



Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Zlatan Bilić

**Utjecaj specifičnoga progresivnoga
opterećenja na preciznost i brzinu
izvođenja servisa**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2026

SAŽETAK

Cilj: Ispitati učinke specifičnoga progresivnoga opterećenja na izvedbu teniskog servisa kod seniorskih natjecateljskih tenisača. Primarni cilj odnosio se na utvrđivanje promjena brzine servisa (BS) i preciznosti servisa (PS) tijekom progresije opterećenja. Sekundarni ciljevi uključivali su: (1) analizu promjena subjektivne procjene opterećenja treninga (SPOT) kroz razine opterećenja te (2) ispitivanje povezanosti između preciznosti, brzine i tehničke kvalitete izvedbe servisa (TKIS) u uvjetima rastućeg fiziološkog zahtjeva.

Metode: U istraživanju je sudjelovalo 20 seniorskih tenisača (dob: $20,6 \pm 2,17$ godina; visina: $184,1 \pm 4,53$ cm; masa: $83,95 \pm 5,99$ kg), rangiranih u rasponu 1–40 prema rang-listi Hrvatskog teniskog saveza, a neki su imali i ATP ranking.

Istraživanje je provedeno u terenskim uvjetima na tvrdoj podlozi u dvorani te je obuhvatilo kontrolno i eksperimentalno mjerenje. U obje situacije ispitanici su kontinuirano izvodili standardizirane serije: 5 prvih ravnih servisa (45 s po seriji), nakon čega su izvodili specifično kretanje i imitaciju udaraca prema zvučnim signalima Hit and Turn tennis testa. U kontrolnom mjerenju ponavljani su signali 1. razine, dok se u eksperimentalnom mjerenju opterećenje progresivno povećavalo (razine 1–15). Analiza izvedbe prikazana je kroz 9 razina progresije i pripadajuće aerobne zone intenziteta treninga (AZIT 1–5).

Preciznost servisa procjenjivana je bodovanjem prema Hewitt tennis achievement testu (0–6), brzina servisa mjerena je radarom Stalker Pro, a srčana frekvencija praćena je uređajem Polar H10. Subjektivna procjena opterećenja treninga (SPOT) je utvrđena Fosterovom skalom (0–10) nakon svake razine. Statistička obrada uključivala je deskriptivnu statistiku, provjeru normalnosti (Shapiro–Wilk), linearne mješovite modele (LMM), Bonferroni post-hoc usporedbe, t-test za zavisne uzorke uz Bonferroni korekciju ($\alpha = 0,006$) te korelacijske analize (Pearson r ; Spearman ρ za SPOT i razinu).

Rezultati: Primijenjeni protokol proizveo je očekivanu gradaciju fiziološkog opterećenja. Prosječna frekvencija srca iznosila je $125,41 \pm 9,47$ otk./min u kontrolnom, a $158,40 \pm 23,39$ otk./min u eksperimentalnom uvjetu. Aerobne zone intenziteta treninga pokazale su statistički značajne razlike između većine razina progresije (Bonferroni post-hoc), čime je potvrđena fiziološka diferenciranost protokola. SPOT je rastao ujednačeno, od 3,17 (razina 1) do 9,67 (razina 9), uz vrlo snažnu povezanost s razinom opterećenja ($\rho = 0,91$; $p < 0,001$).

Brzina servisa bila je relativno stabilna u aerobnim zonama intenziteta treninga (AZIT) 1–4 ($\approx 187,64$ – $188,56$ km/h), dok je u AZIT 5 utvrđeno statistički značajno smanjenje ($183,43 \pm 5,73$ km/h) u odnosu na sve prethodne zone (Bonferroni, $p < 0,001$). U razinama 1–4 nisu utvrđene

statistički značajne razlike između kontrolnog i eksperimentalnog uvjeta, dok su od razine 5 nadalje u eksperimentalnom uvjetu zabilježene značajno niže brzine (Bonferroni-korigirano $p < 0,006$). Linearni mješoviti model (LMM) je pokazao statistički značajan učinak skupine, razine te interakcije skupina \times razina (sve $p < 0,001$). U kontrolnoj skupini učinak razine na brzinu nije bio statistički značajan ($p = 0,060$), dok je u eksperimentalnoj bio značajan ($p < 0,001$), što potvrđuje progresivno smanjenje brzine u uvjetima rastućeg opterećenja.

Preciznost servisa u eksperimentalnom uvjetu pokazala je nelinearan deskriptivni obrazac, s višim vrijednostima u početnim razinama (1–3) i nižim vrijednostima u višim razinama (7–9). Kategorijski učinak razine u kontrolnoj skupini nije bio statistički značajan (LMM; $p = 0,823$), dok je u eksperimentalnoj bio graničan ($p = 0,060$). Međutim, analiza linearnog trenda u eksperimentalnoj skupini pokazala je statistički značajan negativan nagib ($B = -0,074$; $p = 0,010$), što upućuje na sustavno smanjenje preciznosti s porastom razine opterećenja, dok u kontrolnoj skupini nije utvrđen statistički značajan linearni trend ($p = 0,426$).

Korelacijske analize pokazale su statistički značajne pozitivne povezanosti: brzina servisa – preciznost servisa (BS–PS) ($r = 0,23$; $p = 0,015$), tehnička kvaliteta izvedbe servisa – preciznost servisa (TKIS–PS) ($r = 0,29$; $p = 0,002$) i tehnička kvaliteta izvedbe servisa – brzina servisa (TKIS–BS) ($r = 0,33$; $p < 0,001$), što potvrđuje da je viša tehnička kvaliteta izvedbe servisa povezana s boljom izvedbom servisa u parametrima brzine i preciznosti.

Zaključak: Primijenjeno specifično progresivno opterećenje uzrokuje mjerljive promjene u izvedbi servisa kod seniorskih natjecateljskih tenisača. Brzina servisa ostaje stabilna u nižim i srednjim zonama opterećenja, a značajnije se smanjuje tek u najvišoj aerobnoj zoni intenziteta treninga i višim razinama progresije, što upućuje na prag opterećenja nakon kojeg je otežano održavanje eksplozivne izvedbe. Preciznost pokazuje postupno smanjenje, potvrđeno negativnim linearnim trendom u eksperimentalnom uvjetu. SPOT je osjetljiv pokazatelj unutarnjeg opterećenja, a tehnička kvaliteta izvedbe servisa pozitivno je povezana s brzinom i preciznošću. Nalazi su primjenjivi u dijagnostici, monitoringu opterećenja i planiranju treninga servisa u uvjetima sličnim natjecateljskoj izvedbi.

Ključne riječi: tenis; servis; progresivno opterećenje; brzina servisa; preciznost servisa.