

# Razvoj brzine udarca u tenisu

---

**Marinković, Ana**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Split, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Splitu, Kineziološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:221:177194>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-07**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
KINEZIOLOŠKI FAKULTET  
STRUČNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ KINEZIOLOGIJE

# **RAZVOJ BRZINE UDARCA U TENISU**

(ZAVRŠNI RAD)

**Student:**  
Ana Marinković

**Mentor:**  
Dr.Sc. Sanja Milat Kožul

Split, 2020.

## Sadržaj:

1. UVOD.....	5
1.1. Tenis.....	5
1.2. Razvoj tenisa kroz povijest.....	6
1.3. Razvoj teniske tehnike.....	10
1.4. Rekordi brzine teniskih udaraca.....	12
2. CILJ RADA.....	13
3. BIOMEHANIKA UDARACA U TENISU.....	14
3.1. Biomehanički principi.....	14
3.2. Biomehanika forhenda.....	16
3.3. Biomehanika bekenda.....	20
3.4. Biomehanika servisa.....	23
3.5. Biomehanika voleja.....	25
3.6. Biomehanika smeša.....	27
3.7. Osnovne faze bazičnih udarca.....	29
4. RAZVOJ BRZINE UDARCA U TENISU.....	34
4.1. Korištenje elastične energije.....	35
4.2. Povećanje putanje reketa do trenutka udarca.....	36
4.3. Koordiniranost pokreta.....	37
4.4. Povezanost linearnih i rotacijskih sila.....	38
4.5. Mišićna snaga i izdržljivost.....	39
4.6. Težina udarca.....	40
4.7. Dizajn opreme.....	41
5. ZAKLJUČAK.....	42
Literatura:.....	43

## SAŽETAK

U tenisu, tijekom godina treniranja, igrači teže razvijanju stila igre temeljeći tehniku i taktiku na svojim, određenim fizičkim, motoričkim i mentalnim karakteristikama. Cilj je biti brži, bolji, jači. Preduvjeti za to su fizička sprema, mentalna snaga, ali prije svega što bolja usvojenost optimalne teniske tehnike koja igraču omogućuje igranje s manje napora i sprječava povrede. Nakon kratkog pregleda promjena koje su se dogodile u tenisu tijekom vremena, cilj ovog rada je objasniti strukturu izvođenja teniskih udaraca i detaljno opisati biomehaničke principe, biomehaniku osnovnih udaraca modernog tenisa, pojedinačno, kroz zahvate i faze udaraca. Nadalje su sistematizirani ključni elementi biomehanike udaraca koji su zaslužni za postizanje velike brzine reketa u trenutku udarca te tako i brzine loptice. Iako se igračima udarci razlikuju, ipak svi zadovoljavaju biomehaničke principe koji su neophodni kako bi udarac bio siguran, precizan i jak, te kako bi u opetovanim pokretima mogućnost povrede bila svedena na minimum. Ispravljanjem grešaka u tehnici izvođenja udarca igraču se omogućava sa što manje energije proizvesti što efikasniji udarac. Pri tome je jako važno da se u korekcijama treneri fokusiraju na bitne dijelove pokreta koji će dovesti do učinkovitosti udarca, a da ne gube vrijeme na ispravljanje individualnog stila.

Ključne riječi: tenis, igrač, biomehanika, brzina, udarac, razvoj, energija, zamah, izmah, kontakt.

## ABSTRACT

In tennis, over the years of coaching, players strive to develop a style of play based on technique and tactics on their own, certain physical, motor and mental characteristics. The goal is to be faster, better, stronger. Prerequisites for this are physical fitness, mental strength, but above all better adoption of the optimal tennis technique that allows the player to play with less effort and prevent injuries. After a brief overview of the changes that have occurred in tennis over time, the aim of this paper is to explain the structure of tennis strokes and describe in detail the biomechanical principles, biomechanics of basic strokes of modern tennis, individually, through procedures and stages of strokes. Furthermore, the key elements of impact biomechanics are systematized, which are responsible for achieving the high speed of the racket at the moment of impact and thus the speed of the ball. Although the players' shots differ, they all meet the biomechanical principles that are necessary for the blow to be safe, precise and strong, and for the possibility of injury to be minimized in repeated movements. By correcting mistakes in the technique of performing the blow, the player is enabled to produce the most efficient blow with as little energy as possible. In doing so, it is very important that in corrections, coaches focus on the essential parts of the movement that will lead to the effectiveness of the stroke, without wasting time on correcting the individual style.

Key words: tennis, player, biomechanics, speed, kick, development, energy, momentum, swing, contact.

# 1. UVOD

## 1.1. Tenis

Tenis je složena sportska igra između dva ili četiri igrača. Iako je tenis individualan sport, njegova tehničko taktička komponenta je specifična u odnosu na druge individualne sportove, jer se sportaš ne natječe samo sa samim sobom nego i s protivnikom. Dakle, radi se o duel igri u kojoj uspjeh i neuspjeh može donijeti dobar potez ili greška igrača, jednako kao i potez ili greška protivnika. Razmjena udaraca između igrača je nepredvidiva borba. Tenisač mora reagirati na protivnikov udarac i odabrati odgovarajući udarac za situaciju. Učinkovitost svakog udaraca ovisi o pripremnim pokretima koje je igrač napravio. (Milat,2014.)

"Tenis je još poznat i kao „OPEN SKILLS GAME!“ što znači da igrač nikada ne ponovi isti udarac ,svaka lopta je drugačija i svaka situacija u igri je specifična." (Milanović, 2007.)

U tenisu tijekom godina treniranja, igrači teže razvijanju stila igre temeljeći tehniku i taktiku na svojim, određenim fizičkim, motoričkim i mentalnim karakteristikama. Cilj je biti brži, bolji, jači. Preduvjeti za to su fizička sprema, mentalna snaga, ali prije svega što bolja usvojenost optimalne teniske tehnike koja igraču omogućuje igranje s manje napora i sprječava povrede.

Uspjeh u tenisu zahtijeva kombinaciju talenta igrača, dobrog trenera, odgovarajuću opremu i razumijevanje onih aspekata sportske znanosti koji su bitni za igru.

Za dobar odabir taktičkih rješenja i razumijevanje teniske igre uopće potrebne su statističke analize kojima se definira uspješnost pojedinih udaraca i elemenata igre te se mogu iznaći razlozi dobivanja ili gubitka određenog meča, dok je videoanalizama i biomehaničkim analizama udaraca moguće postići napretke u tehničkom aspektu igre.

Biomehanika je ključno područje u razvoju igrača jer svi udarci imaju temeljnu mehaničku strukturu. Tenisači moraju koristiti različite udarce da bi postigli pobjedu u meču. Iako neke biomehaničke značajke teniskih udaraca moraju ostati fleksibilne kako

bi se prilagodile specifičnostima partikularnih poteza, postoje i drugi koji se mogu generalizirati na većinu udaraca. (Knudson 2004).

## 1.2. Razvoj tenisa kroz povijest

### 1.2.1. Sedam stoljeća

"Na francuskim je dvorima već u 15. stoljeću bila popularna igra koje je nalikovala današnjem tenisu. Zvala se La Jeu de Paume – igra dlanom. Lopta, punjena životinjskom dlakom, odbijala se dlanom preko napetog konopca. U 17. stoljeću konopac je zamijenjen mrežom, a umjesto dlana, za udaranje se koristio mali reket, sličan današnjim. Žice su bile načinjene od ovčjih crijeva."(Friščić, 2004, str 8).

Tenis kakav znamo započeo je 1850. i od tog doba na vrhu teniskih ljestvica smjenjuju se mnoge poznate legende. Međutim, iako su pravila postala stabilna, sami igrači i tehnologija koja prati tenis dovodi do toga da se tijekom vremena tenis i dalje mijenja i razvija.

### 1.2.2. Napredak tehnologije

"Napredak u tehnologiji materijala uzrokovao je revoluciju u dizajnu u posljednjih trideset godina, što je nesumnjivo pridonijelo promjeni stila igre. Moderni reketi, od kojih je većina napravljena od kompozitnih materijala, sada su lakši i čvršći čak i od reketa koji su se koristili prije pet godina, a puno više od drvenih reketa korištenih do 1970. godine. Tehnologija je omogućila proizvodnju reketa s većim glavama. Ti reketi su dovoljno čvrsti za podnošenje sila koje na glavu reketa stvaraju žice i koje proizlaze od udaraca. Stari drveni reketi obično su težili 400 g, dok današnje verzije mogu biti teške i samo 250 grama." (Elliott, Reid i Crespo, 2003, str 179 )

Uz to što su lakši pa omogućavaju lakši zamah, oni su i krući, što znači da manje vibriraju. Smanjena vibracija pruža ugodniji osjećaj, a također dodaje snagu reketu, jer se manje energije gubi prilikom savijanja reketa, a više prebacuje na lopticu. Glavne prednosti navedenih promjena za igrače su mogućnost bržeg zamaha i veći otpor protiv

uvrtanja, a time i veća tolerancija za udarce koji nisu udareni središtem reketa. (Elliot i sur., 2003.)

"Lopte su također jedne od ključnih determinanti koje određuju način igranja tenisa. Tijekom udarca, koji traje oko 5 ms, većina kinetičke energije loptica pohranjuje se u obliku elastične energije, u žice i samu lopticu. Žice su relativno efikasne i vraćaju oko 95% uskladištene elastične energije u kinetičku energiju" (Elliot i sur., 2003, str 190).

### 1.2.3. Pravila mijenjaju tenis

Tenis je u jednom periodu, konstantnim ubrzavanjem doveo do velike dominacije servisa i nemogućnosti kvalitetnog reterna na brzim podlogama, što je smanjilo atraktivnost gledanja tenisa i natjeralo svjetske teniske asocijacije da promjenom pravila o svojstvima loptica i podloga utječu na igru.

Jedna od njih je usporavanje podloge.

Usporavanjem podloge mnogo toga se mijenja u igri, počevši od taktičkih varijanti do fizičkih prednosti spremnijih igrača. Fizička priprema nikada nije bila toliko važan faktor kao što je to danas u modernom tenisu. Usporavanjem podloge poeni duže traju, snaga i izdržljivost itekako dolaze do izražaja te često pobjeđuje snažniji i izdržljiviji igrač. Usporavanje podloga i, na neki način, izjednačavanje brzine terena svih podloga dovelo je do toga da stil igre bude tome prilagođen. Ivan Ljubičić je jednom prilikom izjavio da mu je draži Roland Garros nego Wimbledon, jer je zemlja u Parizu brža nego trava u Wimbledonu. Većina igrača danas igra slično, poput agresivnog "baselinaera". Teško je naći nekih značajnih varijacija u stilovima igre kao što je nekad bio slučaj. Igrači kao što su Edberg, McEnroe pa i Ivanišević, danas ne postoje (Šarić, 2013).

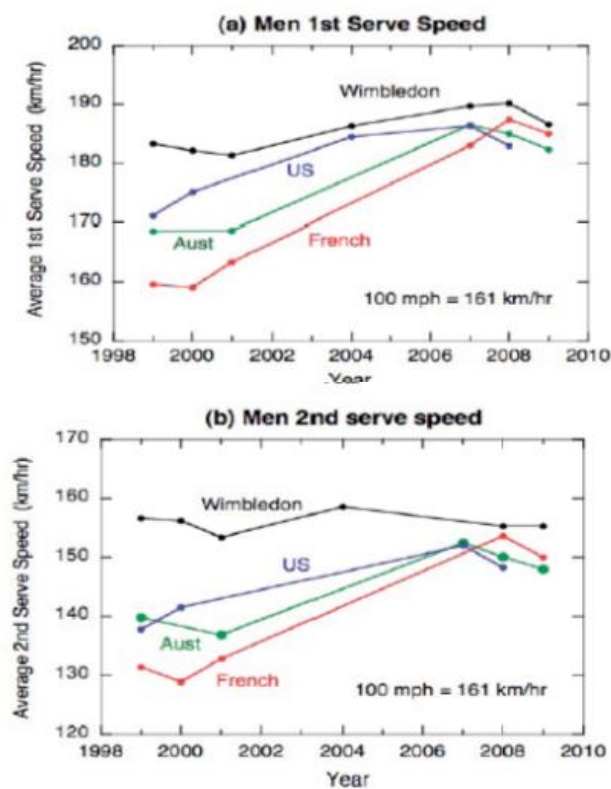
Druga su različite vrste loptica.

Na službenim natjecanjima dozvoljeno je igrati lopticama tipa 1, 2 i 3. Dok su loptice tipa 3 preporučene za turnire koji se odigravaju na velikim nadmorskim visinama, tip 1 i 2 se kombiniraju ovisno o podlozi, što je također dovelo do izjednačavanja igre na različitim podlogama.



Evolucija tenisa najbolje se može primijetiti analiziranjem statističkih podataka s Grand Slam turnira, koji su najrelevantniji pokazatelji igre vrhunskih tenisača.

Cross i Pollard (2009) su pratili podatke sa svih Grand Slam turnira tijekom deset godina (1999-2009) i njihovi grafovi prikazuju interesantne rezultate. Potvrđuju kako razvoj tehnologije, teniske tehnike udaraca i unapređenje fizičke spremnosti dovodi do konstantnog porasta brzine servisa. Ipak brzina servisa je dosegla plato, na kojem su izjednačene brzine prvog i drugog servisa na sva četiri Grand Slama, za razliku od 1999 kada su bile točno posložene proporcionalno s brzinama podloga.



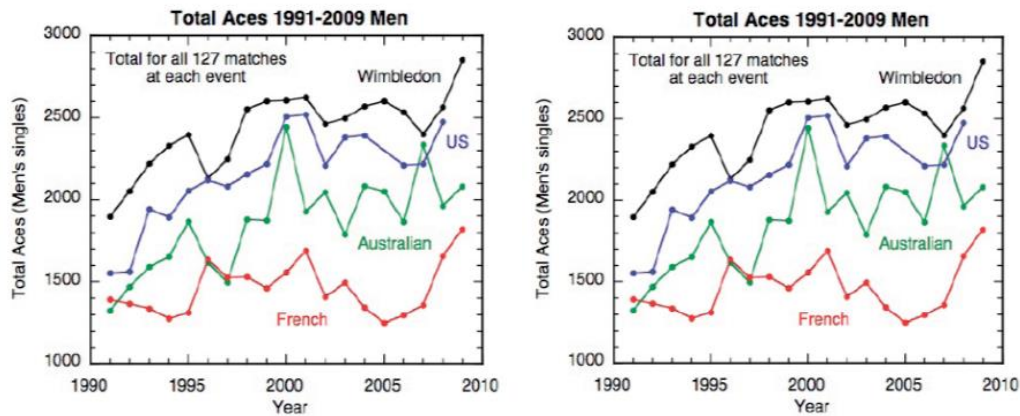
Slika 1: Promjene prosječnih brzina prvog i drugog servisa na Grand Slam turnirima kroz desetljeće od 1999-2009. god. (Cross i Pollard 2009).

To je još jedan pokazatelj koji potvrđuje izjednačavanje stila igre na različitim podlogama.

Sposobnost igrača da osvoje poen na svoj servis nije se značajno promijenila tijekom tog perioda što govori u prilog sve boljim i uspješnijim reternima.

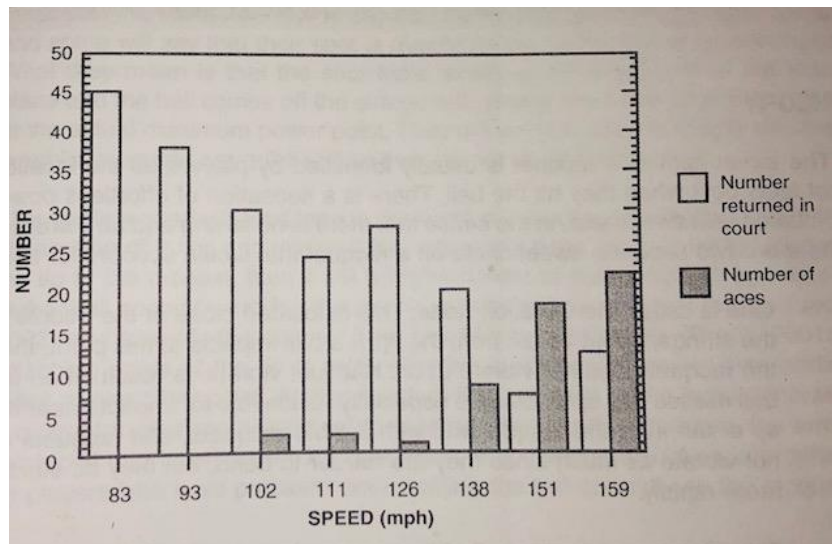
Broj aseva također stalno raste. Može se primijetiti značajan pad broja aseva na

Wimbledonu 1995. kada su loptice za mečeve nisu otvarane na početku mečeva nego nešto ranije te su time izgubile na svojoj "živosti". Broj dvostrukih grešaka tijekom promatranog perioda značajno pada, a pošto brzina drugog servisa raste, može se zaključiti kako je to zasluga "kick" drugog servisa.



Slika 2. Dinamika broja aseva i dvostrukih pogrešaka na Grand slam turnirima od 1999 do 2009 god. (Cross i Pollard, 2009).

U početku je servis zamišljen kao udarac kojim se lopta ubacuje u igru, ali s vremenom se razvio u moćno oružje kojim se postižu direktni poeni ili se koristi za omogućavanje dominacije u poenu. Ovisno o protivniku i podlozi koriste se različite taktike serviranja.



Slika 3. Odnos brzine servisa i uspješnosti reterna (Elliot i sur, 2003).

### 1.3. Razvoj teniske tehnike

Može se reći da tenis evoluirao. Od sporog i statičnog sporta, preko brzog tenisa s kratkim poenima koji je obično činio jak servis i igra na mreži, u tenisu sada prevladava igra s osnove crte koju obilježavaju duge izmjene.

Vezano za to, dovoljno je istaknuti kako današnjem igraču nije dovoljno jedno oružje da bi bio vrhunski, već kombinacija više odličnih udaraca ukomponiranih u savršenu psihofizičku pripremljenost. Odličan volej Stefana Edberga ili besprijekoran servis Borisa Beckera bili su nekada dovoljni za sam vrh. Danas svi igrači među prvih sto na svijetu serviraju preko 200 km na sat, a s obzirom na brzinu podloge, nemaju problema s vraćanjem servisa ili pasing-udarcima, tako da se poen i te kako treba dobro pripremiti prije izlaska na mrežu. Takva igra i trajanje poena zasigurno zahtijevaju visok stupanj fizičke spremne.

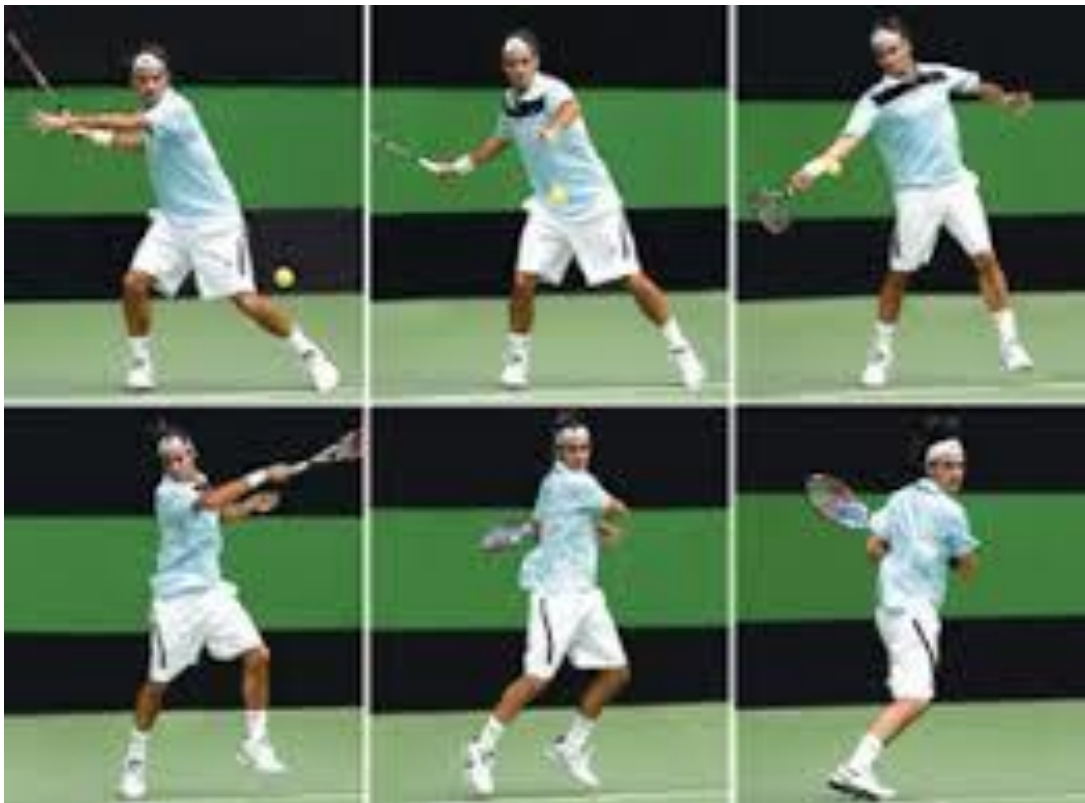
Tijekom vremena igrači su razvili i unaprijedili tehniku udaraca kako bi mogli pratiti zahtjeve moderne igre, a isto tako iskoristiti mogućnosti koje im je tehnologija pružila. Tehnika Jimmy Connorsa, najboljeg igrača sedamdesetih godina, koji je držao prvo mjesto na ATP ljestvici 160 tjedana, znatno se razlikuje od tehnike Rogera Federera koji je taj rekord oborio tek 2007 god.

Na slici 4. vide se sekvence forhenda Jimmy Connorsa u kojima je evidentno da je zamah kratak i jednostavan, počinje ispruženom rukom s reketom u produžetku ruke i završava ravno ispred igračeve glave. Stav je zatvoren, a pokret je gotovo linearan, zglob je čvrst, a spin se postiže kretanjem cijele ruke odozdo gore.

Na slici 5. je forhend Rogera Federera. Zamah je polukružni, bez zaustavljanja kretanje iza igrača, zglob je maksimalno opušten tako da glava reketa prevali puno veći put i postiže veće ubrzanje. Izmah se zbog brzine pokreta ne zaustavlja ispred igrača, nego produžava skroz na suprotnu stranu i zbog toga je rotacija trupa velika. Stav je otvoren i sile su više rotacione, a spin se dobiva iz brzog pokreta zglibom, pored kretanja ruke odozdo prema gore.



*Slika 4. Forhend Jimmy Connors (You tube)*



*Slika 5. Forhend Roger Federer (You tube)*

## 1.4. Rekordi brzine teniskih udaraca

Promjene tehnike svih udaraca dovele su do ubrzanja leta loptice tako da su svi rekordi u tenisu koji se odnose na brzinu udaraca postignuti u zadnjem desetljeću.

Najbrži servis iz 1932. godine (Ellsworth Vines u finalu Wimbledona) je bio 193 km/h (nije mjereno radarom). Pobjednički servis Udayachanda Shettyja s drvenim reketom izmjerio je radar i išao je brzinom od 120 km/h, na natjecanju Gilbey Gins fast serve održanoj u Chicagu 24. srpnja 1976. To ga je kvalificiralo za sudjelovanje u finalu teniskog kluba West Side u Forest Hills Queens 20. kolovoza 1976. Australijski Colin Dibley pobijedio je u događaju sa servisom od 208 km/h (Wikipedia, Fastest recorded tennis serves).

Najjači servis u muškom tenisu izveo je Sam Groth 2012. god. i iznosi 263 km/h (postoje i izvještaji da je Bill Tilden imao servis koji je izmjeren na 260 km/h, ali ne postoje dokazi koji bi to potvrdili). Kod žena najbrži servis odservirala je Georgina Garcia Perez 2018. god. brzinom od 220 km/h.

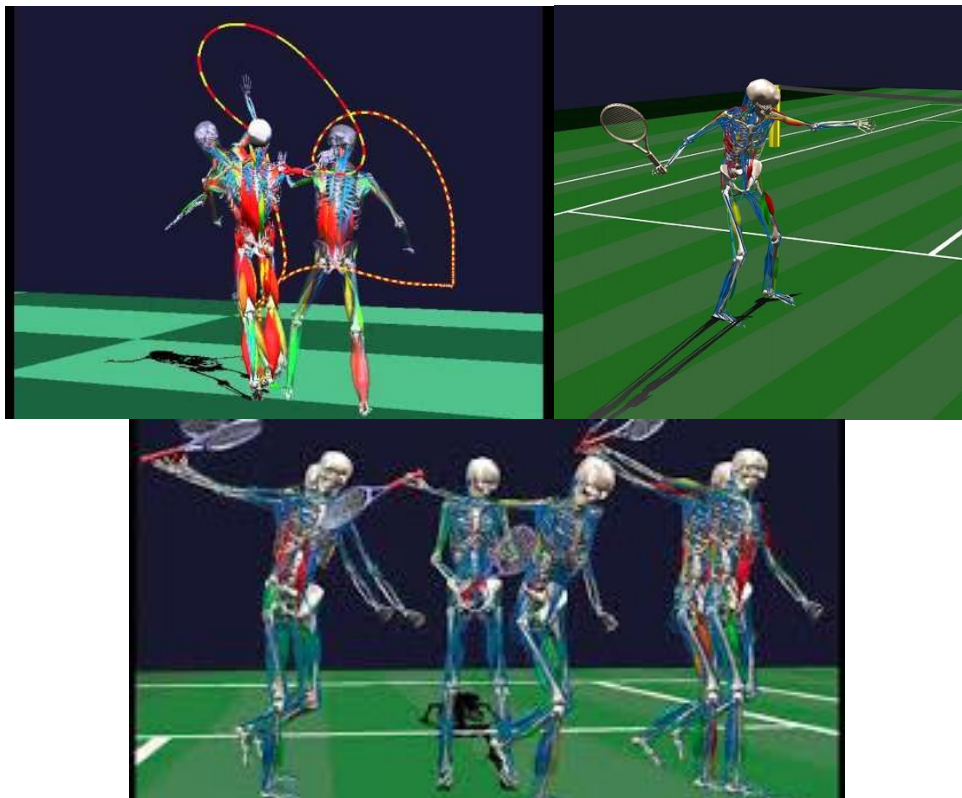
U muškom tenisu prosječna brzina forhenda je 114 – 133 km/h, a najveći prosjek ima Jack Sock od 138 km/h. Kod žena brzine se kreću u prosjeku od 112-126 km/h, a najjače udara Madison Keys s prosjekom od 81mph. Najjači forehend odigrao je Pancho Gonzales i iznosi 130 km/h (Stats on the T, AO Leaderboard – Forehand Speeds).

Prosječan bekhend u muškom tenisu iznosi između 96-120 km/h. Wawrinka ima najveći prosjek od 120 km/h. Kod žena brojevi su slični, a opet je najjača Madison Keys s 114 km/h (Stats on the T, AO Leaderboard – Backhand Speeds).

## 2. CILJ RADA

Cilj ovog rada je objasniti strukturu izvođenja teniskih udaraca, biomehaničkih principa i detaljno opisati biomehaniku osnovnih udaraca modernog tenisa pojedinačno kroz zahvate i faze udaraca. Nadalje su sistematizirani ključni elementi biomehanike udaraca koji su zaslužni za postizanje velike brzine reketa u trenutku udarca, te tako i brzine loptice.

Iako se igračima udarci razlikuju jer je svaki od njih prilagodio tehniku svojim osobinama i sposobnostima, ipak svi zadovoljavaju biomehaničke principe koji su neophodni kako bi udarac bio siguran, precizan i jak, te kako bi u opetovanim pokretima mogućnost povrede bila svedena na minimum.



*Slika 6. Biomehaničke analize udaraca- kompjuterska animacija (Youtube)*

### 3. BIOMEHANIKA UDARACA U TENISU

Biomehanika je znanstvena disciplina koja se bavi istraživanjem sila i njihovog utjecaja na žive organizme, odnosno znanost o kretanju ljudskog tijela. Biomehanika u sportu pridonosi postizanju vrhunskih rezultata i pomaže u sprječavanju sportskih ozljeda, a ako dođe do ozljede koristi se u rehabilitaciji sportaša.

U tenisu biomehanika determinira najefektivnije obrasce kretanja neophodne za izvođenje udaraca. Biomehanika također pomaže analizirati igračevu efikasnost pokreta te dokučiti može li igrač biti još efikasniji.

Optimalna tehnika mogla bi se definirati kao način udaranja koji osigurava najefikasniju kombinaciju snage i kontrole udarca i kretanja, pri tom smanjujući rizik od povrede na minimum.

Za dobar, jak i brz udarac u tenisu potrebna je brzina kontrakcije mišića igrača i biomehanički pravilno izvođenja udarca.

#### 3.1. Biomehanički principi

Biomehanički principi u tenisu su: ravnoteža, inercija, sila reakcije, momentum, elastična energija i kinetički lanac (Crespo, Miley, 1998):

##### 1. **Ravnoteža**

Tenis zahtijeva dinamičku ravnotežu, a dinamička ravnoteža je sposobnost održavanja centra gravitacije dok se noge i ruke pomiču u različitim smjerovima. Istraživanja u juniorskim natjecanjima pokazuju da gubitak ravnoteže tijekom udarca uzrokuje 80% grešaka, a istraživanja prema Groppeleu, 1989.(Zmajčić, 2004.) da se 70% uzroka pogrešaka u tenisu nalazi u radu nogu. Vrhunski igrači i u najtežim situacijama uspijevaju držati glavu i gornji dio tijela mirnim kako bi mogli odigrati efikasne udarce.

##### 2. **Inercija**

Treći Newtonov zakon kaže da tijelo miruje dok na njega ne počne djelovati

neka sila. Kada igrač čeka protivnikov servis nalazi se u pripremnom položaju, igračeva tijelo i reket imaju određenu inerciju mirovanja. Kada igrač reagira na protivnikov udarac inercija se prvo poništi korištenjem gravitacije ili stvaranjem dovoljne sile kojom se igrač odupire o tlo stvarajući mišićnu kontrakciju u nogama. U udarcu izvedenom sa savijenom rukom prisutna je manja inercija nego u udarcu s ispruženom rukom, zbog čega je otpor rotaciji manji pa glava reketa ima veću brzinu.

### **3. Sila reakcije**

Zakon akcije i reakcije glasi da svaka stvorena sila stvara reakciju u suprotnom smjeru. Primjer toga može biti smeš, servis ili osnovni udarac iz skoka. Igrač u pripremi za udarac savije koljena i spusti tijelo te se odgurne od zemlje. Zemlja reagira i odguruje igrača što zapravo pomaže igraču skočiti.

### **4. Momentum**

"Momentum je ukupna energija tijela ili točnije produktu mase tijela i brzine kojom se tijelo kreće (masa x brzina). Postoje dvije vrste momentuma: linearni-pravocrtni i angularni-rotacijski.

Linearni momentum je na primjer prenošenje težine tijela prema naprijed u smjeru udarca, dok je rotacijski momentum rezultat rotacije tijela koje se vrši u kukovima i trupu" (Crespo, Miley,1998).

### **5. Elastična energija**

Prema Kentu 1996. (Zmajić,2004) elastičnost mišićne mase je karakteristika koja omogućava tijelu da stvori energiju iz "deformacije" tkiva (mišića i tetiva) s tendencijom povratka u prvobitno stanje. Elastična energija koristi se npr. kod forhenda i bekenda, mišići se istegnu prilikom zamaha, a zatim skrate prilikom izmaha.

### **6. Kinetički lanac**

Kinetički lanac u tenisu predstavlja prenošenje energije s jednog dijela tijela na drugi. Kreće savijanjem koljena, odgurivanjem od zemlje koljena se ispruže pa se energija prenosi na kukove koji se rotiraju, a zatim se rotira trup. Slijedi



rotacija ruke u ramenu pa pronacija lakta i na kraju fleksija ručnog zgloba. Optimalna koordinacija prijenosa sile s jednog dijela tijela na drugi omogućava uspješan transfer energije kroz tijelo (Crespo, Miley 1998).

Lanac koordinacije kamen je temeljac optimalne tehnike jer kada dobro funkcionira: povećava silu udarca, omogućuje bolju kontrolu, odgađa umor i sprječava ozljede (Crespo, Miley 1998).

Problemi koji mogu nastati u kinetičkom lancu su: nekorisćenje jednog dijela tijela u kinetičkom lancu, pogrešno vrijeme korištenja dijelova kinetičkog lanca, nedovoljna upotreba dijelova tijela i upotreba nepotrebnih dijelova tijela.

"Mogućnost postizanja velike brzine reketa (preko 35m/sek, prema Elliott,1983) te 6-7 puta veća masa reketa u odnosu na loptu razlog su stvaranju i do 100 puta veće sile reketa u odnosu na loptu u trenutku kontakta. Samo optimalan zahvat omogućiti će prenos stvorene sile s reketa na loptu. Stoga je razumljiva značajna povezanost zahvata sa silom stvorenom na dršci, sile udarca loptice u žice i brzine leta lopte koje u modernom tenisu dostižu i preko 240km" (Zmajić, 2004, str 3).

### 3.2. Biomehanika forhenda

Forhend je najčešći udarac u tenisu, udara se s igračeve dominantne strane, a u modernom tenisu služi kao glavno oružje za duge izmjene s osnovne linije. Najčešće se upravo zato igrači vole izmicati na njega i kada im loptica ne ide na stranu dominantne ruke jer se s forhendom postižu najsnažniji udarci.

Za izvođenje forhenda različiti igrači koriste različite zahvate (Slika 7) :

1. Istočni zahvat
2. Poluzapadni zahvat
3. Zapadni zahvat
4. Dvoručni zahvat
5. Kontinentalni zahvat



Slika 7. Forhend zahvati, položaj proksimalne falange kažiprsta (Friščić, 2004)

### **Istočni forhend**

#### *Priprema i zamah:*

Članak (proksimalna falanga) kažiprsta se postavlja na plohu ručke broj tri (Slika 7.), a glava rekata je uspravna. Težina tijela se prebacuje na stražnju nogu.

#### *Faza udarca i kontakt:*

Reket se kreće unatrag zatim naprijed prema loptici. Lopta se udara ravno, a tijelo je u poluotvorenom položaju. Prebacivanjem težine tijela sa stražnje na prednju nogu stvara se dodatna energija. Kontakt je sa strane tijela preko prednje noge.

#### *Izmah:*

Glava reketa se kreće u smjeru loptice i završava preko suprotnog ramena (Slika 8.).

### **Poluzapadni forhend**

#### *Priprema i zamah:*

Priprema obično kreće iz lakta, u trenutku kada protivnik udari lopticu, noga bliža loptici se okreće, a to je praćeno sinkroniziranim podizanjem lakta (pokret unatrag) i istovremenim okretanjem ramena. Da bi potakla rotaciju lijeva ruka se zadržava na reketu se dok rotacija nije završena. U svim slučajevima reket je u položaju iznad lakta prije nego započne kretanje prema lopti (Crespo i Miley, 1998).

#### *Faza udarca i kontakt:*

"Kretanje reketa naprijed ima nekoliko glavnih karakteristika: kako reket pada u prvoj polovici zamaha, koljena koja su bila savinuta se sad ispravljaju kako bi pomogla u izvođenju kretanje reketa odozdo prema gore. Lakat ili nadlakticu treba držati blizu

tijela, kako bi udarac bio stabilan u prvim fazama zamaha. Brzina kretanja lakta se povećava prije udarca. Trup se rotira. Lakat je ispružen u ranoj fazi zamaha. Desni kuk se podiže i okreće, što podiže rame s kojim se udara. Putanja glave reketa kod zamaha je odozdo prema gore. Zbog zahvata, glava reketa će ostati zatvorena do trenutka udarca. Pred sam kontakt kretanje reketa se ubrzava. Kretanje reketa je uglavnom uvjetovano savijanjem lakta" (Crespo i Miley, 1998, str 70).

#### *Trenutak udarca:*

"Glavne karakteristike su: u trenutku kontakta s lopticom, zbog zahvata zglob je savijen unazad. Glava je potpuno mirna, a oči usredočene na trenutak udarca. U trenutku udarca, noge su obično u otvorenom položaju. Istraživanja pokazuju da čak 90% vrhunskih igrača koristi otvoreni položaj za odigravanje forhenda. Podizanje koljena i rotiranje desnog kuka omogućuje prijenos energije kroz glavu reketa neposredno prije i poslije udarca. U trenutku udarca glava reketa smije biti malo niže od ručnog zgloba. Ako je glava reketa značajnije ispod ručnog zgloba, dolazi do slabijeg zahvata i slabije kontrole lopte" (Crespo i Miley, 1998, str 71).

#### *Izmah:*

Kretanje reketa u fazi udarca je odozgo-gore, ispod lopte, do trenutka udarca i nastavlja se gore kroz loptu. Da bi izmah bio prirodan i kroz loptu, nadlaktica bi trebala biti paralelna s tlom. Postoji mnogo "individualnosti" u posljednim fazama izmaha. Međutim za sprječavanje povreda, desna noga se obično pomiče naprijed i poravnava s lijevom. Kod izmaha je važno podizanje lakta nakon rotacije trupa kako bi se postigla maksimalna brzina reketa kod udarca i izbjeglo umaranje. Taj pokret omogućava ruci koja udara loptu zaustavljanje uz prevenciju od povrede. Ako je napravljena korektno, glava reketa gleda u smjeru odigrane lopte (Slika 9.).

#### *Ključni momenti u izvođenju forhenda:*

- Brzina glave reketa
- Savijanje lakta zbog snage i stabilnosti
- Savijanje, a zatim pružanje koljena, kao i rotacija kukova i trupa (upotreba kinetičkog lanca)
- Pozicija za udarac

- Faza udarca "kroz loptu" i izmah (Crespo i Miley,1998)



*Slika 8: Forhend s istočnim zahvatom iz zatvorenog stava*

(<https://www.vidatennis.com.au/closed-stance-the-key-to-developing-junior-tennis-players/>)



*Slika 9: Forhend s poluzapadnim zahvatom iz otvorenog stava*

(<http://lockandrolltennis.com/forehand/>)

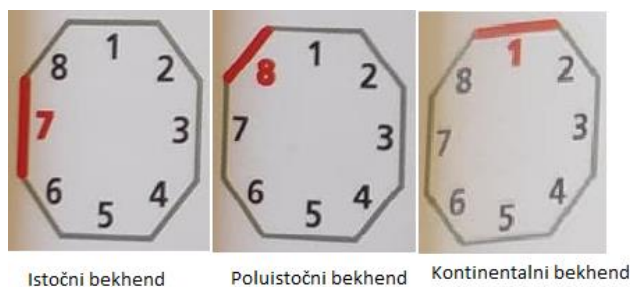
### 3.3. Biomehanika bekenda

Teniski udarac kojeg igrači udaraju s nedominantne strane npr. dešnjaci ga udaraju s lijeve strane tijela. Može se izvesti jednoručno i dvoručno, češće se igra dvoručno jer se tako postiže veća snaga udarca, ali se zato teže dolazi u poziciju za udarac.

#### Jednoručni topspin bekhend

Prilikom izvođenja jednoručnog bekhend udarca koristi se (Slika 10):

1. Istočni zahvat
2. Poluistočni zahvat
3. Kontinentalni zahvat



Slika 10. Jednoručni bekhend zahvati, položaj proksimalne falange kažiprsta (Friščić, 2004).

#### *Priprema i zamah*

Ramena, ruka i reket okreću se u isto vrijeme kao cjelina. Postoje dvije varijante dosezanja krajnje točke zamaha: ruka koja drži reket je u visini ramena, reket u visini glave što bi značilo okret ramena pa zamah unazad i podizanje ruke ili okret ramena i istovremeno podizanje ruke kako bi se napravio polukružni zamah.

#### *Faza udarca i kontakt*

"Kada igrač prednjom nogom zakorači prema lopti reket pada ispod visine loptice koja dolazi i ispod ručnog zgloba. Savijena koljena pomažu podizanje prema trenutku udarca bez pada glave reketa. Neposredno prije udarca, kretanje reketa se ubrzava što djeluje na količinu top spin rotacije. Kuk se podiže, pritom podižući rame i reket prema gore. U trenutku udarca lopta se nalazi ispred prednje noge. Reket je okomito položen prema tlu. Reket koji "visi" u trenutku udarca oslabljuje

zahvat. Treba paziti da je lakat ispružen tako da je ruka skoro ravna kod udarca, što pridonosi ubrzavanju glave reketa. Također nadlaktica je u trenutku udarca udaljena od tijela" (Crespo i Miley,1998, str 74).

### *Izmah*

Reket se nastavlja kretati prema gore, igrač treba držati glavu mirno da ne bi izgubio ravnotežu. Izmah završava ispred tijela, a glava reketa je iznad ručnog zgloba. Stražnja noga se pomiče naprijed, poravnavajući se s drugom nogom. Kretanje ruke i reketa se završava u visini struka (Slika 11.).

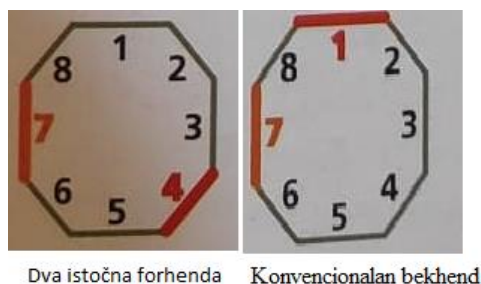


*Slika 11. Priprema, zamah i kontakt kod jednoručnog bekenda*  
(<https://bouncetennis.wordpress.com/>)

### **Dvoručni bekhend**

Kod izvođenja dvoručnog bekhend udarca postoje dvije varijante:

1. Dva istočna forhenda, gdje je lijeva ruka dominantna
2. Konvencionalan bekhend za ruku ispod drške i istočni forhend za ruku iznad drške, u tom slučaju desna ruka je dominantna (Slika 12.).



Slika 12. Dvoručni bekhend grip, položaj proksimalnih falangi kažiprsta obje ruke (Friščić, 2004).

### *Priprema i zamah*

Igrač drži reket s obje ruke te automatski dolazi do zakretanja ramena. Kukovi i trup se zakreću neposredno prije kontakta. Kada igrač zakorači prema lopti stvara se linearna energija. Reket se podiže u luku iza tijela i kukovi započinju rotaciju (Slika 13.).

### *Faza udarca i kontakt*

Rotacijom kukova rotira se i trup, a rotacijom trupa rotiraju se ruke. Prilikom kontakta laktovi i ručni zglob se malo upotrebljuju. Kontakt je ispred prednje noge, dok je glava reketa u vertikalnom položaju, a reket paralelan s tlom.

### *Izmah*

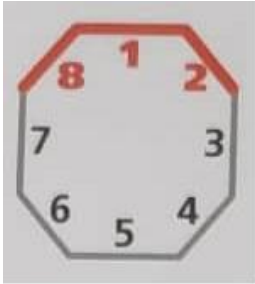
Izmah obično završava iznad ramena.



Slika 13. Priprema za dvoručni bekhend (<https://tennis.fandom.com/wiki/Backhand>)

### 3.4. Biomehanika servisa

Servis je najvažniji udarac u teniskoj igri i s njime započinje svaki poen. Jedini je udarac u kojem protivnik nema kontrolu jer igrač sam sebi namješta lopticu, za što je potrebna koordinacija i puno vježbe.



Zahvati za servis

Slika 14. Zahvati za servis, položaj proksimalne falange kažiprsta (Friščić, 2004)

Zahvati za izvođenje servisa mogu biti (Slika 14.)

1. kontinentalni zahvat (2)
2. poluistočni forhend zahvat (1)
3. poluistočni bekhend zahvat (8)

Najčešći zahvat kojim se danas izvodi servis je kontinentalni, zatim slijede poluistočni forhend i poluistočni bekhend.

Za dobar servis potrebno je pratiti kinetički lanac i imati jako dobru koordinaciju.

#### *Priprema i zamah*

Najveća količina energije dobiva se odupiranjem nogu od tla pa je zato bitno da koljena nisu previše, a ni premalo savijena. U trenutku kada igrač baca lopticu u zrak odnosno ispruži ruku tada se i koljena sinkronizirano savijaju. Nakon što je lopta izbačena igračeva ruka ostaje u zraku da bi se igračeva težina mogla uspješno prebaciti na ostale dijelove tijela. Zbog odupiranja od tla igračevo tijelo se odbija od tla (Slika 15).





Slika 15. Priprema i zamah kod servisa (<http://lockandrolltennis.com/serve/flat-serve/>)

#### *Faza udarca i kontakt*

Savijanjem koljena i odupiranjem od tla energija se prenosi na kukove što zahtijeva visoku razinu koordinacije, jer rotacija kukova pokreće ramena prema gore i van, a to potiče kretanju reketa iza leđa igrača. Istovremeno svaka ruka izvodi različiti pokret.

Nakon rotacije kukova rotira se trup. Nedominantna ruka je uvučena ispred tijela i u kosom položaju, te na taj način pomaže zaustavljanju rotacije trupa i omogućuje dominantnoj ruci i reketu slobodno ubrzanje u smjeru loptice.

Nakon trupa slijedi rotacija ramena. Kada je ruka potpuno ispružena iza leđa, u kretanju reketa prema lopti, gore i naprijed, nadlaktica radi internu rotaciju velike brzine (Crespo i Miley, 1998). Rotaciju ramena prati pronacija podlaktice. Lakat se isteže prema gore i slijedi ga pronacija podlaktice i ručnog zgloba. Korištenje zgloba: zglob je savijen unatrag i kreće savijanje prema naprijed tako da bi u trenutku udarca bio ravan s podlakticom. Nakon kontakta nastavlja kretanju i savija se zajedno s dlanom ruke.

#### *Izmah*

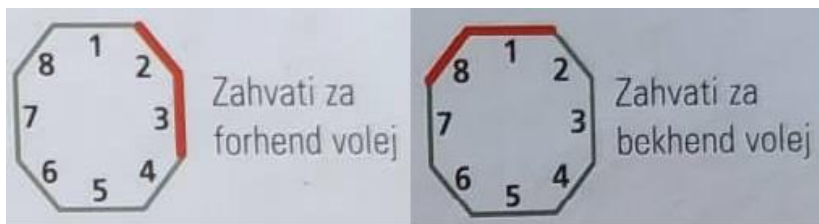
Prijenosom težine tijela prema naprijed tijelo završava unutar terena, a reket nastavlja kretanju prema dominantnoj strani tijela (sa strane) kako bi se time smanjilo opterećenje ramena (Slika 16.).



Slika 16. Faza udarca i izmah kod servisa (<http://lockandrolltennis.com/serve/flat-serve/>)

### 3.5. Biomehanika voleja

Forhend volej i bekhend volej su udarci koji se obično igraju u blizini mreže dok je loptica još u zraku. Specifično za voleje je to što je kontakt s lopticom ispred tijela. Za izvođene voleja obično se koristi kontinentalni zahvat (Slika 17).



Slika 17. Zahvati za voleje, položaj proksimalnih falangi (Friščić, 2004).

#### *Priprema i zamah*

U pripremnom položaju igrači se služe split-stepom. Split step je korak koji se obično radi u trenutku protivnikova udarca, a izvodi se tako da igrač lagano odskoči od zemlje sa stopalima u širini ramena koja su obično poravnata s mrežom. U takvom položaju ima mogućnost pokrenuti se na bilo koju stranu i ima veću ravnotežu. Zatim slijedi kratak zamah koji ne bi trebao prelaziti liniju ramena.

#### *Kretanje reketa i kontakt*

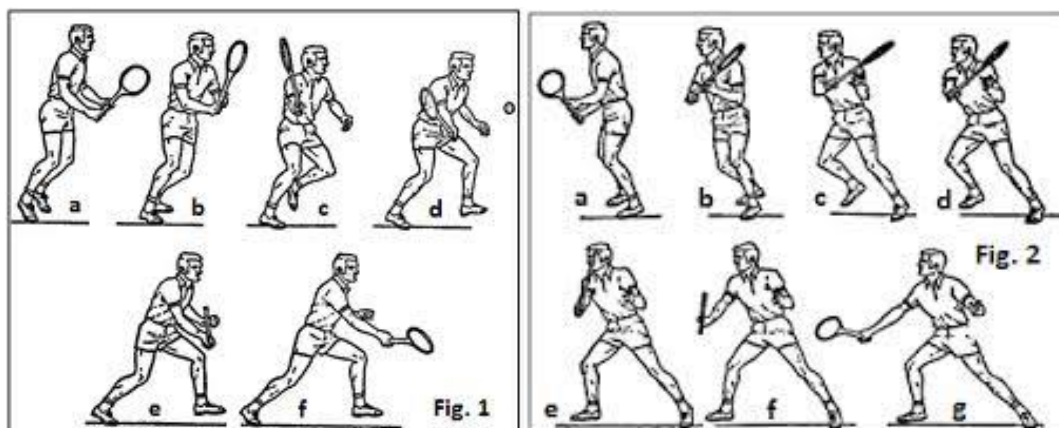
"Kod forhend voleja reket se kreće prema dolje i naprijed. Prednja noga se kreće naprijed prema dolazećoj lopti, stvarajući poluotvoreni položaj. Ramena se također rotiraju naprijed, lakat se isteže, a površina reketa je malo otvorena i stvara rotaciju lopte unatrag. Kod bekhend voleja mnogo je sličnosti, ali je tamo rotacija trupa vrlo mala, a kontakte je dalji nego kod forhend voleja (Slika 18). Kod oba voleja potrebna je koordinacija i stabilnost svih dijelova tijela" (Crespo i Miley, 1998, str 81).



Slika 18. Kontakt kod forhend i bekind voleja (<https://www.tennislifemag.com/tennis-tip-11-dont-let-the-ball-play-you/rafael-nadal-hits-a-backhand-volley-3/>)

### Izmah

Izmah bi trebao biti kratak, a reket nastavlja kretanju prema dolje i naprijed na način da je reket skoro pa paralelan s mrežom (Slika 19).



Slika 19. Priprema, zamah i kontakt kod forhend i bekind voleja (<https://www.myactivesg.com/Sports/Tennis/Training-Method/Tennis-for-Beginners/How-to-do-a-tennis-volley>)

### 3.6. Biomehanika smeša

Smeš je udarac sličan servisu samo što ovaj put igrač ne baca sam sebi lopticu nego to čini protivnik pa se igrač u vrlo kratkom periodu mora namjestiti u položaj da bi pravilno izveo udarac. Za njegovi izvedbu obično se koristi kontinentalni ili poluistočni zahvat (Slika 20).



Zahvati za smeš

Slika 20. Zahvati za smeš, položaji proksimalne falange kažiprsta (Frišćić, 2004).

#### *Priprema i zamah*

Igrač dolazi u poziciju bočnim koracima, gornji dio tijela mu je nagnut prema natrag pa je s time težina tijela prenesena na stražnju nogu. Reket se kreće unatrag u visinu ramena pa je na kraju zamaha lakat savijen u razini ramena. Glava reketa je iza i iznad igračeve glave. Nedominantna ruka je ispružena i tako pomaže u održavanju ravnoteže i koordinacije a zatim se reket spušta iza igračevih leđa. Ako je priprema izvedena pravovremeno i pravilno loptica bi trebala padati prema dlanu nedominantne ruke.

#### *Kretanje reketa naprijed i kontakt*

"Kretanje reketa se ubrzava prema gore i naprijed, zbog energije proizvedene kinetičkim lancem. Gornji dio tijela okreće se naprijed, a stražnje rame dolazi ispred prednjeg. Tjelesna težina prenosi se na prednju nogu, a peta kod stražnje noge je podignuta. Lakat i podlaktica su potpuno istegnuti u trenutku udarca. Podlaktica radi pronaciju kako bi reket bio iza loptice. Sudar reketa i loptice je iznad igračeve glave. Površina reketa je paralelna s mrežom, a okomita prema smjeru lopte" (Crespo i Miley 1998, str 83).

### *Izmah*

Podlaktica nastavlja pronaciju, a gornji dio tijela prati lopticu i ide prema naprijed. Nedominantna ruka se podvlači pod dominantnu i time igrač održava ravnotežu. Slijedi prijenos težine tijela na prednju nogu i igračevo kretanje prema naprijed pripremajući se za sljedeći udarac (Slika 21.).



*Slika 21. Priprema, zamah i kontakt kod smeša*

*(<http://www.tennisprostrokes.net/project/the-overhead/>)*

### 3.7. Osnovne faze bazičnih udarca

U tablicama su sistematizirane osnovne faze udaraca s osnovne crte (forhend i bekend) prema Zmajiću, 2004:

#### OSNOVNI UDARCI (FORHEND I BEKEND S OSNOVNE LINIJE)

Faza pripreme (Tablica 1.)

Dijelovi tijela	Položaj tijela	Biomehanička uloga	Praktične upute
Glava i ramena	-Glava prema naprijed -Pogled usmjeren prema naprijed -Ramena su u ravnini	-Lakše je procijeniti udarac protivnika i prosuditi kakva će biti putanja loptice	-Naučiti igrače da promatraju lopticu i da drže bradu uspravno
Gornji dio trupa	-Statička i dinamička ravnoteža	-Dobar položaj između dva udarca poput platforme na kojoj se odvija pokret	-Naučiti igrače da između dva udarca zauzmu optimalan položaj tijela -Upotreba vježbi za koordinaciju tijela kako bi se razvila ta vještina
Donji dio trupa	-Paralelni s mrežom. U istoj liniji s trupom i s gornjim dijelom tijela	-Bolja ravnoteža -Kontrola težine	-Naučiti igrače da su im kukovi u vodoravnom položaju
Noge	-Raširene. Igrač mora biti u udobnom položaju i u ravnoteži -Mali koraci za prilagodbu -Split-step u trenutku protivnikovog udarca	-Bolja ravnoteža	-Naučiti igrače da se neposredno kreću

Tablica 1. Faza pripreme kod bazičnih udaraca (Zmajić, 2004)

Faza zamaha (Tablica 2.)

Dijelovi tijela	Položaj tijela	Biomehanička uloga	Praktične upute
Glava i ramena	-Igrač ramenima povlači reket unatrag -Glava neprestano promatra lopticu	-Energija pohranjena u ramenima, laktovima i ručnim zglobovima -Progresivno akumuliranje energije kinetičkog lanca	-Naučiti igrača da promatra lopticu dok okreće ramena -Glava se ne pomiče
Gornji dio trupa	-Priprema reketa -Ruke pomažu ramenima da pomaknu reket unatrag -Istezanjem velikih mišićnih skupina bedara, trbuha i grudi stvara se energija	-Što su reket i ruke bliži tijelu, lakše ih je pomaknuti unatrag -Predistezanjem muskulature koristi se elastična energija mišića i ligamenata	-Ohrabriti igrače da naprave zasuk gornjim dijelom tijela
Donji dio trupa	-Praćenje energije stvorene u nogama	-Povezuje noge s gornjim dijelom tijela	-Koristiti vježbe za agilnost kako bi se poboljšala koordinacija nogu i donjeg dijela tijela
Noge	-Raširene, igrač mora biti u ugodnom položaju te biti u ravnoteži -Gura prema zemlji	-Raširene. Igrač mora biti u ugodnom položajem i stabilan -Pritisak u zemlju -Linearni pokret	-Korištenje vježbi snage i pliometrije kako bi se izgradili kvalitetni mišići nogu

Tablica 2. Faza zamaha kod bazičnih udaraca (Zmajić, 2004)

Faza udarca (Tablica 3.)

Dijelovi tijela	Položaj tijela	Biomehanička uloga	Praktične upute
Glava i ramena	-Ostaju u istoj razini i relativno su mirni tijekom udarca zbog čega je lakše održati ravnotežu	-Glava se ne miče, a gipkost ramena je izrazito važna za ravnotežu	-Naučiti igrača da promatra lopticu i drži bradu uspravnom
Gornji dio trupa	-Tijelo se kreće prema naprijed uz zadržavanje dinamičke ravnoteže	-Što je tjelesna težina veća, to se igrač osjeća stabilnijim, ali teže se pokreće i zaustavlja	-Pri okretanju trupa naučiti zadržati ravnotežu
Donji dio trupa	-Rotacija unaprijed -Održavanje ravnoteže	-Svojom rotacijom pomaže u stvaranju rotacionog momenta	-Naučiti igrače da održavaju odnos linije bokova i ramena
Noge	-Raširene -Stopala i noge prestaju s micati prema naprijed zbog čega se gornji dio tijela rotira budući da se ne može nastaviti kretati prema naprijed pravocrtno -Sila se usmjeruje prema zemlji	-Što je stav širi, igrač postiže boju ravnotežu -Moment sile se mijenja iz linearnog u rotacioni. Tako igrači dobivaju dodatnu energiju. -Sila reakcije podloge koristi se za svladavanje tromosti (inercije) tijela. Ako se to ne učini, tijelo će se nastaviti kretati prema naprijed.	-Različite podloge reagirati će na različite načine. Igrači se moraju upoznati sa sintetskom, zemljanom i travnatom podlogom

Tablica 3. Faza zamaha kod bazičnih udaraca (Zmajić, 2004)



Moment kontakta (Tablica 4.)

Dijelovi tijela	Položaj tijela	Biomehanička uloga	Praktične upute
Glava i ramena	-Glava mora biti u liniji s ramenima kako bi se održala ravnoteža -Ramena upravljaju pokretom ruku	-Glava i ramena sudjeluju u održavanju ravnoteže u momentu kontakta	-Naučiti igrača da promatra lopticu u trenutku udarca i održavanje brade uspravnom i prema naprijed
Gornji dio trupa	-Pravilno korištenje svih dijelova tijela -Zahvat: što je zahvat "zapadniji" luk koji se reket približava lopti je strmiji -Čvrst zahvat omogućuje zadržavanje glave reketa u optimalnom položaju i kod pogotka lopte izvan centra reketa -Dobar timing	-Pravilnim korištenjem kinetičkog lanca glava reketa se ubrzava kako se sila prenosi kroz teže dijelove tijela do lakših dijelova tijela -Zapadni hvatovi kreiraju topspin kroz veću vertikalnu brzinu kretanja glave reketa -Topspin je produkt momenta trenja loptice kod udarca i udaljenosti udarca od središta reketa	-Zapamtite da ekstremni hvatovi imaju mana koje se povezuju s različitim udarcima i improvizacijom udaraca -Loptice udarene sredinom reketa zahtijevaju vrlo malu napetost muskulature -Pomaganje igraču da ritmično i tečno udara lopticu od presudne je važnosti za postizanje velike brzine glave reketa
Donji dio trupa	-U liniji su s ramenima	-Kukovi, trup i ramena održavaju ravnotežu tijekom udarca	-Naučiti igrača da je tijekom kontakta ravnoteža presudna
Noge	-Mogu se odvojiti od podloge	-Pridonose stvaranju rotacionog momenta	-Odvajanje od podloge ne utječe na ravnotežu ako kinetički lanac pravilno djeluje

Tablica 4. Moment kontakta kod bazičnih udaraca (Zmajić, 2004)

Završna faza (Tablica 5.)

Dijelovi tijela	Položaj tijela	Biomehanička uloga	Praktične upute
Glava i ramena	-Oči prate putanju loptice -Ramena se usporavaju -Mišićna napetost popušta	-Kako napetost mišića popušta, tako se energija oslobađa i dolazi do torzije koja zapravo stvara rotaciju	-Bez odgovarajućeg okreta ramena teško je postići veliku brzinu udarca
Gornji dio trupa	-Reket se okreće -Reket je blizu tijela -Pravovremeno korištenje svih dijelova tijela	-Rotacioni moment je produkt tjelesne težine i reketa, koji se kreću formulom put x brzina zamaha -Što su reket i ruke bliže tijelu, lakši je izmah	-Stvaranje kutnog momenta presudno je za brzinu glave reketa -Igrači moraju koordinirati sve dijelove tijela za postizanje optimalnog ubrzanja reketa -Brzina glave reketa povećava se ako je reket u fazi zamaha dalje od tijela. Idealni pokret će varirati od pojedinca do pojedinca
Donji dio trupa	-Završavaju rotaciju prema naprijed	-Završetak rotacionog momenta -Stražnji kuk preuzima čelni položaj	-Naučiti igrača da ne zadržava "stražnji bok" odostraga
Noge	-Stražnje stopalo staje ispred prednjeg stopala ili prednje stopalo odskakače i iskoračuje -Trenje između tenisice i zemlje	-Upotreba kutnog ili linearnog momenta, ovisno o udarcu -Trenje se prebacuje iz linearnog u kutni moment trenja	-Naučiti igrača da prenosi cijelu tjelesnu težinu prema naprijed -Loša kvaliteta tenisica s istrošenim đonovima ometat će opisani proces

Tablica 5. Završna faza kod bazičnih udaraca (Zmajić, 2004)

#### 4. RAZVOJ BRZINE UDARCA U TENISU

"Kretanje lopte započinje u trenutku kontakta s reketom. Trenutak kontakta u tenisu je vrlo kratak i traje od 0.002 do 0.004 sekunde. U sportovima poput nogometa kontakt između lopte traje ca. 0.1 sek dok je u rukometu kontakt između ruke i lopte najmanje 0.3 sek. Karakteristično za tenis je da se u trenutku udarca lopta i reket najčešće kreću velikom brzinom pri čemu radi kombiniranog korištenja rotacionih i linearnih gibanja u pravilu dolazi do ekscentričnog kontakta što će za posljedicu imati rotaciju lopte. Stoga je u praksi, osim kod blok voleja, u pravilu nemoguće udariti loptu bez rotacije" (Zmajić, 2004, str 3).

"Istraživanja prema Tuskeru su pokazala da tenisač treba energiju od 4000 vata kako bi proizveo snažan udarac poput forhend "winner-a" ili "as" servisa. Također je utvrđeno da 1kg mišićne mase može proizvesti ca 150 vata. S obzirom da je mišićna masa ruke 4 – 8 kg s obzirom na dob, spol i stanje treniranosti pri čemu je samo polovica aktivna proizlazi da je maksimalno moguće postići 600 vata energije. Stoga je jasno da je neophodno uključiti i druge velike mišićne skupine trupa i nogu kako bi se proizvela neophodna energija. Prema istraživanjima Bena Kiblera noge i trup proizvedu u prosjeku 50% ukupne energije potrebne za udarac" (Zmajić, 2004, str 22).

Sposobnost postizanja velike brzine reketa s prihvatljivim stupnjem kontrole je ključni faktor za uspješno izvođenje udarca.

Prema Elliotu (2003) Cross je matematički pokazao kako je, pored važnosti dizajna reketa i napetosti i vrsti žica koje se koriste, najvažniji momenat za postizanje brzine leta loptice zapravo brzina reketa u trenutku kontakta s lopticom.

Nekoliko elemenata udarca je ključno za postizanje veće brzine reketa, a tako i loptice:

- korištenje elastične energije
- povećanje putanje reketa do trenutka udarca
- koordiniranost pokreta
- povezanost linearnih i rotacijskih sila

- mišićna snaga i izdržljivost
- "težina" udarca
- dizajn opreme

#### 4.1. Korištenje elastične energije

Prilikom pripreme za udarac i zamaha igrač postiže da se veliki broj mišića na različitim dijelovima tijela istežu. Tijekom faze u kojoj su mišići tetive i povezana tkiva istegnuta, oni zapravo pohranjuju energiju.

Tako je na primjer energija pohranjena pri rotaciji gornjeg dijela tijela pri zamahu ili u pripremnom pokretu kao što je sagibanje koljena za vrijeme split stepa prije udarca.

U povratnom pokretu kada se istegnuta mišića skraćuju, a tetive povlače nazad u svoj prirodni oblik, pohranjena energija se aktivira i ubrzava pokret. Sama činjenica da su mišići predistegnuta postavlja ih u bolju poziciju za stvaranje sile.

Kod zamaha osnovnih udaraca, u fazi povlačenja reketa nazad, ramena se rotiraju više od kukova što rezultira predistezanjem rotatora trupa. Rame i ruka također zaostaju za pokretom tijela tako da remena i reket nisu poravnati tijekom udarca.

Kod servisa udaračko rame se spušta i postiže predistezanje suprotne strane trupa,

U zamahu prema nazad unutrašnji rotatori ramena se predistežu, zaustavljaju vanjsku rotaciju ramena i težnjom da se vrate u prvobitni položaj postižu što bržu unutarnju rotaciju koja je jedan od ključnih elemenata snažnog servisa.

Kod kretanja igrači također koriste elastičnu energiju iz mišića nogu. Pri zaustavljanju u čučanj, mišići nogu se predistežu (pogotovo kvadriceps) i ta činjenica zajedno sa uskladištenom energijom omogućava brzo stvaranje sile. Nakon fleksije koljena dolazi do brze ekstenzije što ubrzava kretanje igrača prema lopti.

Isto se događa i pri "split stepu" prije voleja ili nakon servisa. Kako bi zaustavili kretanje tijela prema naprijed, mišići prednjeg dijela natkoljenice se istežu i pomažu brzom ekstenziji koljena. Tako je igrač istovremeno u ravnoteži te se može lako

pokrenuti u bilo kojem smjeru, a taj pokret je ubrzan zahvaljujući uskladištenoj elastičnoj energiji.

Prema Elliot i sur. 2003. reket dobiva 10-20% dodatnog ubrzanja zbog ciklusa predistezanja i skraćivanja mišića.

Kako bi se pohranjena energija što efikasnije iskoristila, jako je važna pravovremenost tj "timing". Ako je mišić u predistegnutom položaju predugo ili ako je pauza između istezanja i skraćivanja duga, skladištena energija se gubi. Tako se nakon 1 sekunde gubi 50%, a nakon 4 sekunde 100% energije.

#### 4.2. Povećanje putanje reketa do trenutka udarca

Jedan od glavnih razloga za zamah je povećanje putanje reketa prema naprijed tijekom koje reket može dobiti ubrzanje. Sila udarca je veća što je veće ubrzanje reketa u smjeru udarca (masa x ubrzanje).

Ranije su se igrači rotirali za 180° u odnosu na osnovni stav licem prema protivniku. Sada se napredni igrači zarotiraju toliko da reket dođe na 225° za forhend, 200° za dvoručni bekend a 260° za jednoručni bekend (Elliot i sur, 2003).

Uobičajeno je da napredni igrači sada u zamahu dovedu reket do 45° iza točke koja pokazuje u ogradu iza njih pri forhendu, a pri jednoručnom bekendu čak i paralelno s ogradom. Kod dvoručnog bekenda je to nešto manje, ali to se nadoknađuje korištenjem više dijelova tijela.

Kružni zamah dodatno je produžio putanju kojim reket može povećavati ubrzanje prema udarcu te je tako postao sastavni dio modernih udaraca. U takvom zamahu se ne gubi ubrzanje iz dijela zamaha prema nazad i ne troši energija za zaustavljanje i promjenu smjera putanje reketa prema naprijed. Pokret je tečan i reket cijelim putem do kontakta ubrzava.

Udaljavanjem reketa od tijela pri kružnom zamahu za servis, povećava se putanja kroz koju reket prolazi prema kontaktu. To i elastična energija dovode do brzog kretanja reketa prema loptici.

### 4.3. Koordiniranost pokreta

U udarcima koji zahtijevaju veliku brzinu reketa uključen je i veliki broj dijelova tijela koji moraju djelovati koordinirano kako bi se postigla preciznost i brzina. Za razliku od tih udaraca, u volejima koji traže samo preciznost, sudjeluje manje dijelova tijela i potrebno je manje koordinacije.

Svaki pokret tijekom udarca može se smatrati jednim segmentom kinetičkog lanca. Izostanak ijednog od njih uzrokovao bi nemogućnost ili smanjenje ubrzavanja reketa. Za sve brze udarce neophodan je koordinirani slijed mnogo pokreta u dobrom timingu i redoslijedu.

Pomicanje segmenata u brzom udarcu generalno se odvija od proksimalnih ka distalnim dijelovima (npr: noge, tijelo, rame, lakat pa zglob), jedini je izuzetak unutrašnja rotacija nadlaktice koja se javlja sa zakašnjenjem kod servisa i forhenda.

Primjer zbrajanja sila nastalih u svakom segmentu servisa izgleda ovako:

- odgurivanje nogama
- rotacija kukova
- rotacija trupa
- rotacija ramena
- podizanje nadlaktice i pokret prema naprijed
- ispružanja lakta
- unutrašnja rotacija lakta i pronacija podlaktice
- fleksija ručnog zgloba

Segment trupa rotira se preko tri osi kako bi se postiglo što veće ubrzanje ruke:

- rotacija oko okomite osi tj zakretanje ramena horizontalno za vrijeme zamaha prema nazad,
- rotacija ramena preko ramena, tzv. vaga za vrijeme zamaha prema lopti,
- rotacija naprijed u salto smjeru za vrijeme zamaha i izmaha.

Tečnost pokreta i zbroj svih malih ubrzanja koji svaki od tih pokreta donosi, rezultira optimalnom brzinom reketa u trenutku kontakta.

#### 4.4. Povezanost linearnih i rotacijskih sila

U mnoštvu pokreta od kojih se sastoji udarac, igrač naizmjenice i istovremeno iskorištava pravocrtne i rotacijske kretnje i sile koje iz njih proizlaze te tako postiže brz i snažan udarac. Općenito rečeno, poželjno je da igrač u trenutku udarca ima linearno kretanje tijela prema naprijed dok se ruka i reket rotiraju oko tijela i ramena.

Inercija se obično analizira pri sudarima dvaju tijela što je važno i pri analizi udarca gdje se tijelo i reket zapravo sudaraju s lopticom. U sudaru, sila primijenjena u kratkom momentu djeluje na objekt mijenjajući mu putanju.

U tenisu, igrač se pri udaranju loptice kreće linearno, rotira se ili istovremeno vrši obje radnje. Rijetko vidimo igrača koji udara lopticu stojeći mirno. Linearna inercija može se generirati vodoravno (kod forhenda i bekenda) ili okomito (kod servisa). Igrači stvaraju linearnu inerciju iz podloge na kojoj stoje i svi udarci slijede lanac koji započinje odgurivanjem o podlogu, a završavaju prijenosom te sile s reketa na lopticu.

Pri serviranju stvaranje linearne sile započinje čučnjem i odupiranjem o podlogu, dok u osnovnim udarcima pored čučnja započinje i korakom prema lopti. Tijekom udarca igrač treba zadržati započetu putanju kako bi transfer sile bio maksimalan i rezultirao snažnim i brzim udarcem.

Također igrač treba iskoristiti čučanj maksimalno i paziti da ne izađe iz njega prerano te tako ne izgubi kontakt s podlogom prije nego je postigao reakciju odgurivanja o podlogu. Pri velikim brzinama izmjena udaraca igrači često nemaju vremena za napraviti korak prema loptici, već je udaraju iz otvorenog stava.

U otvorenom stavu igrač također prenosi silu odupiranjem o podlogu, ali silu generira rotacijom trupa te postizanjem velike brzine reketa u kružnom pokretu oko tijela, te s rotacijama malih dijelova kinetičkog lanca (podlaktica, zglob).

U servisu pored linearne inercije prema gore, najviše inercije dobiva se rotacijom trupa kao velikog segmenta kinetičkog lanca oko tri osi i prema dodatnim rotacijama manjih segmenata kao što su rame, nadlaktica, podlaktica i zglob.

Igrači se trude ukomponirati i linearnu i rotacijsku inerciju kako bi postigli što brže i efikasnije udarce. Idealno bi bilo da oba izvora energije djeluju koordinirano u razvoju efikasnog udarca, ali taktički zahtjevi i specifičnosti svake situacije diktiraju količinu linearne ili rotacijske inercije koju igrač koristi za razvoj brzine udarca.

Obe sile počinju iz odgurivanja od tla i uvjetovani su dobrim radom nogu. U bilo kojem udarcu linearna inercija može pobuditi rotacijsku i prenijeti se preko segmenata kinetičkog lanca. Taj protok sile na kraju rezultira brzinom reketa tj. udarca.

#### 4.5. Mišićna snaga i izdržljivost

Igranje tenisa najbolje bi se opisalo kao kombinacija snage i izdržljivosti jer se igra sastoji od neprestanog ponavljanja erupcija snage u dužem vremenskom periodu.

Svaki udarac zahtjeva eksploziju snage nogu, tijela i ruku.

Ponavljanje drugačijih pokreta s obje strane tijela dovode do disbalansa muskulature lijeve i desne strane, posebno u ramenom pojasu i rukama, o čemu se mora voditi računa kako bi se izbjegla ozljeda, a jednako tako kako bi prirodnoj tendenciji za balansom u tijelu, podizanjem sposobnosti nedominantne strane, dozvolili bolji razvoj dominantne strane.



Ovisno o situaciji, noge moraju raditi kratki sprint prije i nakon svakog udarca. Stabilnost donjeg dijela trupa je neophodna za izvođenje uspješnog zamaha i prevenciju povreda lumbalne kralježnice. Ta stabilnost najčešće se postiže radom na jačanju "core" mišića koji podržavaju lumbalnu kralježnicu te ostalih mišića trupa.

Jačanje grupa mišića koji se upotrebljavaju u udarcima povećava sposobnost ponavljanja pokreta i smanjuje rizik od povrede. Posebno je velika opasnost povrede pri ekscentričnim kontrakcijama mišića. Istovremeno treba raditi na elastičnosti mišića kako bi se zadržao puni opseg pokreta u svim zglobovima, zadržala prirodna elastičnost i koordinacija rada mišića.

Samo spremnost cijelog tijela koja uključuje balans u razvoju mišića, jačanje cijele muskulature (noge, trup, core, ruke) i održavanje fleksibilnost treniranih područja, može omogućiti vrhunsku izvedbu koja se od tenisača zahtijeva tijekom cijele godine. Pravilni programi podižu sposobnosti tenisača da izvedu snažne udarce bez opasnosti od povreda i produžavaju karijeru.

#### 4.6. Težina udarca

Često se za uspjeh pojedinih profesionalnih igrača referira na "težinu" njegovog udarca. Za neke igrače se kaže da imaju "tešku" loptu, a za druge ne. Ta "težina" udarca može se definirati kao količina spina na lopti u kombinaciji s brzinom lopte koju igrač postiže udarcima.

Rotacija lopte postiže se određenim pokretom i položajem reketa u odnosu na lopticu u trenutku udarca. Nakon kontakta teško je postići spin, ako reket prije kontakta nije slijedio određenu putanju. Pri serviranju spin se najčešće traži kod drugog servisa, a postiže se pokretom reketa prema gore dok rotacija spušta loptu prema dole.

Prema Macari i Pallisu (Elliot, 2003) profesionalni igrači udaraju prvi servis s prosječnom rotacijom 1600 okreta u minuti, što znači da se ni takozvani ravni servis ne udara sasvim ravno kako bi se postigla "težina" udarca. Pri udaranju osnovnih udaraca putanja reketa u zamahu je plitka prema lopti do malo pred kontakt kad se naglo penje kako bi proizvela željenu rotaciju lopte (spin).

Putanja reketa kroz zonu udarca u odnosu na podlogu je (Elliot 2003):

- kod ravnih udaraca 25-30°
- kod spin udaraca 35-45°
- kod spin loba 50-70°

Jasno je kako su jako brzi udarci s velikim rotacijama uobičajeni za profesionalni tenis. Brzina lopte skraćuje protivniku vrijeme reakcije i pripreme na povratni udarac, dok rotacija lopte dodatno ubrzava lopticu nakon odskoka i tako oduzima još vremena, a istovremeno odskače više, čime tjera protivnika na odmicanje od osnovne linije ili udaranje u nepovoljnoj visini.

#### 4.7. Dizajn opreme

Razvoj opreme za igranje tenisa značajno doprinosi razvoju snažnog tenisa kakav danas gledamo.

Time se bave inženjeri i tehničari, a na trenerima tenisa je osposobiti igrača da iskoristi sve prednosti nove tehnologije i izdrži zahtjeve koje pred tenisače stavlja ovaj gladijatorski sport.

## 5. ZAKLJUČAK

Kompleksnost teniske igre očituje se u mnogim segmentima igre, a iz svega predočenog vidljivo je da postoji mnogo načina i odgovora na pitanje kako ubrzati reket tj. udarac.

Mnogi faktori ove slagalice su u međusobnoj korelaciji pa se često događa da napredak u jednom segmentu udarca vodi do popravljivanja drugih segmenata udarca. Jednako tako greška u izvođenju jednog dijela udarca vodi do gubitka efikasnosti, brzine i preciznosti, a ponavljanjem može dovesti do ozljede tenisača.

Pri izvođenju brzih i snažnih udaraca jako je bitno da je tijelo tenisača kompletno spremno te da može odgovoriti na zahtjeve koje pred njega stavlja trening i natjecanje.

Poznavanje biomehaničkih principa i zakonitosti uvelike olakšava izvedbu, a pravilnom tehnikom igraču se olakšava postizanje taktičkih ciljeva.

Trenirajući igrač treba dostići zavidan nivo učinkovitosti svojih udaraca, što znači da udarci moraju biti snažni ali i kontrolirani.

Ispravljanjem grešaka u tehnici izvođenja udarca igraču se omogućava sa što manje energije proizvesti što efikasniji udarac. Pri tome je jako važno da se u korekcijama treneri fokusiraju na bitne dijelove pokreta koji će dovesti do učinkovitosti udarca, a da ne gube vrijeme na ispravljanje individualnog stila. Naime svaki igrač ovisno o svojim morfološkim karakteristikama i motoričkim sposobnostima prilagođava stil igre sebi i pri tome mora poštovati zakonitosti biomehaničkih zahtjeva udarca.

I na kraju analize tehnike udarca kojom će igrač razviti brzinu udarca kako bi bio što uspješniji potrebno je naglasiti da tenis ni u kojem slučaju nije samo to.

"Tehnika i taktika samo su dio vještina koje treba naučiti. Svatko treba sustavno izgrađivati svoj stil igre. Mentalni dio tenisa je najteži. Pravi izazov počinje kada shvatimo da se istovremeno borimo protiv dva protivnika – onoga s druge strane mreže i onoga u nama, kojeg je često teže pobijediti. U tom smislu tenis je više od igre, jer izgrađuje karakter" (Friščić, 2004, str 1).

## Literatura:

### Knjige:

1. Crespo, M., Miley, D. (2003) Biomechanics of tennis, *Advanced coaches manual*, International Tennis Federation, Canada, str. 55-66, 66-84.
2. Cross, R., Pollard, G. (2009) Grand Slam Men's Singles tennis 1999-2009, *ITF Coaching and Sport Science Review*, 16 (49); str. 8-10.
3. Elliot, B., Reid, M., Crespo, M. (2003) *Biomechanics of advanced tennis*, International Tennis Federation, Spain. str. 33-46, 179- 193.
4. Friščić, V. (2004) *Tenis bez tajni*. Zagreb: Biblioteka tenis. str. 1, 8.
5. Knudson, D., Elliot, B. (2004) Biomechanics of tennis strokes, *Biomedical Engeneering Principles in Sports*, str. 1, 153-181
6. Milanović, D. (2007). *Teorija treninga: priručnik za studente sveučilišnog studija*. Zagreb: Kineziološki fakultet.
7. Milat, S. (2014) *Identifikacija faktora igre kao determinante učinkovitosti u vrhunskom muškom tenisu*. Split: Kineziološki fakultet u Splitu.
8. Zmajčić, H. (2004) *Biomehanika tenisa*. Zagreb: Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu. str. 3, 17, 20, 22, 20-32.

### Tekst na mrežnim stranicama:

1. Kovalchik, S. AO Leaderboard – Backhand Speeds. *Stats on the T: dedicated to data, statistics, and tennis*. Preuzeto s: <http://on-the-t.com/2016/10/22/aoleaderboard-backhand-speed/> (09.09.2020.)
2. Kovalchik, S. AO Leaderboard – Forehand Speeds. *Stats on the T: dedicated to data, statistics, and tennis*. Preuzeto s: <http://on-the-t.com/2016/11/26/aoleaderboard-forehand-speed/> (09.09.2020.)
3. Šarić, I. (2013) *Dominantan servis ili volej nekad su bili dovoljni za vrh, a danas?* Preuzeto s: <https://www.index.hr/sport/clanak/Dominantan-servis-ili-volej-nekad-su-bili-dovoljni-za-vrh-A-danas/713092.aspx> (09.09.2020.)
4. Wikipedia: *Fastest recorded tennis serves*. Preuzeto s: <https://en.wikipedia.org/wiki/Fastest-recorded-tennis-serves> (09.09.2020.)