

*Goran Kuvačić  
Saša Krstulović  
Alen Miletić*

*Prethodno znanstveno priopćenje*

## **DINAMIKA LAKTATA I GLUKOZE PRI IZVOĐENJU SPECIFIČNOG JUDO TESTA**

### **1. UVOD I CILJ**

Judo je polistrukturalni aciklički sport čije je karakteristike teško objasniti, ponajprije stoga što ga determiniraju različiti tehnički, taktički i fiziološki parametri (Detanico i sur., 2012). Judo borba može trajati i preko 5 minuta (5 minuta regularne borbe + neograničeno vrijeme za zlatni bod). Grupa autora (Hernandez-Garcia i sur., 2009) analizirala je vremenske parametre judo borbe s novim pravilima i usporedila ih s prijašnjim načinom borbe. Dolazi se do zaključka da današnja judo borba ima sve manje pauze odmora, a sve veće vremenske sekvence rada (borbe). Nekoliko studija (Hernandez-Garcia i sur., 2009, Bonitch-Dominguez i sur., 2010) pokazuje da u simuliranim uvjetima borbe laktati mogu biti u rasponu od 8 do čak 14 mmol/l. Sposobnost organizma da se oporavi nakon teškog anaerobnog rada jako je važna u judu, pogotovo kada je poznato da borac na jednom turniru može imati i preko 6 borbi. S druge strane, glukoza kao fiziološki parametar, također može biti pokazatelj pripremljenosti te se u posljednje vrijeme mjerenja koristi u sportskoj dijagnostici (Sotero i sur., 2009, Simoes i sur., 2010). Potrošnja je glukoze dokazano niža u dobro treniranih osoba, stoga je hiperglikemija kod takvih osoba posljedica niže potrošnje, a ne veće proizvodnje glukoze (Coggan i sur., 1993).

Mjerenje, odnosno uzorkovanje krvi za vrijeme natjecanja praktički je nemoguće provesti pa je konstruirano nekoliko testova koji analiziraju fiziološke i neuromuskularne zahtjeve u judo borbi, s ciljem da se identificiraju efikasne metode u poboljšanju fizičke pripremljenosti judaša. Za potrebe ovog istraživanja koristit će se Special Judo Fitness Test (SJFT), pregledom literature zasigurno najpoznatiji test sa širokom primjenom u svijetu. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi i opisati krivulje laktata i glukoze pri izvođenju specifičnog judo testa (SJFT).

### **2. METODE RADA**

Uzorak ispitanika ovog istraživanja sačinjavalo je osam judaša, prosječne dobi od 20,3±1,6 godine te trenažnog staža od 10,6±1,8 godina. Svi su ispitanici natjecatelji, nositelji crnog pojasa, težinskih kategorija -73 kg, -81 kg i -90 kg, osvajači odličja na državnim prvenstvima. Prije samog mjerenja svi su ispitanici bili zdravi i bez ozljeda.

Uzorak varijabli sastojao se od deset varijabli. Mjerenje, odnosno uzorkovanje laktata (L) i glukoze (G) iz krvi te zabilježena srčana frekvencija (SF) u tri točke mjerenja. Navedene varijable uzorkovane su u mirovanju, neposredno nakon završetka testa i nakon pauze od 5 minuta.

Ispitanici su prije mjerenja dobili naputke da unutar 24 sata izbjegavaju teži fizički napor (trening), ne uzimaju supstance koje bi na bilo koji način mogli remetiti referentne vrijednosti uzorkovanih parametara (kofein, alkohol i sl.). Prije samog testa ispitanicima je očitana srčana frekvencija, uzorkovani su laktati te glukoza. Isto je napravljeno odmah nakon izvedenog testa te nakon odmora od 5 minuta (statičke prirode – sjedenje). Za očitavanje srčane frekvencije korišten je Suunto uređaj. Laktati su mjereni Accutrend Lactate aparatom. Aparatom Accu-Chek Performa izmjerena je razina glukoze u krvi.

Opis testa (Special Judo Fitness Test):

Dva judaša, slične tjelesne mase izvođača testa (približno iste kategorije), nalaze se na šest metara udaljenosti jedan od drugog dok sam izvođač testa stoji u sredini. Test je podijeljen na tri intervala od 15 (A), 30 (B) i 30 (C) sekundi, s 10 sekundi odmora između svakog od njih. Tijekom svakog intervala rada izvođač mora što je moguće više puta baciti nasuprotne judaše ručnom tehnikom *ippon-seoi-nage*, i to naizmjenično. Cijeli test trajao je jednu minutu i 35 sekundi. Svi su ispitanici nosili pripadajuću opremu za izvođenje testa (kimono i pojas).

Metode obrade podataka uključivale su izračunavanje deskriptivnih statističkih parametara varijabli za procjenu fizioloških parametara (SF, L i G): aritmetičke sredine (AS), minimalnog (Min) i maksimalnog rezultata (Max), standardne devijacije (SD) i Kolmogorov-Smirnovljev test (max D). Utvrđivanje statistički značajnih razlika varijabli za procjenu fizioloških parametara (L i G) u 3 točke mjerenja, korištena je ANOVA za ponovljena mjerenja s Fisherovim LSD testom u post-hoc analizi. Svi podaci uneseni su u programski paket STATISTICA version 10.0 (Statsoft, USA).

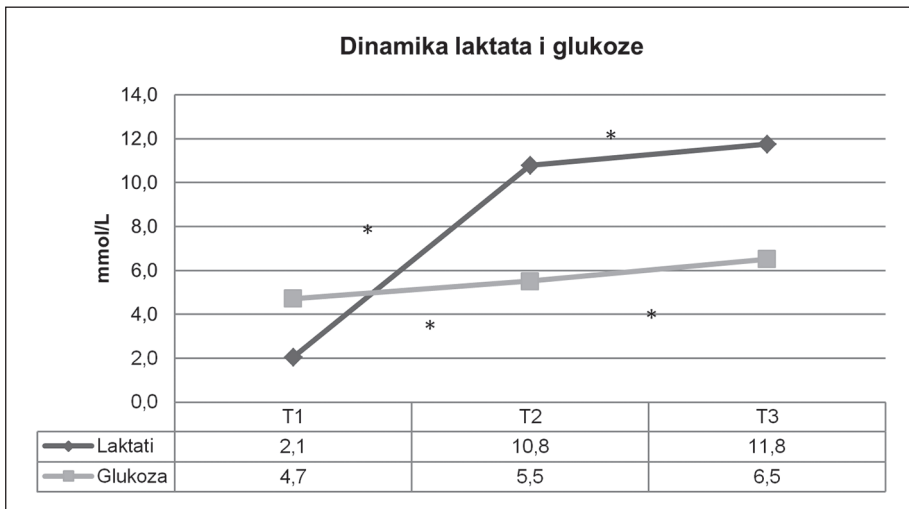
### 3. REZULTATI I RASPRAVA

Tablica 1. Rezultati deskriptivnih statističkih parametara: aritmetička sredina (AS), minimalni (Min) i maksimalni (Max) rezultat, standardna devijacija (SD) i Kolmogorov- Smirnovljevi test (K-S)

varijable	AS	MIN	MAX	SD	max D
SF1	79,3	70,0	88,0	6,2	0,14
SF2	179,5	170,0	187,0	5,5	0,21
SF3	104,5	97,0	114,0	5,7	0,23
L1	2,1	1,9	2,3	0,1	0,17
L2	10,8	9,6	12,6	0,9	0,20
L3	11,8	10,7	12,7	0,7	0,22
G1	4,7	4,4	5,0	0,2	0,17
G2	5,5	5,2	6,4	0,4	0,28
G3	6,5	5,7	7,4	0,5	0,14

Granična vrijednost K-S testa za N=8 iznosi 0,45 p=0,05

Iz rezultata tablice 1 uočljivo je da su sve varijable normalno distribuirane te se može pristupiti daljnjoj obradi podataka. Prosječne vrijednosti srčane frekvencije u mirovanju su između 70 i 88 otkc/min. Malo povišene vrijednosti kod ispitanika u ovom slučaju mogu se objasniti zagrijavanjem pred izvođenje testa. Nadalje, u drugoj točki mjerenja (SF2), prosječni rezultat je 179,5 otkc/min što ukazuje da je test bio vrlo naporan i može se utvrditi da su dosegnute vrijednosti slične onima u judo borbi (Hernandez-Garcia i sur., 2009). Prosječna vrijednost koncentracije laktata u mirovanju iznosi 2,1 mmol/L, što je u granicama normalnih vrijednosti. Uzorkovanjem laktata iz krvi u drugoj točki (L2), odnosno odmah po završetku testa, prosječna vrijednost koncentracija laktata iznosi 10,8 mmol/L. U istraživanju Sterkowicza i sur. (1997) navodi se da koncentracija laktata u krvi nakon završene judo borbe iznosi 11.22 mmol/L, što je vrlo slično vrijednostima koje su dobivene u ovom istraživanju. U prvom mjerenju razine glukoze (G1) u mirovanju se očekivano kreću unutar referentnih vrijednosti 4,4 do 5,0 mmol/L. U druga dva mjerenja (G2 i G3), odnosno točke mjerenja (nakon testa i u oporavku), koncentracija glukoze u krvi raste (5,5 i 6,5 mmol/L). Poznato je da tjelesno vježbanje izaziva povećanje koncentracije glukoze u krvotoku (Friedlander i sur. 1997) stoga ne čude dobiveni rezultati. Naime, intenzivnije opterećenje u kraćem vremenu podiže višu razinu glukoze u krvi.



\*statistički značajan rast laktata ili glukoze na razini  $p < 0,05$

*Graf 1. Dinamika laktata i glukozi u krvi (T1 - u mirovanju, T2 - nakon testa, T3 – nakon 5 minuta odmora. Anova za ponovljena mjerenja s Fischerovim LSD testom u post.-hoc analizi.*

Iz grafa 1 uočava se da postoji statistički značajna razlika između prve (T1) i druge (T2) točke mjerenja, kako u laktatima tako i u glukozi. To je i očekivano jer tijekom napornog vježbanja stanice koriste glukozu i glikogen koji je pohranjen u mišićnim stanicama, gdje se glukoza raspada na dvije molekule piruvata i pritom nastaje laktat. S druge strane, glikoliza u mišiću koristi pohranjeni glikogen prije glukoze iz krvotoka (Coggan i sur., 1993) te je logično da ukoliko organizam mobilizira veće količine glukoze pri vježbanju visokog intenziteta, a pri tom troši zalihe glikogena pohranjene u aktivnoj muskulaturi, da se mobilizirana glukoza u krvotoku ne troši. Samim time nastaje povećano nakupljanje glukoze u krvi. Statistički značajna razlika postoji i između druge (T2) i treće točke mjerenja (T3), odnosno u razini laktata i glukoze izmjerenih odmah nakon testa i nakon odmora od 5 minuta. Neočekivano u ovom istraživanju laktati rastu i u oporavku. Pošto su ispitanici visoko trenirani borci, bilo je očekivano da će laktati imati trend opadanja (Franchini 1998) jer visoko trenirani sportaši bolje se adaptiraju na uvjete koje uzrokuje rad visokog intenziteta (Daussin i sur., 2008). Dobiveni rezultati mogu se jednim dijelom tumačiti kontroliranim uvjetima testa, za razliku od judo borbe gdje borac sam diktira tempo i prilagođava se uvjetima borbe. Drugo moguće objašnjenje je i trajanje testa. Naime, ispitanici su morali odraditi maksimalni napor u svega 95 sekundi. Prema nekim autorima laktati 5 minuta nakon intenzivnog i razmjerno kratkog vježbanja ne bi trebali opadati nego pokazivati svoje maksimalne vrijednosti (Zouhal i sur., 2007).

Pretpostavaka je da slični fiziološki fenomeni egzistiraju i kod glukoze gdje također postoji rast vrijednosti između druge (T2) i treće točke mjerenja (T3). U oporavku je normalno da postoji brža sinteza glikogena dobro utreniranih osoba. Mobilizira se više glukoze, a za rad koristi mišićni glikogen, što rezultira većom količinom glukoze u opticaju u trenutku kada organizam obnavlja zalihe glikogena.

#### 4. ZAKLJUČAK

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi i opisati krivulje laktata i glukoze pri izvođenju specifičnog judo testa (SJFT). Zabilježena srčana frekvencija pokazuje da je intenzitet rada za vrijeme testa bio vrlo visok. Uvidom u dinamiku laktata i glukoze možemo zaključiti da su dobivene vrijednosti približne kao i u judo borbi. Dobivena je statistički značajna razlika među točkama mjerenja kako u laktatima tako i u glukozi. Vrijednosti laktata u zadnjoj točki mjerenja (odmoru) statistički značajno rastu u odnosu na mjerenje koje je napravljeno odmah nakon izvođenja testa. Takav rezultat može se pripisati kratkom trajanju testa i kontroliranim uvjetima u kojima je test izveden, za razliku od judo borbe koja ima daleko veću dinamiku pokreta. Isti rezultat dobio se i kod glukoze, što je očekivano s obzirom da organizam u stanju oporavka nastoji nadoknaditi potrošeni glikogen iz mišića.

#### 5. LITERATURA

1. Bonitch-Dominguez, J., J. Bonitch-Gongora, P. Padijal and B. Feriche (2010) Changes in peak leg power induced by successive judo bouts and their relationship to lactate production. *Journal of Sports Sciences* 28(14): 1527-1534.
2. Coggan, A.R., A.M. Abduljalil, S.C. Swanson, M.S. Earle, J.W. Farris, L.A. Mendenhall and P.M. Robitaille (1993) Muscle metabolism during exercise in young and older untrained and endurance-trained men. *Journal of Applied Physiology* 75(5): 2125-2133.
3. Daussin, F., J. Zoll, E. Ponsot, R. Ventura-Clapier, B. Mettauer, F. Piquard, B. Geny and R. Richard (2008) Training at high exercise intensity promotes qualitative adaptations of mitochondrial function in human skeletal muscle. *Fundamental & Clinical Pharmacology*, 22: 40-40.
4. Detanico, D., J. Dal Pupo, E. Franchini and S.G. dos Santos (2012) Relationship of aerobic and neuromuscular indexes with specific actions in judo. *Science & Sports* 27(1): 16-22.
5. Franchini, E., Nakamura, F.Y., Takito, M.Y., Kiss, MAPDM, Sterkowicz, S. (1998) Specific fitness test developed in Brazilian judoists. *Biol Sport*, 5(3): 165-70.

6. Friedlander, A.L., G.A. Casazza, M.A. Horning, M.J. Huie and G.A. Brooks (1997) Training-induced alterations of glucose flux in men. *Journal of Applied Physiology* 82(4): 1360-1369.
7. Hernandez-Garcia, R., G. Torres-Luque and C. Villaverde-Gutierrez (2009) Physiological requirements of judo combat. *International Sportmed Journal* 10(3): 145-151.
8. Simoes, H.G., W.C. Hiyane, R.E. Benford, B. Madrid, F.A. Prada, S.R. Moreira, R.J. de Oliveira, F.Y. Nakamura and C.S. Campbell (2010) Lactate threshold prediction by blood glucose and rating of perceived exertion in people with type 2 diabetes. *Percept Mot Skills* 111(2): 365-378.
9. Sotero, R.C., E. Pardono, R. Landwehr, C.S.G. Campbell and H.G. Simoes (2009) Blood Glucose Minimum Predicts Maximal Lactate Steady State on Running. *International Journal of Sports Medicine* 30(9): 643-646.
10. Sterkowicz, S., Rukasz, W. (1997) Analysis of the Training of workload plan for judo competitors. Cracow Academy of Physical Education.
11. Zouhal, H., S. Vincent, E. Moussa, C. Jacob, C. Groussard, A. Ben Abderahman and P. Prioux (2007) Influence of training status on plasma volume variations and plasma lactate concentrations in response to supramaximal exercise. *Biology of Sport* 24(4): 339-356.