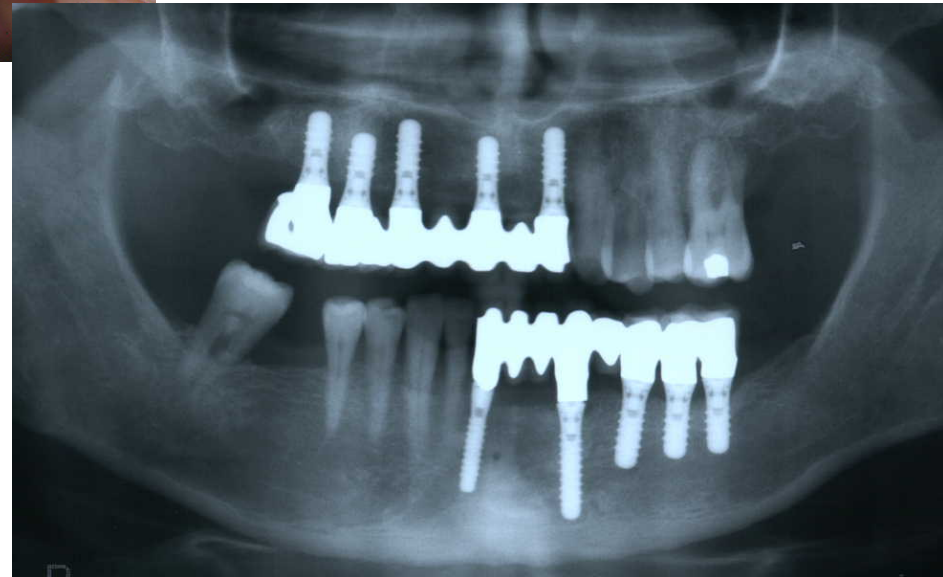
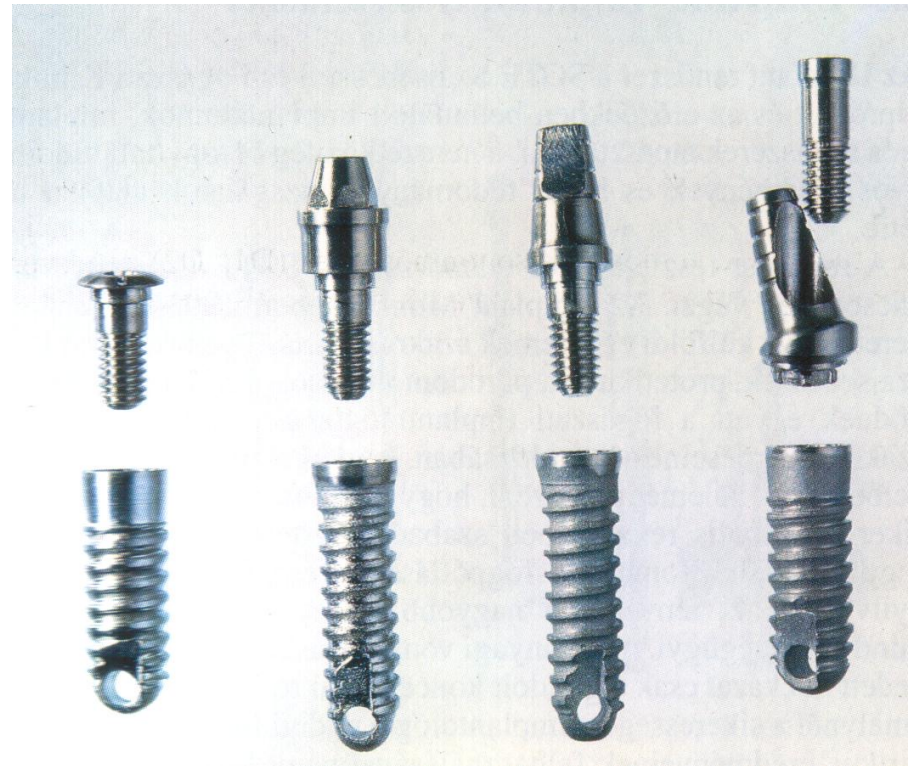


# Az implantológia fizikai alapjai

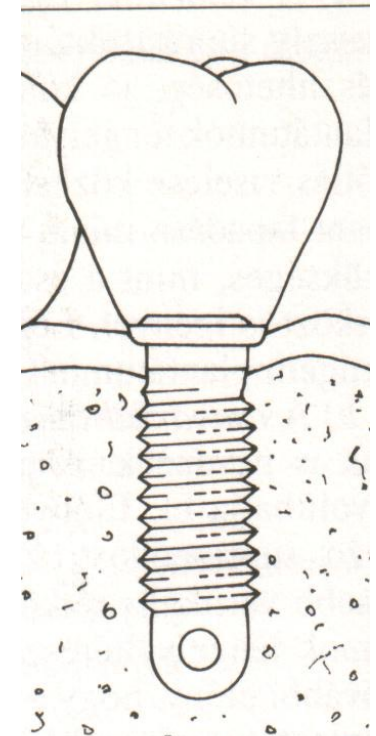
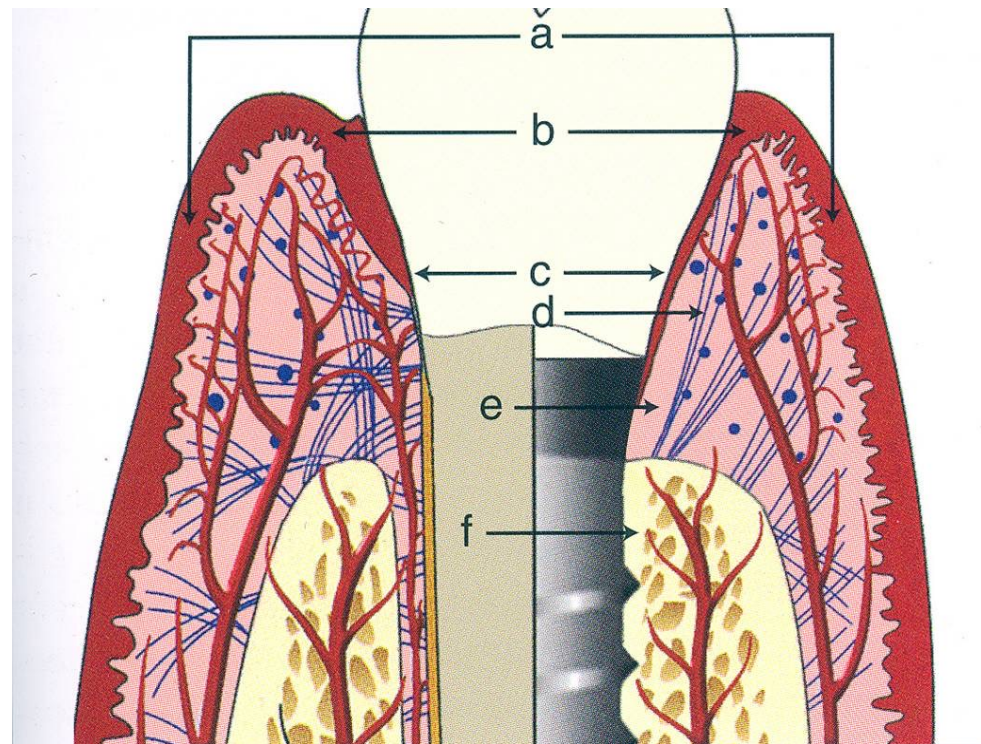
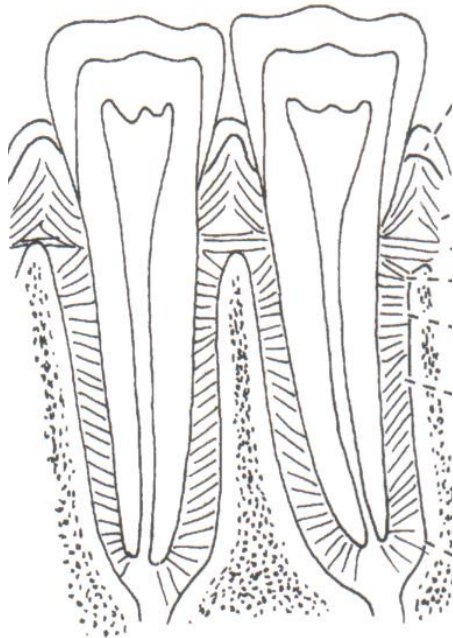


# Csavarimplantátumok

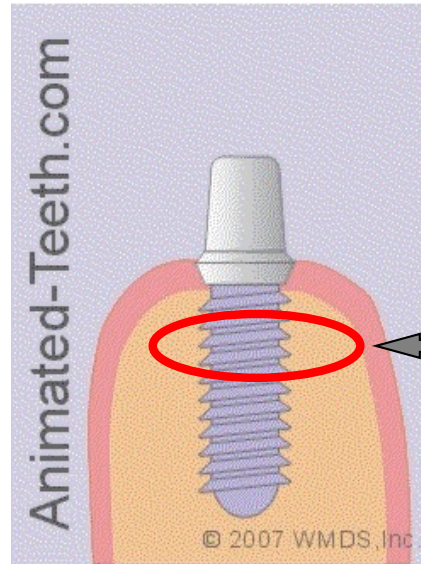




# Fog vs. implantátum



# Implantátum erőátvitele



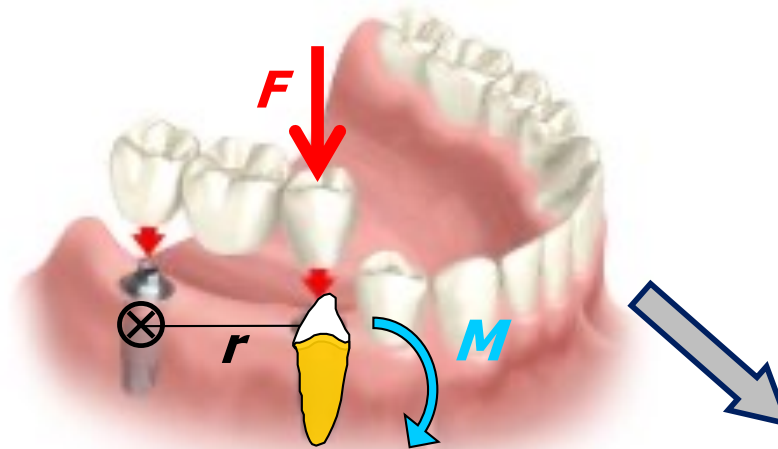
**csontintegráció**



**koncentrált  
nyomófeszültség**

## Implantátum stabilitásvizsgálata:

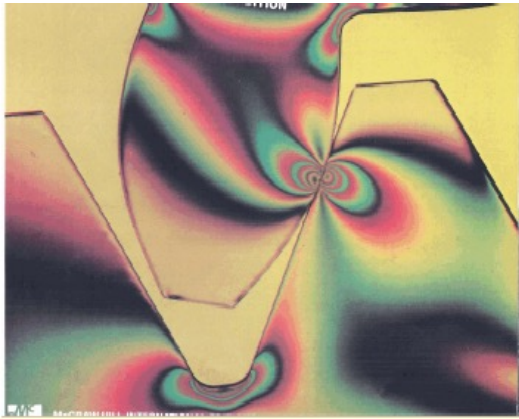
- rezonancia frekvencia analízis (RFA)
- Periotest



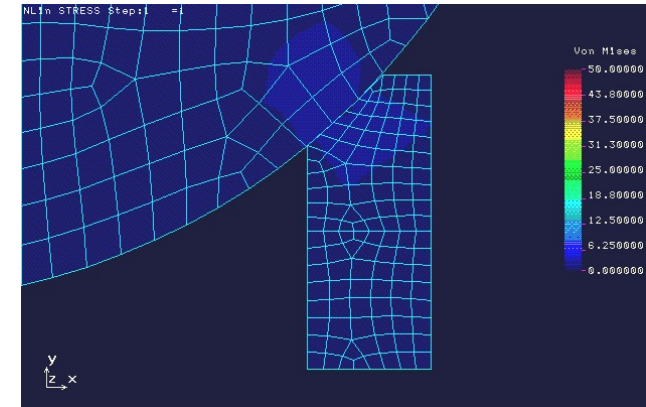
**nagy forgatónyomaték**

# Fizikai vizsgálati módszerek feszültségeloszlásra

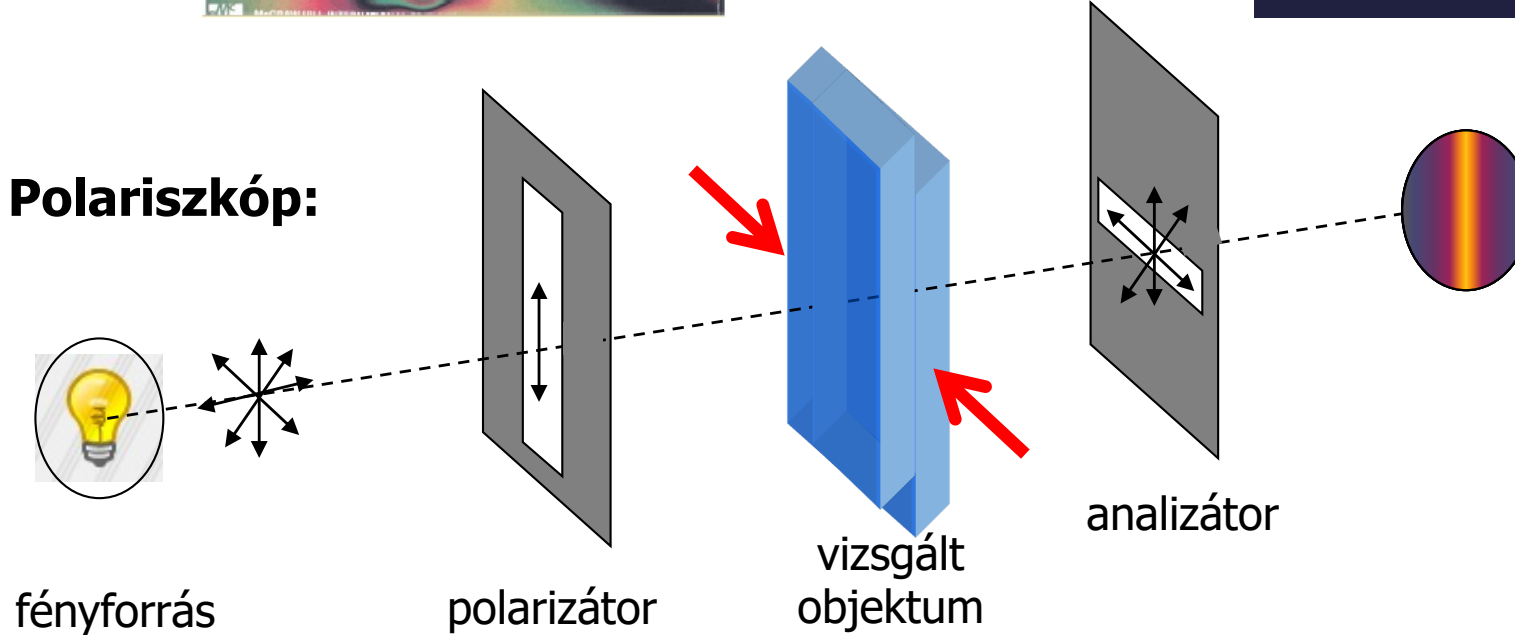
- feszültségoptikai mérések



- véges elem analízis



## Polariszkóp:

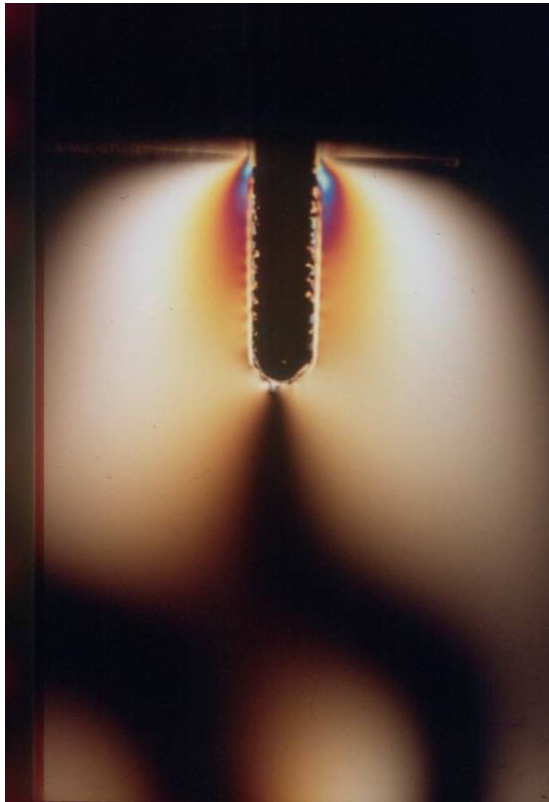




# Feszültségeloszlás implantátumoknál

Véges elem analízis:

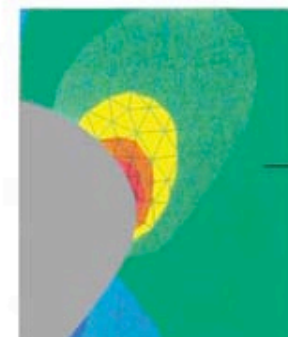
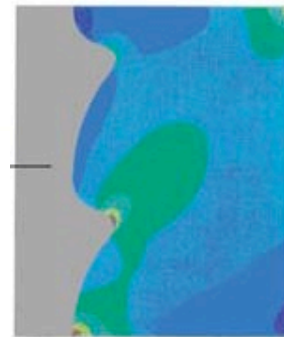
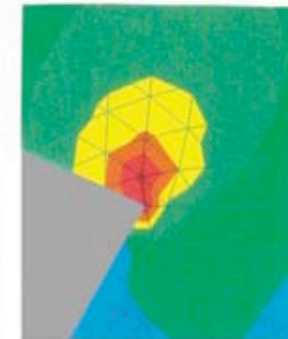
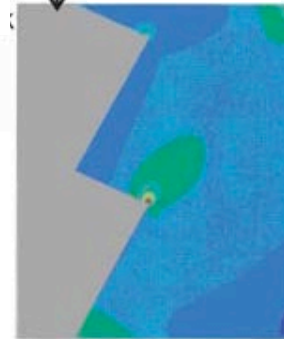
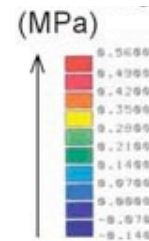
Feszültségoptika:



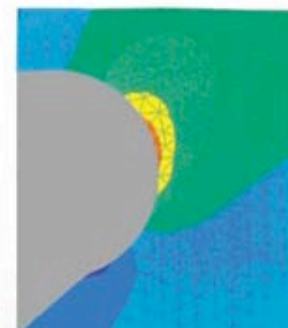
implantátum

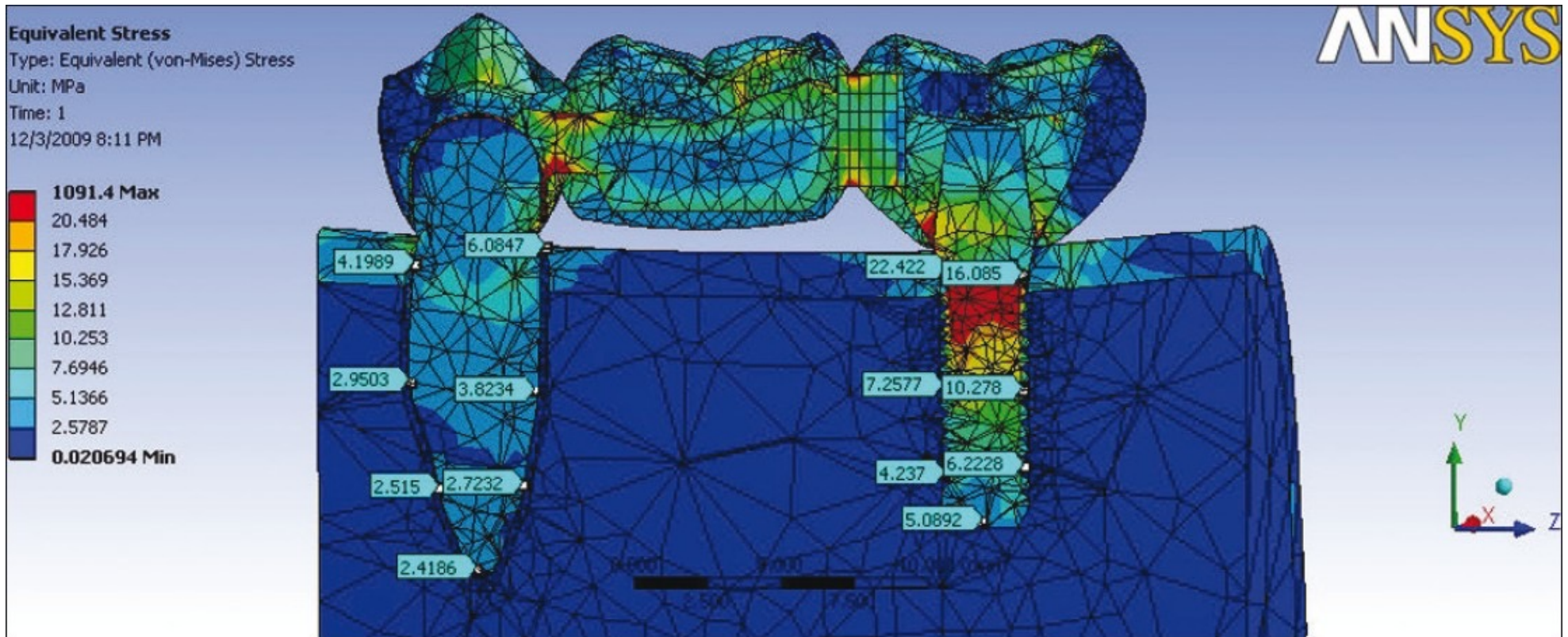
nyomás

nagyított kép



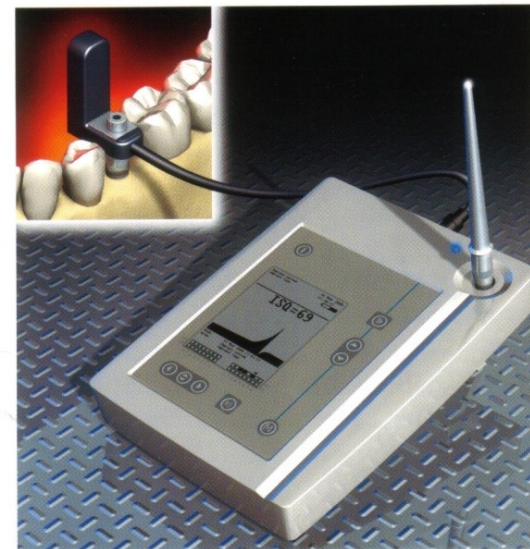
csont





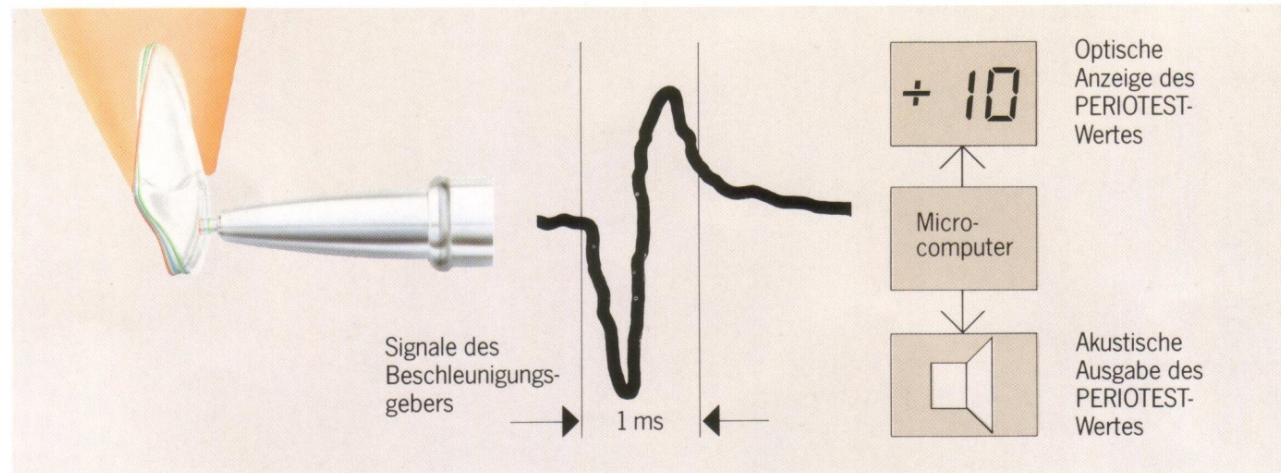
# Implantátum stabilitásának vizsgálata

- Rezonanciafrekvencia analízis (RFA)





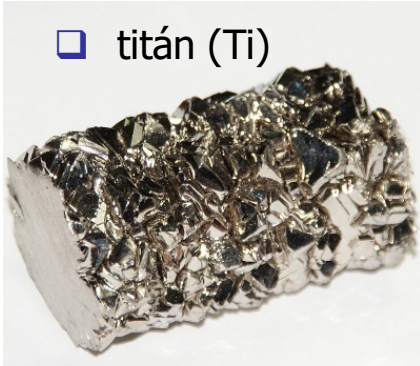
- Periotest



# Implantátumok anyaga

## fémek

- ☐ titán (Ti)



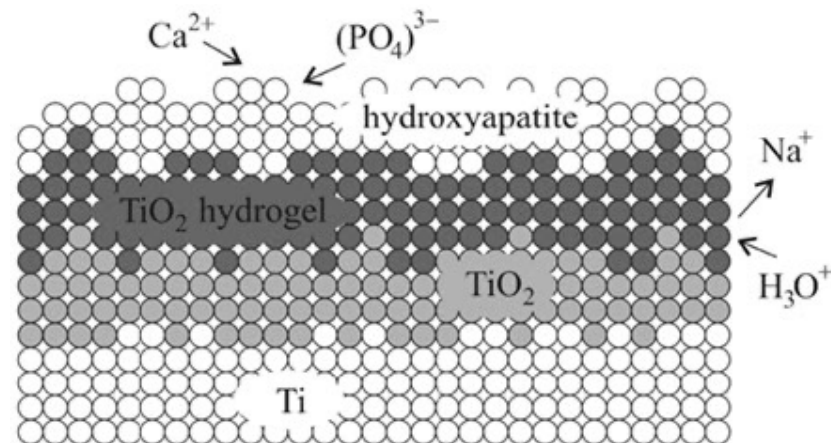
- ☐ titánötvözetek (pl. Ti-6Al-4V)
- ☐ kobaltötvözetek (Co-Cr-Mo)

## kerámiák

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



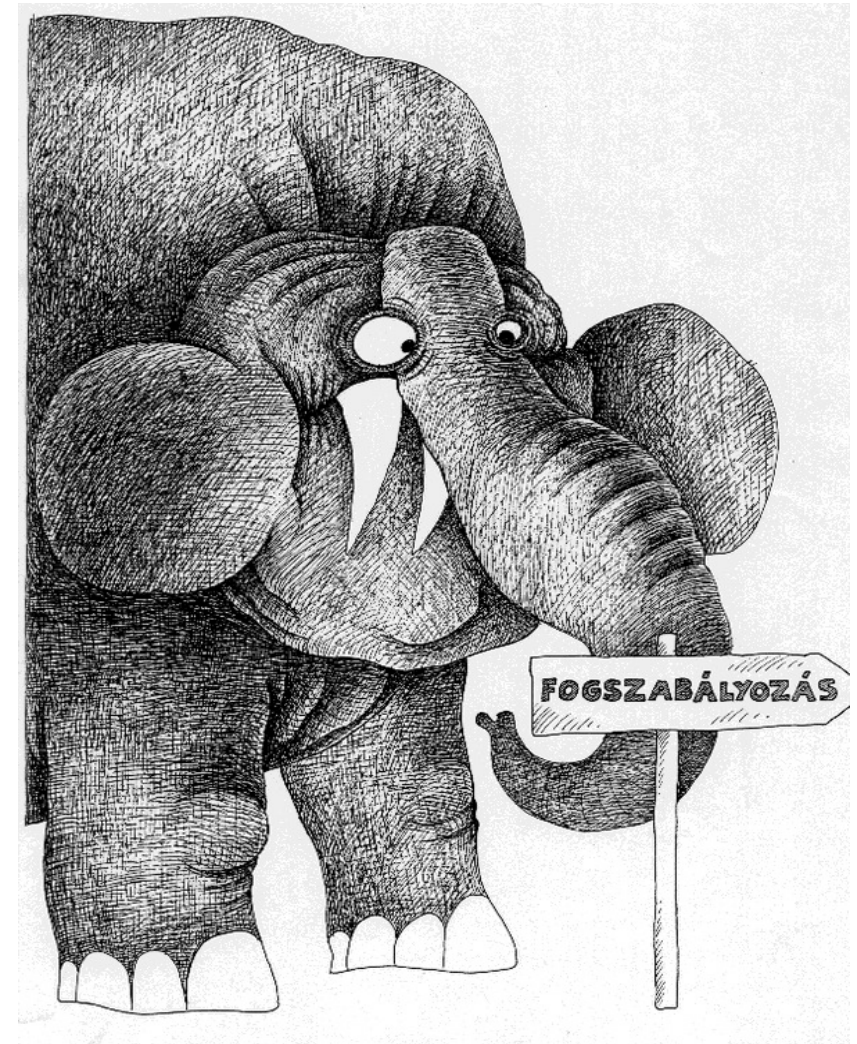
## kerámia bevonatú fémek







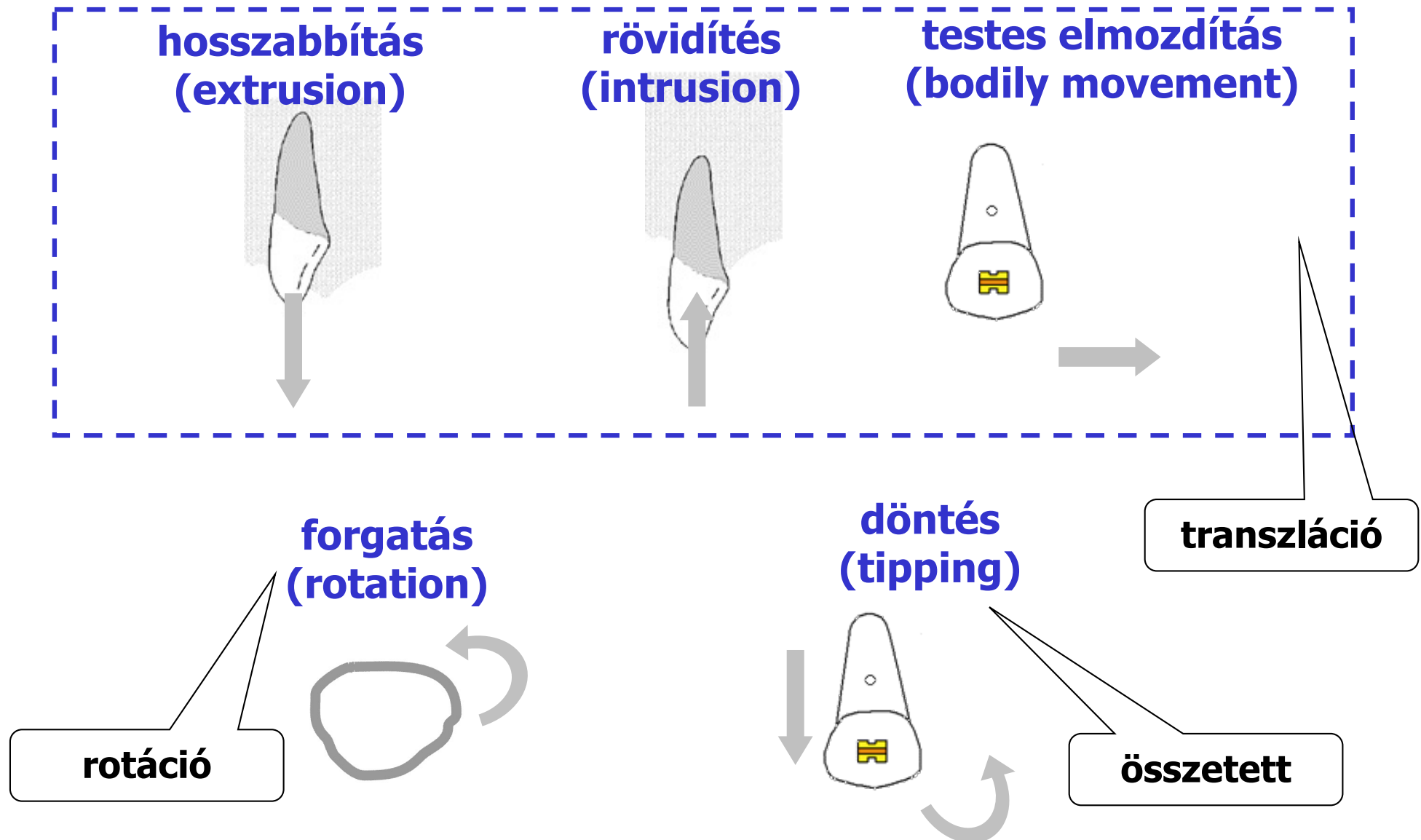
## A fogszabályozás fizikai alapjai





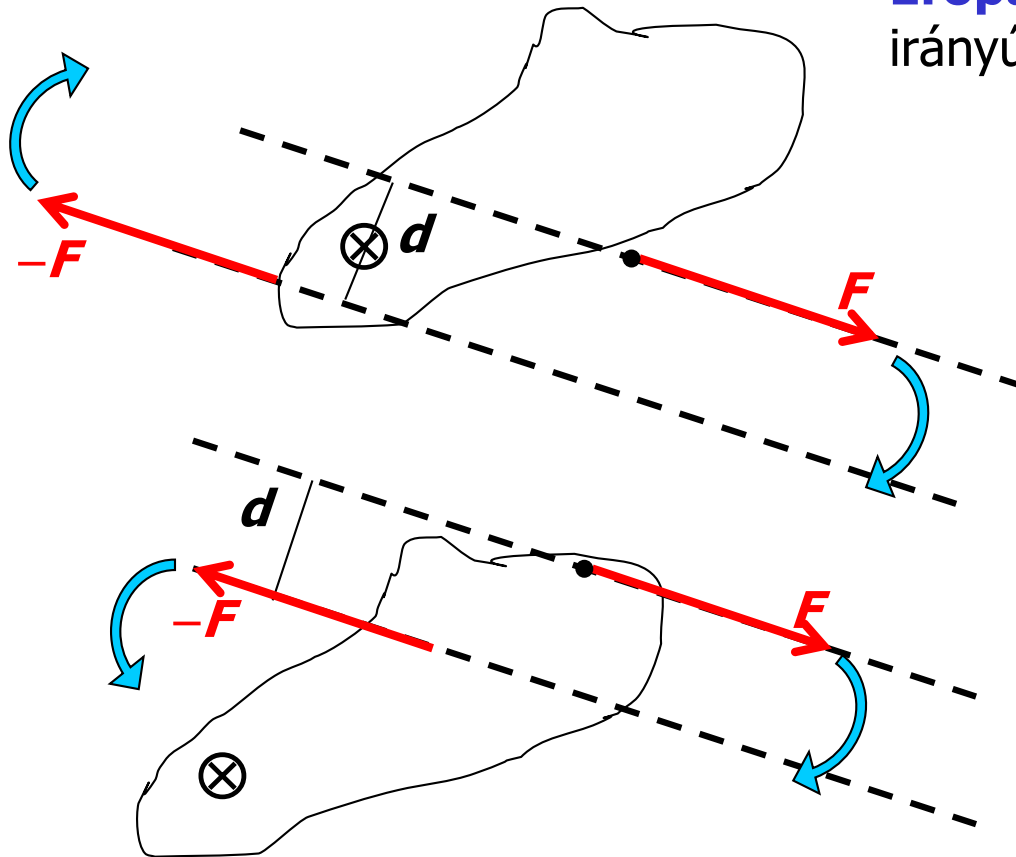


# A fog fogorvosi mozgásának típusai



# Erőpár, erőrendszer helyettesítése

**Erőpár:** két, azonos nagyságú, de ellentétes irányú és nem azonos hatásvonalú erő



Eredő erő: 0

Erőpár eredő forgatónyomatéka ( $M$ ):

$$M = d \cdot F$$

(független a vonatkoztatási ponttól)

➡ „erőpár = forgatónyomaték”

Bármely erőrendszer helyettesíthető egy erővel és egy erőpárral (forgatónyomatékkal).

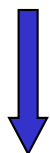


# A fog elmozdulásának mechanizmusa és az ehhez szükséges erőtartomány

Nyugalmi erők:

$$F = 1-10 \text{ cN}$$

„állandó”

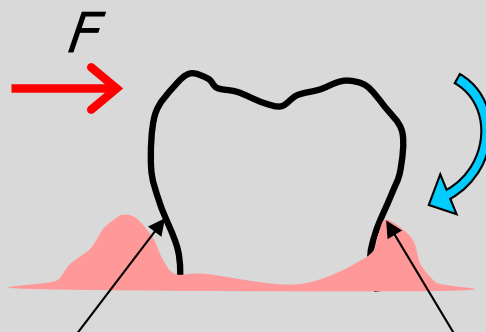


nincs  
következmény

Fogszabályozásban használt erők:

$$F = 50 \text{ cN} - 400 \text{ cN}$$

„állandó”



húzás



csontszövet  
**felépülése**

(kalcifikáció)

nyomás



csontszövet  
**leépülése**

(dekalifikáció)



**átépülés**  $\Rightarrow$  elmozdulás

Rágóerők:

$$F = 100-800 \text{ N}$$

$$t \leq 1 \text{ s}$$

Ha „állandó” lenne,



$t = 3-5 \text{ s}$ : fájdalom

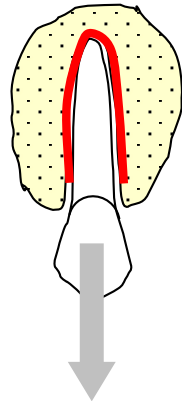
$\approx$  óra: károsodás

7-14 nap: a fog  
kilazulása

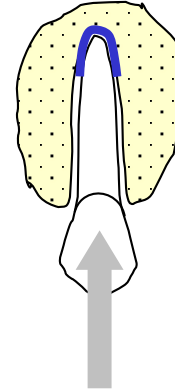
# Az egyes mozgások mechanizmusa

## haladó mozgás

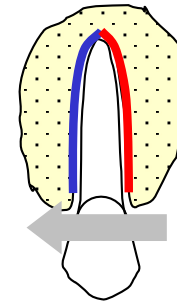
hosszabbítás



rövidítés



testes elmozdítás

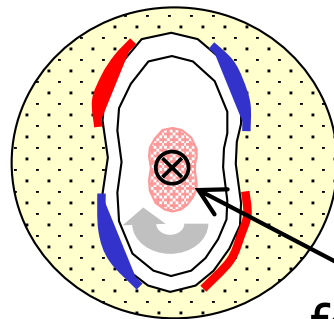


! csont felépülés (húzófeszültség)

! csont leépülés (nyomófeszültség)

## forgás

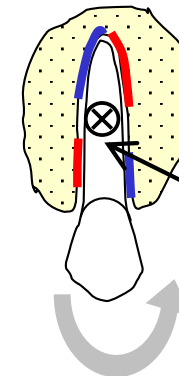
forgatás



forgáspont

haladó mozgás  
+ forgás

döntés

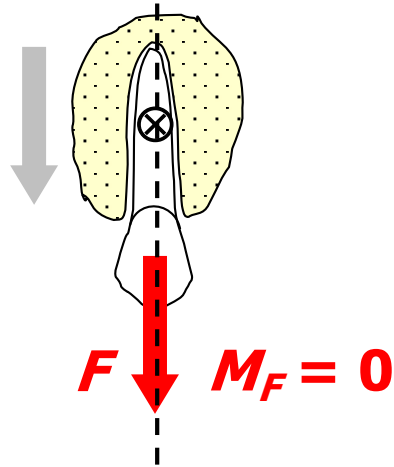


forgáspont

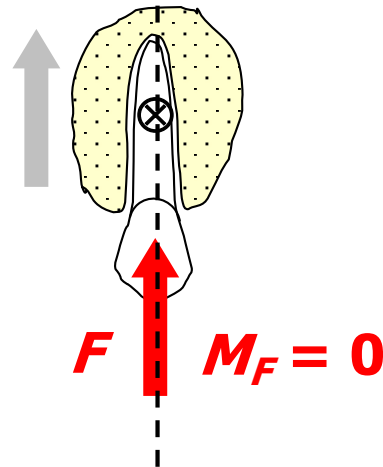
(center of resistance  
= CR)

# Az egyes mozgásokhoz szükséges erők, nyomatékok

**hosszabbítás:**



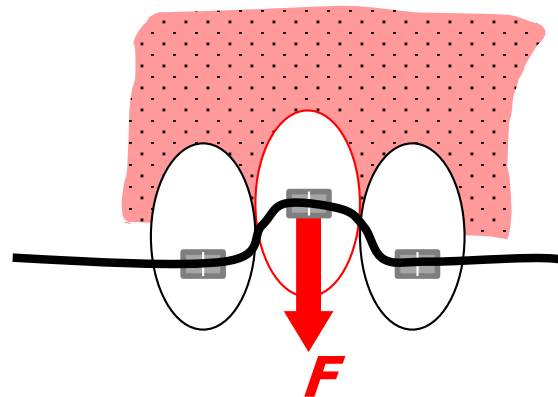
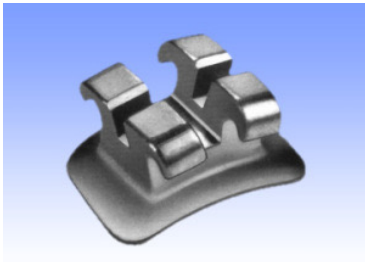
**rövidítés:**



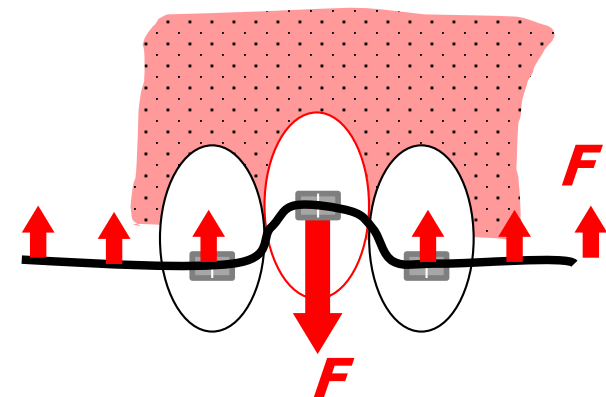
Egyetlen erő  
forgatónyomaték nélkül

$\Rightarrow$  haladó mozgás  
rotáció nélkül

Például:

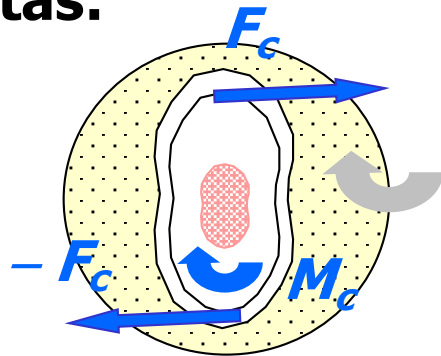


Támaszték? Elosztva(!):





## Forgatás:

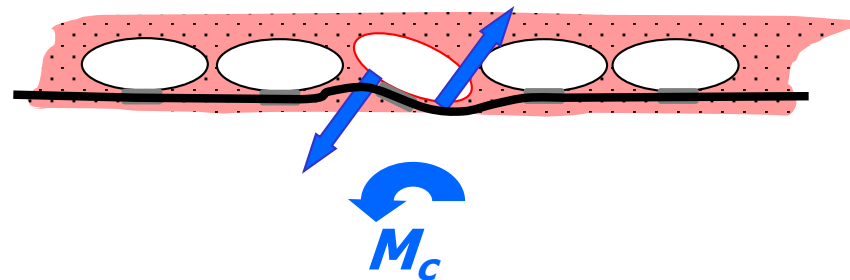


erőpár, azaz forgatónyomaték  
eredő erő nélkül

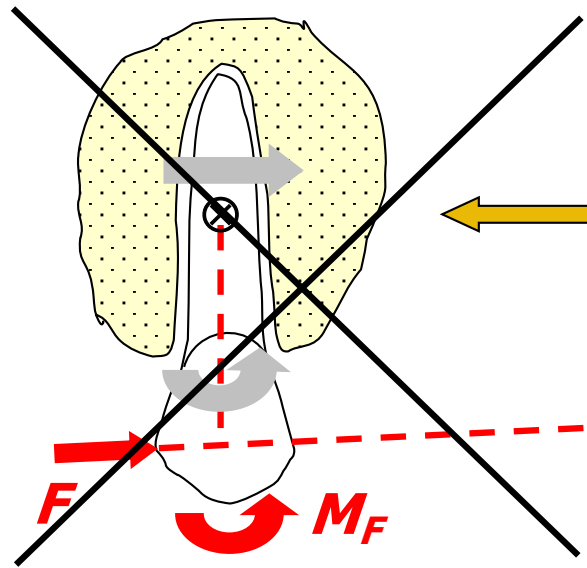
$\Rightarrow$  forgás transzláció nélkül

$\Sigma F = 0$  erőpár  
(couple = c)

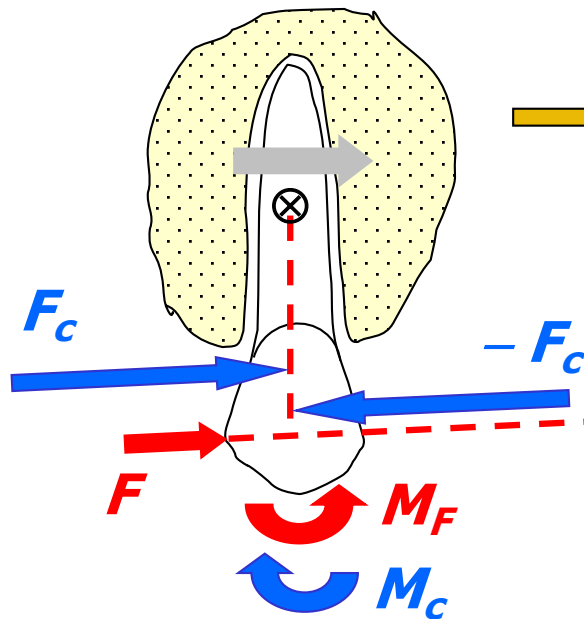
Például:



## Testes elmozdítás:



Egyetlen erő alkalmazásakor forgás társulna a haladó mozgáshoz.

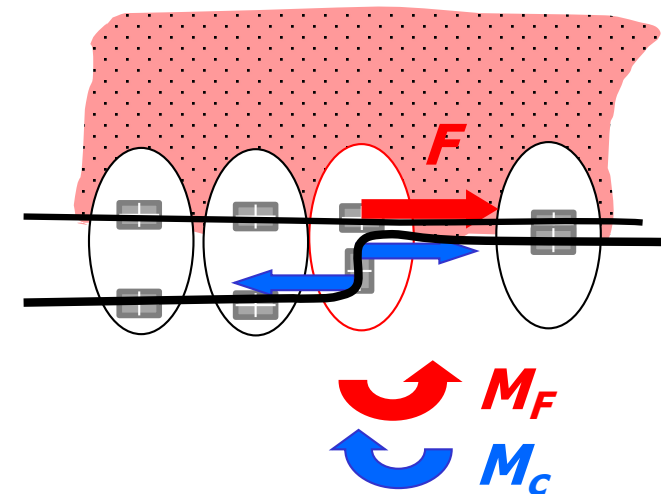


erő + erőpár  
 $\Rightarrow$  haladó mozgás  
 forgás nélkül

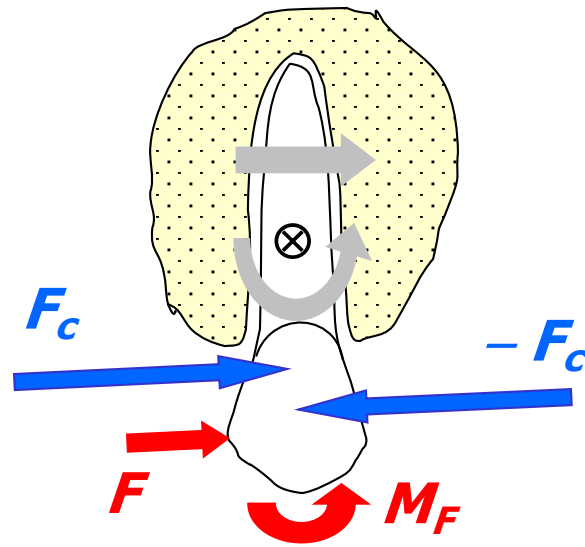
$$\left. \begin{aligned} \sum F &= F \\ \sum M &= 0 \end{aligned} \right\} \text{csak transzláció}$$

$$M_C = M_F \quad (M_C / M_F = 1)$$

Például:



**Döntés:**





Erő	Erőpár	$\Sigma F$	$\Sigma M$	Mozgás
$\times$	$\checkmark$	0	$M_c$	forgatás
$\checkmark$	$\times$	F	$M_F$	döntés
$\checkmark$	$\checkmark$	F	$M_F - M_c = 0$	kontrollált döntés
$\checkmark$	$\checkmark$	F	$M_F - M_c = 0$	testes mozgás

**forgatás**



**döntés**



haladó mozgás + forgás

**testes mozgás**

haladó mozgás




=




**kontrollált döntés**



haladó mozgás + forgás

- $0 < M_F - M_c \quad (M_c / M_F < 1)$  

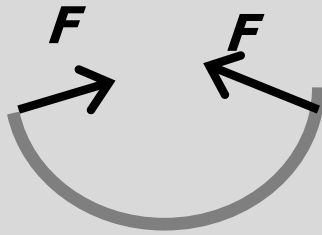
- $M_F - M_c < 0 \quad (1 < M_c / M_F)$  

# A fogszabályozó készülék



A fogszabályozó készülék egy rugalmas test, amely deformálása után erőt fejt ki a fogakra, a betáplált energiát visszaszolgáltatja („**mechanikai akkumulátor**”).

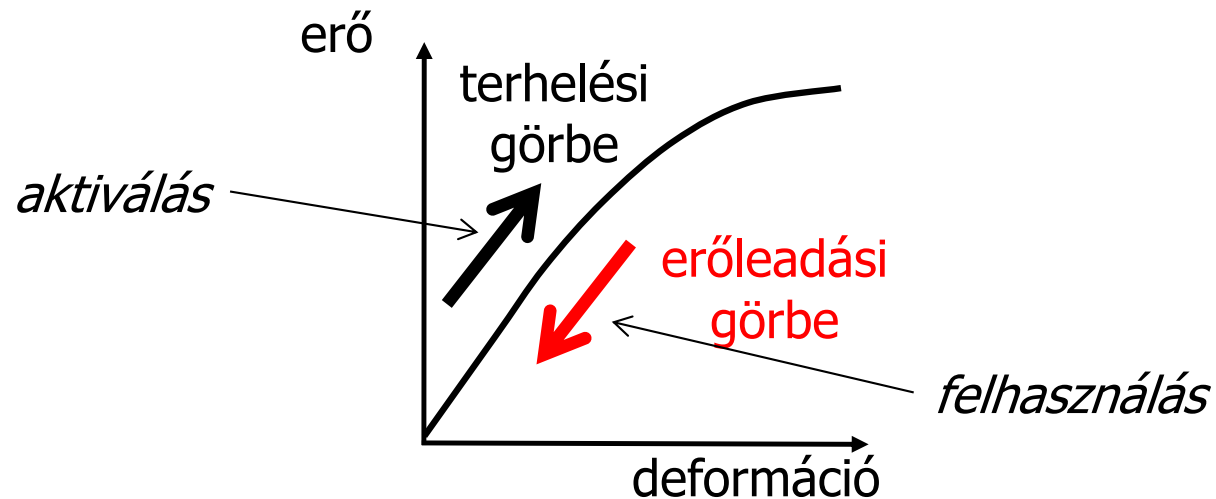
*aktiválás:*  
deformálás  
(energia  
betáplálása)



*felhasználás:*

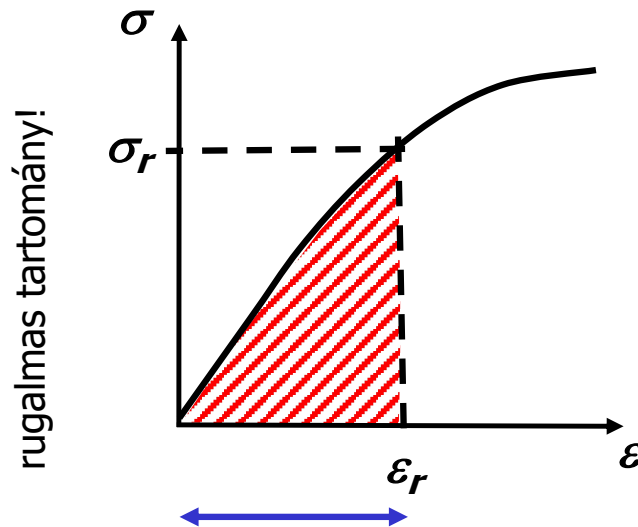
**visszaalakulás**

(tárolt energia  
hasznosulása)

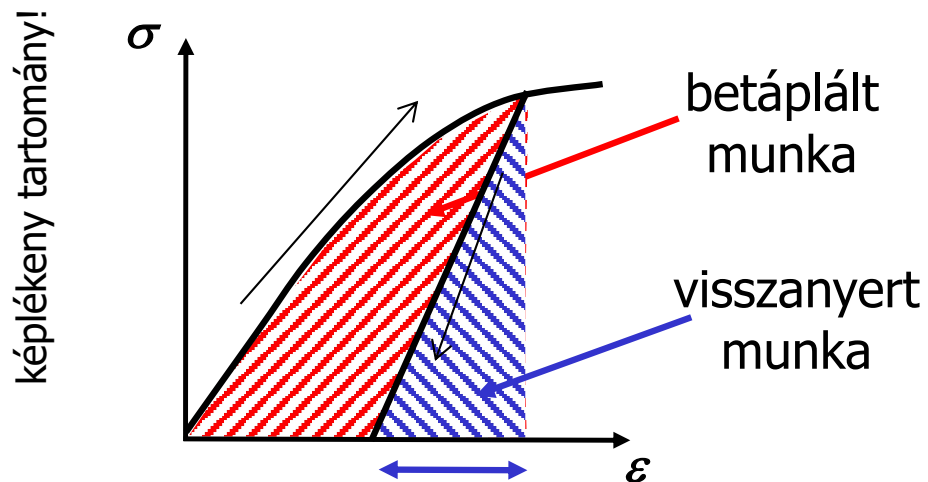


# A készülék mechanikai tulajdonságai

- anyagi jellemzők: merevség, visszarugózó képesség, fajl. elaszt. def. munka



betáplált munka=visszanyert munka,  
ha nincs súrlódás!!!



Például:

- műanyagok
- acél
- kobalt-króm ötvözetek
- titán ötvözetek



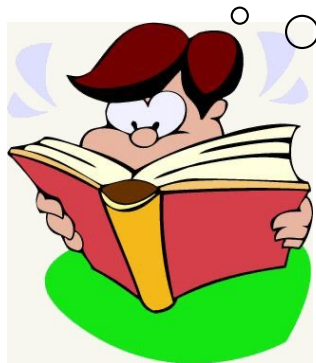
- geometria: alak, méretek (pl.vastagság, hossz, ...)

• nyújtás/összenyomás	$F = E \frac{A}{l} \Delta l$	$W = \frac{1}{2} E \cdot \frac{A}{l} \Delta l^2$
• hajlítás	$F = 3E \cdot \frac{\Theta}{l^3} \cdot s$	$W = \frac{1}{2} 3E \cdot \frac{\Theta}{l^3} \cdot s^2$
• csavarás (torzió)	$M = G \frac{r^4 \pi}{2l} \phi$	

a test merevsége/rugómerevség

## Problémák:

- súrlódás

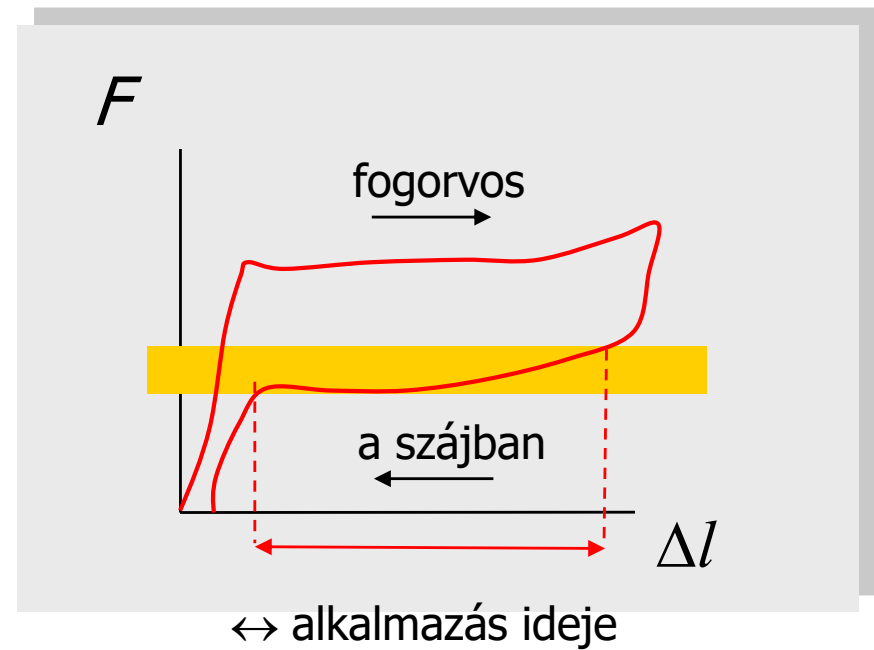
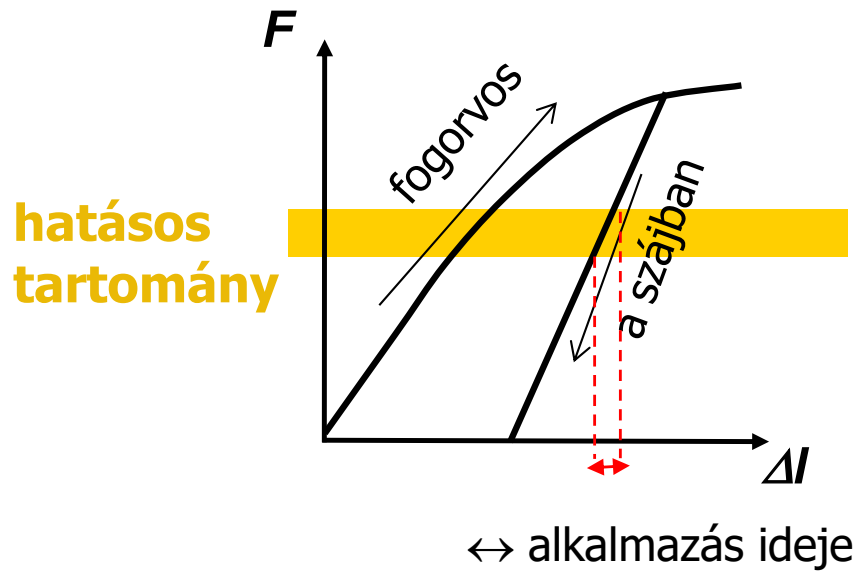


súrlódási erő ( $F_s$ ):

$$F_s = \mu \cdot F_{ny}$$

# A visszatérítő erő

- nagysága?
- állandósága?

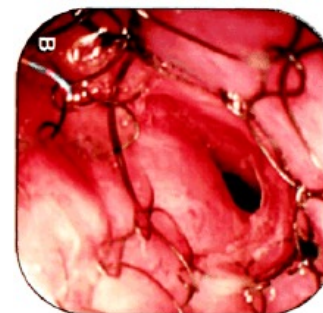
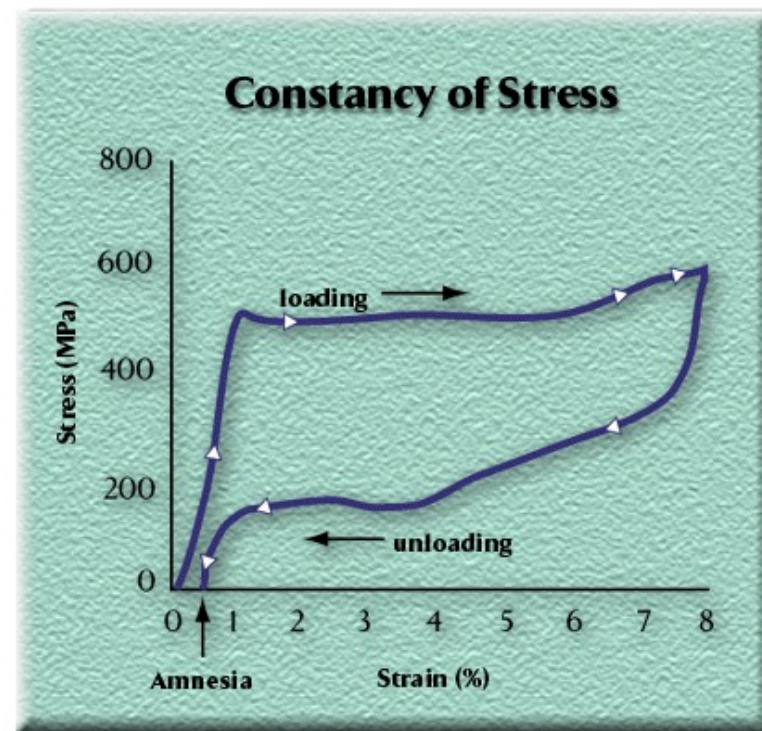
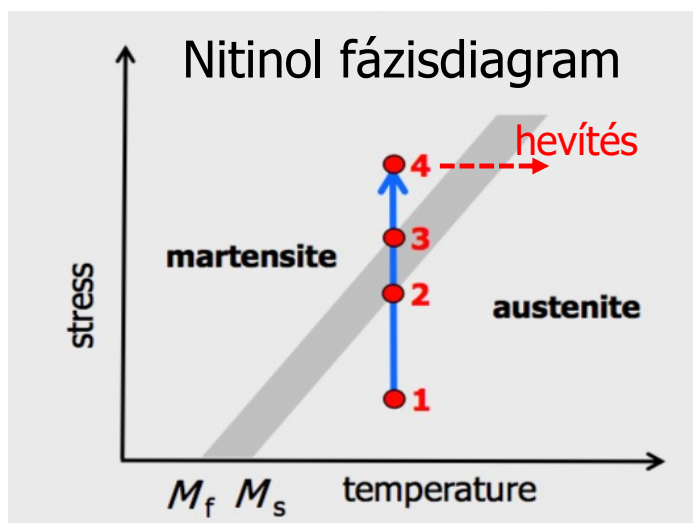


# Szuperrugalmas anyagok

Ni+Ti    Cu+Al+Zn    Cu+Al+Ni

**Nitinol** (**N**ickel-**Ti**tanium **N**aval **O**rdnance **L**aboratory)

- szuperrugalmas (pseudoelasztikus)
- alakmemória
- biomechanikai kompatibilitás
- biokompatibilis



Kérem készüljenek elő a QR kód beolvasására.

Visszajelzésüket köszönjük!