



Biomechanika



Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai 12.

1

Mozgásfajták

összetett mozgás
= haladó mozgás + forgó mozgás

haladó mozgás
(transzláció)

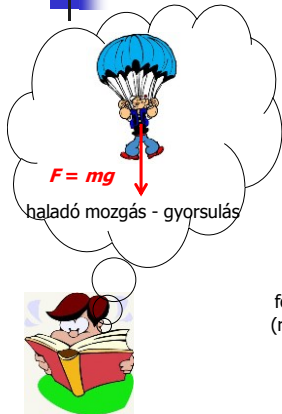
Erők!

forgó mozgás
(rotáció)

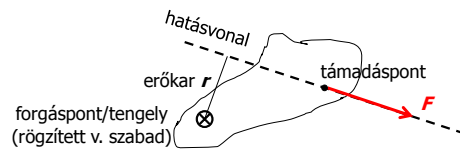
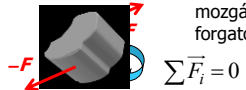
Erők
forgatónyomatékai!

2

Erő és forgatónyomaték



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



Forgatónyomaték (M):

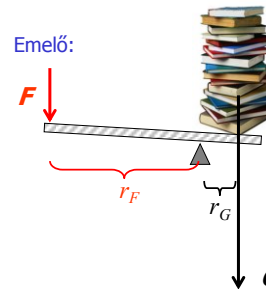
$$M = r \cdot F \quad (\text{Nm})$$

3

Merev test statikája – egyensúly. Emelő

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

Emelő:



$$\sum M_i = 0$$

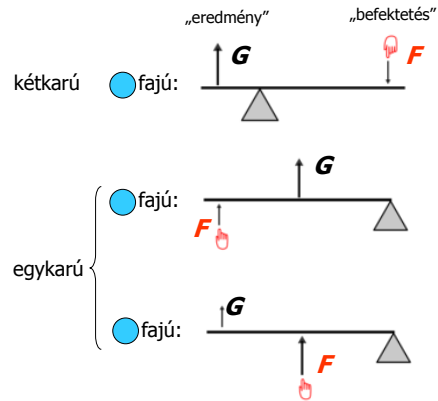
$$r_G \cdot G = M_G = M_F = r_F \cdot F$$

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

erőszorzás
(vagy más)

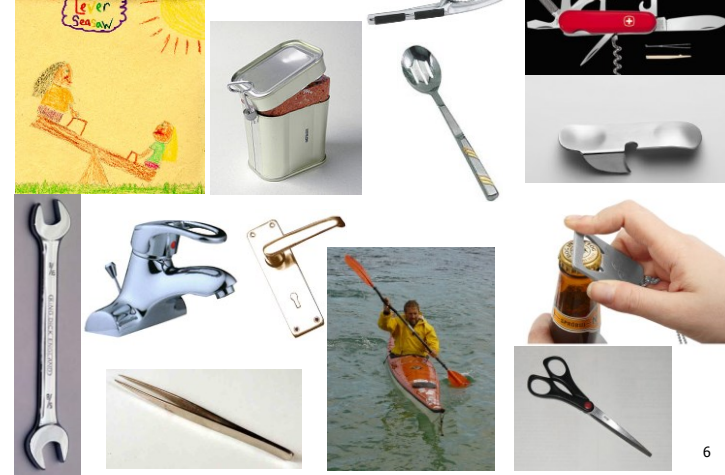
4

Emelő típusok



5

Példák emelőre



6

Emelők a fogászatban



7

Erőpár, erőrendszer helyettesítése

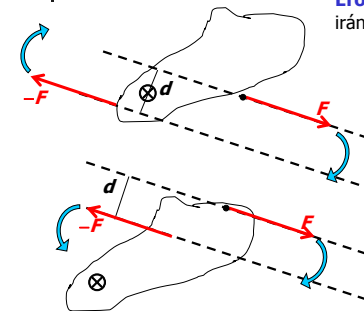
Erőpár: két, azonos nagyságú, de ellentétes irányú és nem azonos hatásvonalú erő

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).

8

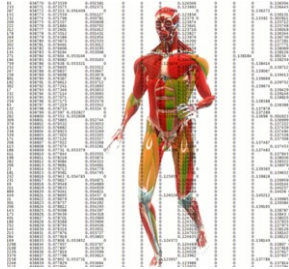
Erők és forgatónyomatok a szervezetben

Külső erők:

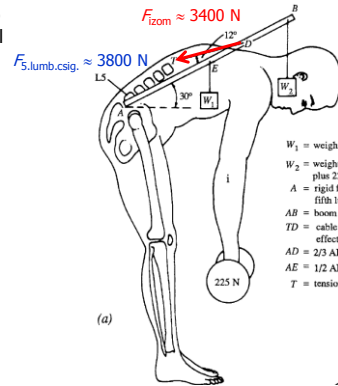
- nehézségi erő – súlyerő
- kontaktus más testekkel

Belső erők:

- izomkontrakcióból
- folyadék áramlásból
- ozmotikus nyomásból



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

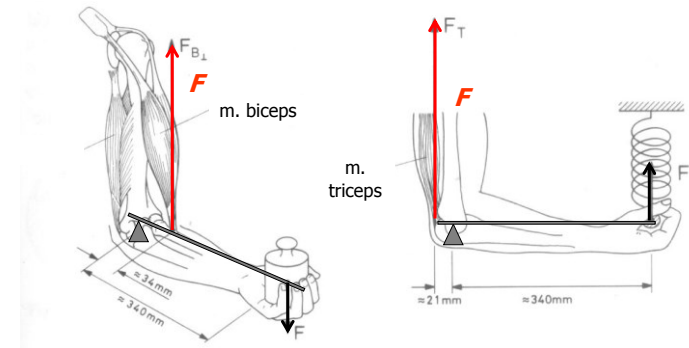


$F \approx 0 - 6000 \text{ N}$

9

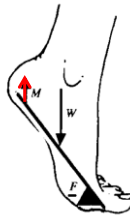
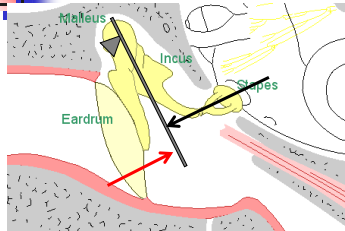
Emelők az emberi testben

Kar:

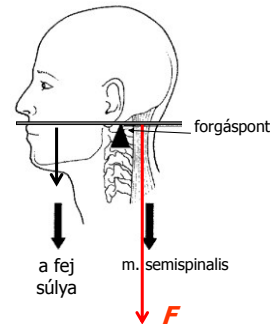


10

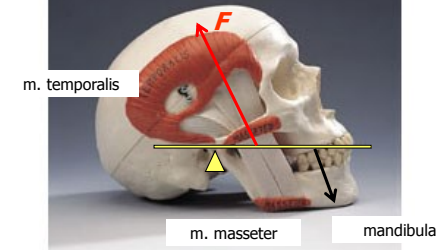
Hallócsontocskák:



Fej tartása:



11

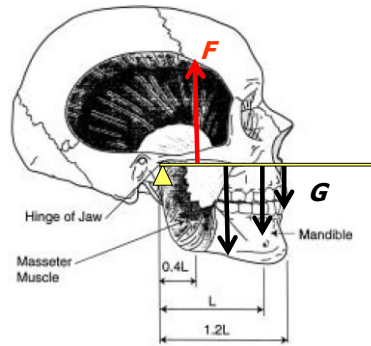


12

Rágóerők

(Guinness: humán - 4000 N)

kb. 10 000 N

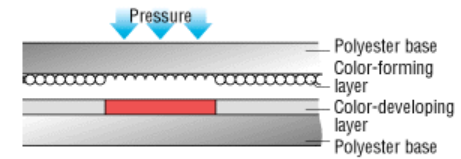


$L = 8$ cm (felnőtt férfi)
6,5 cm (felnőtt nő)

13

Rágóerő mérése

festékes
nyomásmérő
fólia:



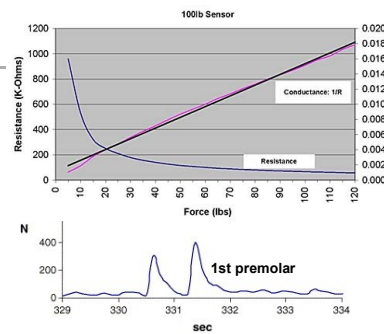
piezoelektromos
szenzor:



14

flexibilis
nyomtatott
áramkör

érzékelő



egyéb
(szubjektív)
módszerek:



15

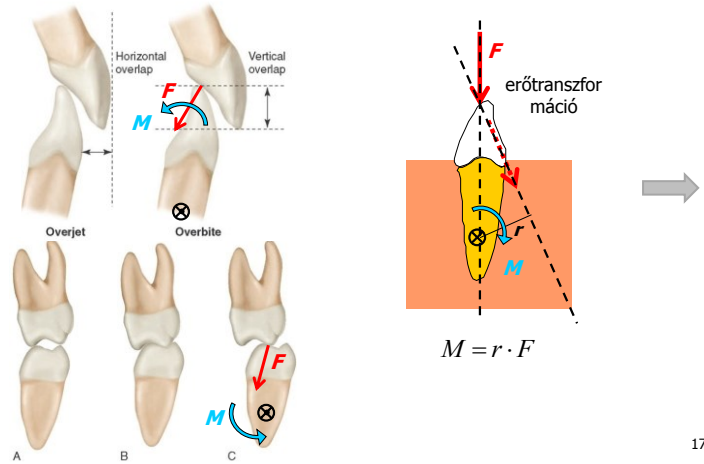
Nyomásértékek rágásnál



$p \leq 300$ MPa !

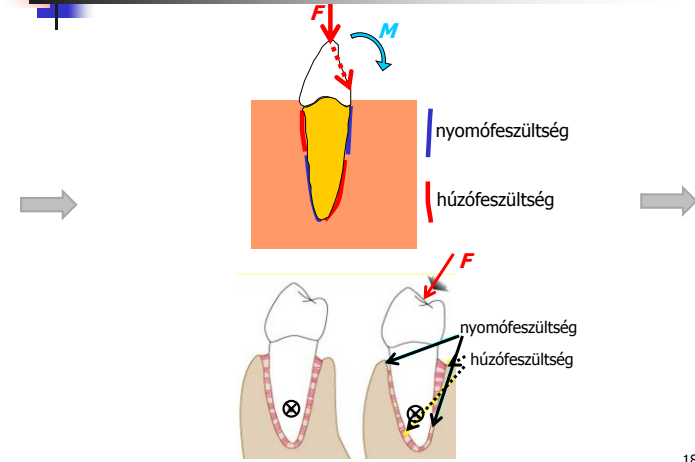
16

Rágóerők forgatónyomatéka



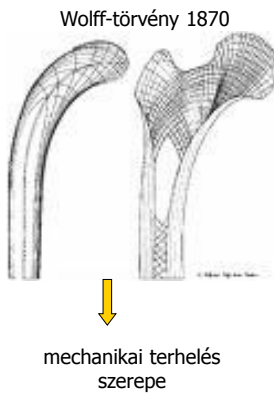
17

A forgatónyomaték következménye

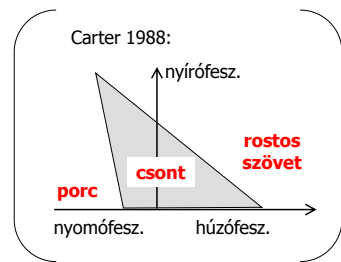


18

Csontátépülés (remodeling)



nyomófeszültség \Rightarrow leépülés
húzófeszültség \Rightarrow felépülés

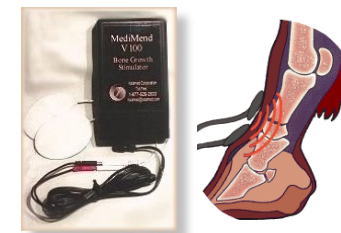


19

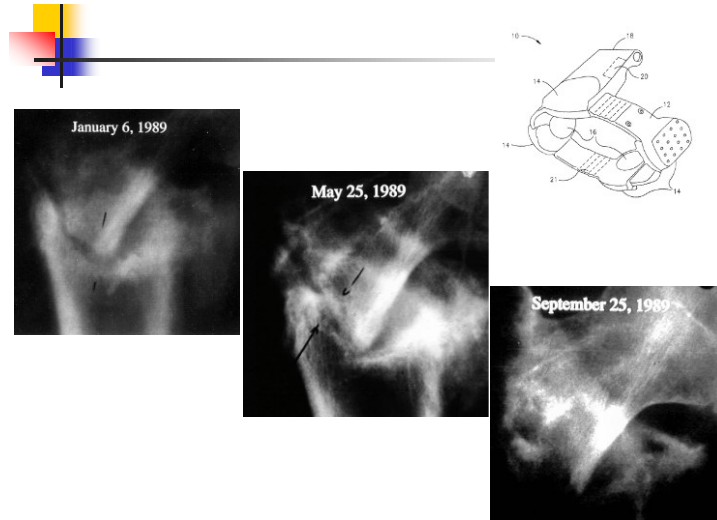
Csontátépülés mechanizmusa

mechanikai terhelés
 \downarrow
elektromos jel
(piezoelektromos/áramlási potenciál)
 \downarrow
osteogenesis szabályozása
 \downarrow
mechanikai adaptáció

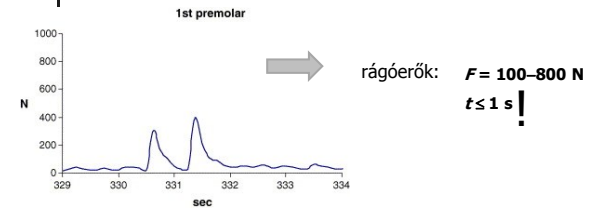
Elektromos terek alkalmazása
csontgyógyulás serkentésére:



20



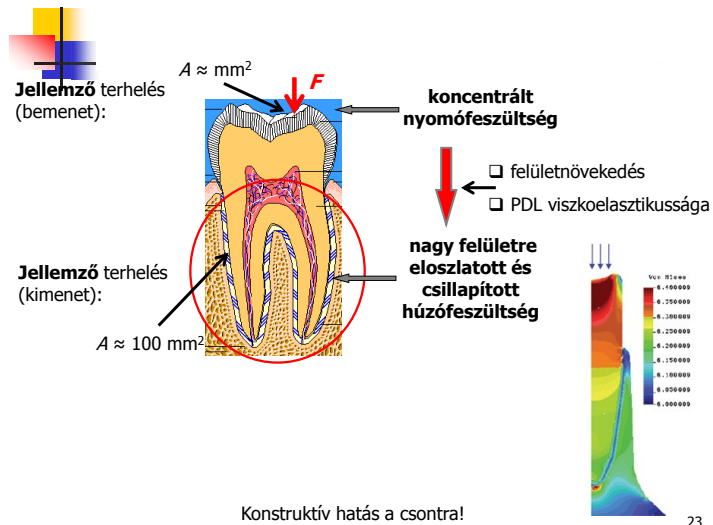
A rágóerők átvitele a csontszövetre



Ha a rágóerő tartósan hatna:

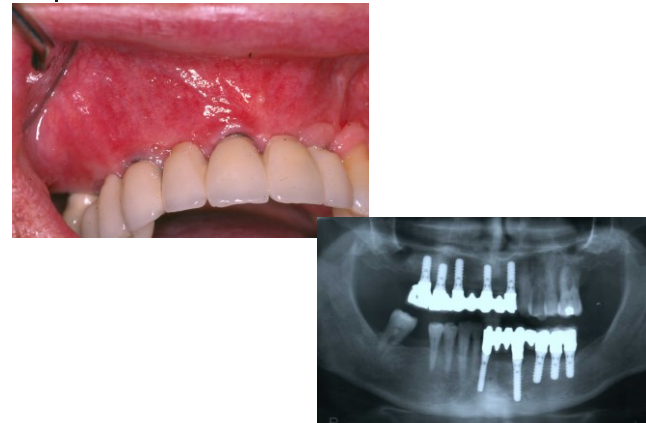
3-5 másodperc \Rightarrow fájdalom
 \approx óra \Rightarrow szöveti károsodás
 7-14 nap \Rightarrow a fog kilazulása

22



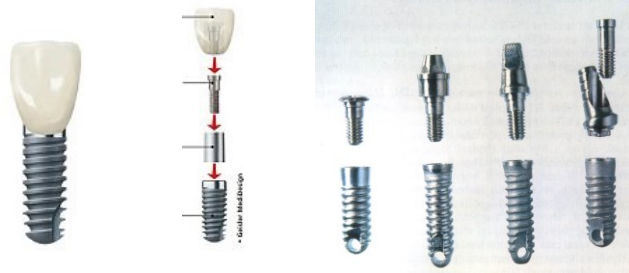
23

Az implantológia fizikai alapjai



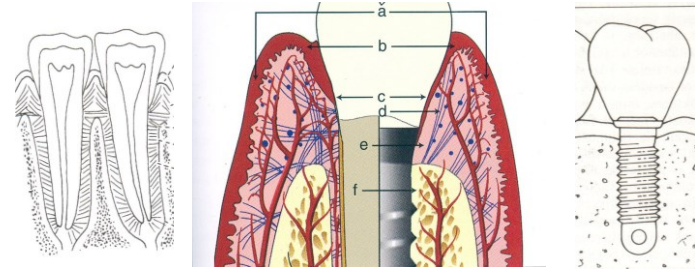
24

Csavarimplantátumok



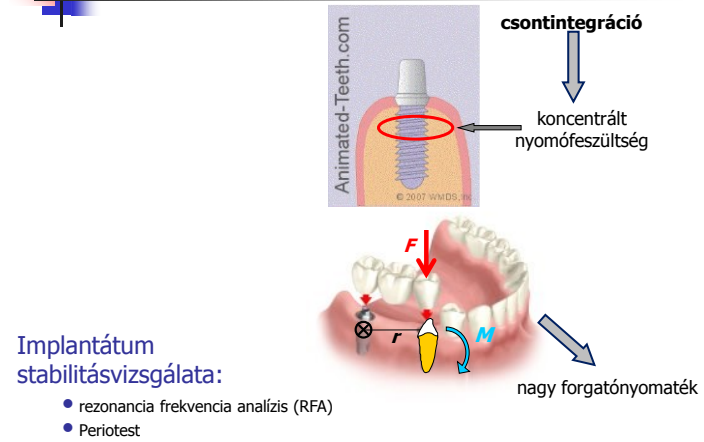
25

Fog vs. implantátum



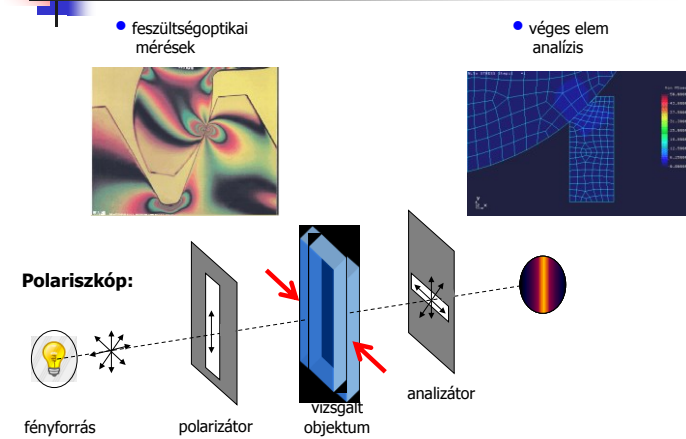
26

Implantátum erőátvitel



27

Fizikai vizsgálati módszerek feszültségeloszlásra

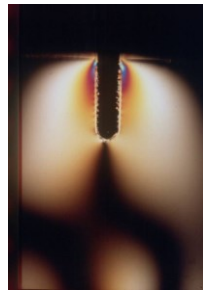


28

Feszültségeloszlás implantátumoknál

Véges elem analízis:

Feszültségoptika:

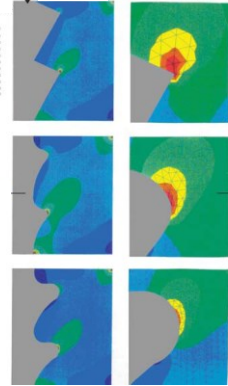


implantátum

(MPa)

nyomás

nagyított kép

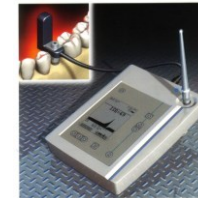


csont

29

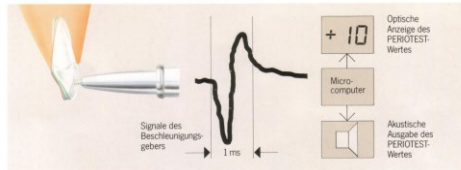
Implantátum stabilitásának vizsgálata

- Rezonanciafrekvencia analízis (RFA)



30

- Periotest



31

Implantátumok anyaga

fémek



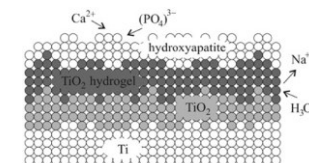
- titán (Ti)
- titánötvözetek (pl. Ti-6Al-4V)
- kobaltötvözetek (Co-Cr-Mo)

kerámiák

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



kerámia bevonatú fémek



32