



Semmelweis Egyetem Fogorvostudományi Kar
Fogászati és Szájsebészeti Oktató Intézet

igazgató: Dr. Németh Orsolya PhD. egyetemi docens

<http://semmelweis-egyetem.hu/fszoi/>

<https://www.facebook.com/fszoi>



A fogszabályozásban használt ívek és bracketek fizikai paramétereit

Készítette: Pápay Luca

Témavezető: Dr. Horváth János
osztályvezető főorvos



Oktatás, kutatás, gyógyítás: 250 éve az egészség szolgálatában



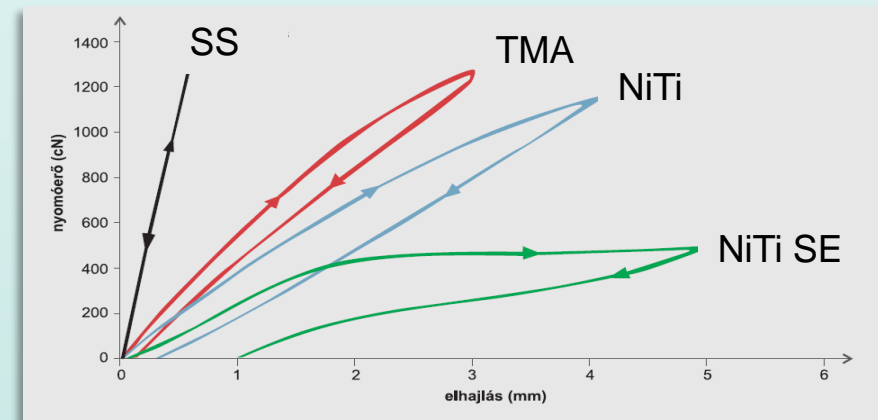
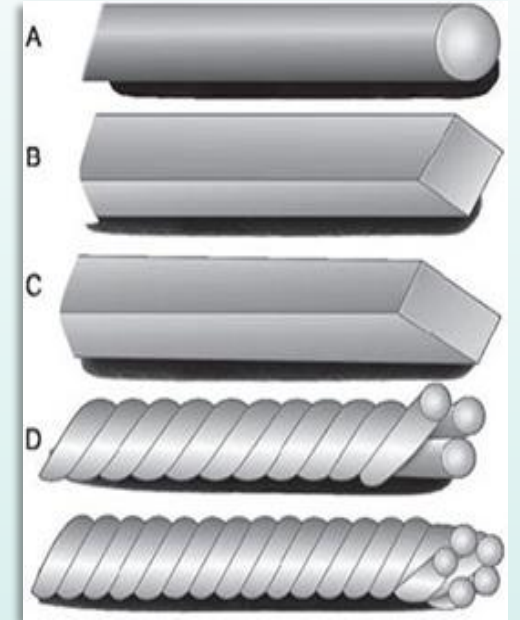
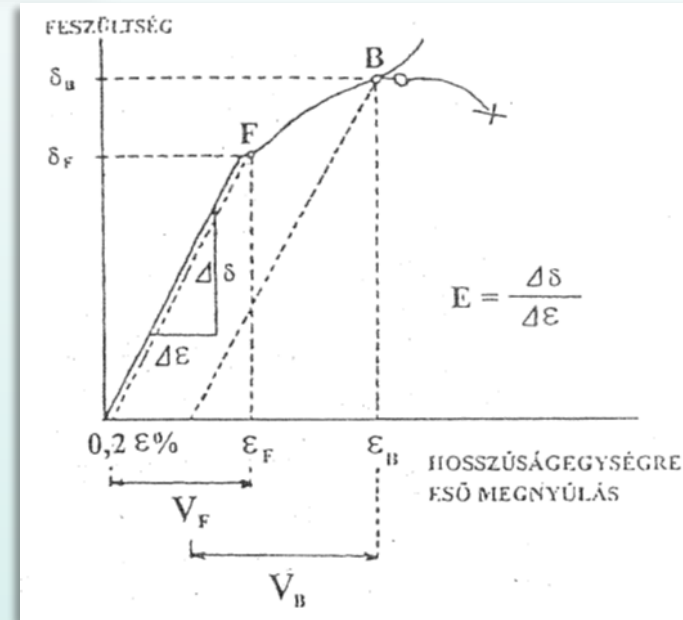
TARTALMI ÁTTEKINTÉS

- I. Fogszabályozó ívek tulajdonságai
- II. Bracketek típusai
- III. Súrlódás az ív és a bracket között
- IV. Geometriai játéktér és torque veszteség
- V. Saját kutatás



Fogszabályozó ívek tulajdonságai

- **Rugalmasság** – feszültség-relatív megnyúlás grafikonról leolvasható az elasztikus terület meredekségeként
- **Rugamasságot befolyásolja:**
 - Ív anyaga
 - Ív hossza, a befogás módja
 - Ív keresztmetszete (alak, vastagság)
 - Megmunkálás módja





Bracketek típusai

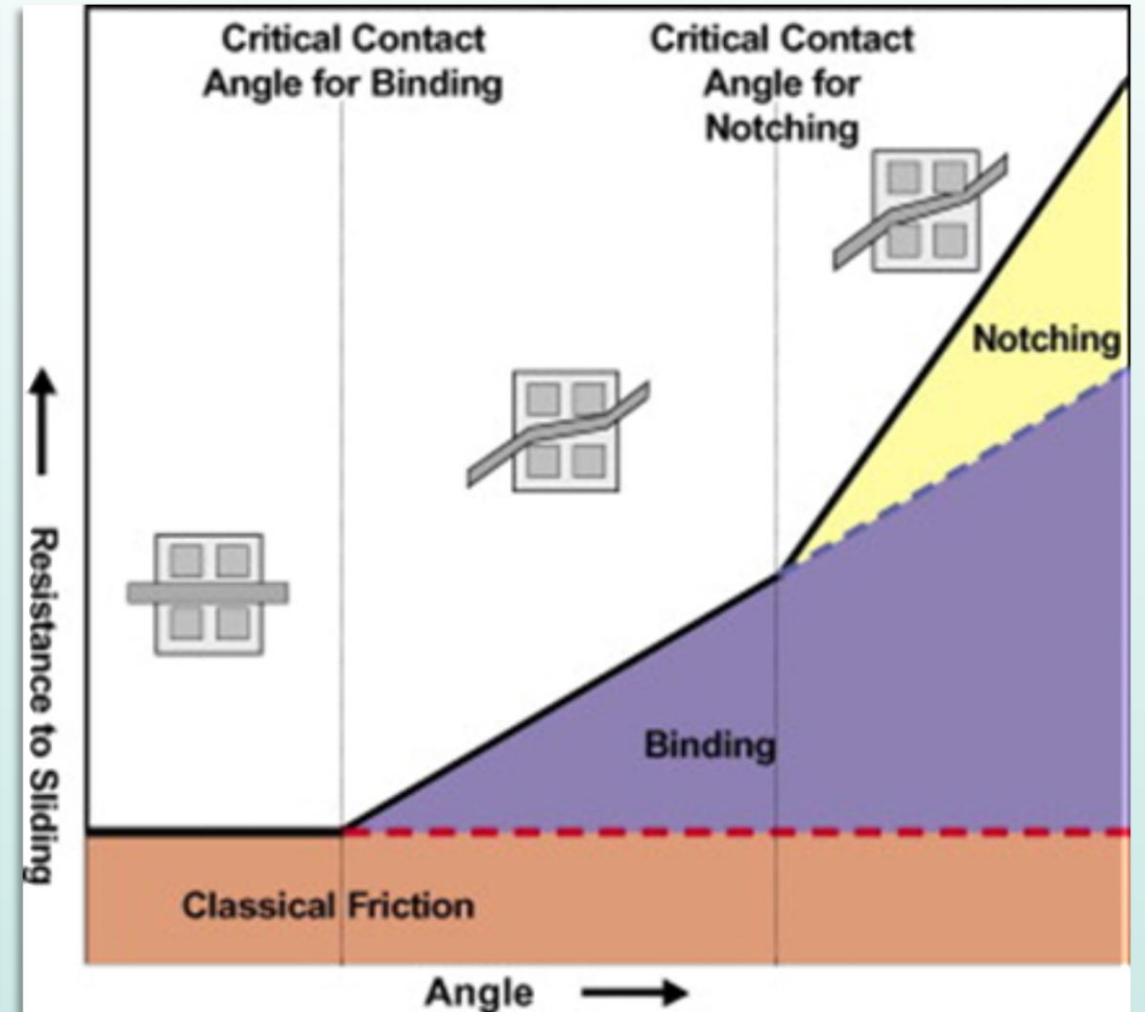


- **Straight wire rendszerek:** fogmozgatáshoz szükséges információ előre programozottan
- **Bracketek csoportosítása**
 - **Anyag:** acél, titán, kerámia, műanyag
 - **Alak:** egyszárnyú – ikerszárnyú
 - **Ligírozás módja:** hagyományos – önligírozó
 - **Elhelyezkedés:** Vestibularis – linguais
 - **Előállítás módja:** öntés, fröccsöntés (MIM- metal injection moulding), marás – CNC: computer numerical control; 3D nyomtatás



Súrlódás az ív és a bracket között

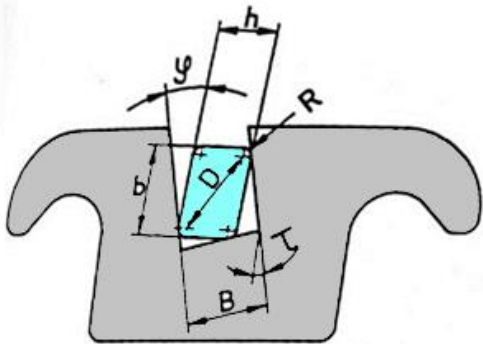
- Fogszabályozó készülék működése közben az ív és a slot fala között súrlódás lép fel
- Csúzással szembeni ellenállás három komponensre bontható fel: (Kusy és Whitley 1997)
 - Klasszikus súrlódás
 - Binding
 - Notching
- Súrlódást befolyásoló tényezők:
 - Kontaktszög nagysága
 - Ív és bracket anyaga, felületi kiképzése
 - Ív keresztmetszete
 - Ligírozás módja
 - szájüregben uralkodó környezet





Geometriai játéktér és torque-veszteség

- **Geometriai játéktér:** ív és bracketrés fala közötti terület, nagysága a deviációs szöggel (φ) adható meg
- **Torque veszteség:** minél nagyobb a játéktér az ív és a slot fala között, annál kevésbé tud kifejeződni a bracketbe programozott torque érték
- **Effektív torque, illetve deviációs szög kiszámítása:**



$$\tau_{\text{eff}} = \tau - \varphi$$

$$\varphi = \arccos \frac{h-2R}{D} - \arccos \frac{b-2R}{D}$$

$$D = \sqrt{(b-2R)^2 + (h-2R)^2}$$

$$D_{\text{eff}} = D + 2R$$

Wire cross-section	Wire size (in.)	Slot size (in.)	Calculated torque loss (degrees)
Square/rectangular	0.018 × 0.018/0.022/0.025	0.018	0
Square	0.019 × 0.019	0.022	9.96
Rectangular	0.019 × 0.022	0.022	8.37
Rectangular	0.019 × 0.025	0.022	7.24

- Játéktér valódi nagysága gyakran nem egyezik meg a kiszámított értékkel – ok:
 - slot valódi szélessége, ív vastagsága eltér a gyártó által feltüntetett értéktől
 - ív lekerekített szélei növelik a játéktér méretét



Geometriai játéktér nagyságának változása a slot és az ív valódi méretétől függően

0.020x0.025 inch vastagságú ív	DIN felső határ	4,7°	8,6°
	Nominális méret	4,8°	8,8°
	DIN alsó határ	5,8°	10°
0.019x0.025 inch vastagságú ív	DIN felső határ	6,1°	10,2°
	Nominális méret	7,2°	11,4°
	DIN alsó határ	8,4°	12,7°
		Nominalis 0,022 inch bracket (DIN alsó határ)	0,022 inch bracket (DIN felső határ)

➤ **DIN = Deutsches Institut für Normung** – ívek esetén 0,01 mm különbség tolerált a névlegeshez képest; bracketek slotja max 0,04 mm-rel haladhatja meg a nominális értéket

➤ Joch, Pichelmayer, Weiland 2010 (Journal of Orthodontics) – ívek és bracketek összepárosítása, amelyek méretei a DIN toleranciahatár szélső értékeinek felelnek meg – játéktér nagyságának kiszámítása

➤ Játéktér nagysága a DIN toleranciahatáron belüli slot-és drótvastagsági értékek mellett is több fokos különbséget mutat



Saját kutatás

Különböző gyártmányú ívek és bracketek valós méretének összehasonlítása a gyártó által feltüntetett névleges mérettel



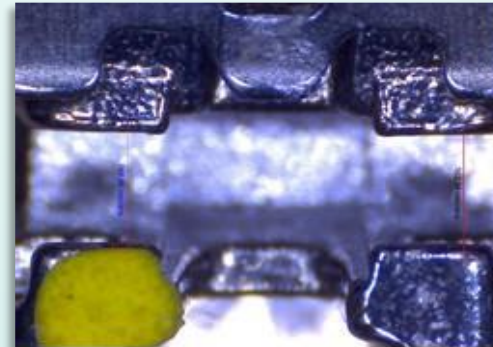
Slotok szélességének mérése

Vizsgált bracketek - a Savaria Dent Kft jóvoltából

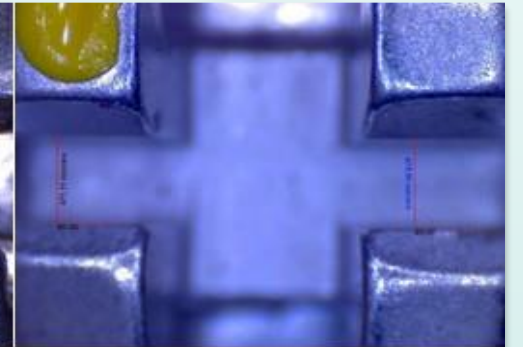
- **Önligírozó, 0,022" névleges slot szélességgel rendelkező; MIM technológiával készült fémbacketek:**
 - *Empower 2 (American Orthodontics)*
 - *In-Ovation R (Dentsply Sirona)*
 - *Selfie M (Creative Dental)*
- **Hagyományos; 0,018" névleges slotméret, MIM bázis + CNC slot, ródium bevonat**
 - *Legend Mini RC (GC Orthodontics)*



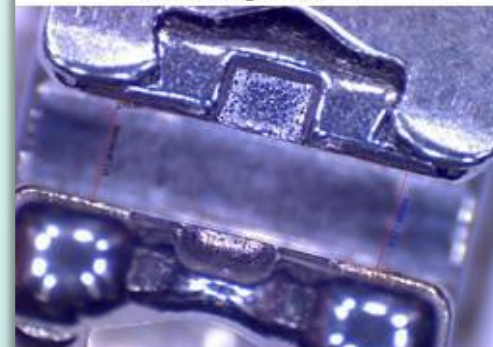
MicroCapture



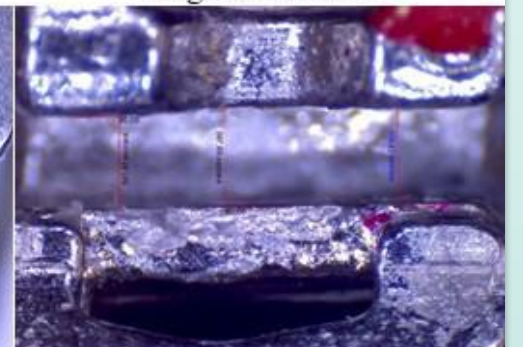
AO Empower 2



Legend Mini RC



In-Ovation R



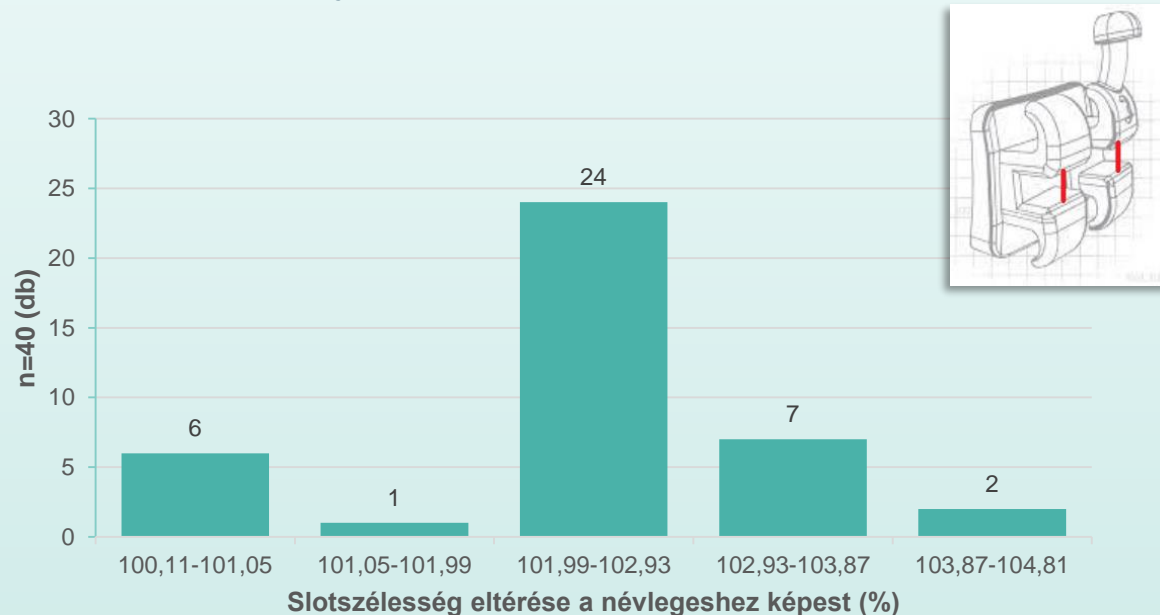
Selfie M



Slotok szélességének mérése

Mérési eredmények

Bracketek eloszlása a slotszélesség névlegesétől való eltérésük alapján:



n=40 db: 4 bracketsorozat 5-5 bracketje, 2-2 ponton megmérve

- Túldimenzionált slotok
- A valós méret átlagosan **2,36%**-kal haladja meg a gyártó által feltüntetett értéket, az adatok szórása **0,94%**
- Mérési eredmények a DIN toleranciahatáron belül

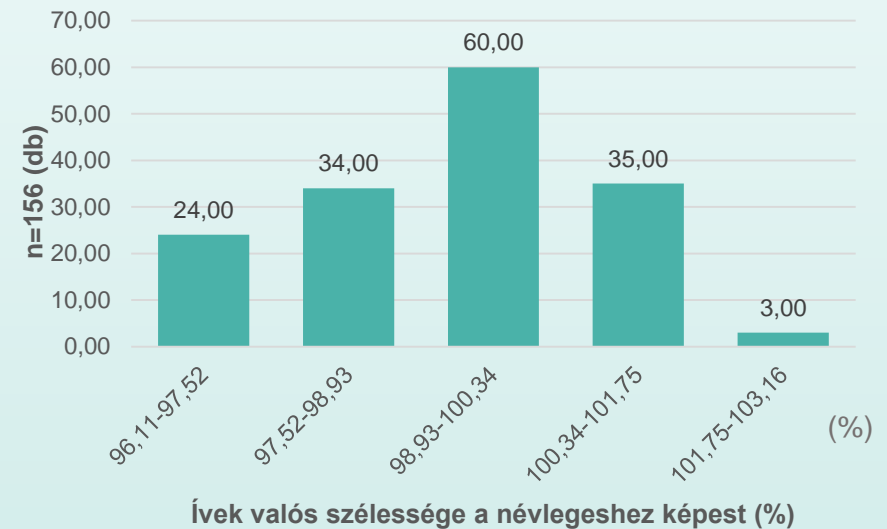
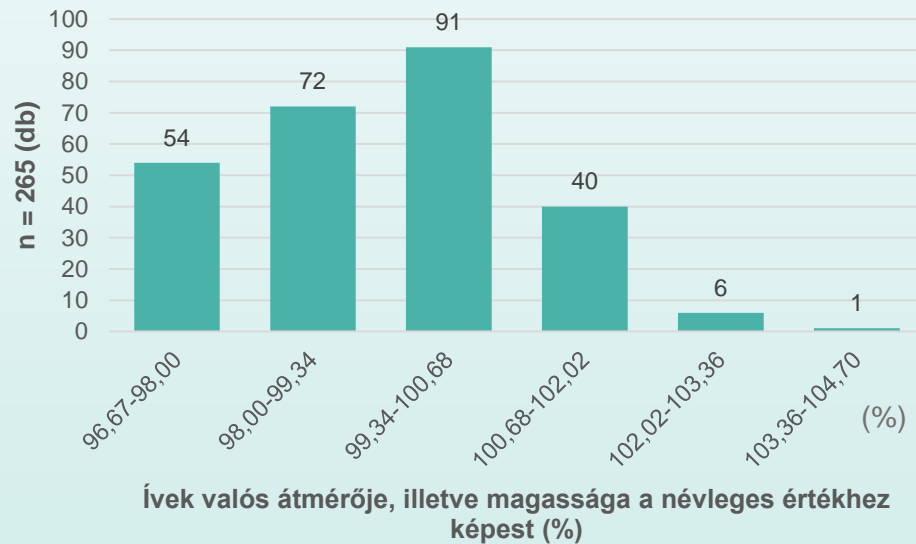
Bracket típusa	Átlagos eltérés a névleges mérettől (%)
Selfie M	1,9%
In-Ovation	2,09%
Empower 2	2,68%
Legend Mini	2,74%



Ívek méretellenőrzése

Savaria Dent Kft. Mérési jegyzőkönyvei alapján (a méréseket Buella Zsolt végezte 2015-ben)

Összesen 88 db ív (ebből 52 db négyszögív) , 3 különböző beszállítótól, 3-3 ponton lemérve



A valós magasság átlagosan a névleges érték 99,38%-a, az adatok szórása 1,34%



A valós szélesség átlagosan a névleges érték 99,3%-a; az adatok szórása 1,4%



Ívek méretellenőrzése

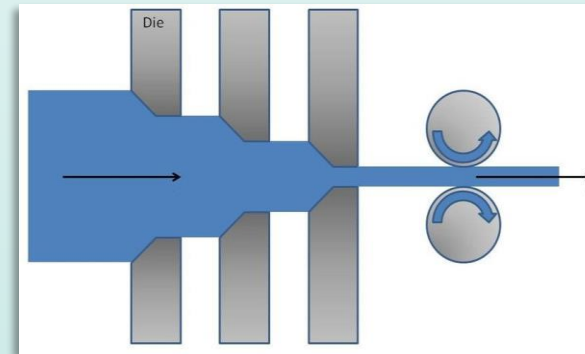
Ívek valós mérete a nominalishoz viszonyítva:

- ~ **60%**: kisebb átmérőjű – behelyezhetőség; polírozás során csökken
- ~ **27%**: nagyobb átmérőjű
- ~ **13%**: megfelel a gyártó által feltüntetett méretnek

- **DIN 13971**: maximálisan **0,01 mm** eltérés tolerált
- Átlagos eltérés **0,005 mm**, de a **különbség** több esetben meghaladta a **DIN szerinti toleranciahatárt**

A nominális mérettől legnagyobb mértékben eltérő ívek:

- Jellemzően szuperelasztikus NiTi ívek
- Nagyobb átmérő: ródium-bevonattal rendelkező SS ív



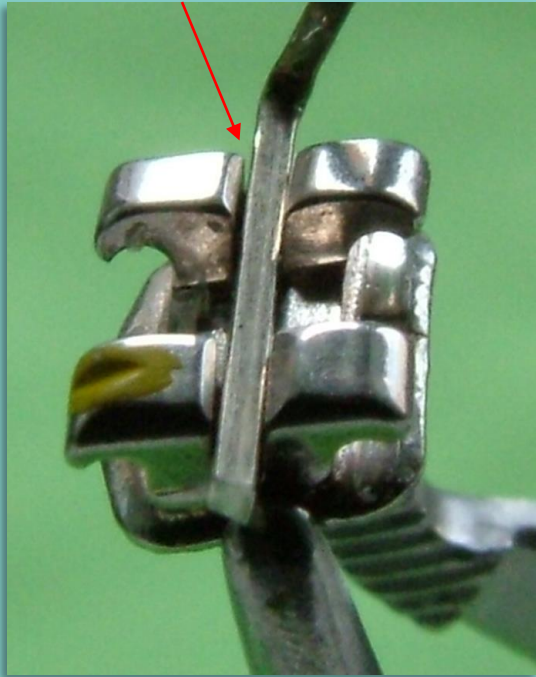
https://www.researchgate.net/figure/Principal-sketch-of-wire-drawing-A-billet-is-pulled-through-several-dies-to-produce_fig1_326913772

<https://www.proclinicproducts.com/media/catalog/product/cache/3/image/250x/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/L/9/L9925.png>

Werner, A. How its made: archwires. 2016. 04.16.: <https://orthodonticproductsonline.com/treatment-products/brackets-wires/wires/made-archwires/>



Konklúzió



Játéktér az ív és a slot fala között

- Gyakorló orvos számára nem lehetséges a várható torque-veszteség pontos kiszámítása
- Megoldás: nagyobb hangsúlyt fektetni a gyártók részéről az ívek és bracketek precíz kialakítására, méretállandóságára



Köszönöm a megtisztelő figyelmet!