

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Nino Vidulin

**POVEZANOST JAKOSNIH SVOJSTAVA
MIŠIĆA NOGU, LOKALNE IZDRŽLJIVOSTI I
DINAMIČKOGA VALGUS KUTA KOLJENA
VRHUNSKIH RUKOMETAIŠICA**

DOKTORSKI RAD

Mentor: izv. prof. dr. sc. Tatjana Trošt Bobić

Zagreb, 2023.

SAŽETAK

Najozbiljnije ozljede u rukometu su ozljede koljena, posebno ozljeda prednjeg križnog ligamenta (PKL). Žene su pod većim rizikom od muškaraca za ozljedu PKL-a, a učestalost ozljede najviša je kod vrhunskih sportašica. Neuromišićni faktori koji bi mogli biti odgovorni za povećani rizik od ozljede PKL-a kod sportašica kao i njihova moguća interakcija još uvijek nisu dovoljno istraženi. Glavni cilj ovog istraživanja bio je utvrditi povezanost eksplozivne jakosti, lokalne izdržljivosti, odnosa jakosti mišića te maksimalne jakosti mišića ekstenzora i fleksora koljena s dinamičkim valgus kutom koljena prilikom funkcionalnih testova skoka kod vrhunskih rukometašica. Drugi cilj je utvrditi postoje li razlike u dobivenim rezultatima s obzirom na dominantnost noge po kriteriju jakosti i preciznosti te po kriteriju odrazne noge. Uzorak ispitanica sačinjavalo je 30 vrhunskih sportašica, rukometašica reprezentativnog ranga (dob $\bar{x} = 25.40 \pm 3.55$; visina tijela $\bar{x} = 176.86 \pm 5.73$; težina tijela $\bar{x} = 71.57 \pm 7.76$). Uvjet sudjelovanja u istraživanju bio je da sportašice nisu imale ozljedu ili sindrom prenaprezanja donjih ekstremiteta najmanje 8 mjeseci prije mjerenja, te da u trenutku mjerenja nisu osjećale bol u donjim ekstremitetima. Podatci o mišićnoj jakosti ekstenzora i fleksora koljena prikupljeni su s pomoću izokinetičkog sustava Biodex System 3 (Biodex Medical Systems, Shirley, N.Y., USA), dok su kinematički i kinetički podatci iz funkcionalnih testova skoka prikupljeni s pomoću sustava kojeg je sačinjavalo 8 kamera s frekvencijom snimanja od 200 Hz (BTS Smart-d, BTS Bioengineering, Padova, Italy), te dvije platforme sila dimenzija 600 mm x 400 mm (Type 9286 A, Kistler Instrumente AG, Winterthur, Switzerland). Izokinetički test je izvođen na 3 kutne brzine u koncentrično/koncentričnom modalitetu rada - 5 ponavljanja na 60°/sek, 10 ponavljanja na 180°/sek i 15 ponavljanja na 300°/sek. Protokol funkcionalnog mjerenja skoka proveden je u biomehaničkom laboratoriju, a provedena je kinematsko-kinetička analiza dvije vrste vertikalnog skoka - skoka s pripremom i skoka s povišenja. Dominantnost noge određivana je prema kriterijima preciznosti, jakosti te po kriteriju odrazne noge.

Za sve varijable izračunati su centralni i disperzivni parametri. Normalitet distribucije varijabli testiran je Shapiro – Wilkovim testom. Za varijable koje su se koristile u testovima razlike, uz testiranje normalnosti distribucije, Levenovim testom izračunata je i homogenost varijance, a

sve radi odabira parametrijske ili neparametrijske statističke metode. Povezanost između praćenih varijabli izražena je Spearmanovim koeficijentima korelacije. Jednosmjernom analizom varijance utvrđene su razlike između aritmetičkih sredina 3 grupe (s obzirom na kriterij dominantnosti noge: kriterij jakosti, odrazne noge ili preciznosti) u pokazateljima maksimalne i eksplozivne jakosti, odnosa jakosti, lokalne izdržljivosti mišića nogu te dinamičkog valgus kuta koljena. Doprinos pojedinih varijabli objašnjenju nastanka dinamičkog valgus kuta koljena dominantne noge ispitan se serijom jednostavnih i složenih linearnih regresijskih analiza. Pri tome je kriterijska varijabla bio dinamički valgus kut koljena u fazi doskoka, dok su prediktorske varijable bili pokazatelji maksimalne i eksplozivne jakosti, odnosa jakosti mišića prednje i stražnje strane natkoljenice te lokalne izdržljivosti mišića nogu. Razina statističke značajnosti bila je postavljena na $p < 0,05$.

Rezultati istraživanja ukazali su na statistički značajnu negativnu povezanost ($p < 0,05$) između vremenske varijable eksplozivne jakosti mjerene od početka mišićne kontrakcije do točke kada je postignut maksimalni zakretni moment kojeg generiraju mišići ekstenzori koljena pri visokoj kutnoj brzini od $300^\circ/\text{sek}$ i maksimalnog dinamičkog valgus kuta koljena prilikom skoka s povišenja i to kod sva 3 kriterija odabira dominantnosti noge. Pronađena je značajna negativna povezanost ($p < 0,05$) između varijabli eksplozivne jakosti - vrijeme faze leta koje je izmjereno prilikom funkcionalnog testa skoka s pripremom i maksimalnog dinamičkog valgus kuta koljena prilikom skoka s pripremom kod kriterija odabira dominantnosti noge po preciznosti, te između varijable brzina odraza koja je izmjerena prilikom funkcionalnog testa skoka s pripremom i maksimalnog dinamičkog valgus kuta koljena prilikom skoka s pripremom kod kriterija odabira dominantnosti noge po preciznosti. Nadalje, pronadna je statistički značajna negativna povezanost ($p < 0,05$) između varijable maksimalne vršne vrijednosti momenta sile mišića fleksora koljena dobivene izokinetičkim testiranjem na kutnoj brzini od $60^\circ/\text{sek}$ i maksimalnog dinamičkog valgus kuta koljena prilikom skoka s povišenja kod kriterija odabira dominantnosti noge po odrazu. Također, utvrđeno je da postoji statistički značajna negativna povezanost ($p < 0,05$) između varijable momenta sile u vremenskoj točki od 150 milisekundi za mišiće fleksore koljena dobivene izokinetičkim testiranjem na kutnoj brzini od $180^\circ/\text{sek}$ i maksimalnog dinamičkog valgus kuta koljena prilikom skoka s povišenja kod kriterija odabira dominantnosti noge po odrazu te da postoji statistički značajna negativna povezanost ($p > 0,05$) vršne vrijednosti snage prilikom doskoka dobivene funkcionalnim testom skoka s pripremom s dinamičkim valgus kutom koljena dobivenim funkcionalnim testom skoka s pripremom kod kriterija odabira dominantnosti noge po preciznosti.

S druge strane, rezultati analize razlika u praćenim varijablama ukazuju da ne postoji razlika u dobivenim rezultatima s obzirom na korišteni kriterij dominantnosti noge.

Zaključno, rezultati ukazuju na povezanost eksplozivne i maksimalne jakosti nogu s dinamičkim valgus kutom koljena, te da bilateralni skokovi i izolirani izokinetički test mišića ekstenzora i fleksora koljena nije idealan za detekciju dominantnosti ekstremiteta, odnosno mogućeg utjecaja dominantnosti na izvedbu. Dodatno učinjenom regresijskom analizom ustanovljena je potencijalna prediktivna vrijednost eksplozivne jakosti mišića ekstenzora koljena na dinamički valgus kut koljena. Osim navedenog, na temelju rezultata predložene su i modifikacije u formiranju preventivnih programa kao i izrade protokola mjerenja u svrhu prevencije i rehabilitacije ozlijede PKL-a

Ključne riječi: rukomet, prednji križni ligament, vertikalni skok, dinamički valgus kut koljena, dominantnost noge, izokinetika, biomehanika.