

MUDr. et MDDr. Martin Bartoš, Ph.D.

Stomatologická klinika 1. LF UK a VFN a Anatomický ústav 1. LF UK

Mikro-CT zobrazování ve stomatologii, stomatochirurgii a maxilofaciální chirurgii

Mikro-CT je primárně preklinická zobrazovací metoda umožňující nedestruktivní 2D a 3D vizualizaci vzorků s rozlišením v řádu mikrometrů. Kromě zobrazení je možné takto získaná data analyzovat, tedy kvantifikovat jejich strukturální parametry (např. objem, povrch, porozita) či využít pro jiné účely (např. matematické simulace). Kromě řady výhod mikro-CT přináší i problematičnost ve smyslu standardizace využití a zpracování získaných dat.

Stomatologie a maxilofaciální chirurgie v poslední dekádě prochází výrazným vývojem, který souvisí s novými materiály, digitalizací pracovních postupů, jež umožňují virtuální plánování (od protetických prací po chirurgické operační šablony) a 3D tiskem. Kromě technických pokroků se obor též více zabývá biologií orofaciálních tkání, kde se uplatňuje například při řešení kostních defektů či při autotransplantaci zubu.

Právě v hodnocení struktury tkání nebo biomateriálů a jejich vzájemných interakcí může mikro-CT přinášet cenné poznatky. Mezi oblasti, ve kterých na našem pracovišti mikro-CT využíváme, patří hodnocení struktury orofaciálních tkání a jejich patologie (např. zub a jeho ošetření, temporomandibulární kloub), tkáňové nosiče, vstřebatelné polymery a kovy pro využití v kostní chirurgii a 3D tisk.

V habilitační přednášce se věnuji vybraným oblastem výzkumu biomateriálů s využitím mikro-CT zobrazování.

1) Chování tkáňových nosičů pro hojení kostních defektů v prostředích *in vitro* a *in vivo*

Podpora hojení kostních defektů s využitím tkáňového nosiče vychází z původního konceptu tkáňového inženýrství. V řadě projektů jsme se účastnili vývoje nových biomateriálů, které byly testovány *in vitro* a následně aplikovány v *in vivo* experimentech. Kromě jednotlivých poznatků této řady studií se však jako zásadní ukazuje obtížná predikce chování zkoumaných materiálů v *in vivo* podmínkách, zejména průběh jejich degradace. Navazující studie se proto zaměřila na srovnání vlivu různých médií užívaných pro simulaci tělního prostředí na chování modelových kolagenových tkáňových nosičů a jejich porovnání s *in vivo* prostředím. Přínos naší práce spočívá v komplexním hodnocení nejčastěji používaných *in vitro* prostředí a prokázání jejich zásadních omezení pro validní simulaci tělního prostředí.

2) Metodické aspekty využití mikro-CT při hodnocení struktury tkáňových nosičů

Ačkoli je mikro-CT běžně využíváno pro analýzu biomateriálů, chybí standardizované metodiky pro zpracování získaných obrazových dat, což ztěžuje srovnání výsledků mezi studiemi. Zaměřili jsme se proto na metodické aspekty měření porozity a vliv zpracování obrazových dat. Přínos naší práce spočívá v prokázání vysoké závislosti dosažených výsledků na zpracování obrazových dat a kvantifikace této variability u reálných vzorků tkáňových nosičů, dále v doporučení vhodných postupů, které variabilitu snižují, což umožní lepší interpretaci a možnost porovnání publikovaných studií.

3) Povrchová modifikace kovových implantátů

V rámci mezioborového projektu jsme se zaměřili na zlepšení osseointegrace kovových implantátů prostřednictvím nanodiamantové vrstvy. Tato vrstva vyniká vysokou biokompatibilitou a umožňuje funkcionalizaci, což jsme využili k navázání Bone Morphogenetic Protein 7 (BMP-7). Zároveň povlak efektivně překrývá kovový povrch implantátu, čímž snižuje riziko alergické reakce na kovové materiály, jejichž výskyt v populaci narůstá. Výsledky projektu potvrzují efektivitu a vysoký potenciál tohoto přístupu – *in vivo* studie prokázala zvýšenou míru osseointegrace implantátů potažených nanodiamanty s navázaným BMP-7 a urychlení hojení, což bylo podloženo mikro-CT analýzou a histologickým vyšetřením.

- 1) Tomáš Suchý, Lucie Vištejnová, Radek Sedláček, Marika Vopálková, Monika Šupová, Gražyna Simha Martynková, Ján Staňo, Pavel Klein, František Denk, Ján Kužma, **Martin Bartoš**
The comparison of eight different common in vitro and ex vivo environments with in vivo conditions applying model collagen samples: Correlation possibilities and their limits
Polymer Testing, Volume 140, 2024, 108621, ISSN 0142-9418,
<https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2024.108621> D1, IF = 5

- 2) **Martin Bartoš**, Tomáš Suchý, Jitka Luňáčková, Petr Soukup
The Micro-CT Analysis of the Structural Parameters of Collagen-based Porous Scaffolds: The Influence of Image Processing and Binarization
Microscopy and Microanalysis, Volume 29, Issue 1, February 2023, Pages 244–253,
<https://doi.org/10.1093/micmic/ozac024> D1, IF = 2,9

- 3) Němčáková Ivana, Litvinec Andrej, Mandys Václav, Potocký Štěpán, Plencner Martin, Doubková Martina, Naňka Ondřej, Olejníčková Veronika, Šaňková Barbora, **Bartoš Martin**, Ukraintsev Egor, Babčenko Oleg, Bačáková Lucie, Kromka Alexander, Rezek Bohuslav, Sedmera David
Coating Ti6Al4V implants with nanocrystalline diamond functionalized with BMP-7 promotes extracellular matrix mineralization in vitro and faster osseointegration in vivo.
Scientific Reports 2022 Mar 28;12(1):5264. PMID: 35347219; PMCID: PMC8960880.
doi: 10.1038/s41598-022-09183-z Q1, IF = 3.8