

Duško Bjelica

Crnogorska sportska akademija, Podgorica

DINAMIKA BIOMEHANIČKE TEHNOLOGIJE

Uvod. Segmenti, kojima se prikazuje većina sportova su tehnika, taktika, obučavanje i treniranje. U ovoj studiji govoriće se samo o tehnici. U praksi se složeno sportsko kretanje (tehnika) objašnjava na različite načine, počevši od imitacije pokreta pa do verbalnog opisivanja. Takav način prikazivanja složenog kretanja nije dovoljan i njime ne može da se prikaže suština.

Aparat za kretanje je nehomogeni sistem, funkcionalno složen, ne računajući dodatnu opremu, od 15 relativno homogenih delova (šest u sastavu kaudalnih ekstremiteta, šest u sastavu kranijalnih ekstremiteta, kaudalnog dijela trupa, kranijalnog dijela trupa i glave), povezanih u kinetičke lance, gdje promjena kretanja bilo kojeg od navedenih segmenata neizbježno utiče na kretanje svih ostalih segmenata. Zbog toga je vrlo teško vizuelno otkriti uzrok, koji je poremetio cijelo složeno kretanje, pa se za određenog pojedinca ne mogu pretpostaviti njegove relativno maksimalne sposobnosti.

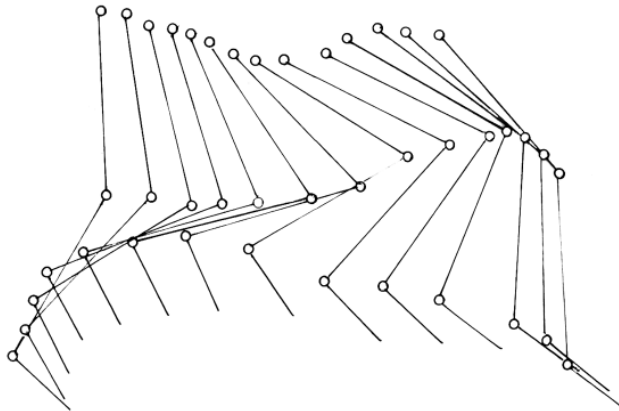
Visok nivo razvoja elektronike omogućio je: a) Snimanje svakog kretanja u sve tri dimenzije sa velikim brojem pozicija u jedinici vremena. b) Konstruisanje složenih računarskih programa, pomoću kojih se može pratiti promjena mjesta u trodimenzionalnom prostoru svake aktuelne tačke.

Cilj ove studije je ukazivanje na otkrivanje uzroka, čije su posljedice greške u složenom sportskom kretanju.

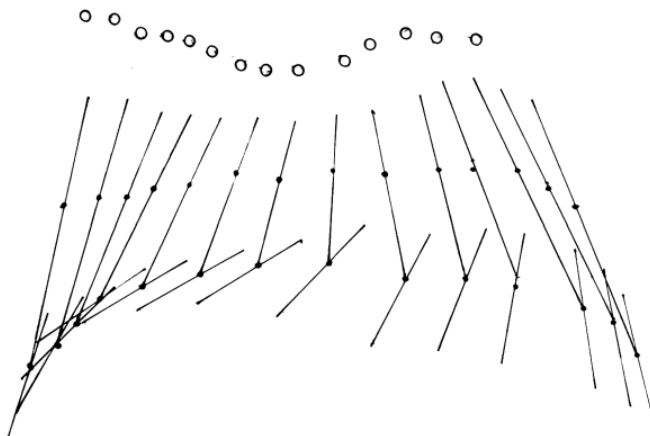
Metode. Za prikaz dinamike biomehaničke tehnologije, u laboratoriji Crnogorske sportske akademije, za Zbornik naučnih i stručnih radova iz oblasti biomehanike Fakulteta sporta i tjelesnog odgoja u Sarajevu, prezentovana je sledeća studija:

- Snimljeno je trčanje jednog rekreativca.
- Iz dobijenog kinograma izdvojen je zamah zamajne noge iz jednog dvo-koraka.
- Novi kinogram prikazan je u 14 pozicija.
- Određeni su centri skočnih, koljenih i zglobova kuka (figurativne tačke).
- Određene su uzdužne ose istraživanih segmenata (Sl.1).

- Određena su težišta svakog segmenta (reprezentativne tačke-1).
- Određena su zajednička težišta ekstremiteta (reprezentativne tačke-2).
- Zajednička težišta prikazana su posebnim kinogramom (Sl.2).
- Pomoću Razmjere kinogram je preveden u prirodnu veličinu.
- Vremenski intervali su prevedeni u sekunde.
- Uglovne veličine prevedene su u radijane.
- Za reprezentativne tačke-2 izračunati su:
 - a) Pređeni put, periferna brzina i periferno ubrzanje.
 - b) Zahvaćeni ugao, uglovna brzina i uglovno ubrzanje.
- Za aktuelne centre obrtanja izračunate su:
 - a) Fleksiono-ekstenzione amplitude u zglobovima kukova.
 - b) Fleksiono-ekstenzione amplitude u zglobovima koljena.



Sl. 1



Sl. 2

Posebnim računarskim programom izračunate su pozicije 70 figurativnih tačaka, 70 reprezentativnih tačaka, 14 ekstenziono-fleksionih amplituda u zglobovima kukova, 14 ekstenziono-fleksionih amplituda u zglobovima koljena, 78 veličina puta, periferne brzine i perifernog ubrzanja, i 78 veličina ugla, uglovne brzine i uglovnog ubrzanja. Iako su navedeni podaci samo jedan mali dio kompletne studije, dovoljni su da se njima ukaže na suštinu dinamike biomehaničke tehnologije.

Rezultati istraživanja sa diskusijom. U svim biomehaničkim istraživanjima najmanje prostora se daje narativnom dijelu a protežira se faktografski dio. Isti princip korišćen je i prilikom izrade ove studije. Svi izračunati podaci prikazani su digitalno u odgovarajućim tabelama, a njihov analogni izgled predstavljen je određenim dijagramima.

U tabeli br. 1. prikazan je prvi izvod puta (brzina) za dvije aktuelne reprezentativne tačke: Za zajedničko težište stopala i potkoljenice (pes-crus), i za zajedničko težište stopala, potkoljenice i nadkoljenice (pes-crus-femur).

U dijagramu br.1. podaci sa tabele br. 1. prikazani su analogno.

U tabeli br. 2. prikazan je drugi izvod puta (ubrzanje) za dvije aktuelne reprezentativne tačke: Za zajedničko težište stopala i potkoljenice (p-c), i za zajedničko težište stopala, potkoljenice i nadkoljenice (p-c-f).

U dijagramu br.2. podaci sa tabele br. 2. prikazani su analogno.

U tabeli br. 3. prikazana je ekstenziono-fleksiona promjena vrijednosti prvog izvoda ugla (uglovna brzina) u zglobu kuka (co) i u zglobu koljena (art.ge).

U dijagramu br.3. podaci sa tabele br. 3. prikazani su analogno.

U tabeli br. 4. prikazana je ekstenziono-fleksiona promjena vrijednosti drugog izvoda ugla (uglovno ubrzanje) u zglobu kuka (art.co) i u zglobu koljena (ge).

U dijagramu br. 4. podaci sa tabele br. 4. prikazani su analogno.

Sve krive linije izvedene su ekstrapolacijom

U dinamičkom dijelu mehanike promjena mjesta u prostoru se ne može definisati ni na koji drugi (naučni) način, sem određivanjem aktuelnih tačaka (masa), izračunavanjem za svaku tačku prvog i drugog izvoda puta, prvog i drugog izvoda ugla, kao i promjene uglova nagiba uzdužnih osa aktuelnih poluga u dinamičkom sistemu. Samo na osnovu navedenih podataka može da se prikaže realna dinamika sistema!

Zaključak. Uzroci grešaka u nekom složenom sportskom kretanju su latentni i ne mogu se otkriti opservacijom. Njih može otkriti samo rapid-kino-

kamera sa velikim brojem pozicija u jedinici vremena (oko 100 snimaka u sekundi za brzine kretanja, koje može da postigne čovjek mišićnim kontrakcijama). U biomehaničkim istraživanjima ne koriste se statističke metode, nego metode paradigme. Upoređenjem relevantnih podataka, prikazanih analognim dijagramima, između početnika i vrhunskog sportiste, može da se otkrije uzrok, odnosno greška, koja se u nastavku kretanja sve više eksponira, kretanje postaje neracionalno, što se odražava na sportskom rezultatu. Samo komparacijom navedenih dinamičkih vrijednosti može se “otkriti” u kom trenutku je nastala početna greška, koja nastaje kao posljedica ili nedovoljno intenzivnog, ili previše intenzivnog impulsa sile, ili zakašnjelog ili preuranjenog impulsa sile, ili premalog ili prevelikog ugla nagiba aktuelne poluge-homogenog dijela tijela i sl. Uzroka narušavanja optimalne sportske tehnike može da bude vrlo mnogo, i oni se mogu utvrditi samo “preklapanjem” početničkih sa paradigmalnim dinamičkim veličinama.

Literatura.

1. Bjelica, D. (2005.): SISTEMATIZACIJA SPORTSKIH DISCIPLINA I SPORTSKI TRENING, CSA, Podgorica.
2. Bjelica, D. (2006.): SPORTSKI TRENING, Filozofski fakultet, Crnogorska sportska akademija, Podgorica.
3. Govaerts, A. (1962.): LA BIOMECHANIQUE-NOUVELLE METHODE D'ANALYSE DU MOUVEMENT, Presses universitaires, Bruxelles.
4. Jovović, V. (2005.): BIOMEHANIKA SPORTA, Filozofski fakultet UCG, Studentski program fizička kultura, Nikšić.
5. Opavsky, P. (1962): OSNOVI BIOMEHANIKE, Beograd.
6. Opavsky, P. (2004.): UVOD U BIOMEHANIKU SPORTA, CSA, Podgorica.
7. Opavsky, P. (2000.): BIOMEHANIČKA ANALIZA TEHNIČKIH ELEMENATA U FUDBALSKOM SPORTU, Beograd.
8. Tousaint, H.M., Beek, J.P. (1992.): “THE BIOMECHANICS OF COMPETITIVE FRONT CRAWL SWIMMING”, Sport medicine 13(1):8-24.
9. Zaciorski, V.M. (1981.): BIOMEHANIKA DVI GATELJNOGA APARATA ČLOVEKA, Fiskultura i sport, Moskva.

DYNAMIC OF BIOMECHANIC TECHNOLOGY

Abstract

The moving consists of a set of movements made on right time with a carefully chosen intensity. Every composed moving is harmonious but if we ruined that harmony in only one segment, if only one movement was made too early or too late with a greater force, it would destroy the whole procedure and the result wouldn't be optimal.

The analysis of every composed sport movement is usually done in two phases: in the first one it should be established the level of the technical knowledge, and in the second that knowledge should be compared to the technique of the sportman in that discipline.

The only indicators of the technique of complex movement are the first and the second results of the exceeded way and the seized angle from the actual and representative point that are represented digitally and by analogue. When we compare those results with the results of a top sportsman we will become aware of the deviation from the optimal composition of the movements into a moving and we will establish a relationship between the failures and their consequences.

Kew words: paradigm, exceeded way, the seized angle, peripheral speed, angular speed, peripheral acceleration, angular acceleration, figurative points, representative points.

Tabela 1. Periferna brzina reprezentativnih tačaka zamajne noge

POZICIJA	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14
Zajedničko težište Stopala i potkolenice (p-c) Periferna brzina.	2.36	2.46	2.57	3.00	3.86	4.29	5.14	5.57	5.36	6.21	4.29	2.79	2.57
Zajedničko težište Zamajne noge (p-c-f) Periferna brzina, m/sec.	2.12	2.19	2.24	2.57	3.21	3.43	3.64	3.86	3.43	3.21	2.79	2.14	1.93

Tabela 2. Periferno ubrzanje reprezentativnih tačaka zamajne noge

POZICIJA	1-3	2-4	3-5	4-6	5-7	6-8	7-9	8-10	9-11	10-12	11-13	12-14
Zajedničko težište Stopala i potkolenice (p-c) Periferno ubrzanje.	0.11	0.15	0.43	0.86	0.43	0.86	0.43	0.22	0.32	-0.43	-0.64	-1.50
Zajedničko težište Zamajne noge (p-c-f) Periferno ubrzanje, m/sec ² .	0.00	0.43	0.64	0.21	0.23	0.25	0.43	0.20	-0.21	-0.43	-0.64	-0.18

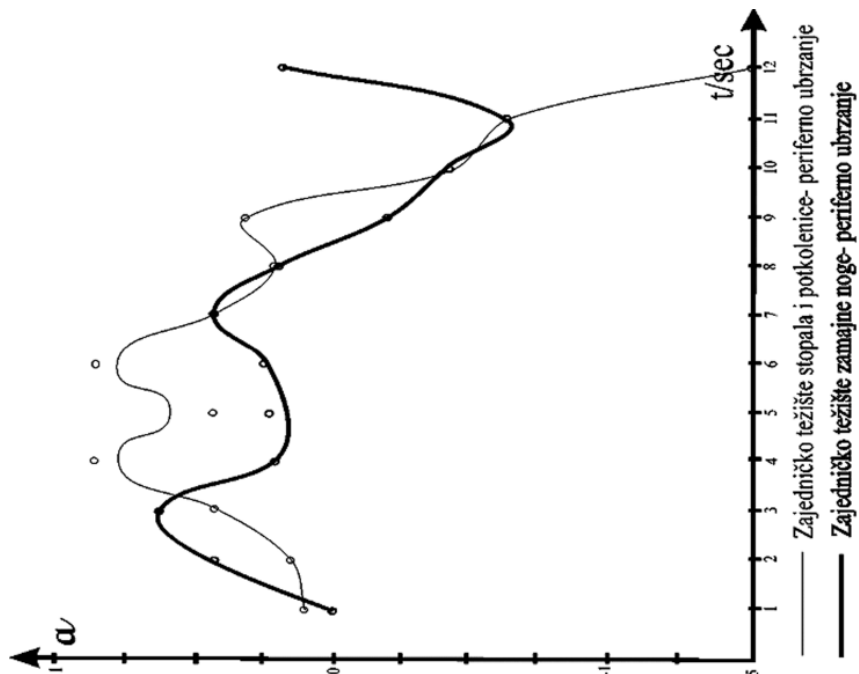
Tabela 3. Uglovna brzina natkolenice i potkolenice zamajne noge

POZICIJA	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14
Zglob kuka. (rad/sec.) ugovna brzina.	5.76	8.90	10.47	12.57	18.33	23.04	31.42	33.51	34.56	32.46	29.32	26.18	23.04
Zglob-kolena (rad/sec.) ugovna brzina.	28.3	37.0	44.0	49.7	57.6	61.8	58.6	55.5	52.4	44.5	30.4	24.6	20.9

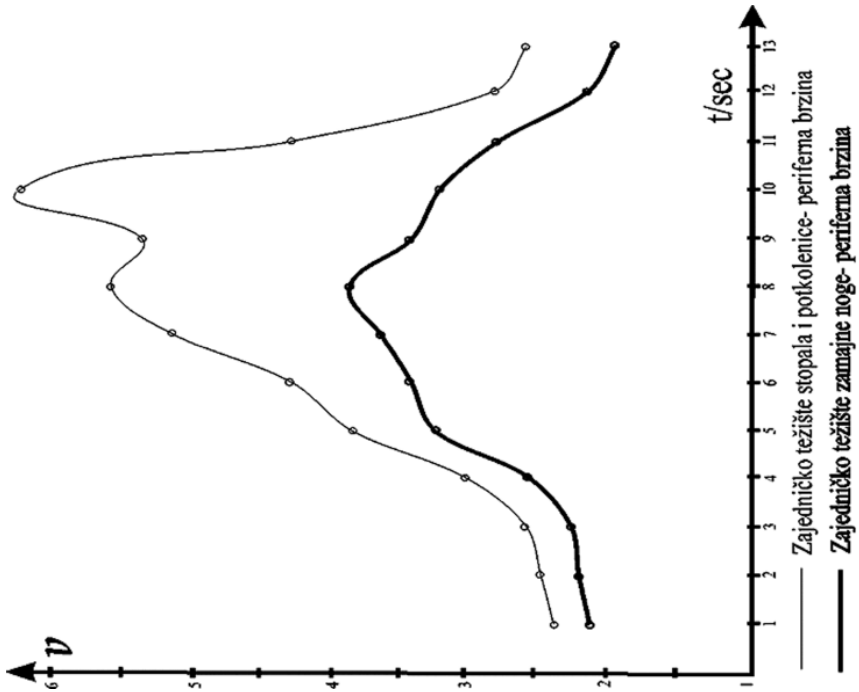
Tabela 4. Uglovno ubrzanje natkolenice i potkolenice zamajne noge

POZICIJA	1-3	2-4	3-5	4-6	5-7	6-8	7-9	8-10	9-11	10-12	11-13	12-14
Zglob kuka. (rad/sec ² .) ugovno ubrzanje.	3.14	1.57	1.65	5.76	4.71	8.38	2.09	1.05	2.09	3.14	2.09	2.09
Zglob kolena (rad/sec ² .) ugovno ubrzanje.	10.5	6.81	6.28	3.67	3.67	1.05	6.81	4.19	7.85	8.90	9.42	3.67

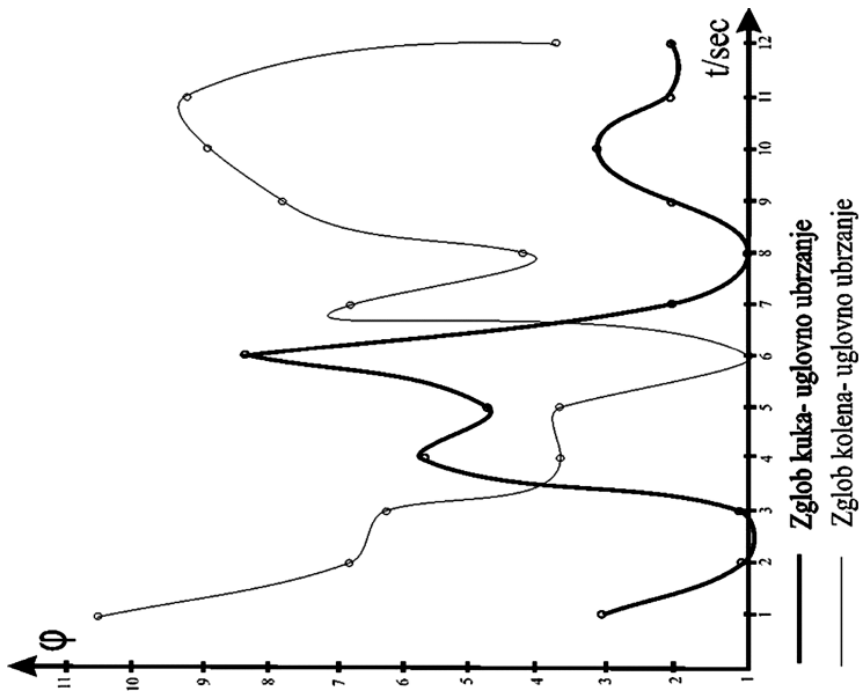
Dijagram 2



Dijagram 1



Dijagram 4



Dijagram 3

