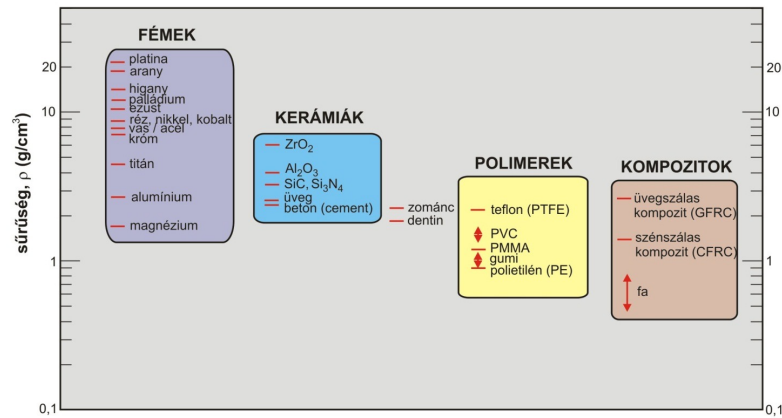
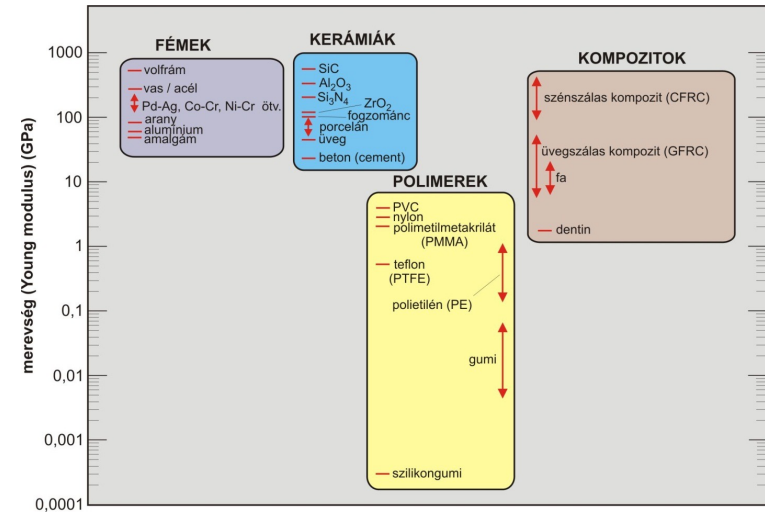


## Anyagok tulajdonságainak összehasonlítása



**Sűrűség:** polimerek, kompozitok < kerámiák < fémek  
(atomtömeg, térkitöltési tényező)



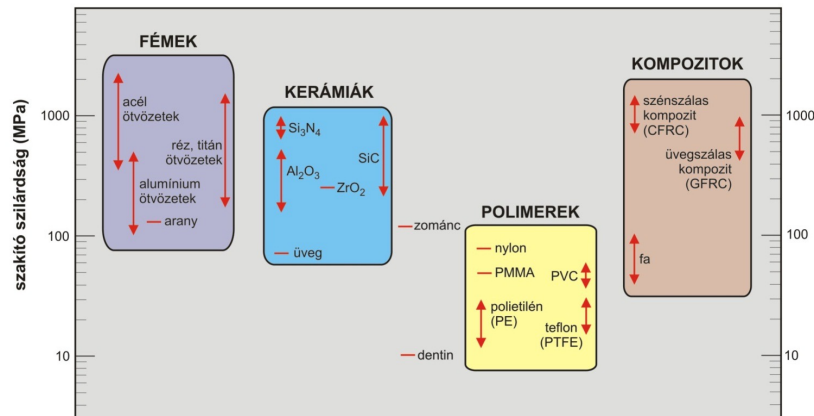
**Merevség:** polimerek < kompozitok < fémek, kerámiák  
(Young modulus: kötési energia)

**Visszarugózó képesség:** kerámiák < fémek < kompozitok < polimerek

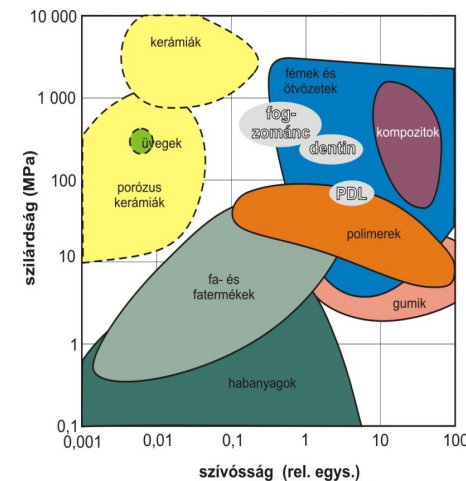
**Képlékenység:** kerámiák < fémek, kompozitok, polimerek (diszlokációk)

1

2



**Szakító szilárdság:** polimerek < kompozitok, kerámiák < fémek  
(kötési energia, repedésekkel szembeni ellenállás)



**Nyomószilárdság:**  
polimerek < kompozitok, kerámiák, fémek

**Szívósság:**  
kerámiák < polimerek, kompozitok, fémek  
(szilárdság, visszarugózó képesség, képlékenység)

**Keményesség:**  
polimerek < kompozitok < fémek < kerámiák  
(kötési energia, képlékenység)

3

4

**Elektromos vezetőképesség:** kerámiák, kompozitok, polimerek < fémek  
(sávszerkezet)

**Hővezetőképesség:** kerámiák, kompozitok, polimerek < fémek

**Olvadáspont:** polimerek < kompozitok < fémek < kerámiák  
(kötési energia)

**Hőtágulási együttható:** kerámiák < fémek < kompozitok < polimerek  
(kötési energiával fordítottan arányos)

**Reflektancia:** kerámiák, kompozitok, polimerek < fémek  
(látható tartományban)

**Transzmittancia:** fémek < kompozitok < polimerek, kerámiák

5

## Fémek

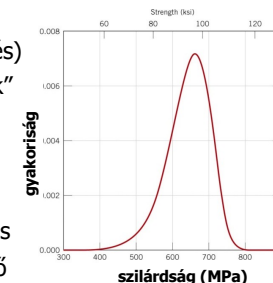
**Általában:**

- szilárd
- nagy sűrűség
- merev
- erős
- képlékeny (alakíthatók)
- szívós (szívós törés)
- kemény
- kicsi fajhő
- jó hővezető
- jó hőszigetelő
- jó elektromos vezető
- opak, jól reflektáló, fémszínű
- gyengén korrózióálló

## Kerámiák

**Általában:**

- szilárd
- közepes sűrűség
- merev
- erős (szakításban közepesen)  $\sigma_{\text{szakító}} < \sigma_{\text{nyomó}}$
- nem alakíthatók
- törékeny (rideg törés)
- „repedésérzékenyek”
- nagyon kemény
- közepes fajhő
- hőszigetelő
- gyenge hőszigetelő
- elektromos szigetelő
- változatos optikai tulajdonságok
- jó korrózióállóság

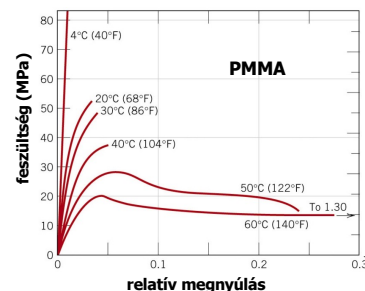


6

## Polimerek

**Általában:**

- folyékony vagy szilárd
  - kis sűrűség
  - kevésbé merev - rugalmas
  - közepesen erős - gyenge
  - képlékeny
  - közepesen szívós
  - közepesen kemény - puha
  - viszkoelasztikus
  - közepes fajhő
  - hőszigetelő
  - közepes hőszokktűrő
  - elektromos szigetelő
  - változatos optikai tulajdonságok
  - közepesen korrózióálló
- Fontos tényezők:**
- hőmérséklet
  - molekulatömeg
  - kristályossági fok



7

## Kompozitok

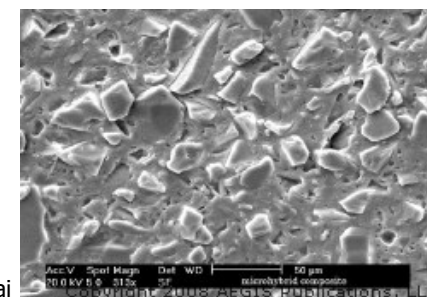
(fogorvosi)

**Általában:**

- szilárd
- kis - közepes sűrűség
- közepesen merev - rugalmas
- erős
- képlékeny
- szívós
- kemény - közepesen kemény
- viszkoelasztikus
- közepes fajhő
- hőszigetelő
- közepes hőszokktűrő
- elektromos szigetelő
- változatos és jól alakítható optikai tulajdonságok
- jó korrózióállóság

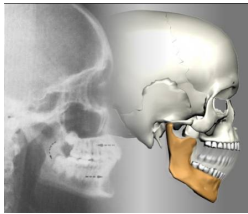
**Fontos tényező:**

- összetétel
- diszperz részecskeméret



→ mikrohibrid → nanohibrid kompozitok

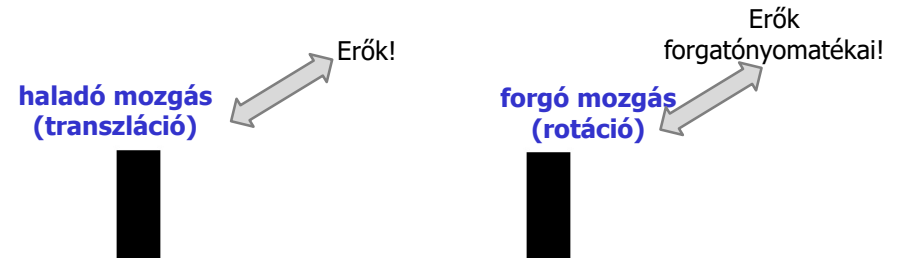
8



# Fogorvosi Biomechanika

## Mozgásfajták

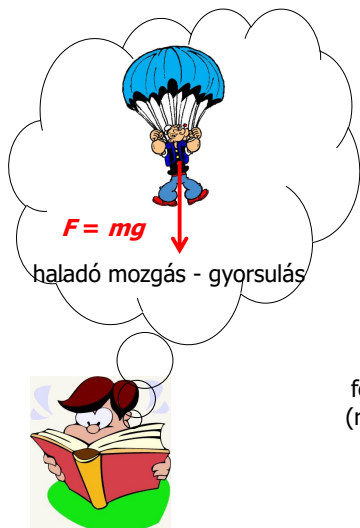
összetett mozgás  
= haladó mozgás + forgó mozgás



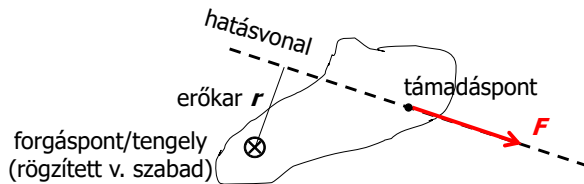
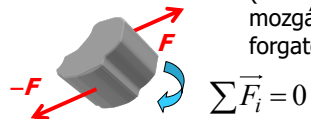
9

10

## Erő és forgatónyomaték



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



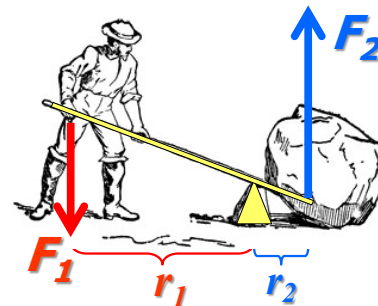
Forgatónyomaték ( $M$ ):

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

11

## Merev test statikája – egyensúly. Emelő

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



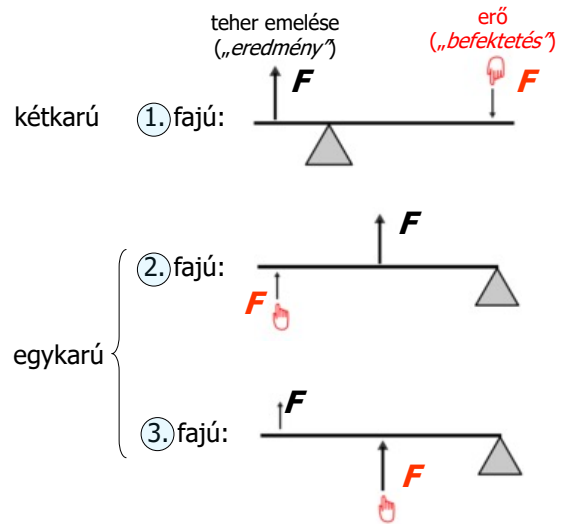
$$F_2 \cdot r_2 = M_2 = M_1 = F_1 \cdot r_1$$

$$F_2 = \frac{r_1}{r_2} \cdot F_1$$

→ erőszorzás

12

## Emelő típusok



13

## Példák emelőre



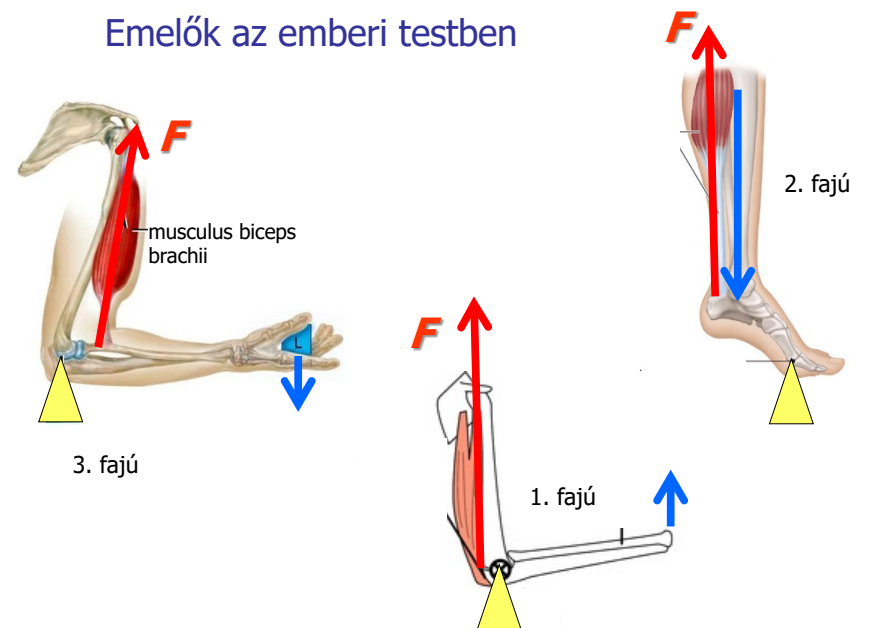
14

## Emelők a fogászatban



15

## Emelők az emberi testben



16

## 1. fajú

A first-class lever

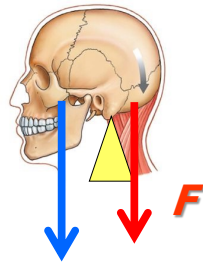
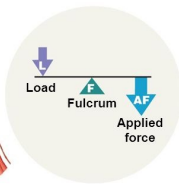
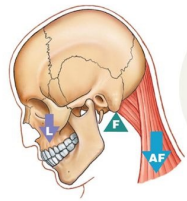
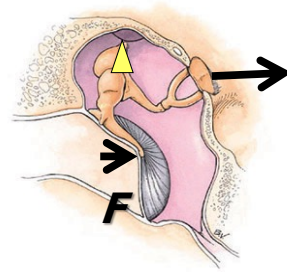


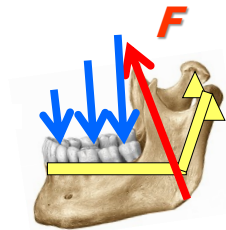
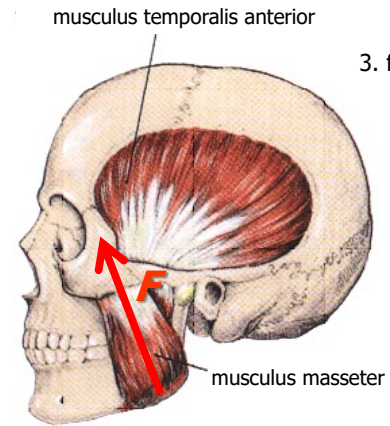
Figure 10.1



17

## A mandibula mint emelő

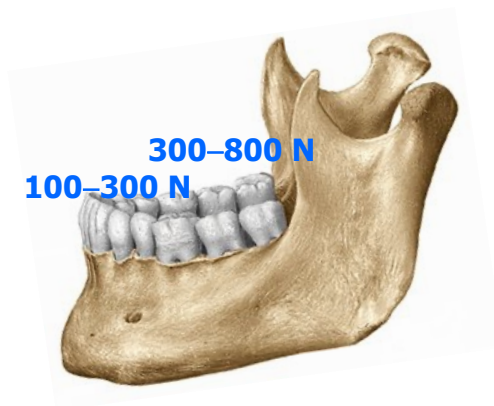
### 3. fajú



mandibula

18

## A rágóerők nagysága



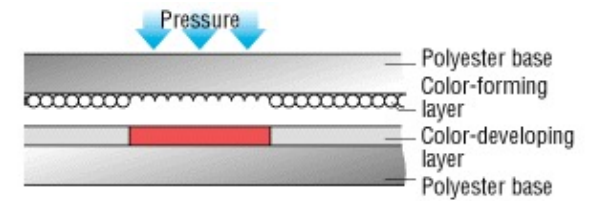
(Guinness: humán - 4000 N)



19

## A rágóerők mérése

festékes  
nyomásmérő  
fólia:

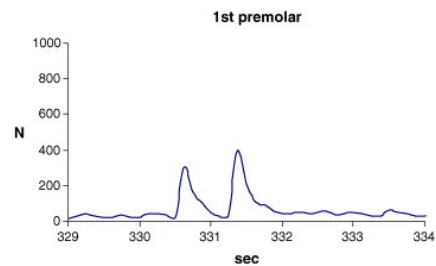
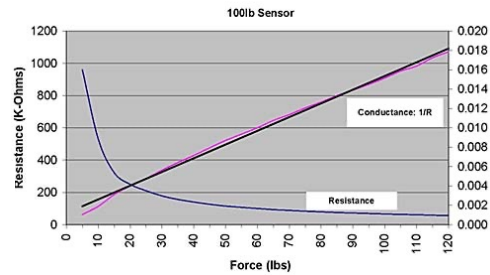


piezoelektromos  
szenzor:



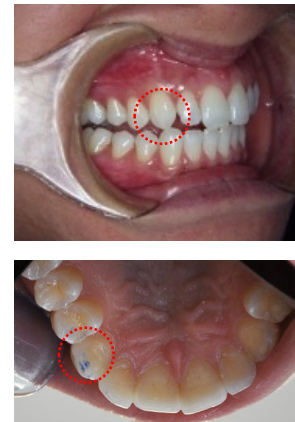
20





21

## Nyomásértékek rágásnál

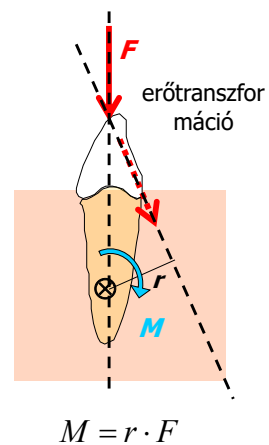
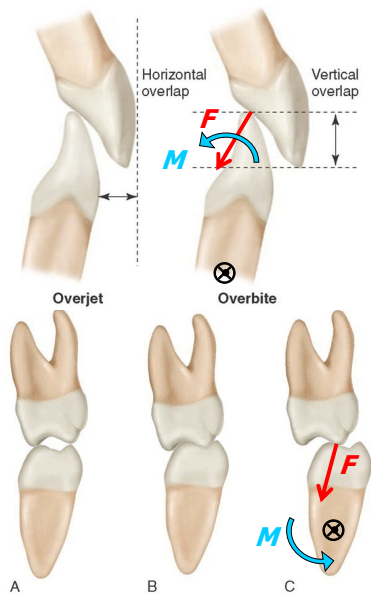


$p \leq 300 \text{ MPa} !$



22

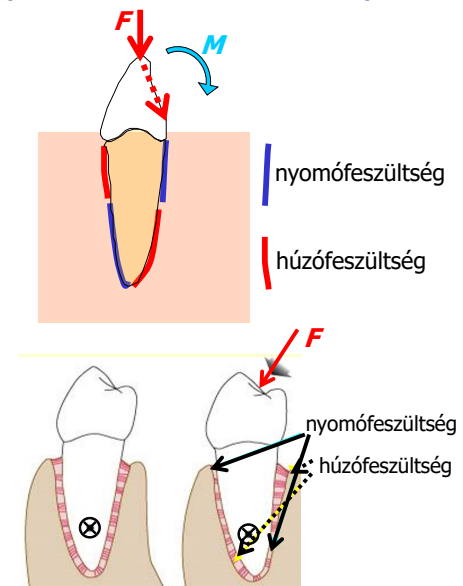
## Rágóerők forgatónyomatéka



$$M = r \cdot F$$

23

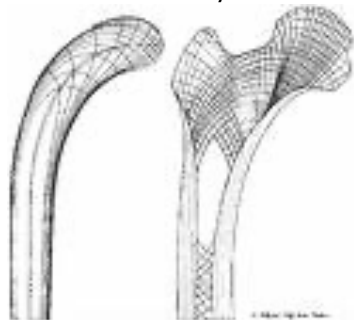
## A forgatónyomaték következménye



24

## Csontátépülés (remodeling)

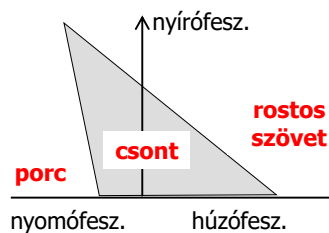
Wolff-törvény 1870



mechanikai terhelés  
szerepe

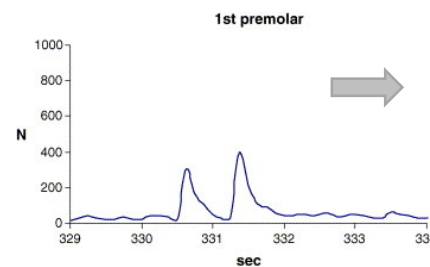
nyomófeszültség  $\Rightarrow$  leépülés  
húzófeszültség  $\Rightarrow$  felépülés

Carter 1988:



25

## A rágóerők átvitele a csontszövetre



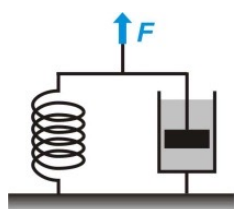
rágóerők:  $F = 100-800 \text{ N}$   
 $t \leq 1 \text{ s}$  !

Ha a rágóerő tartósan hatna:

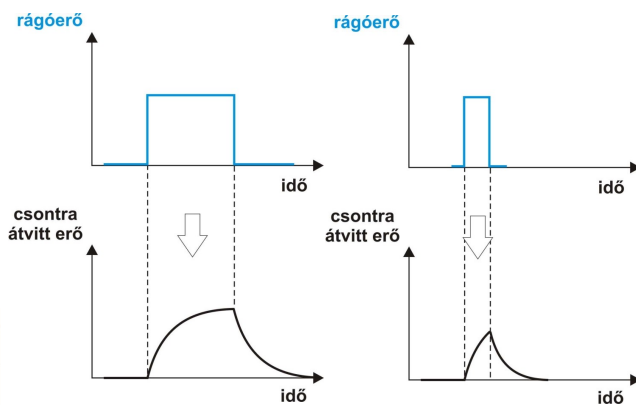
3-5 másodperc  $\Rightarrow$  fájdalom  
 $\approx$  óra  $\Rightarrow$  szöveti károsodás  
7-14 nap  $\Rightarrow$  a fog kilazulása

26

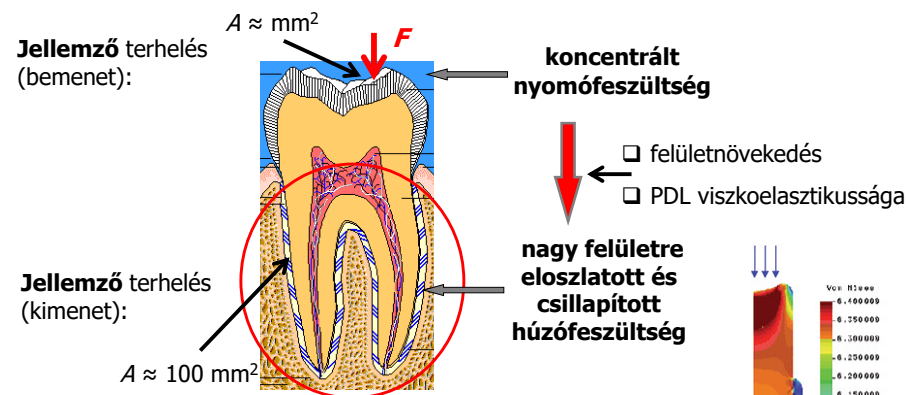
## A pdl viszkoelaszticitása



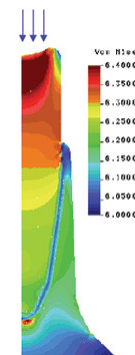
2016. 11. 25.



Semmelweis Egyetem FOK Nyílt  
Nap



Konstruktív hatás a csontra!



28