

Csontpótló anyagok Traumatológiai és ortopédiai implantátumok

Biokompatibilis anyagok

Kovács Dóra

Csont

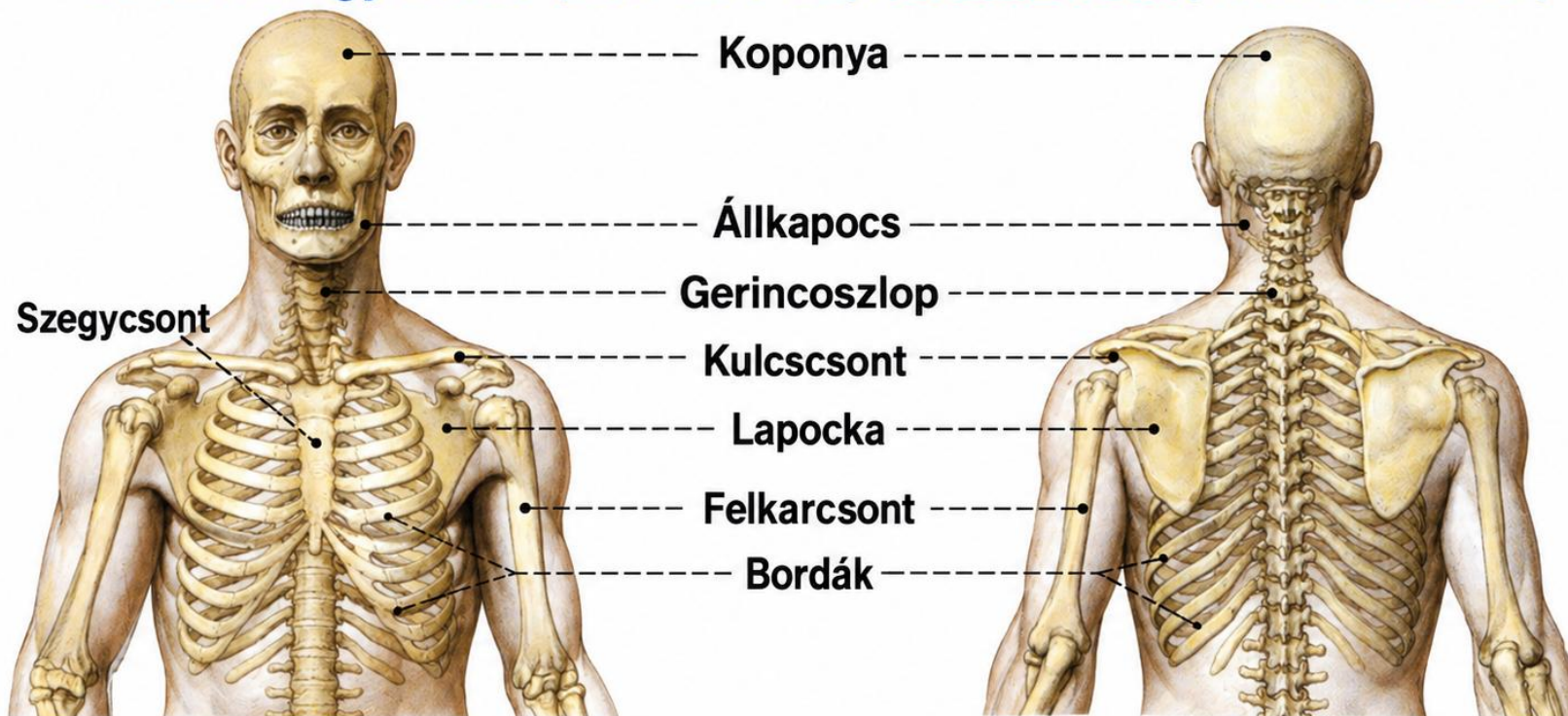
- Csont felépítése
- Csontpótlás
- Csontmodellező anyagok

Traumatológiai implantátumok

- Oszteoszintézis
- Implantátumok
- Rögzítés típusok



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



A csontok feladata:

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

Csontféleségek:

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

Csontösszetétel:

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

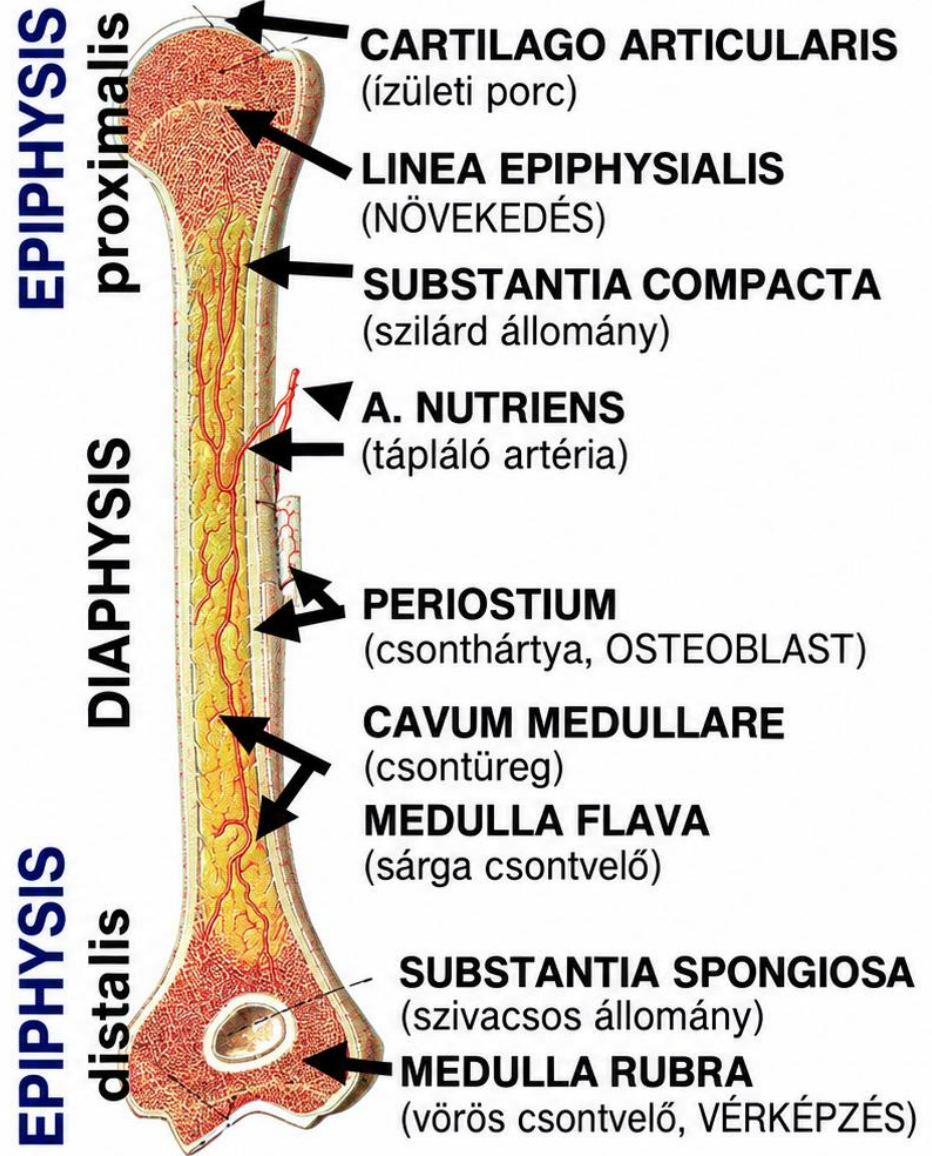
Csontsejtek:

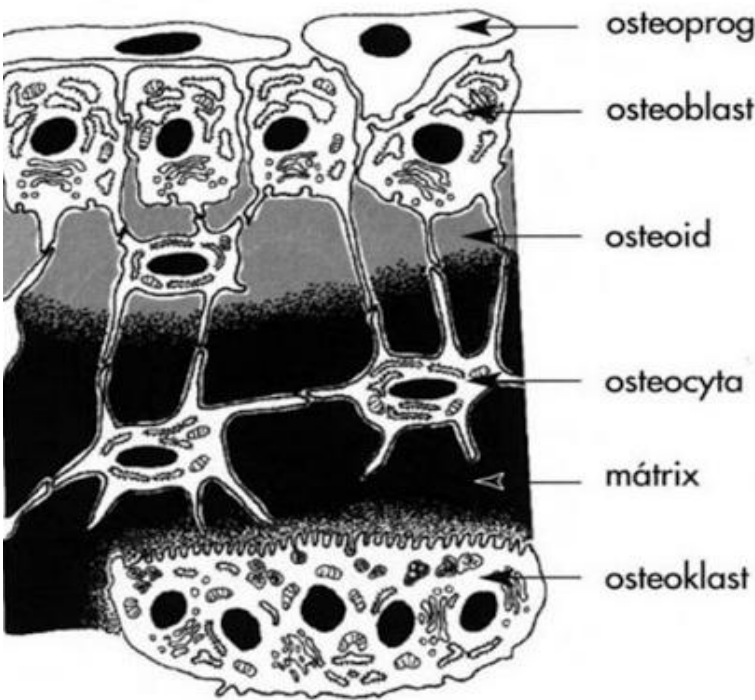
osteoBLAST: csontKÉPZŐ
osteoCYTA: csontSEJT
osteoCLAST: csontFALÓ



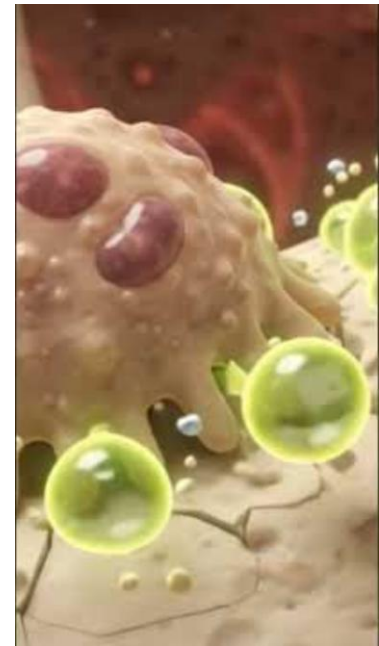
ugrócsont (talus)

A csontokat trabecularis (rácsos) szerkezet erősíti.



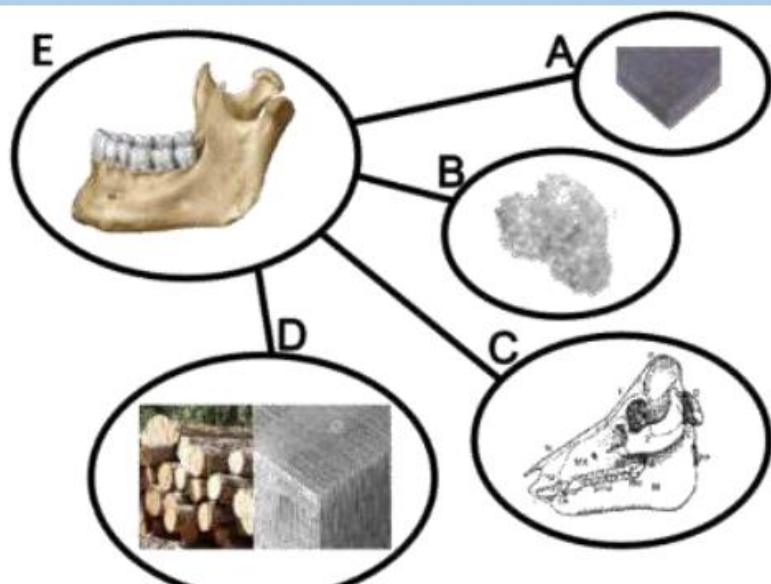


- **Oszteoprogenitor sejt:** differenciálatlan kiindulási sejt. Bizonyos stimulusok hatására differenciálódik, és csontépítő-sejtté, oszteoblasztá alakul.
- **Oszteoblaszt sejt** (csontépítő): csontállomány felépítéséért felelős. Az általa termelt osteoid szövet kollagén rostjai keresztbekötődnek egymással, így kialakul egy vázszerkezet, amelyhez a többi fehérje kötődhet. Ezután szervetlen sók beépülésével (mineralizáció) az oszteoblasztok csontsejteké, oszteocitákká differenciálódnak.



- **Oszteocita sejt** (csontsejt): vékony, hosszú nyúlványokkal rendelkező lapos, szilvamárga 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



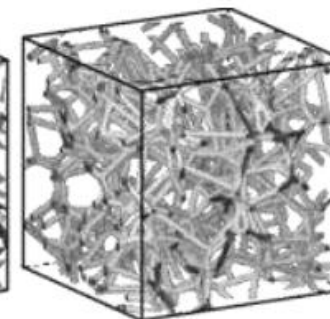
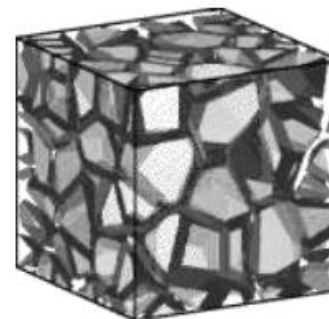
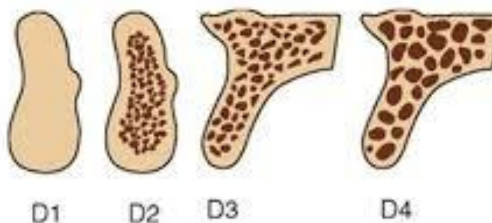
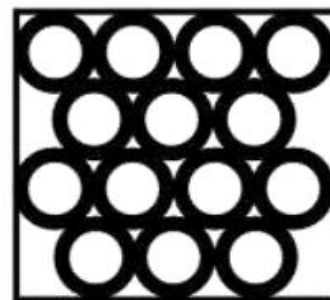
A – Polimerek (*PUR*)

B – Csontgraftok (*csontörlemény*)

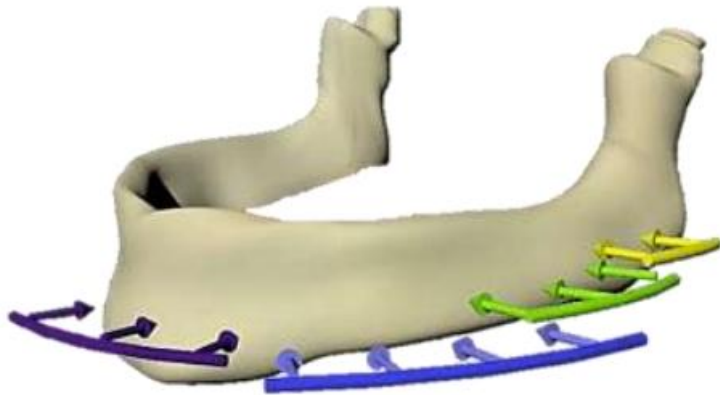
C – Állati csontok (*sertés*)

D – Celluláris anyagok (*fa*)

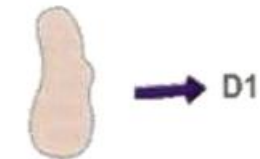
E – Élő csont (*ember*)



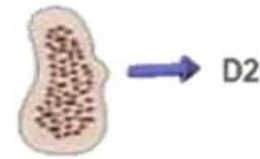
D1	szilárd, sűrű corticalis réteg
D2	sűrű vagy porózus corticalis réteg durva szemcsés spongiosa állománnyal
D3	vékony porózus corticalis kéreg és finom szemcsés spongiosa állomány
D4	finom szemcsés spongiosa
D5	éretlen, ásványosodás nélküli csont



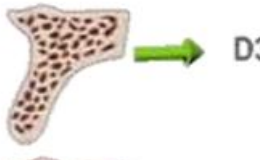
Csont sűrűség	Megnevezés	Típusos anatómiai helyek	CT értékek (Hounsfield)
D1	Sűrű kortikális	Anterior mandibula	>1250 HU
D2	Porózus kortikális, durva trabekulák	Anterior és posterior mandibula, anterior maxilla	850-1250 HU
D3	Porózus kortikális, finom trabekulák	Anterior és posterior maxilla, posterior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



D1



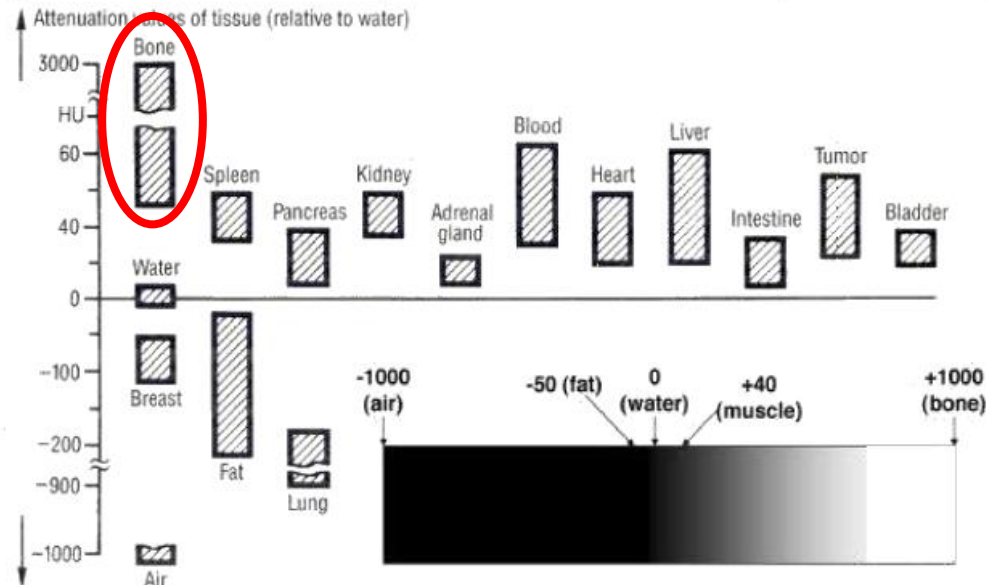
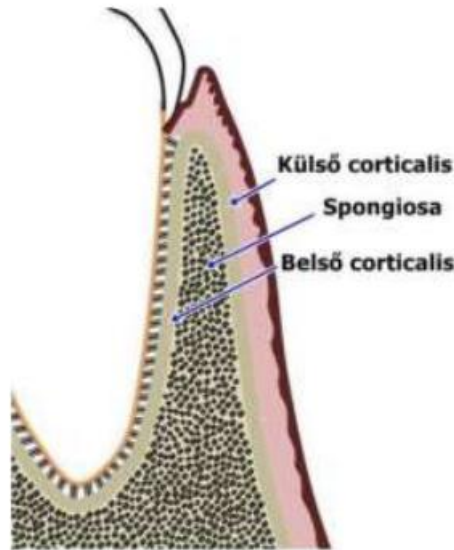
D2



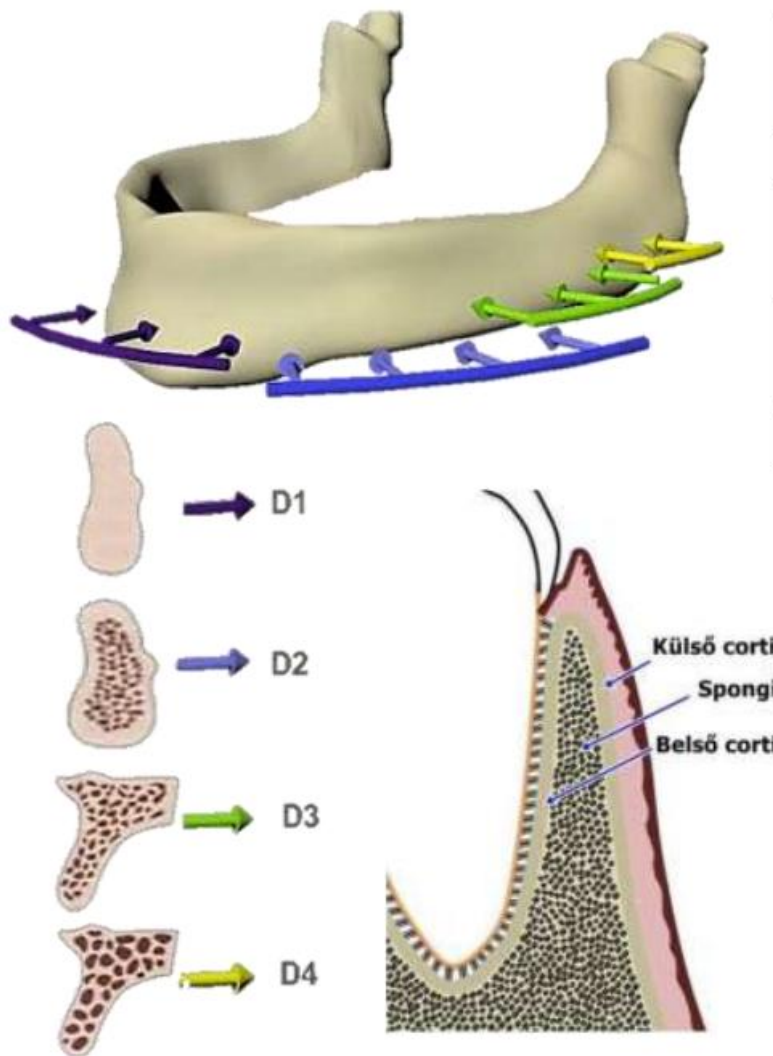
D3



D4



Oszteodenzitometria



Nem ugyanaz a fogalom

- Csontsűrűség: ásványianyag-tartalom és denzitás (DXA; CT-ben Hounsfield-egység).
- Csontminőség: mikroarchitektúra, kollagén/mineralizáció, károsodás és átépülési állapot együtt.
- A D1–D4 (Misch) beosztás elsősorban fogászati implantológiában használatos; nem általános csontsűrűség-osztályozás.
- Implantátumtervezésnél a lokális denzitás mellett a kérgi vastagság és a terhelési irány is döntő.

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)

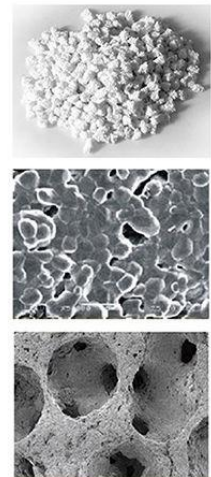
- Elhunytakból vagy élő donoroktól (pl. csípőimplant beültetés „mellékterméke)
- Sterilizés!!!

Xenograft csontpótlás (állatokból)

- Általában szarvasmarha

Alloplastikus anyagok/szintetikus csontpótlók:

- hidroxipatit (HA)
- β -trikalcium-foszfát (β -TCP)
- kétfázisú kalcium-foszfát (BCP = HA + β -TCP)
- kalcium-foszfát cementek (CPC)
- kalcium-szulfát
- bioaktív üvegek és kompozit scaffoldok



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. Össejt

II. Kollagén

III.: Gén terápia

D. Kerámia alapú csontpótló szerek

I. Calcium hydroxyapatit

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

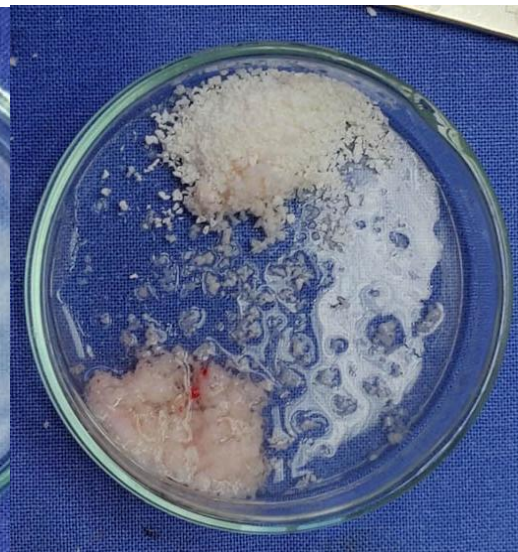
I. Korall származékok

Laurencin szerinti osztályozás

Ideális csontpótló anyag:

- oszteokonduktív hatás
- oszteoinduktív hatás
- oszteogenetikus sejtek

- Osteokondukció: a felület és pórushálózat vezető vázat ad az új csont benövéséhez.
- Osteoindukció: biológiai jelek osteogén irányú differenciációt váltanak ki.
- Osteogenezis: élő, csontképző sejtek közvetlen részvétele.
- 2026-os szemlélet: a biológiai aktivitás önmagában nem elég – a degradáció, a mechanikai környezet és a vaszkularizáció összehangolása szükséges.

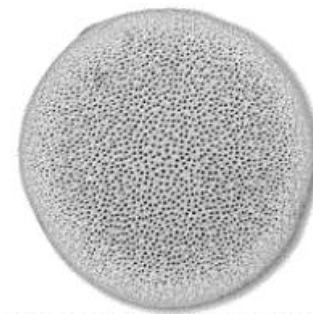
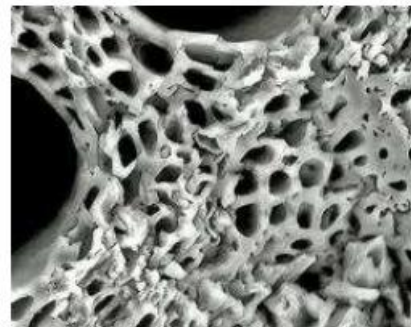


<https://drilaszlofycsaba.com/blog/termaszlofycsaba.html>

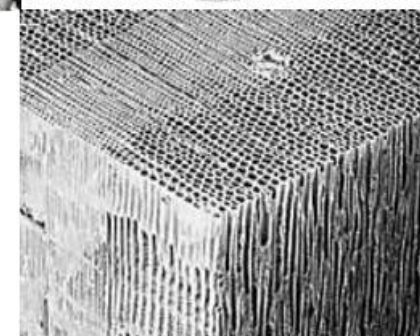
Csont



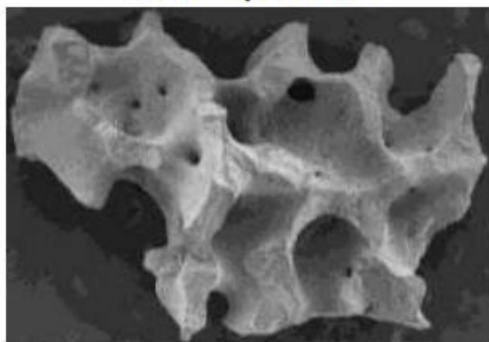
Fa



PUR



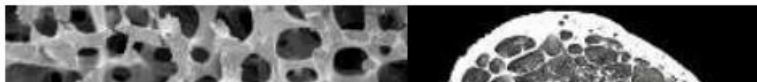
Csontpótlók



3D nyomtatott struktúra



Csont



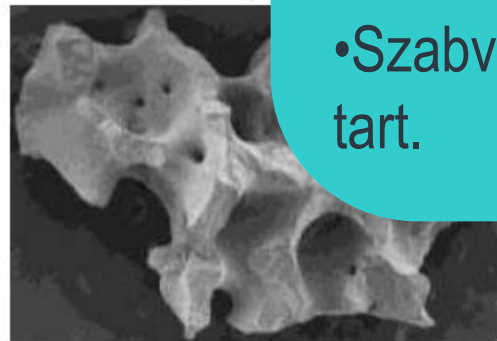
Fa



Mire használjuk?

- Merev poliuretán (PUR) hab: reprodukálható laboratóriumi közeg - ortopédiai eszközök és műszerek mechanikai vizsgálatához.
- Nem implantációs csontpótló anyag, és nem a valódi csont teljes utánpótlása.
- A sűrűség és a habszerkezet hangolásával különböző csontminőségek mechanikai környezete modellezhető.
- Szabvány: ASTM F1839-08(2021); 2026-ban revíziója tart.

Csontp



uktúra



Csont

- Csont felépítése
- Csontpótlás
- Csontmodellező anyagok

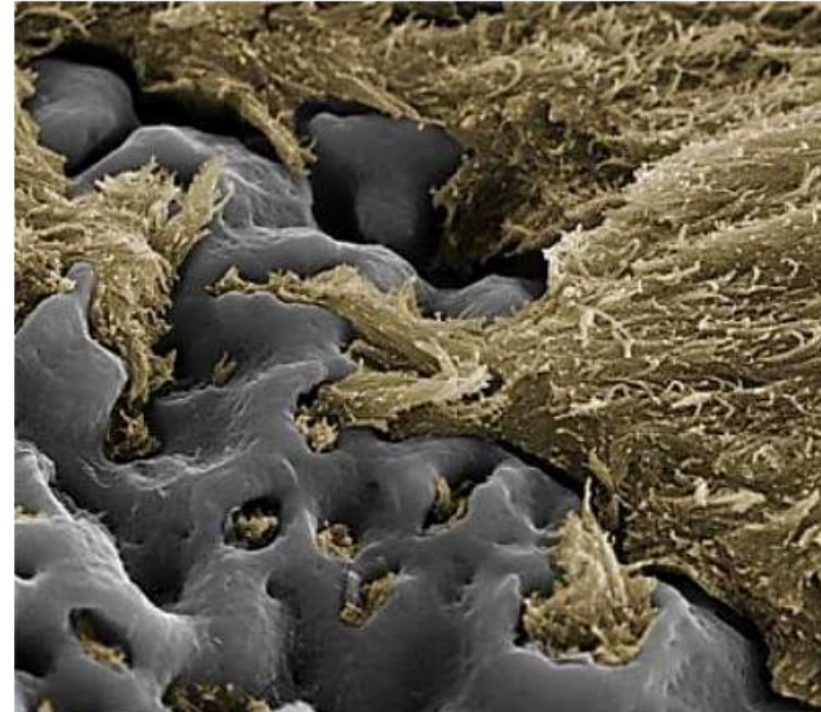
Traumatológiai implantátumok

- Oszteoszintézis
- Implantátumok
- Rögzítés típusok



Osszeintegráció

- Közvetlen, strukturális és funkcionális (fizikai és kémiai) kapcsolat az élő csont és az implantátum felszíne között.
- Feltételei: primer stabilitás, biokompatibilis felület, megfelelő mikro-/makroérdesség, kedvező mechanikai mikrokörnyezet.
- A túl nagy mikromozgás fibrotikus szövetképződést és a rögzülés romlását okozhatja.
- Porózus Ti és hidroxipatit-bevonat a csontbenövés/csontnövekedés támogatására használható.



Anyagválasztás funkció szerint (állandó/ideiglenes)

- Ti és Ti-ötvözetek: jó korrózióállóság, biokompatibilitás; porózus kialakítással csökkenthető az effektív merevség és fokozható a csontbenövés.
- CoCrMo: nagy szilárdság és kopásállóság; főleg ízületi, nagy terhelésű komponensekben.
- 316L korrózióálló acél: költséghatékony és jól megmunkálható, osteoszintézisben ma is gyakori.
- Kerámiák: Al_2O_3 /ZTA/ ZrO_2 kopófelületek; HA/CaP/bioaktív üveg bioaktív vagy reszorbeálódó szerepben.
- Polimerek: UHMWPE/HXLPE kopóbetét; PMMA cement; PEEK/CFR-PEEK szerkezeti implantátum; PLLA/PLGA/PCL reszorbeálódó eszközök.

- 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.

AO töréskezelési alapelvek:

1. Anatómiai repozíció – az anatómia és az ízületi felszínek helyreállítása.
2. Stabil rögzítés – abszolút vagy relatív stabilitás a töréstípusnak megfelelően.
3. Vérellátás megőrzése – atraumatikus műtéti technika és a lágyrészek kímélése.
4. Korai, biztonságos mobilizáció – a beteg és az érintett végtag funkciójának mielőbbi helyreállítása.

Anyagmérnöki kapcsolat: a rögzítőeszköz merevsége, geometriai kialakítása és felülete meghatározza a terhelésmegosztást és a gyógyulási mikrokörnyezetet.

ORTOPÉDIA

A mozgásszervrendszer nem traumás betegségeinek, fejlődési rendellenességeinek és degeneratív elváltozásainak diagnosztikája és kezelése.

- fejlődési rendellenességek
- degeneratív elváltozások
- deformitások, tartáshibák
- krónikus csont- és ízületi problémák



TRAUMATOLÓGIA

A mozgásszervrendszer akut sérüléseinek diagnosztikája és ellátása.

- csonttörések
- ficamok
- szalag- és ínsérülések
- lágyrészsérülések



KÖZÖS TERÜLET

Mindkettő a mozgásszervrendszerrel foglalkozik, konzervatív és műtéti kezelést is alkalmazhat.



- 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
- patológiás 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)

A sérülés geometriája meghatározza a rögzítést

- Egyszerű haránt/ferde törés: anatómiai repozíció és kompresszió alkalmazható.
- Darabos törés: gyakran relatív stabilitás és hídlemez / velőűrszeges load-sharing stratégia célszerű.
- Ízületi törés: az ízületi felszín helyreállítása és stabil rögzítés kiemelt.
- Anyagmérnöki szempont: a törési rés mozgása, az implantátum merevsége és a fáradási igénybevétel együtt határozza meg a gyógyulási környezetet.

- **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- és kisízületi implantátum

Belső törésrögzítés

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

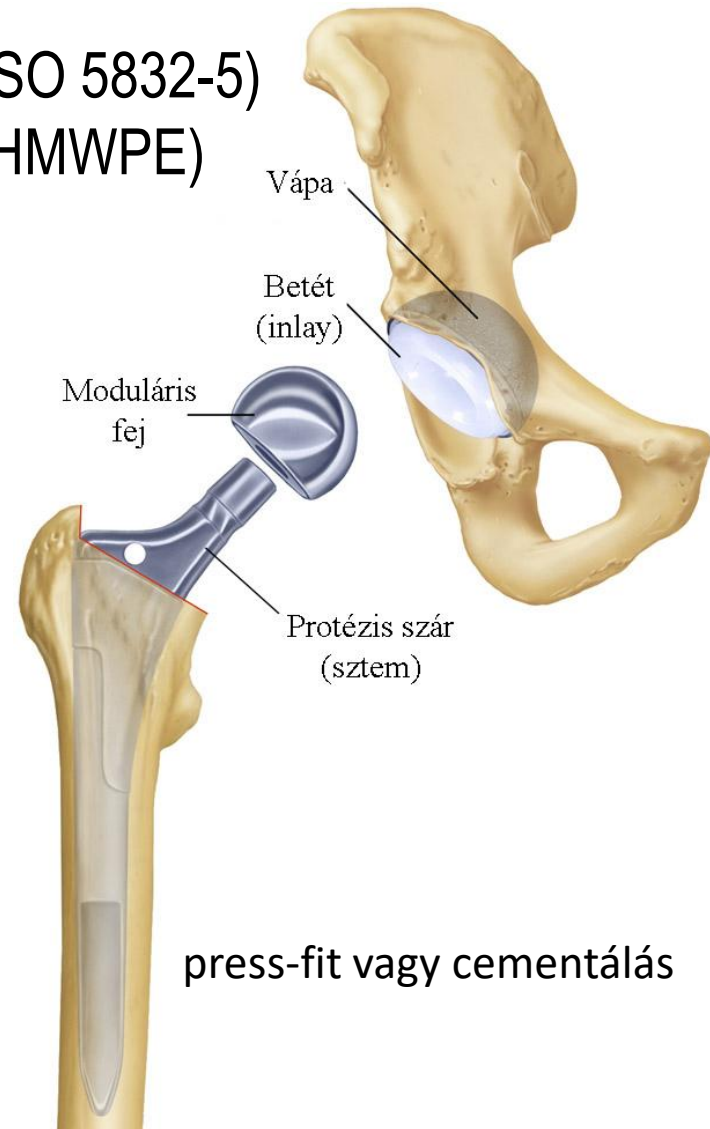
Külső törésrögzítés

- Fixateur externe

+ Csontcement

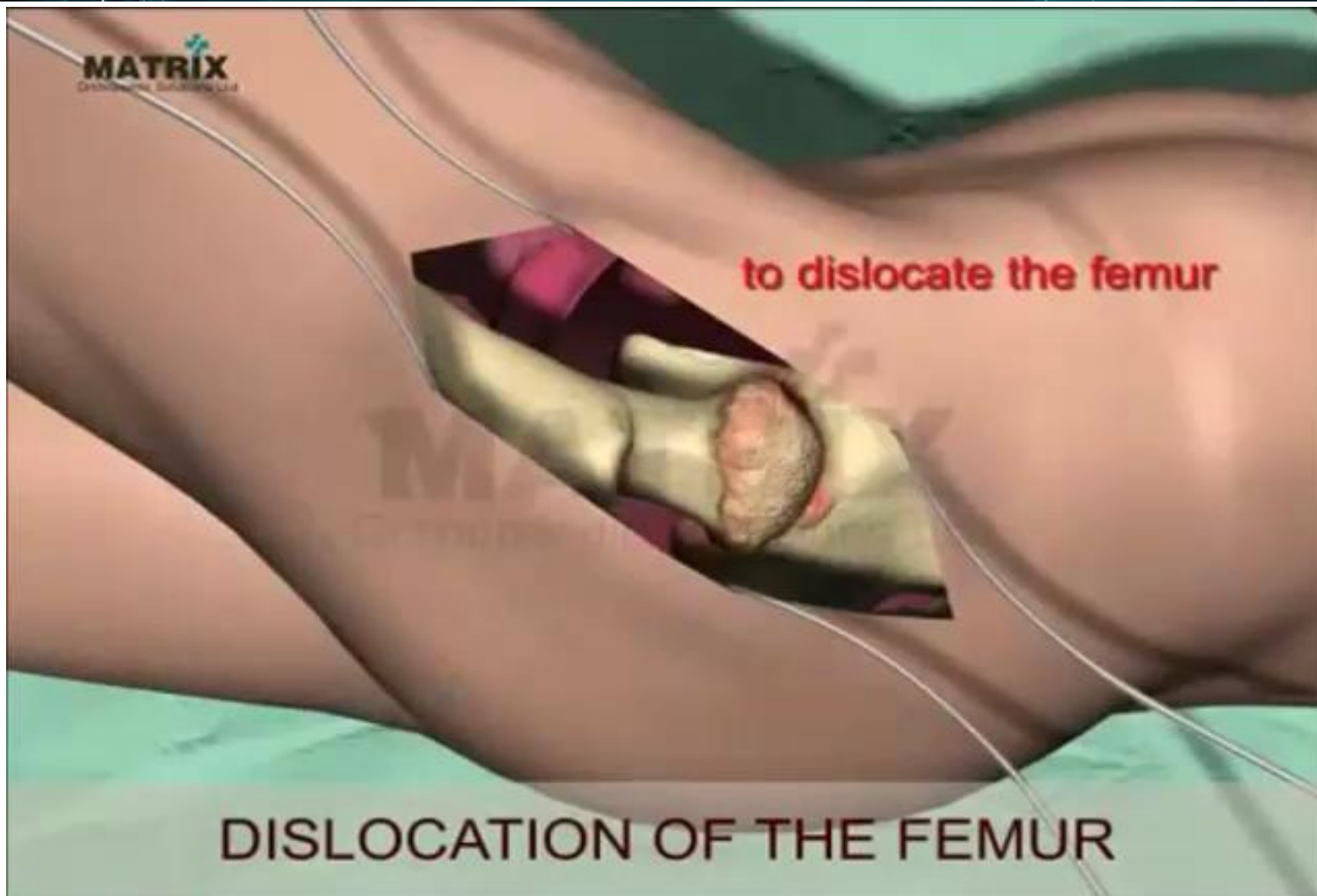
+ Csonttranszplantáció, csontpótlás

- 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=guAITCpIlvg>

- 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



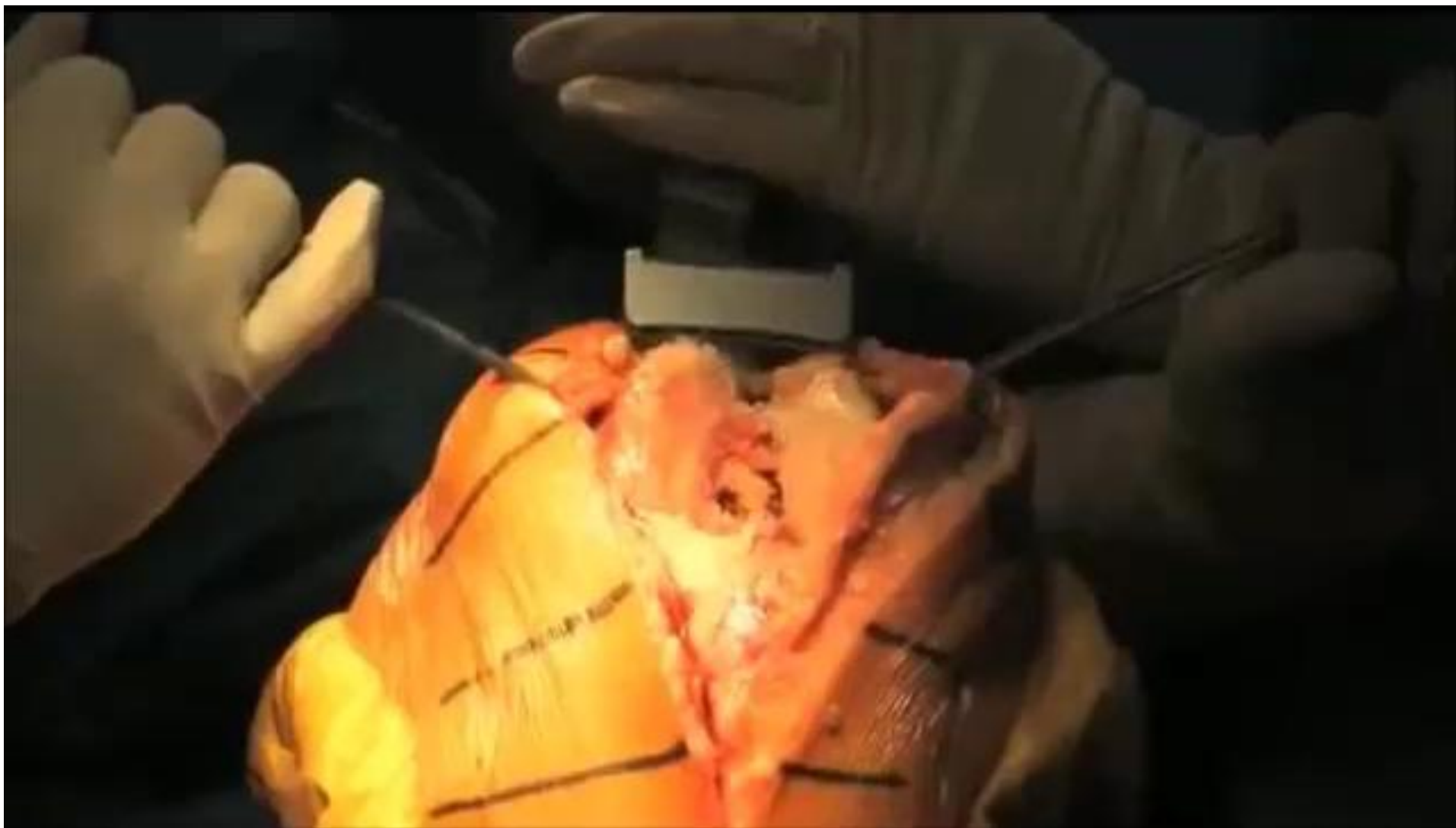
Total endoprotézis



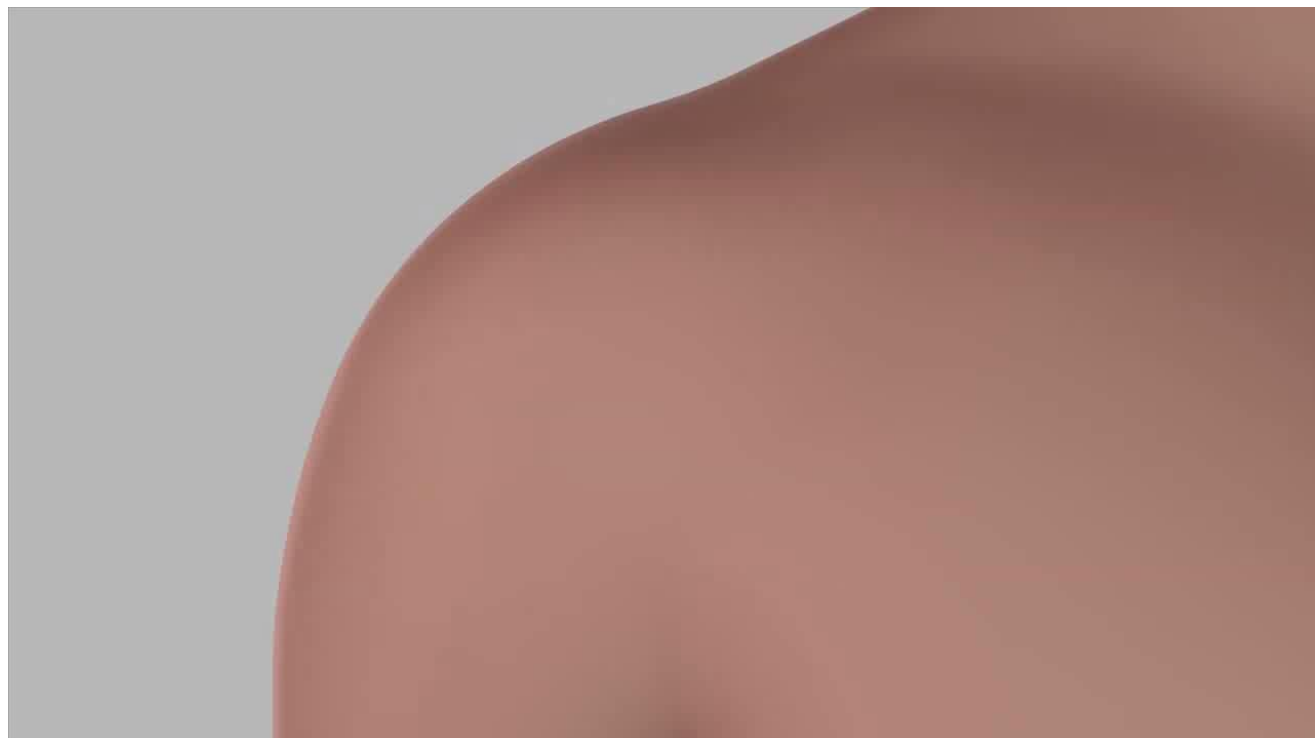
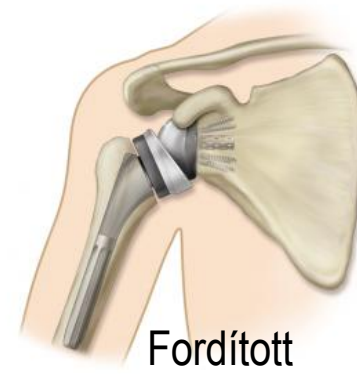
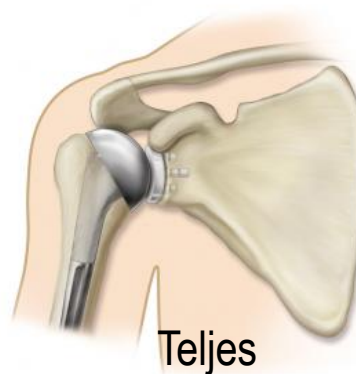
Patellofemorális implantátum







- Lapockai rész: Ti ötvözet (ISO 5832-3), CoCr ötvözet (ISO 5832-4)
- Kopóalkatrész: UHMWPE
- Felkarcsonti rész: Ti ötvözet, CoCr





- CoCr ötvözet (ISO 5832-4), Ti ötvözet
- Kopóalkatrész: UHMWPE
- PyroCarbon bevonat grafit hordozón (+1 wt% W)
- Szilikon elasztomer

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

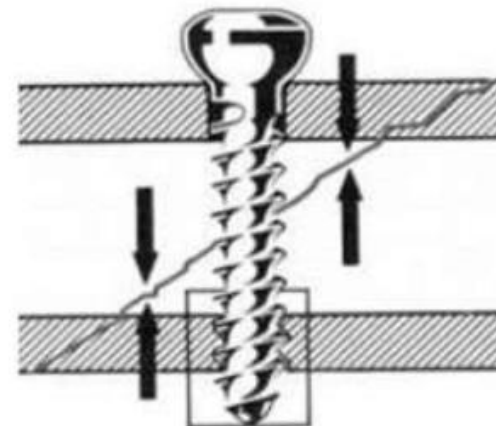


- Ti ötvözet (ISO 5832-3)
- (316L acél)



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

Kortikális csavar

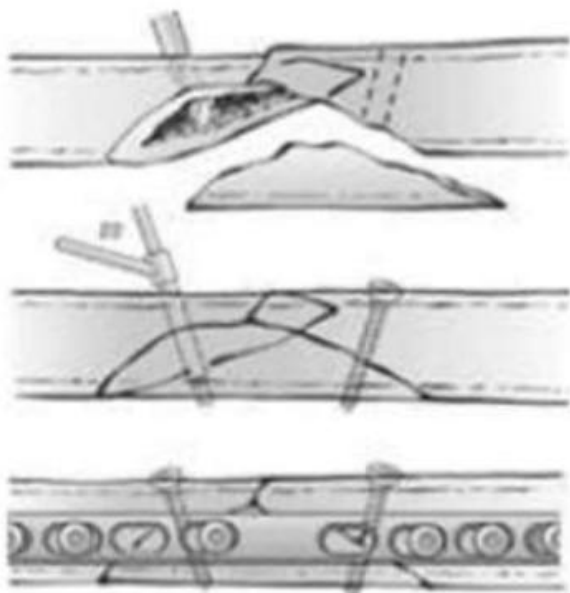


- Teljesen, vagy részlegesen menetes
- Nagyobb menetemelkedés, vastagabb mag

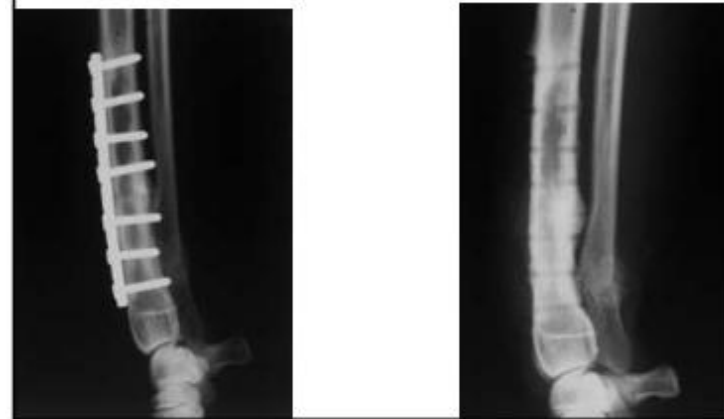
Spongiosa csavar

Csavaros

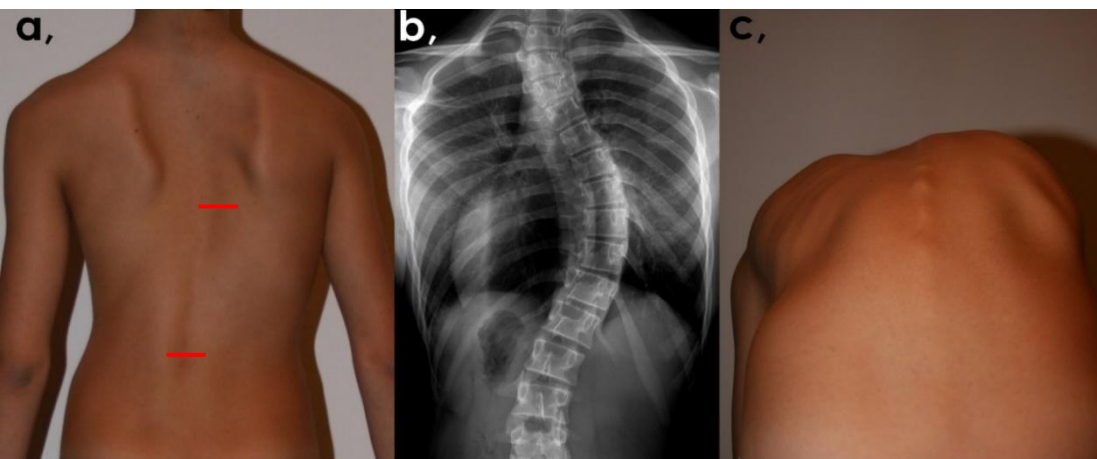
- Húzócsavar : merőleges befúrási irány
- Pozicionáló csavar: darabok helyreigazítás és helyben tartása
- Lemezcsavar: lemezek rögzítése



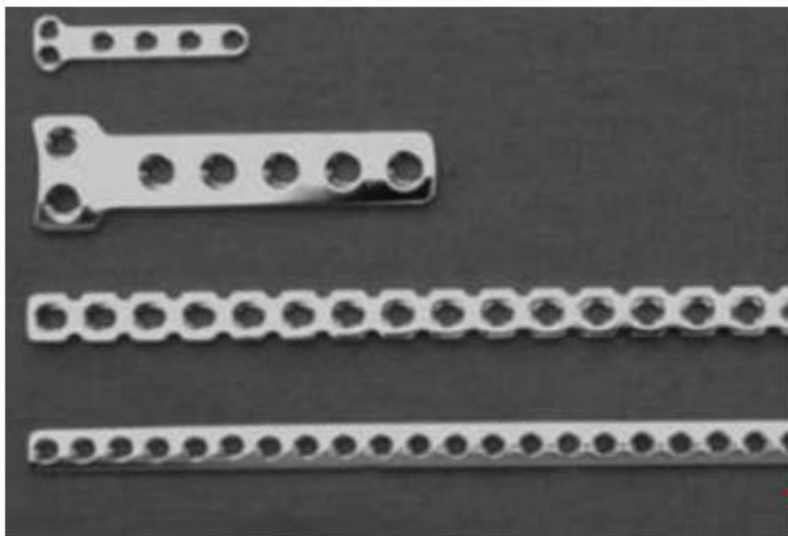
Lemez eltávolítás



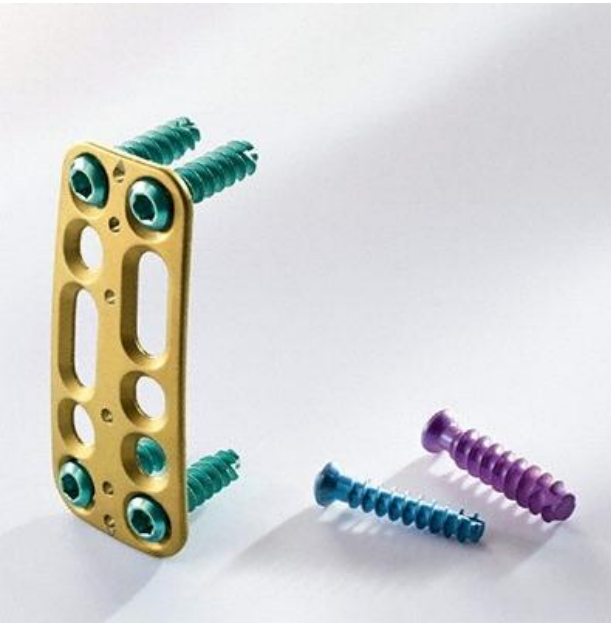
- Csavar: Ti ötvözet
- Rúd: Ti ötvözet



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



- Lemez, csavar: 316L acél,
Ti ötvözet, CoCr ötvözet
(Locking rendszerek: a csavarfej
mechanikusan rögzül a lemezhez →
szögstabil konstrukció)
+ lebomló csavarok: PLA, PLGA,
PGA, PCL – lebomló Mg-ötvözetek



- 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
ötvözet



- 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

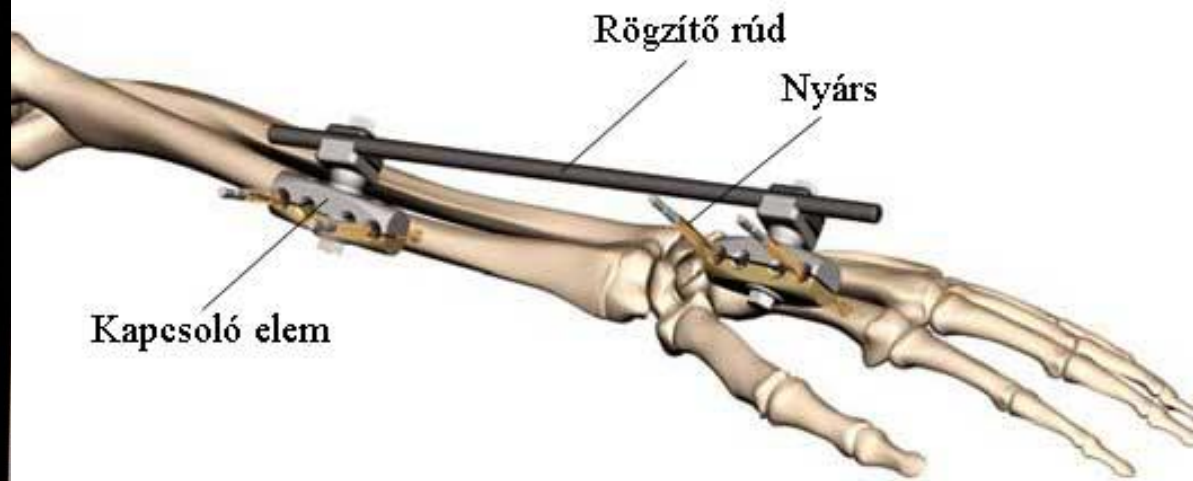


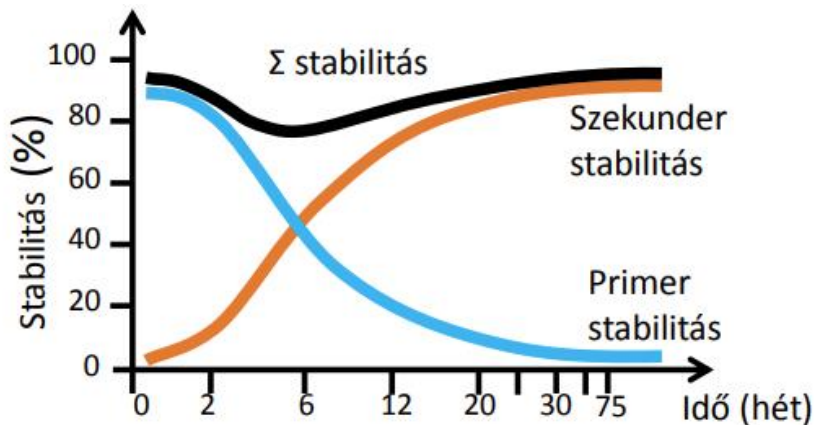
MONOCORTICAL

BICORTICAL



- Nyársak: 316L SS, Ti ötvözet, CoCr





Sikeres implantátum

=

Primer
stabilitás

+

Szekunder
stabilitás

- Műtési 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



Dr. Mészáros István: Fogászat, Implantátum ötvözetek, Speciális felületmódosító technológiák, BME Anyagtudomány és Technológia Tanszék
 Dr. Markos Sándor: Gyógyászati szerszámok és eszközök, (Csipőprotézis, Térdprotézis, 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>
 Térdizületi teljes protézis beültetés: <http://www.ortopedszakorvos.hu/terdzuleti-teljes-protézis-beultetes/>
 Csipőprotézis: <http://www.hazipatika.com/mediatar/media/csipoprotezis/51>
 Kőszegi Z. Szívkatéterezés, koszorúérátvitás 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=Fogaszati_implantatumok
 Fogászati implantátumok: <http://www.webbeteg.hu/cikkek/fogaszat/5844/fogaszati-implantatumok>
 Örvénylő menetmarás: http://www.gyartastrend.hu/gepipar/cikk/menetmaras_a_gyoggyaszatban
 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.bjmp.org/files/2010-3-1/bjmp-2010-3-1-303b.jpg>, <http://www.visualphotos.com/photo/2x4140276.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/user/OrthopaedicInstitute/TKRTHR/THRImagene.jpg>
 fogimplantátum: <http://www.veresdent.hu/kepek/kezelesek/implantatum.jpg>
 örvénymaró: <http://www.tablázat.hu/images/upload/products/orvenymaro.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_haztarsi_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/IMY-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.elle.hu/minosites/ertekezes/2011/meiszerics_a.pdf
<http://www.webbeteg.hu/cikkek/sebeszet/18432/gyogyito-eszkozok-a-testben-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/SYKGDSCDOC-2-42212/c8k5f23x6f10C2EtniJQbdwazY6Q/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://fractlabs.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_shoulders-shoulder-replacement-shoulder-implant.png
<http://www.villarbajwa.com/images/microplasty3.jpg>
<https://sportsortho.co.uk/treatment/bio-toe-fusion/>
<https://youtu.be/Yzx-3xizFc>
<https://5.imimg.com/data5/LA/UF/IMY-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>

Anyagszabványok

ISO 5832-3:2021 – Ti-6Al-4V

ISO 5832-4:2024 – öntött CoCrMo

ISO 5834-1:2025 és ISO 5834-2:2025 – UHMWPE

ASTM F2063-26 – NiTi alakemlékező ötvözetek

Felület és vizsgálat

ISO 13779-2:2018 – termikusan szórt HA bevonatok

ASTM F1839-08(2021) – merev PUR hab ortopédiai tesztközeg

Biológiai biztonság

ISO 10993-1:2025 – biológiai értékelés kockázatmenedzsment keretében

Az EU-ban az ortopédiai implantátumok az MDR (EU) 2017/745 követelményei szerint értékelendők.



Köszönöm a figyelmet!