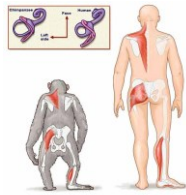


## Biomechanika



Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai 13.

1

## Mozgásfajták

összetett mozgás  
= haladó mozgás + forgó mozgás

haladó mozgás  
(transzláció)

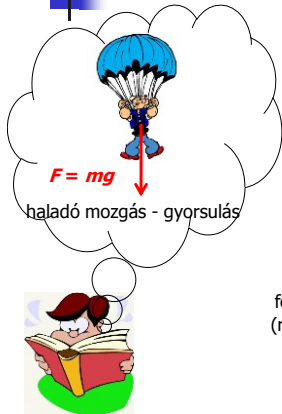
Erők!

forgó mozgás  
(rotáció)

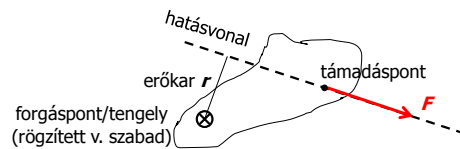
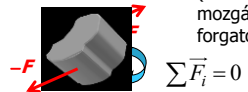
Erők  
forgatónyomatékai!

2

## Erő és forgatónyomaték



Kiterjedt merev test esetén: forgás is lehetséges, (akkor is, ha haladó mozgás nincs), ha van forgatónyomaték



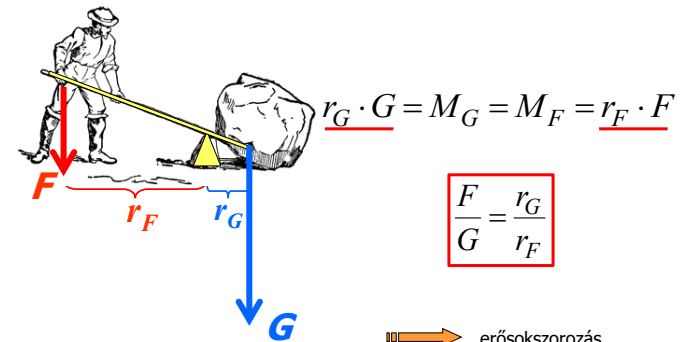
Forgatónyomaték ( $M$ ):

$$M = r \cdot F \quad (\text{Nm})$$

3

## Merev test statikája – egyensúly. Emelő

egyensúly  $\Leftrightarrow \sum \vec{F}_i = 0$  és  $\sum M_i = 0$



$$\frac{F}{G} = \frac{r_G}{r_F}$$

erőszorzás  
(vagy más)

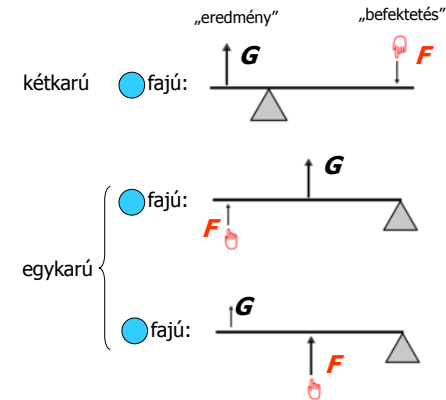
4

## Példák emelőre



5

## Emelő típusok



6

## Emelők a fogászatban

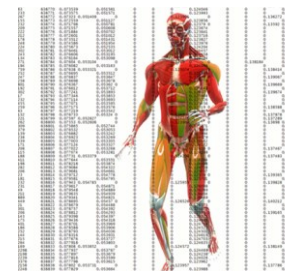


7

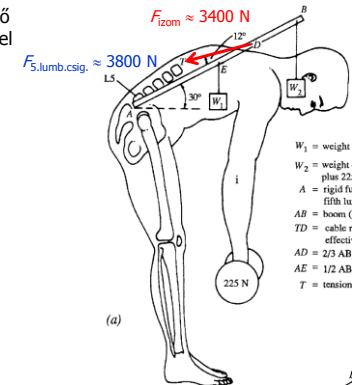
## Erők és forgatónyomatékok a szervezetben

- Külső erők:
- nehézségi erő – súlyerő
  - kontaktus más testekkel

- Belső erők:
- izomkontrakcióból
  - folyadék áramlásból
  - ozmotikus nyomásból



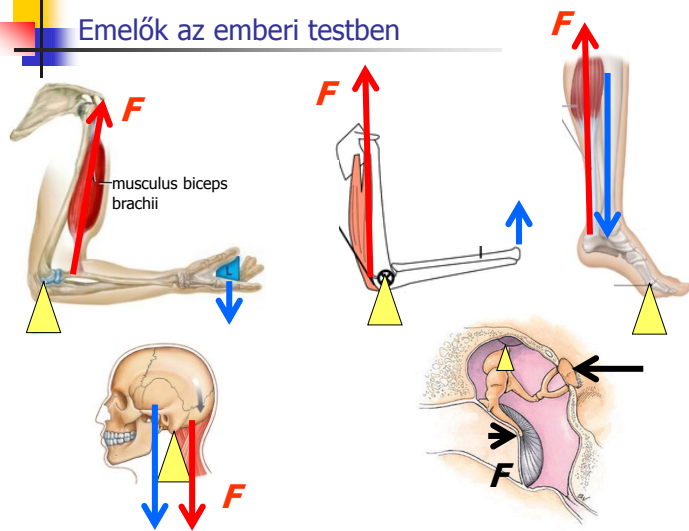
<http://www.motekmedical.com/products/hbm/>



$F \approx 0 - 6000 \text{ N}$

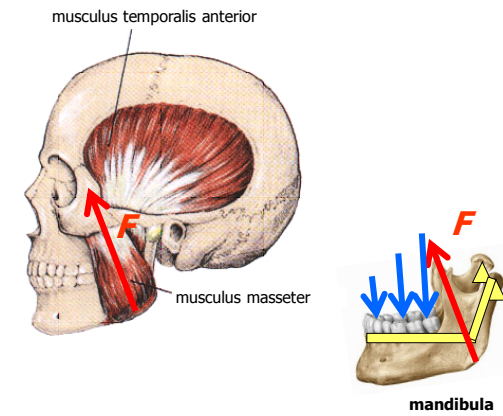
8

## Emelő az emberi testben



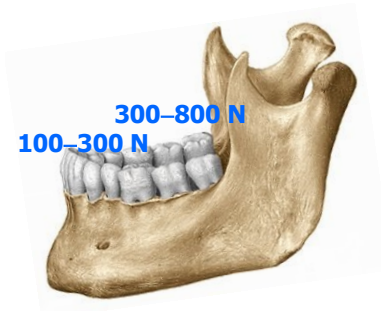
9

## A mandibula mint emelő – a rágóerők kialakulása



10

## A rágóerők nagysága



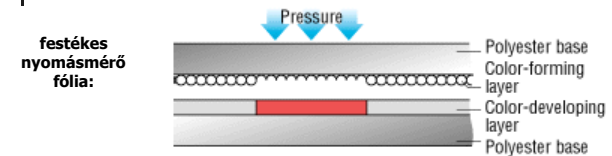
Ezek alapvetően nyomóerők, de felléphetnek hajlító, nyíró, csavaró erők is.

(Guinness: humán - 4000 N)



11

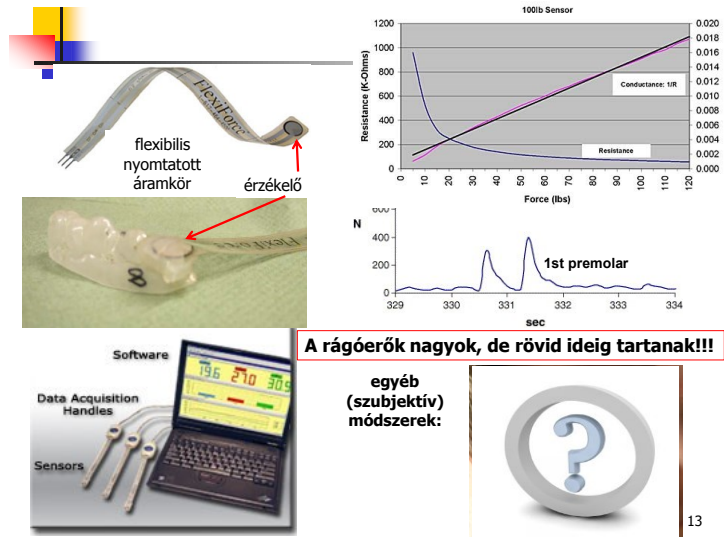
## A rágóerők mérése



piezoelektromos szenzor:



12

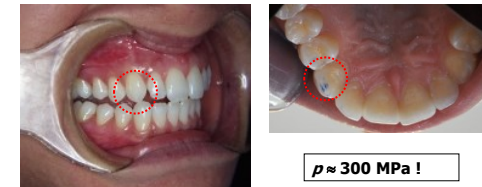


## Nyomásértékek rágásnál

Függ az erőn kívül a kontakt-felületek nagyságától is:

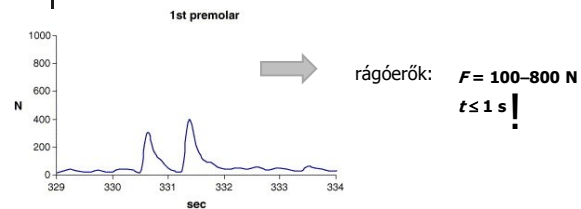


Egy extrém példa:



14

## A rágóerők hatása a csontszövetre



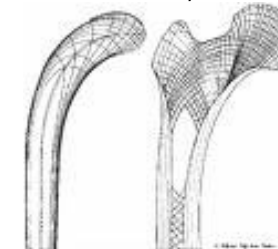
Ha a rágóerő tartósan hatna:

3-5 másodperc  $\Rightarrow$  fájdalom  
 $\approx$  óra  $\Rightarrow$  szöveti károsodás  
 7-14 nap  $\Rightarrow$  a fog kilazulása

15

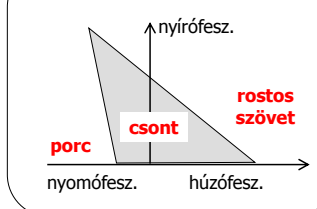
## Csontátépülés (remodeling)

Wolff-törvény 1870



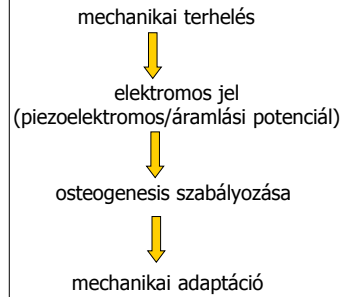
nyomófeszültség  $\Rightarrow$  leépülés  
 húzófeszültség  $\Rightarrow$  felépülés

Carter 1988:

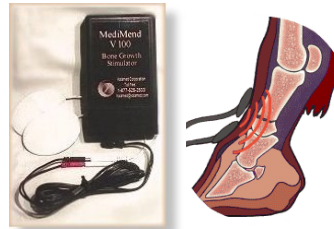


16

## Csontátépülés mechanizmusa



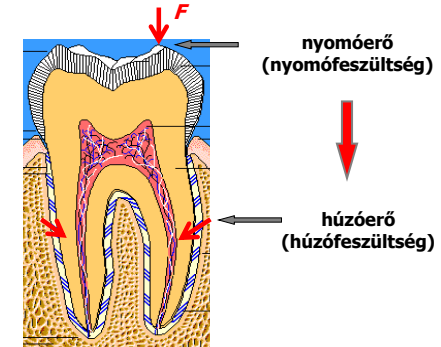
Elektromos terek alkalmazása  
csontgyógyulás serkentésére:



17

## A rágóerők és rágónyomás átvitele a csontra

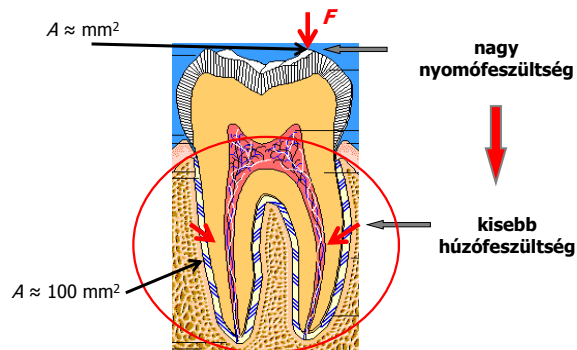
1. A fog a kollagén rostokon (PDL) függ!



18

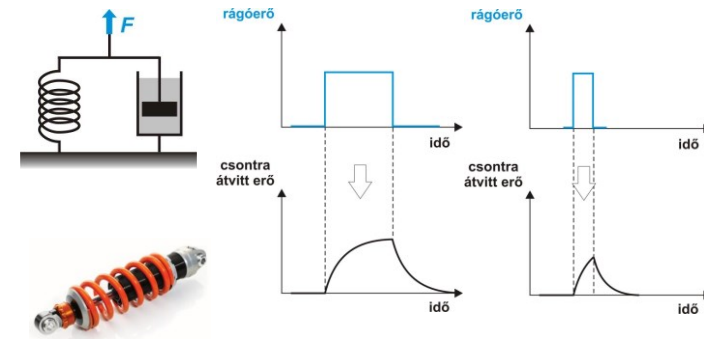
## A rágóerők és rágónyomás átvitele a csontra

2. A rostrendszer (gyökér) nagy felülete!



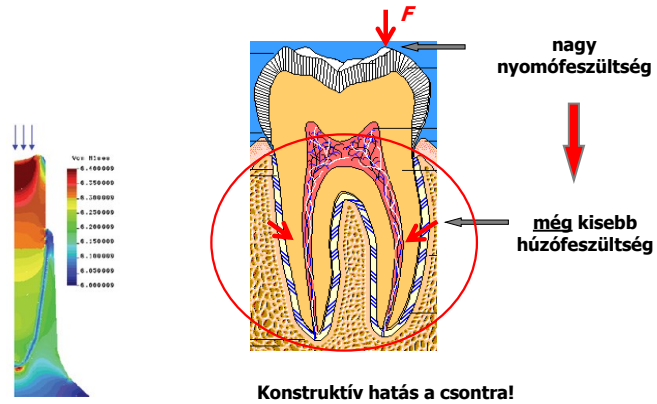
19

## A viszkoelasztikus PDL csillapító hatása



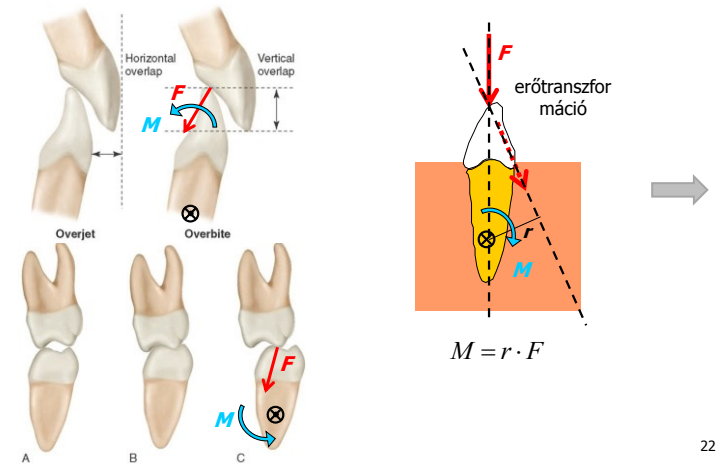
## A rágóerők és rágónyomás átvitele a csontra

3. A periodontális ligamentum (PDL) viskoelasztikus!



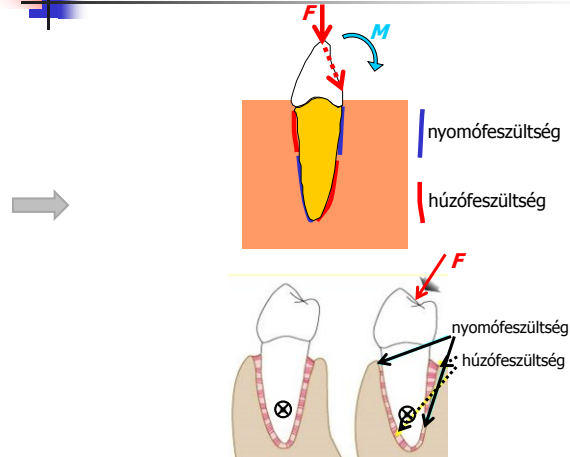
21

## Rágóerők forgatónyomatéka



22

## A forgatónyomaték következménye



23

## Az implantológia fizikai alapjai

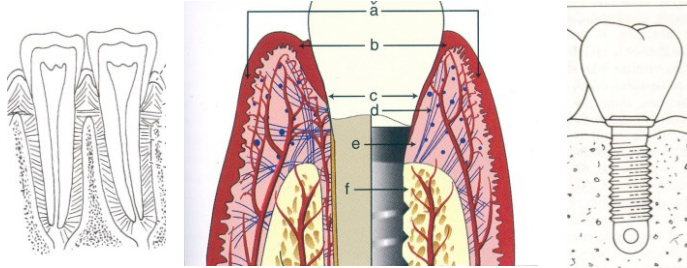
### Csavarimplantátumok



24

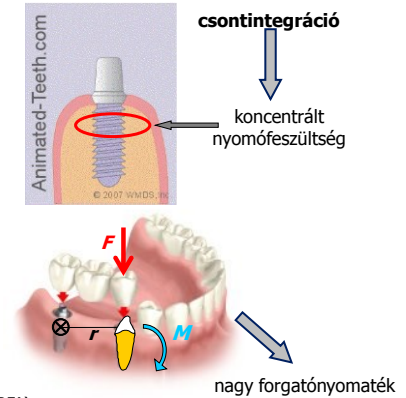


## Fog vs. implantátum



25

## Implantátum erőátvitele



### Implantátum stabilitásvizsgálata:

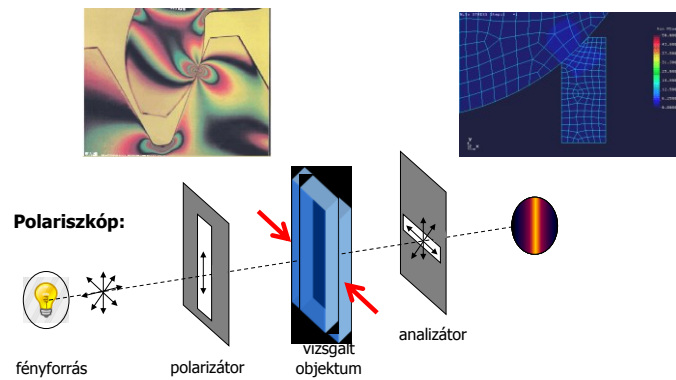
- rezonancia frekvencia analízis (RFA)
- Periotest

26

## Fizikai vizsgálati módszerek feszültségeloszlásra

- feszültségoptikai mérések

- véges elem analízis

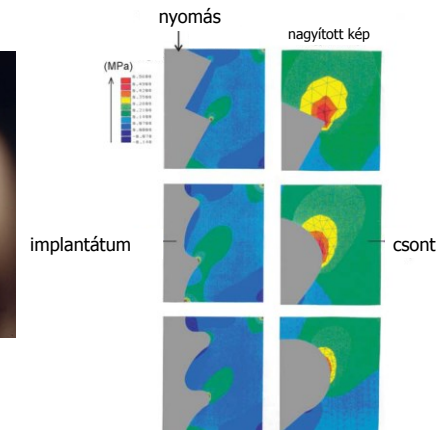
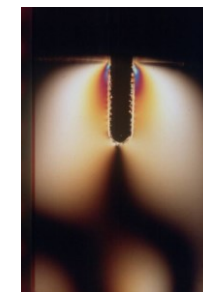


27

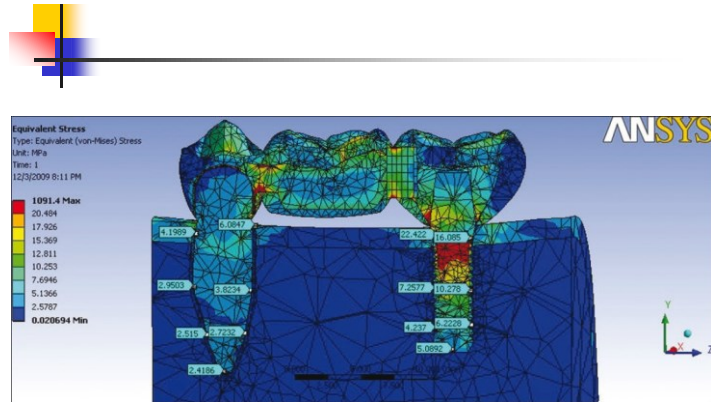
## Feszültségeloszlás implantátumoknál

Véges elem analízis:

Feszültségoptika:



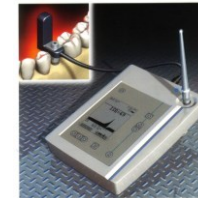
28



29

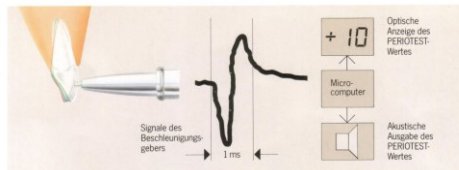
## Implantátum stabilitásának vizsgálata

- Rezonanciafrekvencia analízis (RFA)



30

- Periotest



31

## Implantátumok anyaga

### fémek



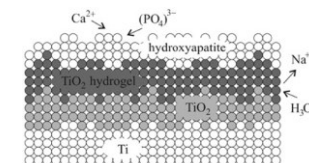
- titán (Ti)
- titánötvözetek (pl. Ti-6Al-4V)
- kobaltötvözetek (Co-Cr-Mo)

### kerámiák

- alumínium-oxid
- cirkon (cirkónium-dioxid)
- HAP
- bioüvegek



### kerámia bevonatú fémek



32