

Csontpótló anyagok Traumatológiai és ortopédiai implantátumok

Biokompatibilis anyagok

Kovács Dóra
Karoly.dora@gpk.bme.hu

Csont

- Csont felépítése
- Csontpótlás
- Csontmodellező anyagok

Traumatológiai
implantátumok

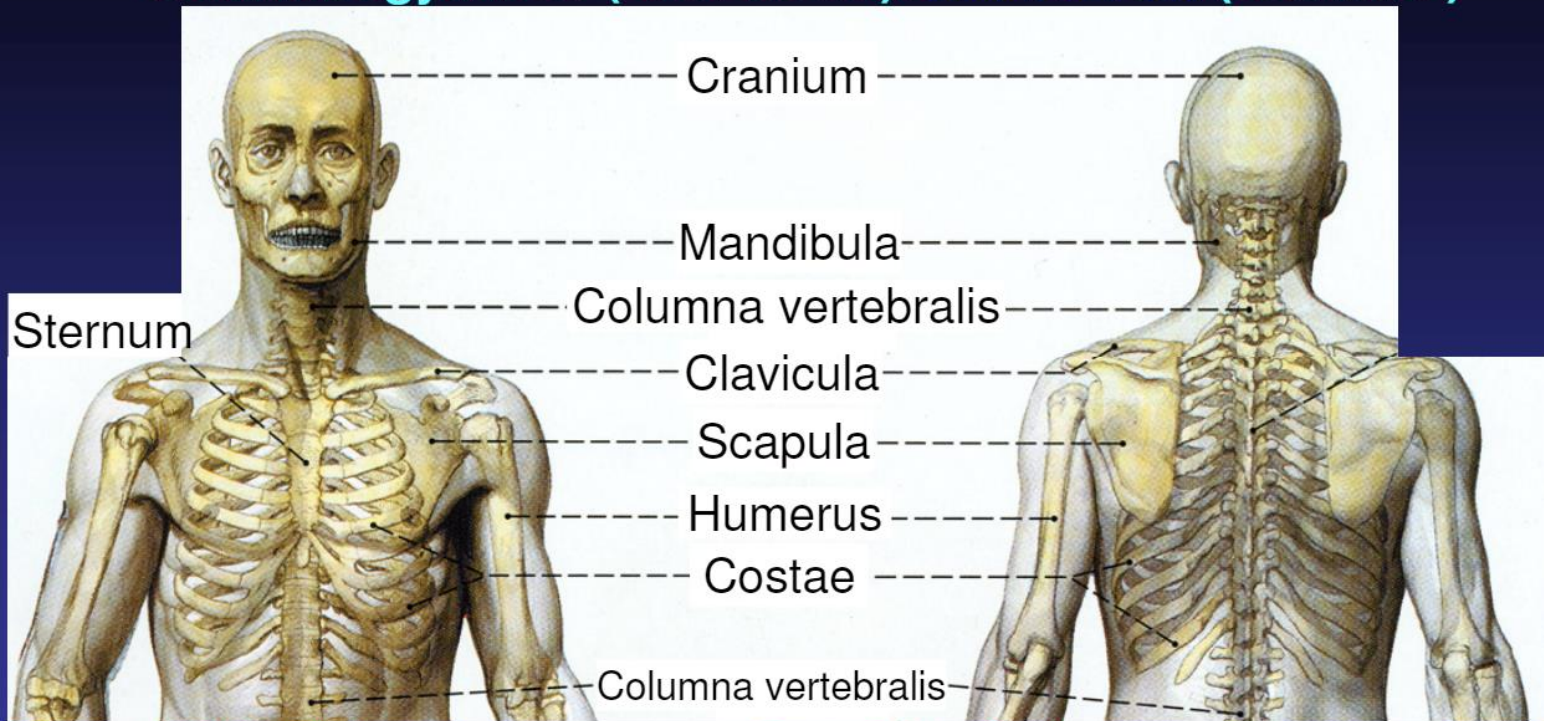
- Oszteoszintézis
- Implantátumok
- Rögzítés típusok



https://intermed-consult.com/wp-content/uploads/ortho_2.jpg

ÁLTALÁNOS OSTEOLÓGIA

Testünk szilárd állományát csontok alkotják (10% testtömeg).
Csontok együttese (205-208 db): **SKELETON** (csontváz)



A csontok feladata:

1. szilárdság biztosítása
2. testüregek képzése, védelme
3. izmok eredése, tapadása
4. vérképzés (csontvelő!)

Csontfélések:

1. Hosszú, csöves csontok (végtagok)
2. Rövid csontok (ossa digitorum)
3. Lapos csontok (sternum, scapula)
4. Köbös csontok (ossa carpi et tarsi)

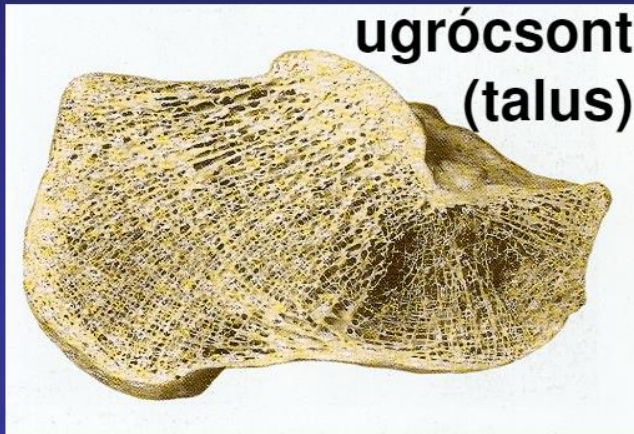
A CSONT SZERKEZETE

Csontösszetétel:

40% víz, 60% szárazanyag
Mg és Ca foszfát, karbonát, fluorid

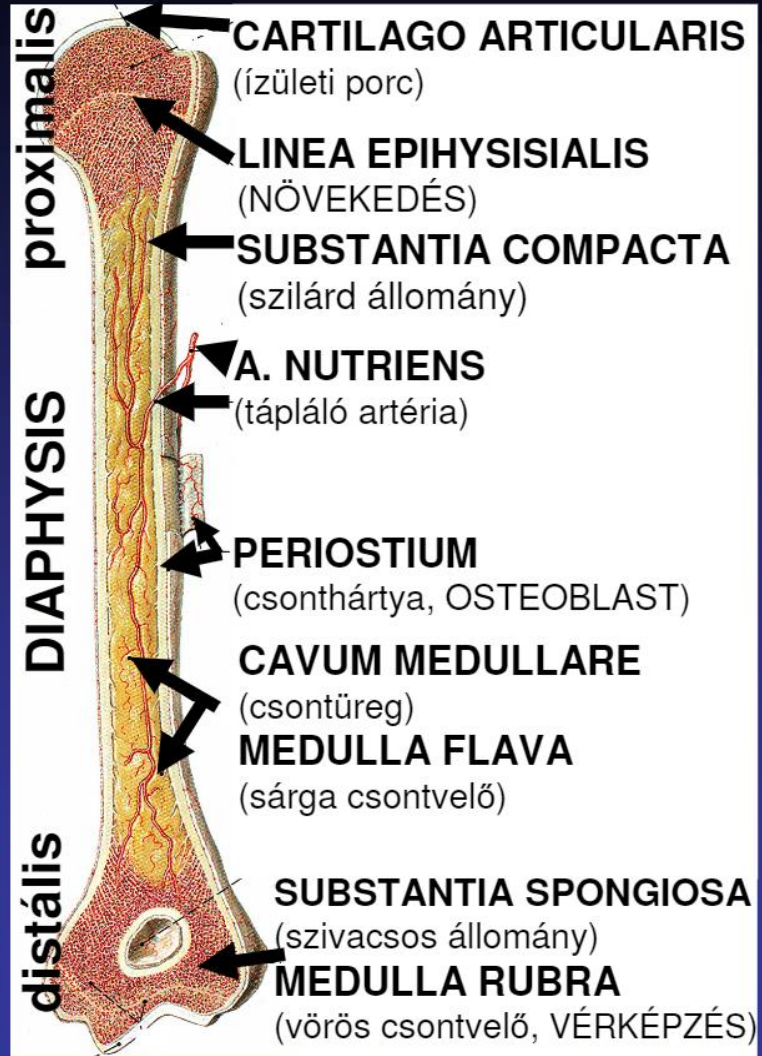
Csontsejtek:

osteobLAST: csontKÉPZŐ
osteocYTA: csontSEJT
osteocLAST: csontFALÓ



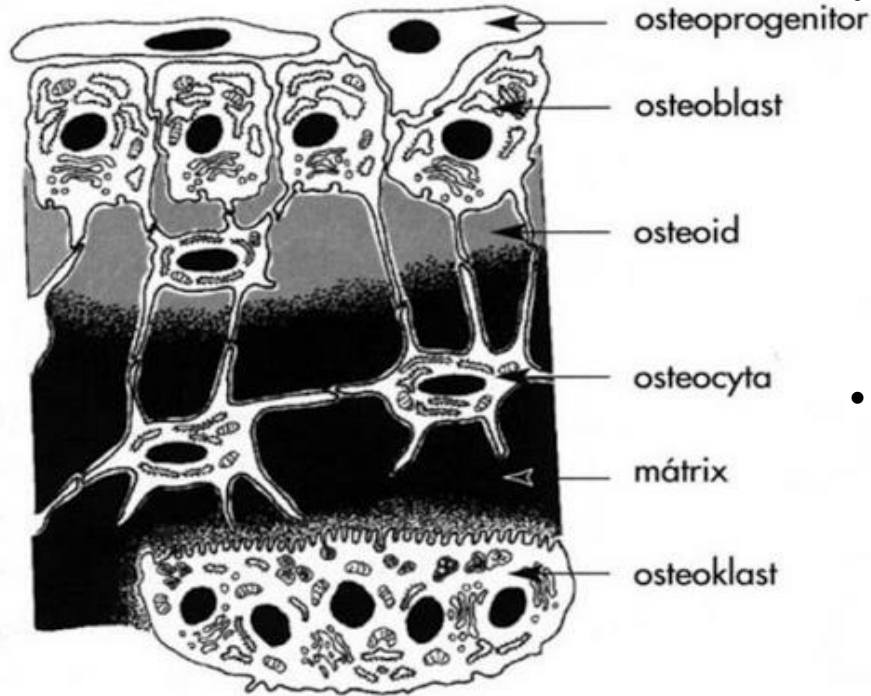
A csontokat trabecularis
(rácsos) szerkezet erősíti.

EPIPHYSIS

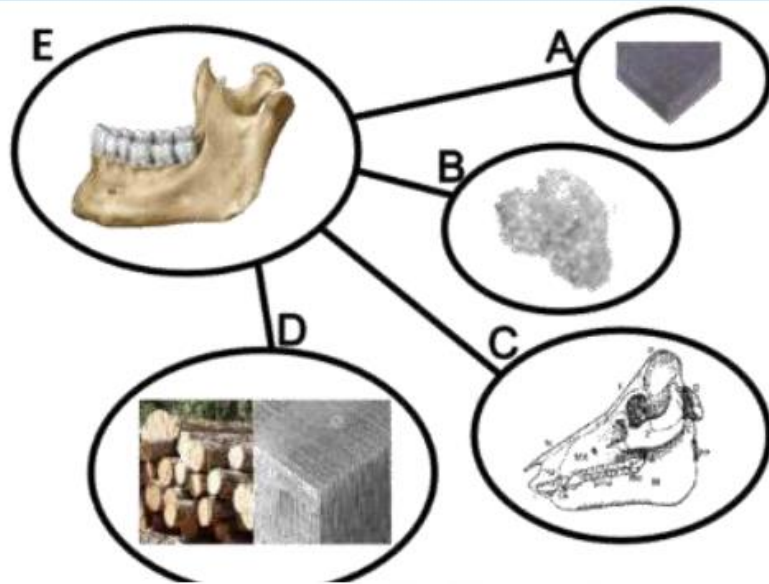


EPIPHYSIS

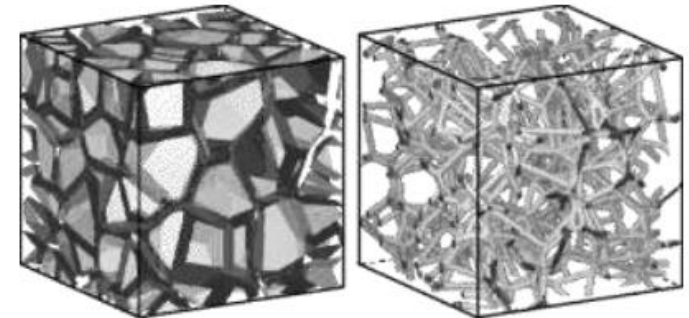
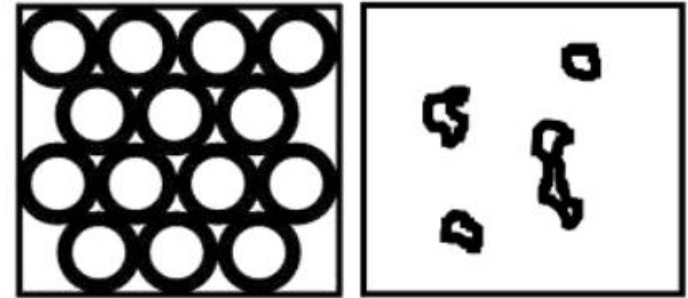
- **Oszteoprogenitor sejt:** differenciálatlan kiindulási sejt. Bizonyos stimulusok hatására differenciálódik, és csontépítő-sejtté, oszteoblasztá alakul.
- **Oszteoblaszt sejt (csontépítő):** csontállomány felépítéséért felelős. Az általa termelt osteoid szövet kollagén rostjai keresztbekötődnek egymással, így kialakul egy vázszerkezet, amelyhez a többi fehérje kötődhet. Ezután szervesen sók beépülésével (mineralizáció) az oszteoblasztok csontsejteké, oszteocitákká differenciálódnak.
- **Oszteocita sejt (csontsejt):** vékony, hosszú nyúlványokkal rendelkező lapos, szilvamag alakú érett csontsejt. Mechanikai érzékelőként is működik. Mechanikai nyomás, húzó- és nyíróerők hatására a csontsejt és a csontépítősejt-rendszer fokozottan kezd működni, utasítják a csontfalósejteket, hogy építsék le a csontszövetet, cél: csont átépítése, megerősítése.
- **Oszteoklaszt sejt (csontfaló):** a csontok fiziológiás átépülésében vesznek részt, a pusztuló csontállomány eltávolítását végzik.



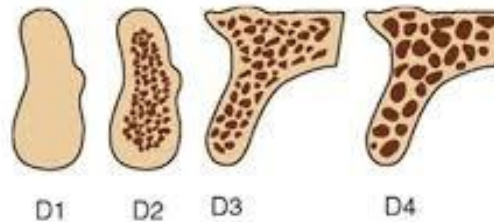
Graftok

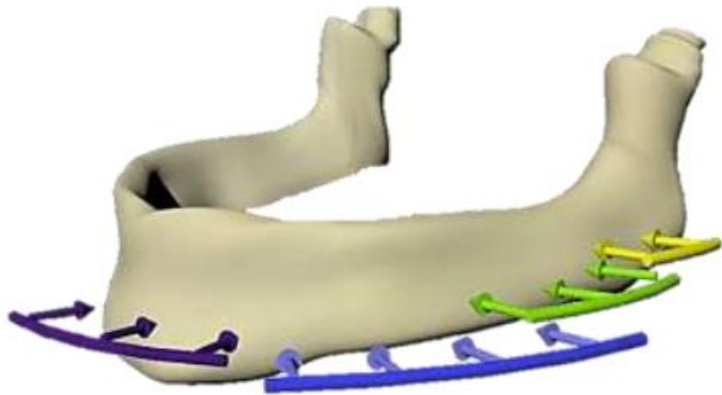


- A – Polimerek (*PUR*)
- B – Csontgraftok (*csontörlemény*)
- C – Állati csontok (*sertés*)
- D – Celluláris anyagok (*fa*)
- E – Élő csont (*ember*)

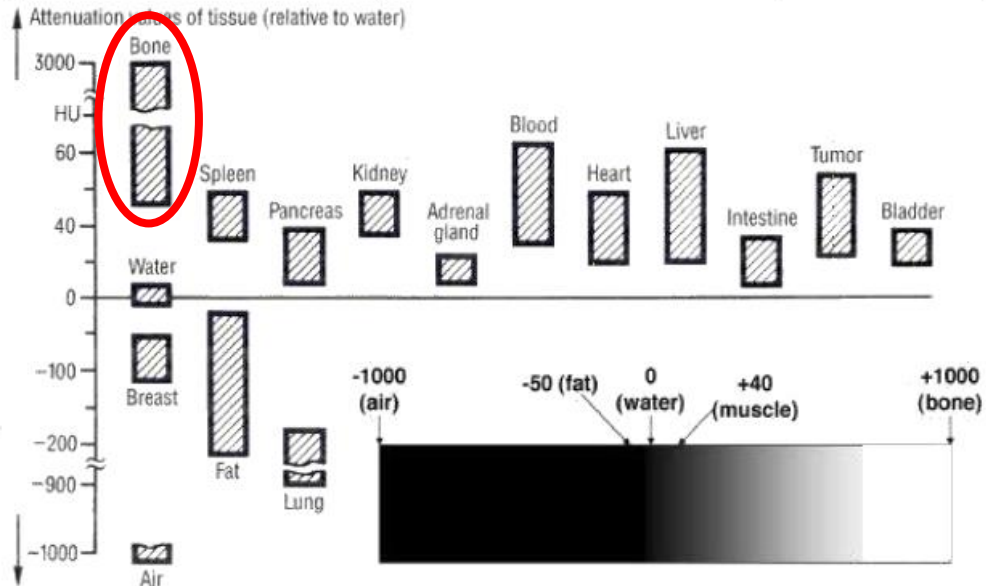
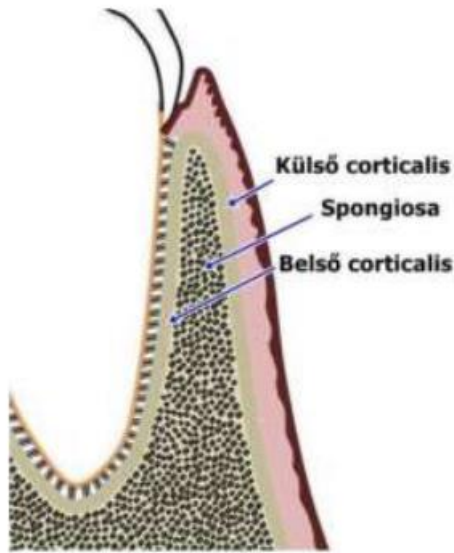
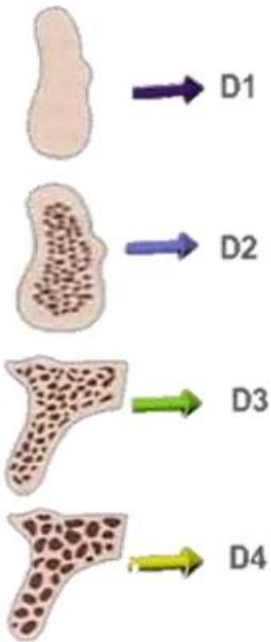


D1	szilárd, sűrű corticalis réteg
D2	sűrű vagy porózus corticalis réteg durva szemcsés spongiosa állománnyal
D3	vékony porózus corticalis kéreg és finom szemcsés spongiosa állomány
D4	finom szemcsés spongiosa
D5	éretlen, ásványosodás nélküli csont





Csont sűrűség	Megnevezés	Típusos anatómiai helyek	CT értékek (Hounsfield)
D1	Sűrű kortikális	Anterior mandibula	>1250 HU
D2	Porózus kortikális, durva trabekulák	Anterior és posterior mandibula, anterior maxilla	850-1250 HU
D3	Porózus kortikális, finom trabekulák	Anterior és posterior maxilla, posterior mandibula	350-850 HU
D4	Finom trabekula szerkezet	posterior maxilla	150-350 HU



Oszteodenzitometria

Csontpótló sebészeti beavatkozásokra betegségből vagy baleseti okból bekövetkező csontvesztés esetén, vagy szájsebészeti beavatkozások előtt a csontállomány javítása céljából van szükség.



Csontvelő
átültetés

- 1) Emberi alapszövet
- 2) Állati eredetű szövetpreparátum
- 3) Mesterséges anyagok

Autogén csontpótlás (saját „anyagból”):

- Legjobb befogadás
- Kevés donorfelület
- Nagyobb trauma a szervezetnek (2 műtét)

Allograft csontpótlás (másik emberből)

- Elhunytakból vagy élő donoroktól (pl. csípőimplant beültetés „mellékterméke)
- Sterilizés!!!

Xenograft csontpótlás (állatokból)

- Általában szarvasmarha

Alloplastikus anyagok: trikálcium-foszfát, hidroxipatit



Csontpótló szerek csoportosítása

A. Humán eredetű csontgraftok és csontpótló szerek

I. Csontgraftok

1. Autológ csontgraft

2. Homológ csontgraft

3. Csontvelő

II. Demineralizált csontmátrix

B. Növekedési faktor alapú csontpótló szerek

I. BMP és egyéb növekedési faktorok

II. Platelet-rich plasma

C. Sejt alapú csontpótló szerek

I. Őssejt

II. Kollagén

III.: Gén terápia

D. Kerámia alapú csontpótló szerek

I. Calcium hydroxypatit

II. Tricalcium foszfát

III. Bioaktív üveg

IV. Calcium szulfát

V. Folyékony kerámia cement származékok

E. Polymer alapú csontpótló szerek

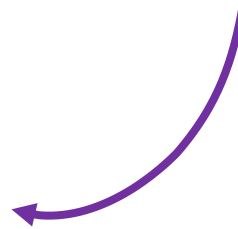
I. Természetes és szintetikus polymerek

II. Felszívódó és nem felszívódó polymerek

F. Egyéb

I. Korall származékok

Laurencin szerinti osztályozás



Ideális csontpótló anyag:

- oszteokonduktív hatás
- oszteoinduktív hatás
- oszteogenetikus sejtek

- **Oszteokonduktív** környezetről akkor beszélünk, ha a graft vázának fizikai tulajdonságai olyanok, melyek elősegítik a csontszövet kifejlődését a beültetett anyag mechanikai támasztékként, és a csontképzést vezető vázként funkcionál.

- Az **oszteoinduktív** bioaktív anyagok serkentik a csontképzést; különféle faktorok segítik elő az oszteoprogenitor sejtek proliferációját és differenciálódását, valamint az intenzív kapilláris burjánzást / elősegíti az oszteoblasztok kifejlődését

- **Oszteogenetikus** hatásnak nevezzük olyan csontsejtek képződését, mely a graft saját őssejtjeiből, vagy oszteoprogenitor sejtjeiből valósul meg

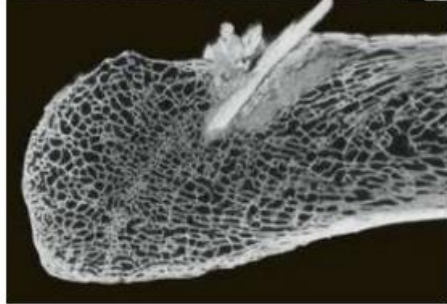
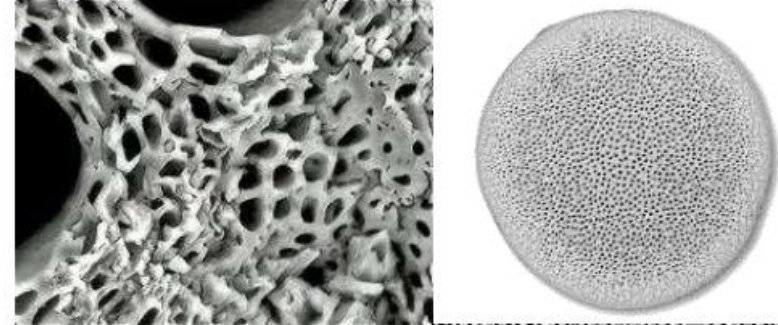


<https://drilaslofycsaba.com/blog/lemiszu-es-nyel/>

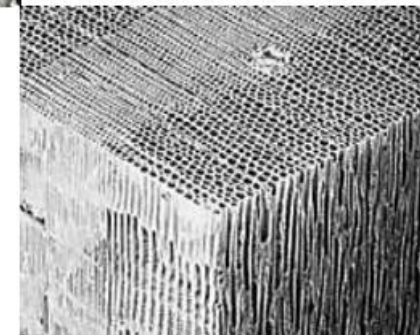
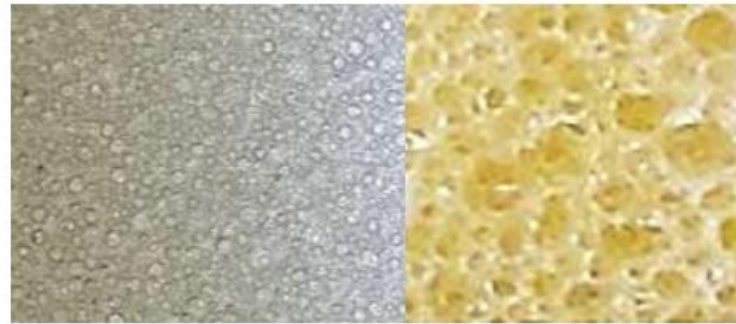
Csont



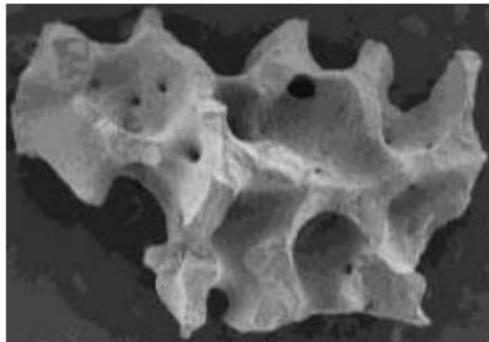
Fa



PUR



Csontpótlók



3D nyomtatott struktúra



Csont

- Csont felépítése
- Csontpótlás
- Csontmodellező anyagok

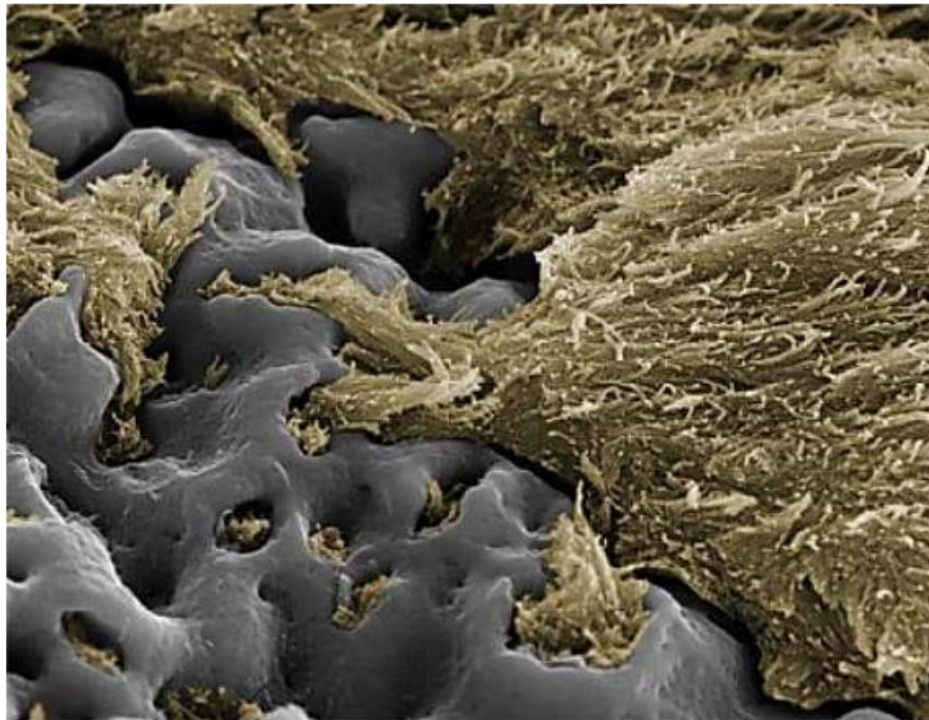
Traumatológiai
implantátumok

- Oszteoszintézis
- Implantátumok
- Rögzítés típusok



Implantátum felülete és a csontszövet között létrejövő kémiai és fizikai kapcsolatot nevezzük összefoglaló néven,

Osszeintegrációnak



- Biokompatibilis anyagból készült implantátum
- Az implantátum felületének megfelelő makroszkópikus és mikroszkópikus kialakítása
- Csontminőség
- Sebészeti technika
- Zavartalan gyógyulási fázis

Anyagok:

- Mérlegelni kell, hogy az eszköz végleg bent marad, vagy csak ideiglenesen
- **Titán: kiváló csontosodás, könnyű, idős betegeknek, csonttritkulás esetén, nem eltávolítandó eszközök**
pl. gerinccsavar, lemezek, drótok, stb.
- **Acél: olcsó, biokompatibilitása kvázi megfelelő, hosszabb távon korrózió lép fel, gyenge csontosodás, ideiglenes**
pl. lemezek, csavarok, drótok
- Kerámia: ridegsége miatt csontörögzítésre nem alkalmas
- Polimer: nem jó csontosodás, nem megfelelő szilárdság

- AO foundation
 - Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
- Intézetek:
 - AO Research Institute, at Davos
 - AO Education Institute, at Davos
 - AO Clinical Investigation, at Dübendorf
 - AOTK System, at Davos

Az AO Alapítvány nonprofit szervezet, amelynek célja a mozgásszervi sérüléssel küzdő emberek gondozásának és következményeinek javítása kutatással, fejlesztéssel, oktatással és minőségbiztosítással a töréskezelés alapelveiben, gyakorlatában és eredményében.



- anamnézis (auto-, hetero-)
- fizikális vizsgálatok
 - megtekintés
 - tapintás
 - hallgatózás
 - kopogtatás
- funkcionális vizsgálatok
 - összmozgásképesség → ujj-talaj távolság
 - ízületi mozgásképesség → ún. anatómiai normálhelyzetből kiindulva
 - gerincoszlop mozgásképessége → Ott-, Schober-jel
- képalkotó vizsgálatok
 - felvételek (Rtg)
 - ultrahang
 - CT
 - MRI
- ízületi punctio, -tükrözés (diagnosztika és/vagy terápia)
- orientációs neurológiai és angiológiai vizsgálatok

- Lágyrészsérülések
- Ízületi sérülések
- Csontsérülések

1. kialakulási mechanizmusuk alapján

- traumás törés
- pathológiás törés
- fáradásos törés
- stressz törés
- spontán törés

2. az erőbehatás helye szerint

- direkt
- indirekt

3. az erőbehatás módja szerint

- kompressziós törés
- hajlításos törés

4. a törési vonal lefutása alapján

- egyenes
- ferde
- defekt

5. a fragmentumok száma alapján

- egyszerű törés (egy helyen tört el a csont és két fragmentum keletkezett)
- összetett törés (darabos törés: 3-6 fragmentum keletkezett, romtörés: a fragmentumok száma 6-nál több)

6. fragmentumok elmozdulása alapján

- dislocatio nélküli törés
- dislocatioval járó törés

7. a törés feletti lágyrész állapota alapján

- zárt törés
- nyílt törés (I-IV. fok)

- **Kulcscsonttörés:** könnyen törik, mert bőr alatt közvetlenül helyezkedik el, könnyen felismerhető, nagyfokú fájdalommal jár
- **Felkar- és alkartörés:** felkarcsont vállízületi végén, középső részén, könyökízületi végén alkart az orsócsont és a singcsont alkotja, külön-külön és együtt is törhetnek
- **Csuklótörés:** sokszor nem kerül rögtön felismerésre, nagy alaki változással nem jár, ezért a beteg később kerülhet orvoshoz
- **Bokatörés:** törhet külboka, belboka és sípcsont hátsó része, törés tünetei könnyen felismerhetők, mert az érintett végtagját a beteg nem, vagy csak nehezen tudja terhelni
- **Lábujjtörés:** ált. erőbehatás helyén keletkezik, a törés azon ritka csontsérülések közé sorolhatjuk, melyeknél rögzítés nem feltétlenül szükséges, de fájdalomcsillapítás, felpolcolás azonban célszerű

Ízületi implantátumok

- Csípő-, térd-, váll-, ujj implantátum

Belső törésrögzítés

- Velőűrszegzés
- Csavaros (kortikális, spongiosa, húzócsavar)
- Lemezes (funkció/forma alapján különböző)
- Tűződrótos
- Húzóhurkos (cerclage)

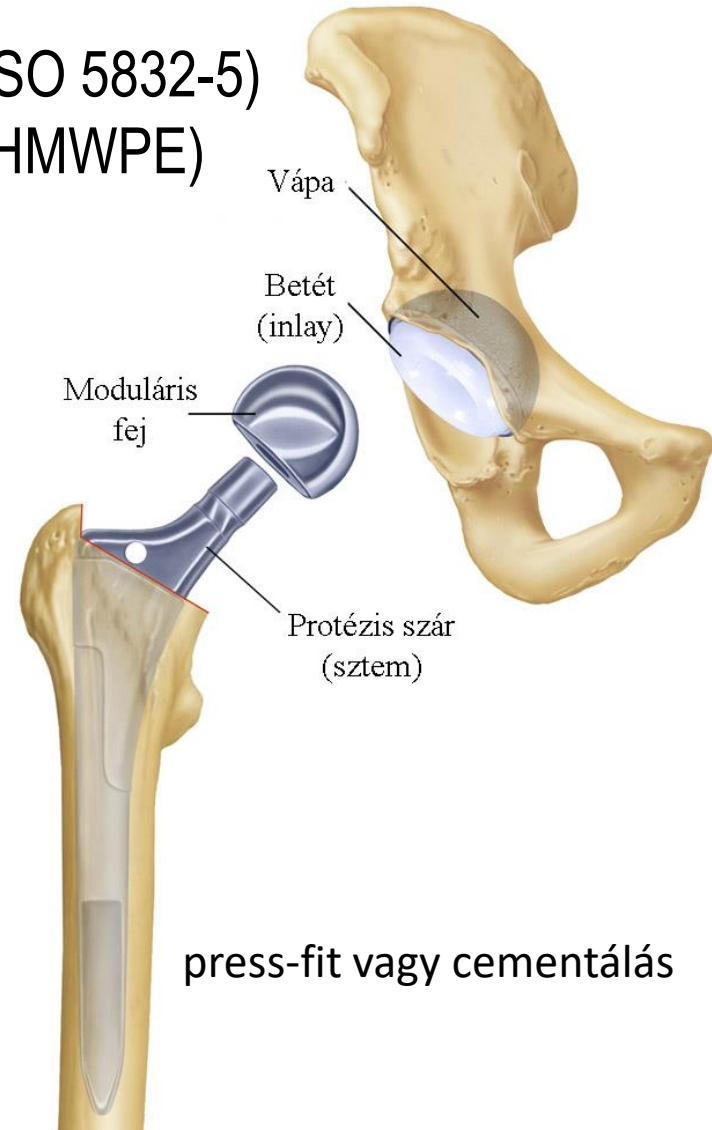
Külső törésrögzítés

- Fixateur externe

+ Csontcement

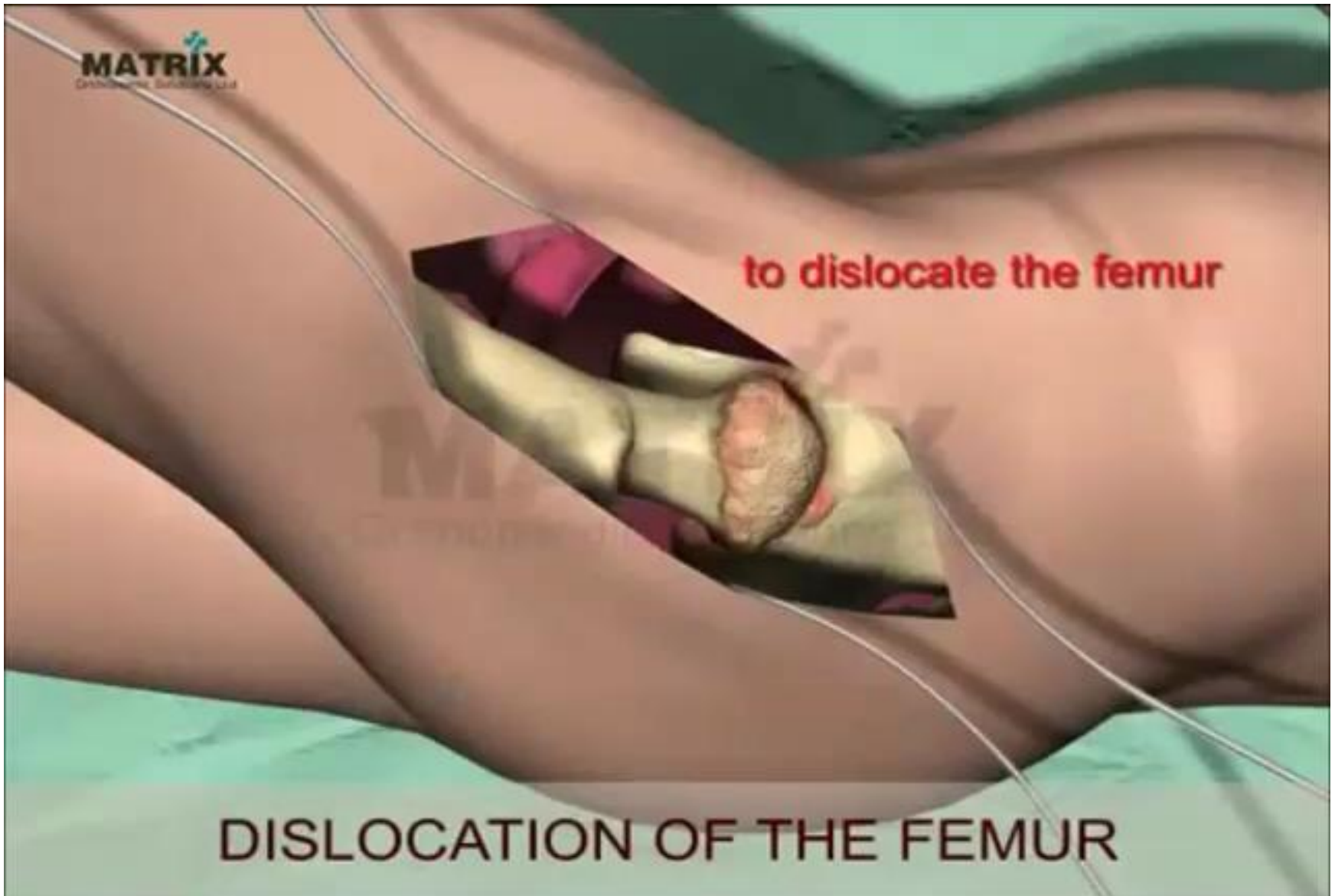
+ Csonttranszplantáció, csontpótlás

- Vápa: Ti ötvözet (ISO 5832-3), CoCr ötvözet (ISO 5832-5)
 - Betét: ultra nagy molekulatömegű polietilén (UHMWPE)
 - Moduláris fej: Ti, CoCr, kerámia
 - Szár, sztem: Ti, CoCr
- + felületkezelés: homokszórás, hidroxipapatit
- + rögzítés: polimetilmetakrilát (PMMA)



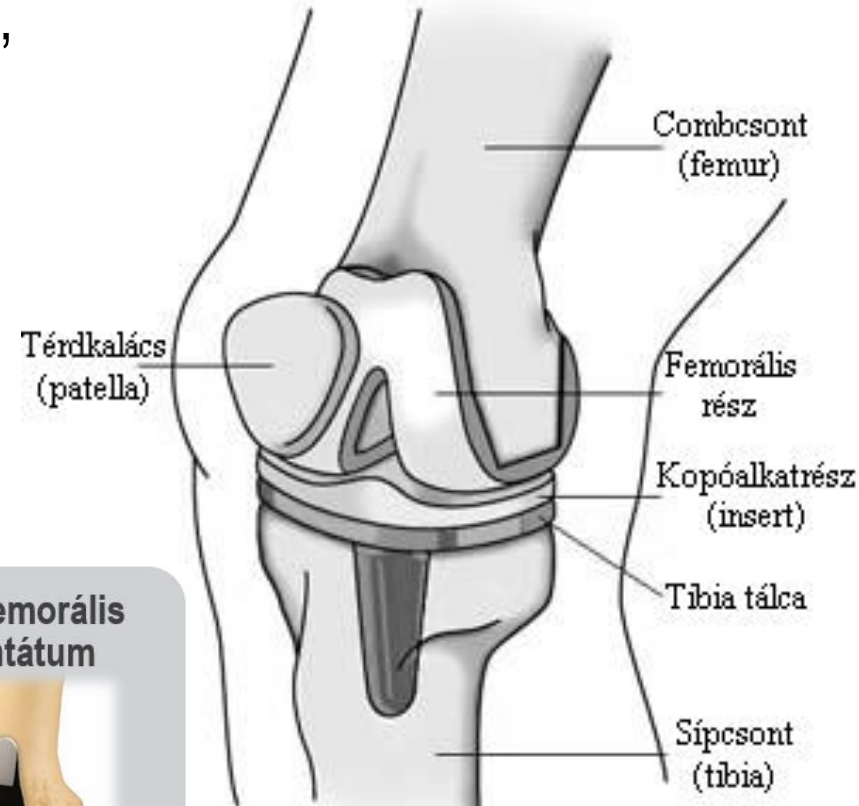
ReCap „kupakos”





<https://www.youtube.com/watch?v=guAITCpIIVg>

- Femorális rész: Ti ötvözet (ISO 5832-3), CoCr ötvözet (ISO 5832-4)
- Kopóalkatrész: nagy sűrűségű / ultranagy molekulatömegű polietilén (UHMWPE/HDPE)
- Tibia tálca: Ti ötvözet, CoCr



Unicondylaris implantátum



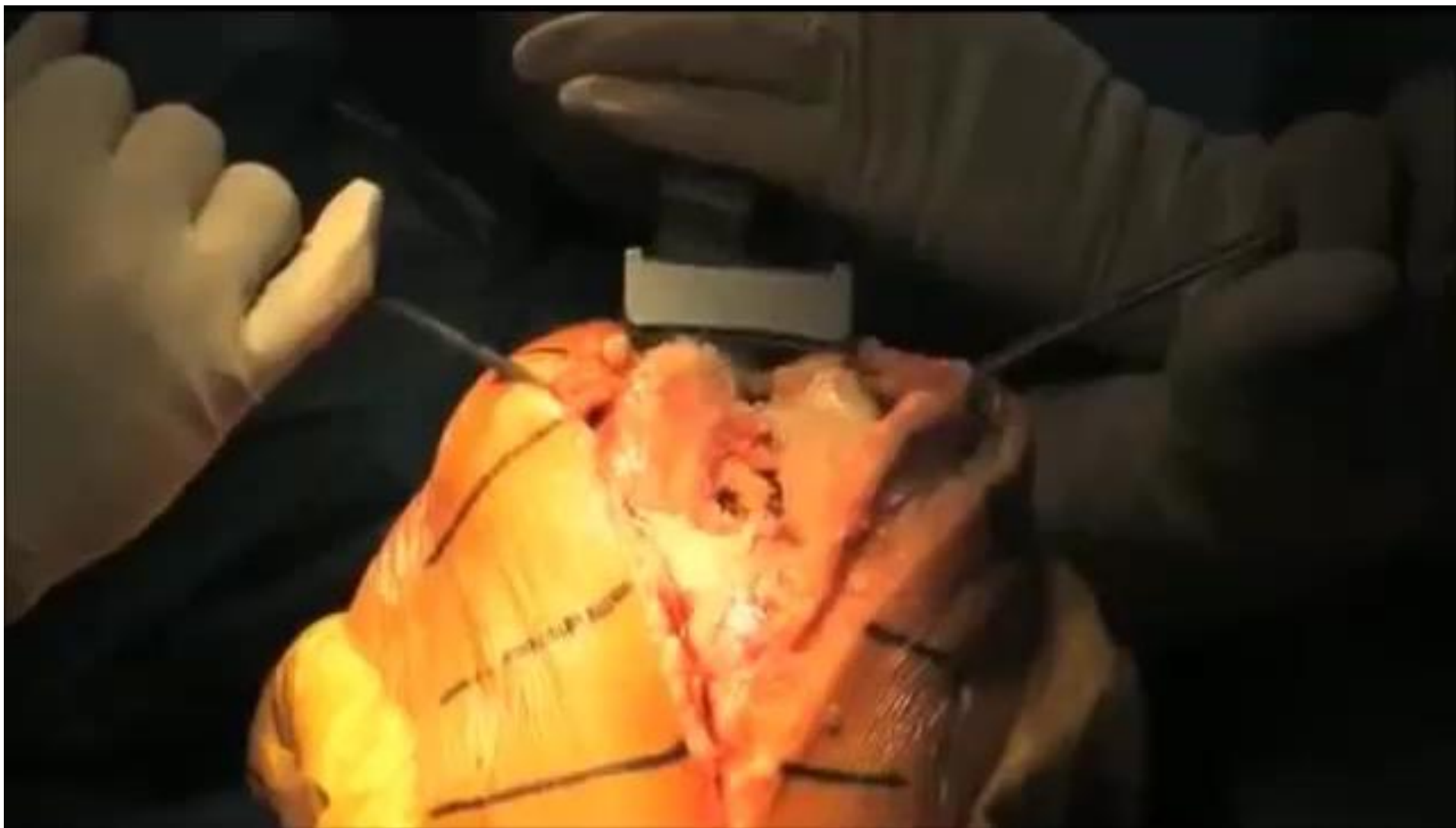
Total endoprotézis



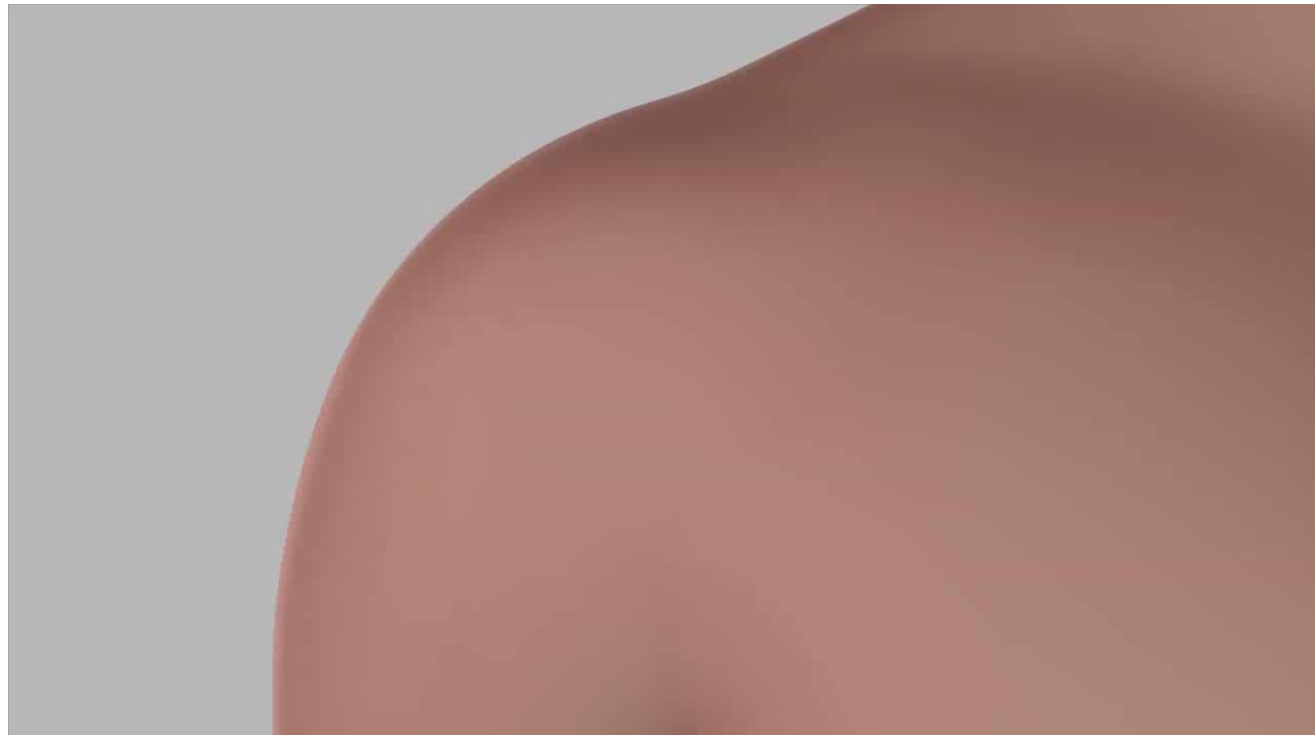
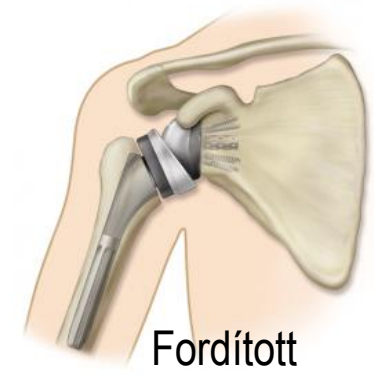
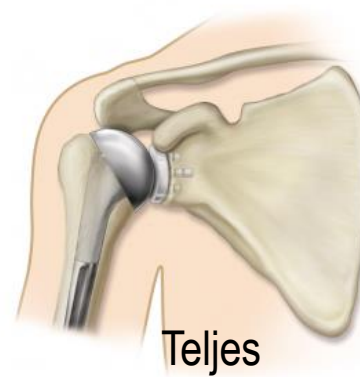
Patellofemorális implantátum

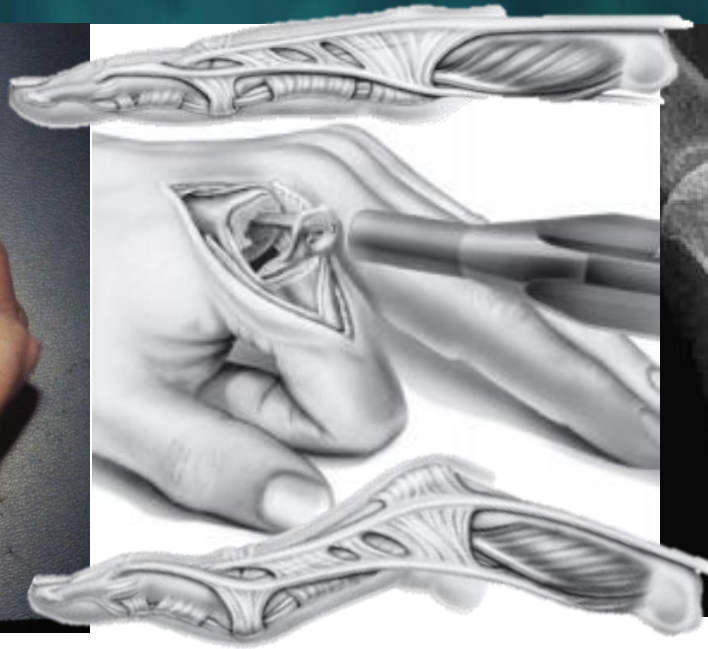






- Lapockai rész: Ti ötvözet (ISO 5832-3), CoCr ötvözet (ISO 5832-4)
- Kopóalkatrész: nagy sűrűségű polietilén (HDPE)
- Felkarcsonti rész: Ti ötvözet, CoCr





- CoCr ötvözet (ISO 5832-4),
Ti ötvözet
- Kopóalkatrész: nagy sűrűségű
polietilén (HDPE)
- PyroCarbon (grafit + 1 wt% W)
- Szilikon

- Közömbösíti a nyíróerőket
- Rotációs stabilitás kicsi
- Egyszerű, olcsó, gyors
- Kíméli a lágyszövetet
- Kevés speciálisműszer szükséges
- Nem gátolja a növekedést
- Alacsony stabilitás
- Szöveti irritáció

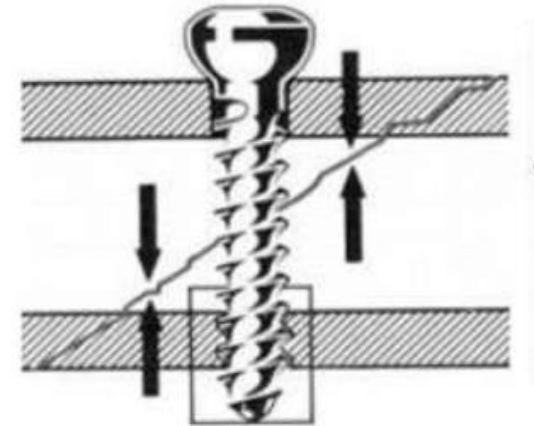


- Ti ötvözet (ISO 5832-3)
- (316L acél)



Csavaros

- Kiváló adaptációs lehetőségek
- Nagyfokú stabilitás
- Önmagában ritkán használt (combnyak törés)
- Kombinálható lemezzel, dróttal, keretes rögzítéssel
- ASTM F543 szabványos vizsgálat



- Végig menetes
- Sűrű menetes
- Többféle méret



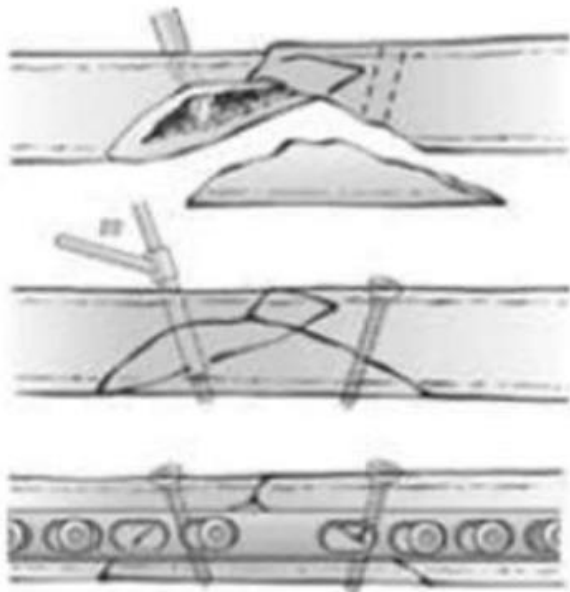
- Teljesen, vagy részlegesen menetes
- Nagyobb menetemelkedés, vastagabb mag

Kortikális csavar

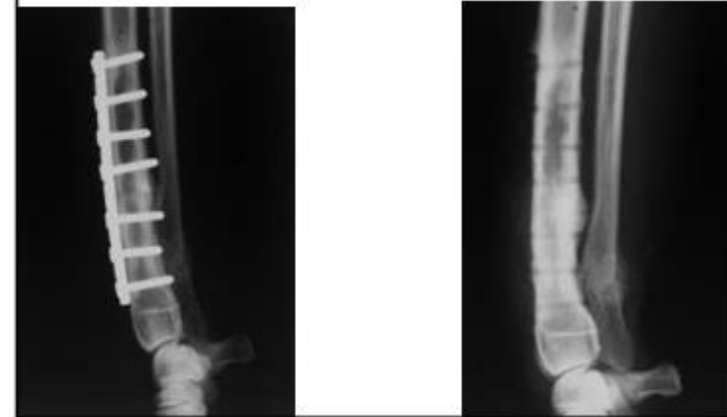
Spongiosa csavar

Csavaros

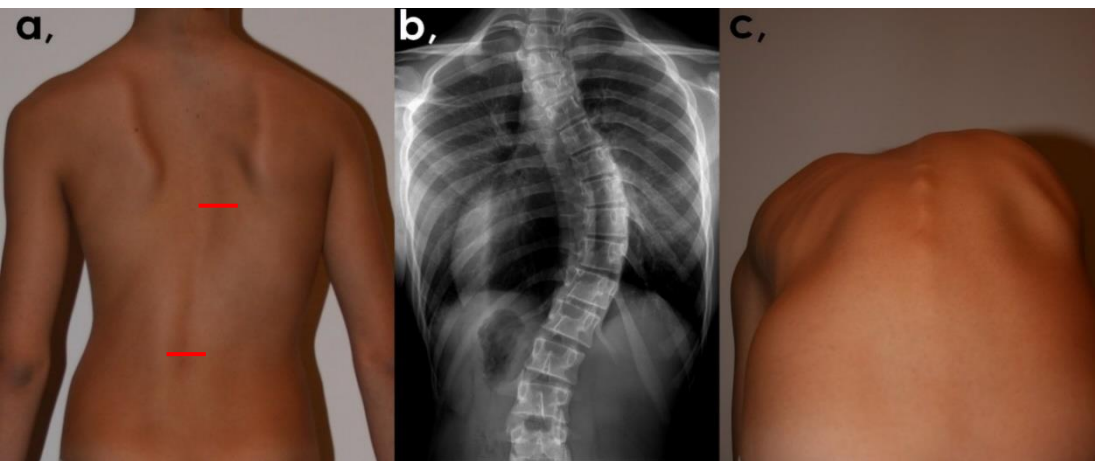
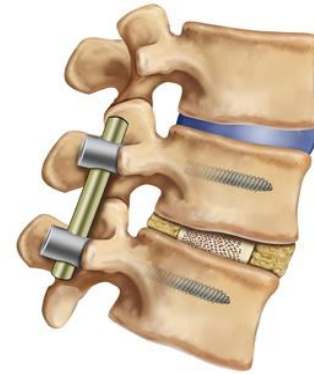
- Húzócsavar : merőleges befúrási irány
- Pozicionáló csavar: darabok helyreigazítás és helyben tartása
- Lemezcsavar: lemezek rögzítése



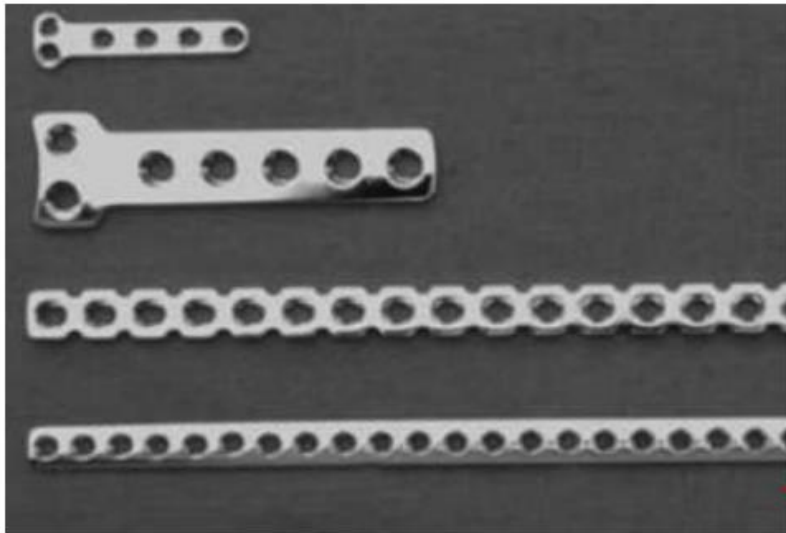
Lemez eltávolítás



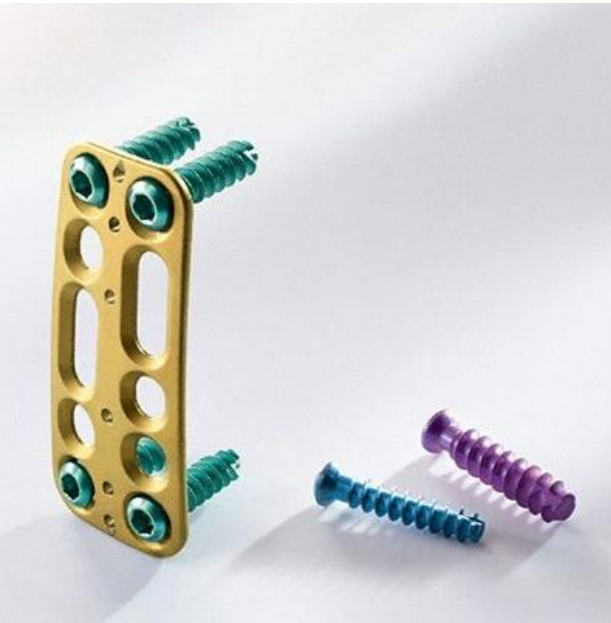
- Csavar: Ti ötvözet
- Rúd: Ti ötvözet



- Legstabilabb rögzítés
- Széleskörű felhasználás nagyon sok fajta
- Neutralizáló (véd)->kompressziós (tartás)-> szögstabil lemezek (speciális erőhatások)



- Lemez, csavar: 316L SS, Ti ötvözet, CoCr ötvözet
+ lebomló csavarok: PLA



- 2-5 db drót
- Erős, ellenálló, a nyíró és hajlító erőkkel szemben
- A befúrás helyén szöveti irritáció
- Ritka komplikációk – biztonságos



- 316L SS, Ti
ötvözet, CoCr, NiTi

- 2 db egymást keresztező drót
- Nem a törésvonalban keresztezik egymást
- Kis teherviselő képesség
- Ízülethez közeli, egyszerű töréseknél

Kirschner drót Cerclage hurok



- 316L SS, Ti ötvözet, CoCr, NiTi



- NiTi

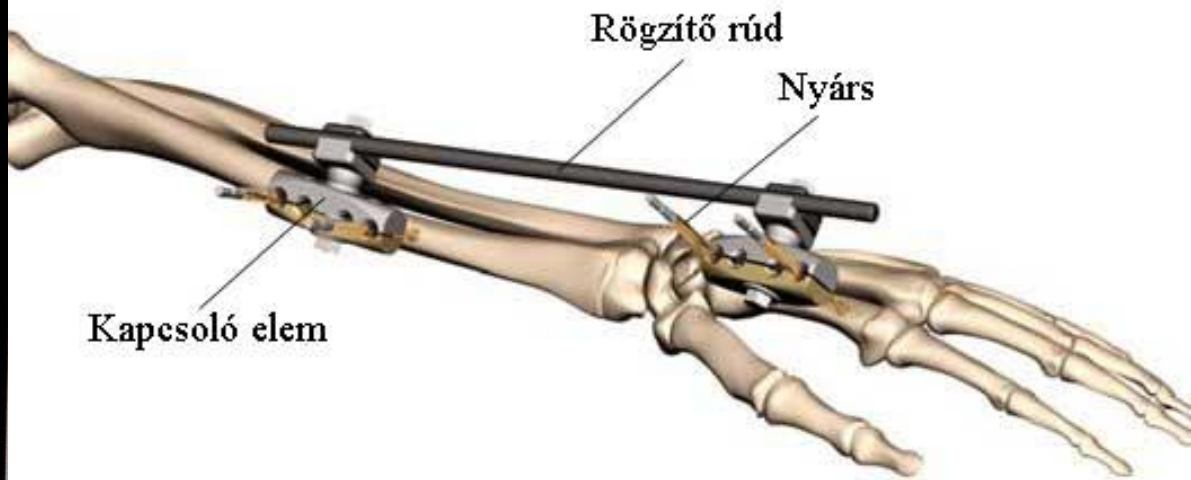


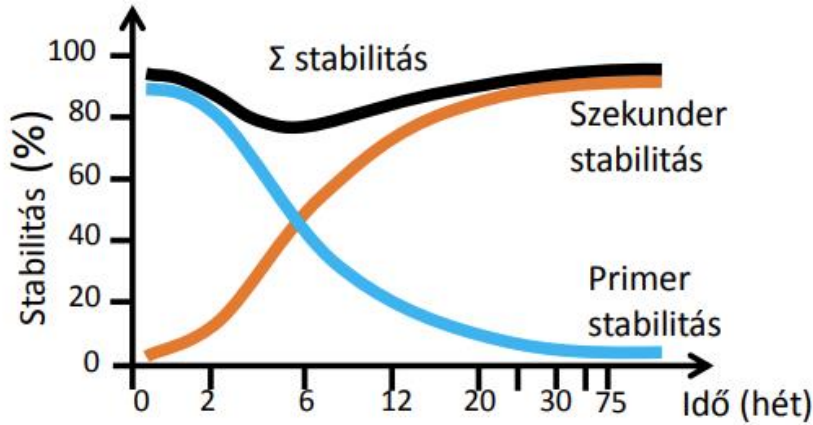
MONOCORTICAL

BICORTICAL



- Nyársak: 316L SS, Ti ötvözet, CoCr





Sikeres implantátum

=

Primer
stabilitás

+

Szekunder
stabilitás

- Műtéti technika
- Az egyén csontsűrűsége
- Az egyén csontstruktúrája
- Implantátum kialakítása
- Implantátum felülete

- Implantátum terhelhetősége
- Implantátum alapanyaga
- Az egyén csontregenerációs képessége
- Az egyén egészségi állapot

Csont

- Csont felépítése
- Csontpótlás
- Csontmodellező anyagok

Traumatológiai
implantátumok

- Oszteoszintézis
- Implantátumok
- Rögzítés típusok



https://intermed-consult.com/wp-content/uploads/ortho_2.jpg

Dr. Mészáros István: Fogászat, Implantátum ötvözetek, Speciális felületmódosító technológiák, BME Anyagtudomány és Technológia Tanszék
 Dr. Markos Sándor: Gyógyászati szerszámok és eszközök, (Csipőprotézis, Térprotézis, Fogászati szerszámok és fogpótlások, Sterilizálás, BME Gyártástudomány és -technológia Tanszék
 Biokompatibilis anyagok: http://www.inc.bme.hu/hu/subjects/biokomp/Biocomp_1.pdf
 Orvostechnikai műanyag félkész termékek, 3. rész: Orvosi és implantátum anyagok: <http://www.muanyagipariszemle.hu/2009/01/3-resz-orvosi-es-implantatum-anyagok-13.pdf>
 Dr. Kiss Sándor: A fixateur externe alkalmazásának speciális lehetőségei a mozgásszervi fejlődési rendellenességek és csontdaganatok kezelésében, Doktori értekezés, Semmelweis Egyetem: http://phd.sote.hu/mwp/phd_live/vedes/export/kissandor.d.pdf
 Várallyay György: Fémek az MR-ben, Magyar Radiológia 77/2, 2003, <http://www.socrad.hu/upload/radiologia/magazine/Varallyay.pdf>
 Térzületi teljes protézis beültetés: <http://www.ortopedszakorvos.hu/terzuzleti-teljes-total-protezis-beuletetes/>
 Csipőprotézis: <http://www.hazipatika.com/mediatar/media/csipoprotezis/51>
 Kószegi Z. Szívkatéterezés, koszorúértágítás és sztentelés. Debreceni Egyetem Kardiológia Klinika, <http://www.gvmd.hu/pdf/sziv4.pdf>
 Sterilizálási eljárások a betegellátásban: http://hu.wikipedia.org/wiki/Sterilizálási_eljárások_a_betegellátásban
 Zsoldos Gabriella-Szabó Tamás: Új, módosított UHMWPE protézisanyag eredményeinek bemutatása, Biomechanica Hungarica, Évf. 3, Szám 2, 2010, <http://ns1.biomechanica.hu/index.php/biomech/article/viewFile/23/32>
 Oláh László: Az implantátumok anyagainak polimertechnikai vonatkozásai, Anyagvizsgálók lapja 2004/2
 4/2009. (III. 17.) EüM rendelet az orvostechnikai eszközökről, http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0900004.EUM&celpara=Fogászati_implantatumok
 Fogászati implantátumok: <http://www.webbeteg.hu/cikkek/fogaszat/5844/fogaszati-implantatumok>
 Örvénylő menetmarás: http://www.gyartastrend.hu/gepipar/cikk/menetmaras_a_gyogyszatban
 Dr. Szabó László: Süllyesztékes kovácsolás, Miskolc, 1997, <http://mek.oszk.hu/01200/01201/html/>
 Dr. Szabó László: Forgácsolás, hegesztés, Miskolc, 2000, <http://www.uni-miskolc.hu/~wwwfemsz/forgacs.htm>
 Örvénylő menetmarás: http://www.gyartastrend.hu/gepipar/cikk/kulonleges_anyagok_precizios_megmunkalasa
 Sugársterilizálás: <http://www.dispomedicor.hu/sterilisation-services>
 Nitinol: http://www.att.bme.hu/~femtech/letoles/dobranszky_magasdi.pdf

Képek:

<http://www.bjnp.org/files/2010-3-1/bjnp-2010-3-1-303b.jpg>, <http://www.visualphotos.com/photo/2x41402761.jpg>, http://www.rxdentalspa.com/wp-content/uploads/2011/09/implant_xray.jpg, http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/External_fixator_xray.jpg, <http://pic40.picturetrail.com/VOL379/7056331/16691535/324369479.jpg>
 fixateur externe: http://www.smith-nephew.de/sites/default/files/styles/produkt/public/field/image/Jet-x_Mini_1_1.jpg
 térdimplantátum: <http://orthoinfo.aaos.org/figures/A00221F01.jpg>
 csipőimplantátum: <http://www.sfhga.com/usr/OrthopaedicInstitute/TKRTHR/THRImagene.jpg>
 fogimplantátum: <http://www.veresdent.hu/kepek/kezelesek/implantatum.jpg>
 örvénymaró: <http://www.tablázat.hu/images/upload/products/orvenymaró.jpg>
 sorjázás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0007_10-Keplekeny_alakitas-mod3/11.jpg
 UH mosó: http://www.electronic.hu/kepek/Haz_es_Kert/Elektromos_haztartasi_eszkozok/Ultrahangos_tisztito_Emmi-12_HC_Emag_60079_12_I_200_W.jpg
 bevonat: <http://variomedic.hu/termek/12/04.jpg>
<https://lib.semmelweis.hu/sepub/pdf/2012/a22318526>
<https://3.imimg.com/data3/WB/CV/MY-14083455/aluminum-oxide-powder-250x250.jpg>
<http://www.ceraroot.com/wp-content/uploads/ceraroot.jpg>
http://altermedica.ru/wp-content/uploads/2015/03/Maxera_Cover_Composing_01_white.png
<http://caroleneilsonceramic.com/>
https://www.hcstarck.com/zirconium_oxide_zro2_blanks
http://teo.elte.hu/minosites/ertekezes2011/meiszterics_a.pdf
<http://www.webbeteg.hu/cikkek/sebeszet/18432/gyogyito-eszkozok-a-teszten-tenyek-es-tevhitek-az-implantatumokrol>
<http://www.innerbody.com/image/skel16.html>
<https://www.stryker.com/us/en/trauma-and-extremities/products/sr-mcp---pip.html>
http://az621074.vo.msecnd.net/syk-mobile-content-cdn/global-content-system/SYKGCSDOC-2-42212/c8kf5z3x6flf0C2jEtniJQbdwazY6Q/SRMCP_ST_1_EN.pdf
<http://www.integralife.eu/wp-content/uploads/2015/10/figure13-copie.png>
<https://www.integralife.com/file/general/1524235573.pdf>
<https://fraclabs.files.wordpress.com/2016/02/2-proteins-responsible-for-ra.jpg?w=1024>
http://psycho.unideb.hu/sport/fejzetek/hg_sportmedicinalis/ book/images/09_kep.jpg
http://www.naturalstrength.hu/images/articulatio_acromioclavicularis.jpg
https://www.youtube.com/watch?time_continue=132&v=VVO6EVyUp_E
https://www.exac.com/wp-content/uploads/2016/12/patients_shoulder-replacement_shoulder-implant.png
<http://www.villarbaiwa.com/images/microplasty3.jpg>
<https://sportsortho.co.uk/treatment/bio-toe-fusion/>
<https://youtu.be/Yzx-3xizrFc>
<https://5.imimg.com/data3/LA/UF/MY-32393325/orthopedic-spine-screw-500x500.png>
<https://kidneystones.uchicago.edu/files/Screen-Shot-2016-01-21-at-1.02.22-PM.png>
<https://bioproimplants.com/wp-content/uploads/2018/01/Modular-Thumb-Brochure-thumb.png>



Köszönöm a figyelmet!