

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

PAULA MATIJAŠEVIĆ

**UTJECAJ BIOMEHANIČKIH
PARAMETARA RAZLIČITIH VRSTA
SKOKOVA I KINEMATIČKIH
PARAMETARA PRELASKA PREKO
PREPONE NA REZULTAT U DISCIPLINI
60M PREPONE**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2026

Sažetak

Svrha ovog istraživanja bila je unaprijediti znanstvenu osnovu dijagnostike i programiranja treninga u disciplini 60 m prepone, temeljem integrativne analize biomehaničkih parametara vertikalnog dubinskog skoka, kinematičkih parametara različitih varijanti horizontalnih skokova te kinematičkih parametara pretrčavanja prepona. Istraživanje je provedeno na uzorku atletičara (n = 15) i atletičarki (n = 14) specijaliziranih za disciplinu 60 m prepone. Ispitanici su dolazili iz Republike Hrvatske, Slovenije, Bosne i Hercegovine i Srbije, a mjerenja su provedena u uvjetima zatvorene atletske staze u dvije etape, uz standardizirane natjecateljske uvjete i propisane visine prepona za disciplinu 60 m prepone sukladno važećim pravilima za mlađe juniorke i juniore. Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj biomehaničkih parametara vertikalnog dubinskog skoka i kinematičkih parametara horizontalnih skokova na rezultatsku uspješnost u disciplini 60 m prepone te ispitati njihovu povezanost s kinematičkom strukturom preponskog koraka, uz usporedbu razlika između spolova. Provedeno je mjerenje vertikalnog dubinskog skoka pomoću platforme za mjerenje sile reakcije podloge Kistler (model 9286, Winterthur, Švicarska), čime su prikupljeni kinematički i kinetički parametri skoka. Kinematički parametri horizontalnih skokova te preponskog trčanja analizirani su primjenom optoelektroničkih sustava OptoJump i OptoGait (Microgate, Bolzano, Italija), uz precizno mjerenje prolaznih vremena pomoću fotoćelija Witty (Microgate, Italija). Kinematička analiza pretrčavanja prve i pete prepone provedena je uporabom dviju visokorezolucijskih kamera Panasonic DMC-FZ200, postavljenih u sagitalnoj ravnini za analizu kutova pretrčavanja prepona.

Središnji analitički problem istraživanja odnosio se na analizu prolaznih vremena na prvoj i petoj preponi, kao i na identifikaciju biomehaničkih i kinematičkih parametara koje imaju značajan utjecaj na rezultatsku uspješnost u disciplini 60 m prepone. Na temelju prikupljenih podataka provedeno je regresijsko modeliranje utjecaja većeg broja biomehaničkih i kinematičkih prediktorskih varijabli vertikalnog dubinskog skoka, različitih varijanti horizontalnih skokova te parametara pretrčavanja prepona na definirane kriterijske varijable.

U ovoj disertaciji tesirane su četiri hipoteze. Prva hipoteza - biomehanički parametri vertikalnog dubinskog skoka statistički značajno utječu na rezultat u disciplini 60 m prepone - odbijena je. Regresijski modeli nisu dosegli razinu statističke značajnosti ni kod muških ni kod ženskih ispitanica. Iako su kod muških ispitanika pojedini parametri pokazali umjerene

povezanosti s prolaznim vremenima i ukupnim rezultatom (do 32 % objašnjene varijance), vertikalni dubinski skok nije potvrđen kao stabilan i izravan prediktor rezultatske uspješnosti.

Druga hipoteza - kinematički parametri horizontalnih skokova statistički značajno utječu na rezultat - djelomično je prihvaćena. Kod ženskih ispitanica je statistički značajan doprinos utvrđen primarno za horizontalne skokove s noge na nogu, gdje je model objašnjavao 45 % varijance rezultata u disciplini 60 m prepone, uz dominantan doprinos faktora vremenske učinkovitosti izvedbe. Kod muških ispitanika su svi analizirani oblici horizontalnih skokova pokazali značajan prediktivni potencijal: unilateralni horizontalni skok na desnoj nozi objašnjavao je 49 % varijance ukupnog rezultata, unilateralni horizontalni skok na lijevoj nozi 44 %, a horizontalni skok s noge na nogu 43 %, pri čemu se kod svih modela vremenska učinkovitost izvedbe izdvaja kao dominantni prediktori uspješnosti.

Treća hipoteza - kinematički parametri preponskog trčanja statistički značajno utječu na rezultat - prihvaćena je. Rezultati analize pokazali su da kod ženskih ispitanica model faze leta na prvoj preponi objašnjavao je 71 % varijance rezultata, pri čemu je horizontalna brzina identificirana kao ključni prediktor. Nadalje, model faze odraza na petoj preponi objašnjavao je 63 % varijance uz značajan doprinos vremena kontakta, dok je model faze doskoka na petoj preponi objašnjavao 66 % varijance rezultata, pri čemu su duljina doskoka i trajanje kontakta stopala s podlogom predstavljali glavne determinante uspješnosti. Kod muških ispitanika modeli faze leta na prvoj i petoj preponi objašnjavaju visok udio varijance rezultata (88 % i 84 %), pri čemu se horizontalna brzina tijekom modela faze leta izdvojila kao najvažniji prediktor. Dodatno, model faze doskoka nakon prve prepone također je bio statistički značajan, uz naglašenu ulogu vremena kontakta stopala s podlogom.

Četvrta hipoteza - o postojanju statistički značajne povezanosti između parametara vertikalnog dubinskog skoka i horizontalnih skokova, kinematičkih parametara preponskog trčanja i rezultata u disciplini 60 m prepone - prihvaćena je. Utvrđene su višedimenzionalne i spolno specifične povezanosti koje uspostavljaju funkcionalni lanac od sposobnosti izraženih u testovima skokova, preko kinematike pretrčavanja prepone, do rezultatske uspješnosti. Kod ženskih ispitanica vertikalni dubinski skok ostvario je značajne povezanosti s očuvanjem horizontalne brzine u fazi leta na prvoj preponi ($r =$ od 0.56 do 0.62; $p < 0.05$) te s vremenom kontakta u fazama odraza i doskoka na petoj preponi ($r =$ od -0.54 do -0.62; $p < 0.05$). Od horizontalnih skokova, skok s noge na nogu ostvario je najšire i najkonzistentnije povezanosti s vremenskom učinkovitošću kontakta u fazama odraza i doskoka ($r =$ od -0.64 do -0.81; $p <$

0.01) i prostornom kontrolom preponskog koraka na obje prepone, dok su unilateralni horizontalni skokovi na desnoj nozi ostvarili izraženije povezanosti s vremenom kontakta, a na lijevoj nozi pretežno s prostornim parametrima i kontrolom putanje centra mase tijela. Kod muških ispitanika vertikalni dubinski skok ostvario je značajne povezanosti sa svim fazama pretrčavanja prepone na obje prepone ($r =$ od 0.54 do 0.82; $p < 0.05$), pri čemu se korelacije na petoj preponi dodatno pojačavaju ($r =$ od -0.58 do 0.82; $p < 0.05$). Od horizontalnih skokova, unilateralni skokovi ostvarili su najizraženije povezanosti s kutnim parametrima i horizontalnom brzinom kroz sve faze pretrčavanja prepona. Lijeva noga ostvarila je najsnažnije korelacije s horizontalnom brzinom i visinom centra mase tijela iznad prepone ($r =$ od -0.63 do 0.77; $p < 0.01$), a desna noga s kutom uzlijetanja i prostornim parametrima ($r =$ od -0.61 do 0.67; $p < 0.05$). Skokovi s noge na nogu ostvarili su selektivnije povezanosti, pretežno u fazama odraza i leta. Kod oba spola indeks reaktivne jakosti konzistentno se pojavljuje kao ključni mehanizam povezanosti između testova skokova i učinkovitosti pretrčavanja prepona. Analiza povezanosti kinematičkih parametara pretrčavanja prepona s rezultatom u disciplini 60 m prepone dodatno je potvrdila spolno diferencirane obrasce uspješnosti. Kod ženskih ispitanica rezultat primarno određuje očuvanje horizontalne brzine u fazi leta na obje prepone ($r =$ od -0.74 do -0.78; $p < 0.01$), dok na petoj preponi dodatnu ulogu preuzima vremenska učinkovitost kontakta u fazama odraza ($r = 0.63$; $p = 0.02$) i doskoka ($r = 0.66$; $p = 0.01$). Kod muških ispitanika rezultatsku uspješnost najsnažnije determinira sposobnost minimiziranja vertikalne komponente brzine ($r =$ od -0.82 do -0.87; $p < 0.05$) uz optimalan tehničko-kinematički obrazac zamašne noge na obje prepone ($r =$ od 0.62 do 0.75; $p < 0.05$), dok na petoj preponi dodatno raste uloga vremena kontakta u fazi odraza ($r = 0.70$; $p = 0.01$).

U okviru ograničenja uzorka i primijenjenih analitičkih metoda, osnovni nalaz i znanstveni doprinos istraživanja jest da uspješnost u disciplini 60 m prepone proizlazi iz integracije sposobnosti izraženih u različitim motoričkim testovima i tehničke učinkovitosti pretrčavanja prepona. Horizontalni skokovi s noge na nogu pokazali su najvišu funkcionalnu srodnost s preponskim trčanjem kod oba spola, dok se kod muških ispitanika dodatno ističu unilateralni horizontalni skokovi. Vertikalni dubinski skok ima komplementarnu ulogu u procjeni mehaničke učinkovitosti pojedinih faza pretrčavanja prepone, ali ne i izravnu prediktivnu vrijednost za rezultatsku uspješnost.

Ključne riječi: pretrčavanje prepona, pliometrija, kinematika, kinetika, 60m prepone