

## UTJECAJ METODIKE POUČAVANJA BACANJA LOPTICE U DALJ NA PROMJENE KINEMATIČKIH PARAMETARA IZVEDBE

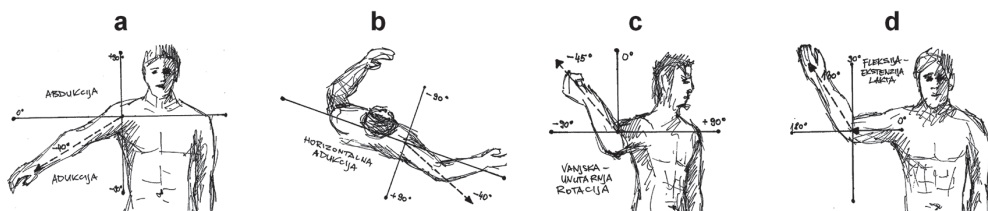
### 1. UVOD

Bacanje laganih objekata prisutno je u velikom broju sportova i sportskih disciplina. Ukoliko promatramo bacanje kao motorički zadatak možemo tvrditi da se isti može izvesti u gruboj i nepotpunoj formi ili pojedinac može posjedovati sposobnost glatkog i skladnog izvođenja tog motoričkog zadatka (Horga, 2010). Od faze početnog učenja motoričkog zadatka do faze potpune automatizacije motorička vještina se poboljšava vježbanjem i raste proporcionalno ukupnom motoričkom znanju i iskustvu, mada je u određenoj mjeri determinirana i razinom motoričkih sposobnosti (Schmidt i Wrisberg, 2003). Da bi proces motoričkog učenja započeo, moraju biti date informacije o motoričkoj vještini. To se odvija uglavnom temeljem demonstracije motoričke vještine. Osim demonstracije, odnosno davanja informacije vizualnim putem, vježbaču se informacija može prezentirati i verbalnim putem (Barić, 2011). Povratne informacije u procesu motoričkog učenja sastavni su i vrlo važan dio procesa motoričkog učenja (Barić, 2011). Povratne informacije može dati vanjski promatrač ili se radi o unutarnjem tipu povratne informacije koju vježbač dobiva na temelju djelovanja vlastitih proprioceptora. Poznavanje rezultata izvedbe motoričkog zadatka vrsta je vanjskih verbalnih povratnih informacija koja govori subjektu o uspješnosti izvedbe s obzirom na vanjski cilj (Schmidt i Wrisberg, 2003). Optimalna količina vanjskih povratnih informacija nije još utvrđena. Sigurno je jedino da smanjivanjem količine vanjskih povratnih informacija i povećanjem kontekstualne interferencije (ometanje) nije moguće očekivati maksimalni učinak pri svladavanju nove motoričke vještine (Wu i suradnici, 2011).

Bacanje loptice često se koristi u nastavi TZK kroz nastavu cjelinu bacanja. Takav pokret kasnije susrećemo kroz čitav niz aktivnosti u nastavi TZK. Kinematički parametri prikazani na slici 1. a, b, c, d, opisuju ovaj pokret: rotacija (vanjska i unutarnja), abdukcija i horizontalna adukcija u ramenom zglobu, fleksija i ekstenzija u lakatnom zglobu (Feltner, Dapena, 1986).

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj smanjene količine povratnih informacija na proces usvajanja motoričkog zadatka – bacanje loptice u dalj iz sjeda. Prema dosadašnjim iskustvima očekivana istraživačka hipoteza bila je da smanjena

količina povratnih informacija može inicirati promjene u kratkoročnom procesu motoričkog učenja.



Slika 1. Kinematički parametri bacanja loptice u dalj iz sjeda: a – abdukcija/adukcija, b – horizontalna adukcija, c – vanjska/unutarnja rotacija u ramenom zglobu i d – fleksija/ekstenzija u zglobu lakta.

## 2. METODE RADA

Istraživanje je provedeno u srpnju 2013. godine na ljetnom sportskom atletskom kampu u Nedelišću. Uzorak ispitanika (N=44) sastojao se od djece školske dobi ( $9,22 \pm 1,31$  godina starosti). Roditelji svih ispitanika su potpisali suglasnost za sudjelovanje u istraživanju.

S obzirom na prirodu motoričkog zadatka, rezultat bacanja (teniske) loptice u dalj iz sjeda bio je glavna varijabla u istraživanju. Na taj je način odlučeno koji hitac (najbolji) ulazi u kinematičku analizu da bi se izračunali ranije spomenuti parametri (abdukcija/adukcija, horizontalna adukcija, vanjska/unutarnja rotacija u ramenom zglobu i fleksija/ekstenzija u zglobu lakta). Istraživanje je provedeno za vrijeme ljetnog atletskog kampa u trajanju od pet dana. Prvog dana ispitanici su pristupili inicijalnom mjerenju. Svaki ispitanik je dobio 4 pokušaja bacanja loptice u dalj iz mjesta. Svi pokušaji su izmjereni, a najbolji je podvrgnut kasnijoj kinematičkoj analizi.

Drugog, trećeg i četvrtog dana ispitanici su vježbavali bacanje loptice prema programu rada. Vježbanju je prethodila video demonstracija bacanja loptice s identičnim verbalnim uputama koje su se odnosile na početni položaj, zamah i bacanje loptice. Ispitanici su tijekom trenajnog procesa dobivali povratne informacije u video i verbalnom obliku od strane stručnjaka za atletska bacanja. Verbalne informacije su bile unificirane, eksperimentator je na određenu grešku davao unaprijed dogovorenu informaciju (tablica 1). Video s izvedbom motoričkog zadatka ispitanika je automatski prikazivan na zaslonu računala s odgodom o 7 sekundi. Povratne informacije su date nakon svakog 3 pokušaja. Ukupna frekvencija bacanja po danu je iznosila 30 (5 serija po 6 bacanja). Kroz tri dana vježbanja, svaki je ispitanik bacio lopticu 90 puta.

Tablica 1. Verbalne povratne informacije prema vrsti greške koja je uočena prilikom izvedbe zadatka

Moguća pogreška	Uputa ispitaniku
Ispitanik nema ispravni početni položaj	„Zauzmi početni položaj s ispruženom rukom iza glave“
Ispitanik „gura“ lopticu, ne baca je	„Započni izbačaj provlačenjem lakta, a zatim šake“
Ispitanik vrši izbačaj pogrčenim laktom	„Isprati lopticu šakom pri izbačaju“
Ispitanik vrši izbačaj rotacijom trupa (baca disk)	„Započni izbačaj provlačenjem lakta, a zatim šake“
Ispitanik prekasno ispušta lopticu iz ruke	„Ranije izbaci lopticu“
Ispitanik prerano ispušta lopticu iz ruke	„Isprati lopticu šakom pri izbačaju“
Ispitanik se naginje unaprijed prilikom izbačaja	„Zadrži uspravan položaj trupa prilikom izbačaja“
Ispitanik se naginje unatrag prilikom izbačaja	„Isprati izbačaj trupom do uspravne pozicije“

Po završetku trenaznog programa, petog je dana organizirano finalno mjerenje istovjetno inicijalnom. Svaki ispitanik je dobio 4 pokušaja, a najbolji hitac je obrađen za dobivanje kinematičkih parametara.

Za potrebe kinematičke analize konstruiran je 3D okvir dimenzija 1,0 x 1,0 x 2,0m kojim se kalibrirao prostor u kojem se odvijalo bacanje loptice. Prostor je sniman s dva miniDv kamkordera (Sony DCR-HC), oba s desne strane ispitanika (svim ispitanicima je desna ruka bila dominantna). Prvi kamkorder je snimao prednju stranu ispitanika, a drugi stražnju. Za 3D obradu video zapisa odabran je programski paket *Ariel Performance Analysis System* (APAS). Video zapisu brzine od 50 sličica u sekundi dodijeljena je nulta vremenska točka i to sličici na kojoj je vidljivo da loptica napušta šaku prilikom izbačaja. Analizirano je 20 sličica prije izbačaja i 5 nakon pola sekunde. U procesu digitalizacije video zapisa korišten je model od 8 referentnih točaka na tijelu (kukovi, ramena, desni lakat, ručni zglobovi, šaka i loptica). Prilikom filtriranja dobivenih podataka korišten je Cubic Spline algoritam s faktorom korekcije 1.

Za dobivanje vrijednosti kutova abdukcije/adukcije, horizontalna adukcije i vanjske/unutarnje rotacije u ramenom zglobovi i fleksije/ekstenzije u zglobovi lakta za svaku sličicu posebno izračunavan je novi lokalni referentni okvir (prema Feltner i Dapena, 1986), temeljem kojeg su kasnije izračunati vektori trupa, nadlaktice i podlaktice te naposljetku konkretne varijable korištene u obradi podataka, a označavaju početak aktivnog izbačaja: maksimalna vanjska rotacija ramena – **MVR**(°); trenutak MVRR – **t\_MVR**(s); abdukcija nadlaktice u trenutku MVRR – **abdn\_MVR**(°); horizontalna adukcija nadlaktice u trenutku MVRR – **hadn\_MVR**(°); fleksija lakta u trenutku MVRR – **fl\_MVR**(°) i varijable koje opisuju trenutak izbačaja (trenutak kada loptica napušta šaku): unutarnja rotacija ramena u trenutku izbačaja – **ur\_IZB**(°); brzina unutarnje rotacije u trenutku izbačaja – **b\_ur\_IZB**(°/s); abdukcija

nadlaktice u trenutku izbačaja – **abdn\_IZB(°)**; horizontalna adukcija nadlaktice u trenutku izbačaja – **hadn\_IZB(°)**; ekstenzija lakta u trenutku izbačaja – **el\_IZB(°)**; brzina ekstenzije lakta u trenutku izbačaja – **b\_el\_IZB(°/s)**.

Dobiveni podaci obrađeni su programskim paketom SPSS. Izračunati su osnovni deskriptivni statistički parametri, a Shapiro-Wilk testom provjerena je normalnost distribucije. Za potrebe testiranja razlika prije i nakon tretmana korišten je t-test za zavisne uzorke, odnosno Wilcoxonov test ekvivalentnih parova u slučaju statistički značajnog odstupanja distribucije od normalne.

### 3. REZULTATI I RASPRAVA

U tablici 2 prikazani su osnovni statistički pokazatelji kinematičkih varijabli kao i varijable rezultata bacanja loptice iz sjeda. Promjene su vidljive na aritmetičkim sredinama gotovo svih varijabli ali i ponekim standardnim devijacijama.

Tablica 2. Deskriptivna statistika rezultata bacanja loptice i kinematičkih parametara u inicijalnom i finalnom mjerenju (1 – inicijalno mjerenje; 2 – finalno mjerenje)

	REZULTAT (m)	MVR (°)	T_MVR (s)	abdn_MVR (°)	hadn_MVR (°)	fl_MVR (°)	ur_IZB (°)	b_ur_IZB (°/s)	abdn_IZB (°)	hadn_IZB (°)	el_IZB (°)	b_el_IZB (°/s)
1	11,76 ±3,69	-69,38 ±22,89	-0,14 ±0,04	19,14 ±25,04	-0,68 ±21,33	58,06 ±22,31	32,68 ±29,58	811,31 ±379,66	25,44 ±16,71	43,60 ±14,16	143,36 ±20,85	646,99 ±256,10
2	11,64 ±3,60	-60,28 ±20,51	-0,12 ±0,04	17,11 ±22,49	14,14 ±19,24	58,98 ±17,11	9,82 ±18,35	706,18 ±437,48	17,38 ±15,31	39,46 ±14,11	135,42 ±21,98	730,08 ±343,32

Tablica 3. Rezultati Shapiro-Wilk testa normalnosti distribucije rezultata bacanja loptice i kinematičkih parametara u inicijalnom i finalnom mjerenju (1 – inicijalno mjerenje; 2 – finalno mjerenje). \*distribucija je statistički značajno različita od normalne ( $p < 0,05$ )

	REZULTAT (m)	MVR (°)	T_MVR (s)	abdn_MVR (°)	hadn_MVR (°)	fl_MVR (°)	ur_IZB (°)	b_ur_IZB (°/s)	abdn_IZB (°)	hadn_IZB (°)	el_IZB (°)	b_el_IZB (°/s)
1	W=0,96 p=0,09	W=0,98 p=0,71	W=0,96 p=0,14	W=0,97 p=0,36	W=0,99 p=0,88	<b>W=0,91</b> <b>p=0,00*</b>	<b>W=0,94</b> <b>p=0,02*</b>	<b>W=0,93</b> <b>p=0,01*</b>	W=0,98 p=0,60	W=0,98 p=0,67	<b>W=0,93</b> <b>p=0,02*</b>	W=0,98 p=0,43
2	<b>W=0,94</b> <b>p=0,02*</b>	W=0,95 p=0,07	W=0,97 p=0,21	W=0,97 p=0,21	W=0,99 p=0,87	W=0,96 p=0,10	<b>W=0,93</b> <b>p=0,01*</b>	<b>W=0,82</b> <b>p=0,00*</b>	W=0,98 p=0,45	W=0,98 p=0,61	W=0,96 p=0,09	<b>W=0,90</b> <b>p=0,00*</b>

Temeljem Shapiro-Wilk testa normalnosti distribucije (tablica 3) za sve varijable s normalnom distribucijom primijenjen je t-test za zavisne uzorke kako bi se dokazale

promjene, osim u slučaju varijabla REZULTAT (m), fl\_MVR(°), ur\_IZB(°), b\_ur\_IZB(°/s), el\_IZB(°) i b\_el\_IZB(°/s) kada je primijenjen Wilcoxonov test ekvivalentnih parova.

Rezultati t-testa (tablica 4) ukazuju na statistički značajne razlike u četiri kinematičke varijable, s tim da je najveća razlika postignuta u varijabli hadn\_MVR(°)  $t(43) = -5,18$ ,  $p < 0,01$ , zatim MVR(°)  $t(43) = -4,19$ ,  $p < 0,01$ , manje razlike su zabilježene u varijablama T\_MVR(s)  $t(43) = -3,71$ ,  $p < 0,01$  i abdn\_IZB(°)  $t(43) = 2,89$ ,  $p = 0,01$ . Rezultati Wilcoxon testa ekvivalentnih parova (tablica 5) ukazuju na statistički značajne razlike u dvije kinematičke varijable, s tim da je veća razlika postignuta u varijabli ur\_IZB(°)  $Z = -3,85$ ,  $p < 0,01$  a manja u el\_IZB(°)  $Z = -2,36$ ,  $p = 0,02$ .

Tablica 4. Rezultati t-testa za zavisne uzorke

	Z	p
<b>MVR(°)</b>	<b>-4,19</b>	<b>0,00*</b>
<b>T_MVR(s)</b>	<b>-3,71</b>	<b>0,00*</b>
abdn_MVR(°)	0,68	0,50
<b>hadn_MVR(°)</b>	<b>-5,18</b>	<b>0,00*</b>
<b>abdn_IZB(°)</b>	<b>2,89</b>	<b>0,01*</b>
hadn_IZB(°)	1,45	0,15

\*razlike su statistički značajne na razini  $p < 0,05$

Tablica 5. Rezultati Wilcoxon testa ekvivalentnih parova

	Z	p
REZULTAT (m)	-1,21	0,22
fl_MVR(°)	-1,12	0,26
<b>ur_IZB(°)</b>	<b>-3,85</b>	<b>0,00*</b>
b_ur_IZB(°/s)	-1,80	0,07
<b>el_IZB(°)</b>	<b>-2,36</b>	<b>0,02*</b>
b_el_IZB(°/s)	-1,03	0,30

\*razlike su statistički značajne na razini  $p < 0,05$

Usporedbom inicijalnog i finalnog mjerenja zaključujemo da ne postoji utjecaj kratkoročnog treninga na rezultat u bacanju loptice u dalj, ali postoji utjecaj na pojedine kinematičke parametre. U teoriji, bolji rezultat bi trebao postići bacač koji uspije generirati što veću maksimalnu vanjsku rotaciju u ramenom zglobu (u što kraćem vremenu) popraćenu brzom unutarnjom rotacijom i ekstenzijom lakta, što predstavlja ključne kinematičke parametre u ovom slučaju. Položaj nadlaktice u smislu abdukcije i horizontalne adukcije također utječe na brzinu izbačaja jer pogrešna pozicija nadlaktice ugrožava ključne kinematičke parametre bacanja loptice.

Usljed tretmana smanjeno je vrijeme potrebno za postizanje maksimalne vanjske rotacije u ramenom zglobu, ali je istovremeno i smanjen kut rotacije (tablica 2) što dovodi do zaključka da se ova dva parametra međusobno poništavaju u utjecaju na rezultat u bacanju loptice. Parametri abdukcije nadlaktice pokazuju vrlo male promjene, statistički značajne jedino u fazi izbačaja (abdn\_IZB(°)  $t(43) = 2,89$ ,  $p = 0,01$ ) pa zaključujemo da je njihov rezultat na bacanje loptice minoran. Slična stvar se dešava i s horizontalnom adukcijom, očita je negativna promjena u ovom parametru (tablica 2) s obzirom da se razlika između aritmetičkih sredina horizontalnih adukcija

za vrijeme maksimalne vanjske rotacije ramena i izbačaja iz inicijalnog u finalno mjerenje smanjila, smanjio se i doprinos ovog parametra na rezultat u bacanju loptice.

Ekstenzija lakta u izbačaju je također smanjena utjecajem tretmana, povećana je brzina ekstenzije lakta, iako nema statistički značajne razlike. Poboľšana je unutarnja rotacija u ramenom zglobu, međutim smanjena je brzina rotacije (tablica 2) iako nema statističke značajnosti.

#### 4. ZAKLJUČAK

U ovom slučaju promjene u kinematičkim parametrima bacanja loptice nisu uspjele promijeniti i rezultat u bacanju loptice iz sjeda u dalj. Odabir tretmana temeljen je na dosadašnjim istraživanjima koja daju prednost treningu u kojem je limitirana dostupnost povratnih informacija (Sullivan i sur. 2008.). Kako se ovdje radi o kratkoročnom treningu početnika isključivo tehnike bacanja, bez mogućnosti utjecaja na razvoj snage ili brzine, zaključujemo da ovakav tretman nije dostatan za stabilne promjene u tehnici, ali je interesantan u smislu dokazivanja promjena u tehnici bacanja uslijed početnog učenja. Na ovaj način dobivamo uvid u ono što se dešava na samom početku motoričkog učenja.

Nadalje, nedostatak je ovog istraživanja nepostojanje kontrolne skupine i drugih eksperimentalnih skupina kako bi rezultati bili u potpunosti utemeljeni. Mišljenje je autora da bi takva istraživanja (putem kinematičke analize) uvelike doprinijela boljem razumijevanju procesa motoričkog učenja, odnosno utjecaja povratnih informacija u tom procesu.

#### 5. LITERATURA

1. Barić, R. (2011). Motoričko učenje i poučavanje složenih motoričkih vještina. *Zbornik radova 9. godišnja konferencija Kondicijska priprema sportaša: Trening koordinacije*. Jukić, I., Gregov, C., Šalaj, S., Milanović, L., Trošt-Bobić, T., Bok, D. Kineziološki fakultet. Zagreb. str.63-76.
2. Feltner, M., Dapena, J. (1986). Dynamics of the shoulder and elbow joints of the throwing arm during a baseball pitch. *International Journal of Sport Biomechanics*. 2: 235-59.
3. Horga, S. (2010). *Psihologija sporta*, 2. izdanje. Kineziološki fakultet, Zagreb.
4. Schmidt, R.A. i Wrisberg, C.A. (2003). *Motor learning and control*, 3rd edition. Human Kinetics.
5. Sullivan, K. J., Katak, S. S., Burtner, P. A. (2008). Motor learning in children: feedback effects on skill acquisition. *Physical Therapy*. 88(6):720-32.
6. Wu, W. F., Young, D. E., Schandler, S. L., Meir, G., Judy, R. L, Perez, J., Cohen, M. J. (2011). Contextual interference and augmented feedback: is there an additive effect for motor learning? *Human Movement Science*. 30(6):1092-101.