



RAZLIKE NEKIH IZOKINETIČKIH POKAZATELJA KOD VRHUNSKIH NOGOMETAŠA

DIFFERENCES IN VARIOUS ISOKINETIC INDICATORS IN ELITE SOCCER PLAYERS

Saša Baščevan¹, Damir Knjaz¹, Alen Baščevan²

¹Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

²Centar za kineziološku dijagnostiku i rehabilitaciju pri Daruvarskim Toplicama.

SAŽETAK

Cilj ovog rada je utvrditi razlike između dominantne i nedominantne noge u momentu sile i ukupnom radu kod nogometaša prve i druge hrvatske lige, te pomoću tih rezultata ukazati na eventualne nedostatke u omjerima momenta sile i ukupnog rada kao pokazatelje povećanog rizika od ozljede. Istraživanje je provedeno od 2003. do 2007. godine u Centru za kineziološku dijagnostiku i rehabilitaciju pri Daruvarskim Toplicama. Uzorak ispitanika čine 30 zdravih nogometaša prve i druge hrvatske nogometne lige. Razlike su testirane na osnovu momenta sile (peak torque) u njutnmetrima (Nm) i ukupnog rada (total work) u džulima (J) ostvarenog u 6 povezanih ponavljanja ekstenzije i fleksije potkoljenice na Biodex System 3; uređaju za mjerenje izokinetičke sile mišića u 90 i 150 stupnjeva u sekundi s dominantnom i nedominantnom nogom. Statistički značajne razlike dobivene su između varijabli maksimalnog momenta sile dominantne (PTED90 i PTED150) i nedominantne noge (PTEN90 i PTEN150), gdje je maksimalni moment sile dominantne noge kod svih nogometaša bio znatno veći od onog nedominantne noge. Kod pokreta fleksije i u maksimalnom momentu sile i ukupnom ostvarenom radu nije bilo statistički značajne razlike između dominantne i nedominantne noge. U testiranju razlika ukupnog rada jedina statistički značajna razlika je dobivena kod pokreta ekstenzije potkoljenice pri 150 stupnjeva u sekundi u korist dominantne noge, dok isti pokreti pri 90 stupnjeva u sekundi nisu ukazali na statistički značajne razlike.

Ključne riječi: izokinetičko mjerenje, moment sile, ukupni rad, dominantna i nedominantna noga, nogomet

SUMMARY

The goals of this study were to determine the difference in peak torque and total work values between legs preferred and not preferred by first and second league Croatian soccer players, and to use these results to draw attention to the shortcomings of peak torque and total work ratios as indicators of a potential higher injury risk. The study was conducted at the Centre for Kinesiological Diagnostics and Rehabilitation in Daruvarske Toplice, Croatia from 2003 to 2007. The sample of examinees consisted of 30 healthy first and second league Croatian soccer players. The differences were tested and evaluated based on peak torque (Nm) and total work (J) values produced through six combined repetitions extending and flexing the preferred and non-preferred lower legs by 90 and 150 deg/sec. on a Biodex System 3 isokinetic machine. A statistically significant difference between the peak torque variables of the preferred (PTED90 and PTED150) and non-preferred (PTEN90 and PTEN150) legs was detected; indeed, the peak torque value of the leg preferred by each soccer player was higher than the value of the non-preferred leg. A comparison of flexion movements revealed no differences either in peak torque or in total work values between the preferred and non-preferred legs. However, an analysis of differences in total work by extension movements demonstrated that a statistically significant difference was achieved only at the angle speed of 150 deg/sec. In contrast, the test conducted at a speed of 90 deg/sec. showed no statistical difference.

Keywords: isokinetic measurement, peak torque, total work, preferred and non-preferred leg, soccer

UVOD

Napretkom svih segmenata dijagnostike kreiraju se novi uređaji pomoću kojih testiranja određenih sposobnosti ljudskog organizma postaju nezamislivo lake i u potpunosti točne.

Izokinetička mjerenja spadaju u segment mjerenja elemenata snage/sile/jakosti kod pojedinca. Takvo mjerenje definira konstantna kutna brzina pokazana u stupnjevima u sekundi ($^{\circ}/\text{sek}$). Na osnovu tih podataka moguće je uspoređivati rezultate dobivene na različitim mišićnim sustavima tijela.

Poznato je da ljudsko tijelo i funkcioniranje skeletno mišićnog sustava ovisi o ravnoteži između određenih mišićnih sustava. Gledano kroz prizmu osi u tijelu, one ovisi o normalnim omjerima između gornjeg i donjeg dijela, prednjeg i stražnjeg i desnog i lijevog dijela tijela. Ti omjeri se transformiraju i na manje sustave poput jednog zglobnog sustava (npr. koljeno), te na još i manje sustave kao što je jedan mišić i zastupljenost jakosti mišićnih vlakana unutar samog mišića. Što je veći nerazmjer u određenim mišićnim skupinama javlja se i veća mogućnost oštećivanja i ozljeđivanja samih mišića i/ili koštano-zglobnog sustava kojim one upravljaju.

Neki autori spominju da početak specifičnog treninga i vraćanje u natjecateljsku formu nakon ozljede može nastupiti nakon potpunog povratka mišićne funkcije i fleksibilnosti (Smodlaka (17), Agre i Baxter (2)).

Ekstrand i Gillquist (10) u svom radu navode najčešće oblike ozljeđivanja u nogometu. Na uzorku od 86 ispitanika kroz period od dva mjeseca navode da je veći broj ozljeda nastao zbog nefleksibilnosti mišićnih struktura ili razlike u omjerima pripadajućih zglobnih sustava.

Svrha ovog rada je utvrđivanje razlika između dominantne i nedominantne noge kod nogometaša prve i druge hrvatske lige. Na taj način htjelo se ukazati na potencijalne probleme koji mogu nastati u eventualnim nerazmjerima između dominantne i nedominantne noge.

METODE ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je provedeno od 2003 do 2007 godine u Centru za kineziološku dijagnostiku i rehabilitaciju pri Daruvarskim Toplicama.

Uzorak ispitanika čine 30 zdravih nogometaša prve i druge hrvatske nogometne lige koji su u vrijeme testiranja bili članovi prve postave u svojim klubovima, a neki od njih i glavni nositelji igre, te članovi reprezentativnih selekcija. Ekstrahirani ispitanici čine prigodni uzorak iz populacije nogometaša prve i druge hrvatske nogometne lige.

Sve analize izvršene su uz pomoć statističkog sustava Statistica, ver 5.0. pomoću kojeg su prikazani centralni i disperzivni parametri svih varijabli (aritmetička sredina, standardna devijacija, minimum, maksimum, raspon) i izračunate razlike između varijabli pomoću Studentovog t-testa za zavisne uzorke.

Uzorak varijabli

- a) ATV tjelesna visina
- b) ATT masa tijela
- c) PTED90 moment sile ekstenzijom dominantne noge na 90 stupnjeva/sek.
- d) PTED150 - moment sile ekstenzijom dominantne noge na 150 stupnjeva/sek.
- e) PTEN90 moment sile ekstenzijom nedominantne noge na 90 stupnjeva/sek.
- f) PTEN150 moment sile ekstenzijom nedominantne noge na 150 stupnjeva/sek.
- g) PTFD90 moment sile fleksijom dominantne noge na 90 stupnjeva/sek.
- h) PTFD150 moment sile ekstenzijom dominantne noge na 150 stupnjeva/sek.
- i) PTFN90 moment sile fleksijom nedominantne noge na 90 stupnjeva/sek.
- j) PTFN150 moment sile fleksijom nedominantne noge na 150 stupnjeva/sek.
- k) TWED90 ukupni rad ekstenzijom dominantne noge na 90 stupnjeva/sek.
- l) TWED150 ukupni rad ekstenzijom dominantne noge na 150 stupnjeva/sek.
- m) TWEN90 ukupni rad ekstenzijom nedominantne noge na 90 stupnjeva/sek.
- n) TWEN150 ukupni rad ekstenzijom nedominantne noge na 150 stupnjeva/sek.
- o) TWFD90 ukupni rad fleksijom dominantne noge na 90 stupnjeva/sek.
- p) TWFD150 ukupni rad fleksijom dominantne noge na 150 stupnjeva/sek.
- q) TWFN90 ukupni rad fleksijom nedominantne noge na 90 stupnjeva/sek.
- r) TWFN150 ukupni rad fleksijom nedominantne noge na 150 stupnjeva/sek.

Rezultati su obrađeni statističkim paketom SPSS 13.0. Utvrđeni su osnovni deskriptivni statistički parametri, a razlike između vrijednosti izmjerenih na dominantnoj i nedominantnoj nozi su testirane t-testom.

REZULTATI I DISKUSIJA

Osnovne razlike u ovom radu su testirane na osnovu momenta sile (peak torque) u njutnmetrima (Nm) i ukupnog rada (total work) u džulima (J) ostvarenog u 6 povezanih ponavljanja ekstenzije i fleksije potkoljenice na Biodex System 3; uređaju za mjerenje izokinetičke sile mišića u 90 i 150 stupnjeva u sekundi s dominantnom i nedominantnom nogom.

Niz istraživanja provedenih na ovu temu imaju istu poveznicu. Mjerenja na ispitanicima su provedena na različitim uređajima za procjenu izokinetičke sile mišića (Biodex, Cybex, Takei Kiki Kogyo, Lido Active, itd.)

Grace i sur. (13), Edwards (8) provode studije o ozljeđivanju i navode da disbalans u mišićnoj strukturi između dominantne i nedominantne noge iznad 10%

Tablica 1. Deskriptivni parametri varijabli
Table 1. Descriptive statistic parameters

Varijable	AS	MIN	MAX	R	SD
ATV	182.63	173.00	192.00	19.00	5.12
ATT	79.26	71.00	92.00	21.00	5.67
PTED90	213.83	103.40	306.00	202.60	39.93
PTED150	176.67	88.30	261.60	173.30	37.43
PTEN90	193.00	115.60	305.50	189.90	41.41
PTEN150	162.93	97.90	253.90	156.00	34.65
PTFD90	119.73	63.20	195.00	131.80	28.96
PTFD150	104.60	61.30	175.70	114.40	26.09
PTFN90	116.79	70.30	175.80	105.50	24.81
PTFN150	100.86	61.20	163.00	101.80	22.85
TWED90	1022.33	58.30	1597.20	1538.90	288.26
TWED150	933.94	457.70	1482.10	1024.40	247.34
TWEN90	967.03	579.90	1665.50	1085.60	249.08
TWEN150	842.83	443.40	1461.20	1017.80	220.61
TWFD90	639.72	343.40	1174.80	831.40	192.19
TWFD150	571.66	152.70	1069.20	916.50	208.71
TWFN90	624.23	310.00	1096.90	786.90	196.45
TWFN150	571.75	240.10	1048.90	808.80	193.21

AS - aritmetička sredina, MIN - minimum, MAX - maksimum, R - raspon, SD - standardna devijacija

može biti faktor koji doprinosi potencijalnom ozljeđivanju, dok Knapik i Ramos (14) navode da disbalans veći od 15% povećava mogućnost ozljeđe za 2.6 puta.

1. Razlika između ekstenzija potkoljenice dominantne i nedominantne noge pri 90°/sek i 150°/sek

Testiranjem razlika u maksimalnom momentu sile između dominantne i nedominantne noge u pokretu ekstenzije potkoljenice pri 90 i 150 stupnjeva u sekundi (Tablica 2. i Tablica 3.) dobivene su statistički značajne razlike, te se zaključuje da postoji značajna razlika u maksimalnom momentu sile između dominantne i nedominantne noge pri pokretu ekstenzije u navedenim kutnim brzinama.

Tablica 2. Razlika između ekstenzija dominantne i nedominantne noge pri 90°/sek

Table 2. Differences between dominant and non-dominant leg in extension at 90°/sek

	t-value	p-level	Df	Diff
PTED90/PTEN90	4.63	0.00	29	21.09

Tablica 3. Razlika između ekstenzija dominantne i nedominantne noge pri 150°/sek

Table 3. Differences between dominant and non-dominant leg in extension at 150°/sek

	t-value	p-level	Df	Diff
PTED150/PTEN150	3.52	0.00	29	13.77

2. Razlika između fleksija potkoljenice dominantne i nedominantne noge pri 90°/sek i 150°/sek

Testiranjem razlika u maksimalnom momentu sile između dominantne i nedominantne noge u pokretu fleksije potkoljenice pri 90 i 150 stupnjeva u sekundi (Tablica 4. i Tablica 5.) nisu dobivene statistički značajne razlike, te se može zaključiti da ne postoji značajna razlika u maksimalnom momentu sile između dominantne i nedominantne noge pri pokretu fleksija u navedenim kutnim brzinama što je suprotno zaključcima koje su dobili neki drugi autori. Uzet ćemo primjer autore: Rahnama, Reilly, Lees i Graham-Smith (16) koji su uspoređivali jakost i fleksibilnost dominantne i nedominantne noge na 41 vrhunskom nogometašu i nogometašu amateru vjerujući da nogomet utječe na pojavu razlika u silama i fleksibilnosti između dominantne i nedominantne noge u korist prve skupine.

Dobiveni rezultati pokazuju statistički značajnu razliku fleksora (stražnje lože), gdje je stražnja loža dominantne noge slabija od druge za razliku od očekivanog rezultata zbog specifičnog pokreta udarca koje u većini slučajeva izvodi dominantna noga.

Tablica 4. Razlika između fleksija potkoljenice dominantne i nedominantne noge pri 90°/sek

Table 4. Differences between dominant and nondominant leg in flexion at 90°/sek

	t-value	p-level	Df	Diff
PTFD90/PTFN90	1.02	0.31	29	2.87

Tablica 5. Razlika između fleksija potkoljenice dominantne i nedominantne noge pri 150°/sek

Table 5. Differences between dominant and non-dominant leg in flexion at 150°/sek

	t-value	p-level	Df	Diff
PTFD150/PTFN150	0.61	0.54	29	2.24

3. Razlika u ukupnom radu ekstenzijom između dominantne i nedominantne noge pri 90°/sek i 150°/sek

Testiranjem razlika u ukupnom ostvarenom radu u 6 uzastopnih ponavljanja mjenom u đulima (J) između dominantne i nedominantne noge u pokretu ekstenzije potkoljenice pri 90 stupnjeva u sekundi (Tablica 6.) nisu dobivene statistički značajne razlike, dok je kod kutne brzine od 150 stupnjeva u sekundi (Tablica 7.) ta razlika bila statistički značajna. Može se zaključiti da ne postoji značajna razlika u ukupnom ostvarenom radu između dominantne i nedominantne noge pri pokretu ekstenzije pri 90 stupnjeva u sekundi, dok kod veće brzine ona postoji.

Tablica 6. Razlika u ukupnom radu ekstenzijom između dominantne i nedominantne noge pri 90°/sek

Table 6. Differences between dominant and non-dominant leg for total work at 90°/sek

	t-value	p-level	Df	Diff
TWED90/TWEN90	-0.61	0.54	29	-122,24

Tablica 7. Razlika u ukupnom radu ekstenzijom potkoljenice između dominantne i nedominantne noge pri 150°/sek

Table 7. Differences between dominant and non-dominant leg for total extension work at 150°/sek

	t-value	p-level	Df	Diff
TWED150/TWEN150	3.97	0.00	29	88.34

4. Razlika u ukupnom radu fleksijom između dominantne i nedominantne noge pri 90°/sek i 150°/sek

Testiranjem razlika u ukupnom ostvarenom radu u 6 uzastopnih ponavljanja mjenom u đulima (J) između dominantne i nedominantne noge u pokretu fleksije potkoljenice pri 90 i 150 stupnjeva u sekundi (Tablica 8. i Tablica 9.) nisu dobivene statistički značajne razlike. Može se zaključiti da ne postoji značajna razlika u ukupnom ostvarenom radu između dominantne i nedominantne noge pri pokretu fleksija u navedenim kutnim brzinama.

Tablica 8. Razlika u ukupnom radu fleksijom potkoljenice između dominantne i nedominantne noge pri 90°/sek

Table 8. Differences between dominant and non-dominant leg for total flexion work at 90°/sek

	t-value	p-level	Df	Diff
TWFD90/TWFN90	0.76	0.45	29	15.81

Tablica 9. Razlika u ukupnom radu fleksijom potkoljenice između dominantne i nedominantne noge pri 90°/sek

Table 9. Differences between dominant and non-dominant leg for total flexion work at 150°/sek

	t-value	p-level	Df	Diff
TWFD150/TWFN150	0.11	0.91	29	1.99

Statistički značajne razlike dobivene su između varijabli maksimalnog momenta sile dominantne (PTED90 i PTED150) i nedominantne noge (PTEN90 i PTEN150), gdje je maksimalni moment sile dominantne noge kod svih nogometaša bio znatno veći od onog nedominantne noge. Taj podatak je relevantan uzimajući u obzir neke autore koji govore da ako razlika između dvije noge prelazi 10% mogućnost od ozljede se znatno povećava. Razlog razlike u sili možemo pronaći u specifičnosti nogometne tehnike gdje nogometaši češće izvode udarac dominantnom nogom i na taj način više razvijaju mišićnu masu ekstenzora potkoljenice te noge.

Kod pokreta fleksije i u maksimalnom momentu sile i ukupnom ostvarenom radu nije bilo statistički značajne razlike između dominantne i nedominantne noge, no taj podatak možemo protumačiti i drugačije: ako su sile mišića fleksora potkoljenice jednake, a sile ekstenzora potkoljenice različite u korist dominantne noge, to može značiti da postoji deficit unutar omjera antagonista iste noge. Neki autori navode da omjer fleksora naspram ekstenzora ne smije pasti ispod 60%, jer se tad povećava rizik od ozljeda koljena, dok je po Knapikku, Baumannu, Joneusu, Harrisu i Vaughanu (15) omjer antagonističkih mišićnih sila istog zglobnog sustava kod netreniranih ispitanika od 50% do 62% (fleksori naspram ekstenzora koljena), a kod nogometaša od 41% do 81% ovisno o kutu i kutnoj brzini.

U testiranju razlika ukupnog rada jedina statistički značajna razlika je dobivena kod pokreta ekstenzije potkoljenice pri 150 stupnjeva u sekundi u korist dominantne noge. Isti pokreti u 90 stupnjeva u sekundi i pokreti fleksije u obje kutne brzine nisu ukazali na statistički značajne razlike kod uključene grupe ispitanika.

ZAKLJUČAK

Ovo istraživanje provedeno je s namjerom da se preko prigodnog uzorka nogometaša prve i druge hrvatske nogometne lige testiranih na izokinetičkom uređaju Biodex System 3 u Centru za kineziološku dijagnostiku i rehabilitaciju pri Daruvarskim Toplicama pokušaju donijeti zaključci korisni populaciji kojoj taj uzorak pripada.

Razlike između dominantne i nedominantne noge u testiranju su se pojavile skoro kod svih testova ekstenzije u korist dominantne noge. Te razlike se najvjerojatnije javljaju zbog različitog opterećenja nogu u nogometnoj igri, gdje većina igrača udarac izvodi samo dominantnom nogom. Kontinuirano veće opterećenje jedne noge u odnosu na drugu u konačnici dovodi do značajnih razlika. Također je vidljiva diferencijacija u ukupnom radu, gdje je na većoj kutnoj brzini dobivena statistički značajna

razlika. Možemo pretpostaviti da je statistički značajna razlika na toj brzini dobivena također zbog specifičnog pokreta udarca kojeg nogometaši izvode u većini slučajeva dominantnom nogom, a koji se odvija na većim kutnim brzinama, te je moguće da bi ta razlika bila i veća što je kutna brzina veća.

Izokinetička razlika u odnosu snaga između dvije noge mogu za krajnju posljedicu izazvati ozljedu, najčešće nedominantne noge. Dijagnostika stanja sportaša može pridonijeti prevenciji ozljeda. Planiranje i programiranje treninga na temelju rezultata mjerenja, smanjilo bi mogućnost ozljeda sportaša. S obzirom na dobivene rezultate potrebno je modificirati trening i u mlađim dobnim kategorijama te nastojati da se tijekom trenaznog procesa ne stvara nesklad u snazi između dominantne i nedominantne noge. U nastavku ovog istraživanja provest će se slična testiranja sportaša uključenih u različite sportove.

Literatura

1. Aagaard P, Simonsen EB, Magnusson SP, Larsson B, Dyhre-Poulsen P. A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *Am J Sports Med*, 1998; 26: 231 - 7.
2. Agre JC, Baxter TL. Musculoskeletal profile of male collegiate soccer players. *Arch Phys Med Rehabil*, 1987; 68: 147 - 50.
3. Capranica L, Cama G, Fanton F, Tessitore A, Figura F. Force and power of preferred and non-preferred leg in young soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 1992; 32: 358 - 63.
4. Charteris J, Goslin B. The effects of position and movement velocity on isokinetic force output at the knee. *J Sports Med Phys Fitness*, 1982; 22: 154 - 60.
5. Chin MK, So RC, Yuan YW, Li RC, Wong AS. Cardiorespiratory fitness and isokinetic muscle strength of elite Asian junior soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 1994; 34: 250 - 7.
6. Coldwells A, Atkinson G, Reilly T. Sources of variation in back and leg dynamometry. *Ergonomics* 1994; 37: 79 - 86.
7. Coleman AE. Physiological characteristics of major league baseball players. *Phys Sportsmed*, 1982; 10: 51 - 7.
8. Edwards AM. Comparison of quadriceps and hamstring torque values during isokinetic exercise. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1981; 3: 48 - 56.
9. Ekstrand J, Gillquist J. Frequency of muscle tightness and injuries in soccer players. *Am J Sports Med*, 1982; 10: 75 - 8.
10. Ekstrand J, Gillquist J. Soccer injuries and their mechanisms. *Med Sci Sports Exerc*, 1983; 15: 267 - 70.
11. Fowler NE, Reilly T. Assessment of muscle strength asymmetry in soccer players, U: e.j. Lovesey, ur. Taylor and Francis, Contemporary ergonomics, London, 1993; 327 - 32.
12. Goslin BR, Charteris J. Isokinetic dynamometry: normative data for clinical use in lower extremity (knee) cases. *Scand J Rehabil Med*, 1979; 11: 105 - 9.
13. Grace TG, Sweetser ER, Nelson MA. Isokinetic muscle imbalance and knee joint injuries. *J Bone Joint Surg*, 1984; 66: 734 - 9.
14. Knapik J, Ramos M. Isokinetic and isometric torque relationship in the human body. *Arch Phys Med Rehabil*, 1980; 61: 64 - 7.
15. Knapik JJ, Bauman CL, Jones BH, Harris JM, Vaughan L. Pre-season strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *Am J Sports Med*, 1991; 19: 76 - 81.
16. Rahnama NA comparison of musculoskeletal function in elite and sub-elite English soccer players. In Marfell-Jones, ur. Kinanthropometry VIII, London, Routledge, 2003; 151 - 64.
17. Smoldlaka V. Rehabilitating the injured athlete. *Phys Sportsmed*, 1977; 5: 43 - 52.
18. Wilhite MR, Cohen ER, Wilhite SC. Reliability of concentric and eccentric measurements of quadriceps performance using the kin com dynamometer: the effect of testing order for three different speeds. *J Orthop Sports Phys Ther* 1992; 15: 175 - 82.