

Pavel Opavsky,

Duško Bjelica

Fakultet za fizičko vaspitanje i sport Univerziteta u Nikšiću

BIODINAMIČKA METODOLOGIJA U SPORTU

Uvod. Statistika je pomoćna istraživačka metoda koja se najčešće koristi u radovima stručnjaka, koji su završili Fakultet fizičke kulture. Ovu metodu je u zemljama bivše Jugoslavije najviše razvio prof. dr Kosta Momirović, koji je u istraživanjima u oblasti fizičkog vaspitanja obeležio jednu čitavu epohu. Veliki broj magistarskih i doktorskih studija se oslanja na njegove radove i on je jedan od najviše citiranih naučnika u navedenom regionu.

Kosta Momirović je uvek naglašavao da se statistika bazira na zakonu velikih brojeva i da se na rezultate istraživanja statističkom metodom može pouzdati samo ako se koristi određen odnos adekvatnih varijabli i broja ispitanika. Kosta Momirović kao i osnivač moderne statističke metodologije Fišer, uvek su tvrdili da se korektnim statističkim istraživanjima može utvrditi samo najmanje netačan rezultat.

Dok je u statističkom istraživanju rezultat tim pouzdaniji ako je broj ispitanika veći i ako adekvatnih varijabli ima više, dotle u istraživanjima baziranim na kinematičkoj metodi postoji samo jedan ispitanik i samo jedan rezultat – svetski rekorder i svetski rekord. Kretanje, koje je on izvršio prilikom postavljanja trenutno najboljeg rezultata na svetu, može da se koristi kao paradigma za ostale takmičare, koji koriste istu sportsku tehniku.

To je dovoljan razlog kojim se ukazuje da je statistička metodologija neprimenljiva u kinematičkim istraživanjima!

Za jedno korektno kinematičko istraživanje neophodno je imati prostorno-vremenski “zapis” kretanja, koje se istražuje. Takav zapis mogu da izvrše samo kamere sa velikom frekvencijom snimanja. I najobičnija kino-kamera snima 24 snimka u sekundi. Većina savremenih kamera, zahvaljujući digitalizaciji slike, ima uređaj za povećavanje broja snimaka u jedinici vremena. Uz pretpostavku da oko kamere “vidi” samo 25 snimaka u sekundi, to je za istraživača 25 pozicija snimanog subjekta u prostoru i vremenu. To što se golim posmatranjem ne može utvrditi, može se kino-kamerom i samo na takvom jednom snimku može da se realizuje jedno korektno istraživanje. Takav metod primenjen je i u ovoj studiji.

Metod. Budući da je cilj ove studije ukazivanje na savremene mogućnosti kinematičkih istraživanja, sadržaj će se ograničiti samo na paradigmatiku komparaciju jednog reversibilnog pokreta između dva ispitanika, jednog jačeg ali sa manjom brzinom nervno-mišićne reakcije i jednog slabijeg, ali sa većom nervnomišićnom reakcijom. Aktualizovani su sledeći podaci:

1. Kretanje: ante- i retrofleksija u ramenom zglobu u horizontalnoj ravni.
2. Određena su dva ispitanika približne konstitucije, gde je uslov bio da jedan bude jači a drugi slabiji.

3. Snimak je izvršen mobilnim telefonom sa prvog sprata, dok su ispitanici sukcesivno vršili pokret u prizemlju. Mobilni aparat se nije pomerao.
4. Ispitanici su maksimalnom brzinom vršili pokret jednom opruženom rukom od odručenja, antefleksijom do predručenja i odmah retrofleksijom suprotan pokret do polaznog položaja.
5. Pokret je trajao nešto duže od jedne sekunde.
6. Kamera na mobilnom telefonu nameštena je na 25 snimaka u sekundi.
7. Mobilni aparat je zabeležio tzv video klip sa više od 25 pozicija za svako izvođenje.
8. Na video klipu određene su figurativne i izmerene su reprezentativne tačke.
9. Izmerena je dužina ruke u prirodnoj veličini i na osnovu toga određena je srazmera, kao i položaj težišta ruke.
10. Centar obrtanja bio je nepokretan rameni zglob.
11. Tačka čije se obrtanje merilo bilo je težište ruke.

Uzdužna osa ruke u maksimalnoj ekstenziji u jednom polupokretu zatvorila je ugao od 90^0 , srazmera između slike na video klipu i prirodne veličine iznosila je deset ($R=10$) a težište ruke bilo je udaljeno od centra ramenog zgloba nešto više od trećine metra ($r = 0.36$ m). Posredno preko centralnog ugla izračunavan je i pređeni put težišta ruke lučnom merom ($s = (\pi/180) \cdot \alpha \cdot r$). Ukupno pređeni put težišta ruke u jednom polupokretu iznosio je 0.564 m.

To su bili podaci, dovoljni da se odgovori na pitanje da li slabiji ispitanik, koji ima neznatno veću brzinu mišićne reakcije u odnosu na jačeg ispitanika, može navedeni pokret da brže izvrši od ispitanika, koji je jači i ima malo manju brzinu regovanja.

Za obradu podataka dovoljan je samo video klip, na kojem je zabeležen pokret sa sukcesivnim nizom pozicija, u ovom slučaju 25 pozicija u jednoj sekundi. Sve ostalo, dosta sporije, može da se izračuna šestarom i lenjirom. Za mnogo bržu i mnogo precizniju obradu koriste se složeni elektronski alati. Za obradu podataka u ovoj studiji korišćeni su računarski programi TurboBasic i Corel Draw 12.

Rezultati i diskusija. Izmereni su svi aktuelni podaci, koji realno definišu kretanje. Kretanje je bilo predstavljeno kretanjem linije, povučene od centra obrtanja (centar ramenog zgloba ruke, kojom je izvršen pokret) do tačke obrtanja (težište ruke, kojom je izvršen pokret). Originalni podatak bio je zatvoreni ugao ($\Delta\alpha$) između svake pozicije sa vremenskim rastojanjem od sec/25. Na bazi tih podataka izračunati su:

1. Priraštaj ugla za svaku poziciju (α).
2. Veličina zahvaćenih uglova između pojedinačnih pozicija ($\Delta\alpha$).
3. Uglovna brzina zahvaćenih uglova između pojedinačnih pozicija ($\Delta\omega$).
4. Uglovno ubrzanje između pojedinačnih uglovnih brzina ($\Delta\phi$).
5. Priraštaj puta za svaku poziciju (s).
6. Pređeni put težišta ruke između svakog zahvaćenog ugla (Δs).

7. Periferna brzina kretanja težišta aktuelne ruke između pojedinačnih pozicija (Δv).
8. Periferno ubrzanje težišta aktuelne ruke između pojedinačnih perifernih brzina (Δa).
9. Svi rezultati prikazani su tabelarno i grafički. (Vidi prilog: četiri tabele, četiri osnovna dijagrama, šest složenih dijagrama).
10. Vrednosti uglovnog (φ) i perifernog (a) ubrzanja su radi boljeg pregleda koncentrisane oko x-ose.

Na tabeli br.1 numerički su prikazane uglovne veličine, porast ugla, zahvaćeni uglovi, uglovna brzina i uglovno ubrzanje (α , $\Delta\alpha$, $\Delta\omega$ i $\Delta\varphi$) za pokret antefleksije i retrofleksije najvećom brzinom, koji je izvršio ispitanik (eksperimentalna osoba A) sa jačom muskulaturom a sporijom nervnomišićnom reakcijom (ukupno 88 podataka).

Na tabeli br.2 numerički su prikazane uglovne veličine, porast ugla, zahvaćeni uglovi, uglovna brzina i uglovno ubrzanje (α , $\Delta\alpha$, $\Delta\omega$ i $\Delta\varphi$) za pokret antefleksije i retrofleksije najvećom brzinom, koji je izvršio ispitanik (eksperimentalna osoba B) sa slabijom muskulaturom a bržom nervnomišićnom reakcijom (ukupno 98 podataka).

Na tabeli br.3 numerički su prikazane dužinske veličine, zahvaćeni uglovi, porast puta, put u jedinici vremena, periferna brzina i periferno ubrzanje ($\Delta\alpha$, s , Δs , Δv i Δa) za pokret antefleksije i retrofleksije najvećom brzinom, koji je izvršio ispitanik sa jačom muskulaturom a sporijom nervnomišićnom reakcijom (ukupno 101 podatak).

Na tabeli br.4 numerički su prikazane dužinske veličine, zahvaćeni uglovi, porast puta, put u jedinici vremena, periferna brzina i periferno ubrzanje ($\Delta\alpha$, s , Δs , Δv i Δa) za pokret antefleksije i retrofleksije najvećom brzinom, koji je izvršio ispitanik sa slabijom muskulaturom a bržom nervnomišićnom reakcijom (ukupno 98 podataka).

Grafički prikaz rezultata merenja predstavljen je sa četiri osnovnih i šest preklapanjem složenih dijagrama. Uglovna brzina i uglovno ubrzanje prikazani su radijanima u jedinici vremena ($\Delta\omega = (\Delta\alpha_n - \Delta\alpha_{n-1})/t^{-1}$) i ($\Delta\varphi = (\Delta\omega_n - \Delta\omega_{n-1})/t^{-2}$). Periferna brzina i periferno ubrzanje prikazani su metrima u jedinici vremena ($\Delta v = (\Delta s_n - \Delta s_{n-1})/t^{-1}$) i ($\Delta a = (\Delta v_n - \Delta v_{n-1})/t^{-2}$). Srednje linije definisane su „poliranjem“ Bezier-tehnikom.

Dijagram br.1 prikazuje dijagramski oblik podataka sa tabele br.1 a dijagram br.2 prikazuje dijagramski oblik podataka sa tabele br.2. Linije su definisane srednjom vrednošću numeričkih podataka sa tabela br.1 i br.2. Uglovne veličine označene su na svakom od dva navedena dijagrama adekvatnim simbolima (α , ω i φ).

Dijagram br.3 prikazuje dijagramski oblik podataka sa tabele br.3 a dijagram br.4 prikazuje dijagramski oblik podataka sa tabele br.4. Linije su definisane srednjom vrednošću numeričkih podataka sa tabela br.3 i br.4. Dužinske veličine označene su na svakom od dva navedena dijagrama adekvatnim simbolima (s , v i a).

Na dijagramu br.1 predstavljene su uglovne veličine (α) pokreta antefleksije i retrofleksije, koji je izvršio maksimalnom brzinom jači čovek sa sporijom nervnomišićnom reakcijom, a na dijagramu br.2 predstavljene su uglovne veličine pokreta antefleksije i retrofleksije, koji je izvršio maksimalnom brzinom slabiji čovek sa bržom nervnomišićnom reakcijom. Makroskopskim posmatranjem skoro i da se ne

primećuju razlike. Razlike su uočljivije i preciznije definisane ako se izvrši paradigmatička komparacija svake uglovne veličine.

Na dijagramu br.5 preklapanjem je izvršena paradigmatička komparacija uglovnih veličina (α) sa dijagrama 1 i 2. Prostim merenjem se utvrđuje da:

- Eksperimentalna osoba A ranije završava obe faze pokreta.
- Vreme izvođenja pokreta u drugoj fazi (retrofleksija) kod obe eksperimentalne osobe duže traje u odnosu na vreme trajanja antefleksije.

Na dijagramu br.6 preklapanjem je izvršena paradigmatička komparacija uglovnih brzina (ω) sa dijagrama 1 i 2. Prostim merenjem se utvrđuje da:

- Eksperimentalna osoba A u prvoj fazi postiže veću uglovnu brzinu i ranije završava prvu fazu pokreta. U drugoj fazi uglovne brzine su podjednake a eksperimentalna osoba A ranije završava pokret.

Na dijagramu br.7 preklapanjem je izvršena paradigmatička komparacija uglovnih ubrzanja (φ) sa dijagrama 1 i 2. Prostim merenjem se utvrđuje da:

- Uglovno ubrzanje kod eksperimentalna osoba A u prvoj fazi dostiže i ranije i veće vrednosti u odnosu na eksperimentalnu osobu B. U drugoj fazi su vrednosti uglovnog ubrzanja veće kod eksperimentalne osobe B.
- Vreme izvođenja pokreta kod eksperimentalne osobe B duže traje.

Na dijagramu br.8 preklapanjem je izvršena paradigmatička komparacija pređenih puteva (s) sa dijagrama 3 i 4. Prostim merenjem se utvrđuje da:

- Eksperimentalna osoba A ranije završava obe faze pokreta.
- Vreme izvođenja pokreta u drugoj fazi (retrofleksija) kod obe eksperimentalne osobe duže traje u odnosu na vreme trajanja antefleksije.

Na dijagramu br.9 preklapanjem je izvršena paradigmatička komparacija perifernih brzina (v) sa dijagrama 3 i 4. Prostim merenjem se utvrđuje da:

- Eksperimentalna osoba A u prvoj fazi postiže veću perifernu brzinu i ranije završava prvu fazu pokreta.
- U drugoj fazi periferne brzine su podjednake a eksperimentalna osoba A ranije završava pokret.

Na dijagramu br.10 preklapanjem je izvršena paradigmatička komparacija perifernih ubrzanja (a) sa dijagrama 3 i 4. Prostim merenjem se utvrđuje da:

- Periferno ubrzanje kod eksperimentalna osoba A u prvoj fazi dostiže i ranije i veće vrednosti u odnosu na eksperimentalnu osobu B. U drugoj fazi su vrednosti perifernog ubrzanja veće kod eksperimentalne osobe B.
- Vreme izvođenja pokreta kod eksperimentalne osobe B duže traje.

Zaključak

Na osnovu prezentovanog dela istraživačke metodologije u oblasti (vrhunskog) sporta može se zaključiti:

1. Svako složeno kretanje je prepoznatljivo samo ako se za aktuelne reprezentativne tačke mogu odrediti realni indikatori kao što su put i njegov prvi i drugi izvod, odnosno zahvaćeni ugao i njegov prvi i drugi izvod.
2. Paradigmatičkom komparacijom sa istim indikatorima vrhunskog sportiste mogu se otkriti greške u doziranju intenziteta i greške u vremenu uključivanja i isključivanja aktuelnih mišićnih grupa.
3. Rezultati istraživanja putem zahvaćenog ugla ili pređenog puta skoro su identični i u tom slučaju nije neophodno izračunavati obe kinematičke veličine i njihove izvode.
4. Konkretno ovim istraživanjem utvrđeno je da su mišići koji vrše antefleksiju u zglobovima ramena jači nego mišići koji vrše retrofleksiju u istom zglobovima.
5. Generalno se može zaključiti da se u kinematičkom istraživanju mora definisati pojam brzine savladavanja velikog otpora, jer se čak i u ovom pilot-istraživanju potvrdilo pravilo da je jači ispitanik sa sporijom nervnomišićnom reakcijom postigao veću brzinu prilikom savladavanja velikog otpora, u odnosu na slabijeg ispitanika, koji je imao bržu nervnomišićnu reakciju.

Reference

- Asmussen, E. (1968): The Physiological Background of Physical Fitness. *Teor. Praxe tel.vych.*, 16.
- Bjelica, D. (2006.): Sportski trening, *Filozofski fakultet, Crnogorska sportska akademija, Podgorica*.
- Бернштейн, Н.А. (1940): Исследования по биодинамике ходьбы, бега, прыжка, *Физкультура и спорт, Москва*
- Braune, W.- Fischer, O.(1895-1905): Der Gang Des Menschen. *I-IV Teil. Abh. d. K. Sächs. Ges. d. Wiss.*
- Braus, H. 1954.: Anatomie des Menschen, *Springer Verlag, Berlin...*
- Bubanj, R. 1998.: Osnovi primenjene biomehanike u sportu, Pergament, Niš-N.Sad.
- Govaerts, A.(1962): La biomecanique – nouvelle methode d’ analyse du mouvement, *Presses universitaires, Bruxelles*
- Hochmuth, G. – Marhold, G.(1957-1958): Biomechanische Untersuchungsmethoden im Sport, *Theor. u Prax. Körperkultur, No 6-7*
- Иваницкий, М.Ф.(1938): Движения человеческого тела, *Физ. и спорт, Москва*
- Иваницкий, М.Ф.(1956): Анатомия человека, III Изд. Т. I. *Физ. и спорт, Москва*
- Jovović, V. 2005.: Biomehanika sporta, *Fil.Fakultet, Nikšić*.
- Knoll, W.(1936): Der Bewegungsablauf bei sportlicher Arbeit, *Leipzig*
- Marey, E.J. – Demeny G.(1887): Etude experimentale de la locomotion humaine, *C. r. d. l’ Acad. d. Sciences, Paris*

Marey, E.J.(1898): La chronofotographie appliquee a la l’etude des actes musculaires dans la locomotion, *Comt. rend., T. 126, Paris*

Margaria, R. (1979.): Biomechanics and energetics of muscular exercise. *Claredon press,Oxford.*

Mikić, B.-Bjeković,G. (2004): Biomehanika sportske lokomocije, *FFK Pale, Pale.*

Opavský, P. (1969): Oscilatorni karakter trčanja, *Beograd, disertacija (272 str.).*

Opavsky, P. (1985): “Matematički model horizontalnoh hica”, *Kineziologija, Zagreb.*

Opavsky,P.(2000.):Biomehanička analiza tehničkih elemenata u fudbalskom sportu, *sam.izdat. Beograd.*

Opavsky,P.(2004.):Uvod u biomehaniku sporta, “*Naučna Knjiga*”, *Beograd.*

Opavsky,P.(2100.): Biomehanička analiza slobodnog zamaha, *Sport Mont, Montenegrosport, Podgorica.*

Rašković, D. (1950).: Opšta mehanika, *Teh.Knjiga, Beograd.*

Zaciorski,V.M.(1981.): Biomehanika dvigateljnoga aparata čelovjeka, *Fiskultura i sport,Moskva.*

Жуков – Котелькикова – Семенов.(1963): Биомеханика физических упражнений, *Физ и спорт, Москва*



Sa otvaranja Kongresa Crnogorske sportske akademije

PRILOZI 1-14

Tab. Br. 1

JAČI – uglovne veličine								
	Antefleksija				Retrofleksija			
R.br.	α	$\Delta\alpha$	$\Delta\omega$	$\Delta\varphi$	α	$\Delta\alpha$	$\Delta\omega$	$\Delta\varphi$
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	4	4	1.75		3	3	1.31	
3	11	7	3.05	1.3	7	7	1.75	0.44
4	24	13	5.67	2.62	14	10	3.05	1.31
5	44	20	8.73	3.06	24	14	4.36	1.33
6	61	17	7.42	-1.31	38	17	6.11	1.75
7	74	13	5.67	-1.33	55	14	7.42	1.29
8	82	8	9.49	-2.18	65	10	6.13	-7.28
9	88	6	2.62	-0.87	79	7	4.34	-1.75
10	90	2	0.87	-1.75	86	4	3.00	-1.30
11		0	0	0	90	2	1.22	-0.47
12						0	0	0

Tab. Br. 2

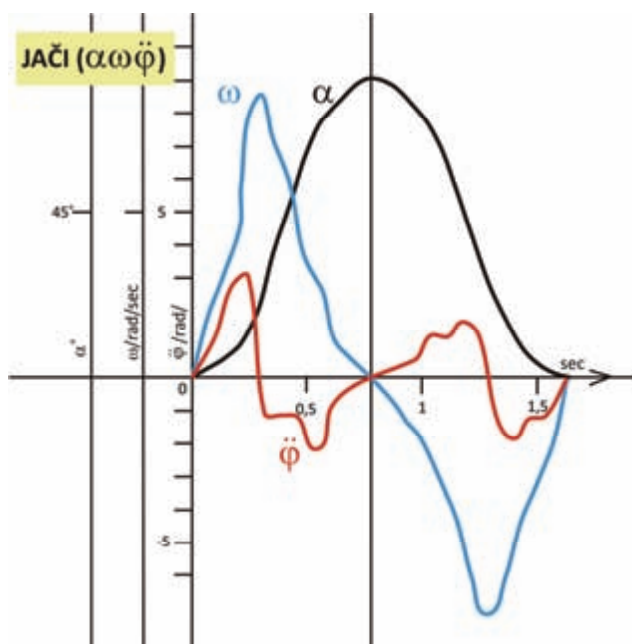
SLABJI – uglovne veličine								
	antefleksija				retrofleksija			
R.br.	α	$\Delta\alpha$	$\Delta\omega$	$\Delta\varphi$	α	$\Delta\alpha$	$\Delta\omega$	$\Delta\varphi$
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	3	1.31		2	2	0.87	
3	7	4	1.75	0.44	6	4	1.74	0.84
4	13	6	2.62	0.87	12	6	2.62	0.88
5	23	10	4.36	1.74	20	8	3.49	1.31
6	38	15	6.54	2.18	31	11	4.80	2.18
7	55	17	7.42	0.87	47	16	6.98	-0.87
8	68	13	5.67	-1.76	61	14	6.11	-0.45
9	77	9	3.93	-1.74	74	13	5.67	-1.74
10	83	6	2.62	-1.31	83	9	3.93	-2.18
11	87	4	1.41	-0.87	87	4	1.75	-0.88
12	90	0	0	0	89	2	0.87	-0.43
13					90	0	0	0

Tab. Br. 3

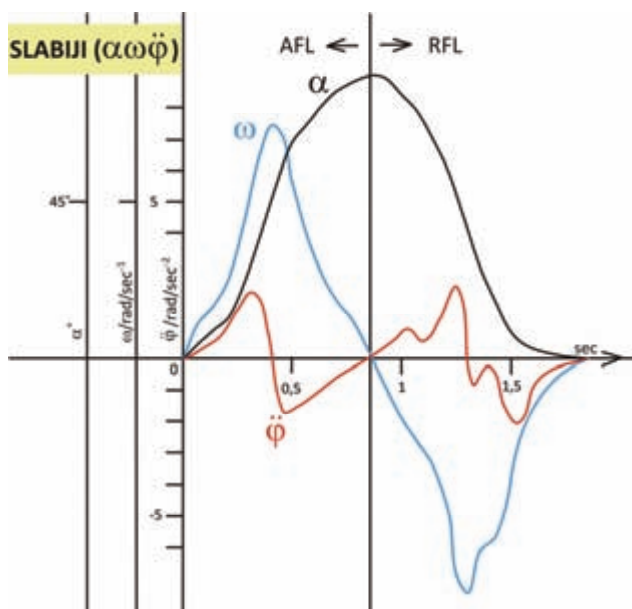
JAČI – dužinske veličine										
	Antefleksija					Retrofleksija				
R.br.	$\Delta\alpha$	s/m	Δs	Δv	Δa	$\Delta\alpha$	s/m	Δs	Δv	Δa
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	4	0.25	0.025	1.75		3	0.02	0.02	1.31	
3	7	0.68	0.044	3.05	1.3	4	0.05	0.025	1.75	0.36
4	13	1.50	0.082	5.67	2.62	7	0.09	0.044	3.05	1.30
5	20	2.76	0.126	8.73	3.06	10	1.50	0.063	4.36	1.31
6	17	3.83	0.107	7.42	-1.31	14	2.40	0.088	6.11	1.75
7	13	4.65	0.082	5.67	-1.75	17	3.30	0.107	7.42	1.31
8	8	5.15	0.050	3.50	-2.17	14	4.20	0.085	6.11	-1.31
9	6	5.53	0.038	3.62	-0.88	10	4.80	0.063	4.36	-1.75
10	3	5.65	0.019	1.31	-1.25	7	5.20	0.044	3.05	-1.31
11	0	0	0	0	0	4	5.50	0.025	1.75	-1.13
12						0	0	0	0	0

Tab. Br. 4

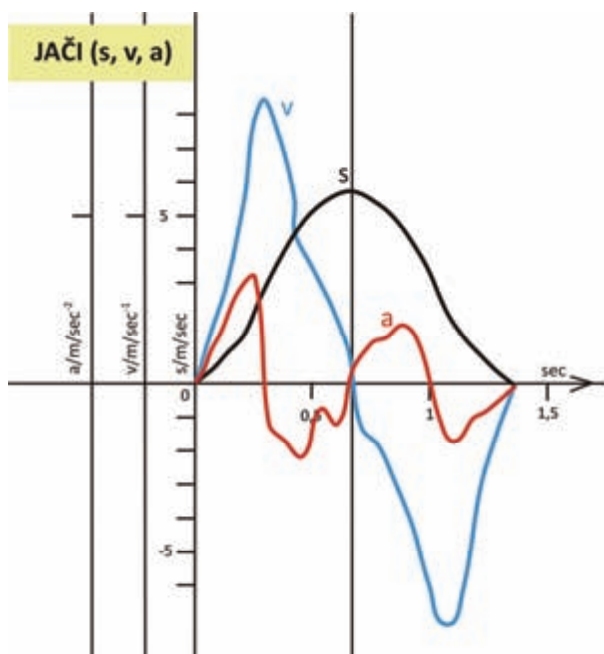
SLABIJI - dužinske veličine										
	Antefleksija					Retrofleksija				
R.br.	$\Delta\alpha$	s/m	Δs	Δv	Δa	$\Delta\alpha$	s/m	Δs	Δv	Δa
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	0.019	0.02	1.31		2	0.013	0.045	0.87	
3	4	0.044	0.025	1.75	0.44	4	0.025	0.075	1.74	0.81
4	6	0.081	0.038	2.62	0.87	6	0.037	0.125	2.62	0.88
5	10	0.144	0.063	4.36	1.74	8	0.050	0.221	3.50	0.90
6	15	0.238	0.094	6.54	2.18	11	0.069	0.321	4.80	1.30
7	17	0.346	0.107	7.42	0.88	16	0.100	0.409	6.98	2.18
8	13	0.428	0.082	5.67	-1.75	14	0.088	0.491	6.11	-0.87
9	9	0.484	0.056	3.93	-1.70	13	0.082	0.547	5.67	-0.44
10	6	0.528	0.038	2.62	-1.31	9	0.056	0.560	3.93	-1.74
11	4	0.546	0.025	1.75	-0.87	4	0.026	0.559	1.74	-2.19
12	3	0.564	0.019	1.31	-0.44	2	0.013	0.561	0.44	-0.54
13						1	0.008	0.564	0.22	-0.31



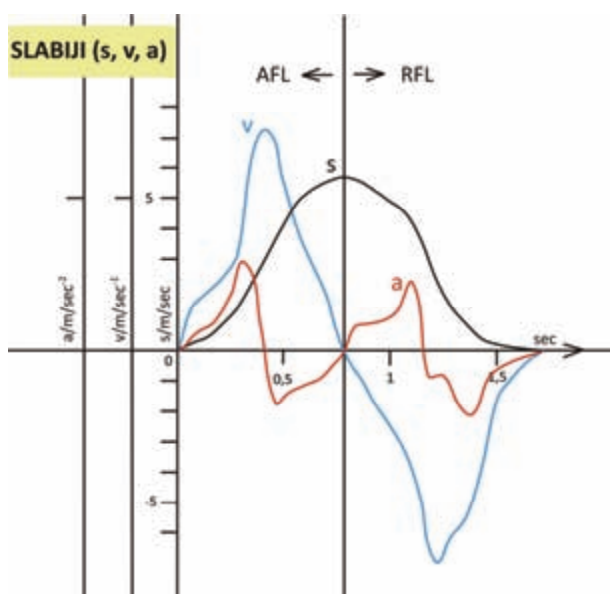
Dijagram br.1. Grafički prikaz ugla (α), uglovne brzine (ω) i uglovnog ubrzanja (φ) uzdužne ose ruke za vreme ante- i retrofleksije, koju izvodi ispitanik sa većom silom i sa manjom brzinom.



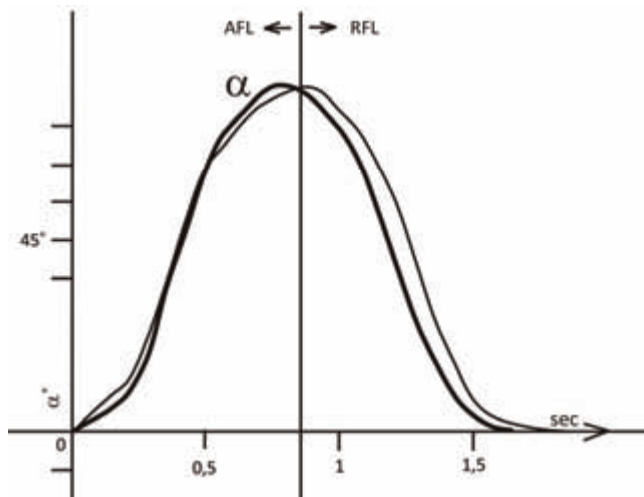
Dijagram br.2. Grafički prikaz ugla (α), uglovne brzine (ω) i uglovnog ubrzanja (φ) uzdužne ose ruke za vreme ante- i retrofleksije, koju izvodi ispitanik sa manjom silom i sa većom brzinom.



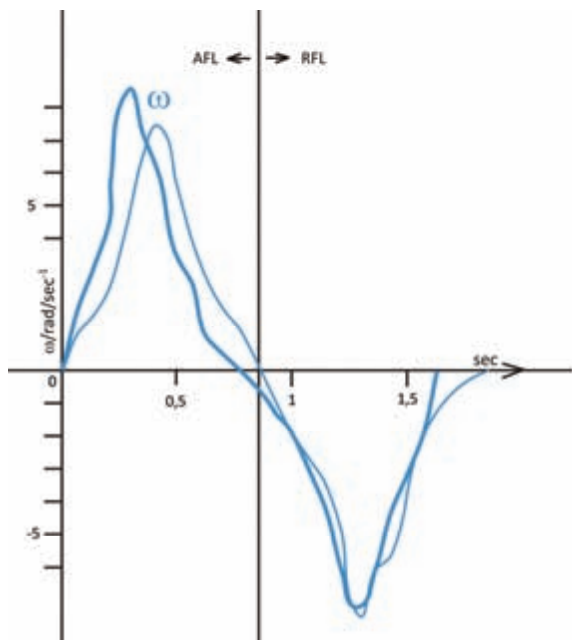
Dijagram br.3. Grafički prikaz puta (s), brzine (v) i ubrzanja (a) težišta ruke za vreme ante- i retrofleksije, koju izvodi ispitanik sa većom silom i sa manjom brzinom.



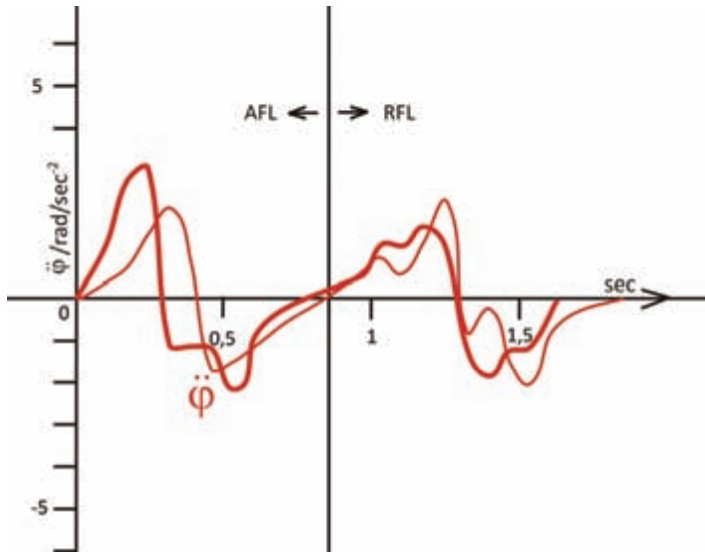
Dijagram br.4. Grafički prikaz puta (s), brzine (v) i ubrzanja (a) težišta ruke za vreme ante- i retrofleksije, koju izvodi ispitanik sa manjom silom i sa većom brzinom.



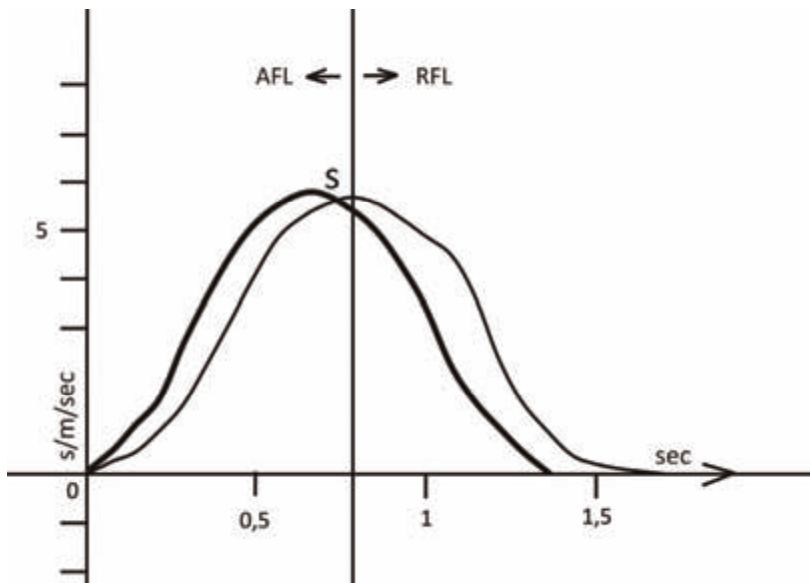
Dijagram br.5. Paradigmatska komparacija uglova (α) uzdužne ose opružene ruke za vreme pokreta ante- i retrofleksije u horizontalnoj ravni, koji su izvodili ispitanik sa većom silom mišića a manjom brzinom nervnomišićne reakcije (deblja linija), i ispitanik sa manjom silom mišića a većom brzinom nervnomišićne reakcije (tanja linija).



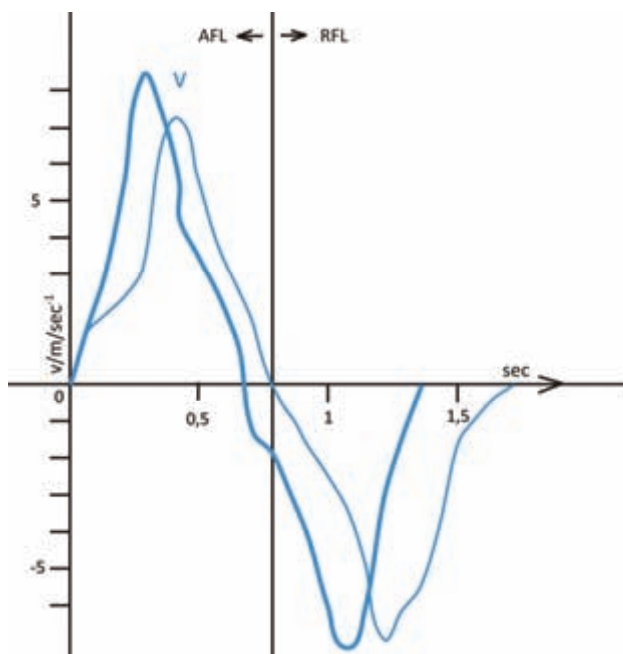
Dijagram br.6. Paradigmatska komparacija uglovnih brzina (ω) uzdužne ose opružene ruke za vreme pokreta ante- i retrofleksije u horizontalnoj ravni, koji su izvodili ispitanik sa većom silom mišića a manjom brzinom nervnomišićne reakcije (deblja linija), i ispitanik sa manjom silom mišića a većom brzinom nervnomišićne reakcije (tanja linija).



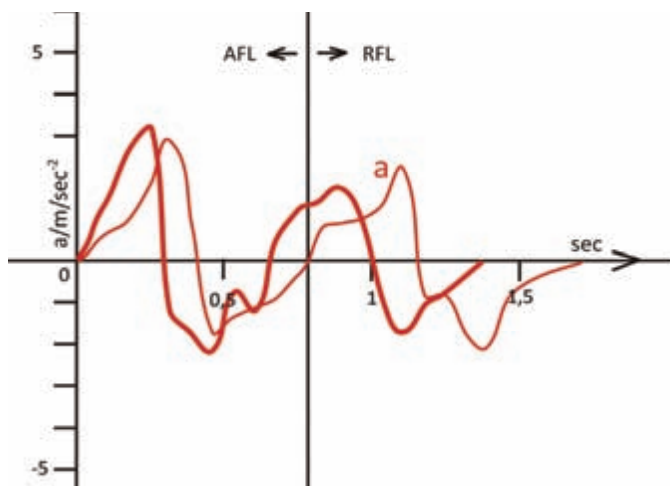
Dijagram br.7. Paradigmatska komparacija uglovnih ubrzanja (φ) uzdužne ose opružene ruke za vreme pokreta ante- i retrofleksije u horizontalnoj ravni, koji su izvodili ispitanik sa većom silom mišića a manjom brzinom nervnomišićne reakcije (deblja linija), i ispitanik sa manjom silom mišića a većom brzinom nervnomišićne reakcije (tanja linija).



Dijagram br.8. Paradigmatska komparacija pređenih puteva (s) težišta opružene ruke za vreme pokreta ante- i retrofleksije u horizontalnoj ravni, koji su izvodili ispitanik sa većom silom mišića a manjom brzinom nervnomišićne reakcije (deblja linija), i ispitanik sa manjom silom mišića a većom brzinom nervnomišićne reakcije (tanja linija).



Dijagram br.9. Paradigmatska komparacija perifernih brzina (v) težišta opružene ruke za vreme pokreta ante- i retrofleksije u horizontalnoj ravni, koji su izvodili ispitanik sa većom silom mišića a manjom brzinom nervnomišićne reakcije (deblja linija), i ispitanik sa manjom silom mišića a većom brzinom nervnomišićne reakcije (tanja linija).



Dijagram br.10. Paradigmatska komparacija perifernih ubrzanja (a) težišta opružene ruke za vreme pokreta ante- i retrofleksije u horizontalnoj ravni, koji su izvodili ispitanik sa većom silom mišića a manjom brzinom nervnomišićne reakcije (deblja linija), i ispitanik sa manjom silom mišića a većom brzinom nervnomišićne reakcije (tanja linija).