



České vysoké učení technické v Praze
Fakulta biomedicínského inženýrství

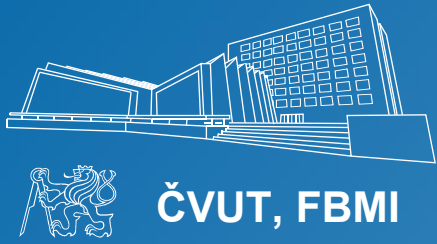
F7DIBMBK - Biomateriály a biokompatibilita

Ing. Petr Písařík, Ph.D. petr.pisarik@fbmi.cvut.cz



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

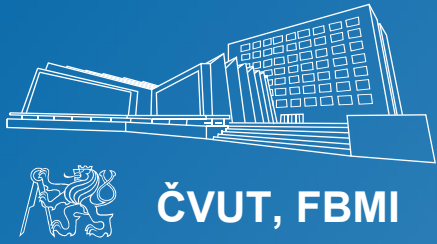




ČVUT, FBMI

Obsah

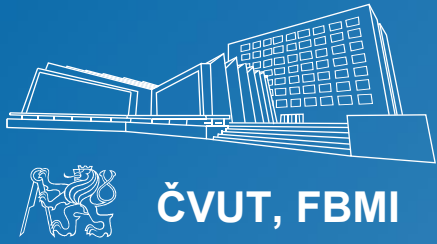
- Úvod
- Základní rozdělení biomateriálů
- Tvorba bioaktivních povlaků na kovových implantátech



ČVUT, FBMI

Úvod

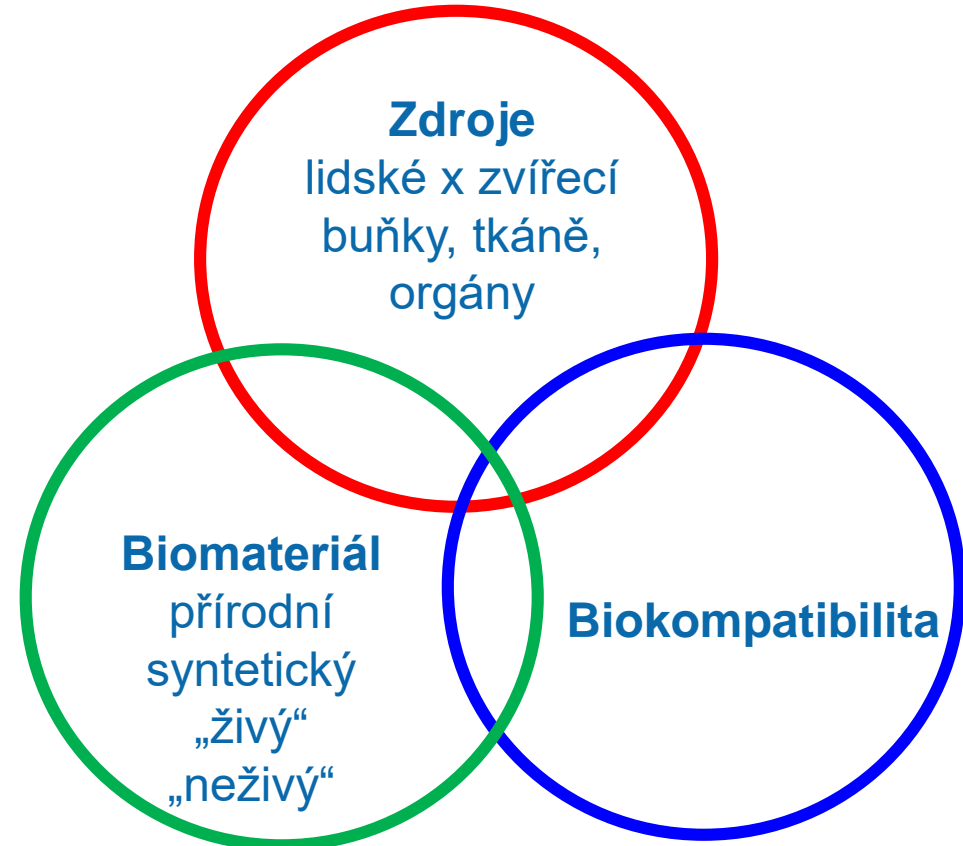
- Se stále se zvyšující délkou života vyvstává nutnost náhrady všech tkání, které se nezadržitelně opotřebovávají a jejichž životnost není možné neustále zvyšovat.
- Degradace a poškození kostní tkáně:
 - věkem
 - úrazem
 - nádorovým onemocněním
- Biomateriál - materiál určen pro implantaci do živého organismu za účelem podpory nebo náhrady tkaniva anebo orgánu.

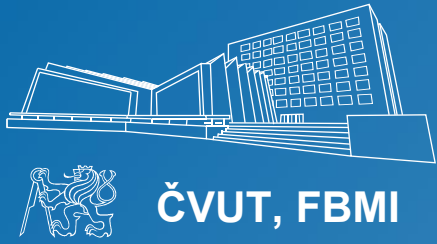


ČVUT, FBMI

Tkáňové inženýrství

- Regenerace X nahrazení tkáně nebo orgánu
- Transplantace (buňky, tkáně, orgány)
- Umělé náhrady
- Návrh a realizace nosiče, tvorba nové tkáně, umístění do organismu



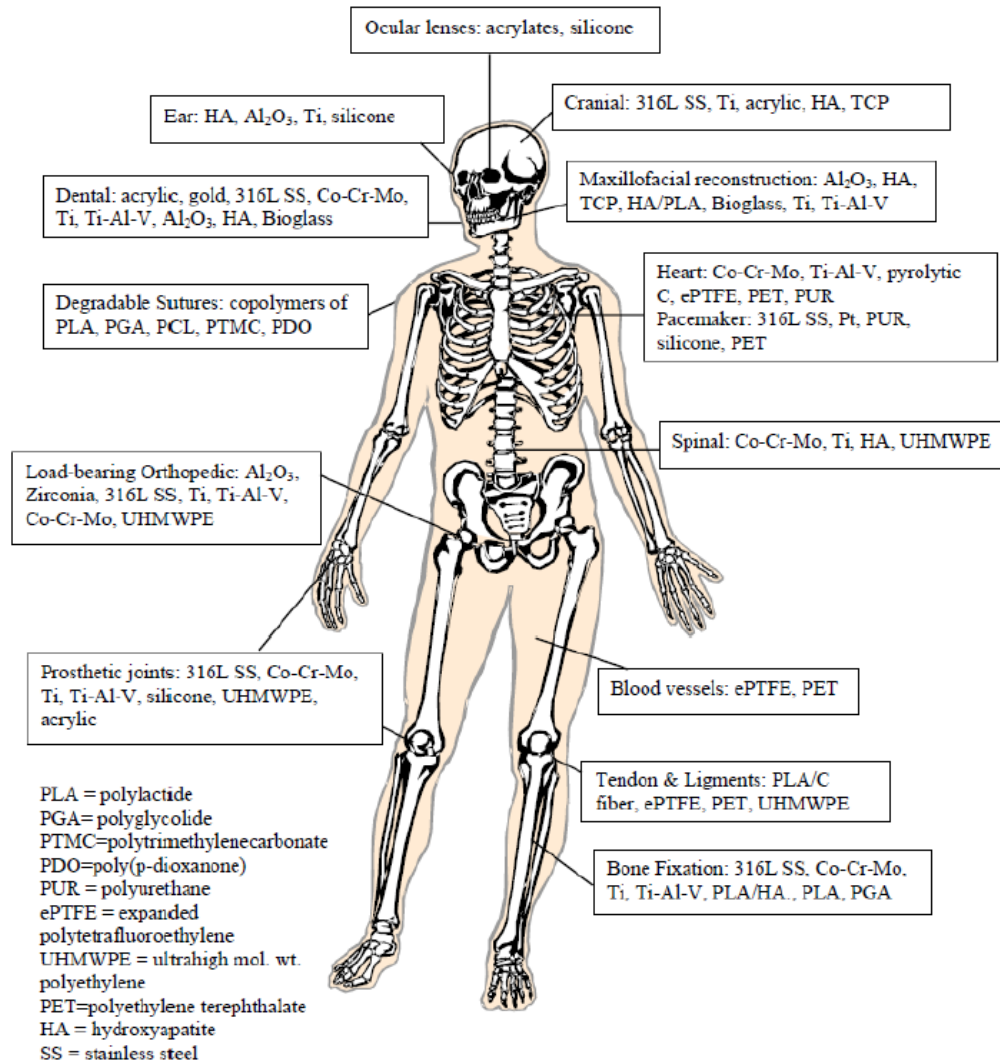


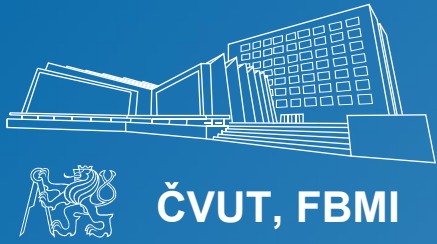
ČVUT, FBMI

Zdroje biologického materiálu

- Lidské X zvířecí
- Orgány - mrtvý X živý dárce (párové orgány)
- Tkáně - kosti, šlachy, rohovka, kůže, srdeční chlopně ...
- Buňky
 - embryonální X od dospělých dárců
 - kmenové X diferenciované
 - primární linie X buněčné kmeny X buněčné linie

Implantáty v lidském těle





ČVUT, FBMI

Požadavky pro materiály implantované do zátěžových míst

Biokompatibilita - inertní chování v okolí tkániva hostitele

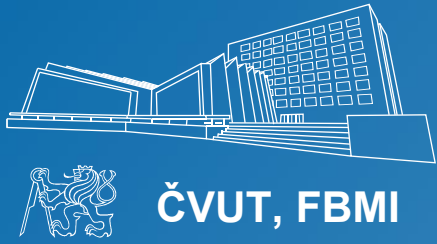
- netoxické a nekarcinogenní, nesmí vyvolávat alergii

Odolnost - t.j. nepodléhat: degradaci, deformaci, destrukci

- chemická odolnost vůči tělním tekutinám

Funkční schopnost

- plnit mechanickou funkci tkániva které nahrazují



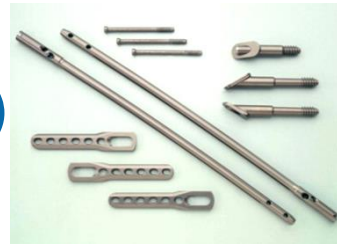
ČVUT, FBMI

Základní rozdělení biomateriálů

- **Polymery:** polyester, polyamid, polyuretan, silikon
- **Kovy:** zlato, antikorozní ocel, titan a jeho slitiny
- **Keramika:** slinutá, pórovitá: Al_2O_3 , ZrO_2 , Ca - P
- **Sklo a sklokeramika:** ve formě: prášků, granulí, scaffoldů

- Dobré mechanické vlastnosti (ocel)
- Chemická stálost
- Nízká měrná váha (Ti)
- Vysoký stupeň biokompatibility s tkánivý těla (Ti)
- Korozivzdornost

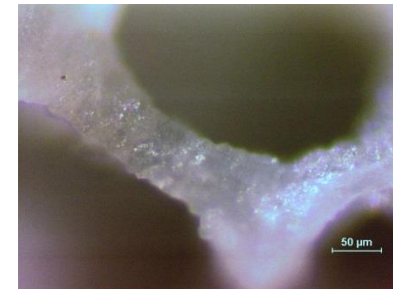
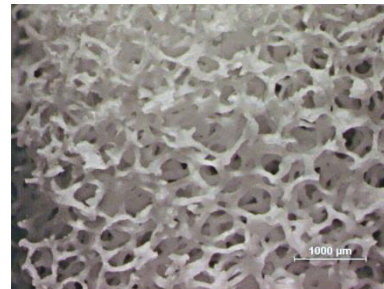
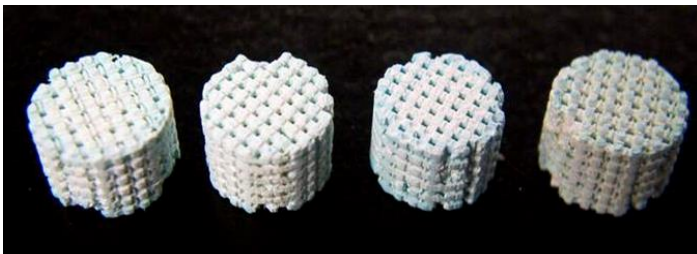
- Praxe:
- Ocel 316L (16% Cr, 10Ni)
- Titan (vysoká cena)
- Slitiny titanu (např. Ti6Al4V, TiNb, ...)
- Slitiny kobaltu (CoCrMo)

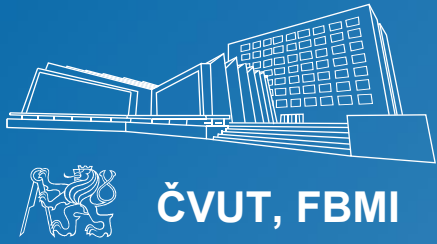


- Keramika na bázi Al - Zr - Ca - P:
- Bioinertní: hlinitanová, zirkoničitá keramika (Al_2O_3 , ZrO_2)
- Bioaktivní: chemická vazba s tkanivem:
 - Hydroxyapatit (HA): $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$
(složení podobné minerální složce kosti)
 - Příprava: suchá - tavení směsi Ca-P sloučenin
mokrá - srážení z Ca-P roztoků
- Resorbovatelná: Tricalcium phosphate (TCP): $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
(rozpuštěný v organizmu)
- Nevýhoda keramiky: křehkost



- V 70. letech vyvinul L. Hench povrchově bioaktivní skla na bázi Na-Ca skel s přidavkem oxidu fosforečného, která se v určitém rozsahu složení mohou chemicky vázat na kostní tkáň.
- Bioaktivní skla mají nízkou mechanickou odolnost, proto je jejich klinické využití omezené.
- Naproti tomu bioaktivní sklokeramické materiály na bázi apatitu a wollastonitu mají lepší mechanické vlastnosti, které se velmi dobře uplatní v ortopedii, čelistní a obličejové chirurgii.

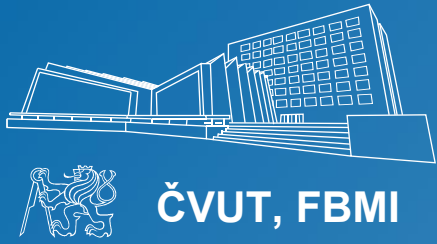




ČVUT, FBMI

Tvorba povlaků na kovových implantátech

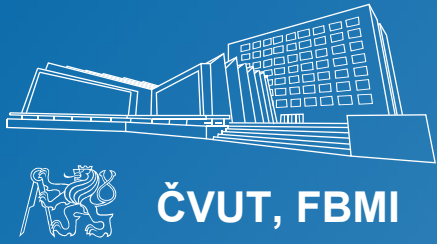
- Depozice z plynné fáze
- Plazmové a plamenové nanášení
- Laserové nanášení (PLD)
- Magnetronové naprašování
- Iontová implantace
- Sol - gel povlakování (technika: dip, spin, spray)
- Elektroforezní (EPD) a elektrolytické (ELD) nanášení
- Biomimetická metoda tvorby povlaků



ČVUT, FBMI

Biomateriály - vrstvy

- Uhlíkové vrstvy
 - Diamantu podobný uhlík
- Apatitové vrstvy
 - Hydroxiapatit



ČVUT, FBMI

Literatura

- [1] Migonney V. (ed.) Biomaterials. John Wiley & Sons, Inc. 2014
- [2] Alarcon E.I., Ahumada M. (eds.) Nanoengineering Materials for Biomedical Uses. Springer, 2019
- [3] Rahmandoust M., Ayatollahi M.R. (eds.) Nanomaterials for Advanced Biological Applications. Springer, 2019



České vysoké učení technické v Praze
Fakulta biomedicínského inženýrství

Děkuji za Vaši pozornost



Ing. Petr Písařík, Ph.D.

petr.pisarik@fbmi.cvut.cz