

TEORETIČNI PRINCIPI GIBANJA IN FUNKCIONALNA ANALIZA GIBANJA



1. Principi (bimehanski, mehanski, morfološki, funkcionalni)
2. Temeljni biomehanski principi
(**BIOMECH**)
3. Kaj je optimalna tehnika?
4. Gibanje žoge in loparja

1. PRINCIPI

K analizi človekovega gibanja je možno pristopiti na različne načine. Za analizo gibanj pri teniški igri smo uporabili kvalitativen in kvantitativen specifičen model, ki razlaga gibanje na osnovi naslednjih principov (Bornemann, 1993):

- BIOMEHANSKI
- MORFOLOŠKI
- MEHANSKI
- FUNKCIONALNI.

A. Biomehanski princip

Biomehanski princip temelji na prizadevanju športnika, da z optimalno izvedbo specifičnega gibanja doseže največje možno mehansko delo in izrabi energijo na najboljši možni način (Hockmut, 1993).

Biomehanski principi dovoljujejo kvalitativno presojo vseh športnih gibanj z vidika njihovega najboljšega učinka.

Biomehanika - definicija

Znanost o gibanju človeka.

Znanost o notranjih (mišice, skelet, sklepi) in zunanjih (veter, težnost, pritisk) silah, ki vplivajo na človekovo gibalno učinkovitost.

Kaj obravnava biomehanika?

- učinek in učinkovitost gibanja
- športno medicinski vidik gibanja
- vpliv pripomočkov na učinkovitost gibanja (ITF, 2002).

Vloga biomehanike

Nam pomaga:

- bolje analizirati gibanje in vpliv individualnih telesnih značilnosti
- lažje komuniciramo z igralci in razložimo pomen določenega gibanja
- igralec igra na način, kjer je možnost poškodbe najmanjše (Reid, 2001).

Kinematika & kinetika

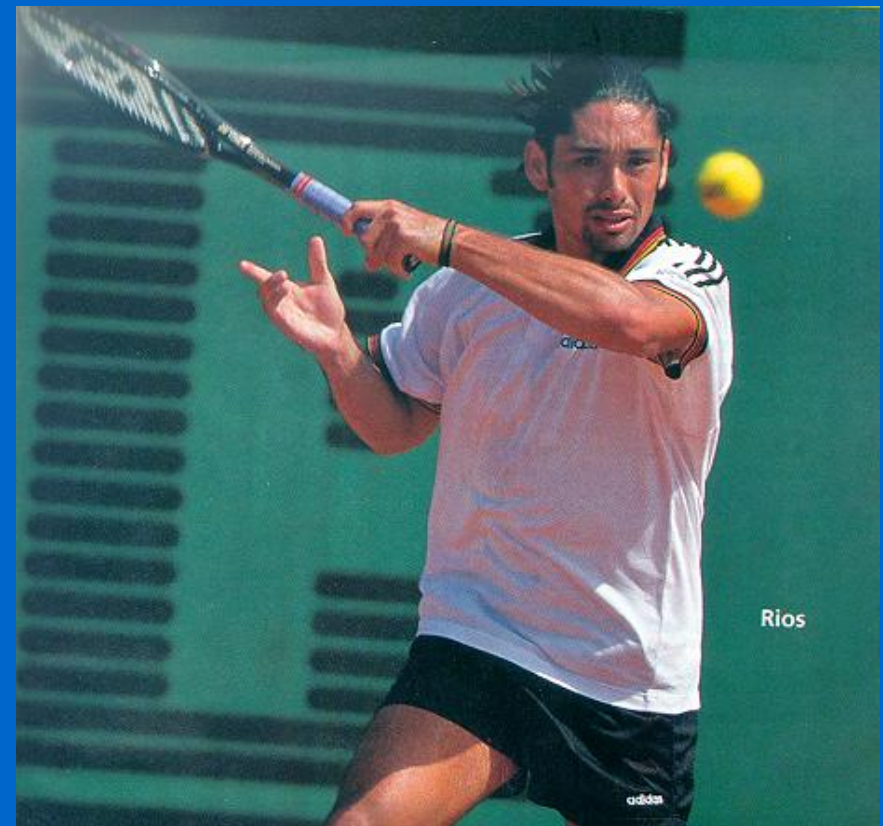
V zvezi z biomehaniko sta povezana dva pojma:

- **kinematika** (ko govorimo o kinematiki, nas zanimajo značilnosti, da lahko opišemo potek udarca)
- **kinetika** (razlaga pomembne vzroke za gibanje in kako je gibanje oz. udarec ustvarjen)

(Reid, 2001).

B. Mehanski princip

Informacije zbrane na osnovi mehanskih naprav dopolnjujejo ostale informacije. Merilna mehanska naprava meri učinke športnega gibanja. Pri tem upošteva fizikalno – mehanske zakonitosti.



Mehanika udarca

1. Pomen koordiniranega gibanja
2. Razdalja in razvoj hitrosti loparja
3. Koriščenje elastične energije (predekstenzije)
4. Vloga mišičnega delovanja (moč, vzdržljivost, gibljivost)
5. Vloga rekvizitov (Reid, 2001).

Tehnika vs. mehanika

- tehnika udarcev = zunanji izgled udarca, ki je odvisen od metode učenja
- mehanika udarca = temeljne zakonitosti strukture udarca; temelji na metodi, ki upošteva dogajanja v igri (Reid, 2001).

Vloga rekvizitov

Hitrost žoge = $(1 + \text{koeficient odboja}) \cdot \text{hitrost loparja}$

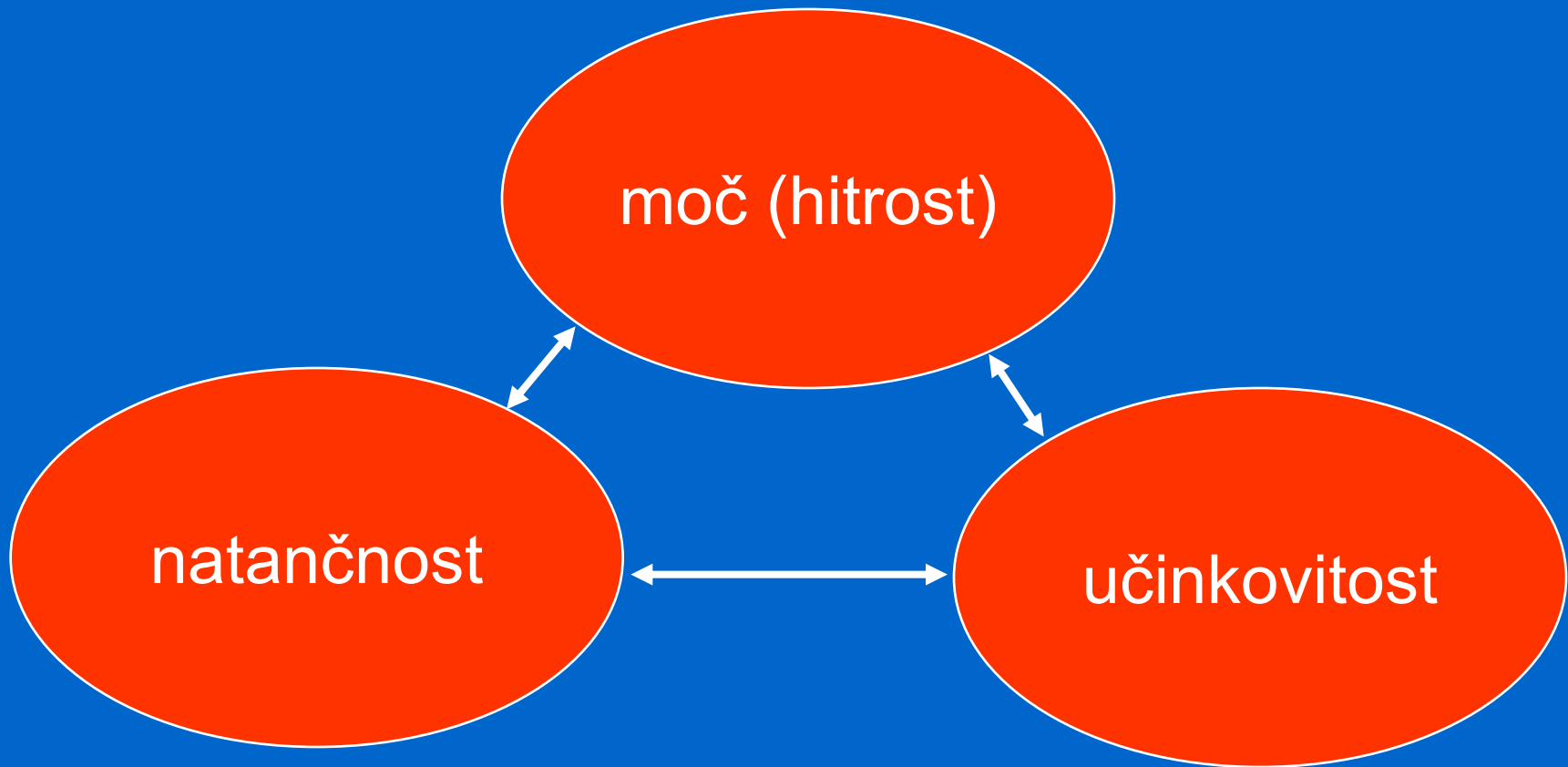
Hitrost žoge je neposredno odvisna od hitrosti loparja.

Natančnost odboja lahko poveča hitrost žoge za 20%.

Razvoj hitrosti loparja je kritičen za uspeh v tenisu.



Tennis “performance”



C. Morfološki princip

Morfološki principi so vezani na možnosti in delovanje človekovega skeletnega in mišičnega sistema. Ti principi se v nasprotju z biomehanskimi nanašajo na opis gibanja in analizo poteka gibanja z vidika časovne, prostorske in dinamične perspektive.

Zbrane kontrolne točke ob tridimezionalni strukturi omogočajo tudi kvalitativno analizo konkretnega gibanja.

D. Funkcionalni princip

Pri funkcionalnem principu se sprašujemo po funkciji posameznih delov gibanj.

Če si natančneje ogledamo teniško tehniko, lahko ugotovimo, da ta ni konstantna. V različnih igralnih situacijah igralci uporabljajo različne tehnične rešitve, ker se morajo prilagajati različnim pogojem izvedbe.

Koordinirana gibanja

Gibalni potencial = individualne kondicijske + koordinacijske sposobnosti (Schönborn, 1998)

Mehanika gibanja na igrišču:

- pripravljalni poskok (split step)
- mehanika gibanja kolena, stopala
- stabilnost trupa

Ostali dejavniki:

- vpliv podlage
- vpliv žoge
- vpliv moderne tehnike.

Koordinirana gibanja

Število v izvedbo udarca vključenih telesnih segmentov se spreminja:

udarec	zahteva	število vključenih segmentov
servis, forhend, bekend	moč, visoka hitrost loparja	veliko
volej, skrajšana žoga	natančnost	malo

Funkcionalna analiza gibanja

Pri vrednotenju kakovosti ali optimalnosti tehnike udarca je najprej potrebno ugotoviti ali je igralec z izvedenim udarcem dosegel svoj taktični namen, kar pomeni, da je bila žoga usmerjena na pravo mesto ter je imela pravo hitrost in rotacijo. Če ti pogoji niso bili izpolnjeni ali pa so bili izpolnjeni samo deloma, potem je potrebno ugotoviti pravi vzrok za odstopanje. Možni vzroki so:

1. da je bilo nepravilno temeljno gibanje
2. da eno ali več dopolnilnih gibanj ni bilo pravih.

Kvalitativni gibalni model

Biomehanski principi upoštevajo zgradbo in funkcije človeškega telesa pri izvedbi določenega gibanja. Izvedba gibanja v določeni igralni situaciji predstavlja optimalno biomehansko tehniko.

Biomehanski principi združujejo mehanske zakonitosti, ki jih lahko uporabimo pri vrednotenju gibanja človeka. Ob upoštevanju teh principov lahko dosežemo optimizacijo tehnike. Principe, ki so veljavni za tenis, smo povzeli po Hochmutu in Wiemannu in sistemu ITF – BIOMECH.

2. TEMELJNI BIOMEHANSKI PRINCIPI

- **B Balance** - ravnotežje
- **I Inertia** - inercija
- **O Opposite force** – nasprotna sila
- **M Momentum** – pospešek
- **E Elastic energy** – elastična energija
- **C Co-ordination chain** – kinetična veriga

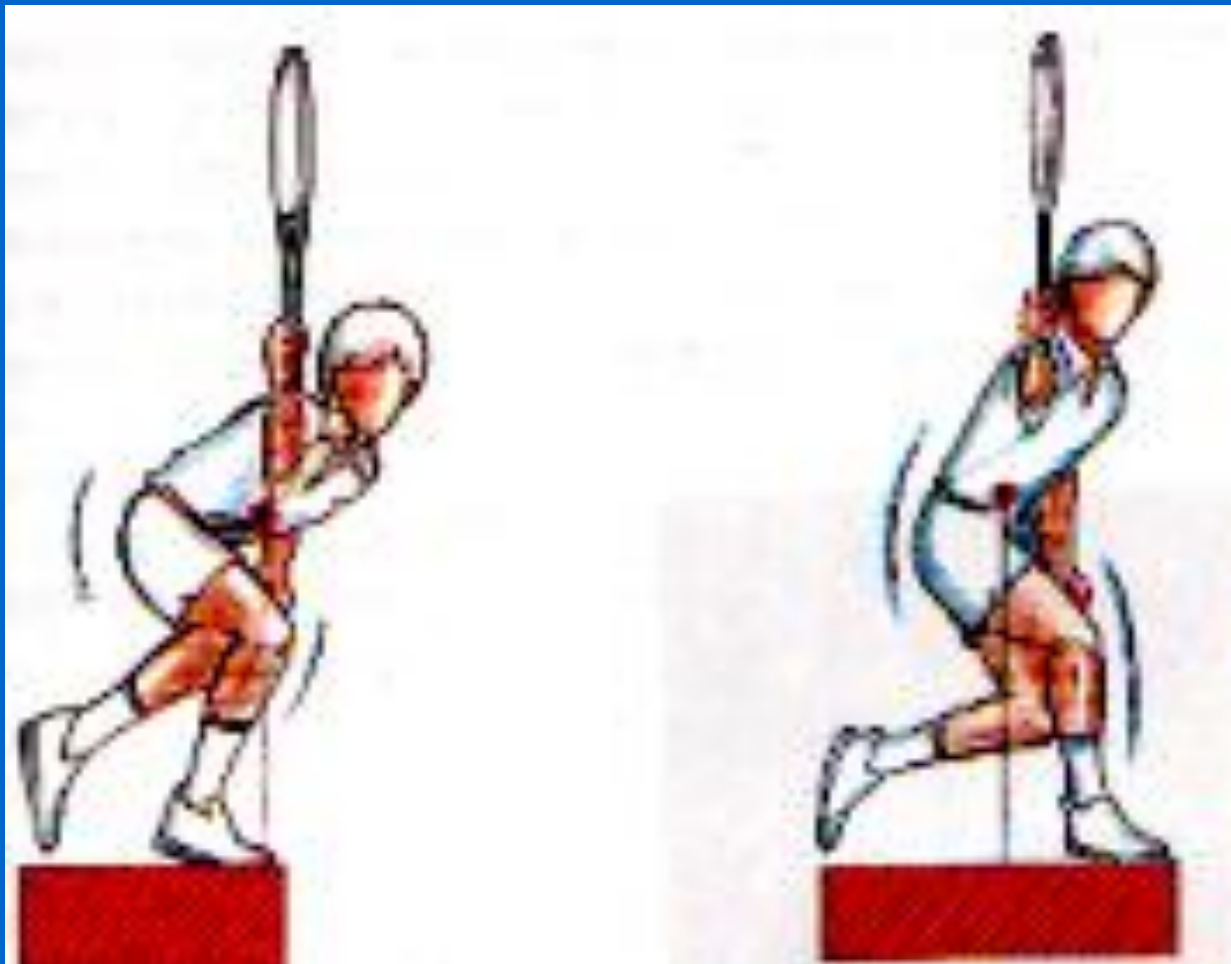
B - Kaj je ravnotežje?

- sposobnost ostati v ravnotežnem položaju; lahko je statičen ali dinamičen.
- tenis zahteva dinamično ravnotežje.
- odvisno je od položaja težišča telesa (pr. tovornjak, F1)
- je v neposredni povezavi z vidom
- kontrola se izvaja v notranjem ušesu, kjer se nahaja vestibularni organ

Kaj vpliva na ravnotežje?

- velikost podporne površine
- višina težišča telesa
- razdalja linije gibanja od podporne površine
- masa telesa
- položaj glave in ramen.

B - ravnotežje



© Aleš Filipčič, 2005

B - ravnotežje



B - ravnotežje



I - Inercija

- Zakon: telo bo ostalo na mestu ali se bo gibalo toliko časa, dokler nanj ne bo delovala zunanja sila
- Pomeni odpor telesa, da se giblje ali se preneha gibati
- Igralec potrebuje silo mišično silo (proizvedena je z mišično kontrakcijo) ali silo gravitacije.

I - Inercija



I - Inercija

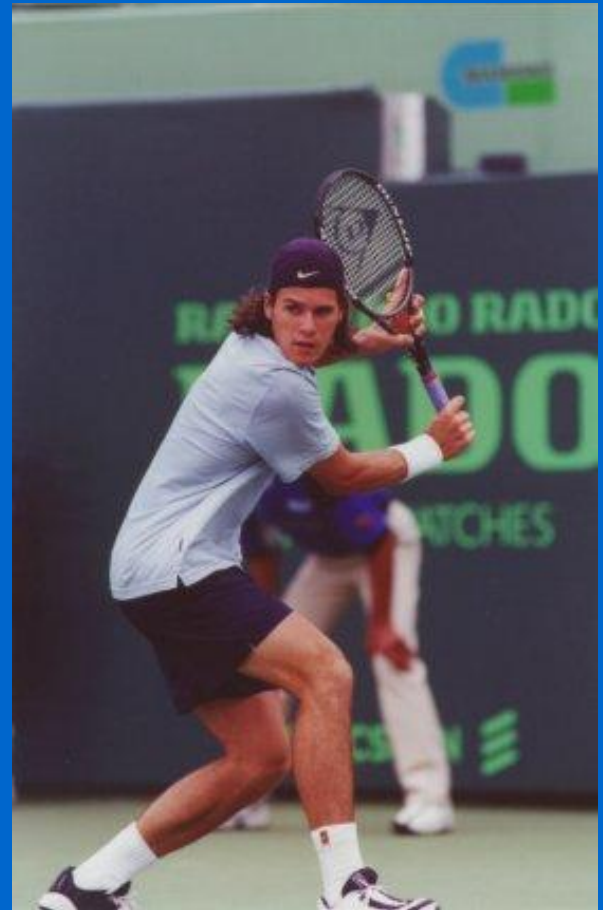


Pokrčena roka:

- manjši moment inercije
- manjši odpor
- večja hitrost loparja

Iztegnjena roka:

- večji moment inercije
- večji odpor
- manjša hitrost loparja.



○ - Nasprotna sila

- Za vsako akcijo, obstaja enaka nasprotna reakcija
- Udarci in gibanja se začenjajo s potiskom nog proti tlom
- Tla delujejo na igralca z enako silo kot igralec deluje na njih.

-
-
-

○ - Nasprotna sila



© Aleš Filipčič, 2005

Nasprotna sila

Zakovitosti akcije – reakcije (delovanje - protidelovanje) je pri izvedbi teniških udarcev prisotno pri:

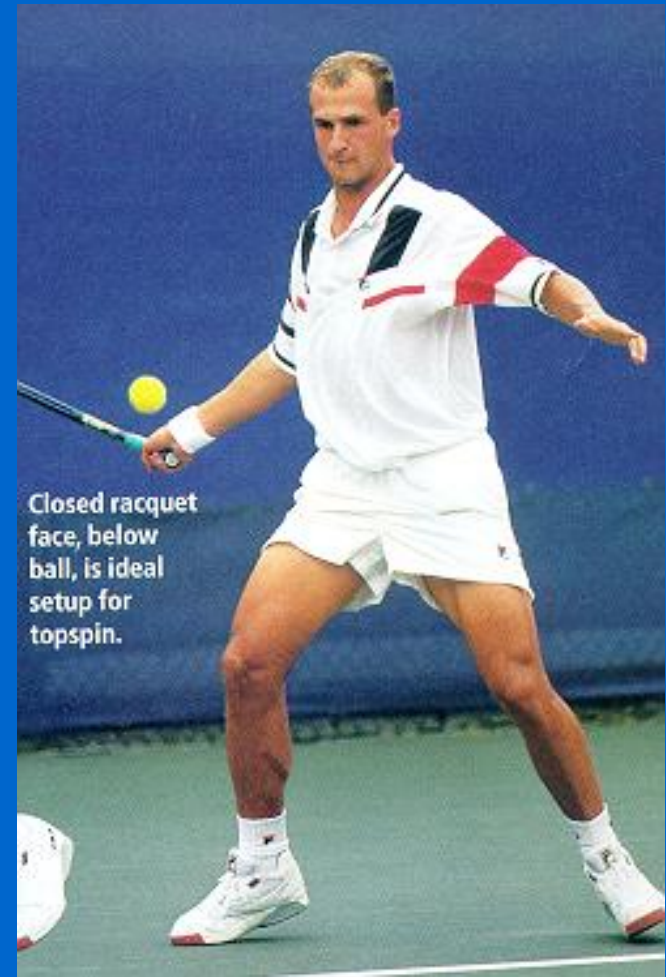
- rotaciji trupa igralca ter s spuščanjem težišča telesa proti tlom
- izvedbi udarca, kjer sodeluje neigralna roka (servis, enoročni bekend, slajz idr.)
- če igralec med izvedbo udarca za kratek čas nima stika s tlemi, se pojavijo nasprotna gibanja, katerih cilj je vzpostavitev ravnotežja (Bornemann, 1993).

Pomen nasprotne sile

- Sila, s katero deluje igralec na podlago (podlaga deluje z enako silo na igralca).

Pomen:

- pri servisu, osnovnih udarcih, smešu, zaustavljanju in spreminjanju smeri.



M – Pospešek (impulz sile)

- Sila, ki jo ustvari telo
- Pomeni količino gibanja telesa
- Je produkt mase telesa in hitrosti (masa x hitrost)
- Masa telesa se med tekmo ne spreminja, kar pomeni, večja hitrost večji pospešek

Poznamo dve vrsti pospeška:

- linearni: pospešek v premočrtni smeri (pr. korak v žogo)
- kotni: pospešek v kroženm gibanju (pr. rotacija bokov in ramen).

•
•
•

M – Pospešek (impulz sile)



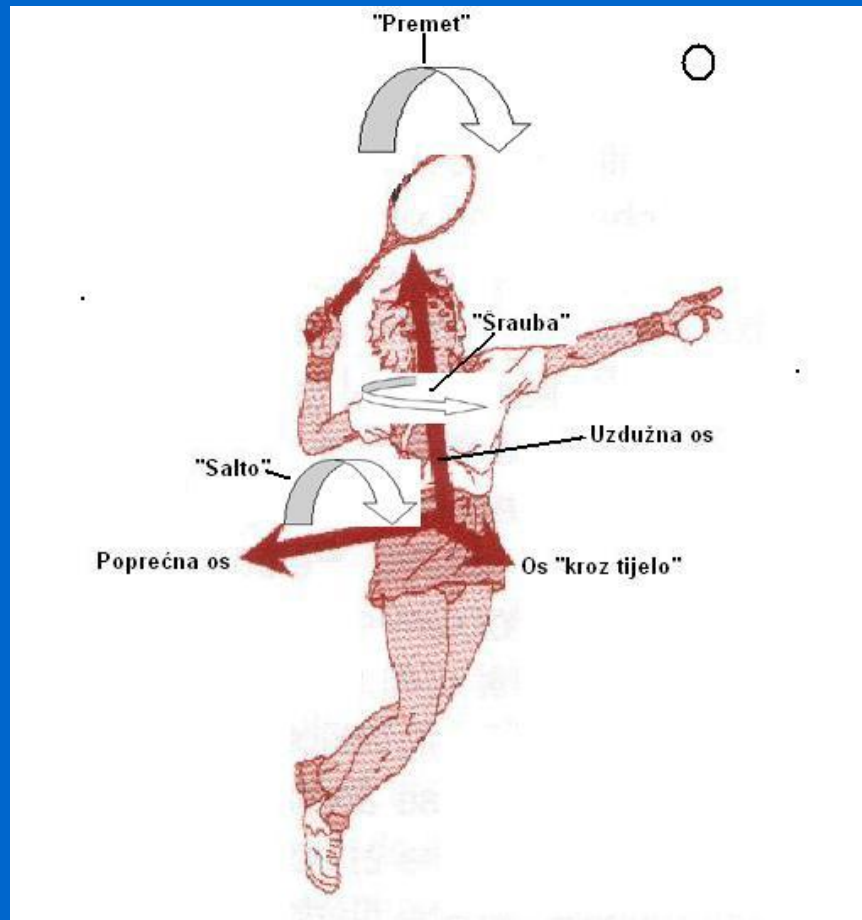
Linearni in kotni pospešek



Lopar se giblje pospešeno skozi udarec zaradi:

1. Vztrajnostni moment: $I = m \cdot r^2$
(m -masa, r^2 –razdalja mase od osi rotacije)
2. Moment: $L = I \cdot Q$
(I -vztrajnostni moment,
 Q -kotni pospešek)
(Schönborn, 1993)

Smeri pospešavanj



Povzeto po Zmajić, 2005.

E - Elastična energija

- Energija, ki je shranjena v mišicah se rezultira kot skozi krčenje mišic
- Če igralec upogne kolena in takoj zatem skoči, bo ustvaril več elastične energije, kot pa če bo v nizkem položaju ostal 2 sekundi
- Z vidika elastične energije, ni priporočljivo, da je odmor med zmahom in pospeševanjem loparja predlogo
- Trenerji bi morali igralce usmerjati k tekočim in neprekinjenim gibanjem.

Elastična energija

Tenis = šport z veliko kratkotrajnimi cikličnimi aktivnostmi (Reid, 2001)

- rotacija trupa in loparja (zamah)
- pripravljalno gibanje (fleksija kolena pri pripravljalnem poskoku)

Magnituda mišičnega raztezanja je približno 20%.

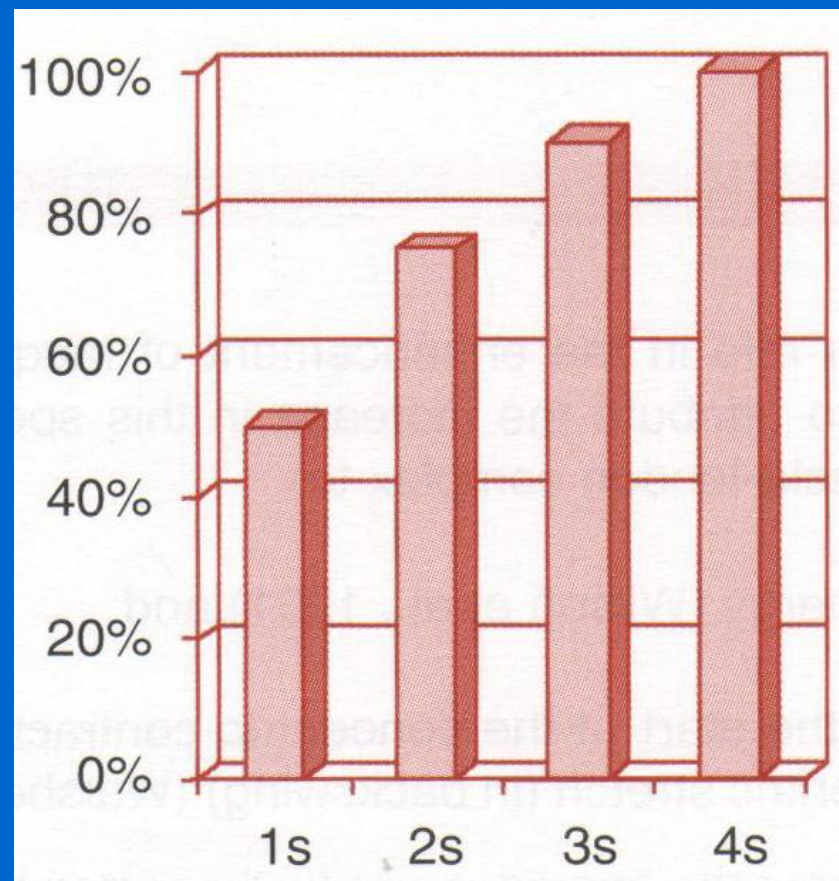
Hitrost raztezanja je hitra.

S tem pridobimo približno 10-20% dodatne hitrosti loparja (Elliot, 2001)

Ali je potrebna zgodnja priprava na udarec?

Pomen optimalnega raztezanja mišic

Pomen optimalnega raztezanja mišic je pomemben v pripravljalnem delu udarca. Optimalno predrazstezanje ali predekstenzija mišic, pomeni tekoče in neposredno raztezanje določene mišice ali mišične skupine, pri katerem pride do shranjevanja mehanske energije, ki se ob izvedbi udarca pridruži biokemični energiji mišic.



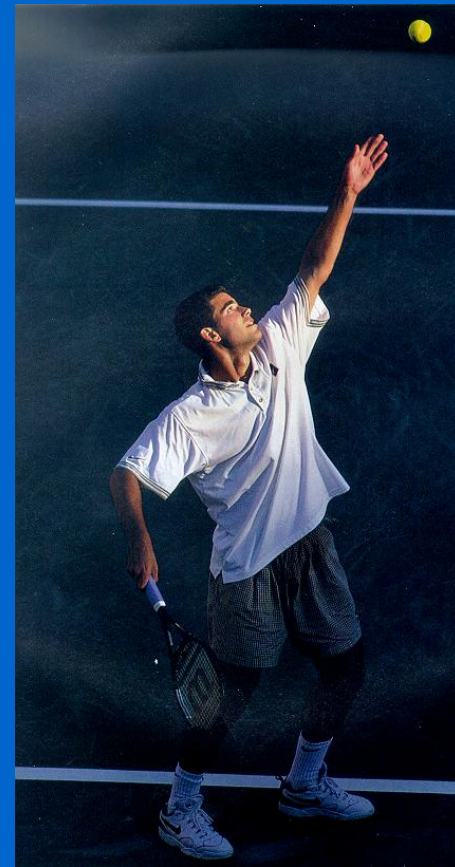
Pomen optimalnega raztezanja mišic

Pri tem je potrebno upoštevati določene pogoje:

- da gre za submaksimalno raztezanje
- da gre za raztezanje, pri katerem v zamahu pride do časovnega zamika, in sicer, pri gibanju od spodaj navzgor in od znotraj navzven
- da gre za raztezanje, pri kateri lopar lahko brez zaustavljanja pospešuje v smeri točke zadetka in tako zagotovi optimalno pospeševalno pot.

Uporaba predekstenzije mišic

- Pojavlja se pri servisu, forhendu, bekendu, smešu idr.
- Priprava na aktivni del udarca.
- Omogoča hiter in eksploziven začetek gibanja.



Pospešek in elastična energija

- Začetek udarca z gibanjem nog, ki potiskajo proti tlom
- Razvoj prednapetosti mišic trupa ob pripravi na udarec (pr. zasuk ramen pri forhendu)
- Razvoj takšne poti loparja, ki ustvarja pospešek skozi “loop” (Agassi) ali gibanje komolca nazaj in navzgor (Sampras)
(Tennis Canada).

C - Kinetična veriga

ali koordinacija delnih impulzov gibanja

“...telesni segmenti delujejo kot v verigo povezan sistem, kjer se sila, ki jo ustvari en del telesa, učinkovito prenese na drug del telesa”

(Groppel, 1984).



Koordinacija delnih impulzov gibanja

Na visoko hitrost loparja v točki zadetka pa vpliva tudi koordinirano delovanje mišic in mišičnih skupin, ki sodelujejo pri izvedbi udarca. Pri izvedbi udarca je potrebno in pomembno usklajeno delovanje mišičnih skupin, ki delujejo v smeri od spodaj navzgor, v smeri od zadaj naprej in v smeri od znotraj navzven. Če je delovanje časovno in mišično usklajeno, potem se to rezultira v visoki hitrosti loparja, v točki zadetka.



Koordinacija delnih impulzov gibanja

Na hitrost loparja v točki zadetka tako ne vpliva le delovanje mišic rok, pač pa delovanje mišic nog in trupa. Aktivni del izvedbe udarca se prične z gibanjem nog, nadaljuje z delovanjem mišic trupa in rok. V kolikor so gibanja med seboj povezana, potem lahko govorimo o optimalnem prenosu posameznih impulzov gibanja z enega telesnega segmenta na drugega in na koncu na lopar. Le na ta način, torej ob usklajenem delovanju celega telesa, lahko lopar, kot zadnji člen te verige, doseže maksimalno hitrost.

Potovanje impulza gibanja

- Od zgoraj navzdol in od spodaj navzgor.
- Gibanje na dol - priprava; gibanje na gor - udarec / vertikalna komponenta gibanja.
- Takšno gibanje je značilno za servis, forhend, bekend,

smeš



Sodelovanje posameznih mišičnih skupin

Forhend:

1. Gastroknemius
 2. Kvadriceps
 3. Gluteus
 4. Križne trebušne mišice
 5. Pectoralis
 6. Biceps
- Triceps (servis, bekend).



Gibanja pri servisu

UČINKOVIT SERVIS

=

Notranja rotacija nadlahti,
pronacija podlahti,
fleksija dlani

+

Ekstenzija podlahti

+

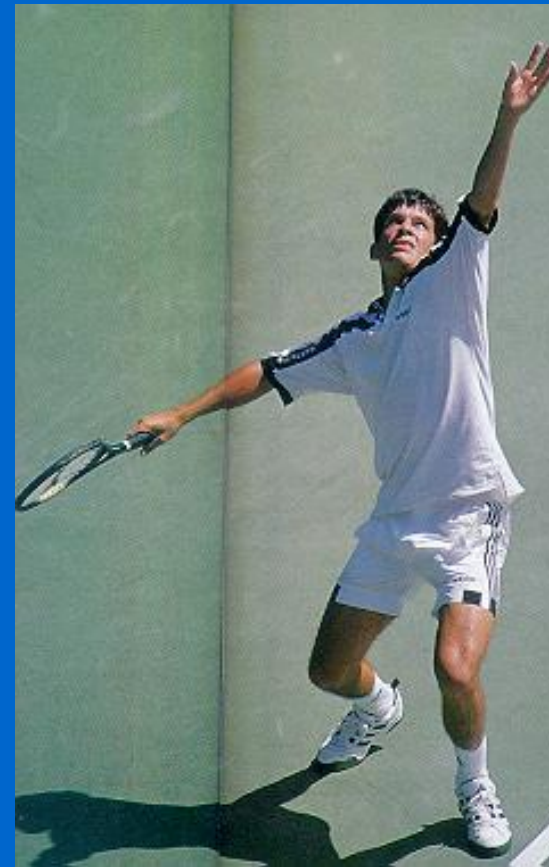
Elevacija nadlahti

+

Rotacija trupa

+

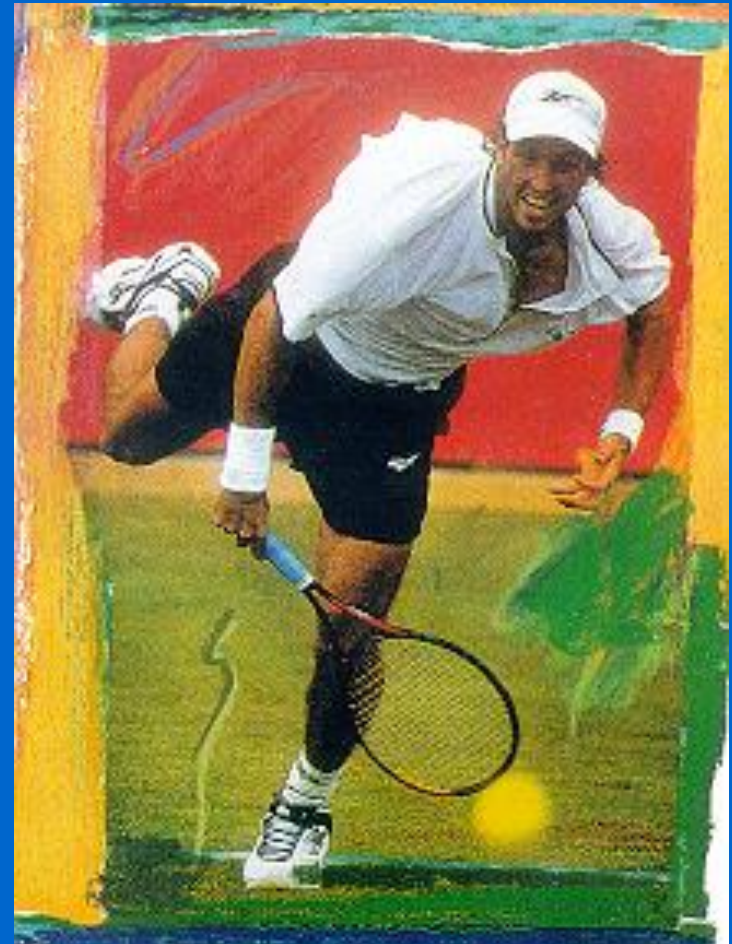
Gibanje nog (leg drive)



Reid, 2001.

Kinetična veriga

- Pravočasno delovanje in vključevanje posameznih mišičnih skupin v celotno gibanje.
- Začetek: večje mišične skupine; na koncu: manjše m.s.



-
-
- **Deli telesa**

Gibanja

noge



boki



trup



ramena



nadlaht



podlaht



dlan

fleksija/ekstenzija



rotacija



fleksija/ekstenzija



rotacija



rotacija



fleksija/ekstenzija
pronacija/supinacija



fleksija/ekstenzija

Gibanje telesnih segmentov

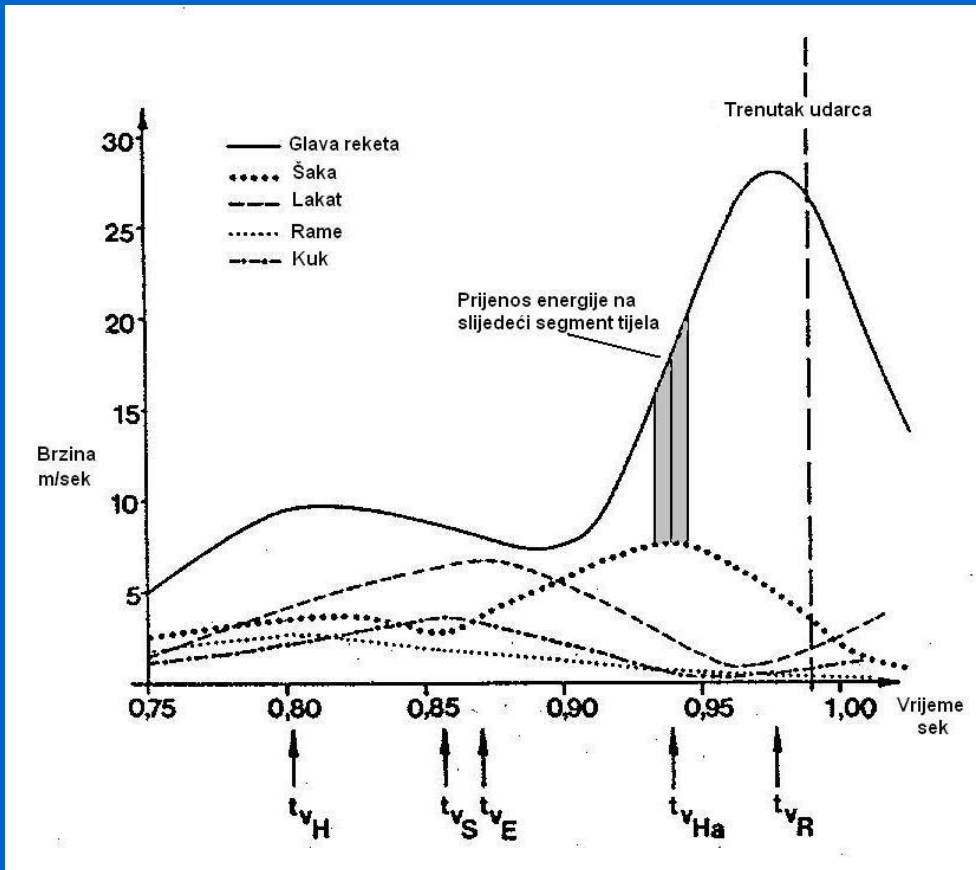
telesni segment

noge
↓
boki
↓
trup
↓
roka/rama
↓
komolec
↓
zapestje

biomehanski vidik

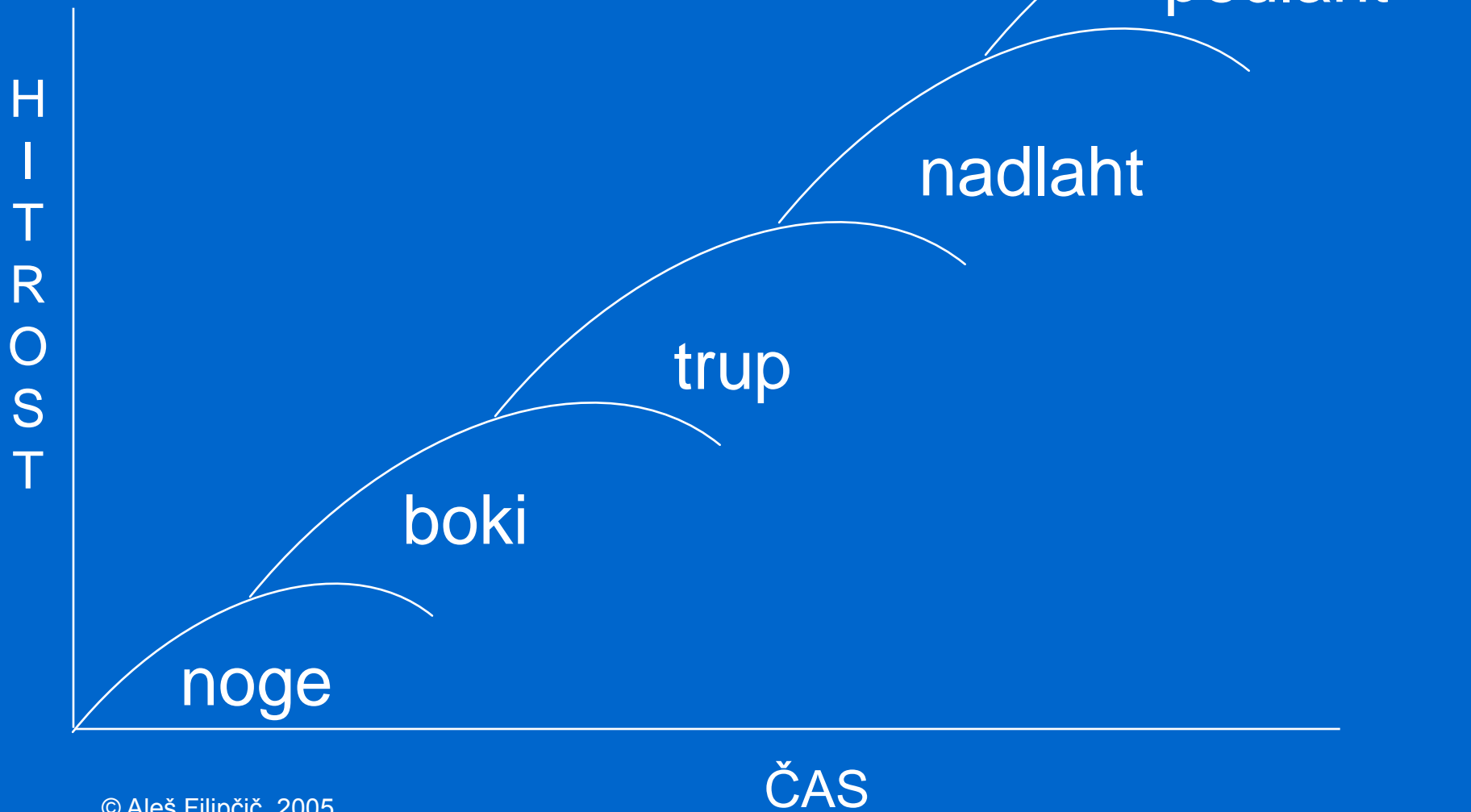
kolena (fleksija in ekstenzija)
↓
rotacija bokov
↓
rotacija trupa
↓
rotacija roke okrog ramena
↓
ekstenzija komolca – pronacija podlahti
↓
fleksija zapestja

Kinetična veriga



- t_{vH} - čas doseganja največje hitrosti boka
- t_{vS} - čas doseganja največje hitrosti ramena
- t_{vE} - čas doseganja največje hitrosti podlahti
- t_{vHa} - čas doseganja največje hitrosti dlani
- t_{vR} - čas doseganja največje hitrosti loparja

Učinek tekočih stopnic



Optimalna kinetična veriga pomeni optimalno tehniko

Omogoča:

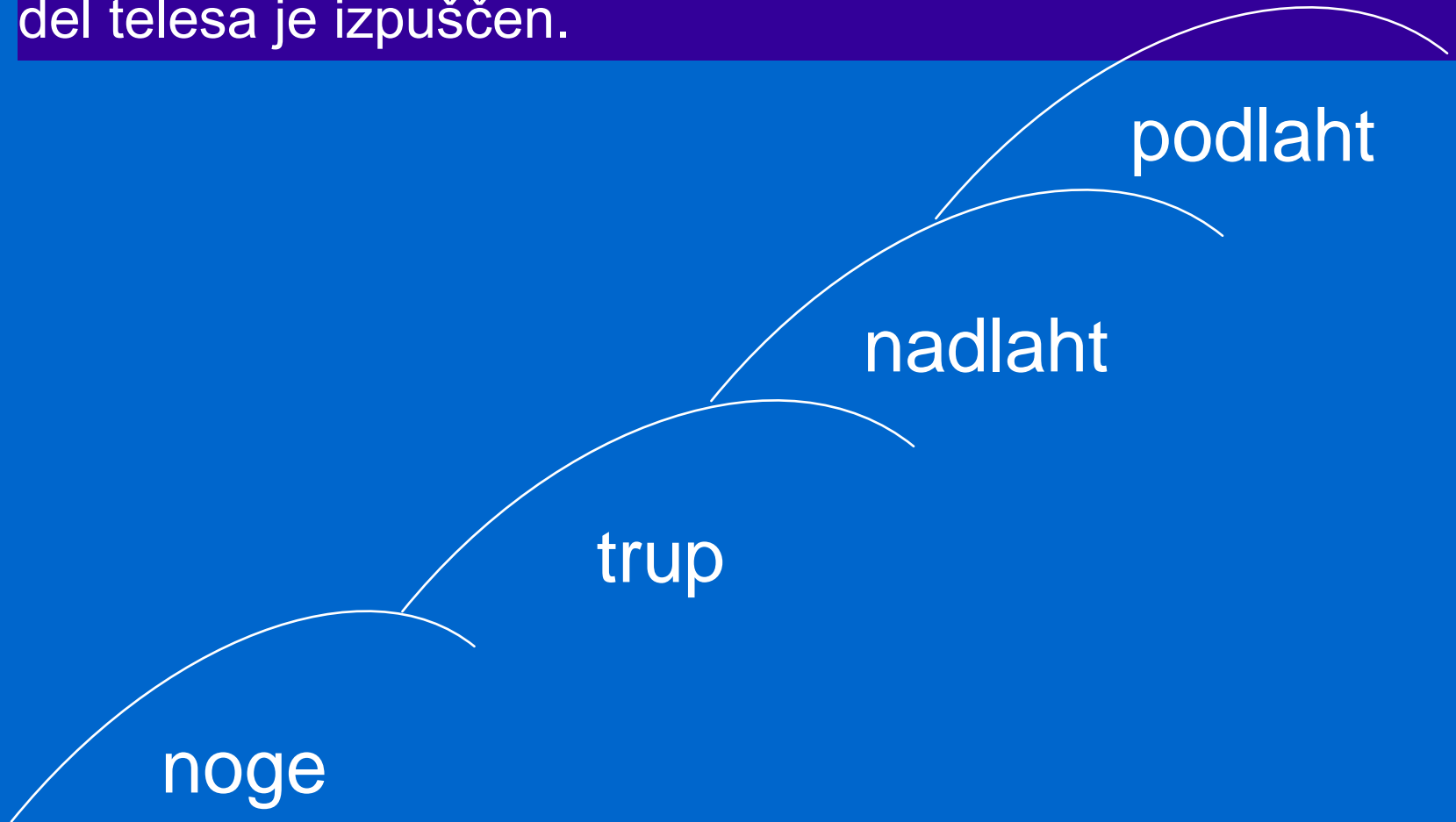
- maksimalno hitrost
- optimalno kontrolo
- racionalnost gibanja (kasnejšo utrujenost)
- preventivo pred poškodbami.

Optimalna kinetična veriga:

- aktivni del gibanja se začne od spodaj navzgor
- gibanje začnejo večje mišične skupine, nato nadaljujejo manjše
- gibanje je časovno usklajeno in progresivno.

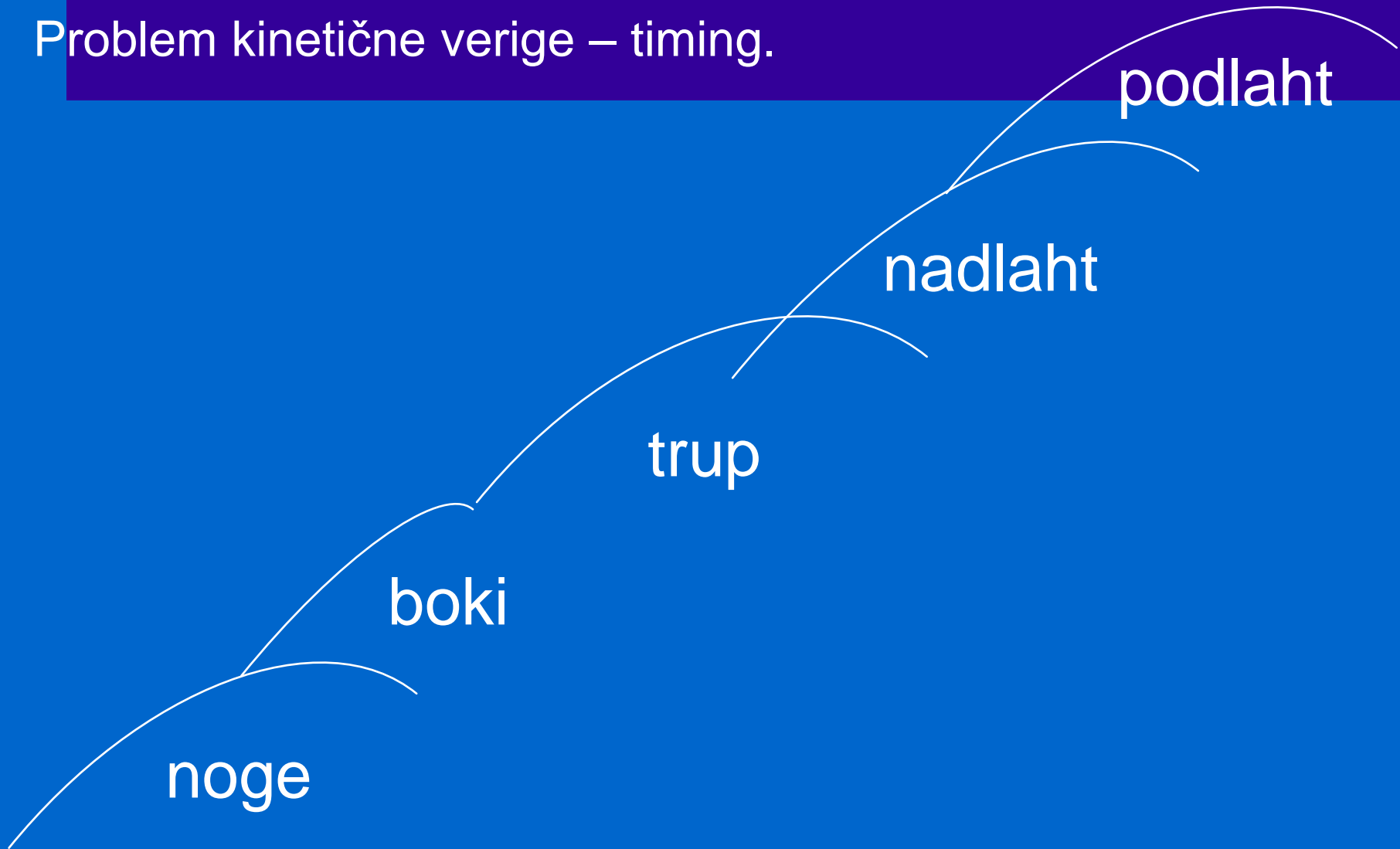


Problem kinetične verige –
en del telesa je izpuščen.



-
-
-

Problem kinetične verige – timing.

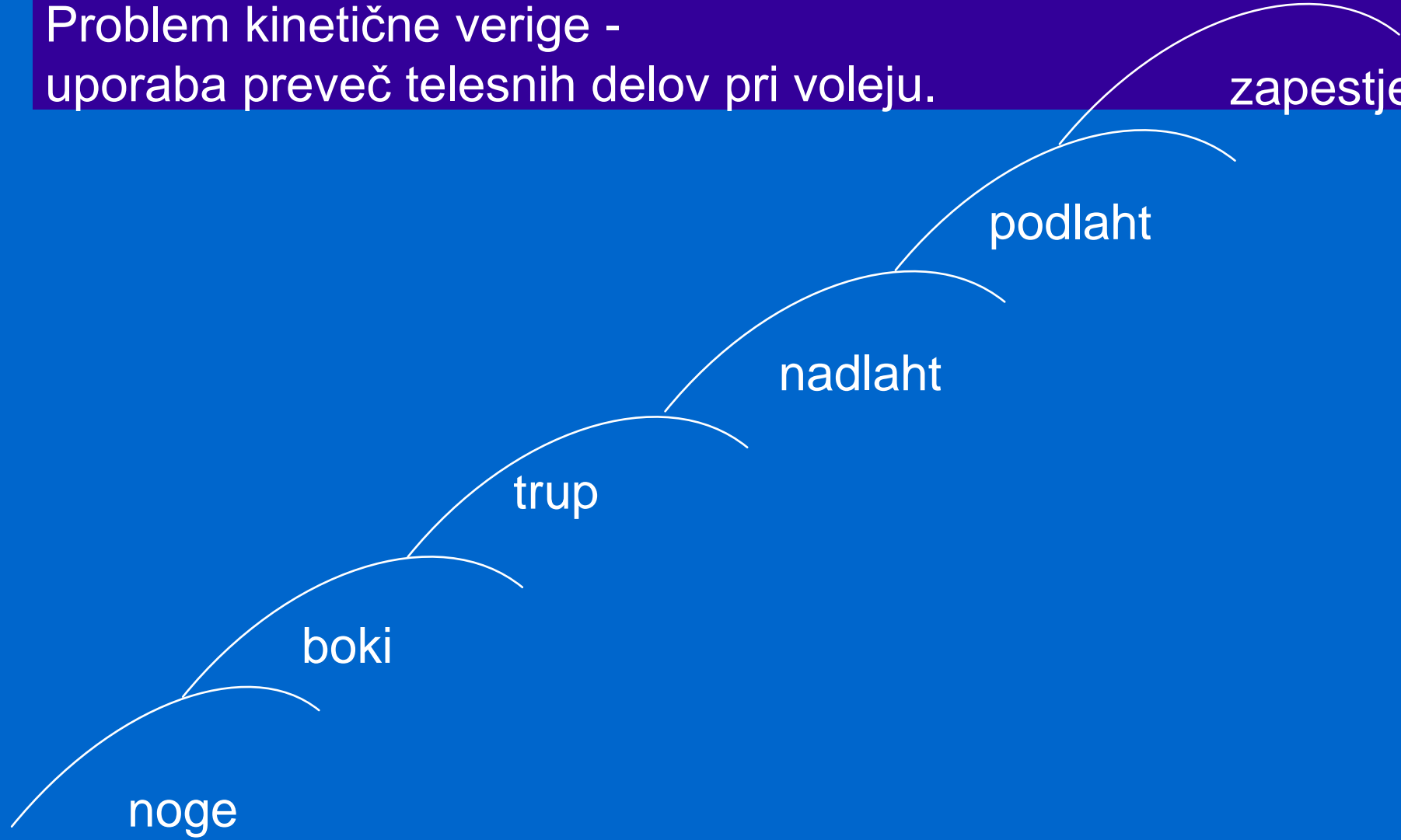


-
-
-

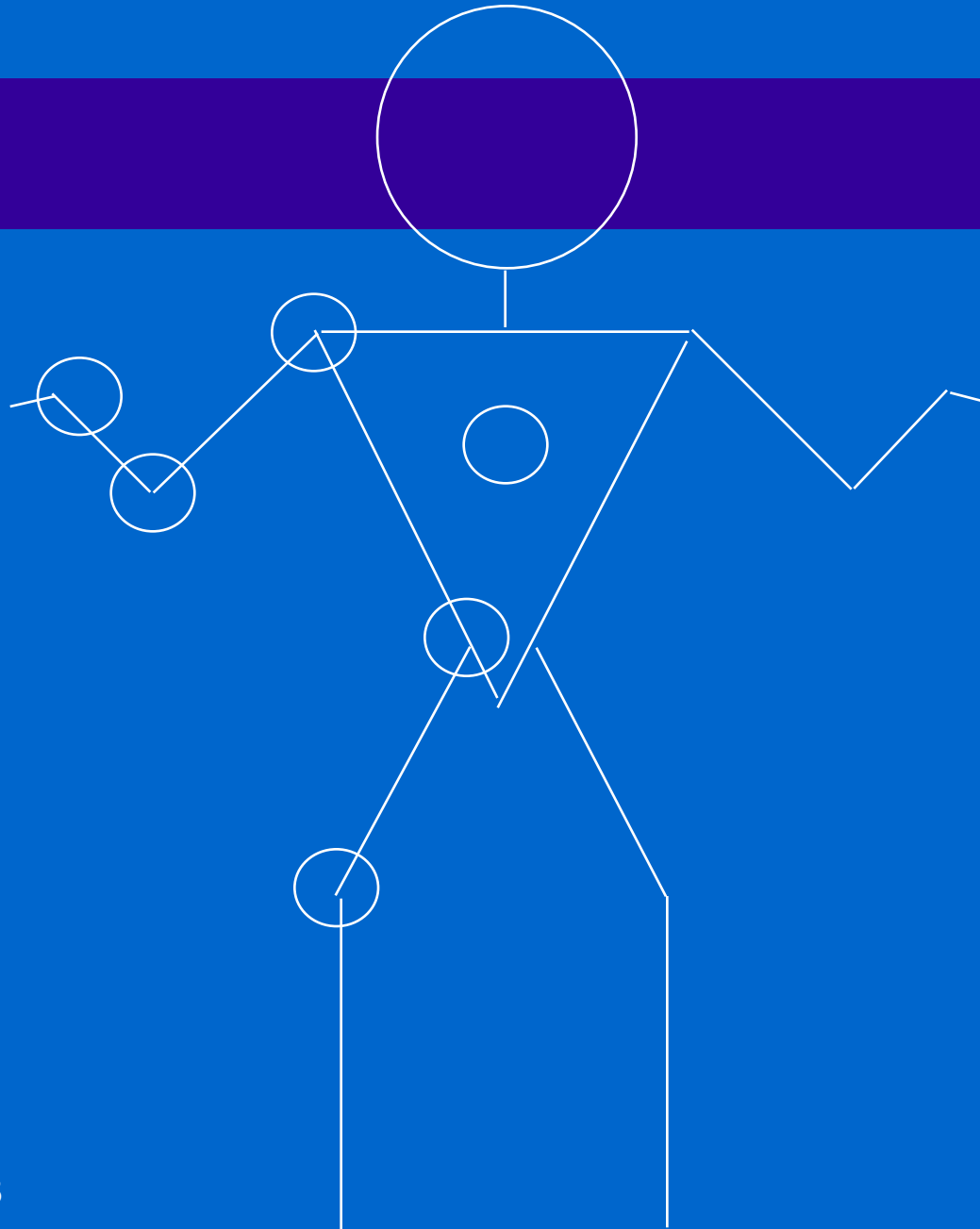
Problem kinetične verige –
neizkoriščanje posameznih delov telesa.



•
•
•
Problem kinetične verige -
uporaba preveč telesnih delov pri voleju.



-
-
-



3. KAJ JE OPTIMALNA TEHNIKA?

Optimalna tehnika je najbolj učinkovito razmerje med močjo in kontrolo pri izvedbi gibanja in udarcev z najmanjšo stopnjo tveganja, da pride do poškodbe.

Značilnosti:

1. učinkovitost
 2. enostavnost
 3. ekonomičnost
 4. variabilnost
- (Zmajić, 2005).

Optimalna teniška tehnika

Optimalna hitrost (moč) in kontrola udarcev ob minimalnem pojavu poškodb.



•
•
•

Odnos: biomehanika – tehnika - stil

BIOMEHANIKA



TEHNIKA



STIL

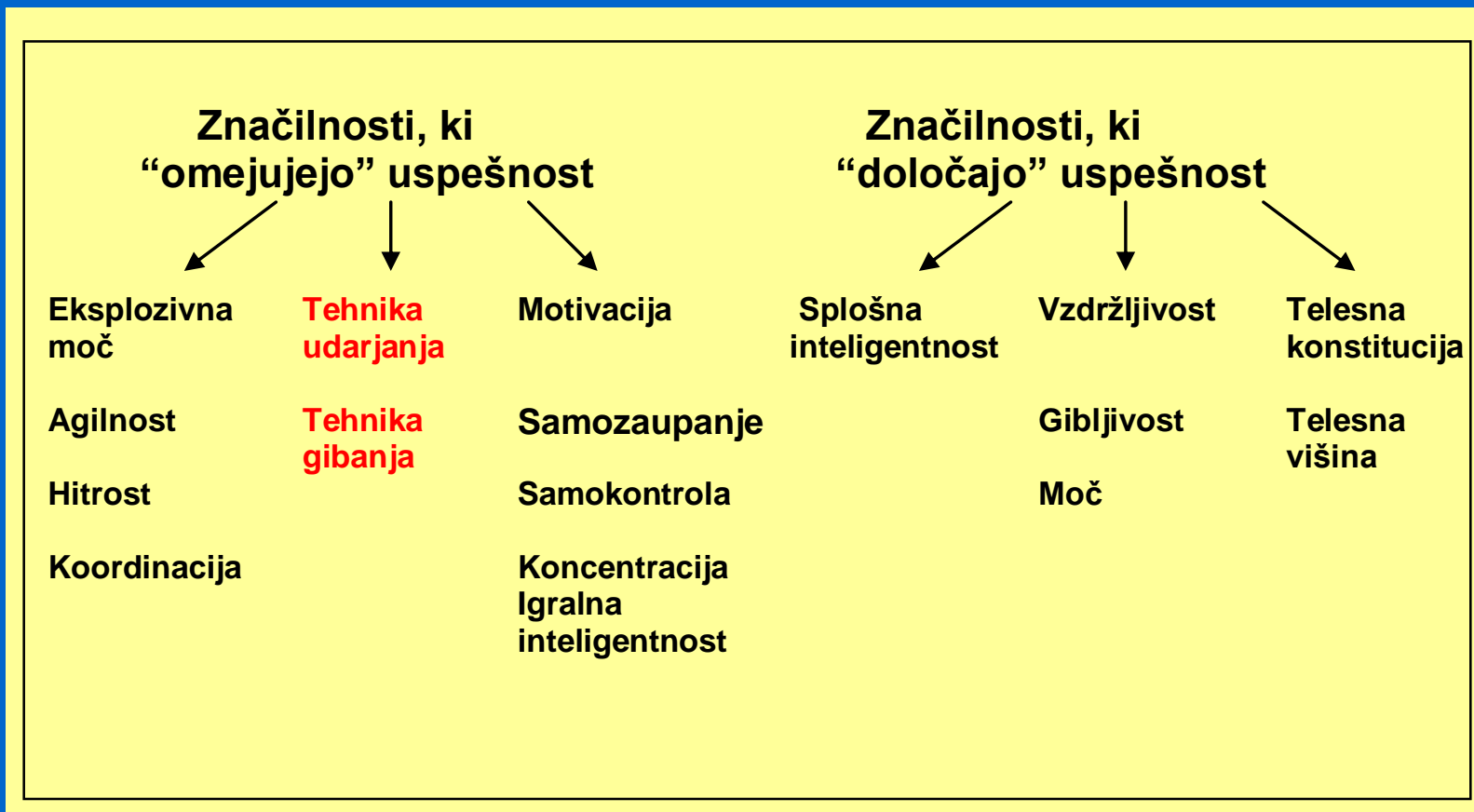
Teniška tehnika – definicija

Specifičen vrstni red gibanj in delov gibanja, ki ima cilj reševati različne situacije v športu (Zmajić, 2005).

Zakaj je pomembna?

- povezana je z gibanjem in modernim pristopom k učenju
- upošteva telesne, motorične, funkcionalne in fiziološke sposobnosti
- odvisna je od situacije v kateri se uporablja
- ni sama sebi namen ampak je sredstvo za doseganje cilja (Zmajić, 2005).

Teniška tehnika - značilnosti



Tehnična izvedba udarcev

- Ni vedno konstantna; v različnih igralnih situacijah igralci uporabljajo različne tehnične rešitve, ker se morajo prilagajati različnim pogojem izvedbe.
- To velja tudi, in predvsem, za vrhunske teniške igralce. Tehnične izvedbe udarcev igralcev so si pogosto zelo različne.
- Pri bolj natančni analizi ugotovimo, da so si posamezni deli gibanja podobni, drugi pa popolnoma različni.

Tehnična izvedba udarcev

- Očitno je, da obstajajo za izpeljavo določenega udarca v konkretni igralni situaciji taki deli gibanja, katerim se ne moremo odpovedati, kot tudi taki, ki jih lahko vseskozi spreminjamo. Tako se nam zastavlja vprašanje, kateri so ti deli gibanja, kakšni so in v kolikšni meri jih lahko spreminjajo. Nenazadnje nas zanima tudi, od katerih zunanjih pogojev je odvisna njihova izvedba (odgovor: funkcionalni princip – opis in analiza tehnike).
- Pri analizi teniške tehnike nam morfološki, biomehanski in mehanski principi ter morfološki služijo za presojo različnih gibanj v neki na novo pridobljeni tehniki gibanja. (Bornemann, 1993).



Stil

je individualna
uporaba
biomehanskih
principov
(Zmajić, 2005)



Stil

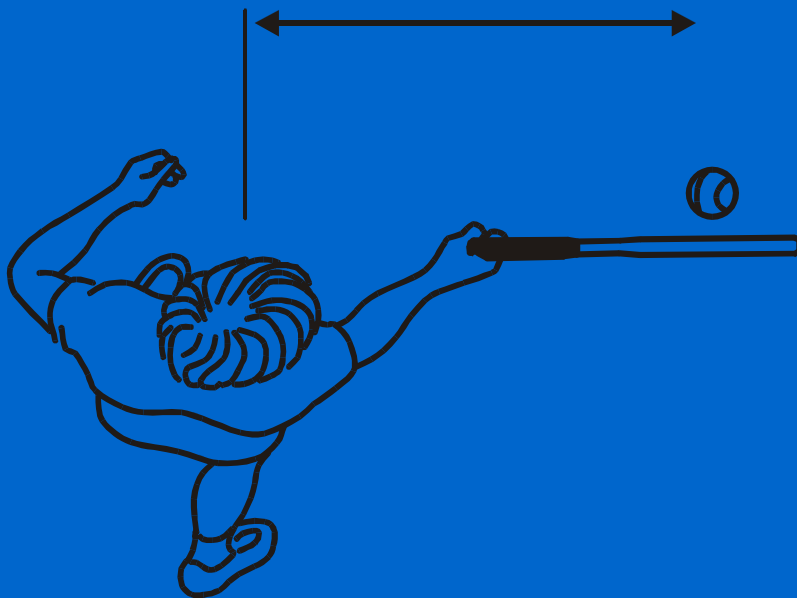


- Stil je v veliki meri pogojen z igralčevimi sposobnostmi, značilnostmi in lastnostmi (telesna konstitucija, moč, hitrost, temperament idr.).
- To je potrebno upoštevati pri učenju in treniranju tenisa (prepoznavanje individualnih značilnosti tehnike).
- Trener mora dopustiti možnost, da si igralec prilagodi tehniko svojim zmožnostim.

Temeljno gibanje

- Najprej moramo izločiti tisto gibanje, ki je nujno potrebno v določenih pogojih izvedbe in pri določenem cilju gibanja.
- Za dosego cilja (dolga žoga na zadnjo črto) mora igralec zadostiti določenim pogojem in zahtevam, in sicer (Schönborn, 1999).:
 - hitrost loparja skozi točko zadetka mora biti visoka
 - zaradi visoke hitrosti mora žogo udariti tako, da ima le-ta poudarjeno rotacijo naprej (spin), v nasprotnem primeru bo žoga končala izven igrišča
 - žogo mora zadeti v primerni višini in oddaljenosti od telesa, kajti le v tem primeru bo žoga imela željeno smer.

Temeljno gibanje



Večina teniških udarcev ima podobno zaporedje gibanj, ki si sledijo v določenem vrstnem redu.

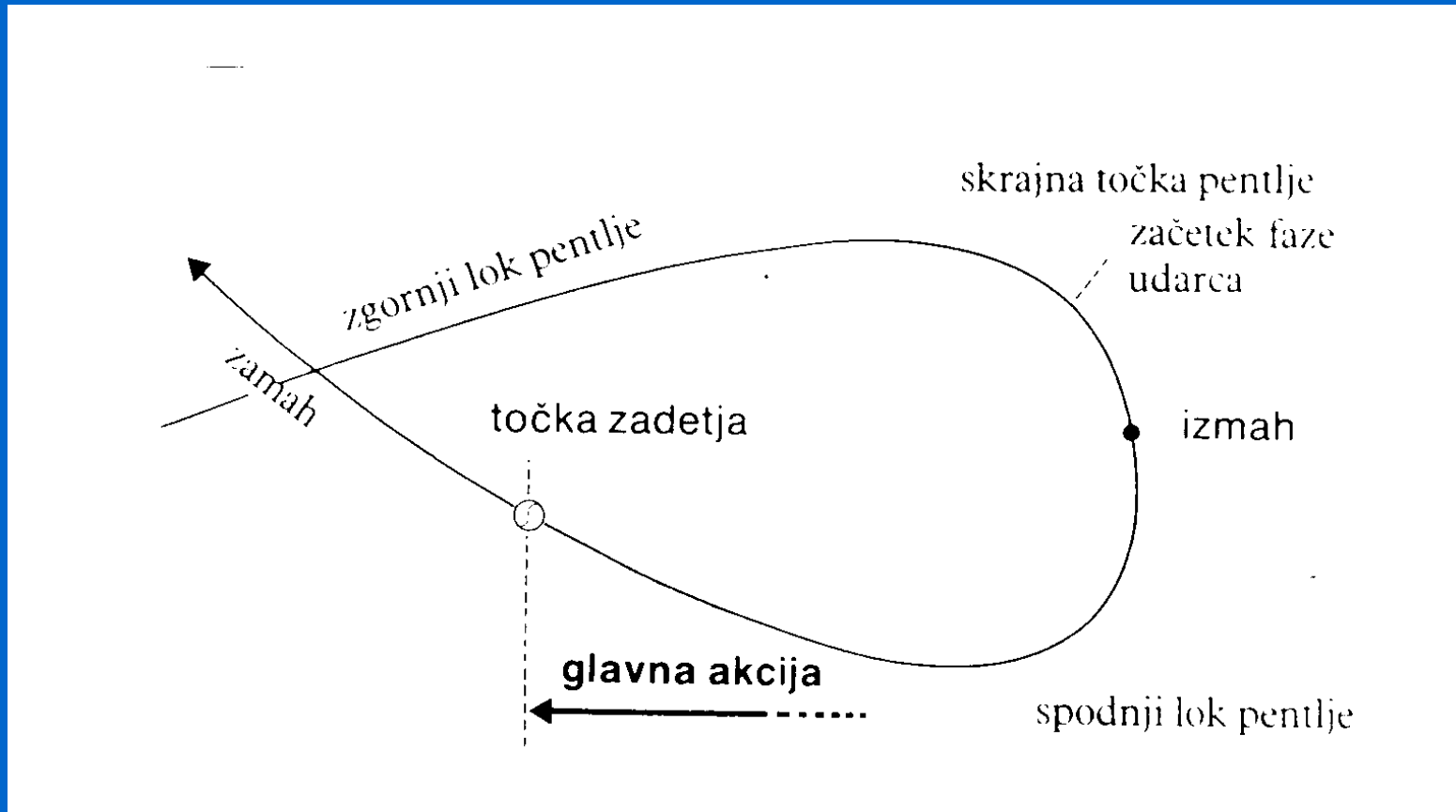
Vsak udarec se v tehničnem smislu sicer nekoliko loči od drugega. Pa vendar lahko govorimo o nekaterih skupnih delih udarca.

Deli udarca

Deli udarca (pr. forhenda) so:

- pripravljalni poskok in začetni položaj
- zasuk ramen, s prijemom, optimalnim za izvedbo udarca, gibanje k žogi in ustrezna postavitvev
- dokončanje zamaha, pospeševanje proti točki udarca, prenos teže v udarec (poteka skozi celoten udarec) in točka zadetka
- izmah
- vračanje v optimalni položaj za izvedbo naslednjega udarca (Bornemann, 1993).

Deli udarca



Temeljne faze udarca

- priprava in zamah
 - spremljanje žoge
 - gibanje k žogi
- pospeševanje (ang. forward swing)
- točka zadetka
- izmah

Priprava in zamah

Spremljanje žoge

- spremljanje in ocena leta žoge
- gibanje proti žogi (vključno z “recovery steps”)
- pripravljalni poskok
- nizko težišče telesa
- inercija

Gibanje proti žogi

- delo nog
- priprava telesa:
 - torzija “prednapetost”
 - nasprotna sila na podlago (ang. ground reaction force)
 - priprava “velikih” mišičnih skupin

Zamahi in hitrost loparja

Dolžina zamaha zvišuje hitrost loparja v točki zadetka.
Dolžina zamaha mora biti optimalna:

Udarec	Tradicionalna navodila trenerjev	Moderna učna navodila
Forhend	“usmerjen v zadnjo mrežo”	“45 st. za hrbtom”
Bekend	“usmerjen v zadnjo mrežo”	1R: “vzporedno s hrbtom” 2R: “malo za hrbtom”
Servis	“popraskaj” se po hrbtu	“Za in proč od hrbta”

Pospeševanje in točka zadetka

Pospeševanje:

- ravnotežje: dinamično/statično
- kinetična veriga
- pospešek (linearni in kotni)
- timing in ritem.

Točka zadetka:

- kontrola položaja loparja (naklon)
- timing in ritem
- ravnotežje (glava, ramena, trup).

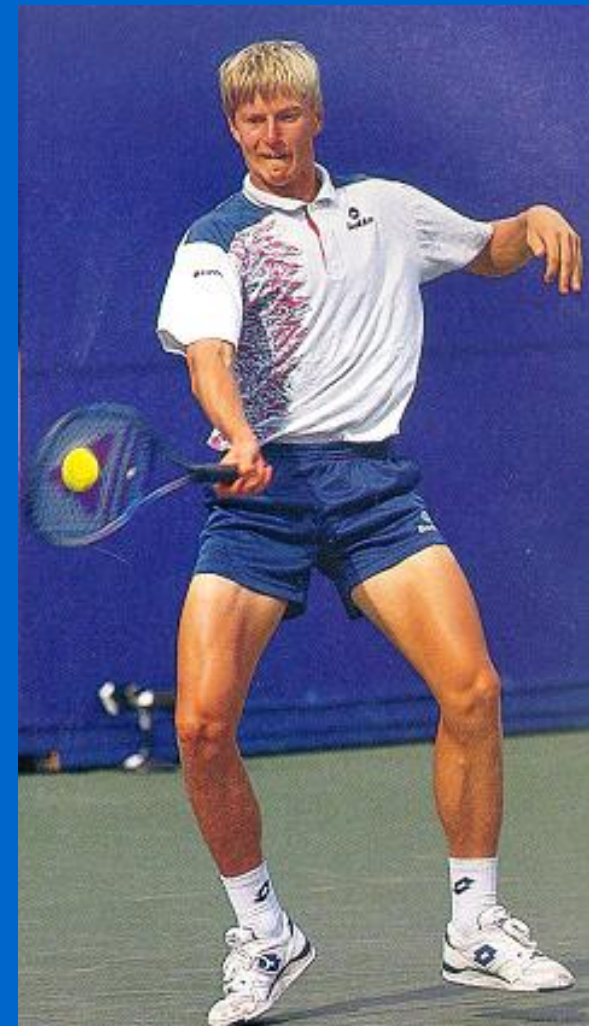
Pomen optimalne točke zadetka

Če želimo žogo udariti z določeno hitrostjo, pod določenim kotom in z določeno rotacijo, potem mora biti žoga zadeta optimalno. To pomeni, da mora biti v točki zadetka lopar v primernem položaju in prijem dovolj čvrst. Primeren položaj loparja določajo oddaljenost točke zadetka:

- od tal
- od telesa (ramena igralne roke)
- oddaljenost z vidika spredaj oz. zadaj – pred in za telesom.

Optimalnost prijema

- Povezava točke zadetka in prijema.
- Priporočljivi prijemi za posamezne udarce.
- Odstopanja in razlogi za to.



Pomen prijema

- prijem predstavlja vez med telesom in loparjem in določa optimalno točko zadetka
- prijem določa položaj loparja:
 - oddaljenost od telesa (pred, ob telesu)
 - oddaljenost od tal
 - kot loparja (odprt, zaprt)
 - kot loparja glede na podlaht
- prijem določa izmah in linijo loparja skozi točko zadetka (pr. forhend, ekstremni prijem).

Vrste prijemov

- kontinentalni (nevtralni, srednji, kladivo) prijem
- polkontinentalni prijem
- vzhodni forhend prijem
- (pol) zahodni forhend prijem
- zahodni forhend prijem
- bekend prijem (enoročni)
- ekstremni bekend prijem (enoročni)
- dvoročni prijemi za bekend:
 - kontinentalni + forhend
 - bekend + forhend
 - forhend + forhend.

-
-
-

Kontinentalni prijem



-
-
-

Polkontinentalni prijem



-
-
-

Vzhodni forhend prijem



-
-
-

Zahodni forhend prijem



-
-
-

Bekend prijem - enoročni



⋮
⋮
⋮

Ekstremni bekend prijem - enoročni



Dvoročni bekend prijem 1



D – kontinentalni
L - forhend

Dvoroční bekend příjem 2



D – bekend
L - forhend

Dvoročni bekend prijem 3



D – forhend
L - forhend

Uporaba prijemov - osnovni udarci

- Servis ravni - kontinentalni (polkontinentalni)
- Volej forhend - kontinentalni (polkontinentalni)
- Volej bekend - kontinentalni
- Forhend ravni - vzhodni forhend
- Bekend ravni - bekend
- Dvoročni bekend - kontinentalni (desna), forhend (leva)
- Smeš - kontinentalni.

-
-
-

Uporaba prijemov - ostali udarci

- Servis spin, slajz - bekend prijem
- Forhend spin - (pol)zahodni forhend, (zahodni)
- Bekend spin (eno) - bekend (ekstremni bekend)
- Bekend spin (dvo) - kontinentalni (desna), forhend (leva)
- Bekend slajz - kontinentalni
- Bekend smeš - bekend (kontinentalni)
- Polvolej, štop volej, skrajšana žoga - ne ekstremni prijem.

Pomen optimalne poti pospeševanja

Če dosežemo pri izvedbi udarca v točki zadetka visoko hitrost, potem gre prav gotovo za optimalno pot pospeševanja. Pri tem je potrebno upoštevati raven mišične moči in sposobnosti koordinacije izvedbe. Gibanje loparja v pospeševanju mora biti tekoče, obseg in ritem udarca pa usklajena. Na hitrost udarjene žoge v veliki meri vpliva tudi točnost zadetka. Linija loparja v pospeševanju je v določenih delih ravna, v določenih delih pa polkrožna.

Optimalnost položajev in gibanja posameznih segmentov telesa in telesa pri udarcu

Položaj:

- Telesa ob udarcu
- Ramen ob udarcu
- Postavitev nog
- Gibanje telesa
- Gibanje bokov in ramen
- Gibanje roke in dlani.



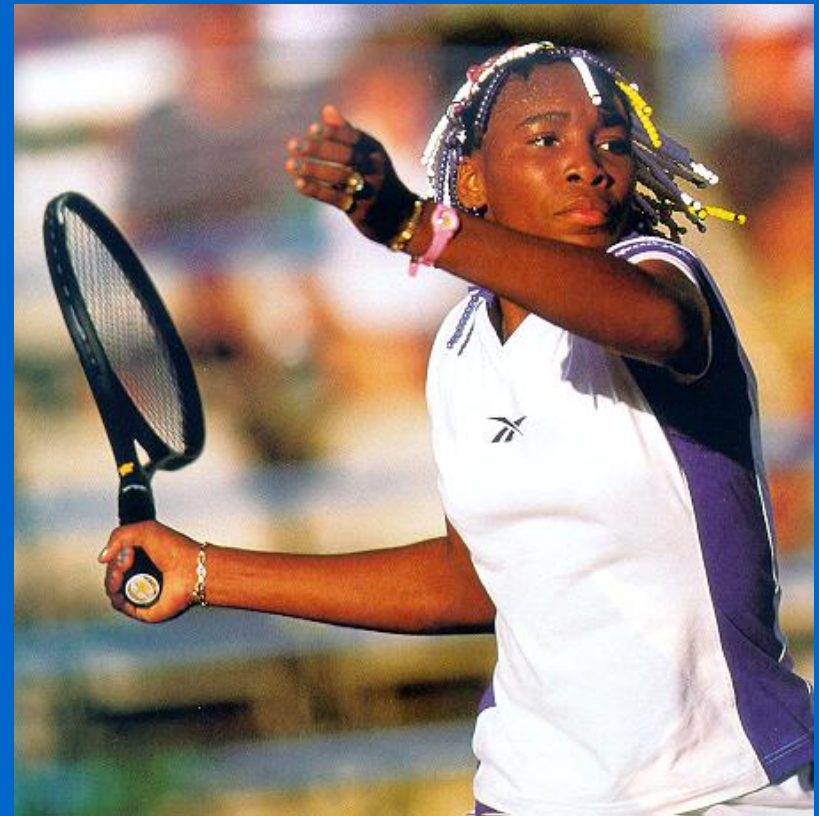
Mišično delovanje – vpliv?

- Ni dokazane statistično značilne povezave med močjo in hitrostjo serviranja (Ellenbecker, 1989).
- Statistično značilno povečanje hitrosti loparja po programu za razvoj moči (Kleinoder, 1990).



Pogoji za izvedbo rotacije

- rotacija trupa (diagonalen prenos energije)
- stabilnost trupa
- moč in stabilnost ramena.



Rotacija in pospeševanje

- Rotacija telesa ali posameznih delov - horizontalna komponenta gibanja.
- Prehitevanje in dohitevanje posameznih segmentov telesa - princip metalca diska.



Izmah

- ravnotežje:
 - glava
 - ramena
 - trup
- kontrola gibanja loparja v izmahu.

Dopolnilna gibanja

- Obstaja vrsta dopolnilnih gibanj, ki so smiselna in smotrna, vendar nimajo natančno predpisane oblike (pr. zamah pri forhendu, štiri možni načini, izbira?)
- Za dopolnilna gibanja torej velja, da njihova oblika ni natančno določena, in da jih igralci ne izvajajo pri izvedbi vseh udarcev, pač pa so v veliki meri odvisni od pogojev, v katerih igralec izvaja udarec ter od cilja, ki ga želi doseči z udarcem (Schönborn, 1999).

Možna odstopanja

- Izkušeni trenerji pri opazovanju igralcev lahko hitro in brez težav ocenijo, kaj je pri izvedbi udarca dobro in kaj slabo.
- Pri opazovanju igralcev in analizi teniške tehnike je najprej potrebno določiti, kaj je temeljno gibanje in kaj dopolnilno.
- Če igralčeva izvedba udarca bistveno odstopa v temeljnem gibanju, potem to zagotovo vodi v napačne izvedbe. Pri analizi dopolnilnih gibanj pa stvar ni tako jasna in enostavna (pr. zamah, izmah).
- Vsekakor pa je pri analizi igralčeve tehnike potrebna analiza, ki upošteva vse našete principe, ter tudi učinkovitost določenega udarca v igri.

4. GIBANJE ŽOGE IN LOPARJA

Na let žoge odločilno vplivajo:

- izletna hitrost (počasna, hitra)
- smer izleta (visoko, nizko, levo, desno)
- rotacija žoge (naprej (spin), nazaj (chop), stransko (slajz))
- zračni upor žoge
- težnost.

Obnašanje žoge pri odskoku je posledica/rezultat:

- hitrosti žoge
- kota doskoka žoge
- rotacije žoge
- podlage (pesek, trava, umetna masa idr.).



Točka zadetka in let žoge

Obstajata dva načina zadetka žoge:

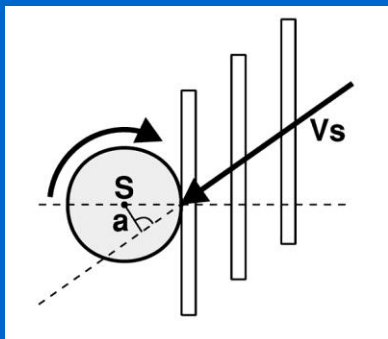
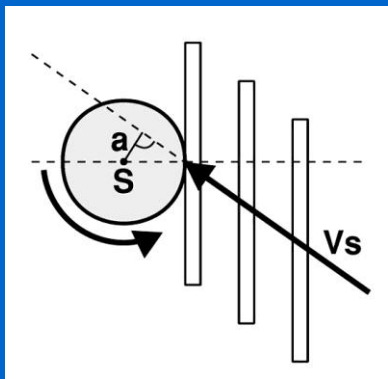
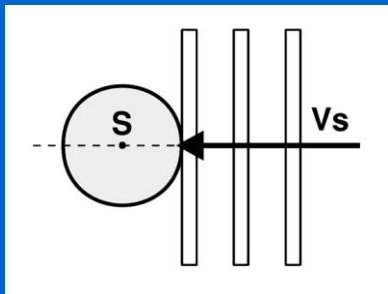
- lopar žogo zadene centrično
- lopar žogo zadene ekscentrično .



Za lažje razumevanje

- S - težišče žoge
- V_s – hitrost loparja
- V_1 – hitrost žoge pred doskokom
- V_2 – hitrost žoge po odskoku
- V_b – hitrost žoge po točki zadetka
- a- razdalja med impulzom udarca in težiščem žoge
- u: hitrost rotacije žoge po točki zadetka
- u_1 : hitrost rotacije žoge pred doskokom
- u_2 : hitrost rotacije žoge po odskoku
- @ - kot prihajajoče žoge na loparju oziroma tleh (stranski pogled)
- β - kot odhajajoče žoge z loparja oziroma s tal (stranski pogled)
- μ : kot odhajajoče žoge z loparja (pogled od zgoraj)
- P: impulz
- P_x : vodoravni del impulza
- P_y : navpični del impulza
- Q: Magnusova sila rotirajoče se žoge
- L: relativni zračni tok

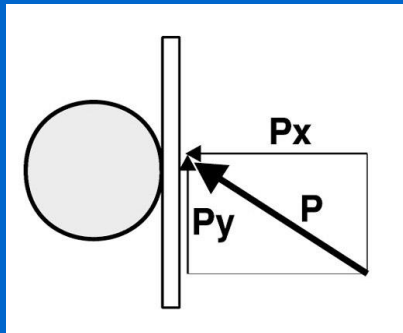
Točka zadetka



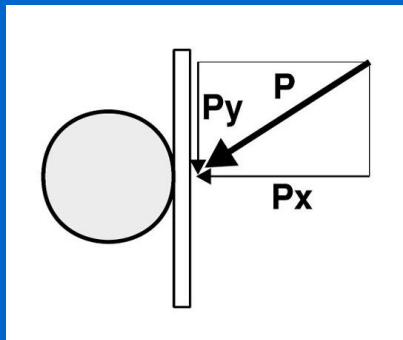
05

- lopar pospešeno potuje proti leteči žogi. srečanje žoge z loparjem je sunek, pri katerem nastane nihanje v loparju in roki. pri prenosu hitrosti na žogo pride do sprememb oblike žoge in napetosti loparja kot posledica elastičnosti žoge, strun in loparja (večja hitrost loparja = večja sprememba oblike žoge in deformacija strun). Žoga se potem giblje v nasprotni smeri. obstajajo tri različne možnosti, kako zadenemo žogo z loparjem:
- naravnost - brez poudarjene rotacije (ravno)
- od spodaj – spin rotacija
- od zgoraj – slajz rotacija.

Točka zadetka in let žoge



spin

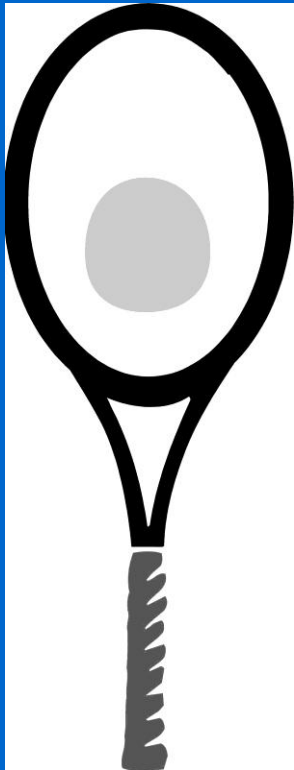


slajz

Prikaz spin in slajz rotacije:

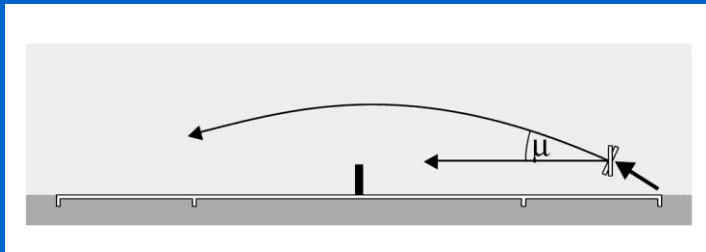
- Žogo lopar zadene ekscentrično, kar pomeni, da impulz udarca ni več usmerjen v težišče žoge. Pri tem se del energije loparja spremeni v gibalno energijo žoge, drugi del pa preide v rotacijsko energijo in povzroči s tem rotacijo žoge okoli svoje osi. Medtem, ko je navpičen delež impulza (P_y), določa količino rotacije, je hitrost žoge odvisna od vodoravnega deleža (P_x).
- To pomeni, pri enaki hitrosti loparja skozi točko udarca, da je rotacija žoge toliko večja in hitrost žoge toliko manjša, kolikor je gibanje loparja bolj strmo navzgor. Praviloma je delež impulza P_x večji od deleža impulza P_y (Bornemann, 1993).

Točka zadetka

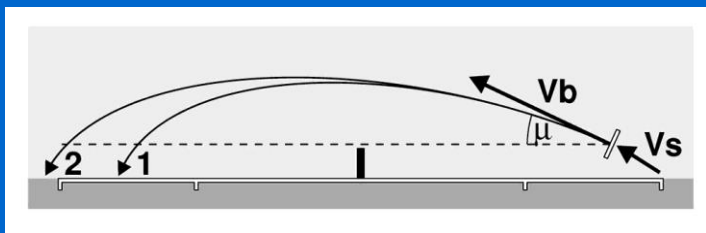


Hitrost izleta žoge uravnavamo s pospeševanjem in s smerjo loparja pred in v pospeševanju. Pri tem je potrebno zagotoviti, da v točki udarca lopar držimo trdno, zapestje je čvrsto in žogo zadenemo v optimalni točki zadetka - sweet spot. V kolikor ti pogoji niso izpolnjeni, se izletna hitrost zmanjša. Optimalna točka zadetka ni enako kot geometrično središče udarne površine loparja (Bornemann, 1993).

Točka zadetka in let žoge



Možne smeri odboja žoge pri različnem naklonu loparja (visoko, nizko).

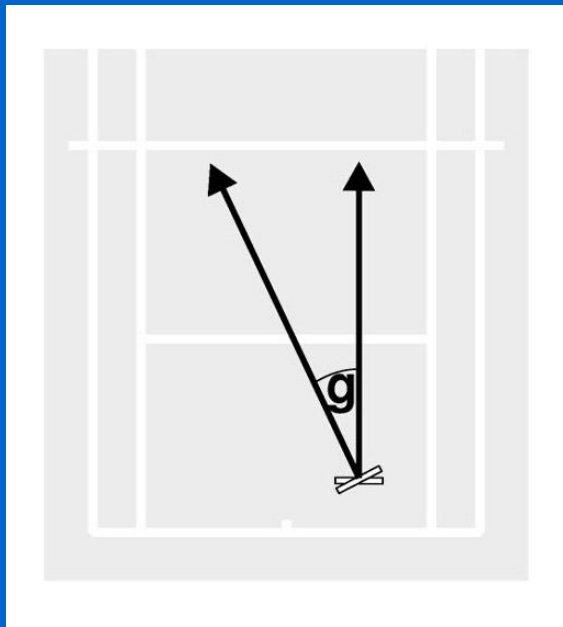


Krivulja leta žoge brez poudarjene rotacije.

Smer impulza udarca kaže takrat točno proti težišču žoge. Žoga zapusti udarno površino pravokotno. Njena pot leta je balistična krivulja. Do odstopanj od idealne parabole leta, pride zaradi upora zraka. Krajša je pot leta, manjše je odstopanje in obratno (slika 1).

Opazovanje igre kaže, da igralci največ udarcev izvedejo v višini bokov – v višini enega metra. Da lahko udarimo žogo brez rotacije v tej višini čez mrežo, bi morala biti udarna površina loparja nekoliko odprta (slika 2). Kako velik mora biti naklon loparja v točki zadetka, je odvisno od željene dolžine leta in hitrosti izleta.

Točka zadetka in smer

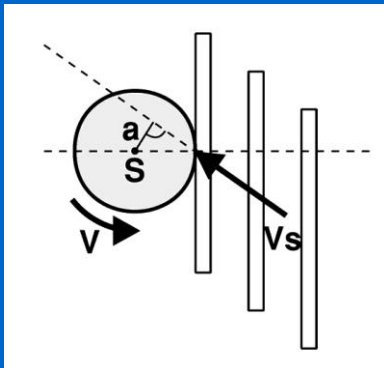


Smer izleta žoge je označena s kotom izleta k ravnini prostora in k stranskim linijam.

Na smer izleta vplivajo:

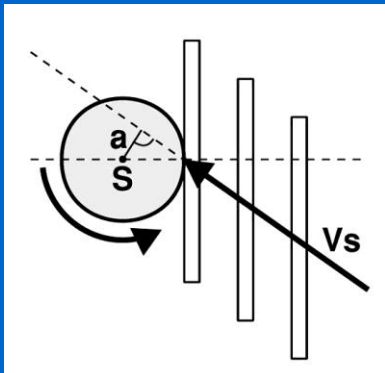
- smer gibanja loparja (naprej, navzdol, desno, levo)
- naklon loparja v točki udarca
- hitrosti, smeri in rotacija prihajajoče žoge.

Spin – rotacija žoge naprej



Različna kota in hitrosti loparja pri spin udarcu:

- 1 – srednja hitrost in manjši kot poti loparja (položnejša pot);
- 2 – visoka hitrost loparja in večji kot (bolj strma pot loparja).



- Pri tem udarcu je gibanje loparja od spodaj navzgor in od zadaj naprej proti žogi.
- Lopar je pri tem gibanju v točki zadetka navpično.
- Smer impulza udarca ne kaže proti središču žoge, ampak mimo.
- Tako ima žoga poleg horizontalne hitrosti tudi rotacijo naprej.
- Količina rotacije je odvisna od hitrosti in smeri gibanja loparja skozi točko zadetka.
- Gibanje je lahko položnejše ali bolj strmo.

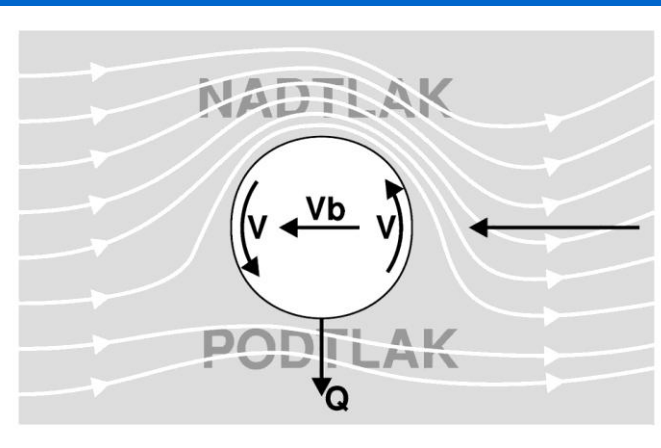
Učinek rotacije na let žoge

Pri rotaciji žoge naprej zaradi upora zraka pride na spodnji strani žoge do povečanja hitrosti celotnega toka (ista smer toka), na zgornji strani pa do zmanjšanja (nasprotna smer toka). Tako nastane na zgornji strani na področju majhne hitrosti toka povišanje pritiska, na spodnji strani pa temu primerno znižanje pritiska (Bernoulli). Ta razlika pritiska učinkovito deluje kot sila, ki je usmerjena navzdol. Velikost moči sile (Q) je odvisna od hitrosti žoge in rotacije.

V primerjavi z letom žoge brez rotacije je pot leta žoge pri istem kotu izleta krajša.

Da bi dosegli isto dolžino leta žoge, kot pri udarcu brez rotacije, morajo biti kot in hitrost udarca večja.

Doskok žoge na tla je bolj strm, kot pri žogi brez rotacije (Bornemann, 1993).



Razmerje tlakov pri letu žoge z rotacijo žoge naprej.

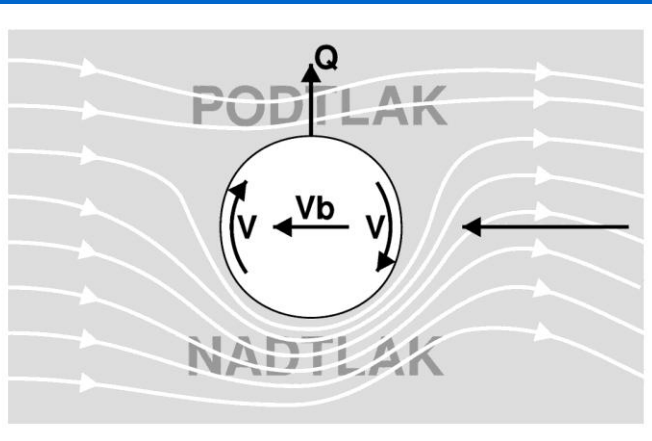
Učinek rotacije na let žoge

V primerjavi z udarcem z rotacijo naprej se pri tem razmere tokov spremenijo. Kot posledica tega deluje sila, ki je usmerjena navzgor. Delovanje sile vpliva na let žoge:

V primerjavi z žogo brez rotacije ali rotacijo naprej, se dolžina leta pri istem kotu izleta podaljša. Tako lahko dosežemo večje dolžine leta žoge z zmanjšano uporabo moči.

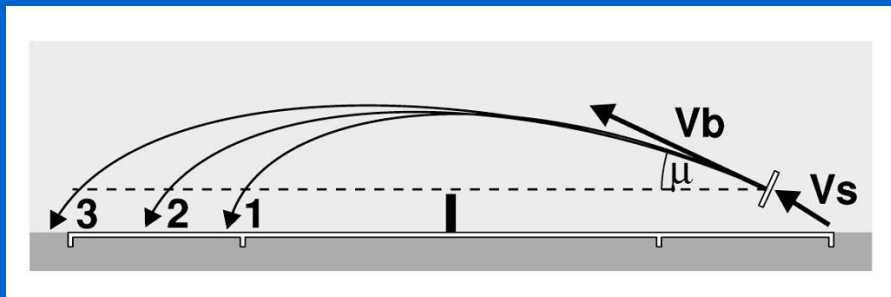
Višina leta žoge se lahko spremeni s spremembo smeri gibanja loparja (bolj strma ali ravna), in tudi spremembo naklona loparja v točki zadetka.

Doskok žoge je bolj raven (kot doskoka je manjši), kot pri udarcih brez in z rotacijo naprej.



Razmerje tlakov pri letu žoge z rotacijo žoge nazaj.

Učinek rotacije na let žoge



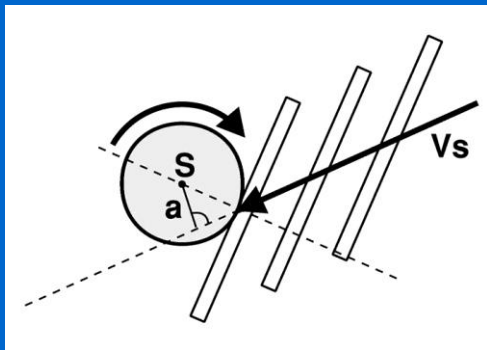
Krivulja leta žoge pri različnih rotacijah žoge:

1 – naprej

2 – brez rotacije

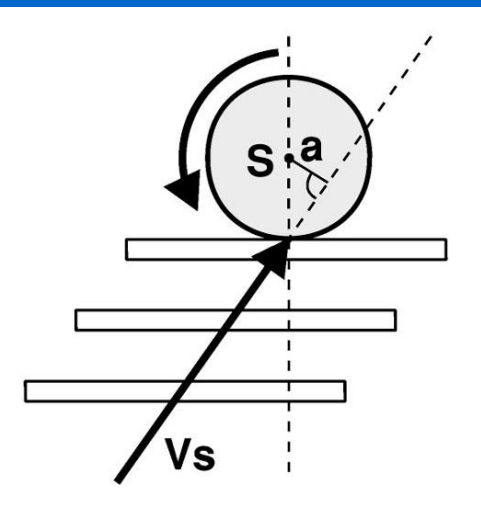
3 – rotacija nazaj.

Rotacija žoge nazaj, vstran



Čop - nazaj

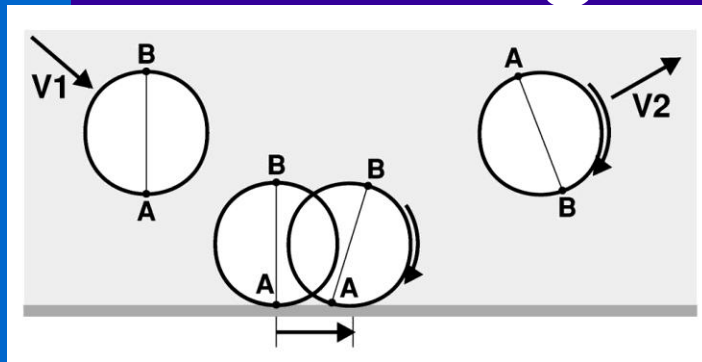
Slajz – v stran



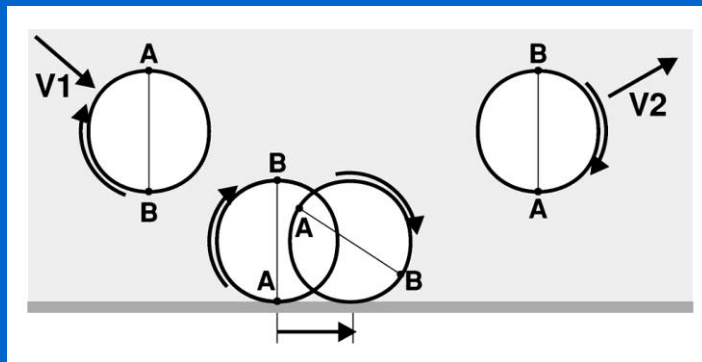
Pri tem udarcu je gibanje loparja od zgoraj navzdol in od zadaj naprej proti žogi. Lopar je pri tem gibanju v točki zadetka navpično. Smer impulza udarca ne kaže na središče žoge ampak mimo. Zaradi tega ima žoga rotacijo nazaj. Velikost rotacije je odvisna od hitrosti glave loparja v točki zadetka in smeri gibanja loparja od zgoraj navzdol. Žogo lahko udarimo z rotacijo nazaj tudi tako, da izvedemo udarec z odprtim loparjem. V tem primeru se poveča kot izleta.

Žoga ima rotacijo vstran, takrat ko impulz udarca deluje levo ali desno od težišča žoge. Pri rotaciji levo deluje sila usmerjena v levo, pri rotaciji v desno, pa je usmerjena v desno. Tako leti žoga v loku na levo (rotacija v levo) oz. na desno (rotacija v desno). Da bi se žoga vrtela samo vstran, se v igri ponavadi ne pojavlja. Ta rotacija je vedno v povezavi z rotacijo naprej ali nazaj.

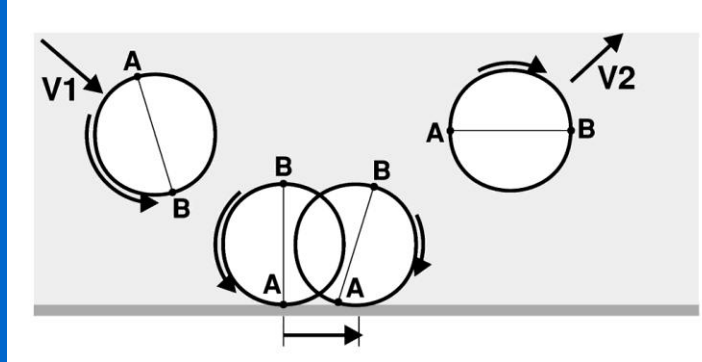
Dotik žoge in igralne podlage



Žoga brez rotacije - pri tem udarcu žoga zaradi trenja in igralne podlage dobi rotacijo naprej. Pri tem ni upoštevano, kako hrapava je igralna podlaga.

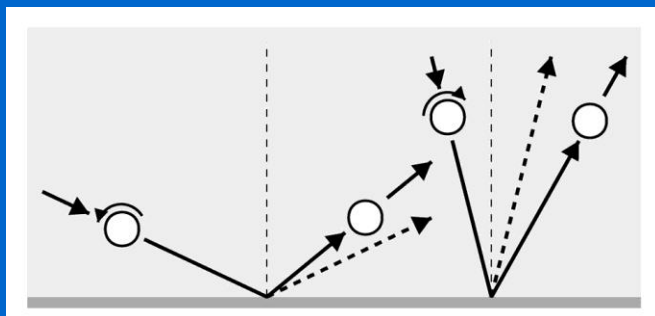
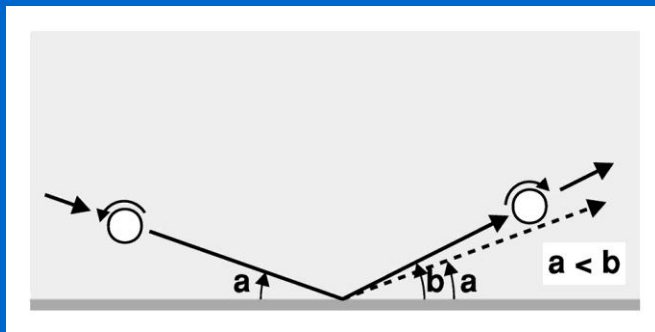
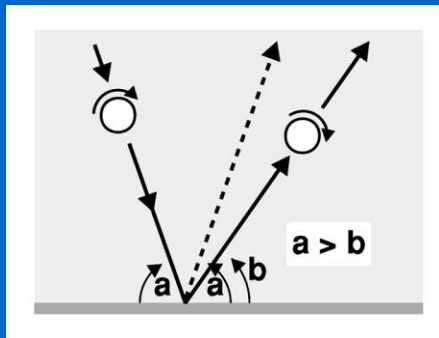


Žoga z rotacijo naprej (spin) - pri odskoku močno rotirane žoge pride do seštevanja učinka hitrosti, trenja ob odskoku in same rotacije, zato je rotacija žoge naprej večja po odskoku kot pred odskokom. Poleg večje rotacije, pa pride tudi do zmanjšanja kota po odskoku in višje hitrosti leta žoge kot pred doskokom.



Žoga z rotacijo nazaj (chop) - pri rotaciji žoge nazaj pride do ravno nasprotnega učinka kot pri spin rotaciji. Pri rotaciji nazaj, se žoga po odskoku vrtil naprej, kot po odskoku, pa je večji kot pred doskokom in ima nižjo hitrost kot pred odskokom.

Kot odskoka in rotacija žoge

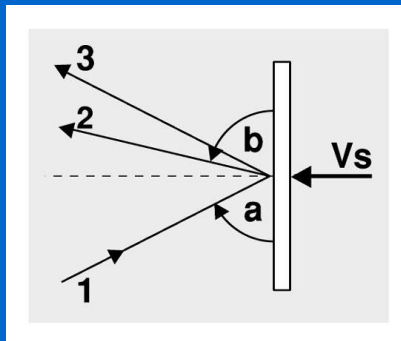


Dejstvo, da se kot odskoka pri žogah z rotacijo nazaj poveča in pri rotaciji naprej zmanjša, se ne sklada z rezultati subjektivnega opazovanja.

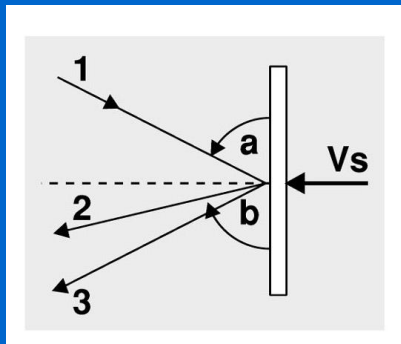
Ugotovitev, da žoga z rotacijo nazaj odskoči nižje, čeprav mora njen kot odskoka v primerjavi s kotom doskoka praviloma povečati, nenazadnje ni nasprotujoče.

Ker je doskok žoge z rotacijo naprej v osnovi precej višji kot doskok žoge z rotacijo nazaj, zaznamo odskok tudi pri povečanju kota kot nižji.

Lastnosti prihajoče žoge

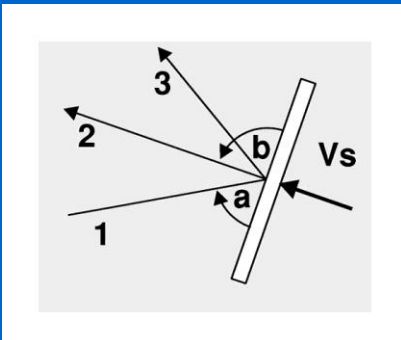


A. Smer odboja žoge pri visoki hitrosti prihajajoče žoge in nizki hitrosti loparja – žoga se vzpenja.



B. Smer odboja žoge pri visoki hitrosti loparja – žoga pada.

C. Smer odboja pri nizki hitrosti prihajajoče žoge in visoki hitrosti loparja.



Oznake:

1 – kot prihajajoče žoge

2 – kot odhajajoče žoge

3 – kot odhajajoče žoge pri blokiranem udarcu.

Literatura

1. Bornemann in sod. (1993). Tennis 1 - Methodik. München: BLV Verlagsgesellschaft GmbH.
2. DTB, (1990). Tennis 3 - technik: situationen und variationen. Munchen: BLV
3. Hauer, H. (2000). Schlaganalysen. Wien: ÖTS
4. ITF. (1997). Coaches Manual level 1 & 2. London: International tennis federation.
5. ITF. (2002). Advanced coaches manual – 2. editition. London: ITF.
6. Pogorelec, B. (1993). Preizkus osnovnih principov gibanj pri tenisu s področja kinematične analize. Ljubljana: FŠ.
7. Reid, M. (2000). Osnove biomehanike teniške tehnike. Ljubljana: Licenčni seminar.
8. Schönborn, R. (1993). Teniška tehnika. Ljubljana: Licenčni seminar.
9. Schönborn, R. (1998). Tennis techniktraining. Achen: Meyer&Meyer sport
10. Schönborn, R. (1999). Advenced Tecniques for Competitive Tennis. Aachen: Meyer&Meyer sport
11. Svenska tennisforbundet. (2001). Tennisteknik. Malmo: STF.
12. Zmajić, H. (2005). Tehnika. Ljubljana: Licenčni seminar.