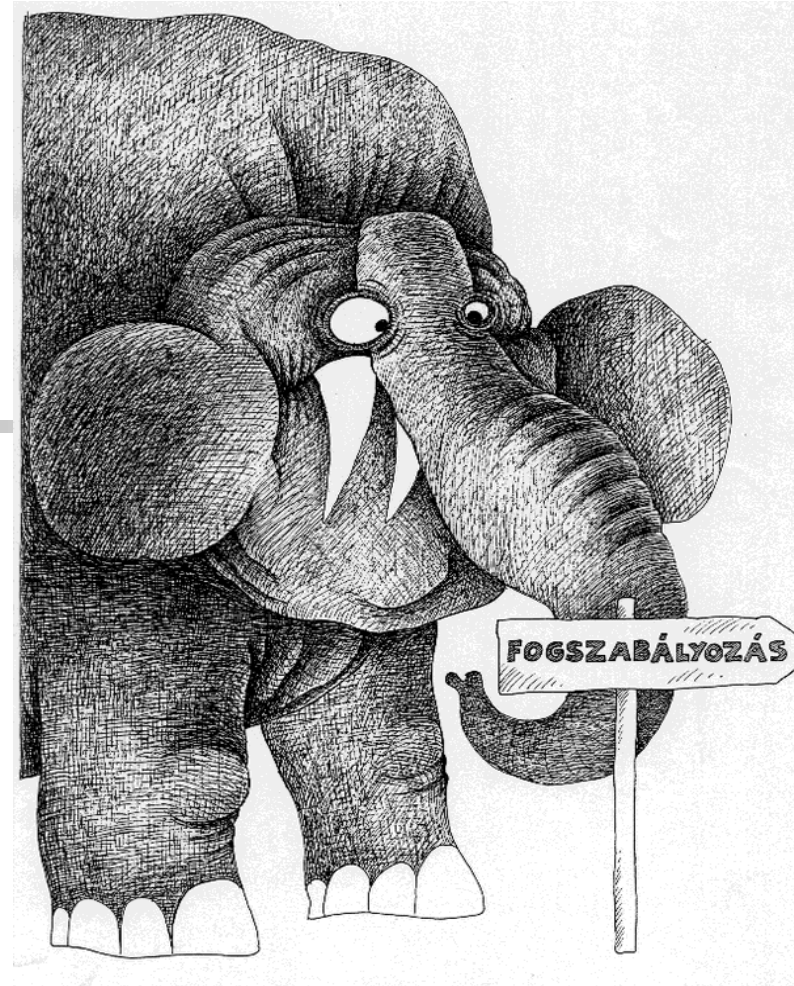
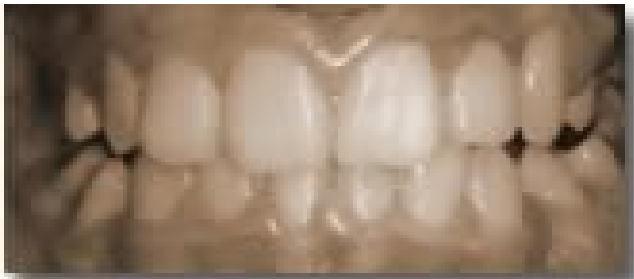


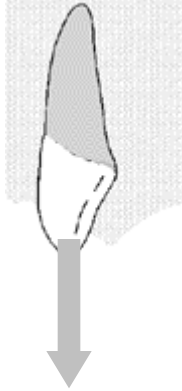


A fogszabályozás fizikai alapjai



A fog fogorvosi mozgásának típusai

**hosszabbítás
(extrusion)**



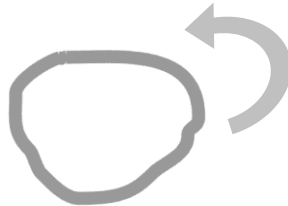
**rövidítés
(intrusion)**



**testes elmozdítás
(bodily movement)**

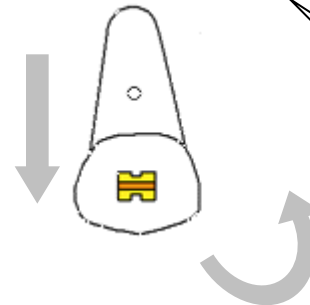


**forgatás
(rotation)**



rotáció

**döntés
(tipping)**



összetett

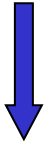
transzláció

A fog elmozdulásának mechanizmusa és az ehhez szükséges erőtartomány

Nyugalmi erők:

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

„állandó”

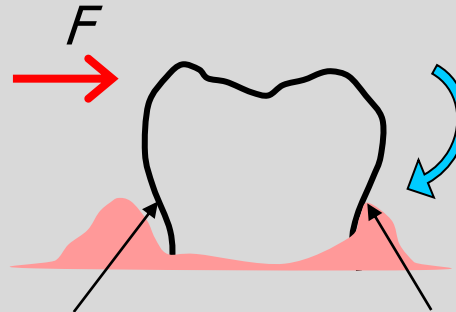


nincs
következmény

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

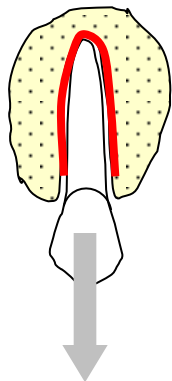
\approx óra: károsodás

7-14 nap: a fog
kilazulása

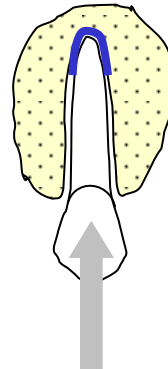
Az egyes mozgások mechanizmusa

**haladó
mozgás**

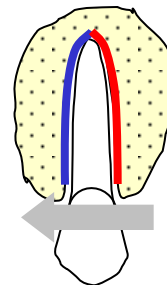
hosszabbítás



rövidítés



testes elmozdítás

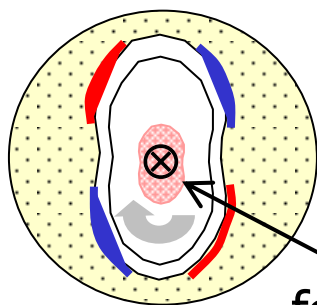


| csont felépülés

| csont leépülés

forgás

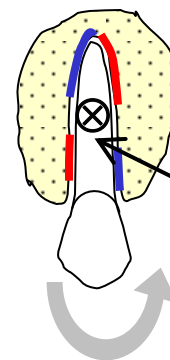
forgatás



forgáspont

**haladó mozgás
+ forgás**

döntés

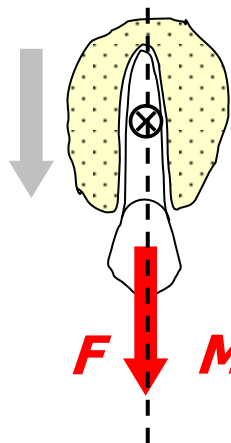


forgáspont

(center of resistance
= CR)

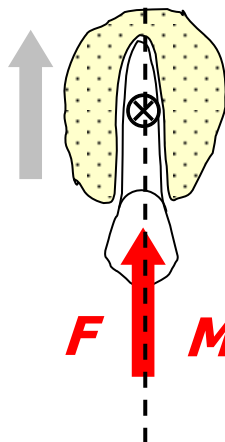
Az egyes mozgásokhoz szükséges erők, nyomatékok

hosszabbítás:



$$M_F = 0$$

rövidítés:



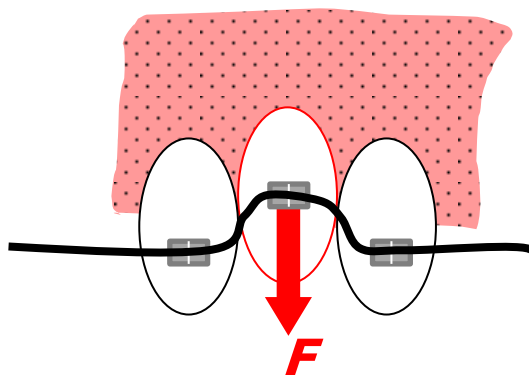
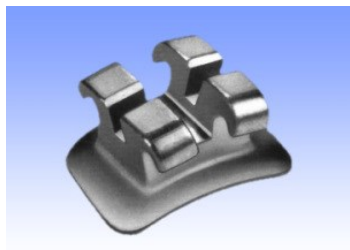
$$M_F = 0$$



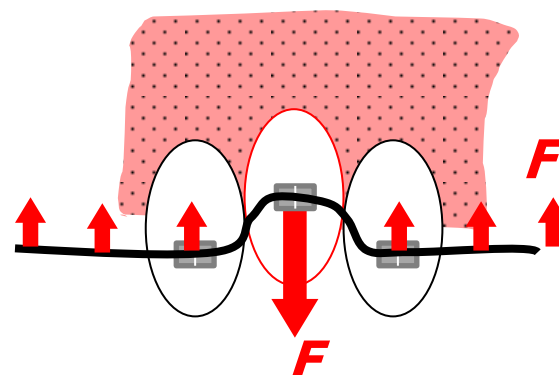
Egyetlen erő
forgatónyomaték nélkül

\Rightarrow haladó mozgás
rotáció nélkül

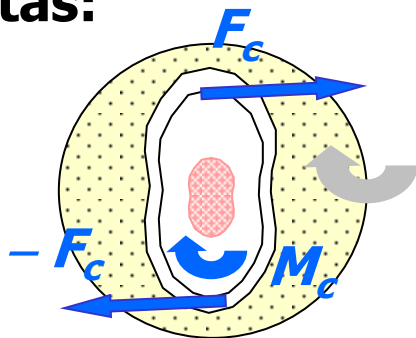
Például:



Támaszték? Elosztva(!):



Forgatás:

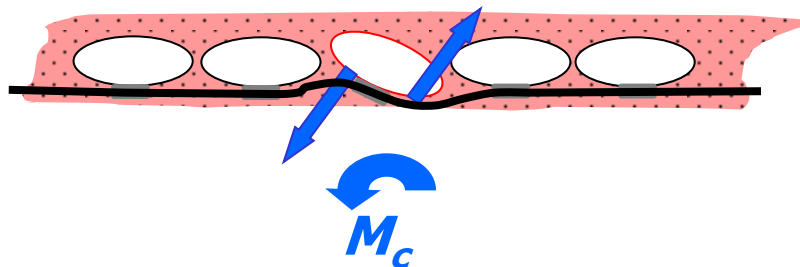


erőpár, azaz forgatónyomaték
eredő erő nélkül

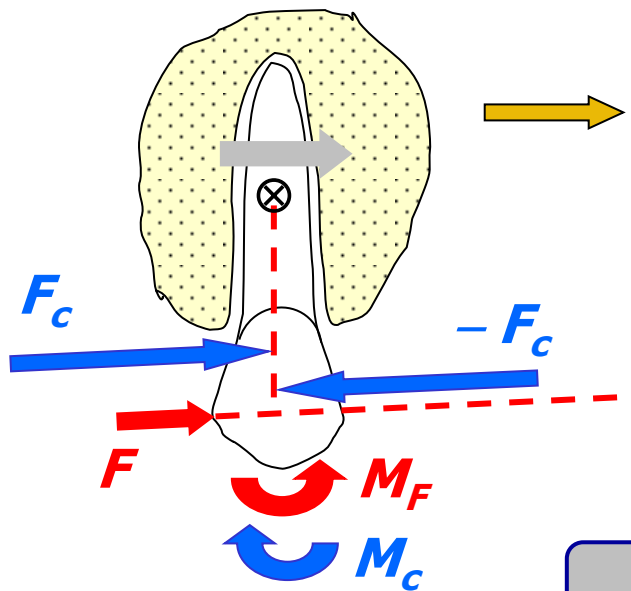
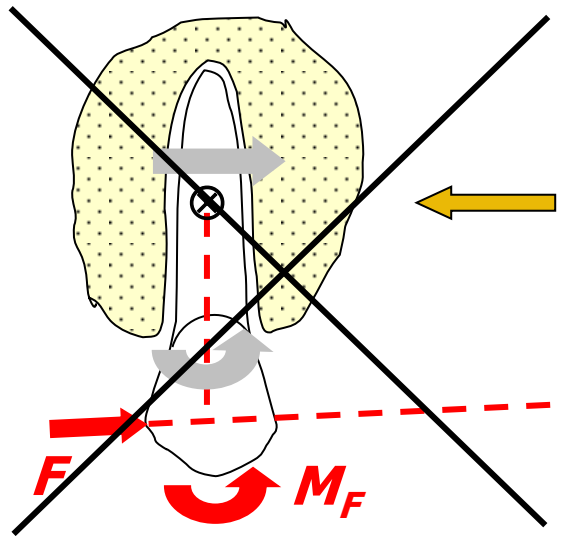
\Rightarrow forgás transzláció nélkül

$\Sigma F = 0$ erőpár
(couple = c)

Például:



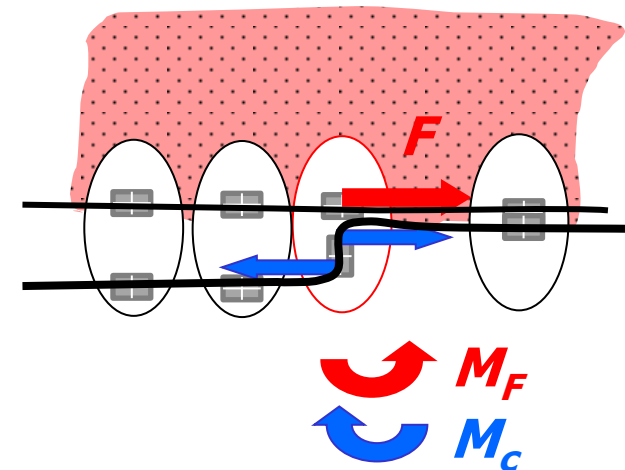
Testes elmozdítás:

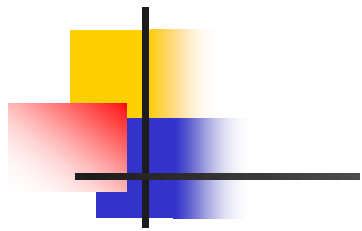


$$\left. \begin{aligned} \sum F &= F \\ \sum M &= 0 \end{aligned} \right\} \text{csak transzláció}$$

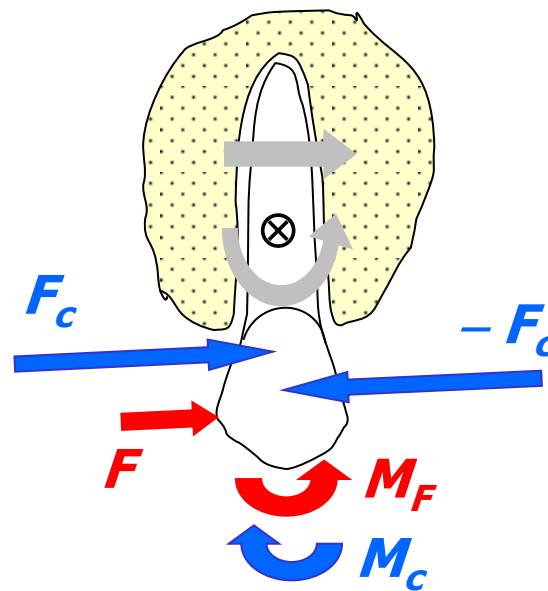
$$M_C = M_F \quad (M_C / M_F = 1)$$

Például:





Döntés:



erő	erőpár	$\sum F$	$\sum M$
–	✓	0	M_C
✓	–	F	M_F
✓	✓	F	$M_F - M_C$

→ forgás ↺

→ **döntés:** haladó mozgás + forgás ↺

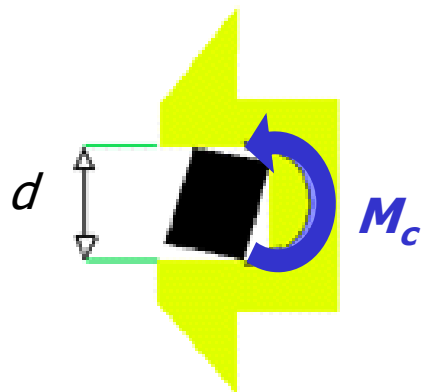
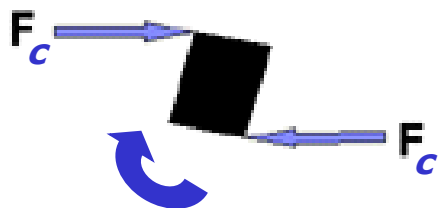
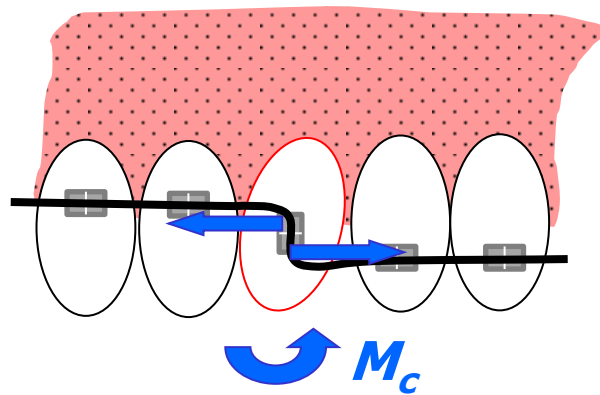
→ **kontrollált döntés:**

→ haladó mozgás + forgás ↺

• $0 < M_F - M_C$ ($M_C / M_F < 1$) ↺

• $M_F - M_C < 0$ ($1 < M_C / M_F$) ↺

Például:

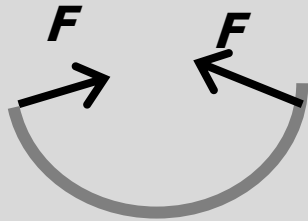


A fogszabályozó készülék



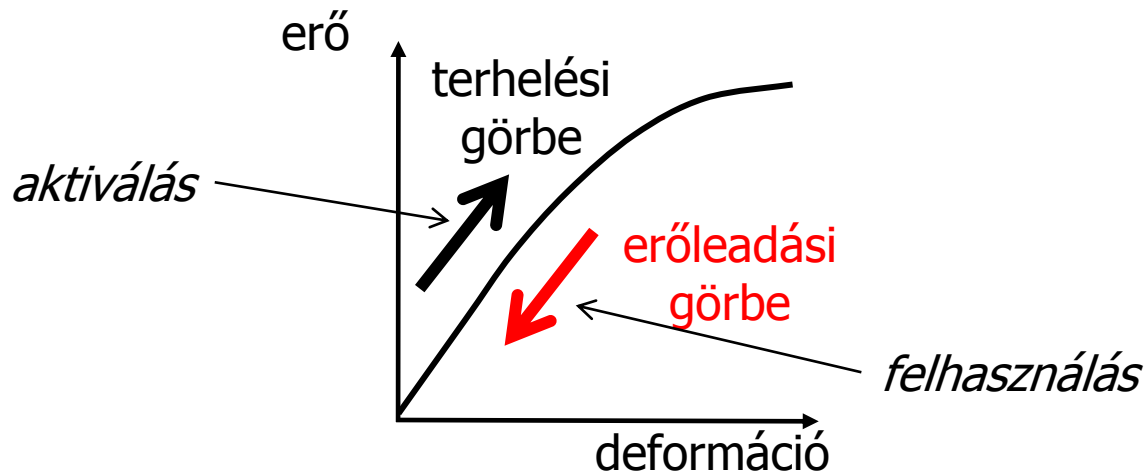
A fogszabályozó készülék egy rugalmas test, amely deformálása után erőt fejt ki a fogakra, a betáplált energiát visszaszolgáltatja („**mechanikai akkumulátor**”).

aktiválás:
deformálás
(energia
betáplálása)



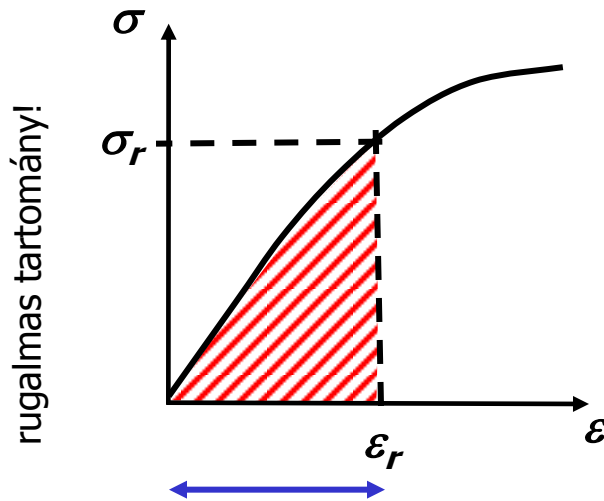
felhasználás:

visszaalakulás
(tárolt energia
hasznosulása)

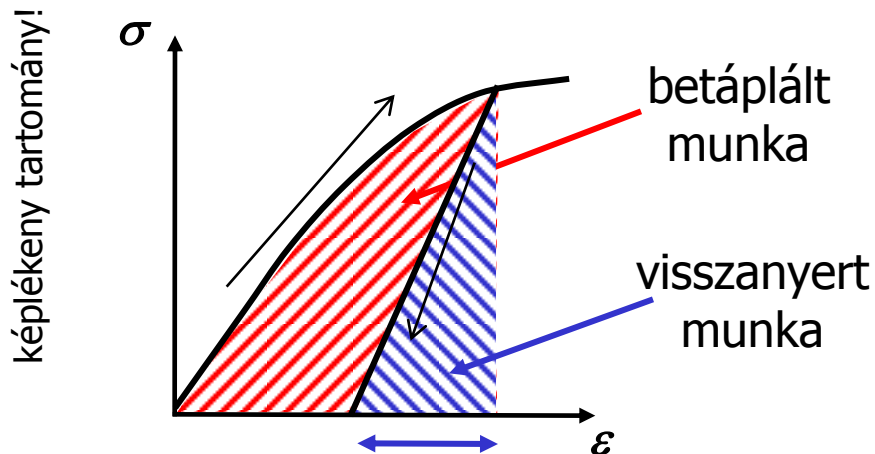


A készülék mechanikai tulajdonságai

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



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



Például:

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

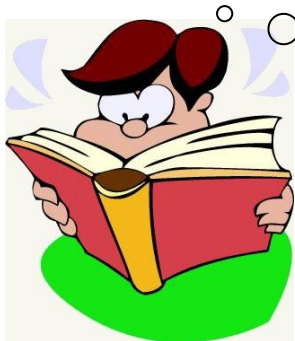
- geometria: alak, méretek (pl.vastagság, hossz, ...)

• 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

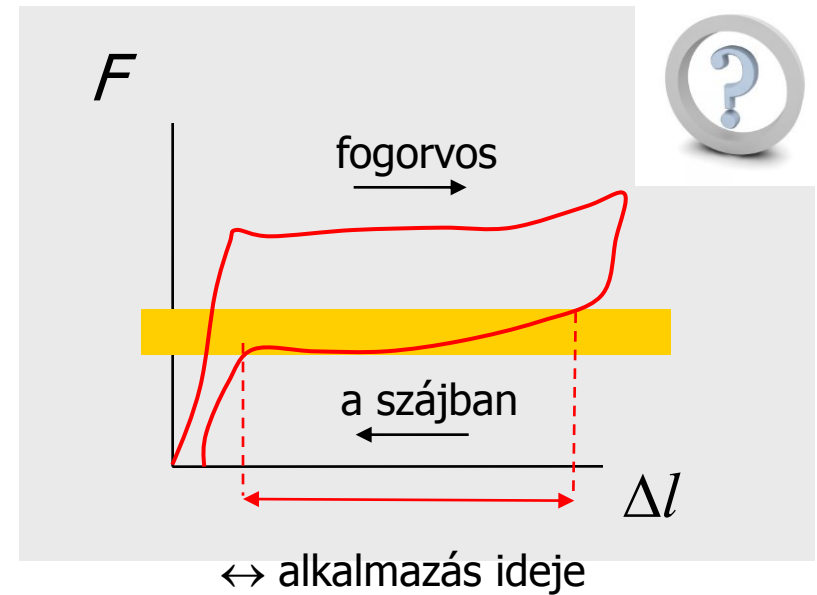
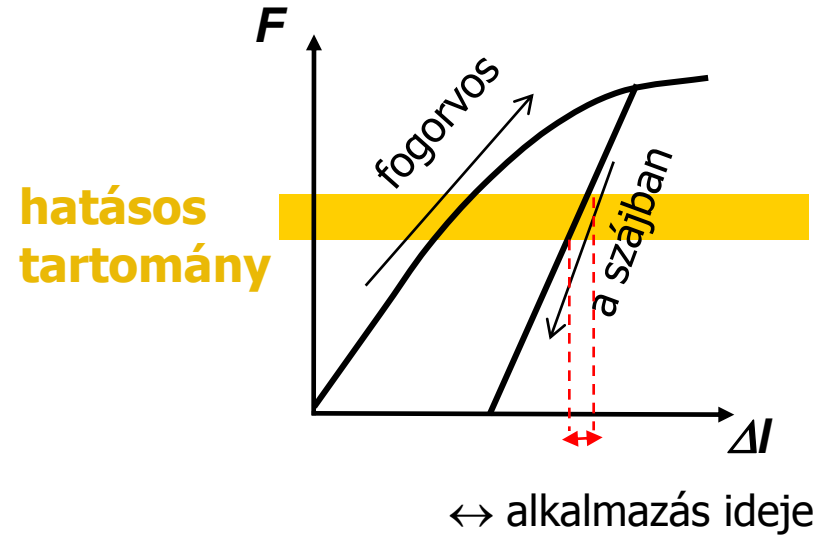


súrlódási erő (F_s):

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

A visszatérítő erő

- nagysága?
- állandósága?



Szuperrugalmas anyagok

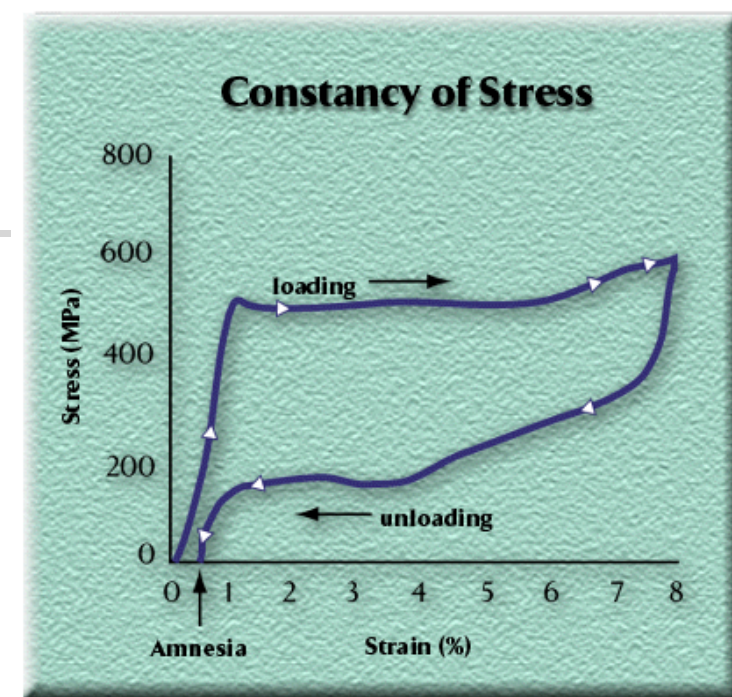
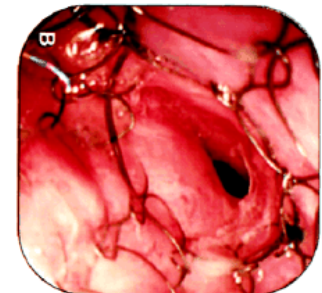
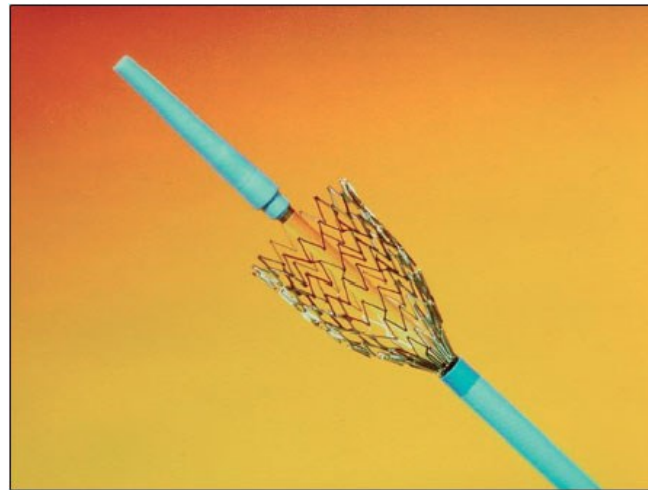
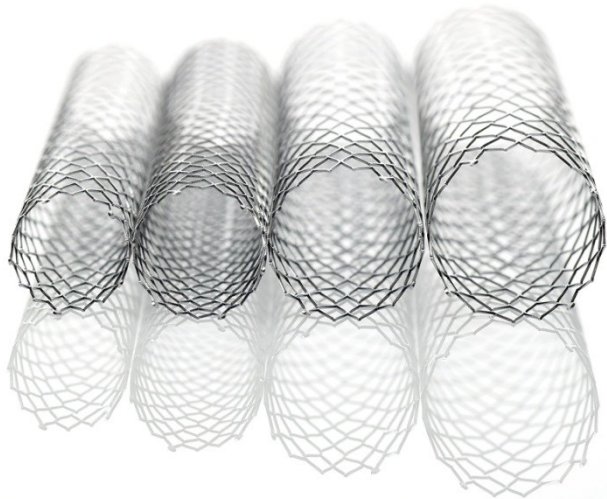
Ni+Ti

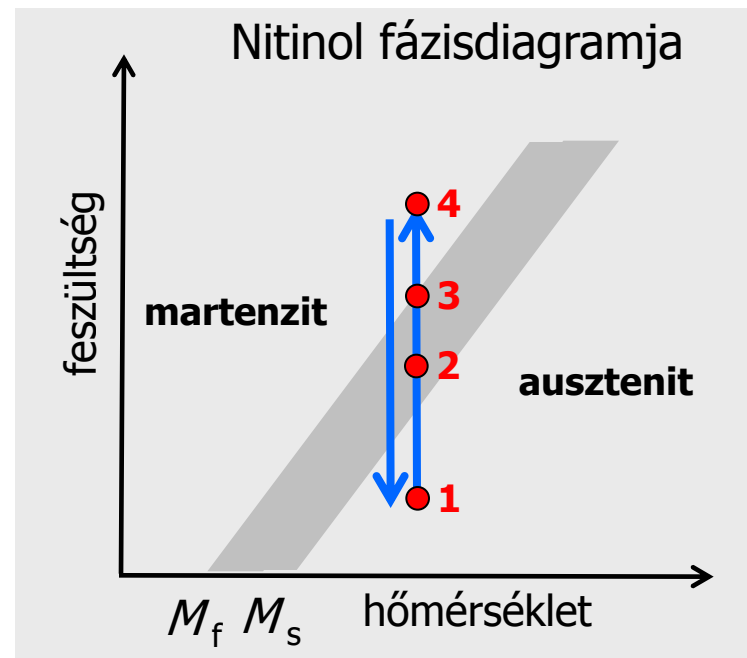
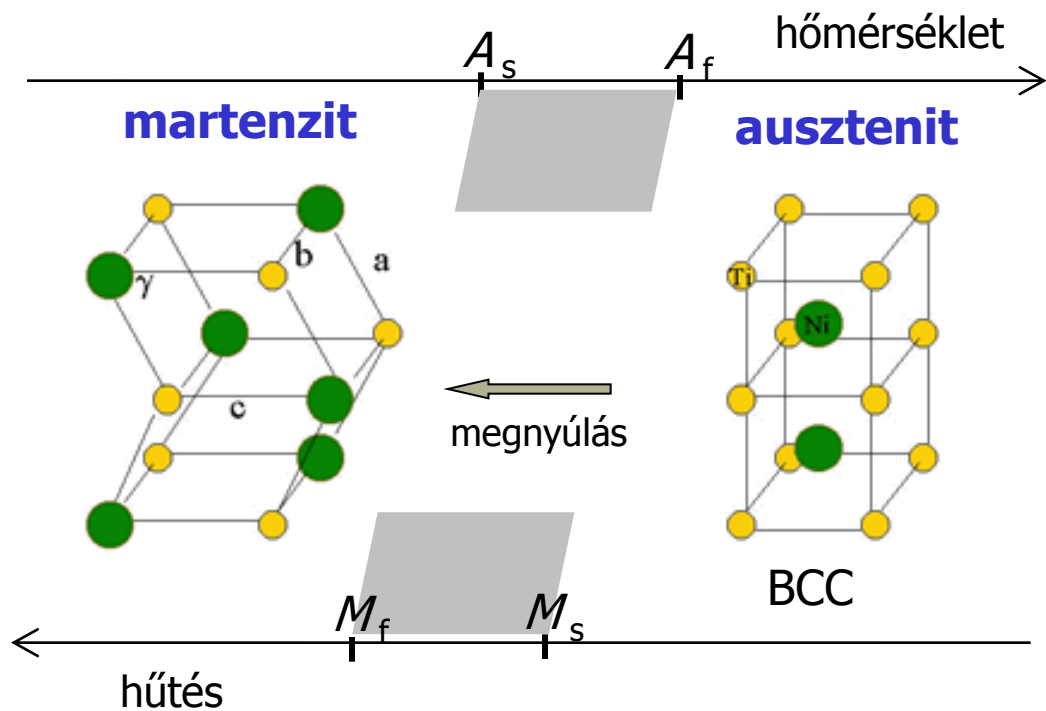
Cu+Al+Zn

Cu+Al+Ni

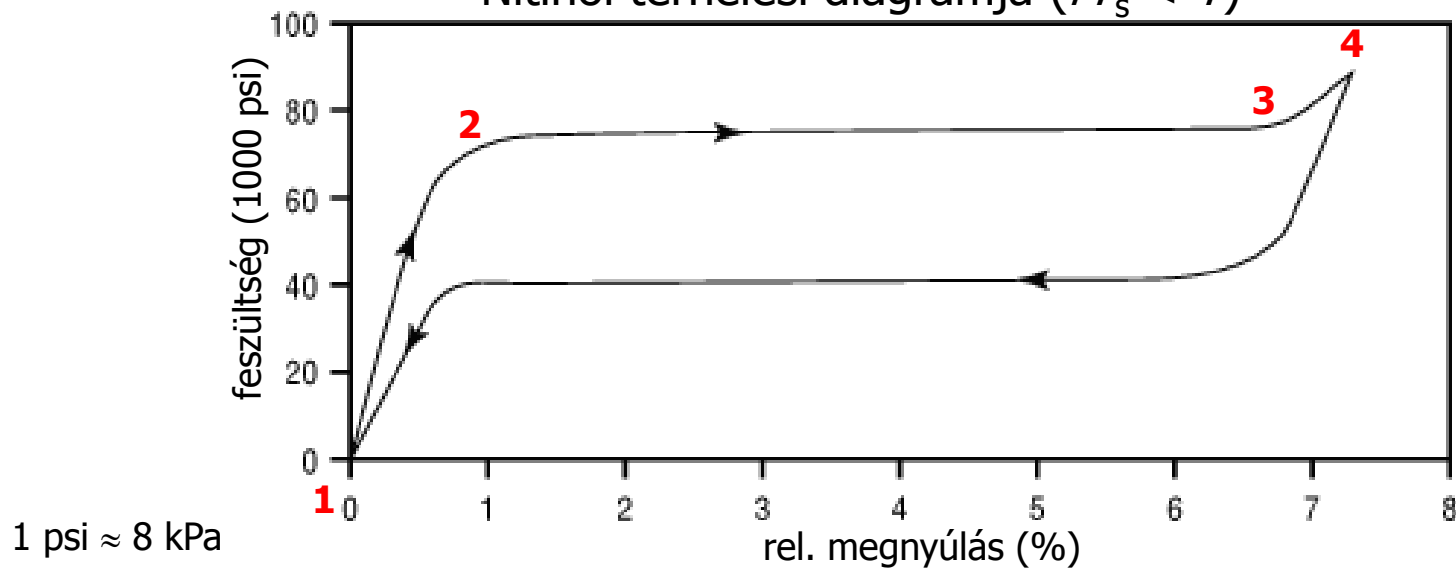
Nitinol (Nickel-Titanium Naval Ordnance Laboratory)

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

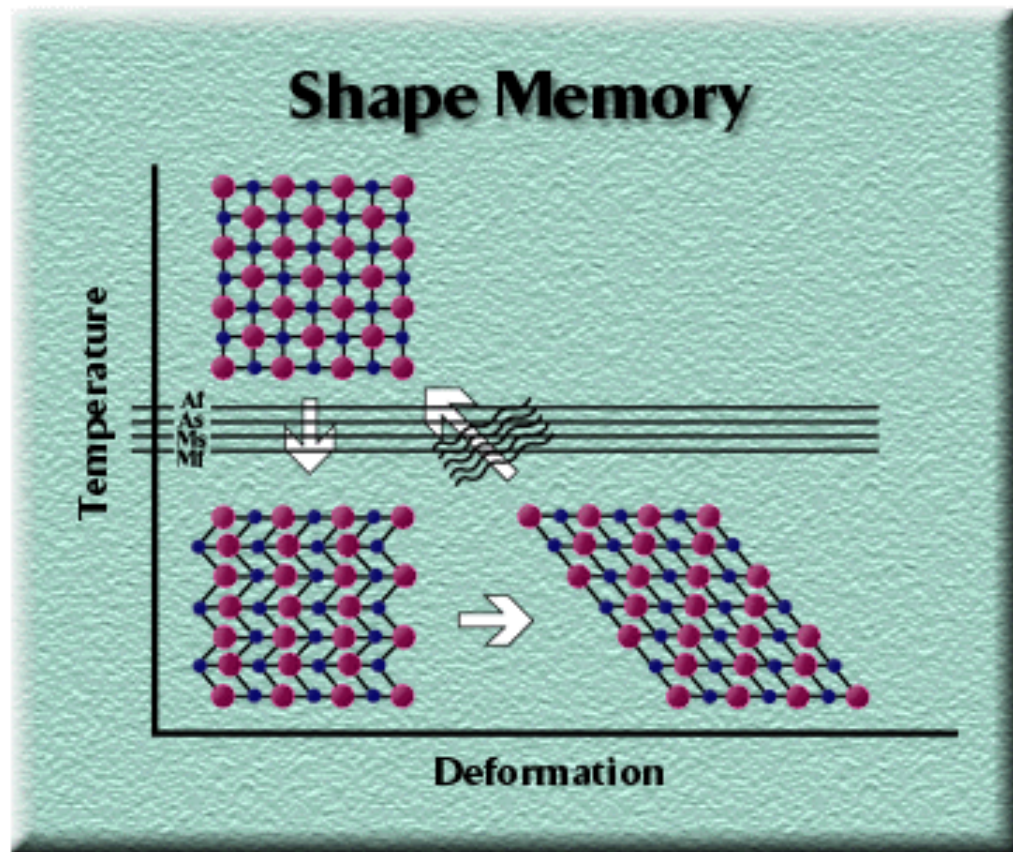




Nitinol terhelési diagramja ($M_s < T$)



Alakmemória



- egyutas
- kétutas



<http://www.youtube.com/watch?v=e2f29Sw7UVc>

<http://www.youtube.com/watch?v=QMXSe5HvW-0>