opt}$ , а варијабле помоћу којих је детерминисана  $DH_{opt}$  су  $PP_{con}$ ,  $H$ ,  $RSI$ .

Код метода бирања, за  $DH_{opt}$  је сматрана она висина саскока са које испитаник постиже максималну вредност, нпр. висине скока, индекса извођења, релативизоване максималне мишићне снаге током концентричне фазе одскока. На пример, када је варијабла  $PP_{con}$  коришћена за одређивање  $DH_{opt}$  од три последња покушаја са сваке висине саскока коришћен је скок код кога је реализована највећа вредност варијабле  $PP_{con}$ , исти принцип је примењен и када је за одређивање  $DH_{opt}$  коришћена варијабла  $H$  (Kotzamanidis et al. 2005) или  $RSI$ .

Метода предвиђања је подразумевала предикцију  $DH_{opt}$  на основу интерполисане вредности  $PP_{con}$ ,  $H$  или  $RSI$  која је израчуната помоћу полиномијалне регресије другог реда фитована на подацима  $PP_{con}$ ,  $H$  или  $RSI$  добијених након саскока са висина од 0.12 до 0.82 m.

Регресиона једначина

$$P_{max} = ax^2 + bx + c$$

$x$  – примењена висина саскока;  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – параметри; користиће се први извод за рачунање  $DH_{opt}$  – оптималне висине саскока (оптималног интензитета оптерећења). Први извод је коришћен за рачунање оптималне висине саскока.

$$DH_{opt} = -b / 2a$$

Коефицијент Пирсонове корелације и интервал поузданости на нивоу поверења од 95% (*eng. The 95% confidence interval – CI<sub>95%</sub>*) су били коришћени за тестирање јачине релације висина саскока – мишићна снага.

Код одређивања  $DH_{opt}$  методом предвиђања визуелном инспекцијом је утврђивано да ли постоје одређене тачке (висине саскока индивидуално код сваког од испитаника) које нарушавају параболичан облик криве  $DH_{opt}$ . Сваки испитаник је имао укупно 8 висина саскока. Када је  $DH_{opt}$  одређивана варијаблом  $PP_{con}$  нису биле примећене наведене тачке. У случају појаве тачака које су нарушавале параболичан облик криве (када се  $DH_{opt}$  одређивала варијаблама  $H$  и  $RSI$ ) оне су одстрањиване и тражила се највиша значајност са 7 или 6 тачака. Ни у једном случају није узимано мање од 6 тачака за одређивање  $DH_{opt}$ .

## 2.6. Статистичка обрада података

Резултати су обрађивани дескриптивном, компаративном и регресионом статистичком анализом. Из простора дескриптивне статистике за сваку варијаблу израчунати су централни и дисперзиони параметри: аритметичка средина ( $A$ ), стандардна девијација ( $SD$ ) и опсег.

За одређивање нормалне дистрибуције резултата употребљен је Шапиро Вилкс тест (*eng. The Shapiro–Wilks test*). Хомогеност варијанси зависних варијабли утврђена је са критеријумом да  $p$  буде веће од 0.05. Ако је утврђено да је нарушена сферичност претпостављених услова, коришћена је Гринхаус-Гисер метода (*eng. The Greenhouse-Geisser method*) регулисања степени слободе за рачунање одговарајућих  $F$  и  $p$  вредности (Vincent, 2005).

У научним истраживањима спорта и физичког васпитања због мноштва фактора који утичу на поузданост резултата, постоје различита схватања, и приступи о величини поузданости коју представља одређени интракласни корелациони коефицијент (*eng. The Intraclass Correlation Coefficient – ICC*). Према Соле и сар. (Sole et al. 2007)  $ICC$  указује на степен повезаности између две или више мера и окарактерисан је као показатељ релативне поузданости. Белумори и сар. (Bellumori et al. 2011) наводе да према Еткинсон и Невилу (Atkinson & Nevill 1998) критеријуми за добру поузданост одговарају  $ICC \geq 0.70$ . Такође, сматра се прихватљивим нивоом поузданости ако су вредности  $ICC \geq 0.70$  (Vincent 2005). Вредности  $ICC$  од 0.50 до 0.69 се дефинишу као умерена, од 0.70 до 0.89 као висока од 0.90 и више као веома висока поузданост (Sole et al. 2007 према Munro et al. 1986). Сва наведена истраживања бавила су се проблемом поузданости одређених мишићних својстава код људи. Овакви подаци говоре о различитим методолошким приступима и закључцима у научноистраживачкој области која се бави сличним проблематикама.

Када се користила једнофакторска анализа варијансе (*eng. analysis of variance – ANOVA*) претпоставка о хомогености варијансе је утврђена Левенеовим тестом (*eng. The Levene test for equality of variances*  $p > 0.05$ ). Када је утврђено нарушавање ове претпоставке коришћени су добијени резултати из табеле који се користе у случају нарушене ове претпоставке (*eng. Robust Tests of Equality of Means*). У варијаблама код којих је добијен статистички значајан утицај висине саскока, величина разлике је изражавана помоћу ета квадрат показатеља величине утицаја (*eng. Eta-Square –  $\eta^2$* ). Накнадна поређења су рађена помоћу Тукијевог теста (*eng. The Tukey post hoc test – Tukey*).

Пре коришћења коефицијента линеарне Пирсонове корелације (*eng. Pearson product-moment correlation coefficient –  $r$* ) обављене су прелиминарне анализе да би се испитала нормалност, линеарност, хомогеност варијансе и утврдило да ли постоје екстремне тачке (*eng. outlier*). Екстремне тачке су утврђиване правоугаоним дијаграмом (*eng. boxplot*). Када је нарушена нормална расподела резултата урађена је и непараметријска статистика али због добијених мало већих значајности одлучило се за презентовањем вредности резултата параметријске статистике. Палант (Pallant 2009) наводи да је већина статистичких поступака прилично робусна, тј. да оне добро подносе мања одступања од претпоставки што је у складу са робусношћу разних статистичких тестова објашњених у књизи Конеа и Фостера (Conea & Fostera 1993). Вредности  $r$  у опсезима од 0.10 до 0.29 су сматране ниским, од 0.30 до 0.49 умереним, а преко 0.50 високим (Cohen, 1988).

### 3. Резултати

#### 3.1. Предикција поузданости за одређивање оптималне висине саскока

Потребан број скокова да би се добила одређена поузданост  $DH_{opt}$  коришћењем варијабли  $PP_{con}$ ,  $H$ ,  $RSI$  методама бирања и предвиђања је израчуната помоћу Спирман-Браунове формуле (погледати Табеле 1а, б, ц).

**Табела 1а** Потребан број понављања према Спирман-Брауновој формули за варијаблу  $PP_{con}$ .

Метод	ICC > 0.9	ICC > 0.8	ICC > 0.7	ICC > 0.6
Бирања	37	17	10	6
Предвиђања	9	4	2	2

Легенда: ICC – интраклас корелациони коефицијент.

**Табела 1б** Потребан број понављања према Спирман-Брауновој формули за варијаблу  $H$ .

Метод	ICC > 0.9	ICC > 0.8	ICC > 0.7	ICC > 0.6
Бирања	18	8	5	3
Предвиђања	19	8	5	3

За скраћенице погледати легенду испод Табеле 1а.

**Табела 1ц** Потребан број понављања према Спирман-Брауновој формули за варијаблу  $RSI$ .

Метод	ICC > 0.9	ICC > 0.8	ICC > 0.7	ICC > 0.6
Бирања	22	10	6	4
Предвиђања	13	6	3	2

За скраћенице погледати легенду испод Табеле 1а.

#### 3.2. Повезаност различитих метода и варијабли за одређивање оптималне висине саскока

Вредности аритметичке средине ( $A$ ) и стандардне девијације ( $SD$ ) целокупног узорка испитаника ( $n = 30$ )  $DH_{opt}$  одређене варијаблама  $PP_{con}$ ,  $H$ ,  $RSI$ , методом бирања и предвиђања приказане су у Табели 2.

**Табела 2** Дескриптивна статистика варијабли којима је одређена  $DH_{opt}$ .

$DH_{opt}$ (m)	Метод бирања		Метод предвиђања	
	A	SD	A	SD
$PP_{con}$	0.47 ±	0.14	0.43 ±	0.10
H	0.49 ±	0.16	0.47 ±	0.17
RSI	0.37 ±	0.14	0.38 ±	0.10

Легенда:  $DH_{opt}$  – оптимална висина саскока,  $A$  – аритметичка средина,  $SD$  – стандардна девијација,  $PP_{con}$  – релативизована максимална мишићна снага у концентричној фази одскока,  $H$  – висина скока,  $RSI$  – реактивни индекс извођења.

Израчуната је јака позитивна корелација ( $r$ ) ( $p < 0.01$ , погледати Табелу 3а) између два метода код свих коришћених варијабли за одређивање  $DH_{opt}$ . Након тога је урађен  $t$  тест за зависне узорке како би се утврдило да ли постоји статистички значајна разлика у  $DH_{opt}$  између два метода (за све вредности статистичке значајности  $t$  теста зависних узорака погледати Табелу 3а).

Када је  $DH_{opt}$  одређена варијаблом  $PP_{con}$  методом бирања и предвиђања  $t(29) = -2.26$  утврђена је статистички значајна разлика ( $p < 0.05$ ). Просечно смањење вредности  $PP_{con}$  је било за  $0.04 m$  док се  $CI_{95\%}$  протеже од  $-0.09$  до  $-0.004$ .

Одређивање  $DH_{opt}$  варијаблом  $H$  методом бирања и предвиђања  $t$  тестом зависних узорака није утврђена статистички значајна разлика ( $p > 0.05$ ),  $t(29) = 0.86$ , просечно смањење вредности  $DH_{opt}$  је било  $0.02 m$  а  $CI_{95\%}$  се протеже од  $-0.02$  до  $0.06$ .

Вредности  $DH_{opt}$  дефинисане на основу варијабле  $RSI$  методом бирања и предвиђања такође се не разликују статистички значајно ( $p > 0.05$ ),  $t(29) = -0.77$ . Просечно повећање вредности  $DH_{opt}$  је било за  $0.01 m$  док је  $CI_{95\%}$  од  $-0.02$  до  $0.05$ .

**Табела 3а** Повезаност и утврђивање разлика  $DH_{opt}$  одређене варијаблима  $PP_{con}$ ,  $H$ ,  $RSI$ , методом бирања и предвиђања.

Варијабле	Корелација	t тест зависних узорака
$PP_{con}$	$r = 0.61^{**}$	$p = 0.03$
$H$	$r = 0.80^{**}$	$p = 0.39$
$RSI$	$r = 0.75^{**}$	$p = 0.45$

**Легенда:**  $PP_{con}$  – релативизована максимална мишићна снага у концентричној фази одскока,  $H$  – висина скока,  $RSI$  – реактивни индекс извођења,  $r$  – коефицијент линеарне Пирсонове корелације;  $^{**}$  ниво статистичке значајности  $p < 0.01$ .

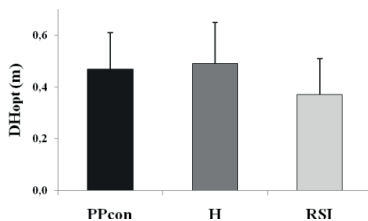
Да би се утврдило да ли постоји значајна разлика између коришћених варијабли за одређивање  $DH_{opt}$  методом бирања и предвиђања коришћена је једнофакторска  $AHOVA$  поновљених мерења. Утврђен је значајан утицај варијабле којом се одређује  $DH_{opt}$  код метода бирања и предвиђања (погледати Табелу 3б и Сliku 1А и Б).

**Табела 3б** Компаративна анализа за утврђивање разлика између варијабли  $PP_{con}$ ,  $H$ ,  $RSI$ .

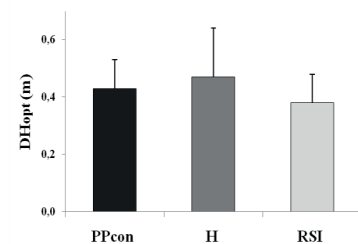
Метод	$DH_{opt}$	F	p	$p\eta^2$	Пост хок
Бирања	$PP_{con}$ , $H$ , $RSI$	7.30	0.00	0.34	$RSI < PP_{con} \leq H$
Предвиђања	$PP_{con}$ , $H$ , $RSI$	6.56	0.00	0.32	$RSI < PP_{con} \leq H$

**Легенда:**  $DH_{opt}$  – оптимална висина саскока,  $F$  –  $F$  тест,  $p$  –  $p$  вредност,  $p\eta^2$  – ета квадрат,  $<$  – мање/веће,  $\leq$  – мање/веће од првог али статистички незначајно и статистички значајно мање/веће од осталих вредности. Статистичка значајност  $p < 0.05$ .

A



Б



*Слика 1* Аритметичке средине и стандардне девијације  $DH_{opt}$  одређене варијаблима: релативизована максимална мишићна снага током концентричне фазе одскока ( $PP_{con}$ ), висина скока ( $H$ ), реактивни индекс извођења ( $RSI$ ) методом бирања (панел А) и предвиђања (панел Б).

## 4. Дискусија

### 4.1. Предикција поузданости за одређивање оптималне висине саскока

Метод бирања је коришћен за одређивање  $DH_{opt}$  у студијама (Viitasalo 1982; Lees & Fahmi 1994; Walsh & sar. 2004; Byrne et al. 2010; Pietraszewski & Rutkowska-Kucharska 2011) али његова поузданост и потребан број понављања да би се добила висока поузданост у наведеним студијама није проверавана.

У великом броју досадашњих истраживања  $DH_{opt}$  је одређивана варијаблом  $H$  методом бирања (Komi & Bosco 1978; Viitasalo 1982; Bobbert et al. 1987; Lees & Fahmi 1994; Voigt et al. 1994; Viitasalo et al. 1998; Bassa et al. 2012). Са тим у вези може се констатовати према добијеним резултатима овог истраживања да је најмањи број понављања за добијање „високе“ поузданости потребан када се  $DH_{opt}$  детерминише варијаблом  $PP_{con}$  методом предвиђања (довољно је два понављања, погледати Табелу 1а). Када се  $DH_{opt}$  детерминише варијаблом  $RSI$  методом предвиђања потребна су три понављања (Табела 1ц) а када је  $DH_{opt}$  одређивана варијаблом  $H$  методом бирања и предвиђања потребно је пет понављања да би се добила висока поузданост (Табела 1б). Највећи број понављања је потребан када се  $DH_{opt}$  одређује  $PP_{con}$  методом бирања (Табела 1а).



## 4.2. Повезаност метода за одређивање оптималне висине саскока

Након испитаног потребног броја понављања за добијање високе поузданости циљ је био да се испита повезаност два метода за одређивање  $DH_{opt}$ , одређене зависним варијаблама којима се дефинишу максималне перформансе код скока из саскока.

Код коришћења варијабли  $PP_{con}$ ,  $H$ ,  $RSI$  за одређивање  $DH_{opt}$  добијена је статистички значајна повезаност ( $p < 0.05$ ) између метода бирања и предвиђања. Најмања вредност  $r$  између метода бирања и предвиђања, једина статистички значајна разлика  $DH_{opt}$  између два метода је добијена када је  $DH_{opt}$  одређивана варијаблом  $PP_{con}$ . Као једно од објашњења наведеног феномена се може сматрати да је код  $DH_{opt}$  одређене методом бирања и предвиђања детерминисаном варијаблом  $PP_{con}$  добијена већа разлика аритметичких средина  $DH_{opt}$  него када је одређивана варијаблама  $H$  и  $RSI$  (за детаље погледати Табеле 2, 3а и б). Један од значајних узрока разлике  $DH_{opt}$  наведених метода у реализованом истраживању је потребан највећи број понављања за добијање високе поузданости  $DH_{opt}$  одређене варијаблом  $PP_{con}$  методом бирања а најмање методом предвиђања (за детаље погледати Табеле 1а, б и ц).

## 5. Закључци

Код одређивања  $DH_{opt}$  помоћу варијабли  $H$ ,  $RSI$  ако су код неких висина саскока поједине (једна до две) тачке превише реметиле параболичан облик оне су одстрањиване, док код коришћења варијабли  $PP_{con}$  за дефинисање  $DH_{opt}$  није било потребе за одстрањивањем ниједне тачке. Може се закључити да је у спроведеном истраживању одређивање  $DH_{opt}$  помоћу варијабли  $PP_{con}$ , поред тога што је добијена највећа поузданост, и методолошки најваљаније спроведено с обзиром да никакве „корекције“ нису примењиване у самој обради података.

Добијени резултати сугеришу коришћење  $DH_{opt}$  одређене варијаблом  $PP_{con}$  методом предвиђања у будућим истраживањима и када је циљ прецизније одређивање  $DH_{opt}$  за тренинг, како би се са што мањим бројем понављања и што поузданије одредила  $DH_{opt}$ .

## 6. Литература

Asmussen, E., & Bonde-Petersen, F. (1974). Storage of elastic energy in skeletal muscles in man. *Acta Physiologica Scandinavica*, 91, 385-392.

Atkinson G., & Nevill, A.M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med.*, 26(4), 217-238.

Baker, D., & Nance, S. (1999). The relationship between strength and power in professional rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13, 224-229.

Baker, D., Nance, S., & Moore, M. (2001). The load that maximizes the average mechanical power output during jump squats in power-trained athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 92-97.

Bassa, E.I., Patikas, D.A., Panagiotidou, A.I., Papadopoulou, S.D., Pylidianis, T.C., & Kotzamanidis, C.M. (2012). The effect of dropping height on jumping performance in trained and untrained prepubertal boys and girls. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26, 2258-2264.

- Bobbert, M.F., Huijing, P.A., & Van Ingen Schenau, G.J. (1987). Drop jumping. II. The influence of dropping height on the biomechanics of drop jumping. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *19*, 339-346.
- Byrne, P.J., Moran, K., Rankin, P., & Kinsella, S. (2010). A comparison of methods used to identify 'optimal' drop height for early phase adaptations in depth jump training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *24*, 2050-2055.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cone, J., & Foster, S. (1993). *Dissertations and theses from start to finish*. Washington: American Psychological Association.
- Kaneko, M., Fuchimoto, T., Toji, H., & Suei, K. (1983). Training effect of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. *Scand. J. Sports Sci.*, *5*, 50-55.
- Kibele, A. (1999). Technical note. Possible errors in the comparative evaluation of drop jumps from different heights. *Ergonomics*, *42*, 1011-1014.
- Komi, P.V. (1992b). *Strength and power in sport*. London: Blackwell.
- Komi, P.V., & Bosco, C. (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Medicine and Science in Sports*, *10*, 261-265.
- Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Papaiakovou, G., & Patikas, D. (2005). The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *19*(2), 369-375.
- Laffaye, G., & Choukou, M.A. (2010). Gender bias in the effect of dropping height on jumping performance in volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *24*, 2143-2148.
- Lazaridis, S.N., Bassa, E.I., Patikas, D., Hatzikotoulas, K., Lazaridis, F.K., & Kotzamanidis, C.M. (2013). Biomechanical comparison in different jumping tasks between untrained boys and men. *Pediatric exercise science*, *25*, 101-113.
- Lees, A., & Fahmi, E. (1994). Optimal drop heights for plyometric training. *Ergonomics*, *37*, 141-148.
- Makaruk, H., & Sacewicz, T. (2011). The effect of drop height and body mass on drop jump intensity. *Biology and Sport*, *28*, 63-67.
- Matić, M. (2016). Фактори који утичу на оптималну висину скока из саскока. *Годишњак*, *21*, 121-134.
- Matić, M., Pažin, N., Janković, N., Mrdaković, V., Ilić, D., & Stefanović, Đ. (2015). Optimum Drop Height for Maximizing Power Output in Drop Jump: the Effect of Maximal Muscle Strength. *Journal of Strength and conditioning research*, *29*, 3300-3310.
- McBride, J.M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R.U. (2002). The effect of heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *16*, 75-82.

- Malfait, B., Sankey, S., Firhad Raja Azidin, R.M., Deschamps, K., Vanrenterghem, J., Robinson M.A., Staes, F., & Verschueren, S. (2014). How Reliable Are Lower-Limb Kinematics and Kinetics during a Drop Vertical Jump? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *46*, 678-685.
- Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Neuro-Musculoskeletal and Performance Adaptations to Lower Extremity Plyometrics. *Sports Medicine*, *40*(10), 859-896.
- Munro, B.H., Visintainer, M.A., & Page, E.B. (1986). *Statistical methods for health care research*. Philadelphia: JB Lippincott.
- Pallant, J. (2009). *Priručnik za preživljavanje*. Beograd: Mikro knjiga.
- Pietraszewski, B., & Rutkowska-Kucharska, A. (2011). Relative power of the lower limbs in drop jump. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, *13*, 13-18.
- Potach, D.H., & Chu, D.A. (2000). *Plyometric training*. In: *Essentials of Strength Training and Conditioning* (2nd ed.). Baechle T.R. and Earle, R.W. eds (pp. 427-470). Human Kinetics.
- Read, M. M., & Cisar, C. (2001). The influence of varied rest interval lengths on depth jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *15*(3), 279-283.
- Schmidtbleicher, D. (1992). Training for power event. In: Komi P.V. (ed.). *Strength and power in sport* (pp. 381-395). London: Blackwell Scientific.
- Sole, G., Hamren J., Milosavljević S., Nicholson H., & Sullivan J. (2007). Test-Retest reliability of isokinetic knee extension and flexion. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *88*, 625-631.
- Taube, W., Leukel, C., Lauber, B., & Gollhofer, A. (2012). The drop height determines neuromuscular adaptations and changes in jump performance in stretch-shortening cycle training. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *22*, 671-683.
- Walsh, M., Arampatzis, A., Schade, F., & Bruggemann, G.P. (2004). The effect of drop jump starting height and contact time on power, work performed, and moment of force. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *18*, 561-566.
- Wilson, G.J., Newton, R.U., Murphy, A.J., & Humphries, B.J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *25*, 1279-1286.
- Viitasalo, J.T., & Bosco, C. (1982). Electromechanical behaviour of human muscles in vertical jumps. *European Journal of Applied Physiology*, *48*, 253-261.
- Viitasalo, J.T., Salo, A., & Lahtinen, J. (1998). Neuromuscular functioning of athletes and non athletes in the drop jump. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *78*, 432-440.
- Vincent, W. (2005). *Statistics in Kinesiology*. 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Voigt, M., Simonsen, E.B., Dyhre-Poulsen, P., & Klausen, K. (1994). Mechanical and muscular factors influencing the performance in maximal vertical jumping after different prestretch loads. *Journal of Biomechanics*, *28*, 293-307.