

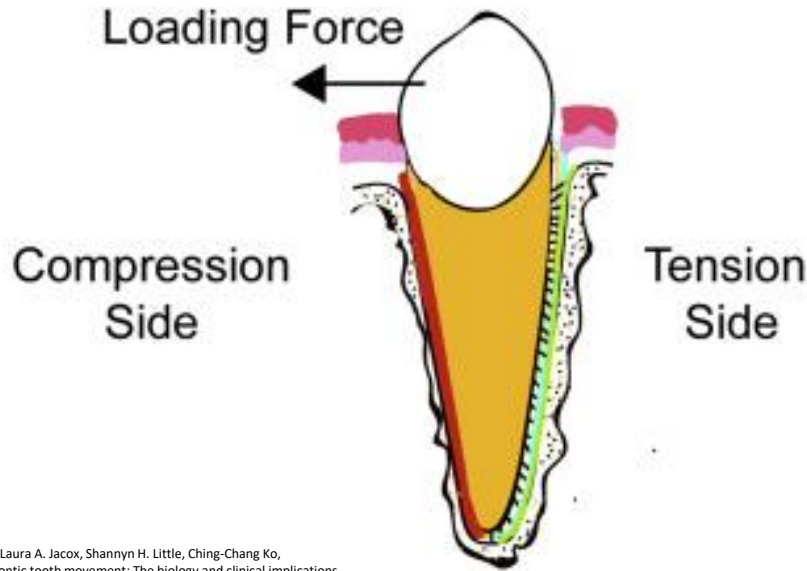
# Bevezetés, biomechanikai alapelvek

dr. Löchli Heike

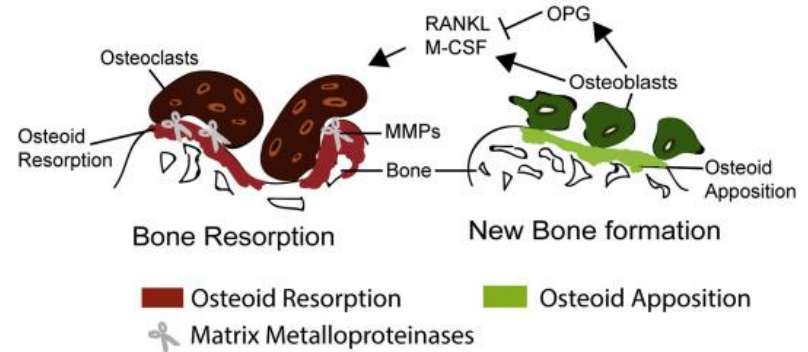
Gyermekfogászati és Fogszabályozási Klinika



# Fogmozgatás biológiája



	Compression	Tension
Increase	Cox2 → PGE <sub>2</sub> → RANKL M-CSF TNF $\alpha$ MMPs eNOS → NO IL-1 $\beta$	IL-10 → OPG TGF $\beta$ TIMPs iNOS → NO
Decrease	OPG	RANKL
Outcome	↑ Osteoclasts ↑ Resorption ↓ Apposition	↓ Osteoclasts ↓ Resorption ↑ Apposition



Yina Li, Laura A. Jacox, Shannyn H. Little, Ching-Chang Ko,  
Orthodontic tooth movement: The biology and clinical implications,  
The Kaohsiung Journal of Medical Sciences,  
Volume 34, Issue 4,  
2018,  
Pages 207-214,  
ISSN 1607-551X,



Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu/>

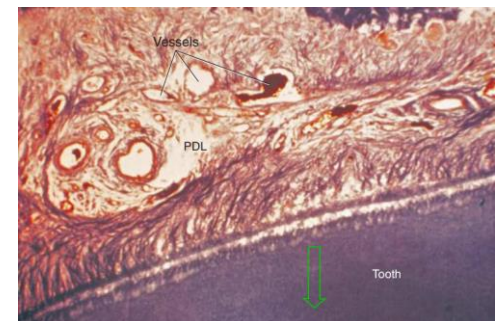
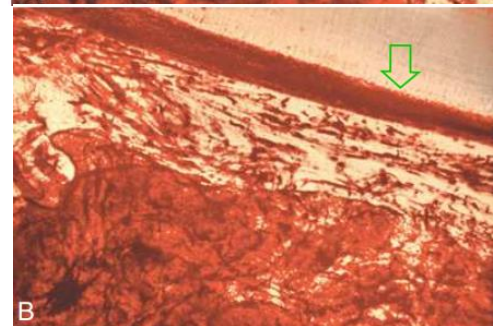
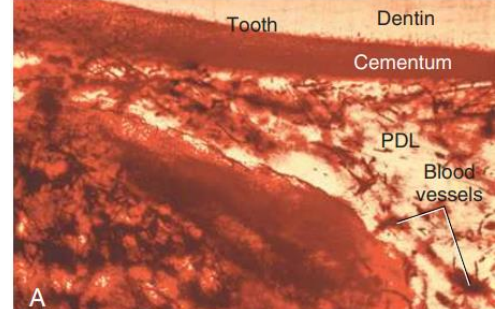
*A fogszabályozás biomechanikai alapelvei, az  
orthodontiai fogmozgatás lehetőségei*

dr. Radó Zsuzsanna Stefánia  
dr. Löchli Heike

# Folyamatos enyhe erő hatása

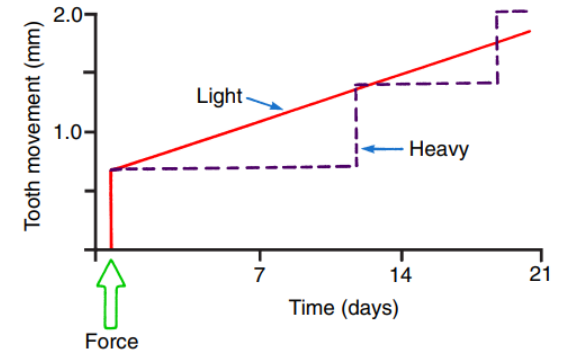
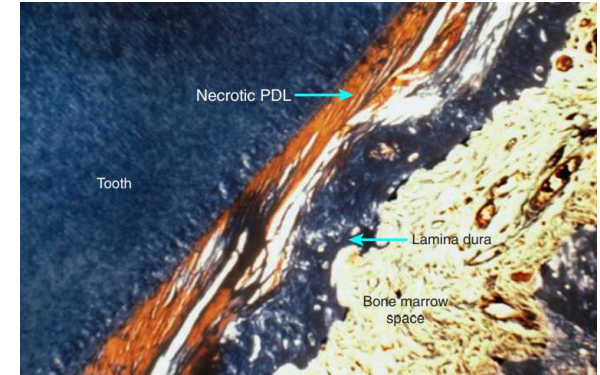
Eltelt idő	reakció
0-2 s	PDL folyadék mozdul
3-5 s	Nyomási oldalon erek átmérője csökken, húzási oldalon nő; PDL sejtek torziója
Első percek	Véráramlás és O <sub>2</sub> szint változás, citokinek felszabadulása
<b>4. óra</b>	cAMP szint nő, sejt differenciálódás indul
2. nap	Csont remodellálódás (frontális reszorpció)

W.R. Proffit, H.W. Fields, and D.M. Sarver. :Contemporary Orthodontics, 2012, Elsevier: St. Louis, United States.



# Ideálisnál nagyobb erő hatása

Eltelt idő	reakció
0-2 s	PDL folyadék mozdul
3-5 s	Nyomási oldalon az erek elzáródnak
Első percek	Nyomási oldalon a vérellátás megszűnik
Órákkal később	Steril sejtelhalás a nyomási területen – hialinizáció
3-5 nap	A nyomási területtel szomszédos felszínekről osteoclastok érkeznak és megkezdik az aláaknázó reszorpciót
7-14 nap	Lamina dura felszívódása a nyomási oldalon, fogmozgás



W.R. Proffit, H.W. Fields, and D.M. Sarver. :Contemporary Orthodontics, 2012, Elsevier: St. Louis, United States.

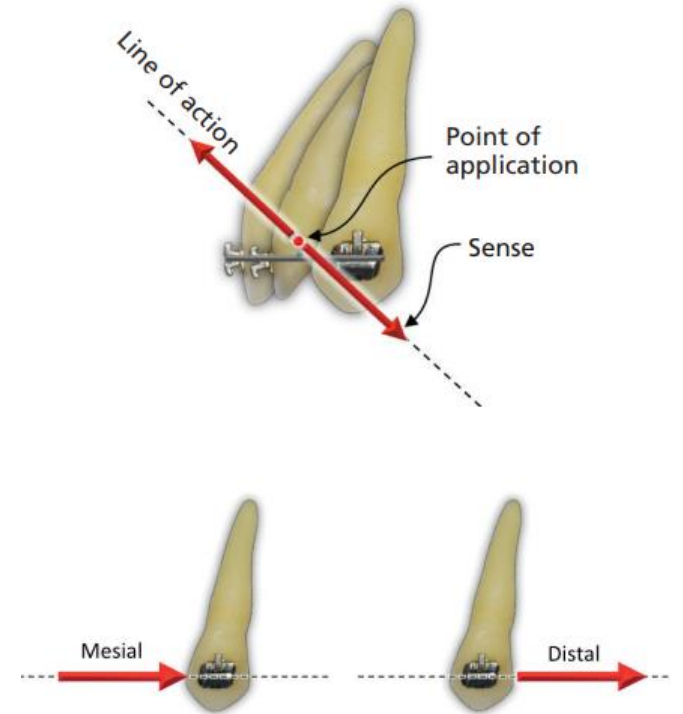


# Alapfogalmak



# Erő

- olyan hatás, amely egy tömeggel rendelkező testet gyorsulásra vagy állapotváltoztatásra készítet
- mértékegység: N (cN) vagy gramm
- ábrázolása vektorokkal, melyek hossza az erő nagyságával arányos
- behatási pont és irány → hatásvonal
- a behatási pont a hatásvonal bármely pontjára áthelyezhető és ugyanazt a hatást fogja kiváltani a merev testre



Burstone, C. J. and K. Choy, Eds. (2015). The biomechanical foundation of clinical orthodontics

# Ellenállási központ – center of resistance (CR)

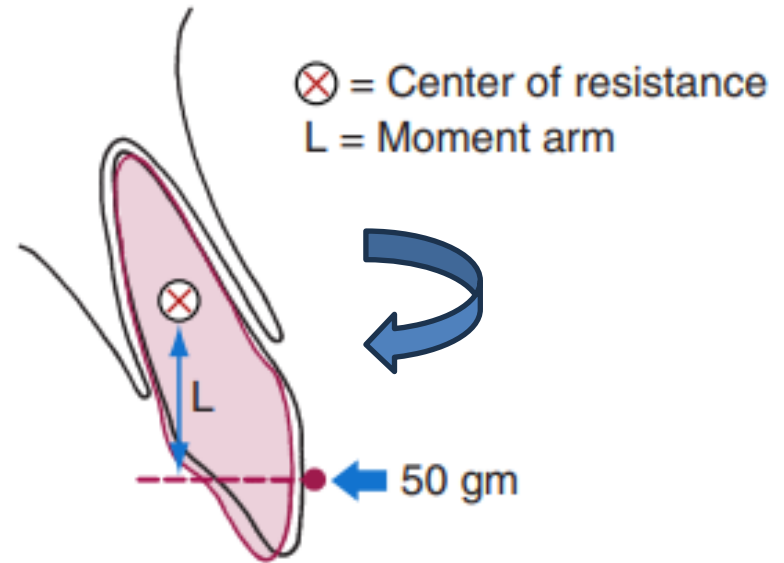
= az ellenállási középponton áthaladó hatásvonallal rendelkező erő transzlációt eredményez

- a csontban levő gyökér 1/3-2/3 határán
- a létrejövő mozgást meghatározza, hogy az erő hatásvonala az ellenállási központhoz képest hol halad el



# Forgatónyomaték

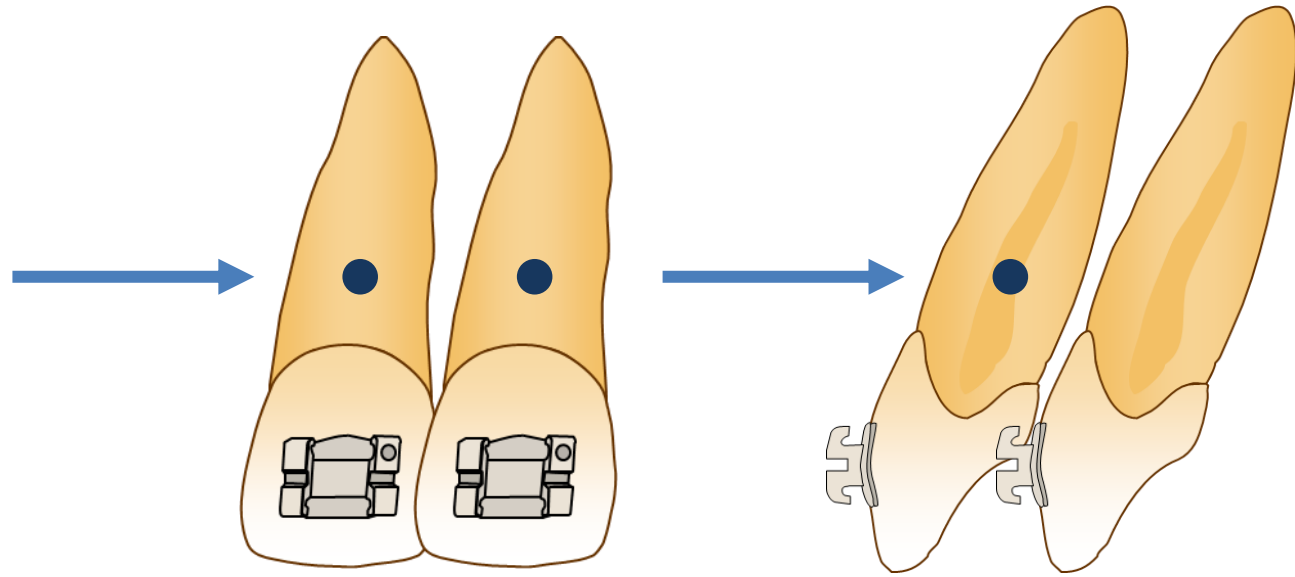
- Amennyiben az erő hatásvonalja a CR-n kívül halad, forgatónyomaték keletkezik (Moment-M)
- erő hatására a test CR körüli rotációjának mértéke
- $M = F * L$  {N\*m vagy g\*mm}
- Erőkar (L): erő hatásvonalja és a CR közötti legrövidebb távolság



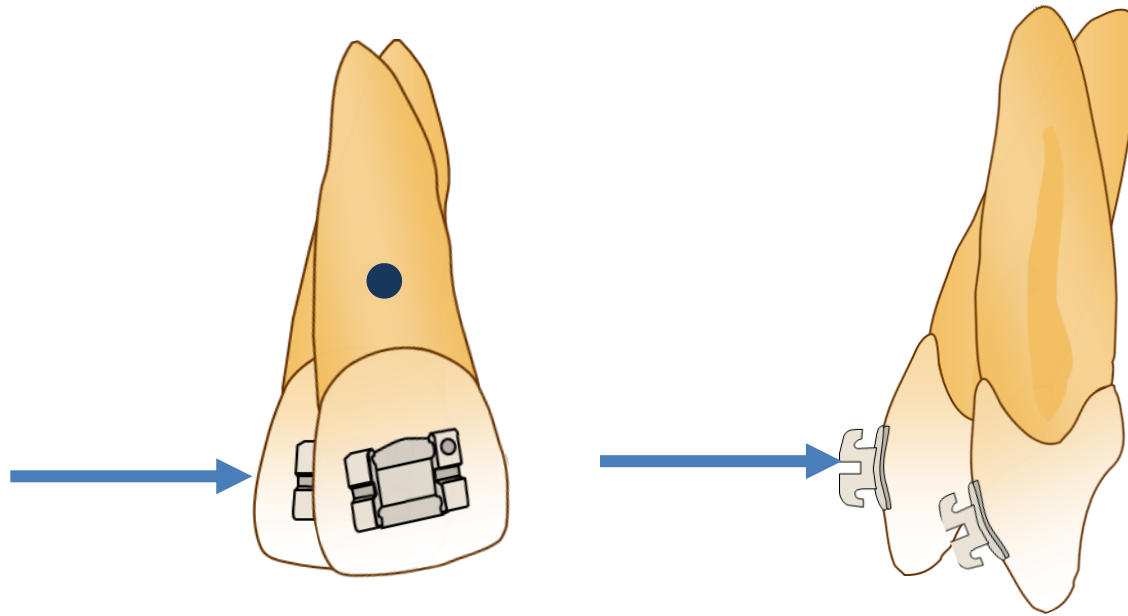
W.R. Proffit, H.W. Fields, and D.M. Sarver. :Contemporary Orthodontics, 2012, Elsevier: St. Louis, United States.



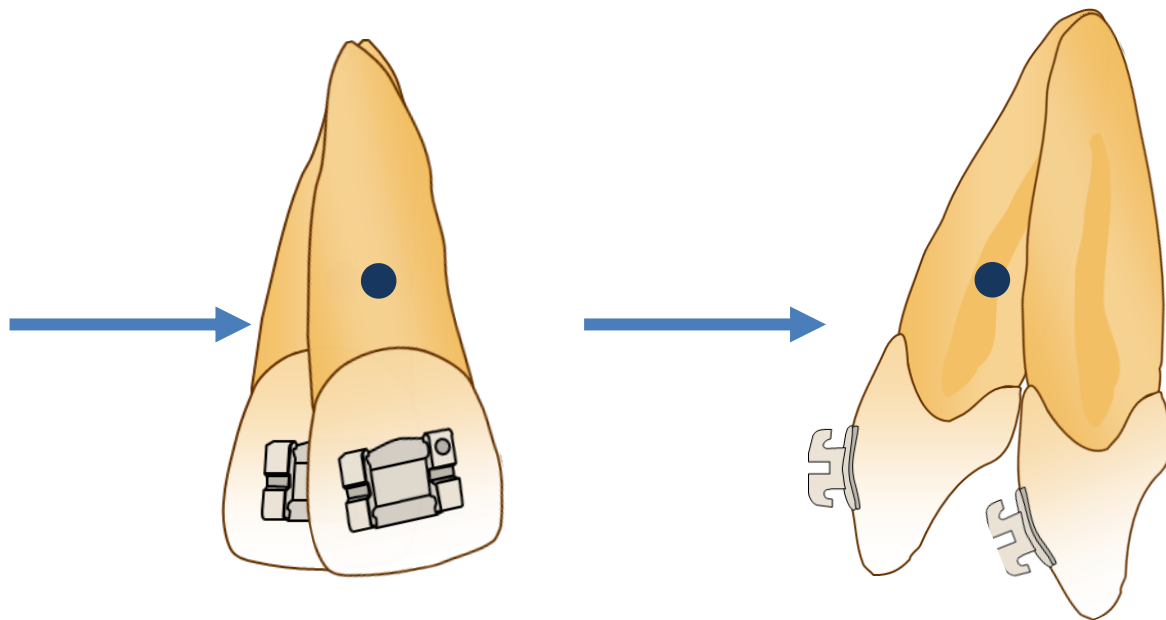
# Transzláció - testes elmozdulás



# Kontrollálatlan döntés

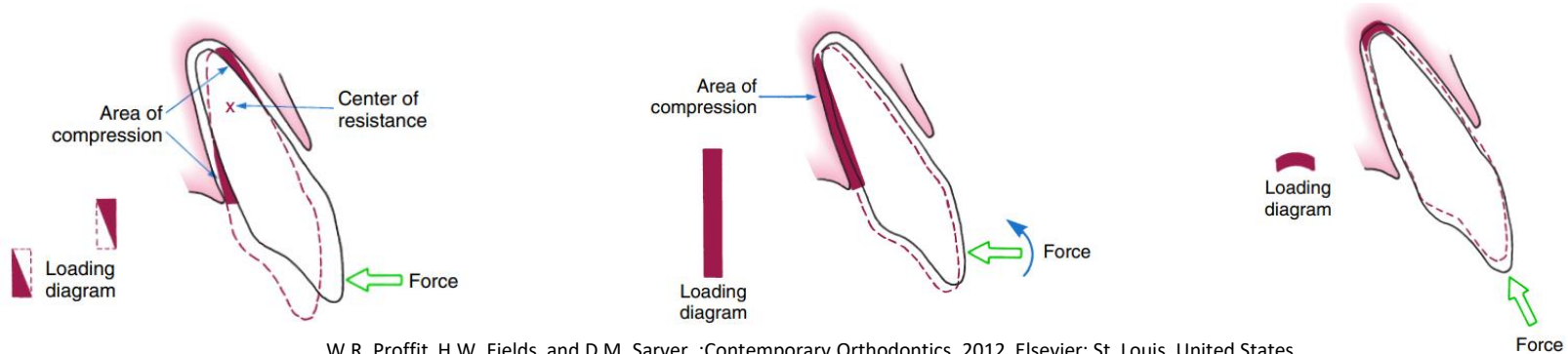


# Kontrollált döntés



# Mennyi az annyi?

mozgás	erő (g)
Döntés	35-60
Transzláció	70-120
Rotáció	35-60
Extrúzió	35-60
Intrúzió	10-20



W.R. Proffit, H.W. Fields, and D.M. Sarver. :Contemporary Orthodontics, 2012, Elsevier: St. Louis, United States.



# Fogszabályozó erőrendszerek

## Formavezérelt

- Straight wire technika
- Előre formált ívek
- Triple controll bracketek

## Erővezérelt

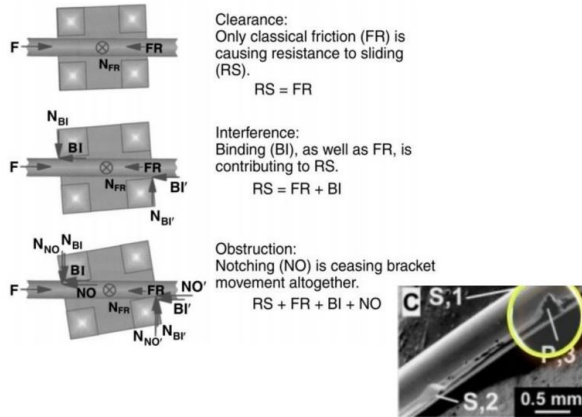
- Szekcionált technika
- Fogcsoportok mozgatása egyéni biomechanikával



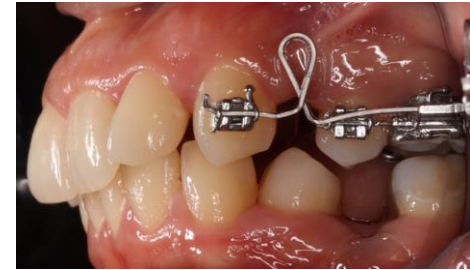
# Súrlódás

## Csúszómechanika

- ↪ Binding (kötés): az ív és a slot két vége közötti érintkezés
- ↪ Notching (beékelődés)



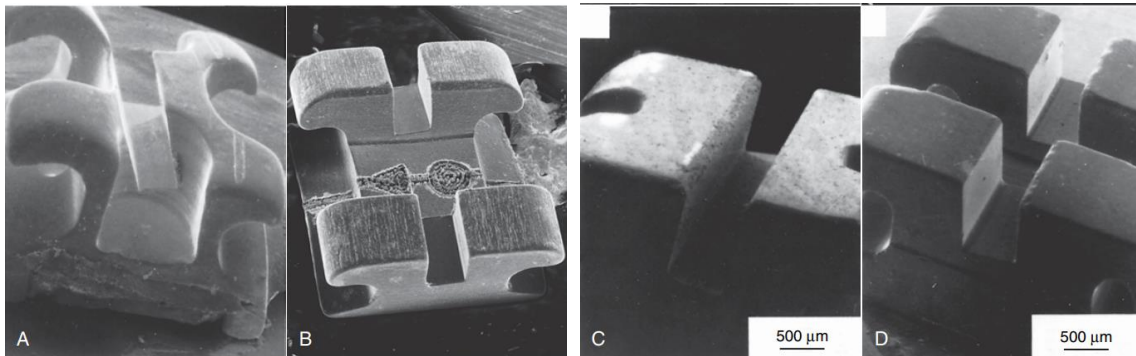
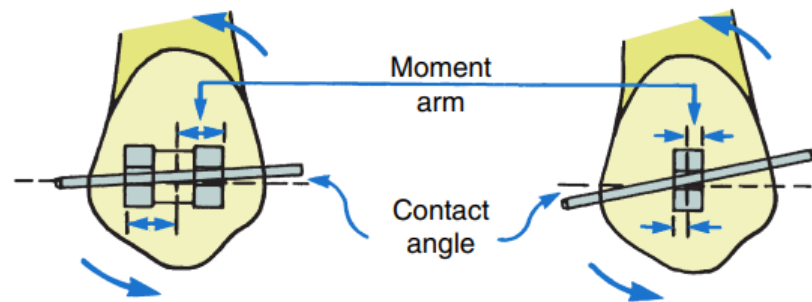
## Súrlódásmentes rendszerek



Articolo, L. C., Kusy, K., Saunders, C. R., & Kusy, R. P. (2000). Influence of ceramic and stainless steel brackets on the notching of archwires during clinical treatment. *Eur J Orthod*, 22(4), 409-425. doi:10.1093/ejo/22.4.409

# Bracketek

- széles/ keskeny –  
M, kontaktszög, interbracket  
távolság
- acél/ kerámia –  
súrlódás, bracketszél, slot



W.R. Proffit, H.W. Fields, and D.M. Sarver. :Contemporary Orthodontics, 2012, Elsevier: St. Louis, United States.



# Kvantifikálás, mérhető-e?

## Statikailag határozott

- Az aktív egységben az ív egyik vége nincs a slotban, pontszerűen érintkezik
- Minden mechanikai hatás meghatározható (erőmérő segítségével)
- Konzolok (cantilever)



## Statikailag határozatlan

- Az ív az aktív rész több egységében is a slotban
- A keletkező erők, forgatónyomatékok nem meghatározhatók → határozatlan



# Horgonylattervezés

- egyensúlyi rendszer: a fogszabályozó rendszerben minden erőre van egy azonos nagyságú, ellentétes irányú ellenerő, melyek kiooltják egymást

(Newton III. hatás-ellenhatás)

- ideális esetben a passzív egység ellenál az így keletkező ellenerőknek → horgonylat
- horgonylatvesztés: a horgonylati egység nem kívánt elmozdulása



# Horgonylattípusok

- ↗ több fog bevonása (aláaknázó reszorpció veszélye)
- ↗ rágóerők optimalizálása
- ↗ M/F ráció optimalizálása (transzláció vs. billenés)
- ↗ szkeletális horgonylat (TAD, fogászati implantátum, minilemez)
- ↗ ajándék horgonylat
- ↗ muscularis-lip bumper
- ↗ mucosalis - Nance



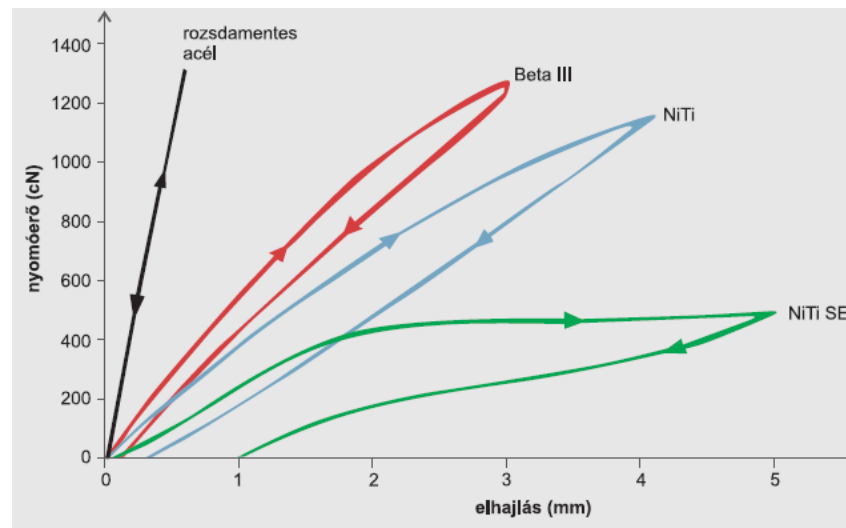
# Általános szempontok a fogszabályozó készülék kiválasztásánál:

- Bracketszélesség
  - ↳ súrlódás
  - ↳ Interbrackettávolság
- Aktív elemek
  - ↳ Állandó, folyamatos erőleadás fiziológiás határokon belül
  - ↳ Megfelelő rugalmasság
- Passzív elemek
  - ↳ elhorgonyzás
- Ívátmérő
  - ↳ Fogmozgatás kontrollja
  - ↳ Rugalmasság
  - ↳ Ív mentén történő mozgatás



# Fogszabályozó ívek

- Rozsdamentes acél(Stainless Steel - SS)
- Szuperelasztikus Nikkel-Titán ötvözetek (NiTi)
- Titan-Molibdenium ötvözet (Titanium Molybdenum Alloy – TMA oder  $\beta$ -Titan)



Köszönöm a megtisztelő figyelmet!

