

Pavel Opavsky

Crnogorska Sportska Akademija.

SLEDEĆI KORAK U RAZVOJU SKOKA UVIS

1. Uvod.

Kod svih živih bića postoji nagon za dohvatom što veće visine, što je u eri primata bio često uslov za opstanak. Nastankom civilizacije taj nagon je tim više jenjavao što je manje bio potreban. Savremena civilizacija uslovlila je potpuni nestanak tog nagona u praktičnom životu, tako da se isti zadržao samo kao zapis u genetskom kodu.

Razvojem civilizacije ponovo se pojavila potreba za skokom, ali sada kao jedan od oblika dokazivanja u društvu, i ta potreba našla je svoje mesto u sportu.

Sa društvenog aspekta sportsko ispoljavanje skočnosti predstavlja jedan od ventila za isključivanje nasilja, dok s druge strane nastoji da razvije ono što je davno postojalo. Biološki aksiom potvrđuje potrebu za što većim obimom mehaničke dinamike u životu homo sapiensa kako bi se sprečilo zakržljavanje kako miškulature tako i ostalih organa, čiji razvoj i funkcionalni kapacitet direktno zavisi od voljnog angažovanja miškulature.

Pošto se skočnost dalje razvijala uglavnom kao takmičarski element, tom obliku kretanja pristupilo se studiozno.

Utvrđeno je da visina skoka uvis ne zavisi samo od odraza, nego i od zamaha, zaleta i od načina prelaženja preko prepreke. Manje značajna ali nije beznačajna i faza doskoka, budući da u savremenoj tehnici skoka uvis, poslednja faza se ne bi mogla nazvati faza doskoka, nego faza dopada, jer se “doskače” na leđa. Svi navedeni faktori imaju naučno objašnjenje.

2. Uzorak i metode istraživanja.

2.1. U ovom istraživanju kao uzorci uzete su četiri faze skoka uvis: Faza zaleta, faza odskoka, faza leta i faza doskoka. Kao uzorak ispitanika uzet je idealni skakač uvis, kao paradigma u virtuelnom prostoru.

2.1.1. **Faza zaleta.** Empirijski se može ustanoviti da se svakim skokom sa zaletom postiže veća visina nego skokom iz mesta. Postavljanjem tačke oslonca u projekciji ispred težišta tela u odnosu na smer kretanja, stvaraju se uslovi da se deo kinetičke energije stvorene zaletom, delimično transformišu u vertikalno kretanje. Na slici br. 1 prikazana je sledeća situacija: **TT** je težište tela skakača. **C** je tačka oslonca odrazne noge. Linija povučena od težišta tela do centra oslonca zatvara oštar ugao, koji se zove napadni ugao α . **V** je brzina zaleta u trenutku stvaranja oslonca **C**. Stvaranjem oslonca izaziva se sila reakcije podloge čime se brzina zaleta iz slobodnog vektora transformiše u vektor vezan za tačku. Time su se stvorili uslovi da se brzina zaleta razlaže na komponente. Jedna komponenta se prostire u smeru centra oslonca stvarajući pritisak na tlo, i to je komponenta pritiska ili radijalna komponenta V_r . Druga komponenta je upravna na prvu i usmerena je u slobodan prostor napred-koso-gore. To je komponenta kretanja ili tangencijana komponenta V_t . Ta komponenta deluje u ravni zaleta i njeno dejstvo se

ispoljava u horizontalnom (V_{tx}) i u vertikalnom (V_{ty}) smeru. Očigledno je da se sada brzina zaleta, pod dejstvom sile reakcije podloge smanjuje iz veličine V u veličinu (V_{tx}). Ostatak energije se prenosi na tangencijalnu komponentu V_t , čiji jedan deo (V_{ty}) predstavlja deo brzine zaleta, ali sada usmeren u antigravitacionom smeru.

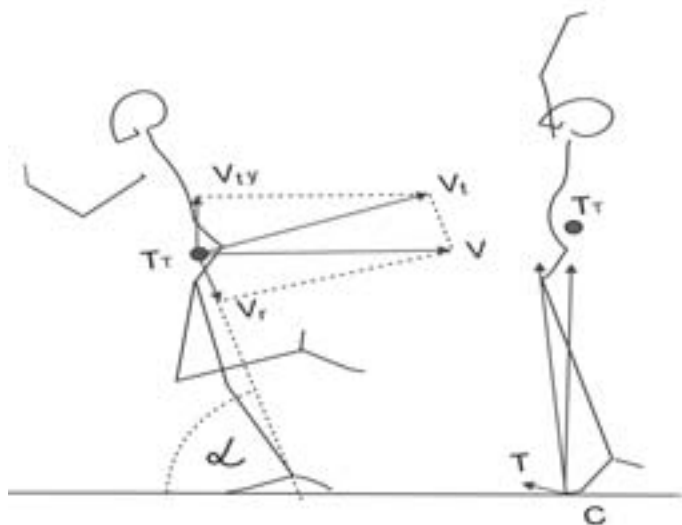
Ako je poznata brzina zaleta V i ugao odskoka α , onda se sve navedene vrednosti mogu izračunati, i predstavljaju tačno određen deo brzine zaleta V (Slika 1):

$$\text{Komponenta pritiska } V_r = V \times \sin \alpha \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Komponenta kretanja } V_t = V \times \cos \alpha \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Smanjena brzina zaleta } V_{tx} = V_t \times \cos \alpha \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Vertikalni deo brzine zaleta } V_{ty} = V_t \times \sin \alpha \dots\dots\dots(4)$$



Sl. 1

Sl. 2

Za ovo istraživanje aktuelna veličina je vertikalni deo brzine zaleta V_{ty} . To je samo deo brzine zaleta koji je usmeren naviše. Put, koji bi na osnovu te brzine kretanja težište tela prešlo (h) izračunava se na sledeći način:

$$v^2 = 2 \times g \times h \dots\dots\dots(5)$$

$$h = v^2/2g \dots\dots\dots(6)$$

$$h = (V_{ty})^2/2g \dots\dots\dots(7)$$

Na tabeli 1 su prikazane sve navedene vrednosti uz konstantnu brzinu zaleta (8 m/sec) i sa promenljivom veličinom napadnog ugla od 45° do 90° .

Tabela 1

Početna brzina zaleta $V = 8 \text{ m/sec}$			
Napadni ugao α	Radijalna Komponenta V_R	Tangencijalna Komponenta V_T	Vertikalna Projekcija T_y
45	5.659	5.659	4.000
50	5.142	6.128	3.939
55	4.589	6.553	3.759
60	4.000	6.928	3.464
65	3.381	7.250	3.064
70	2.736	7.518	2.571
75	2071	7.727	2.000
80	1.389	7.878	0.695
85	0.697	7.970	0.695
90	0.000	8.000	0.000

2.1.2. **Faza odskoka.** Pod izrazom *odraz* podrazumeva se impuls, koji je saopšten samo mišićnim kontrakcijama. U odskoku aktivno učestvuju svi mišići koji su u stanju da u fazi odskoka, tj u fazi dokle god postoji čvrst oslonac na podlozi, mogu da pomeraju bilo koji deo tela u antigravitacionom smeru. To se dešava opružanjem odskočne noge, opružanjem kičmenog stuba i opružanjem u potiljačnom zglobu kao deo odskoka sa jedne, i pregibanjem u kuku zamajne noge i pregibanjem u zglobovima ramena kao deo zamaha sa druge strane. Te aktuelne mišićne grupe deluju na sledeći način:

Mišići opružači u zglobovima odrazne noge koncentričnom kontrakcijom sa perifernim osloncem.

Mišići opružači u zglobovima kičmenog stuba koncentričnom kontrakcijom sa centralnim osloncem.

Mišići opružači u potiljačnom zglobu koncentričnom kontrakcijom sa centralnim osloncem.

Mišići antefleksori u ramenim zglobovima koncentričnom kontrakcijom sa centralnim osloncem.

Mišići pregibači u zglobu kuka zamajne noge koncentričnom kontrakcijom sa centralnim osloncem.

Najefikasnije dejstvo navedene muskulature se mozzе realizovati jedino ako se telo u fazi odskoka nalazi dorzalno okrenuto prema letvici. Na osnovu toga utvrđuje se da je odskok sinteza triju komponenti, koje deluju približno sinhrono i uglavnom u antigravitacionom smeru.

Komponente koje sačinjavaju odskok su:

Odras odraznom nogom.

Zamah slobodnim ekstremitetima.

Zalet (vertikalna projekcija tangencijalne komponente zaleta).

Kvantitativni udeo se lako može aproksimativno odrediti sa visokim stepenom verodostojnosti. Prvo, praktično se može utvrditi da je visina skoka uvis iz mesta približno jednaka i sa jednonožnim i sa sunožnim odrazom. To ukazuje na činjenicu da zamasi slobodnim ekstremitetima, naročito zamah zamajnom nogom, učestvuju u podizanju težišta tela naviše, približno toliko, koliko i odraz odraznom nogom.

Drugo, u trenutku odvajanja od tla, odnosno na kraju faze odskoka, težište skakača se nalazi oko 1,30 m iznad tla. Ako se kao primer uzme svetski rekord (2,46 m), to znači da je skakač uvis uspeo odskokom da svoje težište dodatno podigne za još 1,16 m.

Treće, maksimalna skočnost se sa najmanjim odstupanjem može izmeriti VRT-testom, i ona se kod vrhunskih skakača kreće oko 0.8 m.

Četvrto, kada se od maksimalne visine težišta tela u kulminaciji faze leta oduzme rezultat skočnosti, ostaje 0.36 m, što predstavlja visinu skoka, koja se dobila zaletom (Tabela 2).

Tabela 2

Početna brzina = 8 m/sec			
Napadni ugao α	Visina zaletom (m) $H_1 = V_{iy}$	Položajna visina (m) $H_2 = L \cdot \sin \alpha$	Konačna visina (m) $H_3 = H_2 + H_1$
45	0.815	0.994	1.809
50	0.791	1.077	1.868
55	0.720	1.151	1.871
60	0.612	1.217	1.829
65	0.479	1.274	1.752
70	0.337	1.321	1.657
75	0.204	1.357	1.561
80	0.095	1.384	1.479
85	0.025	1.400	1.425
90	0.000	1.405	1.405

Pored navedenog treba naglasiti da rezultanta svih odskočnih sila deluje ekscentrično, tako da je uspostavljena jedna tangencijalna komponenta (**T**), koja uslovljava obrtanje u fazi leta u sagitalnoj ravni tela (Slika 2)!

2.1.3. **Faza leta.** Tipično za atletsku disciplinu *skok uvis* nije takmičenje u tome ko će najviše da odskoči, nego ko će najviše da podigne tzv prateće krivulje u projekciji materijalne prepreke, odnosno letvice. Ova činjenica je omogućila da skakači sa manjim odskokom mogu boljom tehnikom prelaza letvice da postignu bolji rezultat nego skakači sa boljim odskokom ali lošijom tehnikom prelaza preko letvice.

U tom smislu su se i razvijale tehnike skoka uvis. Prirodni pokret preskoka preko prepreke je tzv “makaze-skok”. Taj oblik se kasnije razvio u složeniji i racionalniji prelaz preko letvice, pa su se u tom smislu i razvijale tehnike skoka uvis sledećim redosledom:

- a) Raskoračna tehnika.
- b) Zgrčna tehnika.
- c) Opkoračna tehnika.
- d) Preklopna tehnika.
- e) Pregibna (buduća) tehnika.



Sl. 3

Kao što je cilj u fazi odskoka da se težište tela podigne na najveću moguću visinu, tako je i cilj svake od navedenih tehnika skoka uvis je da se “prateće krivulje” u kritičnoj fazi leta podignu što više iznad letvice. To se može postići samo spuštanjem “poniranjem” delova tela, koji su već prešli preko letvice, što će po zakonu podjednakog dejstva mišića na oba ekstremna pripoja u bespotpunoj fazi, za toliko pomeriti naviše delove tela koji još nisu prešli preko letvice. Da bi se to omogućilo neophodno je da se u fazi leta odskokom izazove obrtanje tela u sagitalnoj ravni i da to telo ima fleksione mogućnosti u istoj ravni. Do sada se to najviše postizalo preklopnom tehnikom (Slika 4) pa se tom tehnikom postizala i do sada najveća visina. Konstitucija aparata za kretanje nudi bolje rešenje, a to je da se preklop ne vrši dorzalno, nego da se vrši pregib, koji je orjentisan ventralno, što se postiže promenom prividnih u prave rotacije odnosno obrtanje oko vertikalne ose u prvoj fazi leta (Slika 3). Time bi se dobilo dvostruko poboljšanje tehnike skoka uvis. Prvo, amplituda fleksije tela je mnogo veća od amplitude ekstenzije čime se stiče mogućnost podizanja pratećih krivulja na viši nivo, a drugo, dobila se vizuelna kontrola prelaza letvice u najkritičnijim trenucima faze leta, čime bi se izbeglo rušenje letvice i tada, kada je preskok uspešno izvršen.

2.1.4. **Faza doskoka.** Izraz *doskok* je već dobio rudimentarno značenje, jer više ni jedan skakač uvis ne doskače nego dopada. Doskok na leđa ne bi bio semantički upotrebljiv termin, ali je u praksi ostao izraz, koji je bio odgovarajući u prvim fazama razvoja tehnike skoka uvis, tako da bi se ova četvrta faza tehnike skoka uvis mogla nazvati kao “istorijski termin”.

Faza doskoka ne utiče na visinu skoka i u tehnici skoka uvis nije značajna, ali da bi se izbegle fizičke traume, doskočište se podiže pa se pada sa manje visine, i “umekšava se” pa je sudar padajućeg skakača deformacijom podloge amortizovan na dužem putu.

3. Rezultati istraživanja sa diskusijom.

Detaljnou analizom dosadašnjih tehnika skoka uvis može se utvrditi da još nisu iscrpljene sve mogućnosti poboljšanja sportskog rezultata u toj disciplini. Postoje još mogućnosti da se tehnika skoka uvis poboljšava.

Prvo, deo odskoka, koji se dobije zaletom, može da se poboljša na taj način što će se povećati brzina zaleta, jer do sada su svi skakači skakali sa optimalnom a ne maksimalnom brzinom zaleta. To se dešavalo zbog toga što je radijalna komponenta zaleta (V_r) bila veća od sile ekstenzora u zglobu kolena odrazne noge i u tom slučaju bi noga poklekla i skok bi se završio pretrčavanjem ispod letvice.

Drugo, postavljanjem tela skakača u fazi odraza u sagitalnu ravan sa dorzalnom orjentacijom, došlo bi se u poziciju da se sve komponente odraza i zamaha pozitivno orjentišu, jer su samo u dorzalnom položaju svi faktori unutrašnjih sila su pozitivno usmereni.

I prvo i drugo se postiže upravnim, submaksimalnim zaletom ka letvici, ako se pre odskoka izvrši premet strance sa okretom za 180° i izvrši maksimalni odraz i zamah u optimalnim uslovima (vidi sliku 1).

Treće, okretanjem tela u prvoj fazi leta ventralno ka letvici, stekla se mogućnost maksimalnog pregibanja tela, čime bi se i “prateće krivulje” mogle podići na veću visinu (Slika 5).



Sl.4



Sl.5

4. Zaključak.

Svetski rekord u skoku uvis je davno postignut i godinama stagnira. Nove generacija skakača uvis ne samo da nisu u stnju da ga izjednače, nego mu se ne mogu ni približiti. Postoje realne mogućnosti da se svetski rekord u skoku uvis znatno poboljša ukoliko bi se tom problemu prišlo sa naučne strane. Trasa za realizaciju ovog projekta išla bi sledećom crvenom linijom:

- 4.1. Izvršiti selekciju u prepubertetskom uzrastu. Konstitucionalni tip je leptozom-
atletik, sa telesnom visinom minimum 2 m. Visinsko-težinski indeks treba da
bude u prilog longitudinalnoj dimenzionalnosti skeleta (duge noge, uzani kuko-
vi, uzana ramena).
- 4.2. Maksimalnim opterećenjem (po jedan pokušaj) u balističko-miometrijskom re-
žimu razvijati ekstenzore odrazne noge do asimetrične hipertrofije.
- 4.3. Maksimalnim opterećenjem (po jedan pokušaj) u balističko-miometrijskom re-
žimu razvijati antefleksore u ramenim zglobovima do simetrične, a mišiće pre-
gibače u zglobu kuka zamajne noge do asimetrične hipertrofije.
- 4.4. Vežbama rastezanja sa povećanim opterećenjem maksimalno povećati dorzalu
fleksiju u talokruralnom zglobu odrazne noge.
- 4.5. Savladati tehniku promene prividne u pravu rotaciju u prvoj fazi leta.
- 4.6. Primeniti prirodnu hormonalnu terapiju.
- 4.7. Na bazi četiri navedena faktora može se zaključiti da se savremenim tehnikama
skoka uvis maksimalna visina postiže sa približno 35% odrazom, 35% zama-
hom i 30% zaletom! Ako bi se savladala preporučena tehnika, komponente od-
skoka dobijena zaletom i zamahom znatno bi se povećale.

4. Literatura.

1. Bošković, M. 1961.: *Anatomija čoveka*, 3.izd. Med.Knjiga, Beograd – Zagreb.
2. Braus, H. 1954.: *Anatomie des Menschen*, Springer Verlag, Berlin...
3. Bujanj, R. 1998.: *Osnovi primenjene biomehanike u sportu*, Pergament, Niš-N.
Sad.
4. Jovović, V. 2003.: *Biomehanika sportske lokomocije*, Fil.Fakultet, Nikšić.
5. Jovović, V. 2005.: *Biomehanika sporta*, Fil.Fakultet, Nikšić.
6. Mikić, B.-Bjeković, G. 2004. : *Biomehanika sportske lokomocije*, FFK Pale, Pa-
le.
7. Opavsky, P. 1962.: *Osnovi biomehanike*, ZIU Beograd.
8. Opavsky, P. 1985.: “*Matematički model horizontalnoh hica*”, Kineziologija,
Zagreb.
9. Opavsky, P. 2004.: *Uvod u biomehaniku sporta*, izd.aut. Beograd.
10. Rašković, D. 1950.: *Opšta mehanika*, Teh.Knjiga, Beograd.