

# Biomehanika zuba nosača

---

Mehulić, Ketij

**Educational content / Obrazovni sadržaj**

*Publication status / Verzija rada:* **Accepted version / Završna verzija rukopisa prihvaćena za objavljivanje (postprint)**

*Publication year / Godina izdavanja:* **2015**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:127:462579>

*Rights / Prava:* [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-06**



*Repository / Repozitorij:*

[University of Zagreb School of Dental Medicine Repository](#)



## BIOMEHANIKA ZUBA NOSAČA

prof.dr.sc. Ketij Mehulić  
Zavod za fiksnu protetiku  
Stomatološki fakultet  
Sveučilišta u Zagrebu

### Definicija:

Biomehanika je područje mehanike koje se bavi njezinom primjenom na biološke sustave.

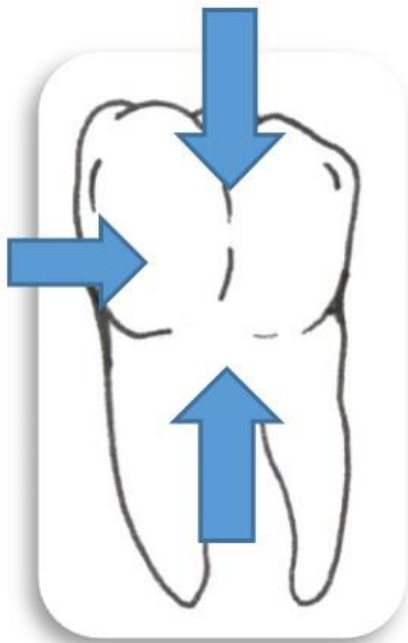
Biomehanika stomatognatog sustava se bavi:

- mehaničkim napreznjima u orofacijalnom području
- reakcijama tkiva i gradivnih materijala na napreznja
- modifikacijama napreznja tkiva uzrokovanih nadomjescima

Znanja iz oblasti biomehanike su bazična znanja na kojima se zasnivaju načela stomatološke dijagnostike, prevencije i terapije.

- Zubi i njihov potporni aparat su tijekom funkcije izloženi djelovanju sila.

Sile koje djeluju na zube i njihova potporna tkiva su vlačna, tlačna i smična (slika 1.)



Slika 1. Vlačna, tlačna i smična napreznja

U fiziološkim uvjetima postoji ravnoteža između djelujućih sila i otpornosti na opterećenje koja imaju zubi i parodont što osigurava stabilnost zuba i zubnog luka, ali i stabilnost TMZ te odnosa gornje i donje čeljusti.

Fiziološka pokretljivost zuba:

- jednokorjenski zubi iznosi 0.15 mm
- višekorjenskih zubi iznosi 0.10 mm

- intruzija (25  $\mu\text{m}$ )
- orovestibularno naginjanje (56 – 108  $\mu\text{m}$ )

## Žvačne sile

### Definicija:

uvjet, izraz i mjerilo žvačne funkcije

- Rezultat su kontrakcije žvačne muskulature

Jačina je individualna i ovisi o:

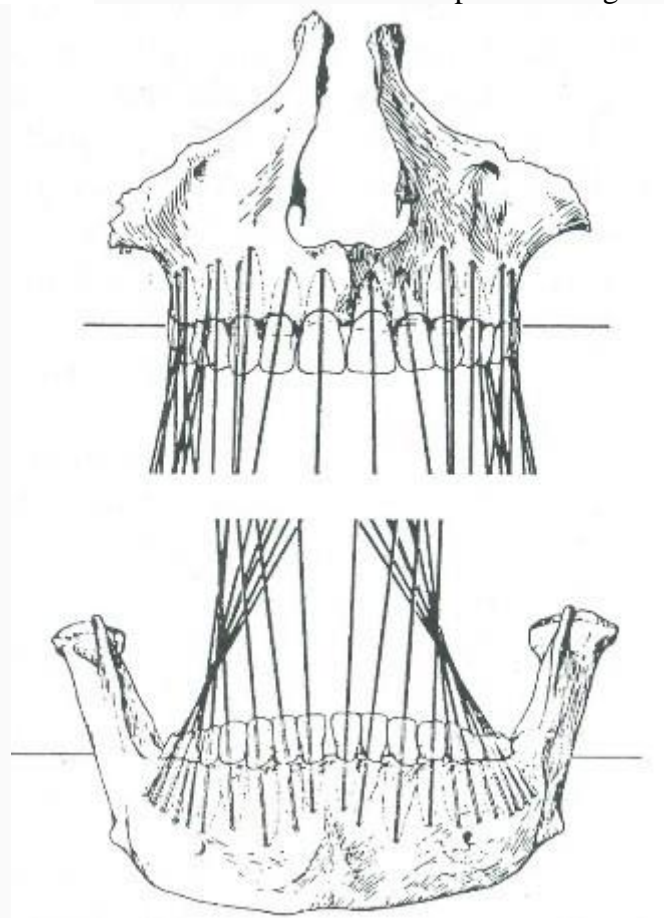
- snazi, razvijenosti i tonusa žvačnih mišića
- facijalnim skeletnim odnosima
- tipu okluzijskih kontakata

Najopterećeniji su bočni zubi zbog čega imaju karakterističnu morfologiju

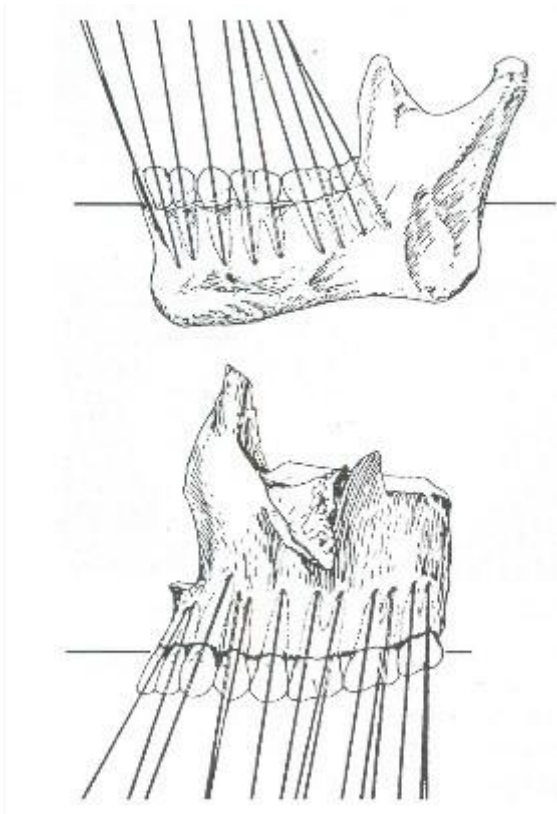
Potrebno je razlikovati sile kod prednjih zuba (slabije) od sila kod bočnih zuba (jače).

Razlog tomu su:

- morfološke različitosti
- različitost položaja i nagiba zuba u nizu (slike 2. i 3.)
- broj i oblik korjenova
- strukture potporne kosti
- kontaktnih odnosa parova antagonista



Slika 2. Nagib zuba u meziodistalnom pravcu



Slika 3. Nagib zuba u orovestibularnom pravcu

Sile se mijenjaju tijekom života zbog:

- promjene tonusa muskulature
- promjene oblika okluzijske plohe zuba
- promjena međučeljusnih odnosa

Žvačne sile na fiksnoprotetskim radovima skoro su jednake fiziološkim silama.

Žvačne sile u osoba s protezama su 1/3 do 1/4 manje od fizioloških.

Zubi su dnevno u kontaktu prosječno 17.5 minuta. 8.5 minuta su u kontaktu za vrijeme gutanja.

U analizi okluzijskih sila bitno je razmotriti:

- **Centralni okluzijski kontakti** – maksimalna interkuspidacija predstavlja harmonično uklapanje svih parova antagonista. Kontakti bočnih antagonista su pod tlakom, a snaga žvačnih mišića u maksimalnoj funkciji

- **Kontakt bočnih antagonista** je biološki stoper koji stabilizira poziciju mandibule u odnosu na maksilu, čime fiksira međučeljusne odnose i štiti zglobove i mišiće od preopterećenja tijekom žvakanja

- **Centralna relacija** – kontakt bočnih zuba nije pod tlakom (dodiruju se), mišići nisu zategnuti

- **Klizni (ekscentrični) okluzijski kontakti:** propulzija, lijevo, desno (slika 4.)



Slika 4. Sile tijekom okluzijskih kontakata

Fiziološke sile ne prelaze prag opteretivosti zuba i potpornog tkiva, stimuliraju regenerativne procese u parodontnom kompleksu te su činitelj biološkog kondicioniranja parodonta.

Ekscesivne (traumatogene) sile prelaze prag opteretivosti zuba i potpornog tkiva.

Nepostojanje funkcijske stimulacije dovodi do:

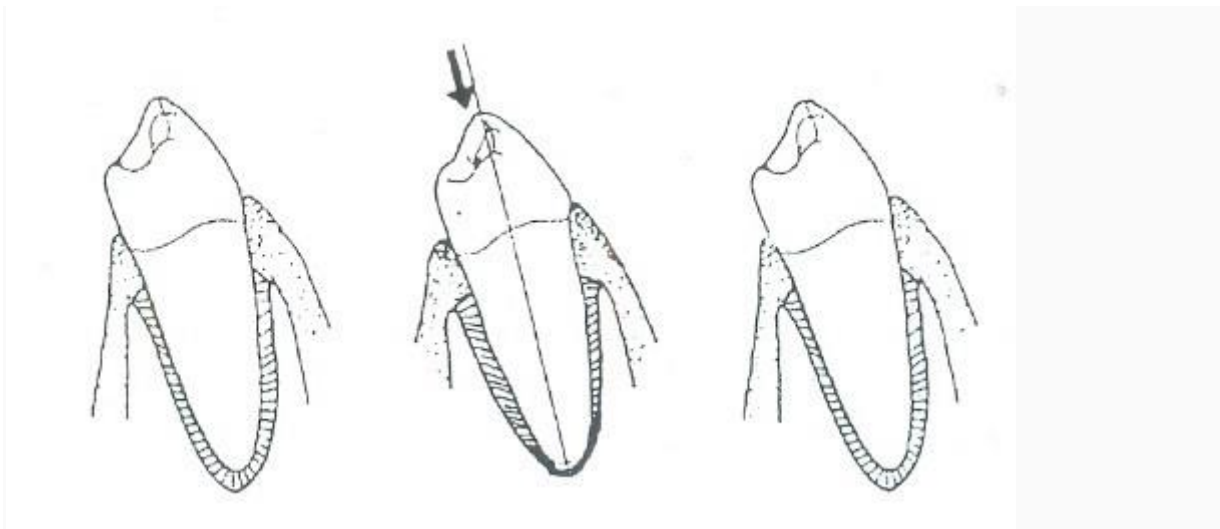
- promjena u cementu (stanjuje se, postaje aplastičan i gubi Sharpeyeva vlakna)
- cijeli se parodontni kompleks stanjuje
- (gubi se uobičajen raspored vlakana)

Djelovanjem sila na zub dolazi do:

- preraspodjele tekućine u parodontu, tj. do hidrauličnog učinka krvnih i limfnih žila
- zatezanja vezivnih vlakana

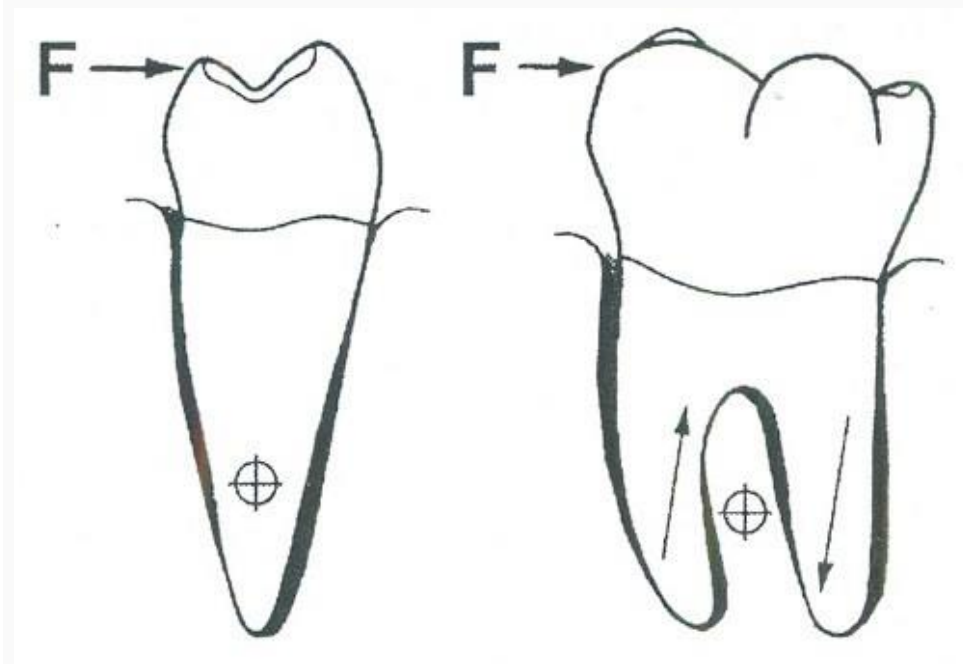
Okluzijske sile mogu biti: vertikalne i horizontalne

- Djelovanje vertikalnih sila
- zub se intrudira - proprioceptori parodonta potiču refleksno zaustavljanje mišićnih kontrakcija i prestanak djelovanje sile
- zub se vrati (slika 5.)



Slika 5. Intruzija zuba

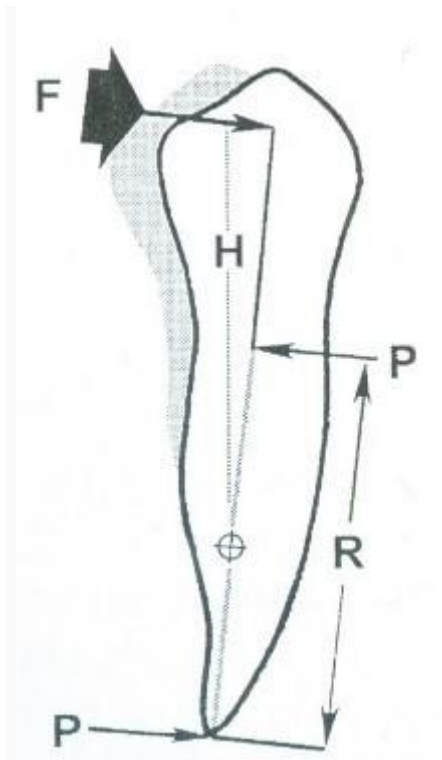
Lokacija uporišta jedno i dvokorijenskog zuba je u apikalnoj trećini projekcije korijena (slika 6.).



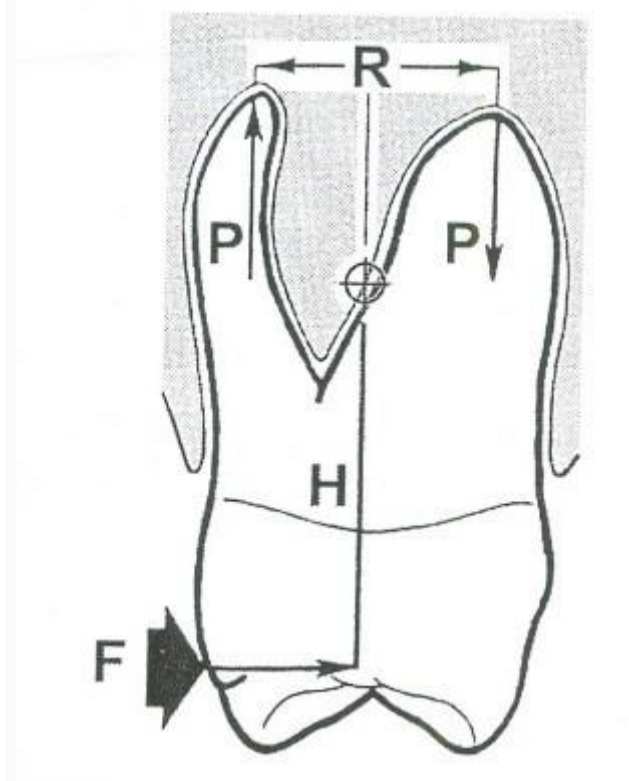
Slika 6. Lokacija uporišta kod jednokorijenskih i dvokorijenskih zuba

- Djelovanje horizontalnih sila

- dolazi do nagnjanja zuba rotacijom oko uporišta. Otpornost na djelovanje ovih sila je oko 60 % manja od otpornosti na vertikalne sile (slike 7. i 8.)



Slika 7. Naginjanje zuba pod djelovanjem horizontalnih sila



Slika 8. Moment sile i moment otpora kada na višekorijenski zub djeluje horizontalna sila u pravcu korjenova

**Na opteretivost zuba utječe:**  
 - usklađenost CR i CO.

Centrična relacija je ortopedski stabilan, funkcionalno optimalan položaj kondila unutar struktura zgloba koji je usklađen s aktivnošću neuromišićnog sustava. Omogućava funkcioniranje mišića s najmanje napora što dovodi do najmanjeg opterećenja zuba.

- oblik okluzijskih ravnina

Opterećenje se raspoređuje na zubne nizove u cjelini

- korektni aproksimalni kontakti zuba

Osiguravaju prijenos sila na zubni niz, neutraliziraju učinke sagitalnih horizontalnih sila, stabiliziraju zube u nizu.

- usklađenost dužina i širina zubnih lukova

- reljef okluzijskih površina

- lokacija kontakata bočnih antagonista u centralnoj okluziji

- usklađenost dužine, oblika i veličine krune zuba, dužine, volumena, broja i položaja korjenova

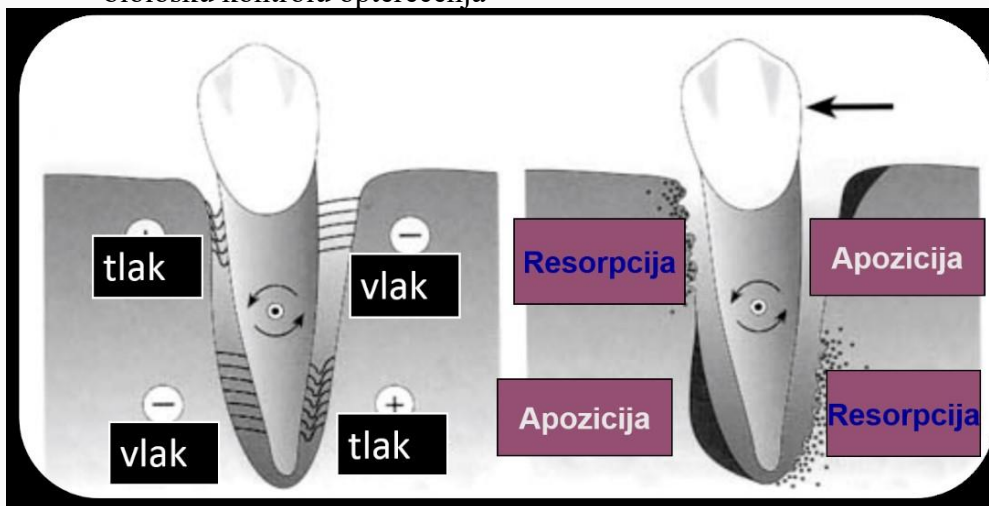
### Procjena opteretivosti zuba nosača

Otpornost na opterećenje ovisi od:

- biološkog činitelja
- individualnih značajki zuba

**Fiziološko funkcioniranje parodonta** osigurava:

- amortizaciju opterećenja
- fiziološke kretnje zuba
- indirektnu raspodjelu opterećenja na alveolarnu kost
- biološku stimulaciju parodontnih tkiva (slika 9.)
- biološku kontrolu opterećenja



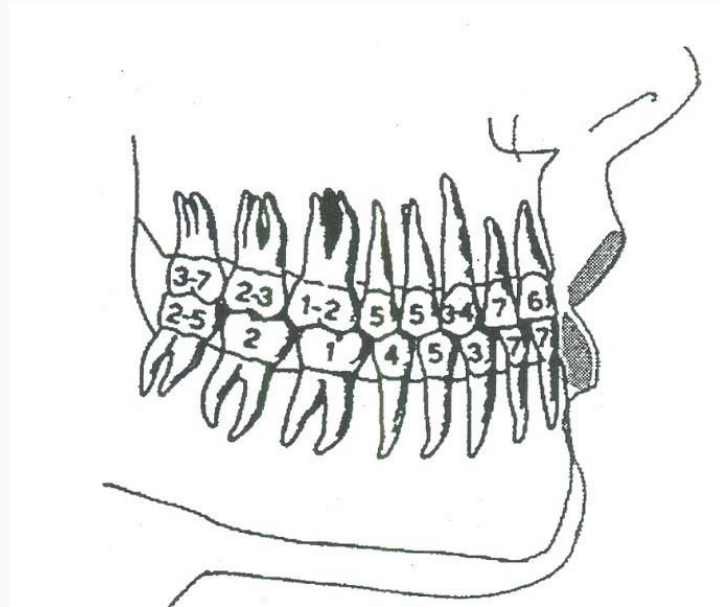
Slika 9. Djelovanje sila i procesi u kosti



### **Biološki činitelj zuba nosača**

predstavlja otpornost na opterećenja zuba i uvjetovan je:

- anatomskom građom
- brojem i oblikom korjenova
- karakteristikama okolne kosti
- izražava se numerički koeficijentom otpornosti (slika 10.)



Slika 10. Biološki činitelj zuba nosača

- Prvi molari su najotporniji

Donji je otporniji što se objašnjava strukturom kosti. Slijede u nizu: drugi molari, očnjaci, drugi i prvi premolari

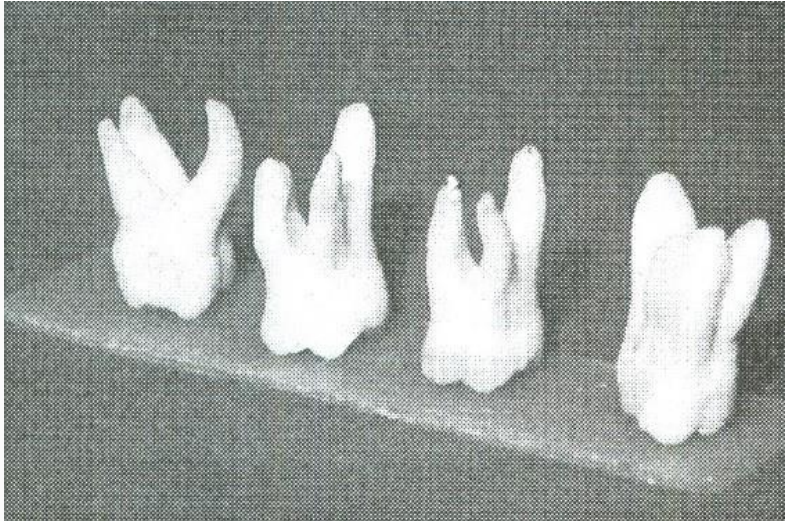
- Najslabiji donji sjekutići
- Treći molar je varijabilan

Biološki činitelj određuju:

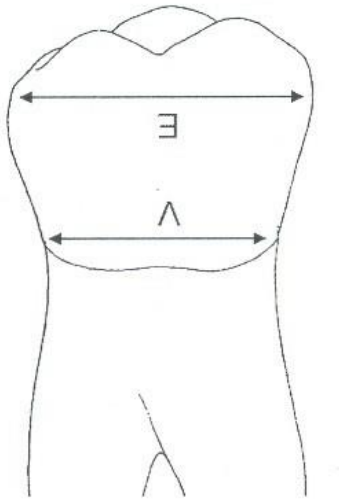
- dužina i volumen korijena
- konfiguracija korjenova (pljosnati, zakrivljeni)
- pravac i položaj korjenova (separiranost i divergencija korjenova) (slika 11.)
- širina parodontnog prostora

Meziodistalni indeks zuba (razlika između MD širine u predjelu ekvatora i u predjelu vrata zuba.; Što je razlika veća otpornost je manja) (slika 12.)

- širina alveolarnog nastavka



Slika 11. Dužina, volumen, konfiguracija, pravac i položaj korjenova



Slika 12. Meziiodistalni indeks zuba

Tablica 1. Parodontna površina zuba nosača

	maksila		mandibula	
zub	Površina mm2		Površina m2	
1	139		103	Najmanje povoljno opterećenje
2	112		124	
3	204		159	
4	149		135	
5	140		135	
6	335	Najpovoljnije opterećenje	352	Najpovoljnije opterećenje
7	272		282	
8	197		190	

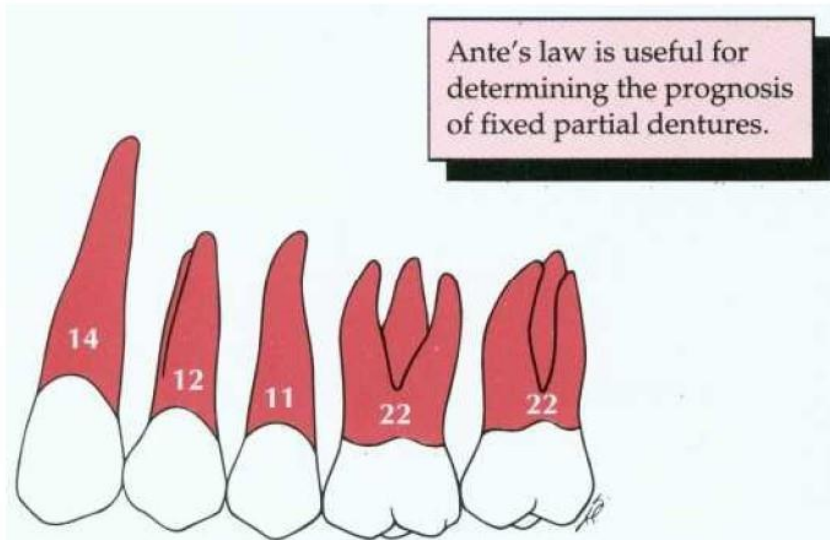
### Fiziološko pravilo dvostrukog opterećenja

- Svaki parodontološki zdrav zub ima rezervni funkcionalni kapacitet. To znači da bez štetnih posljedica (traumatskih oštećenja) može podnijeti opterećenja dvostruko veća od onih kojima je izložen u fiziološkim uvjetima.

### Anteovo pravilo

Definicija:

Ukupna parodontna površina zuba nosača treba biti jednaka ili veća od parodontne površine zuba koji se nadomještaju (slika 13.) (tablica 1.)

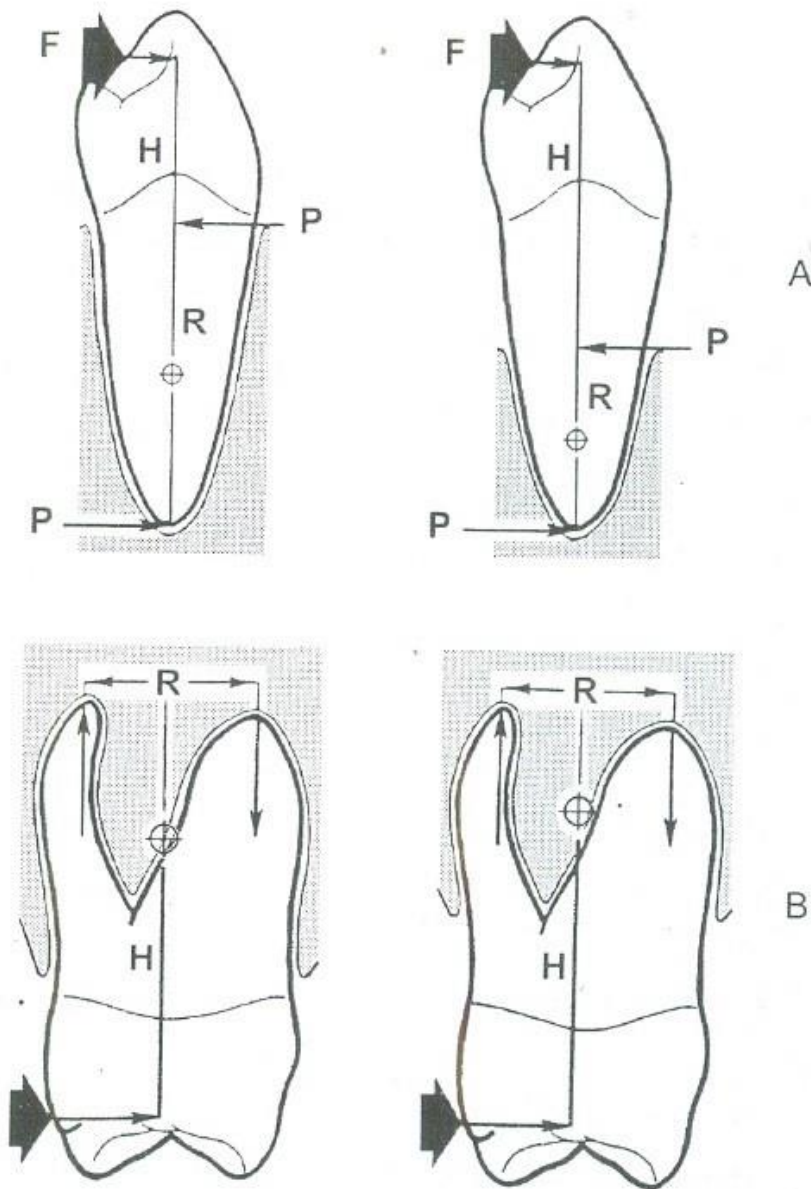


Slika 13. Anteovo pravilo

Teško je procijeniti potporna tkiva u slučaju paradontopatija, a s time i moguću opteretivost zuba nosača.

Tada je od pomoći odnos ekstremiteta od intraalveolarnog dijela zuba (odnos kruna/korijen) (slika 14. i 15.).

Tada je mjerilo dužina kraka poluge i kraka otpora.



Slika 14. Odnos kruna/korijen

- Odnos kruna /korijen u zdravih zuba je 1:2.



Slika 15. Parodontološki kompromitiran pacijent. Uočiti odnos korijen-kruna zuba.

- Odnos 1:1 je biološki minimum i govori da je kost znatno resorbirana te opteretivost zuba bitno smanjena.
- Pomičnost zuba je također indikator smanjene opteretivosti.

Sposobnost opterećenja zuba nosača

- ovisi i o:

- sustavu i načinu fiksacije mosne konstrukcije (linijski, površinski)
- zdravstvenom stanju pacijenta
- zdravstvenoj kulturi i higijenskim navikama
- dispoziciji za karijes

**U nepotpunom ili oštećenom žvačnom sustavu** skladno funkcioniranje svih integralnih struktura postaje kompromitirano:

- sile se nepravilno distribuiraju na fundament
- amortizacijski mehanizmi (ligamenti, hidraulični kapilarni sustav, sposobnost maksile za usmjeravanje sila po trajektorijima) postaju slabiji (slika 16.)
- gubitak kompaktnosti mandibule
- nastaju patološka stanja na zubima (pomaci, bol) (slika 17.), potpornim strukturama (resorpcije, gubitak vlakana), zglobovima (bol, krepitacije), posturi

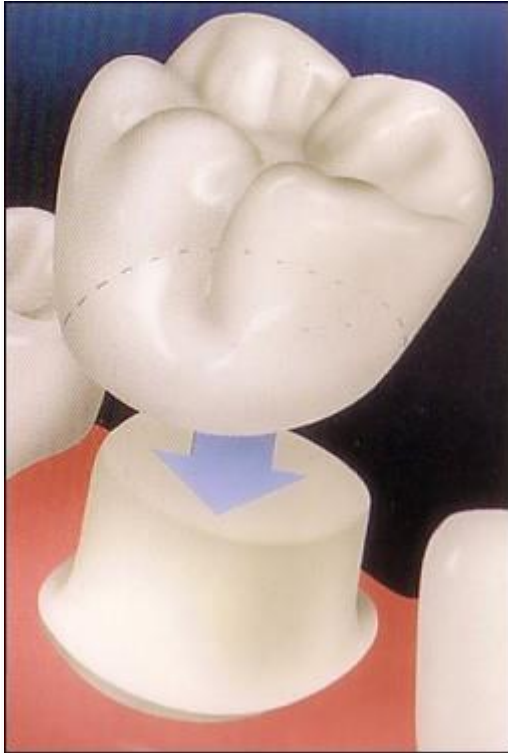


Slika 16. Prijenos opterećenja



Slika 17. Pomak zuba

Kontrola sila fiksnoprotetskim radom se vrši:  
- brojem i površinom okluzijskih kontakata  
nagibom i visinom kvržica  
aprosimalnim kontaktima (slika 18.)



Slika 18. Pravilno oblikovana krunica distribuira sile na fundament

Literatura:

1. Čatović i sur. Klinička fiksna protetika. Ispitno štivo. Stomatološki fakultet Sveučilšta u Zagrebu. 1999.
2. Schillingburg H, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett ES. Fundamentals of Fixed Prosthodontics, 3er ed. Chicago: Quintessence Publishing Co, Inc; 1997.
3. Rosenstiel S, Laub MF, Fujimoto J. Contemporary Fixed Prosthodontics. St. Louis-Toronto-London: The CV Mosby Co.; 1988.