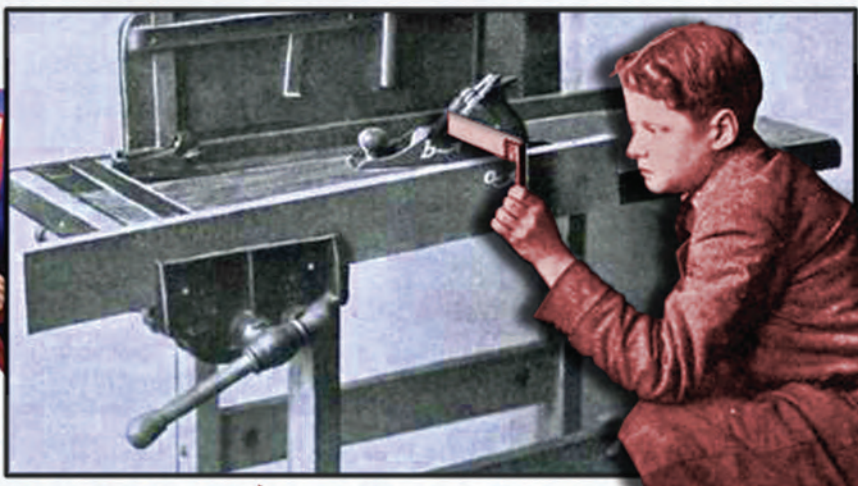
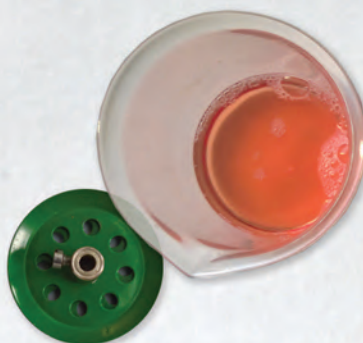
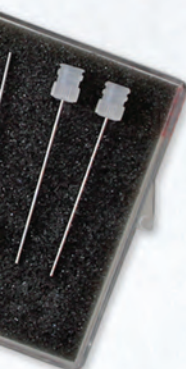




BIOMATERIALY A JEJICH POVRCHY X.

Herbertov, Horní Mlýn, 19.-22.9.2017



AHOJ, JÁ JSEM ZBYNĚK.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

ZBYNĚK TONAR

AHOJ, JÁ JSEM ADÉLA.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

ADÉLA KOVAŘÍKOVÁ

AHOJ, JÁ JSEM ZDENĚK.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

ZDENĚK ČEJKA

AHOJ, JÁ JSEM

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

AHOJ, JÁ JSEM DAVID.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

DAVID CHVÁTIL

AHOJ, JÁ JSEM BÁRA.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

BARBORA VOLTROVÁ

AHOJ, JÁ JSEM ALEŠ.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

ALEŠ JÍRA

AHOJ, JÁ JSEM

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

AHOJ, JÁ JSEM ALEŠ.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

ALEŠ KOTAS

AHOJ, JÁ JSEM PETRA.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

PETRA JAROLÍMOVÁ

AHOJ, JÁ JSEM MATEJ.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

MATEJ DANIEL

AHOJ, JÁ JSEM

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

AHOJ, JÁ JSEM ELENA.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

ELENA FILOVÁ

AHOJ, JÁ JSEM PETR.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

PETR MIKEŠ

AHOJ, JÁ JSEM MONIKA.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

MONIKA ŠUPOVÁ

AHOJ, JÁ JSEM

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

AHOJ, JÁ JSEM ANIČKA.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

ANNA STUNOVÁ

AHOJ, JÁ JSEM ŠTĚPÁN.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

ŠTĚPÁN PODZIMEK

AHOJ, JÁ JSEM MARTINA.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

MARTINA PLISOVÁ

AHOJ, JÁ JSEM

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

AHOJ, JÁ JSEM JANA.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

JANA HORÁKOVÁ

AHOJ, JÁ JSEM PŘEMLA.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

PŘEMLA VANĚK

AHOJ, JÁ JSEM FRANTA.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

FRANTIŠEK DENK

AHOJ, JÁ JSEM

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

AHOJ, JÁ JSEM ZDENĚK.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

ZDENĚK TOLDE

AHOJ, JÁ JSEM EVA.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

EVA FILOVÁ

AHOJ, JÁ JSEM VÁCLAV.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

VÁCLAV NEHASIL

AHOJ, JÁ JSEM

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

AHOJ, JÁ JSEM EDA.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

EDUARD GÖPFERT

AHOJ, JÁ JSEM ALEŠ.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

ALEŠ LERACH

AHOJ, JÁ JSEM LUDĚK.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

LUDĚK JOSKA

AHOJ, JÁ JSEM

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

AHOJ, JÁ JSEM HANKA.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

HANA KRÍŽEK

AHOJ, JÁ JSEM MILAN.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

MILAN KRČKA

AHOJ, JÁ JSEM LUCY.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

LUCY VOJTOVÁ

AHOJ, JÁ JSEM

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

AHOJ, JÁ JSEM EVA.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

EVA PRŮCHOVÁ

AHOJ, JÁ JSEM KAREL.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

KAREL BALÍK

AHOJ, JÁ JSEM RASTY.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

RASTISLAV BALLAY

AHOJ, JÁ JSEM

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

AHOJ, JÁ JSEM IVAN.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

IVAN JIRKA

AHOJ, JÁ JSEM PAVEL.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

PAVEL ŠIMEK

AHOJ, JÁ JSEM MARTIN.

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

MARTIN BARTOŠ

AHOJ, JÁ JSEM

BIOMATERIÁL A JEJICH POUŽITÍ
HERBERTOV, HORŇÍ MŮJ, 19-22.9.2017

Biomateriály a jejich povrchy X.

Tomáš Suchý, Lucie Vištejnová, Radek Sedláček, Zdeněk Tolde

ISBN 978-80-01-06195-4

Vydalo: České vysoké učení technické v Praze

Zpracovala: Fakulta strojní

Kontaktní adresa:

Tomáš Suchý

Tel.: 266 009 287

Tisk: Česká technika – nakladatelství ČVUT

Adresa tiskárny: Žitná 4, Praha 6, 166 36

Počet stran: 76

Náklad: 111

Pořadí vydání: 1.

Praha 2017

ÚTERÝ 19. 9. 2017

ZAHÁJENÍ SEMINÁŘE OHLÉDNUTÍ ZA MINULÝMI ROČNÍKY & NOVÁ KREV

úterý 13:00

Zahájení semináře

úterý 13:10

Lucie Bačáková, Marta Vandrovcová, Ivana Kopová a Ivan Jirka

Dvojí tvář zeolitů – jsou nadějně či nebezpečné pro biomedicínské aplikace?

8

úterý 13:40

Karel Balík, Karel Tesař, Zbyněk Sucharda a Margit Žaloudková

Hořčík – dráty do těla

9

úterý 14:00

Ivan Jirka, Ivana Kopová, Petr Sajdl, Jan Plšek, Milan Bouša, Edyta Tabor a Lucie Bačáková

Biokompatibilita silikalitových filmů

10

úterý 14:20

David Chvátil, Pavel Krist, Václav Olšanský

Radiční modifikace materiálů na urychlovači mikrotron MT25

11

úterý 14:40 (S)

Zdenka Lehečková, Adéla Fraňková, Ladislav Kokoška, Lucie Vištejnová

Účinky extraktů exotických rostlin na proliferaci a migraci dermálních fibroblastů

12

COFFEE BREAK (15:00-15:30)

TITAN - I. ČÁST

úterý 15:30

Matej Daniel, Karel Doubrava, Martin Nesládek a Eren Pehlivan

Přímá výroba implantátů metodou 3D tisku titanových slitin

13

úterý 16:00

Petr Vlčák

Iontová implantace dusíku do titanových materiálů

14

úterý 16:20 (S)

Augulis Marek, Zdeněk Tolde

Dopování titanových materiálů dusíkem

14

úterý 16:40 (S)

Zdeněk Rafaj, Jan Krčil a Václav Nehasil

Počáteční fáze růstu hydroxylapatitu na slitině TiNb

15

úterý 17:00 (S)

Vladimír Mára, Ivan Gregora, Jan Krčil, Zdeněk Tolde, Přemysl Vaněk

Hodnocení feroelektrické povrchové vrstvy pro využití jako biomateriálu

15

úterý 17:20 (S)

Jan Krčil, Zdeněk Rafaj, Vladimír Mára, Stanislav Krum a Václav Nehasil

Porovnání anodické a termické oxidace na vybraných biokompatibilních slitinách

16

úterý 17:40 (S)

Eva Průchová, Martina Kosová, Eva Jablonská, Petra Jarolímová, Luděk Joska

Antibakteriální modifikace nanostrukturovaných povrchů

17

VEČEŘE (18:00-19:30)

MOŽNÁ PŘIJDE I JÁRA

úterý 19:45

Ivan Janda

Pravdivá historie vynálezu nanospideru

18

3x 3D

středa 08:30

Zbyněk Tonar, Miroslav Jiřík, Martin Bartoš, Tereza Kubíková, Jana Horáková, David Lukáš, Tomáš Suchý, Pavla Sauerová a Marie Hubálek Kalbáčová 20
Testovací a kalibrační obrazová data pro mikro-CT vyšetřování vláknitých a porézních materiálů

středa 9:00 (S)

Martin Bartoš, Pavla Sauerová, Marie Hubálek Kalbáčová, Rastislav Ballay, Monika Šupová, Tomáš Suchý a Zbyněk Tonar 22
Mikro-CT hodnocení tkáňových nosičů: příprava, hydratace a implantace

středa 9:20

Jan Žídek, Lucy Vojtová, Veronika Pavliňáková, Jana Brtníková, Josef Jančář, Jakub Šalplachta, Dominika Kalasová, Tomáš Zikmund a Josef Kaiser 25
Numerické ohodnocení kvality zobrazení skafoldů naskenovaných pomocí počítačové tomografie

COFFEE BREAK (9:40-10:10)

IN VIVO & EX VIVO

středa 10:10

Eduard Göpfert a Martin Faldyna 26
Animální modely na Výzkumném ústavu veterinárního lékařství, v.v.i.

středa 10:30

Štefan Juhás, Jana Juhásová, Jiří Klíma, Petra Rausová, Pavla Sauerová, Tomáš Suchý a Maria Hubálek-Kalbáčová 28
Miniaturní prase jako biomedicínský model

středa 10:50

Milan Krtička, Lenka Michlovská, Vladimír Nekuda, Ivana Chamradová, Marek Zbončák, Jozef Kaiser a Lucy Vojtová 29
Příprava a zpracování prasečího femuru k ex-vivo biomechanickému testování nově vyvinutého kostního lepidla. Aneb naše první zkušenost s nezdary na každém kroku

středa 11:10 (S)

Tereza Voňavková, Lukáš Horný a Rudolf Žitný 30
Lidská perivaskulární tuková tkáň a její vliv na inflačně-extenzní chování břišní aorty

OBĚD (11:30-12:30)

STUDENTSKÝ WORKSHOP

33

středa 12:30 - 19:30

TITAN - II. ČÁST

středa 13:30

Luděk Joska, Petra Jarolímová, Eva Průchová, Vojtěch Hybášek, Jaroslav Fojt, Jaroslav Fencel a Milan Sekerka

36

Implantáty s antibakteriálním nanostrukturovaným povrchem

středa 14:00

Elena Filová, Marie Steinerová, Helena Dragounová, Martina Trávníčková, Miroslav Jelínek, Tomáš Kocourek, Petr Slepíčka and Lucie Bačáková

36

Osteogenic differentiation of mesenchymal stem cells on Ti-doped diamond-like carbon layers

středa 14:20

Jaroslav Málek, František Hnilica, Sonia Bartáková, Patrik Míka a Jaroslav Veselý

37

Změna vlastností beta titanové slitiny v důsledku oxidace prášku

středa 14:40

Jaroslav Fojt, Luděk Joska, Vojtěch Hybášek, Eva Průchová a Květa Stehlíková

38

Vliv nano a mikrotopografie povrchu na korozní odolnost biomateriálů

středa 15:00

Jakub Kronek, Lukáš Horný, Ján Kužma, Adéla Kovaříková, Tomáš Suchý a Monika Šupová

38

Adheze kolagenní vrstvy k implantátu – protlačovací zkoušky

COFFEE BREAK (15:20-15:50)

středa 15:50

Eva Filová, Barbora Kodedová, Michala Rampichová, Veronika Blahnová, Jaroslav Fojt, Karolína Vocetková, Věra Sovková, Roman Matějka, Luděk Joska, Evžen Amler a Matej Daniel

40

Ovplyvnenie rastu a diferenciacie buniek na nanoštrukturovaných titánových materiáloch

středa 16:10

Přemysl Vaněk, Elena Buixaderas, Jan Drahokoupil, Zdeněk Tolde, Marta Vandrovcová, Václav Nehasil, Fedir Borodavka, Radmila Krupková a Jan Petzelt

41

Hydrothermal deposition of biocompatible ferroelectric BaTiO₃ coatings for bone implants

středa 16:30

Jan Mikšovský, Miroslav Jelínek, Petr Písařík, Tomáš Kocourek, Jan Remsa, K. Jurek a J. Zemek

42

Vliv iontového bombardování na mechanické chování vrstev DLC a DLC/Ti připravených hybridní laserovou technologií

středa 16:50

Petra Jarolímová, Eva Průchová, Vojtěch Hybášek, Jaroslav Fojt a Luděk Joska

43

Interakce slitin titanu s modely tělního prostředí

FIREMNÍ PREZENTACE

středa 17:10

Aleš Kotas

44

Logistika trochu jinak aneb jak se správně přepravuje

středa 17:30

Jiří George Křížek a Hana Eliška Křížek

44

Nové přístupy v metodě měření XPS

NEFORMÁLNÍ DISKUSE SE ZÁSTUPCI FIREM | MOŽNOST PŘESUNU NA WORKSHOP (18:30 – 19:30)

SPOLEČENSKÝ VEČER | RAUT

středa 19:30

Tomáš Suchý

Držíme si palce deset let – vliv na artritidu a další zásadní poznatky za dobu existence semináře Biomateriály a jejich povrchy

MATERIÁLY JINAK

čtvrtek 8:30

Vladimír Šída a Daniel Šída

Použití HIGH-TECH keramiky pro stomatologii a metoda jejího 3D tisku

49

čtvrtek 9:00

Pavel Šimek

Požadavky na výchozí materiály biologického původu pro výrobu léčivých přípravků a zdravotnických prostředků pro klinické hodnocení

49

čtvrtek 9:20 (S)

Katarína Mendová a Matej Daniel

Tvorba lipozómov mikrofluidným zariadením

50

čtvrtek 9:40 (S)

Petra Hájková a Aleš Jíra

Ověření chování zubní skloviny pro určení lomové houževnatosti

52

čtvrtek 10:00

Lucie Vištejnová a Pavel Klein

Modifikace povrchů pro účinné kultivace hepatocytů

53

čtvrtek 10:20 (S)

Anna Stunová, Martin Čapek a Lucie Vištejnová

Kvantifikace buněčných jader v 3D *in vitro* modelech pro srovnání buněčné proliferace

54

COFFEE BREAK (10:40-11:10)

čtvrtek 11:10

Martin Braun, Šárka Rýglová, Monika Šupová, Margit Žaloudková, Martina Křížková, Zbyněk Sucharda, Karel Balík a Tomáš Suchý

Metody chemické analýzy kolagenu a nekolagenních složek kompozitních biomateriálů pro implantologii

55

čtvrtek 11:30 (S)

Vojtěch Hybášek, Jaroslav Fojt, Luděk Joska, Eva Průchová a Petra Jarolímová

Vliv experimentálního uspořádání na monitoring systému biomateriál-prostředí

56

čtvrtek 11:50 (S)

Ján Kužma, Jan Veselý, Lukáš Horný a Tomáš Suchý

Vliv sterilizace pomocí etylenoxidu na mechanické vlastnosti kolagen-hydroxyapatitového kompozitu

57

čtvrtek 12:10

Luboš Řehounek, František Denk a Aleš Jíra

Tvarová optimalizace dentálního implantátu pro zlepšení osteointegrace a mechanické únosnosti

58

čtvrtek 12:30

Štěpán Podzimek, Radka Vrbová, Lucie Himmlová, Martin Bartoš a Taťjana Janatová

Možnosti diagnostiky nežádoucích účinků kovových materiálů využívaných v medicíně

59

OBĚD (12:50-14:00)

VOLNÉ ODPOLEDNE

PÁTEK 22. 9. 2017

POLYMERY V MEDICÍNĚ

pátek 9:00

Marek Pokorný, Jan Klemeš, Adéla Kotzianová, Tomáš Suchý, František Denk, Hynek Chlup a Vladimír Velebný 61

Elektrostaticky deponované povrchy s nano-strukturou a technologie jejich přípravy

pátek 9:30 (S)

Jan Štípek, Radek Sedláček, Tomáš Suchý a Elena Ivankova 62

Vliv zastoupení kolagenu a chitosanu na mechanické vlastnosti kompozitních nosičů pro regeneraci kostní tkáně

pátek 9:50 (S)

Kateřina Strnadová, Jan Lukášek, Courtney Dumont, Dominique Smith, Tereza Švarcová, Ilona Krabicová, Michal Řezanka, David Lukáš, Lonnie Shea a Věra Jenčová 63

Aligned Drawn Fibers Improve the Axon Infiltration into the Spinal Cord Bridges

pátek 10:10 (S)

Barbora Voltrová, Matěj Buzgo, Martin Kormunda, Martin Kralovič, Lukáš Voleský, Evžen Amler 63

Kultivace kožních buněk na PVA nanovlákních modifikovaných metanovým plazmatem

COFFEE BREAK (10:30-11:00)

pátek 11:00

Marta Natšinová, Karol Švík, Kateřina Knotková, Vojtěch Zápotocký a Vladimír Velebný 65

Objemové nanomateriály na bázi hyaluronanu pro hojení ran

pátek 11:20

Veronika Pavliňáková, Lucy Vojtová, Martin Knoz, Dominika Kalasová, Břetislav Lipový, Martin Faldyna, Eduard Göpfert, Veronika Štěpánková, Eva Filová a Josef Kaiser 66

Příprava a charakterizace nové nanostrukturované vstřebatelné kožní náhrady

pátek 11:40

Věra Jenčová, Petr Mikeš, Jana Horáková, Andrea Klápšťová, Vít Novotný, Luboš Běhálek a Aleš Šaman 67

Degradační chování polyesterových mikro/nano vláknenných materiálů

pátek 12:00

Petr Mikeš, Ales Saman, Lucie Vejsadova, Vera Jencova, Jana Horakova, Paul D. Topham, George E. Parkes, Manita Dumklang, Winita Punyodom and David Lukas 68

Complete analysis and comparison of poly(lactic acid-co-caprolactone) nanofibers for tissue engineering applications

pátek 12:20

Ukončení semináře a vyhlášení výsledků studentské soutěže

OBĚD (12:40-14:30)

ODJEZD



19.9.2017

UTERY

**úterý 13:10****Lucie Bačáková¹, Marta Vandrovcová¹, Ivana Kopová¹ a Ivan Jirka²****Dvojí tvář zeolitů – jsou nadějně či nebezpečné pro biomedicínské aplikace?**

¹Fyziologický ústav Akademie věd České republiky v.v.i., Oddělení biomateriálů a tkáňového inženýrství, Praha. Lucie.Bacakova@fgu.cas.cz

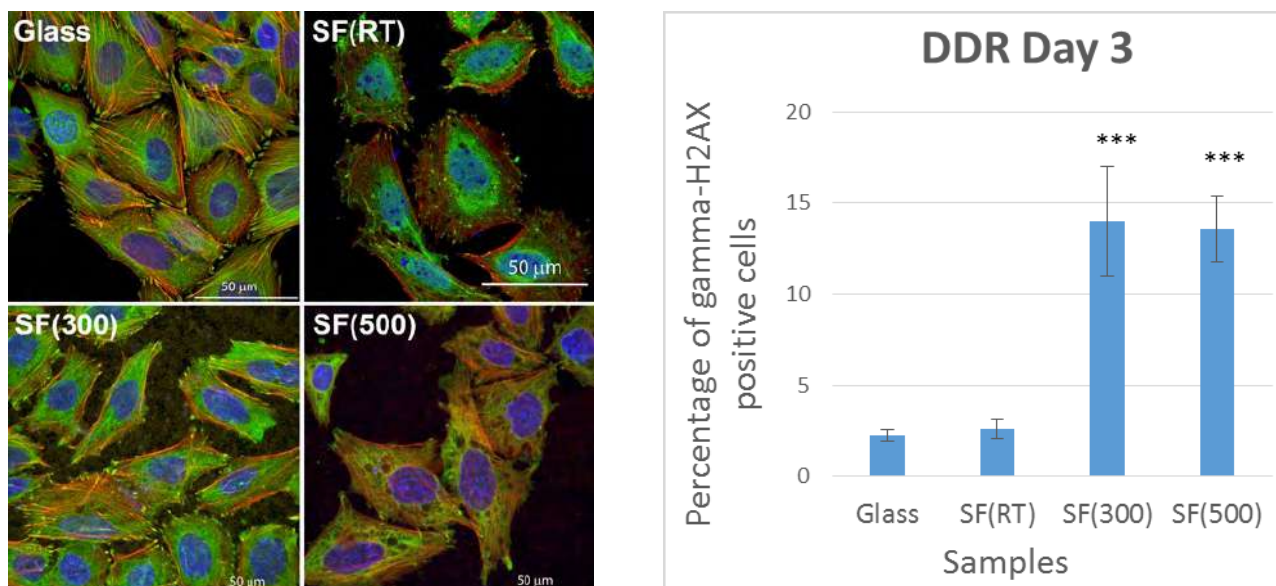
²Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského, Akademie věd České republiky, v.v.i., Praha.

Lucie.Bacakova@fgu.cas.cz

Zeolity zahrnují velkou skupinu krystalických mikroporézních tektosilikátů, vyskytující se jednak v přírodě, jednak jako syntetické materiály. Syntetické zeolity lze připravit ve formě nanokrystalů o rozměrech $< 0.1 \mu\text{m}$, jako klasické krystaly o rozměrech $0.1 - 10^3 \mu\text{m}$, či ve formě samonosných i nanosených (nano)-filmů. Všechny známé strukturní typy zeolitů jsou shrnuty v databázi Mezinárodní zeolitové asociace (IZA-online.org), dle jejich struktury je dále lze třídit pomocí mineralogické klasifikace podle Nickela a Strunze (<https://en.wikipedia.org/wiki/Zeolite>). Průmyslové i biomedicínské aplikace zeolitů jsou založeny především na porézní struktuře zeolitů, jejich vysoké adsorpční schopnosti a schopnosti iontové výměny, a dále na vlastnostech jejich vnějšího povrchu. Zeolity jsou využívány například jako katalyzátory, detergenty, molekulární síta pro separaci a třídění různých molekul, dále pro čištění vody, vzduchu i půdy od různých kontaminantů včetně radioaktivních, pro zachycování různých druhů energie včetně energie solární, pro absorpční chlazení a další aplikace. Toto sdělení je zaměřeno na potenciální nebo již prakticky využívané aplikace zeolitů v různých biotechnologiích a medicíně. Zeolity jsou perspektivní například pro detoxikaci organismu zvířat i lidí, pro zlepšení výživy a imunity hospodářských zvířat, pro separaci různých biologických molekul, pro konstrukci biosenzorů a detekci biomarkerů různých onemocnění, pro cílenou dodávku léčiv a genetického materiálu do buněk a tkání, pro odstraňování škodlivých radikálů, a zejména pro konstrukci a povrchové modifikace tkáňových náhrad. Zeolity, které lze v zásadě považovat za keramické materiály, mohou nalézt své hlavní uplatnění v konstrukci náhrad kostní tkáně, například jako „lešení“ („scaffolds“) pro osazení kostními buňkami. Bylo zjištěno, že zeolity mohou stimulovat osteogenní diferenciaci buněk a omezovat resorpci kostní tkáně. V podobě pokryvů kovových kostních implantátů vykazovaly zeolity antikorozní účinek a podporovaly adhezi, růst a osteogenní diferenciaci lidských kostních buněk v kulturách in vitro [1, 2] i osteointegraci implantátů v experimentech na laboratorních zvířatech in vivo [3]. Zeolity se jeví jako použitelné i v inženýrství měkkých tkání, jako jsou krevní cévy a kůže, neboť v těchto aplikacích mohou fungovat jako rezervoáry kyslíku pro buňky. Zeolity byly dokonce klinicky využity jako hemostatika, např. jako složky přípravku „Advanced Clotting Sponge plus“, nebo jako gastroprotektivní léky, např. „Absorbatox™ 2.4D“. Některé zeolity mohou však být vysoce cytotoxické a kancerogenní. Týká se to zejména erionitu, který má vláknitou strukturu podobnou azbestu. Na druhé straně i některé zeolity, které jsou považovány za netoxické a velmi perspektivní pro biomedicínské aplikace, například klinoptilolit, snižovaly růstovou aktivitu buněk a vyvolávaly jejich apoptózu. Jelikož však toto působení bylo výrazněji patrné u nádorových buněk než u buněk ze zdravých tkání, mohlo by být využito v protinádorové terapii. V našich pokusech, provedených na silikalitových filmech nanosených na nerezovou ocel, podporovaly tyto filmy adhezi a růst lidských kostních buněk linie Saos-2. Termálně postsynteticky modifikované



silikalitové filmy však způsobovaly poškození DNA u lidských kostních buněk linie U-2 OS, hodnocené přítomností fosforylovaného histonu H2AX, indikátoru zlomů v DNA (Obr. 1). Tento jev souvisí se změnami v chemickém složení vnějšího povrchu silikalitového filmu v důsledku užití post-syntetické modifikace. Objasnění tohoto jevu je předmětem našeho současného studia.



Obr. 1. Vlevo: Morfologie lidských kostních buněk linie Saos-2 za 3 dny po nasazení na kontrolní mikroskopická krycí sklíčka – Glass, a na filmy ze silikalitu 1 nanesené na nerezovou ocel a dále uchovávané při pokojové teplotě – SF(RT) či vystavené teplotě 300°C – SF(300) nebo 500°C – SF(500) v proudu suchého vzduchu. Vpravo: Poškození DNA v lidských kostních buňkách linie U-2 OS (hodnocené obsahem fosforylovaného histonu H2AX, měřeného průtokovou cytometrií) za 3 dny kultivace na uvedených materiálech. ANOVA, Student-Newman-Keulsova metoda, *** $p \leq 0.001$ ve srovnání s kontrolním sklem.

[1] Bedi RS et al. Acta Biomater. 2009;5:3265-71.

[2] Jirka I et al. Mater Sci Eng C Mater Biol Appl. 2017;76:775-781

[3] Li Y et al. Biochem Biophys Res Commun. 2015;460:151-6.

Tato studie byla podporována Grantovou agenturou České republiky (grant č. 16-02681S).

úterý 13:40

Karel Balík¹, Karel Tesař^{2,3}, Zbyněk Sucharda¹ a Margit Žaloudková¹

Hořčík - dráty do těla

¹Oddělení kompozitních a uhlíkových materiálů, ÚSMH AV ČR, v.v.i., Praha.

²Katedra Materiálů, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, ČVUT v Praze, Praha.

³Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i., Praha.

balik@irms.cas.cz

Hořčík a jeho slitiny jsou stále častěji využívány jako materiál pro implantáty díky své biokompatibilitě a biodegradabilitě. Doposud se studium použití hořčíku pro biodegradabilní implantáty soustřeďovalo především na kostní náhrady a štěpy. Díky rozvoji tvářecích procesů



bylo možné vyrobit hořčíkový drát s průměrem 250 μm , jenž má vysokou pevnost a plasticitu v ohybu. Drát byl připraven pomocí speciálně modifikované formy pro přímou extruzi s extrémním extruzním poměrem 576:1. Pevnost drátu z čistého Mg dosahuje 230 MPa, což je dostatečné pro některé bioaplikace. Přidáním 0,2 hm.% zinku lze tyto hodnoty dále vylepšit. Korozní testy byly prováděny za použití Minimum Essential Medium - Alpha Modifikace (αMEM) s přidáním fetálního bovinního séra a antibiotik. Bylo zjištěno, že v tomto simulovaném tělním roztoku se jako produkt reakce tělních tekutin s materiálem drátu na povrchu drátu vytváří hořčíkem modifikovaný hydroxyapatit. Hydroxyapatit, jako anorganická složka kosti, posupně nahrazuje při degradaci objem drátu a působí tak bioaktivně. Aby bylo proveditelné ovlivňovat rychlost koroze drátu, výzkum je nyní zaměřen na nalezení vhodného biodegradabilního polymeru, který by postup koroze v lidském těle zpomaloval.

úterý 14:00

Ivan Jirka¹, **Ivana Kopová²**, Petr Sajdl³, **Jan Plšek¹**, Milan Bouša¹,
Edyta Tabor¹ a **Lucie Bačáková²**

Biokompatibilita silikalitových filmů

¹Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského, AV ČR, v.v.i., Praha.

²Fyziologický ústav, AV ČR, v.v.i., Praha.

³Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha.

Ivan.Jirka@jh-inst.cas.cz

Syntéza silikalitových filmů (SF) na površích kovů a jejich slitin patří k perspektivním povrchovým modifikacím materiálu pro výrobu implantátů. Biokompatibilita SF je ovlivněna řadou fyzikálně-chemických vlastností. V našem příspěvku budeme diskutovat vliv chemického složení kompaktních nanosených SF na interakci s lidskými osteoblasty U-2 OS. Jako nosiče SF byla užitá ocel (SF-ss) a slitina Ti6Al4V (SF-TiAlV). Připravené vzorky jsme charakterizovali řadou metod (skenovací elektronová mikroskopie (SEM), fotoelektronová spektroskopie (XPS), infračervená spektroskopie (IR), fluorescenční mikroskopie (FM), teplotně programovaná desorpce (TPD)). Vzorky byly testovány bez další post-syntetické modifikace a po ohřevu na 500°C v proudu vzduchu. Morfologie obou kompaktních filmů byla totožná, rozdílné bylo chemické složení jejich povrchů, které je ovlivněno užitou podložkou. Templát čerstvě syntetizovaného SF-TiAl (tetrapropyl-ammoniové kationty, TPA^+) je částečně oxidovaný interakcí s jeho mřížkou. V případě vzorku SF-ss k této oxidaci dochází jen ve velmi omezené míře. Vysokoteplotní opracování SF-ss i SF-TiAl vede k úplnému rozkladu TPA^+ . V povrchové vrstvě vzorků zůstávají uhlovodíková residua převážně ve formě kondensovaných aromátů, které generují singletový kyslík (^1O), jež je zdrojem reaktivních kyslíkových species (ROS), které mohou způsobit narušení buněčných membrán a DNA poškození buněk. Generace ROS je výraznější u vzorku SF-ss. Na druhé straně SF-ss podporovaly adhezi a růst lidských osteoblastů SaOS-2 v našich dřívějších studiích [1, 2], takže lze říci, že tento vzorek se jeví jako vhodný pro zvýšení osteointegrace kostních implantátů. Nicméně, z hlediska možného oxidativního poškození buněk bude výhodnější nanášet tyto povrchy na implantáty vyrobené z Ti6Al4V než na implantáty z oceli. Otevřenou otázkou zůstává do jaké míry je generace ROS způsobena rozdílnou koncentrací uhlovodíkových residuí v studovaných vzorcích, nebo rozdílným stupněm jejich kondensace.



[1] Jirka I, Vandrovcová M, Plšek J, Bouša M, Brabec L, Dragounová H, Bačáková L. Interaction of human osteoblast-like Saos-2 cells with stainless steel coated by silicalite-1 films. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2017; 76: 775-781.

[2] Jirka I Vandrovcová M, Plšek J, Bouša M, Bačáková L. Interaction of silicalite-1 film with human osteoblast-like Saos-2 cells: The role of micro-morphology. *Materials Letters* 2017; 190: 229–231.

Studie byla podporována Grantovou agenturou České republiky (grant č. 16-02681S).

úterý 14:20

David Chvátíl, Pavel Krist, Václav Olšanský

Radiační modifikace materiálů na urychlovači mikrotron MT25

Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i., Husinec – Řež.

chvatil@ujf.cas.cz

Mikrotron MT 25 (Obr. 1) slouží jako zdroj relativistických elektronů (primární elektronový svazek), sekundárních fotonových svazků (brzdné záření) a neutronů z jaderných reakcí. Vysokoenergetické svazky se používají pro celou řadu radiačních a jaderných metod. Radiační technologie jsou procesy výroby a modifikace materiálů, založené na fyzikálních a chemických změnách vyvolaných ozářením ionizujícím zářením. Vhodným ozářením se mění fyzikální a chemické vlastnosti materiálů, které mají poté široké uplatnění v různých oborech lidské činnosti. Elektronové svazky jsou například v poslední době často využívány k radiačnímu síťování a radiační polymerizaci pro výzkum zejména v oblasti biomedicíny a v potravinářském průmyslu. Elektronové i fotonové svazky jsou využívány také ke sterilizaci materiálů a k ozařování semen za účelem genetických mutací.



Obr. 1 Mikrotron MT25

**úterý 14:40 (S)**

**Zdenka Lehečková^{1,2}, Adéla Fraňková³, Ladislav Kokoška³
a Lucie Vištejnová¹**

Účinky extraktů exotických rostlin na proliferaci a migraci dermálních fibroblastů

¹Biomedicínské centrum, Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova, Plzeň.

²Farmaceutická fakulta v Hradci Králové, Univerzita Karlova, Hradec Králové.

³Fakulta tropického zemědělství, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

zdenka.leheckova@seznam.cz

Úvod: Samojské ostrovy v Jižním Pacifiku jsou dodnes považovány za jedny z nejzachovalejších míst planety. Zdejší exotické rostliny jsou místními obyvateli hojně využívány k léčbě různých kožních poranění. Mechanismy účinného hojení ran těmito rostlinami, resp. jejich vybranými částmi, nejsou známy. Cílem práce je popsat působení extraktů z těchto rostlin na proliferaci a migraci kožních fibroblastů uplatňujících se při hojení rány.

Metody: Lidské primární dermální fibroblasty (NHDF) byly kultivovány (hustota buněk 9 000/cm²) v 96jamkových kultivačních panelech s extrakty z 16ti rostlin o koncentraci 512, 256, 128 a 32 µg/ml po dobu 72 hod. Buněčná proliferace byla sledována měřením hladiny nukleových kyselin každých 24 hod. Pro sledování buněčné migrace byly NHDF nasazeny na 6ti jamkové kultivační panely (hustota buněk 23 000/cm²) a kultivovány do druhého dne, kdy se vytvořila souvislá monovrstva buněk. Do této monovrstvy buněk byly vyryty rýhy (tj. volné plochy bez buněk) ve tvaru kříže. Tyto volné plochy bez buněk byly pomocí světleného mikroskopu každých 24 hod fotografovány po dobu 72 hod. Následně byla míra migrace buněk do volné plochy analyzována v softwaru TScratch (CSELab, ETH Curych) umožňující kvantifikovat plochy s a bez buněk.

Výsledky: Extrakty z 9 testovaných rostlin vykazovaly koncentračně a časově závislou cytotoxicitu vůči dermálním fibroblastům. V koncentracích 512 – 128 µg/ml snižovaly buněčnou proliferaci o 50 – 100% vůči neovlivněné kontrole, v koncentraci 32 µg/ml způsobovaly inhibici proliferace o více jak 75% 4 extrakty, zbývajících 5 extraktů proliferaci snížilo o méně než 25%. Další 7 rostlinných extraktů vykazovalo inhibici proliferace o více jak 25% pouze při koncentraci 512 µg/ml a při koncentracích 256, 128 a 32 µg/ml buď neměly na proliferaci NHDF vliv nebo jí podporovaly. Cytotoxický vliv extraktů koreloval s jejich negativním vlivem na migraci NHDF.

Závěr: Na základě testů proliferace a migrace byly vybrány extrakty ze 3 rostlin (*Phymatosorus scolopendria*, *Premna serratifolia*, *Kleinhovia hospita*) stimulující proliferaci a migraci NHDF. Zbývajících extraktů jsou z testování vyloučeny pro jejich cytotoxické účinky. Vybrané rostlinné extrakty budou dále testovány o nižších koncentracích 16 – 1 µg/ml.

Práce byla podpořena ze Specifického vysokoškolského výzkumu Univerzity Karlovy, číslo projektu 260392.

**úterý 15:30****Matej Daniel, Karel Doubrava, Martin Nesládek a Eren Pehlivan****Přímá výroba implantátů metodou 3D tisku titanových slitin**

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky, Praha.

Matej.Daniel@fs.cvut.cz

Na rozdíl od většiny konvenčních výrobních technologií, vytváří aditivní technologie, neboli 3D tisk, výrobky postupným přidáváním materiálu a ne jeho odebíráním. V kombinaci s počítačem podporovaným návrhem (CAD) umožňuje tato technologie v medicíně výrobu nových typů implantátů, které mají unikátní tvarové, strukturální a mechanické vlastnosti. I když se technologie 3D tisku někdy označuje jako „průmyslová revoluce“, pro zavedení do klinické praxe je nutno překonat několik překážek a neznámých. Cílem našeho příspěvku je poukázat na tyto nedostatky při výrobě implantátů z titanového prášku metodou postupného slinování. Cílem naší studie je poukázat na výhody využití laserového a elektronového paprsku pro slinování titanového prášku.

Hlavní výhody 3D tisku v medicíně spočívají v možnosti modelování složitých tvarů kloubních náhrad, efektivní individuální a málosériové výrobě, snížení nákladů výroby komplexních tvarů implantátů a možností rychlé reakce na klinické požadavky. V kombinaci s využitím již ověřených biokompatibilních materiálů se předpokládá, že tato technologie nahradí tradiční metody výroby komponent implantátů. Je snaha zachytit tento trend také u výrobců implantátů v ČR a pro zefektivnění využít poznatky akademické sféry a partnerů ze zahraničí. Proto jsme již v roce 2014 iniciovali studii únavových vlastností dentálních implantátů dle ISO 14801:2007 vyrobených metodou 3D tisku partnerem na Taiwanu (MIRDC). Výsledky ukazují na široký rozptyl mechanických vlastností vyrobených vzorků (pevnost stejných implantátů se liší v rozsahu 50%). Proto, aby výrobce mohl garantovat spolehlivost všech implantátů v lidském těle, je nutno lepší pochopení mechanismů selhání implantátů. V našem příspěvku se budeme věnovat následujícím problémům spojeným s výrobou implantátů:

- zbytkové pnutí z důvodu ohřátí při výrobě
- problematika vysoké drsnosti povrchu a čistoty povrchu, zejména s ohledem na únavovou životnost 3D tištěných náhrad
- problematika vytváření komplexních tvarů
- problematika vytvoření porézních struktur a predikce jejich životnosti
- vnitřní poruchy jako je nežádoucí porozita, delaminace a chyby ve spojení jednotlivých vrstev

Momentálně nemůže 3D tisk konkurovat klasickým metodám výroby z hlediska jejich spolehlivosti, přičemž právě spolehlivost je klíčovou vlastností implantátů. Zlepšení spolehlivosti a zajištění bezpečnosti pacienta vyžaduje komplexní mezioborový výzkum, který dále objasní výhody, nevýhody a přínosy jednotlivých metod.

**Reference**

Galarraga, H., Warren, R. J., Lados, D. A., Dehoff, R. R., Kirka, M. M., & Nandwana, P. (2017). Effects of heat treatments on microstructure and properties of Ti-6Al-4V ELI alloy fabricated by electron beam melting (EBM). *Materials Science and Engineering A*, 685, 417–428.

Slotwinski, J., Cooke, A., & Moylan, S. (2015). Mechanical properties testing for metal parts made via additive manufacturing: A review of the state of the art of mechanical property testing. *Additive Manufacturing Materials: Standards, Testing and Applicability*, 1–20.

Longhitano, G. A., Larosa, M. A., Jardini, A. L. M., Zavaglia, C. A. de C., & Ierardi, M. C. F. (2015). Surface Finishes for Ti-6Al-4V Alloy Produced by Direct Metal Laser Sintering. *Materials Research*, 18(4), 838–842. <http://doi.org/10.1590/1516-1439.014415>

úterý 16:00**Petr Vlčák****Iontová implantace dusíku do titanových materiálů**

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Ústav fyziky, Praha.

Petr.Vlcak@fs.cvut.cz

Titanové materiály vynikají svými korozně mechanickými vlastnostmi a biokompatibilitou. Jejich zastoupení v průmyslové výrobě stoupá napříč obory. Implantace dusíku do titanových materiálů významně zlepšuje jejich povrchové vlastnosti jako je tvrdost, tření, opotřebení, odolnost proti korozi a únavě. Implantovaný dusík vytváří chemicky stálé a velmi odolné nitridy titanu. Tyto nitridy jsou integrované v titanové matici a při vysoké koncentraci dusíku vytváří souvislou vrstvu s excelentní adhezí. Tloušťka a složení modifikované povrchové oblasti je silně ovlivněna procesními parametry iontové implantace. Ukazuje se, že umístění implantovaného dusíku v mezimřížkových polohách hraje významnou roli na zlepšené mechanické vlastnosti a jejich stabilitu při zvýšených teplotách. Příspěvek je zaměřený na popis strukturního složení dusíkem implantovaného titanu. Je zkoumán vliv množství implantovaného dusíku a teploty.

úterý 16:20 (S)**Augulis Marek a Zdeněk Tolde****Dopování titanových materiálů dusíkem**

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Ústav materiálového inženýrství, Praha.

Augulismarek@google.com

Titanové materiály jsou rozšířeným a žádaným biomateriálem pro náročné aplikace ve zdravotnictví. Jejich výborná biokompabilita, korozní odolnost, nízká hustota, vysoká pevnost a modul pružnosti blížící se lidské kosti z nich dělají vhodný materiál pro použití jako kostní, kloubní a jiné implantáty. Problémem jsou však, kromě špatné zpracovatelnosti, hlavně nevhodné tribologické vlastnosti povrchu těchto materiálů, jako jsou vysoký koeficient tření a náchylnost



k adhéznímu úbytku materiálu. Tyto negativní vlastnosti mají mimo jiné za následek sníženou životnost implantátů apod. Důležitá je tedy úprava povrchu těchto materiálů.

Tato práce se zabývá přípravou vzorků z čistého titanu, úpravou povrchu metodou iontové implantace, a následným zkoumáním tribologických vlastností těchto vzorků. Implantován byl dusík, vzorky se navzájem lišily fluencí (od 1×10^{17} do 9×10^{17}) a teplotou dodatečného žhání. Po implantaci byly u vybraných vzorků vyhodnoceny změny morfologie povrchu. Samotné testování tribologických vlastností probíhalo pin-on-disc testem, pomocí kterého jsme zjišťovali koeficient tření na vzduchu a následně, za pomoci mikroskopů, také velikost vzniklého opotřebení vzorku a kuličky.

úterý 16:40 (S)

Zdeněk Rafaj¹, Jan Krčil² a Václav Nehasil¹

Počáteční fáze růstu hydroxylapatitu na slitině TiNb

¹Katedra fyziky povrchů a plazmatu, Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy, Praha.

²Ústav materiálového inženýrství, Fakulta strojní, České vysoké učení technické v Praze, Praha.

ZRel.ZRel@seznam.cz

Práce se zabývala počáteční fází růstu vápenatých a fosforečných sloučenin na slitině TiNb, která se používá na kostní implantáty. Byly použity vzorky vyleštěné na různou hrubost s povrchovou vrstvou přírodního oxidu a vzorky termicky zoxidované.

Vzorky byly vkládány do Hanksova roztoku (HBSS) na různě dlouhou dobu a po vyjmutí byla metodou XPS proměřena vrstva, která na povrchu vzorku narostla. Z poměru intenzit píků emitovaných fotoelektronů podložky (Ti, Nb) a prvků narostlé vrstvy (Ca, P, Mg) bylo usuzováno na množství narostlého materiálu na podložce. Analýzou poměrů intenzit Ca a P byly určeny sloučeniny, které se v narostlé vrstvě vyskytují, a byl učiněn závěr, že hydroxylapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) roste na povrchu TiNb až po delší době, v počátečních fázích růstu se na povrchu vyskytuje převážně CaHPO_4 .

Zajímavá jsou zjištění, že při opětovném vkládání vzorků do hydroxylapatitu záleží na tom, zda je použit nový roztok nebo už použitý pro předchozí růst vrstvy, přičemž podstatně lépe roste vrstva v použitém roztoku. Tento jev, který byl měřen reprodukovatelně, se zatím nepodařilo vysvětlit.

úterý 17:00 (S)

**Vladimír Mára¹, Ivan Gregora², Jan Krčil¹, Zdeněk Tolde¹
a Přemysl Vaněk²**

Hodnocení feroelektrické povrchové vrstvy pro využití jako biomateriálu

¹České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Ústav materiálového inženýrství, Praha.

²Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Oddělení dielektrik, Praha.

mara.vladimir@gmail.com

Povrch biomateriálů má zásadní roli pro jejich fungování. Rozhraní mezi materiálem (ať již implantátu, náhrady, součástí nebo i pomůcky či nástroje) a prostředím lidského těla ovlivňuje probíhající pochody (adsorbce buněk, unikání iontů, rozpouštění materiálu, atd.). Tím je myšlena



zejména samotná interakce s buňkami, schopnost afinity a podpory růstu buněk. Druhou stranou mince je funkce rozhraní jako bariéry s cílem zamezit rozpouštění materiálů a uvolňování iontů nežádoucích prvků z podložky k povrchu biomateriálu a do živé tkáně. Povrchy je možno klasifikovat a definovat pomocí celé škály různých vlastností a tomu příslušejících metod hodnocení. Je možné je popisovat z hlediska topografie, drsnosti, struktury, chemického složení, náboje atd.

V případě předkládané práce byl hodnocen povrch vzorků z Ti-39hm.%Nb (Ti39Nb), povlakovaného tenkou vrstvou Ti39Nb získanou magnetron sputteringem, na kterém byla připravena tenká feroelektrická vrstva BaTiO₃ (BTO), nejdříve žíháním v kyslíkové atmosféře při 500 °C po dobu 24 hodin (vznik rutilové mezivrstvy) a následně hydrotermální syntézou v autoklávu (vznik feroelektrické BTO vrstvy). Substrát i PVD povlak jsou ze stejného materiálu z důvodu snadnější komparace s masivními vzorky z Ti39Nb s vrstvou BTO. Zároveň je záměrem podrobněji definovat chování povrchu (TiNb PVD povlaku a feroelektrické BTO vrstvy).

K analýze povrchu byla použita Ramanova spektroskopie. Analyzovaná byla část povrchu pomocí matice bodů, kdy v každém bodě je sejmuto Ramanovo spektrum. Existence píku na vlnótu cca 3000 cm⁻¹ pak svědčí o přítomnosti daných strukturních feroelektrických fází a možnosti vytvoření permanentního elektrického pole ve směru povrchu podložky. Výsledná matice intensity tohoto píku umožní ucelenější pohled na rozložení vhodné struktury na povrchu vzorku příp. intensity možného permanentního elektrického pole na povrchu vzorku.

úterý 17:20 (S)

**Jan Krčil¹, Zdeněk Rafaj², Vladimír Mára¹, Stanislav Krum¹
a Václav Nehasil²**

Porovnání anodické a termické oxidace na vybraných biokompatibilních slitinách

¹České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Ústav materiálového inženýrství, Praha.

²Karlova univerzita, Matematicko-Fyzikální fakulta, Katedra fyziky povrchů a plazmatu, Praha.

jan.krčil@fs.cvut.cz

Biokompatibilita je jedním z nejdůležitějších faktorů pro implantáty, různé kostní náhrady a biomedicínské pomůcky. V případě titanových slitin je to oxidická vrstva na jejich povrchu, která značně ovlivňuje především korozní odolnost a biokompatibilitu. K co nejvýraznějšímu zlepšení těchto vlastností je potřeba studia oxidace. Zkoumány jsou rozdíly v růstu, vlastnostech a vlivu oxidických vrstev připravených pomocí různých metod na rozdílných substrátech.

V této práci byly porovnávány vzorky několika titanových slitin. Jednalo se o běžně užívané CP titan grade 2 a Ti-6Al-4V, použita byla také jedna ze základních beta-fázových slitin Ti-39hm.%Nb (Ti39Nb). Na vzorcích z těchto materiálů byla následně připravena termická (600 °C po dobu 8 hodin v přítomnosti atmosférického vzduchu) a anodická (1 M H₂SO₄, s napětím okolo 100 V po dobu 1 hodiny) oxidická vrstva. Poté byly výsledné vrstvy porovnávány (vzhledem k neoxidovanému stavu a mezi sebou) za použití několika různých metod.



Jako první byla pozorována změna zabarvení povrchu a dále byla měřena změna drsnosti povrchu. Morfologie povrchu oxidovaných vzorků byla pozorována pomocí řádkovacího elektronového mikroskopu, kde bylo následně užito energiově disperzní spektroskopie k zjištění přibližného chemického složení vzorků a povrchových vrstev. Dále byla pomocí elektronové mikroskopie v příčném řezu pozorována a měřena a struktura připravených oxidických vrstev. K detailnějším analýzám povrchu oxidovaných vzorků bylo užito rentgenové fotoelektronové spektroskopie (přesné chemické složení povrchu oxidických vrstev) a mikroskopie atomárních sil (přesná morfologie a topografie povrchu). Celkové výsledky byly porovnávány k referenčnímu článku, kde byly obdobné experimenty provedeny na příbuzném materiálu (Ti45Nb).

úterý 17:40 (S)

**Eva Průchová¹, Martina Kosová², Eva Jablonská³, Petra Jarolímová¹
a Luděk Joska¹**

Antibakteriální modifikace nanostrukturovaných povrchů

¹Vysoká škola chemicko-technologická, Ústav kovových materiálů a korozního inženýrství, Praha.

²Vysoká škola chemicko-technologická, Ústav mléka, tuků a kosmetiky, Praha.

³Vysoká škola chemicko-technologická, Ústav biochemie a mikrobiologie, Praha.

pruchovv@vscht.cz

Bakteriální infekce v okolí implantovaných zařízení je významným problémem, který může vyústit v řadu nepříjemných komplikací, mezi které patří například reoperace. Nanostrukturované povrchy vedou nejen k podpoře bioaktivity, ale také mohou být použity jako substrát pro kotvení antibakteriálních látek. Jednou z možností je jejich depozice přímo do nanostruktury. Lokalizované uvolňování antimikrobiálních substancí přímo v místě nejvyšší pravděpodobnosti vzniku infekce je zajímavou alternativou perorálně nebo intravenózně podávaných antibiotik. Bakteriální infekce je hrozbou nejen v prvních hodinách po implantaci, ale také v delších časových úsecích po operaci. Z tohoto důvodu je potřeba, aby měl povrch schopnost působit i prolongovaně a antibakteriální aktivita nebyla v krátkém časovém úseku vyčerpána. Uvedené modifikace by ale současně neměly limitovat buněčnou interakci.

V této práci bylo stříbro nanášeno na nanostrukturovaný povrch titanové slitiny Ti6Al4V elektrochemickou pulzní depozicí. Byl studován antibakteriální účinek těchto modifikací vůči bakterii *Staphylococcus aureus*, adherence bakterií, jejich schopnost tvořit biofilm a také byla testována cytotoxicita povrchů upravených stříbrem.

Veškeré výsledky ukazují, že se daří vytvářet velmi slibné modifikace, které výše uvedené požadavky uspokojivě splňují. Povrchy s minimálním deponovaným množstvím stříbra inhibovaly bakteriální aktivitu, a to i po 48 hodinách expozice těchto vzorků ve fyziologickém roztoku. Deponované stříbro bylo i po této době stále k dispozici v nanostruktuře. Tvorba biofilmu byla také potlačena a povrchy nevykazovaly cytotoxicitu vůči buňkám L929 myších fibroblastů.

Financováno z účelové podpory na specifický vysokoškolský výzkum (MŠMT č. 20-SVV/2017).



úterý 19:45

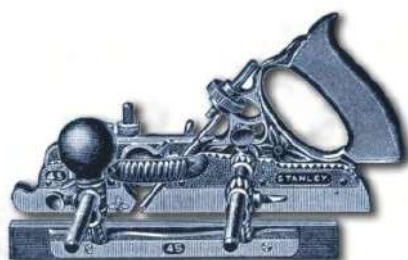
Ivan Janda

Pravdivá historie vynálezu nanospideru

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky, Praha.

ivan.janda@gmail.com

Začátkem 90. let 19. století byl Jára Cimrman okolnostmi donucen hledat alternativní ošetření bodnořezných ran obyvatel sudetského Bad Wurzelsbachu, kteří z náboženských důvodů odmítali normální chirurgickou léčbu. Zásoba obvazového materiálu se brzy vyčerpala a metody lidového léčitelství nedávaly úplně uspokojivé výsledky. Cimrman proto vyvinul moderní metodu aseptického zakrývání ran ultratenkými syntetickými vlákny, která vyráběl pomocí svého zařízení nazývaného *Zwergspinne*. Tento vynález, který mohl pomoci mnoha pacientům po celém světě, však zdiskreditoval jeden závistivý profesor z České akademie věd. Proti jeho neotřesitelné autoritě neměl Cimrman žádnou šanci, a tak dalšího výzkumu v této oblasti zanechal. Předložená studie se zamýšlí nad tím, jak se mohla Cimrmanova technologie dostat z Bad Wurzelsbachu přes Jilemnici a Rychnov nad Kněžnou do Liberce, kde byla znovuobjevena týmem erudovaných vědců a vynálezců.





20.9.2017

STŘEDA

**středa 8:30**

**Zbyněk Tonar¹, Miroslav Jiřík², Martin Bartoš³, Tereza Kubíková¹, Jana Horáková⁴, David Lukáš⁴, Tomáš Suchý⁵, Pavla Sauerová⁶
a Marie Hubálek Kalbáčová⁶**

Testovací a kalibrační obrazová data pro mikro-CT vyšetřování vláknitých a porézních materiálů

¹Ústav histologie a embryologie a Biomedicínské centrum, Lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Plzni, Plzeň.

²Laboratoř nádorové léčby a regenerace tkáně, Biomedicínské centrum, Lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Plzni, Plzeň.

³Stomatologická klinika, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Praze a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze, Praha.

⁴Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů, Fakulta textilní, Technická univerzita v Liberci, Liberec.

⁵Oddělení kompozitních a uhlíkových materiálů, ÚSMH AV ČR, v.v.i, Praha.

⁶Laboratoř studia interakcí buněk s materiálem, Biomedicínské centrum, Lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Plzni, Plzeň.

zbynek.tonar@lfp.cuni.cz

Úvod a cíle práce: Pro trojrozměrnou charakteristiku stavby tkáňových nosičů (scaffoldů) je kromě optické a elektronové mikroskopie stále více používáno výpočetní tomografie s vysokým rozlišením (mikro-CT). Softwarové vybavení mikro-CT skenerů umožňuje kvantifikovat řadu absolutních i relativních morfometrických parametrů, které popisují např. objemové složení, vnitřní povrchy, porozitu a topologii tkáňových nosičů. Některé z těchto charakteristik jsou zvláště citlivé k povaze obrazových dat vznikajících při skenování, např. ke zvolenému rozlišení, šumu, izotropii a relativní velikosti objektů, různým druhům filtrace předcházející binarizaci šedotónových obrazů apod. Při testování reprodukovatelnosti těchto postupů jsme zjistili značné rozpory zejména v metodice hodnocení povrchů vláknenných nosičů. Cílem naší práce bylo proto vyvinout program, který by s vysokou mírou přesnosti generoval obrazová data simulující mikro-CT vyšetření, avšak se známou hodnotou vybraných morfometrických parametrů tak, aby bylo možné provést citlivostní analýzu a nalézt reprodukovatelný postup kvantitativní mikro-CT analýzy.

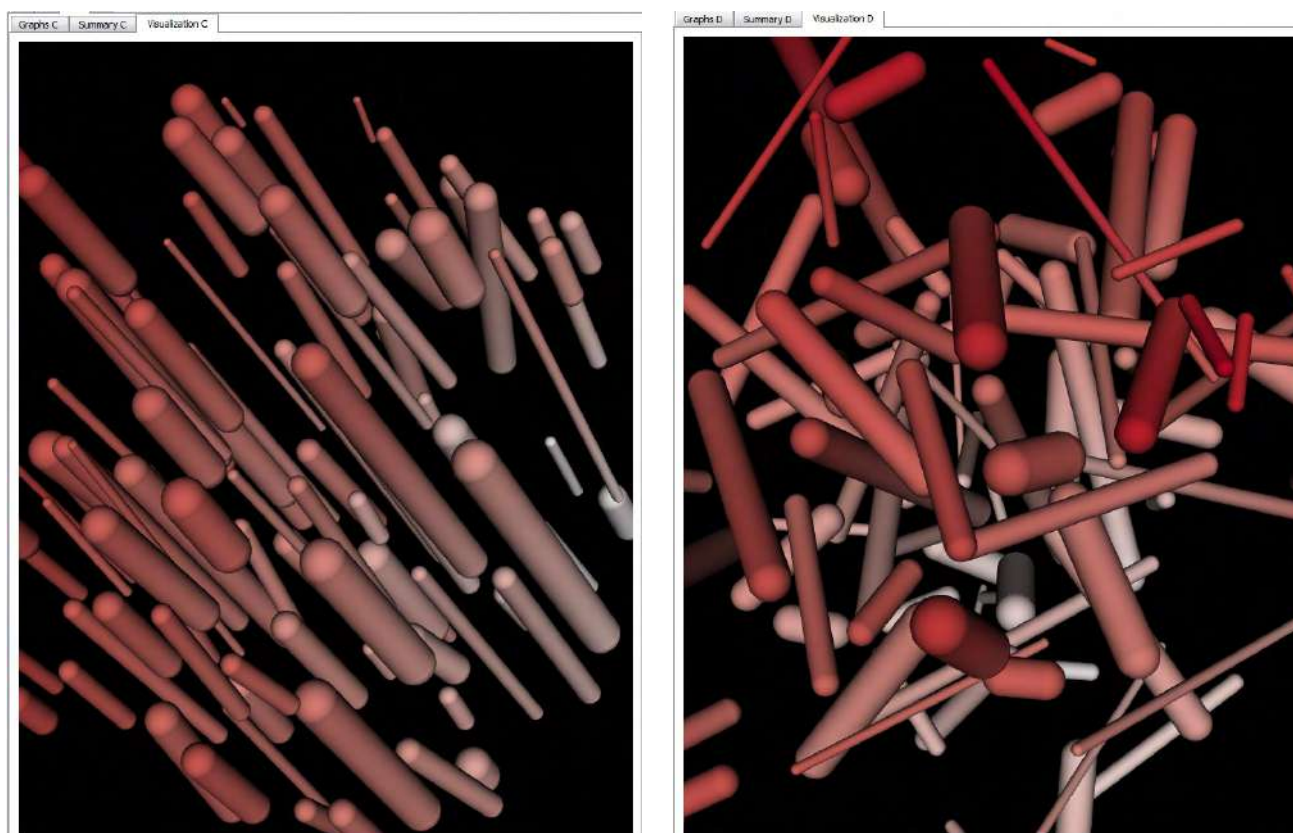
Metodika: Předlohou byly reálné materiály v podobě dvou typů tkáňových nosičů: (i) nanovláknenné textilie z polykaprolaktonových vláken a (ii) kompozitní nosiče složené z kolagenu, polylaktidových vláken a fosforečnanu vápenatého. V jazyku Python byl vyvinut software Teigen, který umožňuje generovat simulace mikro-CT vyšetření. Výsledky byly dále testovány pomocí programového vybavení skeneru SkyScan 1272 (Bruker, Belgium), pomocí 3D knihoven volně dostupného programu FiJI (Schindelin et al., 2012) a pomocí interaktivních stereologických testovacích mřížek (Jiřík et al., 2016).

Výsledky: Software umožňuje generovat vzájemně nekolidující i kolidující (větvící se) objekty tvaru vláken, válců a koulí s nastavitelným rozlišením, statisticky definovaným rozdělením poloměrů, délek vláken, a míry izotropie, s příměsí definovaného šumu a se simulací přechodu mezi vlákny a pozadím. V první fázi bylo pomocí geometrických primitiv, jejichž objemy a povrchy



jsou jednoznačně analyticky spočitatelné, otestováno několik metod pro numerické metody kvantifikace povrchů a objemů tak, aby rozdíly mezi analytickým a numerickým přístupem byly zanedbatelné. Kombinace nastavení parametrů vygenerovaných objektů lze ukládat, software umožňuje rovněž dávkové zpracování více zadaných úloh. Byla provedena citlivostní analýza na zvolené rozlišení. Výstupní obrazová data lze importovat do mikroCT i libovolného dalšího software, přičemž je u každého z objektů znám objem, povrch, délka a průměr, v případě porézních materiálů i objemový podíl porozit komunikujících s povrchem a porozit uzavřených. Tyto hodnoty jsou v případě geometrických primitiv známy přesně, v případě dalších objektů (kolidující objekty, větvičky se vlákna) jsou známy s přesností blízkou metodám analytické geometrie. Odchytky při hodnocení pomocí mikroCT se pohybují přibližně do 4-5 % u objemů a do 15 % u kvantifikace povrchů.

Závěr: Software pro kalibraci a správné nastavení mikro-CT pro hodnocení vláknitých tkáňových nosičů je volně dostupný včetně dokumentace (Teigen, 2017) a je používán ke zvýšení reprodukovatelnosti analýz. V současnosti probíhá rozsáhlé testování výsledků generátoru oproti software dodávanému výrobcem mikro-CT Bruker ke stanovení vlivu rozlišení, šumu, distribuce poloměrů a délek, míry izotropie a počtu objektů na rozdíly mezi kalibračními daty a výsledky rutinního mikroCT-vyšetření. Tato data budou využita k formulaci doporučených postupů, při jejichž dodržení lze uvedené rozdíly a chyby minimalizovat, a naopak k nalezení rizikových postupů, které mohou ohrožovat validitu obrazových dat v mikro-CT.



Obr. 1 Příklad vygenerovaných struktur tvořených nekolidujícími válci zakončenými polokoulemi. Je přesně znám objem i povrch každého objektu, rovněž i distribuce poloměrů a délek. Vlevo soubor objektů s velmi malými odchylkami od jednoho převládajícího směru (vysoká míra anizotropie), vpravo objekty s rozmanitou a náhodnou orientací (vysoká míra izotropie).



Reference

Jiřík M, Tonar Z, Králíčková A, Eberlová L, Mírka H, Kochová P, Gregor T, Hošek P, Svobodová M, Rohan E, Králíčková M, Liška V. Stereological quantification of microvessels using semiautomated evaluation of X-ray microtomography of hepatic vascular corrosion casts. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2016 Oct;11(10):1803-19.

Schindelin J, Arganda-Carreras I, Frise E, Kaynig V, Longair M, Pietzsch T, Preibisch S, Rueden C, Saalfeld S, Schmid B, Tinevez JY, White DJ, Hartenstein V, Eliceiri K, Tomancak P, Cardona A. Fiji: an open-source platform for biological-image analysis. *Nature Methods.* 2012;9(7):676-82.

Teigen – TEst Image GENerator – Přístupné na <https://mjirik.github.io/teigen/>, přístup testován 12.7.2017.

Poděkování: Projekt byl podpořen grantem AZV 15-25813A a projektem NPU LO1503 poskytovaným MŠMT.

středa 9:00 (S)

Martin Bartoš¹, Pavla Sauerová², Marie Hubálek Kalbáčová², Rastislav Ballay³, Monika Šupová⁴, Tomáš Suchý⁴ a Zbyněk Tonar⁵

**Mikro-CT hodnocení tkáňových nosičů:
příprava, hydratace a implantace**

¹Stomatologická klinika, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Praze a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze, Praha.

²Laboratoř studia interakcí buněk s materiálem, Biomedicínské centrum, Lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Plzni, Plzeň.

³1. Ortopedická klinika, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a FN Motol, Praha.

⁴Oddělení kompozitních a uhlíkových materiálů, ÚSMH AV ČR, v.v.i, Praha.

⁵Ústav histologie a embryologie a Biomedicínské centrum, Lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Plzni, Plzeň.

martin.bartos@lf1.cuni.cz

Úvod:

Cílem sdělení je stručný přehled možností využití mikrotomografie a jejího přínosu při optimalizaci procesu přípravy tkáňových nosičů určených pro kostní regeneraci a při hodnocení změn těchto materiálů v *in vitro* a *in vivo* podmínkách.

Perspektivním řešením defektů kostní tkáně různé etiologie je aplikace vhodného biomateriálu do postiženého místa s cílem podpořit novotvorbu a organizaci kostní tkáně. Výhodou tohoto postupu oproti „zlatému standardu“ (autolognímu kostnímu štěpu) je eliminace sekundárního operačního pole a zmenšení limitace objemu nahrazované tkáně. Nejčastěji jde o porézní biodegradovatelné polymerní nosiče (tzv. scaffoldy), které mají splňovat požadavky na vhodné mechanické, chemické a biologické vlastnosti a příznivou 3D strukturu, a to včetně uspořádání porosity.

Přímou 3D analýzu prostorového uspořádání scaffoldu s rozlišením na úrovni několika mikrometrů umožňuje mikrotomografie (mikro-CT). Kromě zjevných výhod této analýzy (např. nedestruktivní



postup, přímá 3D analýza, časová efektivita) je však nutné počítat i s řadou možných komplikací vyplývajících z povahy studovaných materiálů (např. nízká RTG-denzita). Běžně využívanou zobrazovací metodou při hodnocení struktury scaffoldu je skenovací elektronová mikroskopie (SEM), pomocí níž je však 3D analýza obtížně proveditelná a popis 3D struktury limitovaný.

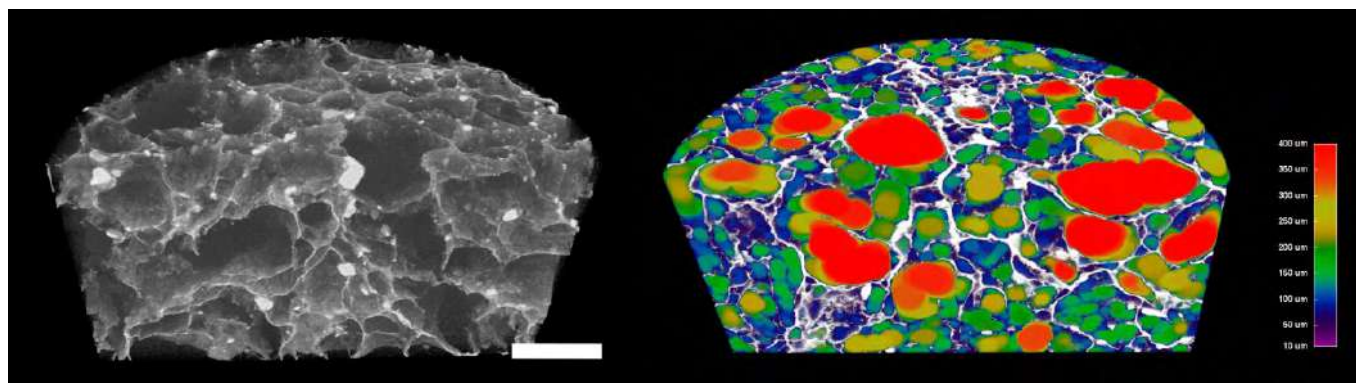
Mikro-CT bylo použito k analýze vzorků v suchém i hydratovaném stavu s cílem optimalizace procesu přípravy. Vybrané typy scaffoldů byly implantovány do uměle vytvořených kostních defektů v prasečích femurech. Pokusná zvířata byla v definovaných časových intervalech usmrcena a explantované oblasti původních defektů podrobeny mikro-CT analýze.

Metodika:

Ke skenování vzorků byl použit mikro-CT přístroj SkyScan 1272 (Bruker, Belgie). Zpracování obrazových dat bylo provedeno softwarem DataViewer, NRecon, CTVox, CTVol, CTAn (Bruker, Belgie). Vzorky scaffoldů různého složení (proměnlivé zastoupení kolagenu I, polylaktidu, hydroxyapatitu a kyseliny hyaluronové), válcového tvaru (průměr 6-8 mm, výška 5-6 mm) byly skenovány v suchém a hydratovaném stavu. Hydratace proběhla v destilované vodě, přičemž scaffold byl skenován v pravidelných časových intervalech. Před hydratací byl vzorek RTG-kontrastován (1% kyselina fosfowolframová). Tkáňové nosiče byly autologně osazeny kmenovými prasečími mesenchymálními buňkami. Vybrané materiály byly implantovány do uměle vytvořených kostních defektů ve femurech pokusných zvířat. V kostní tkáni každého pokusného zvířete byly vytvořeny celkem 4 defekty (autologní kost, prázdný defekt, tkáňový nosič, tkáňový nosič s kmenovými buňkami). Experimentální zvířata byla v definovaných časových úsecích usmrcena, oblast defektu byla vyjmuta a vzorek byl mikro-CT skenován.

Výsledky a závěr:

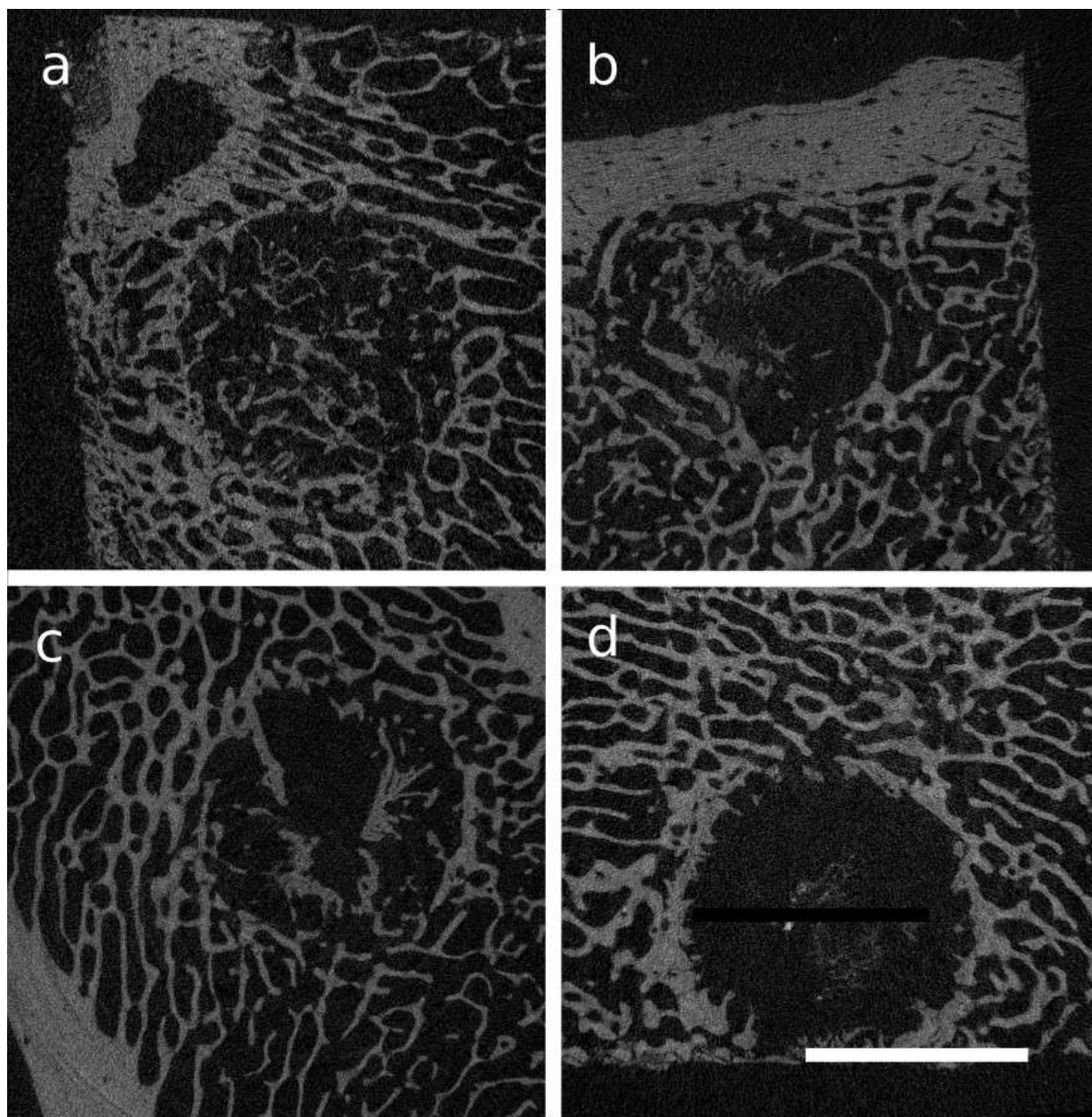
Mikro-CT je významnou metodou pro hodnocení 3D struktury tkáňových nosičů. Pro hodnocení je nejprůzračnější struktura suchých vzorků (Obr. 1). Naopak simulované biologické prostředí (hydratovaný stav) je spojeno s akcentací skenovacích obtíží (např. nižší kontrast, pohyb vzorku při skenování a nutnost redukce skenovacího času), které mohou nepříznivě ovlivnit výsledné hodnocení. Navzdory předpokladům, hydratace zkoumaných vzorků nevedla k významným změnám jejich 3D struktury. Vizualizace kmenových buněk nebyla prozatím úspěšná, nicméně bude náplní dalších práce.



Obr. 1 3D zobrazení scaffoldu v suchém stavu (a), vizualizace porozity s barevným rozlišením velikosti pórů (b), měřítko = 1 mm



Hodnocení explantovaných vzorků s implantovaným materiálem poskytuje představu o chování a degradaci materiálu v *in vivo* podmínkách a při dostatečném stupni mineralizace umožňuje i hodnocení novotvorby kostní tkáně. Předběžné výsledky z mikro-CT analýzy (Obr. 2), zatím bez provedení histologického hodnocení, však naznačují, že na materiál, který by se vyrovnal efektu autologního kostního štěpu, budeme muset ještě déle čekat.



Obr. 2 Ukázka mikro-CT explantovaných vzorků: autologní kost (a), prázdný defekt (b), aplikace tkáňového nosiče (c), aplikace tkáňového nosiče s kmenovými buňkami (d), měřítko = 5 mm

Příspěvek shrnuje některé poznatky získané při řešení projektu NV15-25813A, finančně podpořeného Agenturou pro zdravotnický výzkum MZČR. Autoři dále děkují za podporu z projektů PROGRES Q29 a "Rozvoj technologického zázemí doktorských programů; CZ.1.05/4.1.00/16.0346".

**středa 9:20**

**Jan Žídek¹, Lucy Vojtová^{1,2}, Veronika Pavliňáková¹, Jana Brtníková¹,
Josef Jančář^{1,2}, Jakub Šalplachta¹, Dominika Kalasová¹, Tomáš Zikmund¹
a Josef Kaiser¹**

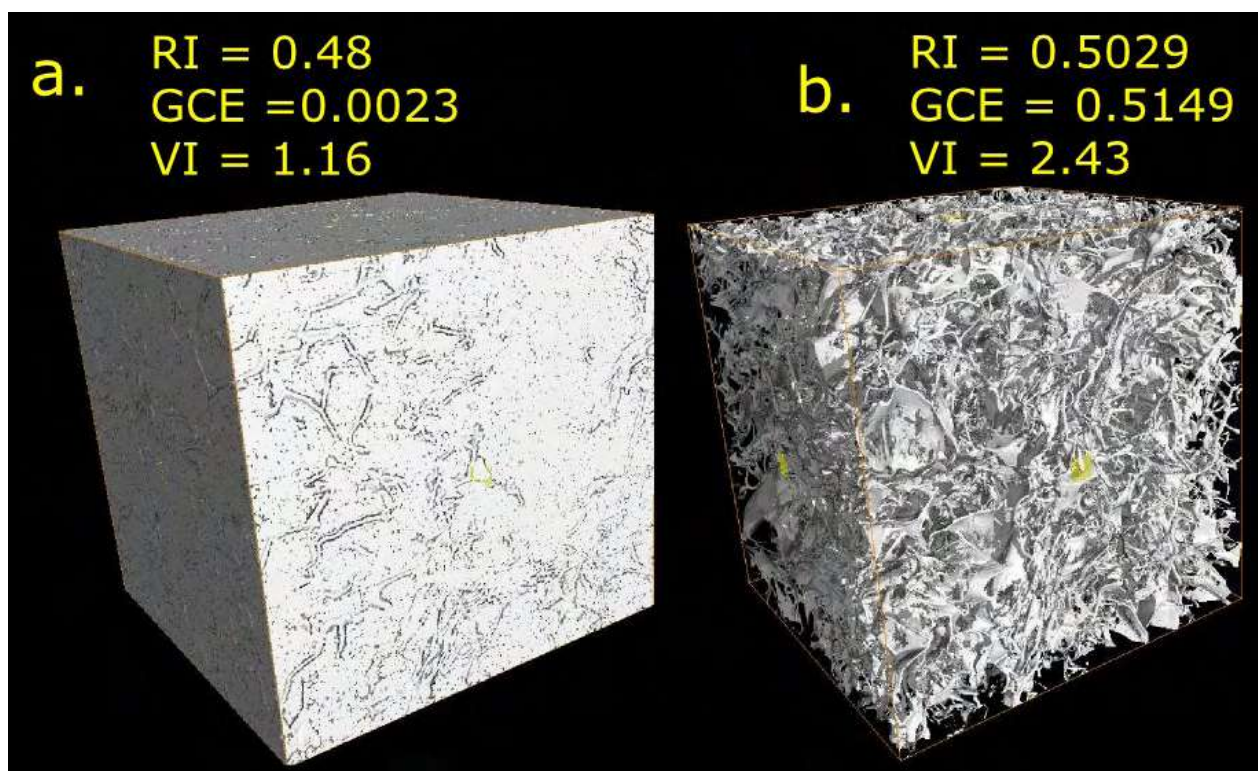
Numerické ohodnocení kvality zobrazení skafoldů naskenovaných pomocí počítačové tomografie

¹CEITEC - Středoevropský technologický institut, Vysoké učení technické v Brně, Brno.

²SCITEG, a.s., Brno.

jan.zidek@ceitec.vutbr.cz

Pomocí počítačové tomografie lze zobrazovat různé materiály pro náhrady měkkých tkání například kolagenové skafoldy. Nevýhodou tohoto zobrazení je nízký kontrast mezi signálem kolagenových skafoldů a šumem. V rekonstruovaném obrazu je možné nalézt mnoho artefaktů a některé části nemusí být viditelné. Z tohoto důvodu je nutné sledovat kvalitu této segmentace. Obecně segmentace obrazu je metoda, která detekuje objekt ve 2D nebo 3D rastrovém obrázku. V tomto případě se jedná o rozlišení skafoldu od okolního prostředí. U klasických 2D-bitmap lze běžně kvalitu segmentace ohodnotit pomocí numerických kritérií například: Global Consistency Error (GCE), Rand Index (RI) a Variation of Information (VI).



Obr. 1 Naskenované a segmentované obrazy skafoldu z počítačové tomografie; a) vizuálně špatný obraz a dobré skóre (nízké hodnoty GCE a VI), b) vizuálně dobrý obraz

Tato numerická srovnávací kritéria by bylo možné aplikovat také pro segmentaci 3D rastrového obrazu, například skenu z počítačové tomografie (CT-sken). Z pohledu matematické aplikace není mezi výpočtem kritérií u 2D bitmap a 3D rastrů žádný rozdíl. Aplikace na 3D objekty



je složitější než u klasických 2D-bitmap z jiného důvodu. Hranice referenčního objektu, se kterým porovnáváme segmentovaný obraz, neznáme přesně. U 2D bitmap můžeme určit relativně přesně hranice objektu z vizuálního zhodnocení obrázku. Z naskenovaného 3D rastru můžeme pouze vybrat jednotlivé pixely, u kterých s vysokou mírou jistoty víme, že zobrazují vzduch nebo skafold. Stejně pixely můžeme vybrat v segmentovaném obrazu a spočítat numerickou hodnotu kritérií. V první fázi byla vypočtena srovnávací kritéria GCE, RI a VI pouze z těchto vybraných pixelů. V tomto případě však aplikace kritérií selhala (vizte Obr 1). Segmentace, které měly nejlepší skóre, byly evidentně vizuálně nekvalitní.

To bylo motivací k detailní analýze, proč toto vyhodnocení kvality selhává. V první fázi byl vytvořen virtuální model CT-skenu porézního skafoldu. Virtuální model je kontinuální box materiálu definovaný v počítači, ve kterém jsou uměle vytvořeny póry, tak aby vytvářel předobraz reálného materiálu. U tohoto virtuálního modelu známe exaktně hranice pórů. Tím je jistota, že srovnávací kritéria odrážejí kvalitu zobrazení: rozdíl mezi skutečnou hranicí pórů a předpovězenou ze segmentace CT skenu. U virtuálního CT skenu je možné cíleně zhoršovat kvalitu skenovaného obrazu například snižovat kontrast, nebo přidat šum. Takto můžeme virtuální CT-sken přibližovat CT-skenům za reálných podmínek a sledovat, zda kontrola kvality segmentace stále funguje. Případně lze kontrolovat výpočet kritérií tak, aby skóre ze srovnávacích kritérií odráželo skutečnou kvalitu segmentace.

Tento výzkum byl finančně podpořen Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy ČR v rámci projektu CEITEC 2020 (LQ1601).

středa 10:10

Eduard Göpfert¹ a Martin Faldyna²

Animální modely na Výzkumném ústavu veterinárního lékařství, v.v.i.

¹Výzkumný ústav veterinárního lékařství, v.v.i., útvar experimentálních stájí, Brno.

²Výzkumný ústav veterinárního lékařství, v.v.i., oddělení imunologie, Brno.

gopfert@vri.cz

Výzkumný ústav veterinárního lékařství, v.v.i. (VÚVeL) je veřejná výzkumná organizace, jejímž zřizovatelem je Ministerstvo zemědělství ČR. VÚVeL byl zřízen v roce 1955 jako reakce na zhoršení zdravotního stavu hospodářských zvířat v důsledku kolektivizace zemědělské výroby spojené se zvyšováním počtu zvířat chovaných na jednom místě. Proto bylo primárním úkolem ústavu studium infekčních a následně produkčních onemocnění - od jejich etiologie, přes léčbu, prevenci až po jejich případnou eradikaci. Postupně - s měnícími se potřebami agrárního sektoru - se rozšiřovalo spektrum studovaných témat - genetika a reprodukce, mikrobiologické nebo chemické bezpečnost potravin. Studovaná problematika má ale významné přesahy do medicíny humánní, a to nejen z pohledu ochrany potravního řetězce člověka, ale také s využitím nejen laboratorních, ale i dalších pokusných zvířat jako modelu pro studia posouvající znalosti v oblasti medicíny lidské.

Tyto modely je možné realizovat díky akreditovanému experimentálnímu zařízení. VÚVeL disponuje akreditací, která ho opravňuje provádět experimenty na zvířatech. Z tohoto pohledu měla velký význam realizace projektu OP VaVpI - Centrum pro aplikovanou mikrobiologii



a imunologii ve veterinární medicíně - AdmireVet. Díky tomuto projektu byla rekonstruována část objektů, které k experimentálnímu zařízení patří. Důležitou součástí těchto rekonstruovaných pavilónů je vznik operačního sálu se zázemím. Díky nově vytvořeným podmínkám pro provádění experimentů na zvířatech jsme partnery v pro další subjekty v grantových výzvách (Terapie chronické parodontitidy pomocí resolinů a lipoxinů: AZV 16-28462A, Preklinické zhodnocení laterální lumbální intervertebrální dýzy hybridním biodegradabilním nanokompozitním porézním materiálem. Projekt řešen v rámci grantu AZV 17-31276A a další).

Velkou přidanou hodnotou VÚVeL je fakt, že kromě možnosti chovu a péče o laboratorní a pokusná zvířata a provádění operačních zákroků, nabízí pokročilé metody analýz odebraných biologických vzorků - od základní hematologie včetně stanovení subpopulací buněk pomocí víceparametrické průtokové cytometrie, přes klinickou biochemii, identifikaci proteinů pomocí sérologických technik nebo hmotnostní spektrometrie až po definování změn v tkáních pomocí identifikace exprese mRNA genů důležitých pro průběh zánětu nebo naopak hojení.



**středa 10:30**

**Štefan Juhás¹, Jana Juhásová¹, Jiří Klíma¹, Petra Rausová¹,
Pavla Sauerová^{3,4}, Tomáš Suchý² a Maria Hubálek-Kalbáčová^{3, 4}**

Miniaturní prase jako biomedicínský model

¹Laboratoř buněčné regenerace a plasticity, Ústav živočišné fyziologie a genetiky, AV ČR, v.v.i., Liběchov.

²Oddělení kompozitních a uhlíkových materiálů, ÚSMH AV ČR, v.v.i., Praha.

³Skupina buněčné interakce s nanomateriály, Laboratoř biochemie a buněčné biologie dědičných poruch metabolismu, Ústav dědičných metabolických poruch 1. LF UK a VFN, Praha.

⁴Laboratoř studia interakcí buněk s materiálem, Univerzita Karlova v Praze, Lékařská fakulta v Plzni, Biomedicínské centrum, Plzeň.

juhas@iapg.cas.cz

Miniaturní prasata, na rozdíl od psů a nehumánních primátů, představují v současné době akceptovatelnou ekonomickou a etickou variantu provádění biomedicínského výzkumu a tvoří jedinečný modelový organismus pro preklinický výzkum. Díky své fyziologické a anatomické příbuznosti miniprasat člověku je možné s jejich pomocí simulovat rozličné fyziologické a patologické stavy lidského organismu. V roce 2012 došlo také ke kompletizaci prasečího genomu, přičemž získaná data umožňují komparativní analýzu genetických sekvencí a vývoj potřebných nástrojů pro vytvoření a validaci cílených genetických změn v prasečím genomu. V současné době probíhá studium a charakterizace prasečí proteomový a epigenetický mapy. Tyto databáze jsou nutné pro pochopení patogeneze nemocí. Dostupnost inbredních a outbredních linií miniprasat mimo jiné rozšiřuje použití tohoto velkého zvířecího modelu. Postupné zlepšování a adaptace technologií editace genomu, strategií zacílení genů specifických pro určité buňky nebo tkáň, kmenových buněk a klonování somatických buněk umožní vytvoření specializovaných prasečích linií pro biomedicínský výzkum [1]. Centrum PIGMOD v Liběchově disponuje chovným a experimentálním stádem transgenních (Huntingtonova nemoc, Gal-/–) a netransgenních (bílá a melanomová MeLiM linie) miniprasat a moderně vybavenými laboratořemi a operačními sály pro provádění preklinických experimentů.

[1] Gutierrez K, Dicks N, Glanzner WG, Agellon LB, Bordignon V. Efficacy of the porcine species in biomedical research. *Front Genet.* 2015 Sep 16;6:293. doi: 10.3389/fgene.2015.00293

Poděkování: Projekt NV15-25813A (AZV) - Vývoj a komplexní preklinické testování nových kompozitních materiálů pro kostní chirurgii, Národní program udržitelnosti I – projekt LO1609 (MSMT) a Institucionální podpora RVO: 67985904.

**středa 10:50**

**Milan Krτίčka¹, Lenka Michlovská¹, Vladimír Nekuda¹,
Ivana Chamradová¹, Marek Zbončák¹, Jozef Kaiser² a Lucy Vojtová²**

**Příprava a zpracování prasečího femuru k *ex-vivo* biomechanickému
testování nově vyvinutého kostního lepidla.
Aneb naše první zkušenost s nezdary na každém kroku.**

¹Klinika úrazové chirurgie FN Brno

²CEITEC – Sředoevropský technologický institut VUT v Brně

mil.krticka@gmail.com

Úvod

Ruku v ruce s pokračujícím vývojem nových biomateriálů dochází i k reálnému nárůstu jejich využití na poli medicíny. Zvláště dynamický rozvoj biomateriálů v klinické praxi je patrný v chirurgických oborech zabývajících se kostní problematikou. Díky narůstajícímu množství skeletálních úrazů, tedy i zlomenin, se zvyšují nároky na vhodnou metodu jejich fixace a stejně tak i na urychlení procesu kostního hojení. Fixace zlomenin je po dlouhá desetiletí založena na principu správné repozice a následné imobilizaci buď sádrou dlahou, nebo pomocí metod klasické osteosyntézy. Biodegradabilní, porézní osteoinduktivní a konduktivní kostní adhezivum s dostatečnou fixační schopností kostních úlomků nebylo do současné doby popsáno.

Materiál a metodika:

Z hlediska zjištění vlivu vyvinutého kostního adhesiva na biomechanickou stabilitu zlomenin byly kosti testovány pomocí třibodového ohybu, axiální komprese a mikro-počítačové tomografie (mikroCT). Kosti byly rozděleny do čtyř podskupin. Podskupina A s 20 kostmi, na kterých byla vytvořena metodika tvorby arteficiální tříštivé a šikmé zlomeniny, podskupina B s 20 kostmi se zlomeninou izolovaně fixovanou nově vyvinutým biodegradabilním polymerním adhezivem, podskupina C s 5 kostmi izolovaně fixovaným konvenční dlahou a podskupina D s 15 kostmi fixovanými v kombinaci s nově vyvinutým biodegradabilním polymerním adhezivem a současně konvenční dlahou. Příprava a biomechanické testy byly prováděny na kostech z „fresh kadaverů“ za simulace fyziologických podmínek lidského organismu, tedy při 37°, 100% vlhkosti, a také bez přítomnosti specialisty na biomechanické testování, což se ukázalo být zdrojem mnoha neočekávaných komplikací.

Výsledky:

Ex-vivo experimenty byly provedeny celkem na 206 čerstvých prasečích femurech, tak aby mohly být reálně vyhodnoceny výsledky 60 kostí rozdělených do podskupin A-D. Během celého projektu jsme řešili komplikace týkající se samotné přípravy arteficiální zlomeniny, ale také hniloby kostí, plísňové ataky a minimální adheze kostního lepidla ke kosti. Nicméně postupnými kroky se podařilo dospět k vytýčenému cíli. U skupiny A byla na 20 femurech vytvořena metodika tvorby tříštivé zlomeniny pomocí třibodového ohybu a axiální komprese. Testované skupiny (B-D) vykazaly míru dostatečné adheze lepidla ke kosti, která v obou výše uvedených biomechanických testech odolávala zatížení, které bylo vyšší, než je hmotnost průměrného člověka.

**Závěr:**

Navzdory mnoha počátečním nezdarům se podařilo prokázat, že nově vyvinuté biodegradabilní polymerní kostní adhezivum vykazuje velmi dobré fixační schopnosti kostních úlomků u tříštivých diafyzárních zlomenin dlouhých kostí na experimentálním modelu. Ex-vivo experiment je nutné posunout do in-vivo testů s možností ověřit výše uvedené závěry.

Tento výzkum byl finančně podpořen švýcarským projektem AOTRAUMA (AOTEU-R-2016-064) a Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy ČR v rámci projektu CEITEC 2020 (NPUII LQ1601).

středa 11:10 (S)

Tereza Voňavková¹, Lukáš Horný¹ a Rudolf Žitný²

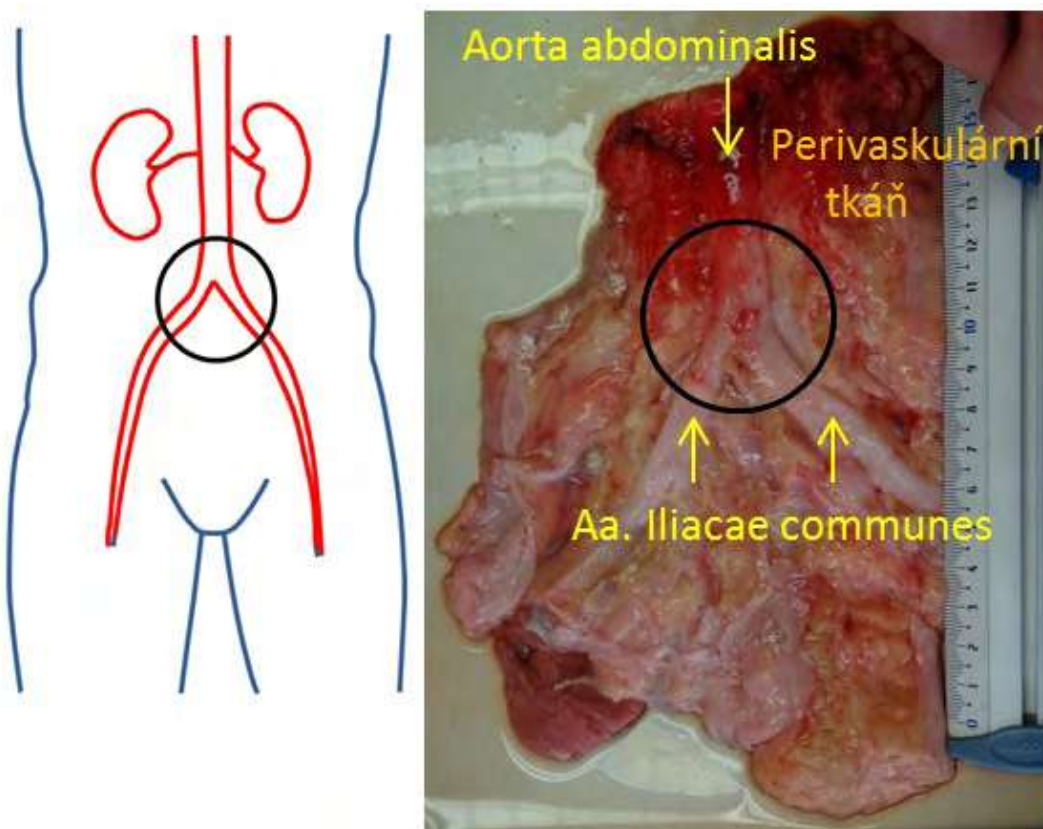
Lidská perivaskulární tuková tkáň a její vliv na inflačně-extenzní chování břišní aorty

¹ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky, Praha.

²ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav procesní a zpracovatelské techniky, Praha.

tereza.vonavkova@fs.cvut.cz

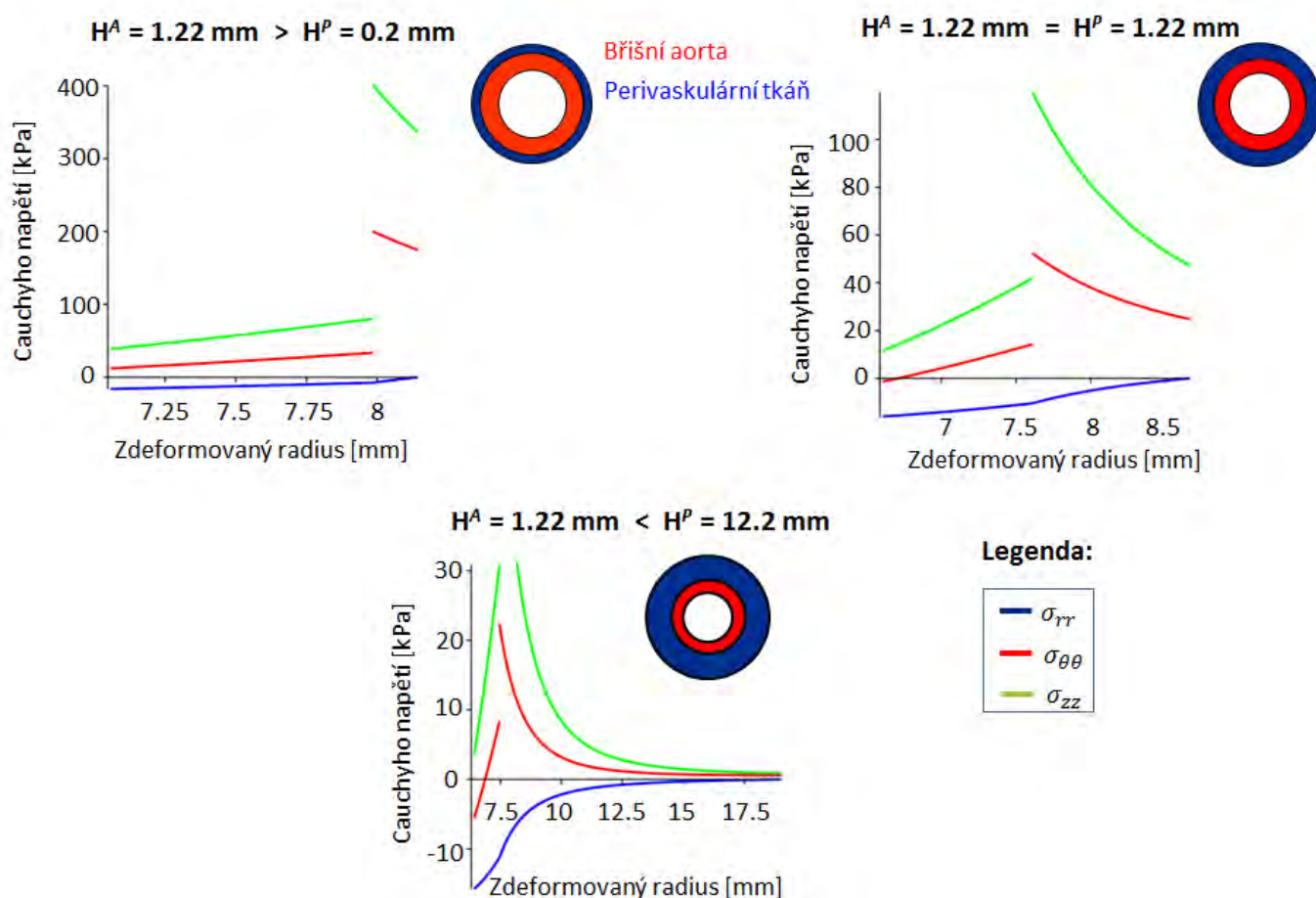
Tato studie je zaměřena na výzkum lidské perivaskulární tukové tkáně, která obklopuje břišní aortu (Obr. 1). Většina zájmu v oblasti biomechaniky měkkých tkání je soustředěna především na cévy a tuková tkáň bývá často opomíjena. Ve skutečnosti však tuková tkáň hraje velkou roli v řadě biomechanických úloh, zvláště jako okrajová podmínka.



Obr. 1 Břišní aorta s okolní tukovou tkání a pozice tepen v lidském těle.

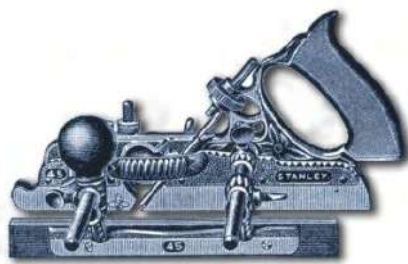


Nejprve jsme provedli jednoosé tahové zkoušky se vzorky perivaskulární tkáně, abychom zjistili její mechanické vlastnosti. Poté jsme vytvořili analytický model nestlačitelné dvojvrstvé silnostěnné uzavřené válcové trubice, abychom ukázali, že přidání tukové tkáně, coby vnější vrstvy modelu, výrazně ovlivňuje mechanickou odezvu břišní aorty. Simulovali jsme inflačně-extenzní test a sledovali rozložení Cauchyho napětí v břišní aortě a tukové tkáni (Obr. 2). Grafy na Obr. 2 odpovídají 3 tloušťkám vaziva ($H^P = 0.2 \text{ mm}$, $H^P = 1.22 \text{ mm}$, $H^P = 12.2 \text{ mm}$). Z přiložených výsledků můžeme vidět, že druhá vrstva modelu (perivaskulární tkáň) výrazně ovlivňuje průběh napětí v břišní aortě, a proto by měla být zohledňována při modelování cév.



Obr. 2 Ukázka simulace inflačně-extenzního testu na modelu dvojvrstvé trubice (břišní aorta obalená tukovou tkání). Průběh Cauchyho napětí po tloušťce stěny obou vrstev je ukázán při 3 různých tloušťkách tuku ($H^P = 0.2 \text{ mm}$, $H^P = 1.22 \text{ mm}$, $H^P = 12.2 \text{ mm}$).

Tato práce byla podpořena grantem Studentské grantové soutěže ČVUT v Praze č. OHK2-033/16.





WORKSHOP HERBERTOV

STŘEDA 20.9. | 12:30 - 19:15 | ZAHRADNÍ STAN

12:30 zahájení workshopu

12:40 představení účastníků & rozdělení týmů

13:00 návrh řešení vývoje nitroočního implantátu
týmová práce, prezentace úkolu*

16:00 analýza rizik vývoje nitroočního implantátu
týmová práce, prezentace analýzy

19:00 vyhodnocení práce týmů

19:15 závěr workshopu

* samozřejmě nezapomínáme na velkou svačinu v průběhu workshopu

Workshop je pořádán za podpory výzkumného programu
QUALITAS - Kvalitní život ve zdraví i nemoci - Strategie AV21
a ve spolupráci s biomedicínskou firmou Medicem.

QUALITAS
Kvalitní život
ve zdraví i nemoci



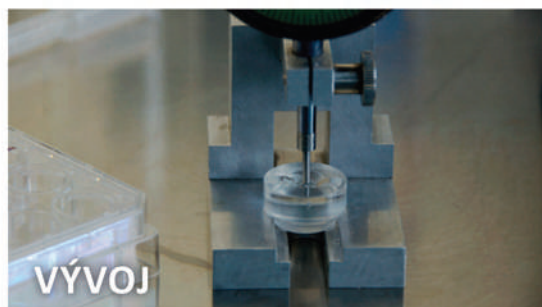
medicem



**Akademie věd
České republiky**
Strategie AV21
Spíckový výzkum ve veřejném zájmu



DO TÝMU PRŮBĚŽNĚ HLEDÁME NOVÉ KOLEGY



- Kreativní pracovníky výzkumu a vývoje především z oblasti chemie, optiky, aplikované fyziky a biomateriálů se zájmem o vytváření špičkových produktů s aplikací v medicíně
- Zodpovědné projektové manažery s technickým nebo přírodovědným vzděláním a zájmem o biomedicínu
- Pečlivé chemiky nebo chemické inženýry pro práci v zajišťování kvality
- Strojní inženýry a elektroinženýry pro vývoj a výrobu měřících nebo výrobních zařízení a přípravků pro vývoj
- Technicky nebo přírodovědně vzdělané a strategicky přemýšlející pracovníky pro práci v regulačních záležitostech
- Středoškolsky vzdělané chemiky se znalostí základních laboratorních a analytických technik pro práci ve výrobě zdravotních prostředků

MEDICEM je biomedicínská společnost se zaměřením na výzkum, vývoj, výrobu a celosvětový marketing zdravotnických prostředků na bázi hydrogelů v oblasti oftalmologie a gynekologie.

Naše produkty jsou na špičkové světové úrovni a stejní musí být i naši zaměstnanci.



MÁME ZÁJEM O EXTERNÍ SPOLUPRÁCE

Možná témata spolupráce:

- Literární rešerše a konzultace v oblasti biologických věd, např. biokompatibilita materiálů, fyziologie a patologie oka
- Návrh metodik a provedení testů na buněčných a tkáňových kulturách
- Experimentální/teoretické studium interakce laser – materiál
- Experimentální/teoretické studium fyzikálně-chemických procesů v hydrogelech, např. difúze, deformace
- Pokročilé metody charakterizace materiálů (NMR, GC-MS, HPLC-MS, GPC, holografická mikroskopie, fluorescenční spektroskopie...)

Podle tématu a rozsahu jsou možné následující formy spolupráce:

- ❖ Smluvní výzkum
- ❖ Odborné služby
- ❖ DPP/DPČ

MEDICEM je biomedicínská společnost se zaměřením na výzkum, vývoj, výrobu a celosvětový marketing zdravotnických prostředků na bázi hydrogelů v oblasti oftalmologie a gynekologie.

Abychom mohli vyvíjet špičkové produkty na světové úrovni, i naši spolupracovníci musejí být špičkou v tom, co dělají.



www.medicem.com

martina.plisova@medicem.com

**středa 13:30**

**Luděk Joska¹, Petra Jarolímová¹, Vojtěch Hybášek¹, Jaroslav Fojt¹,
Jaroslav Fenc² a Milan Sekerka²**

Implantáty s antibakteriálním nanostrukturovaným povrchem

¹Vysoká škola chemicko-technologická, Fakulta chemické technologie, Ústav kovových materiálů a korozního inženýrství, Praha.

²Beznoska, s.r.o., Kladno.

joskal@vscht.cz

Slitina titanu s hliníkem a vanadem je, v případě necementovaných implantátů, současným materiálem první volby. V roce 2012 byl v České republice poměr mezi primoimplantacemi cementovaných a necementovaných dřívků kyčelního kloubu zhruba 1:1, mírně ve prospěch implantátů cementovaných. Včasná osseointegrace necementovaných náhrad, které jsou frekventovaně aplikovány mladším pacientům, zkracuje dobu jejich rekonvalescence, návrat do aktivního života a samozřejmě snižuje celkové náklady zdravotnické péče. Přetrvávajícím problémem jsou infekty, které mohou, v kritickém případě, vést až k septickému uvolnění implantátu. V práci je diskutován vliv nanostrukturních a nanostrukturně-antibakteriálních úprav povrchu slitiny TiAlV na interakci jak s modelovými prostředími, tak v reálných *in vivo* podmínkách.

Práce proběhly v rámci řešení grantu IGA MZd č. 15-27726A.

středa 14:00

**Elena Filová¹, Marie Steinerová¹, Helena Dragounová¹, Martina
Trávníčková¹, Miroslav Jelínek², Tomáš Kocourek^{2,3}, Petr Slepíčka⁴
and Lucie Bačáková¹**

Osteogenic differentiation of mesenchymal stem cells on Ti-doped diamond-like carbon layers

¹Institute of Physiology, the Czech Academy of Sciences, Prague.

²Institute of Physics of the Czech Academy of Sciences, Prague.

³Faculty of Biomedical Engineering, Czech Technical University in Prague, Kladno.

⁴Department of Solid State Engineering, University of Chemistry and Technology Prague, Prague.

elena.filova@fgu.cas.cz

Diamond-like carbon (DLC) layers have excellent biocompatibility, but they are brittle and are prone to delamination. Doping DLC with Ti should improve the adhesion of the layer and could even improve its biological properties. We evaluated the growth and differentiation of bone marrow-derived mesenchymal stem cells into osteoblasts on DLC doped with 0, 0.9, 1.8, 2.9, 6.4, and 9.5 % Ti. The MSCs, passage 3, were seeded onto materials at the density of 5100 cells/cm².



Metabolic activity of MSCs on day 7, 14, and 22 was higher on all DLC samples compared to PS or glass. The cells were positively stained for type I collagen and osteocalcin. The highest intensity of type I collagen fluorescence was observed on DLC with 9.5% Ti on day 14. We proved the alkaline phosphatase activity and the deposition of Ca ions on the samples, which accompanies the osteogenic differentiation of MSCs. The results suggest substantial osteogenic differentiation of MSCs on Ti-doped DLC.

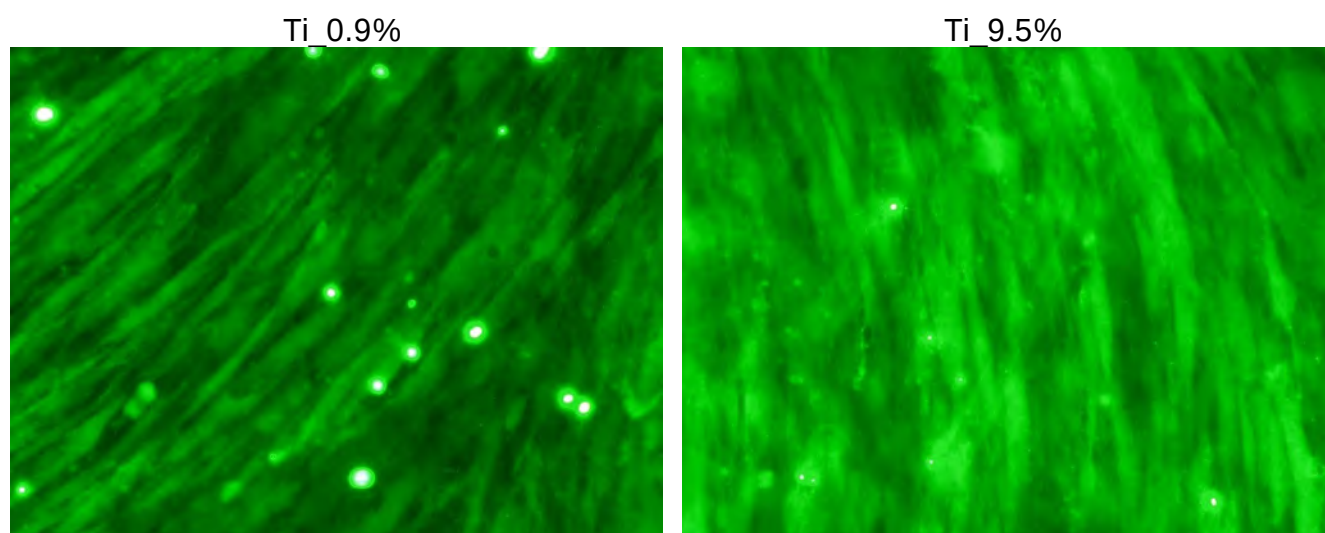


Fig. 1 Immunocytochemical staining of osteocalcin in MSCs on DLC with 0.9% Ti and 9.5% Ti on day 14, Olympus IX70 microscope, obj. 20x.

Supported by the grant Agency of the Czech Republic, project No. 15-05864S.

středa 14:20

Jaroslav **Málek**¹, František Hnilica¹, Sonia **Bartáková**², Patrik **Míka**³
a Jaroslav **Veselý**¹

Změna vlastností beta titanové slitiny v důsledku oxidace prášku

¹UJP PRAHA a.s., Praha Zbraslav.

²Fakultní nemocnice u Svaté Anny v Brně - Stomatologická klinika, Brno.

³VŠCHT v Praze, Praha.

malek@ujp.cz

V současné době se β -titanové slitiny jeví jako velmi perspektivní kovové materiály pro náhradu tvrdých tkání. Je to hlavně z důvodu jejich chemické biokompatibility a také kvůli jejich mechanickým vlastnostem. Důležitá je zejména vysoká mez pevnosti, dobrá tažnost a relativně nízký modul pružnosti. Při dlouhodobém použití implantátu je totiž výhodné, aby se modul pružnosti materiálu implantátu blížil co nejvíce modulu pružnosti kortikální kosti. Biochemická kompatibilita je zajištěna použitím výhradně biokompatibilních prvků, které působí v titanových slitinách jako beta stabilizátory (Nb, Zr, Ta, Mo, Sn). Trendem posledních let je zlepšovat užité vlastnosti těchto slitin zejména dosažením nižšího modulu pružnosti a současně zvýšení pevnosti a to při zachování dostatečné tažnosti (resp. technologických vlastností). Beta-titanové slitiny jsou tvořeny zejména fází β -Ti, která má nejnižší modul pružnosti ze všech známých Ti fází, ale její



nevýhodou je, že slitiny tvořené výhradně touto fází mají obvykle nižší mez pevnosti. Vhodnou cestou ke zvýšení pevnosti při zachování nízkého modulu pružnosti se jeví přiměřené zvýšení obsahu kyslíku ve slitině. Cílem této práce bylo připravit slitinu se zvýšeným obsahem kyslíku tak aby byla zvýšena pevnost a zachován nízký modul pružnosti. Předmětem zkoumání byla jednak slitina Ti-35Nb-6Ta připravená obloukovým tavením a pak Ti-35Nb-Zr a Ti-25Nb-4Ta-8Sn připravené práškovou metalurgií. Texty biokompatibility *in vitro* a v některých případech *in vivo* potvrdily nezávadnost všech studovaných slitin.

středa 14:40

Jaroslav **Fojt**, Luděk Joska, Vojtěch Hybášek, Eva Průchová
a Květa Stehlíková

Vliv nano a mikrotopografie povrchu na korozní odolnost biomateriálů

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Fakulta chemické technologie, Ústav kovových materiálů a korozního inženýrství, Praha.

fojtj@vscht.cz

Stav povrchu implantátu hraje při interakci s okolním prostředím důležitou roli. A to nejen z hlediska buněčné interakce, ale i z hlediska korozního chování materiálu. Kromě vlivu na obecnou interakci kov-elektrolyt může topografie povrchu ovlivnit též případnou lokalizaci korozního napadení. Různé povrchové úpravy, jako je například anodická oxidace nebo nanostrukturování, zásadně ovlivňují chování materiálu. V rámci příspěvku bude prezentován vliv souboru povrchových úprav titanových slitin a to jak běžně používaných, tak vývojových beta slitin s nízkým modulem pružnosti. Dále bude pozornost zaměřena na nerovnoměrné formy koroze, na okolnosti jejich vzniku a možnost minimalizace rizika výskytu tohoto typu napadení. Hodnocena bude korozní odolnost materiálů nejen v běžných modelech tělních tekutin, ale i v potenciálně vysoce agresivních prostředích, například s fluoridovými ionty.

Práce vznikla jako část řešení projektu "Vliv nanotopografie povrchu na bioaktivní vlastnosti titanové slitiny s nízkým modulem pružnosti" (GAČR 16-14758S).

středa 15:00

Jakub Kronek¹, Lukáš Horný¹, Ján Kužma¹, Adéla Kovaříková¹,
Tomáš Suchý^{1, 2} a Monika Šupová²

Adheze kolagenní vrstvy k implantátu – protlačovací zkoušky

¹ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky, Praha.

²Oddělení kompozitních a uhlíkových materiálů, ÚSMH AV ČR, v.v.i., Praha.

jakub.kronek@fs.cvut.cz

Uvolnění dřívku kloubní náhrady z kosti bývá stále hlavní příčinou selhávání náhrad, což si vždy vynutí po všech stránkách nepříjemnou reoperaci pacienta. Na minulém semináři jsme se věnovali otěru a otěrovým mikročásticím, jakožto hlavnímu spouštěcí mechanismu, které vedou k



odbourávání kosti a následně ke zmíněnému (aseptickému) uvolnění náhrady. Snižování otěru tedy, jednoduše řečeno, pozitivně ovlivňuje životnost dané náhrady. Nyní se na problém kontaktu implantát-kost podívejme odjinud - jak vůbec už na začátku zajistit spolehlivou osseointegraci kloubní náhrady (nebo i dentálních implantátů). Výraznou pomocí se zdá být opatření povrchu implantátu kolagenní nanovrstvou s příměsí kalcium-fosfátových nanočástic. Taková vrstva urychlí vrůstání kosti přímým přidáním „stavebního materiálu“ do místa vrůstání, navíc může nést antibiotika i jiná léčiva a usnadnit tak proces hojení. Kromě řady otázek, např. co na takový nápad říkají kostní buňky, je třeba vyřešit i několik technických problémů. Například, jak na povrchu implantátu připravit vrstvu tak, aby se při implantování do kosti tato vrstva jednoduše nesetřela a nezůstala všechna u ústí otvoru (představme si hořčici a párek v rohlíku, viz Obr. 1). Provedli jsme tedy sérii tzv. protlačovacích zkoušek, kdy byla testována právě schopnost vrstvy udržet se na titanových válcových vzorcích při protlačování otvorem v kosti-podobném materiálu. Jak se na této schopnosti (můžeme jí říkat adheze) projevily různé povrchové úpravy vzorků před nanesením vrstvy? Jaký vliv na protlačovací sílu měla velikost otvoru respektive velikost přesahu válcový vzorek – válcová díra? A co na resorbovatelné kolagenní vrstvy Jan Tleskač? Pojdme to společně zjistit.



Obr. 1 Párek v rohlíku.

Příspěvek shrnuje některé poznatky získané při řešení projektu TA04010330, finančně podpořeného Technologickou agenturou České republiky.

**středa 15:50**

Eva Filová¹, Barbora Kodedová¹, Michala Rampichová¹, Veronika Blahnová¹, Jaroslav Fojt², Karolína Vocetková¹, Věra Sovková¹, Roman Matějka³, Luděk Joska², Evžen Amler¹ a Matej Daniel⁴

Ovplyvnenie rastu a diferenciácie buniek na nanoštrukturovaných titánových materiáloch

¹Ústav experimentální medicíny AVČR, v.v.i., Praha.

²Fakulta chemické technologie VŠCHT v Praze, Praha.

³Fakulta biomedicínského inženýrství ČVUT v Praze, Kladno.

⁴Fakulta strojní ČVUT v Praze, Praha.

evafil@biomed.cas.cz

Komerčný čistý titán (cpTi) je biokompatibilný materiál, ktorý sa používa pri výrobe kostných a dentálnych implantátov. Má vhodnejšie biomechanické vlastnosti ako oceľ, napr. nižší Youngov modul pružnosti v ťahu, vysokú pevnosť v ťahu, vysokú odolnosť voči korózii, vysokú špecifickú pevnosť.

Štruktúra povrchu je zásadná pre interakcie materiálu s povrchom a pre syntézu extracelulárnej hmoty. Cieľom štúdie bolo zhodnotiť vplyv nanotrubičiek s rôznym priemerom na adhéziu, rast a diferenciáciu osteosarkómových Saos-2 buniek.

Nanotrubičky na povrchu boli pripravené anodickou oxidáciou pri napätí 10, 15, a 20V, ako kontroly boli použité nemodifikovaný cpTi a krycie sklo. Hodnotili sme bunkovú adhéziu pomocou konfokálnej a rastrovacej elektrónovej mikroskopie, ďalej metabolickú aktivitu, proliferáciu Saos-2 buniek 1., 4., 7., 10. deň. Diferenciácia bola hodnotená pomocou expresie mRNA osteokalcínu, kolagénu 1 a RunX2 a pomocou aktivity alkalické fosfatázy 1., 7., 11 resp. 10. deň. Prítomnosť kolagénu a osteokalcínu sme dokázali fluorescenčne pomocou konfokálnej mikroskopie. Výsledky boli štatisticky vyhodnotené pomocou One-way ANOVA a Student-Newman-Keuls metódou.

U 10V a 20V bola vyššia metabolická aktivita ako u cpTi 10. deň. Boli pozorované rozdiely v organizácii cytoskeletu buniek adherovaných na modifikované a nemodifikované povrchy. Proliferácia bola 1. a 4. deň vyššia na skle a plastiku ako u cpTi vzoriek. Aktivita alkalické fosfatázy bola 4. deň vyššia u skla a plastiku ako u ostatných vzoriek. U expresie RunX2 neboli pozorované rozdiely, expresia mRNA kolagénu I bola 7. deň vyššia na skle ako na cpTi vzorkách a u osteokalcínu bola vyššia u cpTi v porovnaní s 10V a 15V a 11. deň bola u 10V a skla vyššia ako u 20V. Tvorba kolagénu I a osteokalcínu bola štatisticky významne vyššia u nanoštrukturovaných cpTi, pričom najväčšie množstvo kolagénu I a osteokalcínu bolo u 20V vzoriek.

Nanoštrukturované povrchy podporovali metabolickú aktivitu a diferenciáciu Saos-2 buniek. Tvorba extracelulárnej hmoty bola najvyššia u 20V vzorkách. Nanoštrukturovaný povrch titánu sa ukazuje byť vhodný pre kostné implantáty.

Projekt bol podporený grantom GAČR č. 16-14758S.

**středa 16:10**

Přemysl Vaněk¹, Elena Buixaderas¹, Jan Drahekoupil¹, **Zdeněk Tolde²**,
Marta Vandrovcová³, Václav Nehasil⁴, Fedir Borodavka¹,
Radmila Krupková¹ and Jan Petzelt¹

Hydrothermal deposition of biocompatible ferroelectric BaTiO₃ coatings for bone implants

¹Department of Dielectrics, Institute of Physics CAS, Prague.vanek@fzu.cz

²Faculty of Mechanical Engineering, Czech Technical University, Prague.

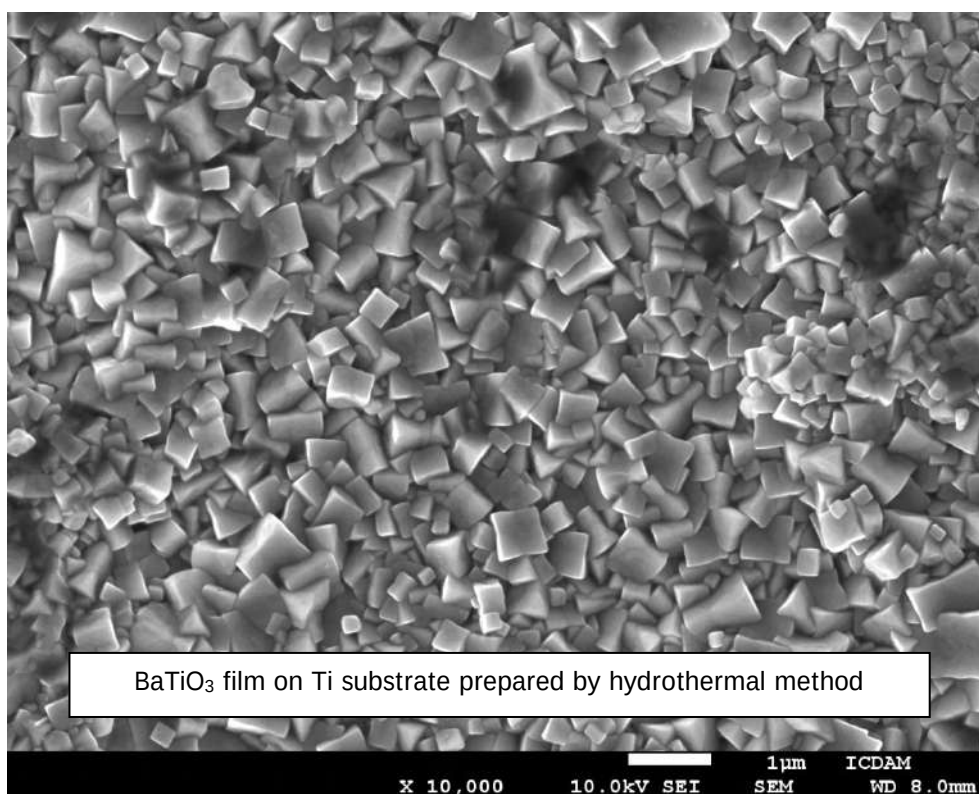
³Institute of Physiology CAS, Prague.

⁴Faculty of Mathematics and Physics, Charles University, Prague.

vanek@fzu.cz

Our paper [1] showed that surface charge due to ferroelectric polarization influences the electric double layer and diffusion layer in a liquid at the surface. We also proved that surface charge of ferroelectrics promotes bone cell growth and proliferation, but the sign of the charge does not play important role [1, 2]. Therefore coating of bone implants by electrically active ferroelectric materials could be advantageous for healing.

We tested various techniques for coating of Ti39%Nb substrates (the alloy suitable for bone implants construction) by ferroelectric BaTiO₃. Pure Ti was also used for comparison. Hydrothermal synthesis was found as a suitable one, it can be used for curved surfaces, it is relatively cheap and can be extended from laboratory preparation to a larger-scale production.





At first, the substrates were cleaned and annealed in oxygen at 500°C for 24 hr to form TiO₂ layer. BaCl₂ and NaOH were dissolved in reboiled deionized water under argon atmosphere to prevent BaCO₃ formation, potential BaCO₃ precipitates were removed by a single-use syringe filter. Formed Ba(OH)₂ reacted with TiO₂ to BaTiO₃, the hydrothermal synthesis was performed in an autoclave with a 50 ml Teflon insert at 250°C for 6 weeks. XRD detected nanocrystalline BaTiO₃ (crystallite size ~40 nm from Rietveld refinement) together with about 35% of TiO₂ and TiNb substrate. SEM also showed nano-size grains. Micro Raman spectra detected BaTiO₃ and TiO₂ (rutile), the small Raman peak near 300 cm⁻¹ of B₁ symmetry indicated the presence of tetragonal ferroelectric phase of BaTiO₃. PFM indicated random orientation of grains and electric dipoles. XPS detected nearly stoichiometric Ba:Ti ratio in the surface layer. Bone cell growth was enhanced on BaTiO₃/Ti39%Nb surfaces. Detailed biologic experiments are in progress.

References

- [1] P. Vaněk, Z. Kolská, T. Luxbacher, J.A.L. García, M. Lehocký, M. Vandrovcová, L. Bačáková, and J. Petzelt, "Electrical activity of ferroelectric biomaterials and its effects on the adhesion, growth and enzymatic activity of human osteoblast-like cells", J. Phys. D: Appl. Phys., 49, pp.175403(1)-175403(12), (2016)
- [2] M. Vandrovcová, L. Bačáková, P. Vaněk and J. Petzelt, "Adhesion, growth and osteogenic differentiation of human bone marrow mesenchymal stem cells on positively and negatively charged and uncharged ferroelectric crystal surfaces", Engineering of Biomaterials, 135, pp. 2-7, (2016)

středa 16:30

Jan **Mikšovský**^{1,2}, Miroslav **Jelínek**^{1,2}, Petr **Písařík**^{1,2}, **Tomáš** Kocourek^{1,2},
Jan Remsa^{2,3}, Karel Jurek² a Josef Zemek²

Vliv iontového bombardování na mechanické chování vrstev DLC a DLC/Ti připravených hybridní laserovou technologií

¹České vysoké učení technické v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství, Katedra přírodovědných oborů, Kladno.

²Fyzikální ústav AV ČR, Praha.

³České vysoké učení technické v Praze, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Katedra fyzikální elektroniky, Praha.

jan.miksovsky@fbmi.cvut.cz

V rámci pokračujícího výzkumu vrstev diamantu podobného uhlíku připravovaných pomocí hybridní laserové technologie, jsme se zaměřili na modifikaci pomocí iontového bombardování. Na dřívější publikované práce skupiny prof. Jelínka, které se věnovaly bombardování ionty různých prvků jsme navázali testy s ionty dusíku N⁺ a v případě vrstev dopovaných titanem také na ionty Ar⁺. Testovali jsme nižší energie iontů, které se podle různých autorů zdají zajímavější s ohledem na růst poměru sp³/sp² vazeb. Testované energie iontů byly 0; 30; 40; 50 a 70 eV. Pro přípravu vrstev DLC bylo použito kombinace pulsní laserové depozice - PLD (excimerový laser, KrF, λ = 248 nm, hustota energie laseru byla 10 J/cm²) s iontovým zdrojem (proud výboje 0,15 A). Byly otestovány dvě vzdálenosti iontového děla od vzorku (130 a 260) mm a tři různé celkové



tlaky v komoře 0,15; 0,25 a 0,4 Pa. Pro vytvoření vrstev DLC/Ti bylo použito hybridní technologie založené na kombinaci PLD s magnetronovým naprašováním. Výkon magnetronu byl 40 W nebo 100 W. Dosažené koncentrace titanu ve vrstvách byly 1 až 3 at.%. Podkladovým materiálem byl křemík Si(111) a titanová slitina pro implantáty Ti6Al4V. Dosažené výsledky jsou srovnány s dřívějšími čistými vrstvami DLC, vrstvami bombardovanými jinými ionty, Ti/DLC vrstvami a základním materiálem Ti6Al4V. Vzorky vrstev byly podrobeny analýzám složení a vazeb WDX, XPS. Byla studována morfologie povrchu mechanickou profilometrií a pomocí mikroskopie atomárních sil. Hlavní zaměření bylo na sledování změn v mechanických vlastnostech a to adhezi, opotřebení a tření vrstev. Dále byla otestována smáčivost povrchu pro různé kapaliny a vyhodnocena volná povrchová energie.

středa 16:50

**Petra Jarolímová, Eva Průchová, Vojtěch Hybášek, Jaroslav Fojt
a Luděk Joska**

Interakce slitin titanu s modely tělního prostředí

Vysoká škola chemicko-technologická, Fakulta chemické technologie, Ústav kovových materiálů a korozního inženýrství, Praha.

jarolime@vscht.cz

Titanové slitiny patří v současné době mezi nejpoužívanější kovové biomateriály, přednostmi jsou zejména nízká měrná hmotnost, vysoká pevnost, relativně nízký modul pružnosti, skvělá korozní odolnost a schopnost osseointegrace. Slitiny titanu jsou v principu klasifikovány jako bioinertní, vhodnými úpravami lze dosáhnout bioaktivity, jednou z možných úprav je vytvoření uspořádané tubulární nanostruktury. Bioaktivita materiálů je studována v celé řadě roztoků modelujících tělní prostředí. Standardizovanou metodou je expozice v simulované tělní tekutině s následným určením stavu povrchu.

Cílem práce bylo studium interakce vybraných slitin titanu se simulovanou tělní tekutinou a minimálním esenciálním mediem a porovnání obou metodik. Jako referenční prostředí byl použit fyziologický roztok, referenčním bioinertním materiálem byl povlak DLC. Porovnávány byly vzorky s hladkým a nanostrukturovaným povrchem.

Během expozic ve fyziologickém roztoku došlo pouze k ustavení stacionárního stavu na fázovém rozhraní vzorek - elektrolyt, žádná další interakce, např. korozní, se neprojevila. Měření v minimálním esenciálním mediu prokázala pozitivní vliv nanostruktur. Na těchto vzorcích, na rozdíl od vzorků s hladkým povrchem, docházelo k precipitaci sloučenin obsahujících vápník a fosfor. Největší rozdíly mezi studovanými materiály byly pozorovány při expozicích v simulované tělní tekutině. V tomto případě došlo jak k uplatnění vlivu přítomnosti nanostruktury, tak i k projevu vlivu krystalografické struktury slitin titanu na precipitaci vrstvy na fázovém rozhraní materiál-elektrolyt. Navazující studie se zabývá hodnocením kinetiky uvolňování antibakteriálních komponent fixovaných v nanostruktuře do výše uvedených prostředí.

Práce proběhly v rámci řešení grantu IGA MZd č. 15-27726A.

**středa 17:10****Aleš Kotas****Logistika trochu jinak aneb jak se správně přepravuje**

World Courier Czech Republic s.r.o.

akotas@worldcourier.cz

WORLD COURIER je globální specialista v poskytování speciální přepravy pro farmaceutický a biologický průmysl. Přepravujeme citlivé zásilky v různých teplotních režimech s monitoringem teploty.

- Přeprava zásilek v rámci klinických studií
- Specialisté na GMO zásilky (laboratorní myši)
- Povolení SÚKL k distribuci tkání a buněk
- Vlastní kvalifikovaný obalový materiál / teplotní monitoring
- Speciální požadavky export & import / povolení / licence / celní odbavení
- Pozemní přeprava World Courier Ground

středa 17:30**Jiří George Křížek a Hana Eliška Křížek****Nové přístupy v metodě měření XPS**

Vacuum Systems Ltd.

krizek@vacsys.co.uk

Jelikož současná technická úroveň komerčně dodávaných XPS zařízení dle našeho názoru plně nereflektuje extrémně rychlý technologický vývoj posledního desetiletí, zabývá se společnost Vacuum Systems Ltd. posunováním hranic těchto zařízení, a propojováním jednotlivých analyzačních technik do jednoho kompaktního zařízení. Lze očekávat, že požadavky výzkumných pracovníků nejen na samotnou přesnost a citlivost těchto zařízení, ale i na komplexnost získaných informací, budou neustále narůstat. Jelikož analýza složení materiálu XPS systémy tvoří samotnou kostru materiálového výzkumu a vývoje, věříme, že se může Česká republika posunout na samotnou špičku tohoto oboru.

Společnost Vacuum System Ltd. navrhuje a vyrábí nejmodernější spektrometry a mikroskopy XPS / XPEEM, včetně elektronové optiky zlepšující klíčové analytické parametry systému pro spektroskopii a mikroskopii. Zpřesňujeme systém detekce částic pracující ve spektroskopickém a zobrazovacím režimu s podporou vlastních vysoce přesných napájecích zdrojů a zesilovačů. Náš software s intuitivním a flexibilním uživatelským rozhraním a standardizovaným přenosem je integrovatelný do většiny stávajících komerčních systémů.

Unikátní design stanice XPS / XPEEM je konstruován s ohledem na plánované budoucí spojení s experimenty prováděnými v přípravné komoře, což umožňuje okamžitou charakterizaci materiálu. Stanice je stavěna tak, aby umožňovala charakterizaci nových materiálů v tuhém stavu, biologických a lékařských vzorků, otevřela nové možnosti výzkumu a vývoje, pokryla maximální okruh stávajících aplikací, umožňovala kontrolu kvality či pronikla do netradičních oborů, jako forenzní analýza či virologie.



Díky všem inovacím popsaným výše se tak z našeho instrumentu stává široce zaměřený analytický přístroj, který nalézá uplatnění v oborech, ve kterých to donedávna bylo téměř nemyslitelné. V současné době lze tento inovativní XPS použít ve většině technologicko-výrobních firmách k analýze moderních technologických procesů. Z těchto důvodů se zaměřujeme taktéž na poskytování služeb v oblasti technologického auditu těchto procesů, neboť investiční nároky pořízení nejmodernějšího zařízení by byly pro jednotlivé společnosti neadekvátní.

Naše zakázková laboratoř poskytuje našim partnerům kompletní přístrojové a vědomostní zázemí a umožňuje jim nastoupit cestu analýzy nových výrobních postupů či závad za pomoci té nejmodernější techniky. Vyvinuli jsme metodiku analýzy vodních nečistot zcela novým způsobem, disponujeme velikou zkušeností v XPS analýze chemicky agresivních materiálů. Poskytujeme XPS analýzy velkých vzorků <100mm a obrazy detailů v micro- a submicro-scale.

Účelem naší účasti na semináři Biomateriály a jejich povrchy je navázat spolupráci s uživateli XPS ve stálém zdokonalování uživatelského potenciálu.

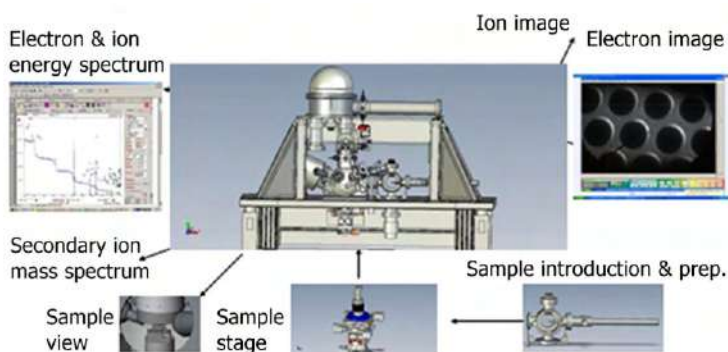
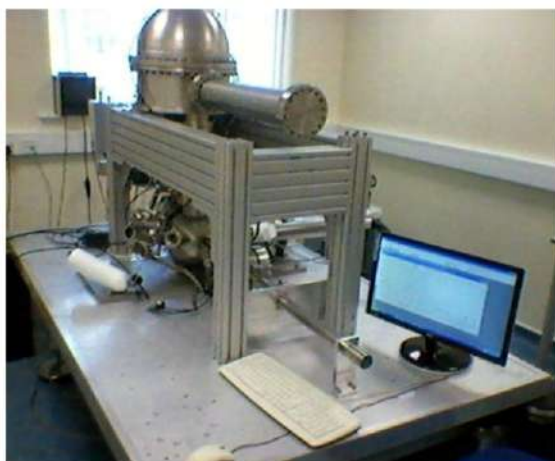


Vacuum Systems Ltd.

11, Lexden Lodge Ind. Est
Crowborough
East Sussex, TN62NQ
Drs Jiri & Hana Krizkovi
krizek@vacsys.co.uk
www.vacsys.com.uk

Průmyslové sektory:

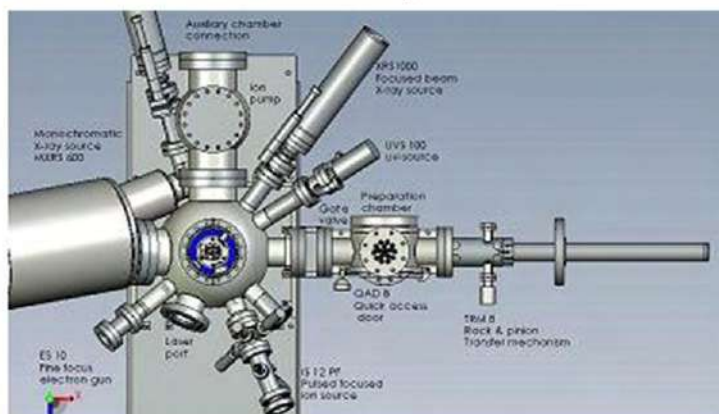
- Instrumentace
- Detektory a analytické systémy
- Ovládání, měření a regulace
- Výpočetní technika (hardware a software)



The most comprehensive chemical microscopy under development with resolution 200nm for iXPS 50nm for XPEEM

XPEEM SIMS

Multi-method operation



- X-ray photoemission spectrum (XPS)
- Focused & mono-chromated X-ray
- Ion surface scattering spectrum (ISS)
- Chemical bond maps (iXPS)
- Low energy electron microscopy (LEEM)
- UV-photoemission electron microscopy (PEEM)
- Secondary ion mass spectrometry (SIMS)
- SIMS microscopy (SIMS_M)
- Provision for laser assisted PEEM, SIMS, SIMS_M
- Provision for powder samples



World Courier®

AmerisourceBergen

World Courier je největším a nejzkušenějším poskytovatelem speciální logistiky na světě. Celosvětově disponuje vlastní sítí 152 kanceláří certifikovaných ISO 9001 a ISO 14001 ve více než 50 zemích, včetně 13 skladovacích prostor které jsou v souladu s GMP investigativních léčiv.

V souladu s pravidly GxP v rámci celé sítě, splňuje World Courier ty nejnáročnější průmyslové a regulační požadavky pro přepravu biologických a farmaceutických zásilek v různých teplotních režimech včetně monitorování teploty. Naše společnost se kontinuálně řídí pravidly GxP, a to i v rámci celé své globální organizační struktury, což se týká přepravy a skladování nejen léků k výzkumným účelům, ale i biologických vzorků a dalších materiálů pro potřeby globálních klinických studií i mimo tyto studie.

GDP jasně popisuje správné postupy distribuce biofarmaceutických produktů určených pro použití lidmi a zároveň vymezuje způsob přepravy těchto produktů od výrobce (nebo z jiného bodu) ke konečnému uživateli (popřípadě do jiného bodu v přepravním řetězci).

The Art of Technical Surgery

ProSpon Kladno: vývoj a výroba nástrojů a implantátů pro ortopedii, chirurgii a traumatologii



Ortopedické náhrady kloubů - Koleno, Kyčel, Rameno, Halux

Onkologické implantáty - Individuální náhrady všech kloubů i částí kostí

Zevní fixátory - UNI-FIX, PH-FIX, MP-FIX, HYBRID

Páteční fixátory TL

Implantáty a nástroje pro ACL



Modulární systém úplné kolenní
náhrady ProSpon „Vektor“

Vývoj a výroba:

ProSpon, spol. s r.o., Jiřího Voskovce 3206, 272 01 Kladno, ČR
T +420 312 247 763, F: +420 312 248 927
prospon@prospon.cz, www.prospon.cz

Distribuce ČR:

Medin, a.s., Vlachovická 619, 59231 Nové Město na Moravě, ČR
T +420 566 684 111, F +420 566 684 384
prodej@medin.cz, www.medin.cz





21.9.2017

CTVRTEK

**čtvrtek 8:30****Vladimír Šída a Daniel Šída****Použití HIGH-TECH keramiky pro stomatologii a metoda jejího 3D tisku**

Technická Universita v Liberci, Ústav pro nanomateriály, pokročilé technologie a inovace, Liberec.

vladimir.sida@tul.cz

Biomateriály se od ostatních materiálů liší hlavně svou biokompatibilitou s měkkými i tvrdými tkáněmi těla. Podle jeho reakcí zařazujeme tyto materiály do skupin, jako jsou biotolerantní, bioinertní a bioaktivní. Většina keramik, zvláště tzv. HIGH-TECH patří mezi bioinertní materiály. Ve stomatologii je keramika používána zejména pro korunkové či můstkové náhrady ať ve spojení s kovovými pilíři nebo se zbytkovými pahýly přirozených zubních kořenů. Úspěšná náhrada musí vyhovovat vysoce individuálním potřebám pacientů. Toto lze zajistit nejlépe již klasickou technologií 3D frézování podle individuálně zhotovených CAM dat. Jako levnější konkurencí se k této technologii jeví tzv. 3D tisk keramiky metodou FDM (fused deposition modeling). Hlavní výhodou jsou podstatně menší investiční náklady do procesu tvorby polotovarů. Výsledky fyzikálně mechanických zkoušek potvrzují plnou srovnatelnost s klasickou technologií a vyhovují normě ISO 6872.

čtvrtek 9:00**Pavel Šimek****Požadavky na výchozí materiály biologického původu pro výrobu léčivých přípravků a zdravotnických prostředků pro klinické hodnocení**

Státní ústav pro kontrolu léčiv, Oddělení posuzování farmaceutické dokumentace biologických a biotechnologických přípravků včetně klinického hodnocení, Praha.

pavel.simek@sukl.cz

Před uvedením léčivého přípravku (LP) na trh musí být účinnost, kvalita a bezpečnost přípravku prokázána v rámci klinického hodnocení. Klinické hodnocení LP je systematické testování na pacientech či na zdravých dobrovolnících. Podobně též klinické hodnocení zdravotnického prostředku (ZP) se provádí za účelem prokázání jeho bezpečnosti a účinnosti. Klinickým hodnocením ZP se rozumí proces kritického vyhodnocení klinických údajů, které byly získány prostřednictvím jedné nebo více klinických zkoušek. Povolování a průběh klinického hodnocení LP a klinických zkoušek ZP v České republice reguluje Státní ústav pro kontrolu léčiv. V počátečních fázích vývoje LP a ZP by měly být kriticky zhodnoceny údaje dostupné k výchozím materiálům použitým ve výrobě. V případě inovativních materiálů nebo netradičních biologických surovin bývá obtížné určit, jaký rozsah analytických dat je dostatečný pro jejich charakterizaci. Konzultace s regulační autoritou může být v počáteční fázi vývoje oporou. Biologické materiály by měly být obecně považovány za kritické suroviny pro výrobu a vzhledem k jejich komplexnímu charakteru mohou vyžadovat detailnější charakterizaci a širší rozsah analytických dat. Výjimečný důraz by však měl být kladen na prokázání bezpečnosti použití biologických výchozích materiálů, a to zejména s ohledem na virovou a mikrobiální bezpečnost, případný obsah toxických látek a minimalizaci rizika přenosu transmisivních spongiformních encefalopatií.

**čtvrtek 9:20 (S)****Katarína Mendová a Matej Daniel****Tvorba lipozómov mikrofluidným zariadením**

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky, Praha.

katarina.mendova@fs.cvut.cz

Cieľom výskumu je navrhnúť spôsob výroby umelých buniek (lipozómov) na báze viskózného jadra uzavretého vo fosfolipidovej dvojvrstve. Výroba umelých buniek mikrofluidným zariadením slúži, ako referencia pre mechanické testovanie.

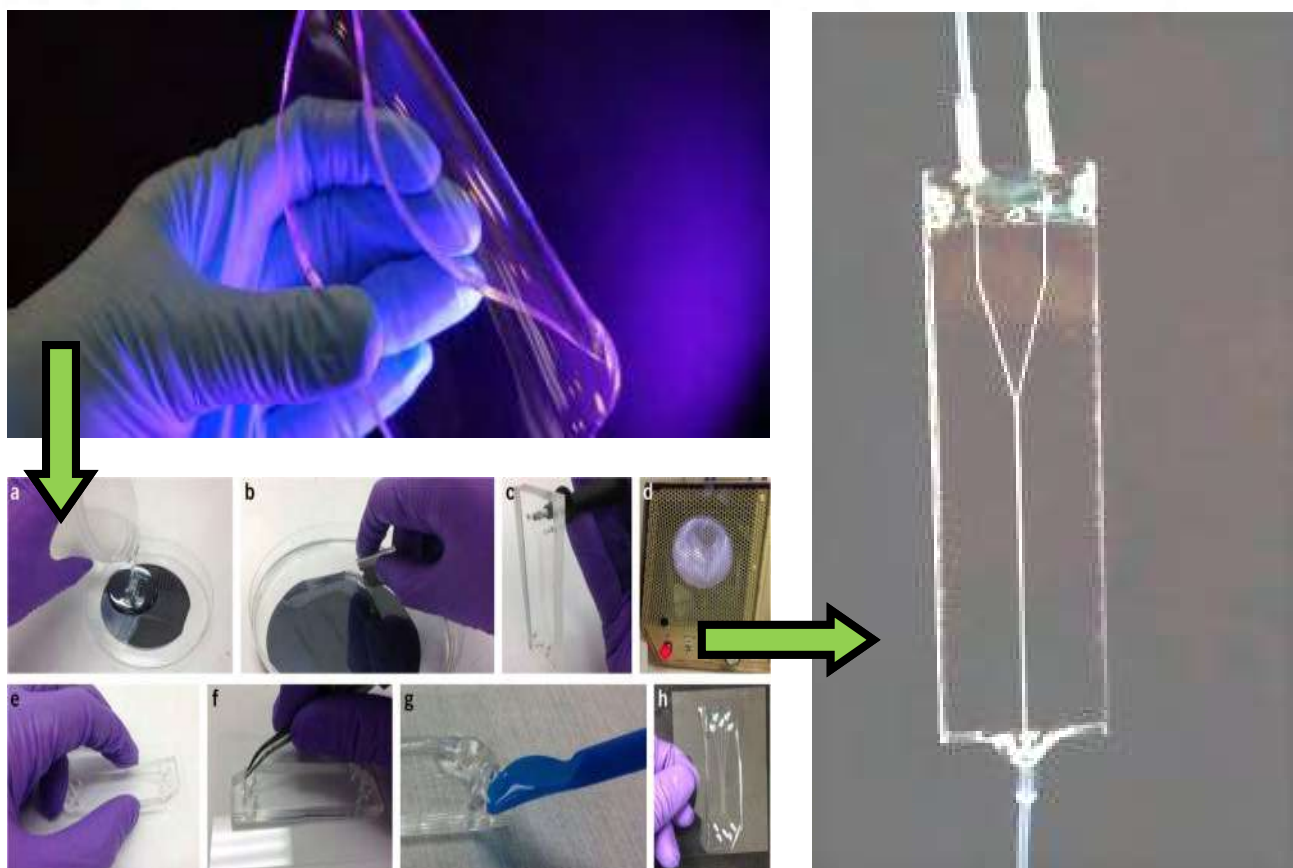
Lipozómy predstavujú guľové mechúriky veľmi malých rozmerov tvorených lipidovou (tukovou) dvojvrstvou zloženou predovšetkým z cholesterolu a fosfolipidov ¹.

Mikrofluidné zariadenie je zariadenie s mikrometrickými rozmermi určené k detekcii komponentov v tekutinách a rovnako slúžiace k manipulácii a spracovávaní tekutín. Medzi najčastejšie materiály používané na výrobu mikrofluidných zariadení zaradíme **polyméry**. Ide o makromolekulové látky pozostávajúce z veľkého počtu opakujúcich sa identických skupín atómov (štruktúrnych jednotiek) nazývaných monoméry. Najčastejšie používaným polymérom v mikrofluidike je:

- PDMS - Polydimethylsiloxan (silikón) je optický, číry, netoxický a nehorľavý materiál. Najrozšírenejší kremík na báze organického polyméru zvlášť známy pre svoje nezvyčajné reologické vlastnosti. Vďaka svojej elasticite umožňuje PDMS inštaláciu púmp, kanálikov a ďalších zariadení nevyhnutných k pohybu kvapaliny v mikrofluidnom zariadení. Hlavnou nevýhodou PDMS je jeho hydrofóbny povrch (odpodzujúci tekutinu) zapríčiňujúci adsorpciu proteínov vedúcu k skresľovaniu a znehodnocovaniu výsledkov. Cieľom povrchových modifikácií je vytvoriť povrch hydrofilný (nasávajúci tekutinu).

Mikrofluidné zariadenie z PDMS sa najčastejšie vyrába metódou soft lithography, ktorá predstavuje tvorbu elastických odliatkov z pevnej hmoty. Proces začína tvorbou pevnej kremíkovej hmoty, v ktorej sa vytvára negatív budúcich mikrofluidných štruktúr. Viskózna zmes sa spolu so sieťovacím činidlom nalieva na povrch formy, kde tuhne až pokiaľ nevytvorí flexibilnú vrstvu. Vrstva vytvrzeného PDMS sa z povrchu kremíkovej formy odlupuje, prichytáva k ďalšiemu PDMS odliatku, kedy dohádza k aplikácii vnútorných kanálikov ².

Praktickú časť výskumu tvorí tvorba lipozómov, ktorá spočíva v aplikácii dvoch chemických roztokov (fosfolipidov v etanole a NaCl) prostredníctvom injekčných striekačiek a púmp do mikrofluidného zariadenia a ich vzájomnom zmiešaní a vytváraní lipozómov v centrálnom kanáliku.



Obr.1 Výroba mikrofluidného zariadenia

Dôvod výskumu spočíva v testovaní mechanických vlastností buniek zohrávajúcich kľúčovú úlohu v schopnosti odolávať mechanickému napätiu pri plnení ich fyziologických funkcií. Významný pokrok sa dosiahol v oblasti mechanického testovania buniek. Popri tradičných metódach, ako je napr. kompresný test, umožňujú moderné metódy, ako AFM/nanoindentácia testovať živé bunky rôznych fenotypov.



Obr.2 Tvorba lipozómov

[1] Lipozómy [cit.2017-7-15]. Dostupné na internete: <http://referaty.atlas.sk/prirodne-vedy/chemia/6143/?page=6>

[2] ČERNÍK, M.: Návrh a optimalizace mikrofluidního čipu pro studium chování buněk za průtokových podmínek (Bakalárska práca), Brno 2016, s. 4, [cit.2017-7-15]. Dostupné na internete: https://is.muni.cz/th/423581/prif_b/BP_Cernik_Marek.pdf

**čtvrtek 9:40 (S)****Petra Hájková a Aleš Jíra****Ověření chování zubní skloviny pro určení lomové houževnatosti**

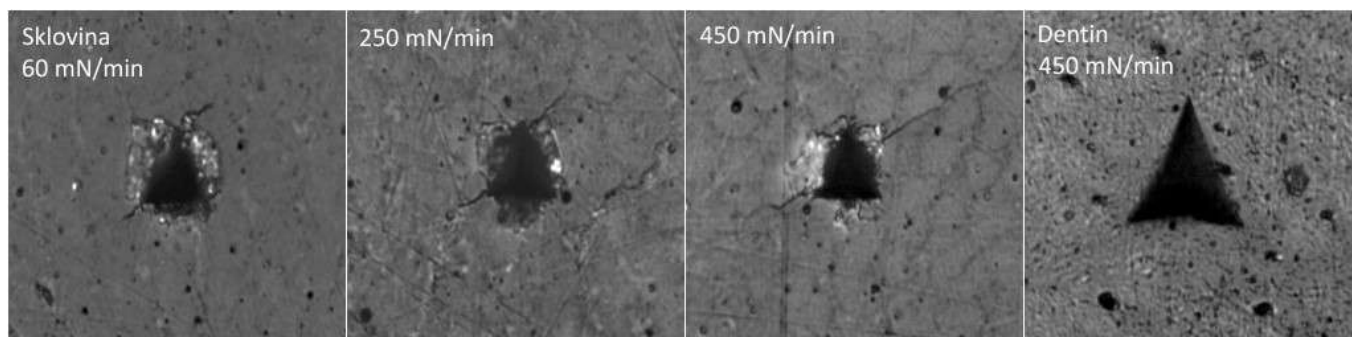
České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Katedra mechaniky, Praha.

petra.hajkova@fsv.cvut.cz

Sklovina, stejně jako dentin či dřevný kanál, je nedílnou součástí zubu. Každá z těchto částí má svoji funkci, již odpovídají mechanické vlastnosti. Sklovina chrání vnitřní část zubu a je při žvýkání nejvíce namáhána, proto vykazuje nejvyšší tvrdost. S vysokou tvrdostí je však obvykle spojena křehkost. Důležitou charakteristikou vyjadřující odolnost proti křehkému porušení je právě lomová houževnatost.

Problém určení lomové houževnatosti skloviny spočívá v malých rozměrech vzorku, které neumožňují užití běžných metod. Proto začala být hojně využívána metoda indentace. Ta kromě možnosti určení lomové houževnatosti umožňuje zjištění dalších parametrů skloviny, například tvrdosti či Youngova modulu pružnosti. Nejčastěji využívanou metodou pro určení lomové houževnatosti skloviny je Vickers indentation fracture (VIF) test. VIF umožňuje přímé určení základní statické lomové houževnatosti (K_{IC}) na základě délky trhliny vzniklé při indentaci a působícího zatížení. V posledních letech však bývá tato metoda často kritizována kvůli nespolehlivým výsledkům.

Cílem této studie je ověření předpokládaného chování zubní skloviny a stanovení parametrů nezbytných pro určení lomové houževnatosti skloviny metodou založenou na disipaci energie s využitím nanoindentace. Tato metoda by mohla odstranit některé nežádoucí aspekty, které jsou kritizovány při užití metody VIF. Další výhodou je využití nanoindentace namísto indentace, neboť nanoindentace umožňuje zatěžovat vzorek menšími silami, tudíž zkoumat jednotlivé části a trendy ve sklovině podrobněji. Během studie byly pozorovány především změny tvrdosti (H_{IT}) a redukovaného modulu pružnosti (E_r) v souvislosti s tvorbou trhlin a jejich šířením. Dalším bodem bylo vyhodnocení vlivu rychlosti zatěžování/odtěžování na rozvoj trhlin (Obr. 1).



Obr. 1 Snímek indentů, které vznikly během zatěžování maximální silou 150 mN. Rychlost indentace během zatěžování/odtěžování byla 60, 250 a 450 mN/min. Ve sklovině byly zřetelné trhliny. Pro porovnání byl čtvrtý indent umístěn v dentinu, kde žádné trhliny nebyly rozpoznány.

Tato studie je podpořena Fakultou stavební, Českého vysokého učení technického v Praze (SGS projekt No. SGS17/168/OHK1/3T/11).

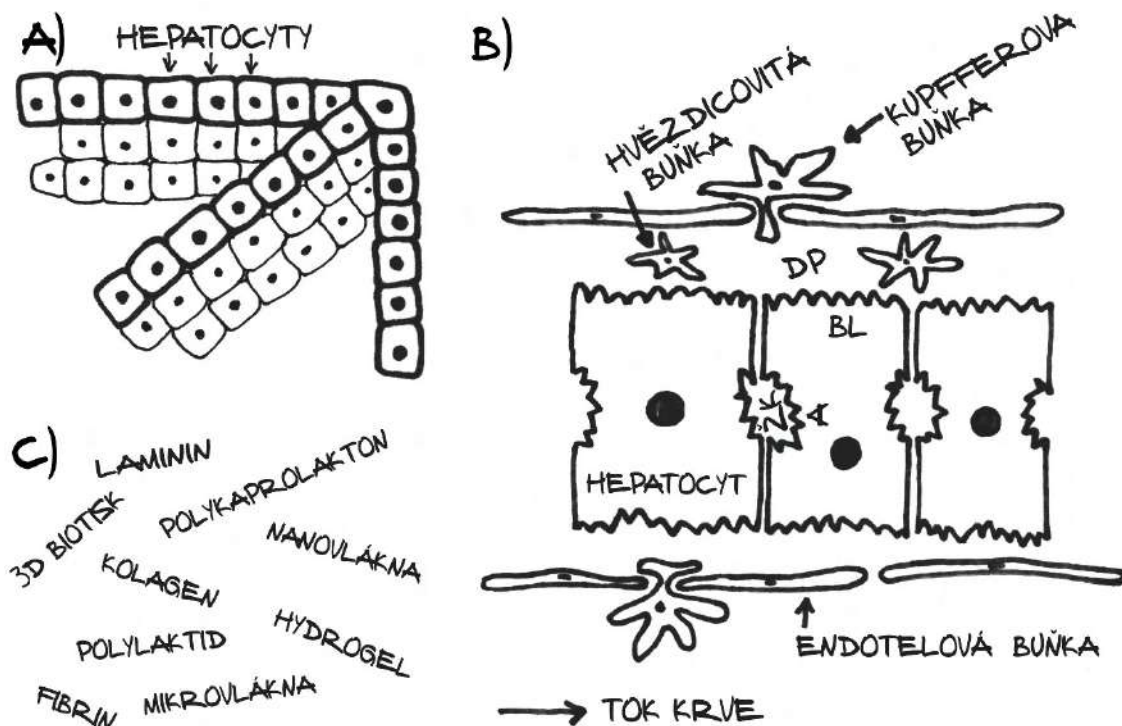
**čtvrtek 10:00****Lucie Vištejnová a Pavel Klein****Modifikace povrchů pro účinné kultivace hepatocytů**

Biomedicínské centrum, Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova, Plzeň.

Lucie.Vistejnova@lfp.cuni.cz

Játra kromě svých základních funkcí (syntéza bílkovin, tvorba žluče a hormonů, biotransformace léčiv) nám pomáhají vyrovnat se s celou řadou problémů vyplývajících z příjemných okamžiků našich životů (metabolismus cukrů a tuků, detoxifikace organismu). Není proto s podivem, že jaterní tkáň je složitá struktura tvořená několika typy úzce spolupracujících buněk – hepatocyty, endotelovými buňkami (tvořící tzv. sinusoidy), hvězdčovitými buňkami (produkují vitamin A, kolagen) a Kupfferovými buňkami (jaterní makrofág).

Hepatocyty jsou epiteliální buňky vykonávající hlavní jaterní funkce. Jsou uspořádány do řady řad, které na sebe navazují v různých směrech, a vytvářejí trámčité struktury (Obr. 1A). Z důvodu zajištění účinné látkové výměny buňka hepatocytu vykazuje unikátní polarizaci - bazolaterální strany buňky obsahující četné mikrokly jsou směřovány k endotelovým buňkám (do tzv. Disseho prostoru), kde dochází k přechodu látek z krevní plasmy; a apikální strana buňky je v těsném kontaktu s apikální stranou sousedních buněk a vytvářejí tak nejtenčí žlučové kapiláry, kam hepatocyty přímo vylučují žluč (Obr. 1B). Udržení polaritity hepatocytů je tedy zásadní k plnění všech jejich důležitých funkcí a její narušení může být důvodem řady vážných nemocí. *Ted' si možná říkáte, co to všechno má společného s materiály a povrchy?*



Obr. 1 A) Uspořádání hepatocytů do trámčitého epitelu. B) Polarizace hepatocytů a jejich uspořádání vzhledem k ostatním buňkám jater (DP = Disseho prostor, ŽK = žlučový kanálek, A = apikální strana, BL = bazolaterální strana). C) Materiály a techniky používané v *in vitro* kultivacích hepatocytů.



Po vyjmutí hepatocytů z jejich přirozeného prostředí jater pro účely provádění *in vitro* experimentů na těchto buňkách dochází k jejich depolarizaci a ke ztrátě mnoha funkcí. Proto jsou hepatocyty kultivovány na a v různých trojrozměrných strukturách na bázi přírodních i syntetických polymerů připravovaných různými technikami (Obr. 1C). Tyto struktury by měly pomoci navrátit a uchovat polarizovaný charakter a funkce hepatocytů. Cílem příspěvku bude shrnout současné poznatky o materiálech, jejich uspořádání a metodách přípravy používaných pro úspěšné *in vitro* kultivace hepatocytů, a představit vlastní zkušenosti s tímto tématem.

Tato studie byla podpořena Národním programem udržitelnosti I (NPU I) č. LO1503 poskytovaného MŠMT.

čtvrtek 10:20 (S)

Anna Stunová¹, Martin Čapek² a Lucie Vištejnová¹

Kvantifikace buněčných jader v 3D *in vitro* modelech pro srovnání buněčné proliferace

¹Biomedicínské centrum, Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova, Plzeň.

¹Ústav molekulární genetiky, AV ČR, v.v.i., Praha.

Anna.Stunova@lfp.cuni.cz

Východisko: Sledování buněčné proliferace patří k základním parametrům sledovaných v *in vitro* experimentech. V běžných dvourozměrných *in vitro* modelech je proliferace stanovována mimo jiné přímým počítáním fluorescenčně obarvených buněčných jader. V trojrozměrných (3D) modelech, jež jsou relevantnějším modelem reálné tkáně, jsou buňky přítomny ve více rovinách. Stanovení počtu buněk je proto obtížnější a vyžaduje využití složitějších metod obrazové analýzy.

Cíl: Zobrazení buněčných jader v jednotlivých řezech 3D modelu dermálních fibroblastů a zavedení metody pro kvantifikaci buněk pomocí softwaru FIJI.

Metodika: Byl vytvořen 3D model normálních lidských dermálních fibroblastů (NHDF) s využitím potkaního kolagenu typu I. Buněčná jádra NHDF byla v modelu obarvena interkalačním činidlem Hoechst 33342. Následovalo zobrazení a snímání vybraných rovin 3D modelu pomocí fluorescenčního mikroskopu a analýza dat v softwaru FIJI.

Výsledky: Obrázky řezů rovinami 3D modelů byly zpracovány v programu FIJI, s jehož využitím byla optimalizována metoda hodnocení proliferace dermálních fibroblastů. Optimalizace zahrnovala úpravu obrázků pro následnou segmentaci objektů. Byla upravena získaná data (jas, kontrast) a nastaveny parametry (rozpětí velikosti počítaných objektů a nalezení vhodné hodnoty odečítaného pozadí) tak, aby nedocházelo k podhodnocení nebo naopak nadhodnocení počtu jader spočítaných softwarem. Výsledky analyzovaných obrázků ve FIJI byly porovnány s původními obrázky z mikroskopu.

Závěr: Byla zavedena poloautomatická metoda pro kvantifikaci buněčných jader v jednotlivých rovinách 3D modelu dermálních fibroblastů. Metoda umožňuje sledovat buněčnou proliferaci - základní parametr sledovaný v *in vitro* experimentech - ve 3D modelech buněčných kultur.

Tato studie byla podpořena Národním programem udržitelnosti I (NPU I) č. LO1503 poskytovaného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy a projektem Specifického vysokoškolského výzkumu 2017 č. 260 117 a Grantovou agenturou Univerzity Karlovy – projekt č. 128417.

**čtvrtek 11:10**

Martin Braun¹, Šárka Rýglová¹, Monika Šupová¹, Margit Žaloudková¹,
Martina Křížková¹, Zbyněk Sucharda¹, Karel Balík¹ a Tomáš Suchý^{1,2}

Metody chemické analýzy kolagenu a nekolagenních složek kompozitních biomateriálů pro implantologii

¹Oddělení kompozitních a uhlíkových materiálů, ÚSMH AV ČR, v.v.i, Praha.

²České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky, Praha.

braun@irms.cas.cz

Jako buněčné nosiče (scaffoldy) využívané v oblasti tkáňového inženýrství a regenerativní medicíny se dnes často využívají kompozitní biomateriály, které jsou v ideálním případě nejen biokompatibilní, ale také bioaktivní a biodegradabilní a svým složením, biologickými a mechanickými vlastnostmi co nejlépe napodobují přirozenou tkáň.

U kostních výplní a náhrad se pro implantaci hodí biomateriály obsahující kromě anorganických látek tvořících kostní minerál (fosforečnan vápenatý, resp. bioapatit), také organickou složku převážně na bázi kolagenu, který je v živočišné říši nejvýznamnějším skleroproteinem a v těle představuje přibližně 30% všech bílkovin.

Výhodou je tedy poměrně snadná dostupnost biologického materiálu obsahujícího kolagen a možnost izolace tohoto, tělu přirozeného, proteinu z tkání zvířat. Potíž při využití nosné matrice z kolagenu však představuje nejen fakt, že izolace kolagenu v jeho čisté, nativní formě je poměrně náročným úkolem zahrnujícím sled řady laboratorních kroků, ale hlavní nevýhodou tohoto materiálu je především značná přirozená variabilita zdrojového živočišného materiálu použitého ke zpracování i jeho omezená stabilita daná působením řady chemických a fyzikálních faktorů přispívajících k jeho degradaci.

Dosažení ideálního stavu, kdy budou pro konstrukci nanokompozitních matic použity vždy přírodní materiály se zcela stejným složením a vlastnostmi, je proto úkolem obtížným. K tomu, aby si připravované šarže byly kvalitativně co nejvíce podobné a měly optimální parametry se však lze přiblížit, při uplatnění citlivých, kvantitativních, analytických metod. Kombinací metod založených na odlišných principech lze dosáhnout dobré chemické charakterizace, kontroly kvality a stability použitého zdrojového kolagenu a posoudit tak míru jeho event. degradace v důsledku denaturace. Některé chromatografické a spektrální metody jsou však navíc schopny identifikovat i vybrané minoritní příměsi nekolagenního původu (např. glykosaminoglykany, lipidy apod.), které se v organické složce biomateriálu v různé míře vyskytují v závislosti na použité variantě postupu izolace a následného zpracování kolagenu. Podíl těchto příměsí, přirozeně se vyskytujících v živočišných tkáních, může v důsledku podstatně ovlivnit chování celého kompozitu nebo vlastnosti polymerního roztoku na bázi kolagenu, který je použit k elektrostatickému zvláknění pro dosažení maximálního aktivního povrchu vhodného pro osídlení buňkami.

Náplní prezentovaného příspěvku je proto popis důležitých, měřitelných charakteristik kolagenu a jeho fragmentů a shrnutí vhodných metod, které lze použít k jejich zjišťování. Mezi ně patří zejména kapalinová chromatografie (HPLC), umožňující např. stanovení obsahu glykosaminoglykanů, aminokyselin charakteristických pro kolagen a některých dalších komponent tvořících biodegradabilní kompozitní matici, infračervená spektrometrie (FTIR), která dokáže rozpoznat rozdíly v obsahu klíčových funkčních skupin a dále elektromigrační separační metody



jako elektroforéza v polyakrylamidovém gelu (SDS-PAGE) identifikující molekulové hmotnosti jednotlivých komponent dělené směsi látek či technika isoelektrické fokusace (IEF), pomocí níž lze určit charakteristické hodnoty pI přítomných proteinů.

Výsledky těchto analýz lze následně použít při optimalizaci zpracování biomateriálů, neboť napoví mnoho o vlivu chemických a fyzikálních interakcí na integritu a uniformitu biologických materiálů tvořících součást vyvíjených pokročilých, kompozitních materiálů pro využití v implantologii.

Práce byla finančně podpořena AZV MZČR (projekt NV15-25813A), Technologickou agenturou České republiky (projekt TAČR č. TA04010330) a ÚSMH AV ČR, v.v.i. (institucionální úkoly č. 481, 482, 842).

čtvrtek 11:30 (S)

**Vojtěch Hybášek, Jaroslav Fojt, Luděk Joska, Eva Průchová
a Petra Jarolímová**

Vliv experimentálního uspořádání na monitoring systému biomateriál-prostředí

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Fakulta chemické technologie, Ústav kovových materiálů a korozního inženýrství, Praha.

hybasekv@vscht.cz

V současnosti je elektrochemické chování biomateriálů detailněji zkoumáno pouze v relativně jednoduchých modelech tělního prostředí. Odezva v komplexnějších biologických systémech (např. prostředí s buňkami) již takto zevrubně hodnocena není, a tudíž nemohou být podrobně popsány mechanismy interakcí materiálu v reálném prostředí. Navíc povaha takovýchto testů (např. mikrokinematografie) neumožňuje online monitoring dějů přímo na rozhraní materiál-prostředí. Interakce na fázovém rozhraní však mají zásadní vliv na integraci implantátů do tkáně a na následnou životnost tohoto spojení. U biodegradovatelných materiálů taktéž mohou komplexnější média změnit povahu degradačních procesů. Jako ideální monitorovací prostředek se jeví měření impedanční odezvy. Ta umožňuje online sledování stavu povrchu bez ovlivnění interakce kov-biologické médium a z toho plynoucí možný detailní popis dějů tyto interakce ovlivňujících.

Aktuálně se v oblasti týkající se implantabilních zdravotních prostředků impedanční měření využívají ke dvěma účelům. První z nich je charakterizace korozního chování kovových biomateriálů v elektrolytech, které s různou mírou komplexity simulují reálné biologické podmínky. Zde je jednoznačný přínos impedanční spektroskopie v rozlišení dějů s rozdílnou kinetikou, díky měření odezvy v širokém frekvenčním spektru. Druhým účelem je popis chování samotných biologicky aktivních systémů, bakteriálních i buněčných, popřípadě odezvy celých tkání, ne však jejich interakce se zkoumaným materiálem.

V rámci práce je řešen návrh, realizace a testování cely umožňující impedanční měření v minimálním esenciálním médiu a v tomto prostředí s buňkami.

Financováno z účelové podpory na specifický vysokoškolský výzkum (MŠMT č. 20-SVV/2017).

**čtvrtek 11:50 (S)****Ján Kužma¹, Jan Veselý¹, Lukáš Horný¹, Tomáš Suchý^{1,2}****Vliv sterilizace pomocí etylenoxidu na mechanické vlastnosti kolagen-hydroxyapatitového kompozitu**

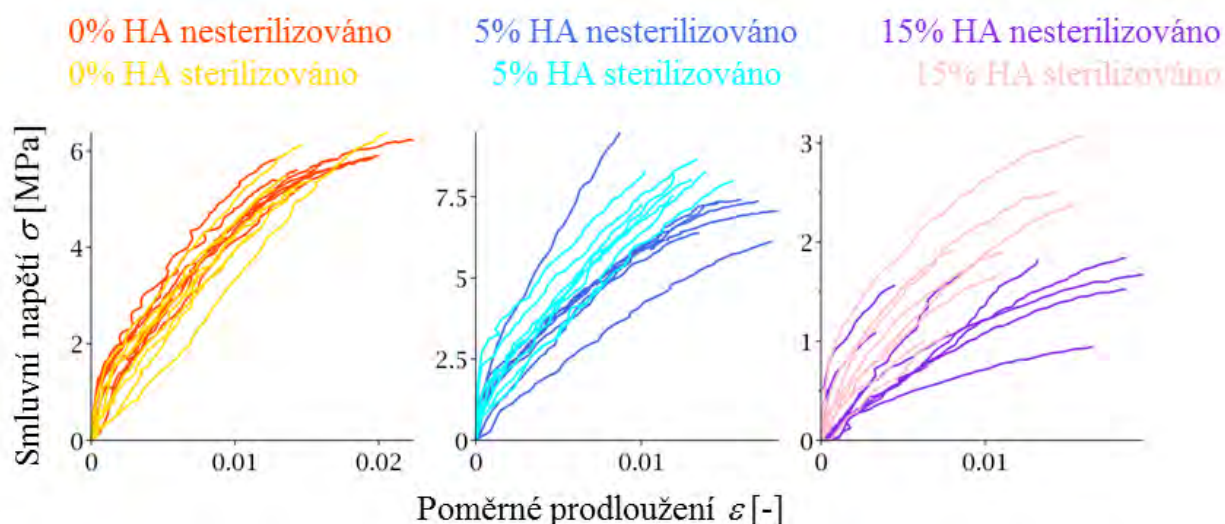
¹České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky, Praha.

²Oddělení kompozitních a uhlíkových materiálů, ÚSMH AV ČR, v.v.i, Praha.

Jan.Kuzma@fs.cvut.cz

Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR ve spolupráci s Fakultou strojní ČVUT vyvíjejí kolagen-hydroxyapatitový kompozit schopný fungovat jako nosič léčiv, který je určen k povlakování endoprotéz. K výrobě kompozitu je používána metoda elektrostatického zvlákňování. Výsledný kompozit má formu nanostrukturované kolagenní vrstvy, ve které jsou rozptýleny částice hydroxyapatitu. Od této vrstvy umístěné na povrch endoprotézy si slibujeme zvýšení osteointegrace a osteokondukce po implantaci. Dřívější výzkumy prokázaly vliv koncentrace hydroxyapatitu a míry sesíťování kolagenu na výsledné mechanické vlastnosti kompozitní vrstvy. Schopnost řízeného vylučování antibiotik z kompozitní vrstvy do biologicky aktivního prostředí byla též již ověřena. Doposud jsme se ale nezabývali vlivem sterilizace na mechanické vlastnosti kolagen-hydroxyapatitových nanovrstev.

Pro zjištění vlivu sterilizace bylo provedeno 6x8 jednoosých tahových zkoušek se vzorky kolagen-hydroxyapatitového kompozitu. Vzorky byly připraveny ve třech hmotnostních koncentracích hydroxyapatitu, 0%, 5%, 15%. Vždy osm vzorků z každé hmotnostní koncentrace bylo sterilizováno pomocí par etylenoxidu a jejich mechanické vlastnosti byly porovnány s výsledky zjištěnými u nesterilizovaných vzorků, které byly ve skupinách také po osmi. Experimenty prokázaly, že sterilizace etylenoxidem nezhoršuje mechanické vlastnosti kolagen-hydroxyapatitového kompozitu.



Obr. 1 Záznamy z tahových zkoušek se sterilizovanými a nesterilizovanými vzorky kolagen-hydroxyapatitového kompozitu. Sterilizace etylenoxidem mechanické vlastnosti nezhoršuje.

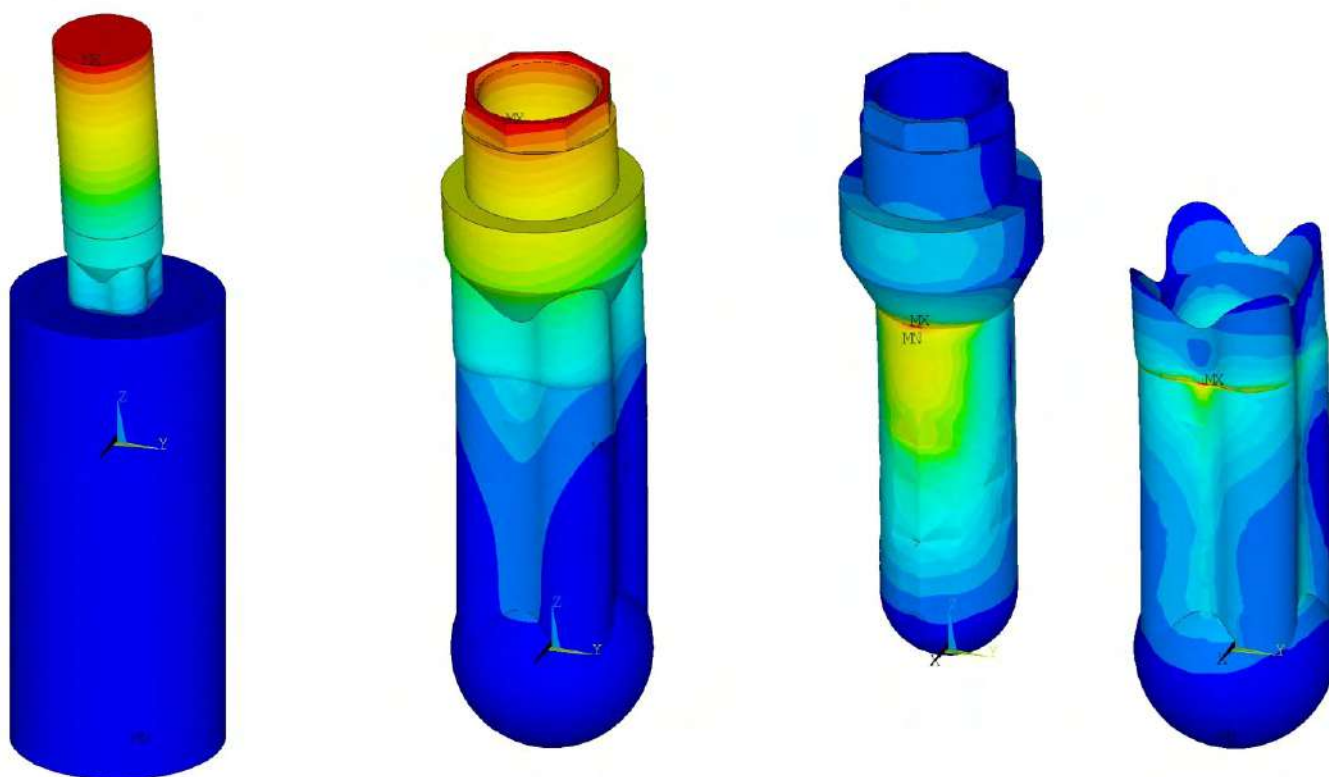
Příspěvek shrnuje některé poznatky získané při řešení projektu TA04010330, finančně podpořeného Technologickou agenturou České republiky.

**čtvrtek 12:10****Luboš Řehounek¹, František Denk¹ a Aleš Jíra¹****Tvarová optimalizace dentálního implantátu pro zlepšení osteointegrace a mechanické únosnosti**

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Katedra mechaniky, Praha.

lubos.rehounek@fsv.cvut.cz

Nově vyvinutý typ dentálního implantátu byl podroben numerickým analýzám a simulacím osteointegrace a mechanické únavové zkoušky. Hlavním cílem těchto simulací byla optimalizace tvarového řešení implantátu za účelem redukce lokálních koncentrací napětí a umožnění lepšího rozložení napětí napříč celým tělesem implantátu. Při řešení geometrie implantátu bylo přihlédnuto k umístění stabilizačního systému podélných drážek, které zlepšují podmínky osteointegrace v kortikální a spongiózní kosti. Numerické analýzy prokázaly, že ke koncentracím napětí dochází především v horní válcové části implantátu. Prodloužením této válcové části jsme byli schopni zredukovat hodnoty extrémů von-Misesova napětí o 20 %. Simulace mechanických únavových zkoušek byly provedeny na implantátu s dřikem z homogenní struktury a vnější obálkou z trabekulární struktury. Tyto zkoušky prokázaly, že trabekulární struktura vykazuje značné deformace, které mohou vést k redukci napětí vyvolaného cyklickým zatěžováním.



Obr. 1 Výsledky numerické analýzy simulace statického zatěžovacího testu. Zleva: pole deformací celé zkušební sestavy, $u_{c,max} = 468 \mu\text{m}$; pole deformací dříku dentálního implantátu, $u_{imp,max} = 241 \mu\text{m}$; distribuce ekvivalentního von Mises napětí v kompaktním jádře dříku, $\sigma_{eqv,max} = 1741 \text{ MPa}$; distribuce ekvivalentního von Mises napětí v periferní trabekulární vrstvě, $\sigma_{eqv,max} = 187 \text{ MPa}$.



čtvrtek 12:30

**Štěpán Podzimek, Radka Vrbová, Lucie Himmlová, Martin Bartoš
a Tat'jana Janatová**

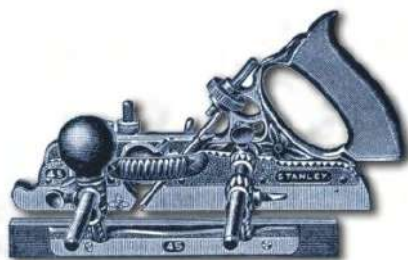
Možnosti diagnostiky nežádoucích účinků kovových materiálů využívaných v medicíně

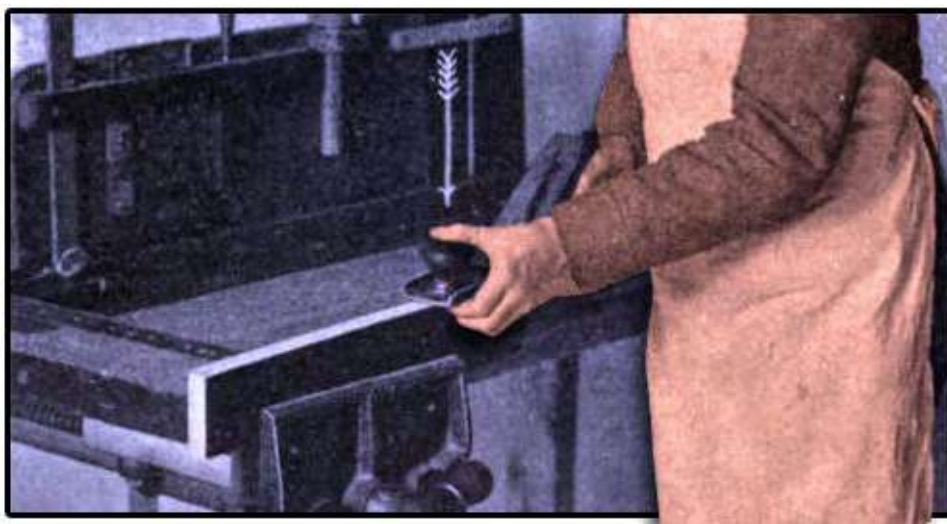
Stomatologická klinika, Všeobecná fakultní nemocnice v Praze a 1. lékařská fakulta UK, Praha.

podzimek@vus.cz

Kovové materiály využívané v medicíně se uplatňují především v chirurgii, ortopedii, stomatologii a kardiologii. Jedná se o slitiny různého složení, mezi nejznámější patří korozivzdorná ocel, titan a jeho slitiny, kobalt-chrom-molybdenové slitiny, dentální amalgám a drahokovové dentální slitiny. Navzdory deklarované biokompatibilitě těchto materiálů se z nich mohou uvolňovat do okolních tkání a odtud i do celého organismu kovové ionty nebo kovové partikule. Tyto částice mohou způsobovat vznik lokálních i systémových symptomů různorodého charakteru. Lokálně dochází například k tvorbě metalických pigmentací, k zánětům, otokům, ulceracím, ekzémům, pálení sliznic, ale i k odhojení implantátů. Mezi systémové symptomy patří celotělový ekzém, chronická únava či zhoršení již rozvinutých autoimunitních onemocnění. Diagnostikovat nežádoucí účinky kovových materiálů je možné například pomocí epikutánních testů či testem Melisa, který je dlouhodobě využíván na našem pracovišti. Tento imunologický test je založen na vyhodnocení proliferace lymfocytů periferní krve pacienta *in vitro* po inkubaci s testovanými materiály a lze pomocí něho stanovit případnou hypersenzitivitu na konkrétní kovy. Na základě výsledků lze poté pacientovi doporučit individuálně nejvhodnější materiál pro implantaci, ať již dentálního implantátu nebo totální endoprotézy či navrhnout nejvhodnější slitinu pro aplikaci v dutině ústní.

Tato prezentace byla podpořena projektem PROGRES Q29 (1. lékařská fakulta, Univerzita Karlova), projektem 14-37368G (GA ČR) a projektem 17-30753A (AZV ČR).





22.9.2017

PATEK
PHIL

**pátek 9:00**

**Marek Pokorný¹, Jan Klemeš¹, Adéla Kotzianová¹, Tomáš Suchý^{2,3},
František Denk², Hynek Chlup³ a Vladimír Velebný¹**

**Elektrostaticky deponované povrchy s nano-strukturou
a technologie jejich přípravy**

¹Contipro a.s., Dolní Dobrouč.

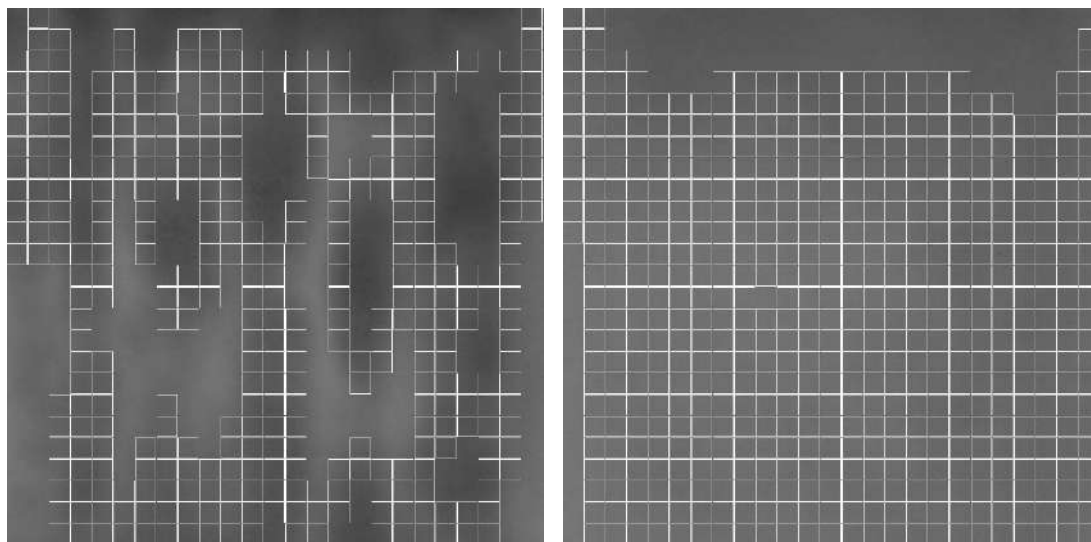
²Oddělení kompozitních a uhlíkových materiálů, ÚSMH AV ČR, v.v.i., Praha.

³ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky, Praha.

marek.pokorny@contipro.com

Při snaze o využití nanovláknenných materiálů v praktických aplikacích narážíme ve většině případů na limity, které lze jen obtížně překonat. Tyto limity se mohou nacházet na libovolné úrovni od výběru vstupních surovin, přes (elektro) zvlákňovací technologie až po konečné aplikační formy. Mnohé z dříve zamýšlených potenciálních aplikací nebylo uskutečněno ani po téměř dvacet let trvajícím výzkumu vedeném v České republice v oblasti materiálů připravovaných elektrostatickým zvlákňováním, přitom se v této oblasti hrdě prohlašujeme za jednu ze světových velmocí.

Jednou z hlavních překážek může být stále nedostatečná kvalita nanovláknenných vrstev. Tu lze posuzovat z pohledu několika parametrů, jako jsou celkové rozměry, vzhled povrchu a makroskopické defekty, rovnoměrnost tloušťky vrstvy, morfologie, porozita, průměry vláken atd. Tloušťková rovnoměrnost je kritickým parametrem pro většinu aplikací, přitom je to parametr, který lze jen velmi obtížně a zároveň nedestruktivně měřit na velkých plochách. Tento příspěvek prezentuje výsledky studia příčin vzniku tloušťkových nehomogenit nanovláknenných vrstev deponovaných metodou elektrostatického zvlákňování. Dále se zabývá nedestruktivními metodami pro měření tloušťky takových vrstev velkých rozměrů a zejména nutnými modifikacemi technologie zvlákňování, kterými je možné docílit tloušťkovou rovnoměrnost na velkých plochách s rozptylem pod 10 %. V další části bude diskutována tato problematika pro oblast nanášení vrstev na nerovinné povrchy titanových implantátů.



Obr. 1 Příklady povrchů nanovláknenných vrstev s tloušťkovou rovnoměrností pod hranicí 10 %, která odpovídá 58 % (vlevo) a 88 % (vpravo) z celkové plochy o rozměrech (25 x 25) cm².



Díky dlouhodobé studii produkce nanovlákných vrstev soustředěné na tloušťkovou rovnoměrnost byla laboratorní aparatura s využitím přístroje 4SPIN® LAB upravena tak, že produkované vrstvy splňují kvalitativní požadavky pro kosmetické aplikace. Zároveň byla nová nedestruktivní metoda zařazena do procesu kontroly kvality připravovaných nanovlákných vrstev.

Tento výzkum a technologický vývoj nebyl spolufinancován z veřejných prostředků a autoři děkují za plnou podporu poskytnutou společností Contipro a.s., Dolní Dobrouč.

pátek 9:30 (S)

Jan Štípek¹, Radek Sedláček¹, Tomáš Suchý^{1,2} a Elena Ivankova^{1,2}

Vliv zastoupení kolagenu a chitosanu na mechanické vlastnosti kompozitních nosičů pro regeneraci kostní tkáně

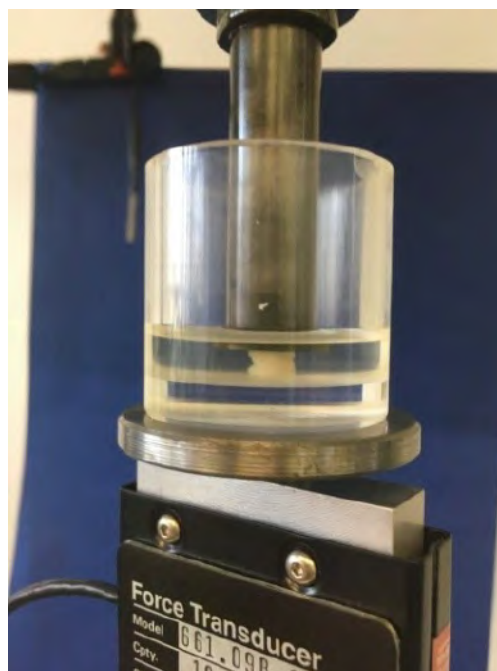
¹Oddělení kompozitních a uhlíkových materiálů, ÚSMH AV ČR, v.v.i., Praha.

²ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky, Praha.

³Institute of Macromolecular Compounds RAS, St. Petersburg, Russia.

jan.stipek@fs.cvut.cz

Tato práce se zabývá testováním mechanických vlastností kompozitních nosičů buněk v suchém a hydratovaném stavu simulujícím tělní prostředí. Nosiče byly připraveny z kolagenu, chitosanu a kalcium fosfátu, s různým zastoupením jednotlivých složek. Pro experimentální vyšetření mechanických vlastností byla provedena mechanická zkouška v tlaku pro porézní materiály. Z tlakové zkoušky byly vypočteny hodnoty deformace, napětí, a následně byly stanoveny hodnoty elastického gradientu, plastického napětí a smluvní meze kluzu. Cílem této práce bylo posoudit vliv různě dlouhé doby hydratace na výše uvedené mechanické vlastnosti vzorků s odlišným poměrem kolagenu a chitosanu.



Obr. 1 Ukázka mechanické zkoušky kompozitních nosičů v suchém a hydratovaném stavu.

**pátek 9:50 (S)**

**Kateřina Strnadová¹, Jan Lukášek², Courtney Dumont³,
Dominique Smith³, Tereza Švarcová¹, Ilona Krabicová¹, Michal Řezanka²,
David Lukáš¹, Lonnie Shea³ a Věra Jenčová¹**

**Aligned Drawn Fibers Improve the Axon Infiltration
into the Spinal Cord Bridges**

¹Technical University of Liberec, Faculty of Textile, Department of Nonwovens and Nanofibrous Materials, Liberec.

²Institute for Nanomaterials, Advanced Technologies and Innovation, Technical University of Liberec, Liberec.

³University of Michigan, Department of Biomedical Engineering, MI, USA.

katerina.strnadova2@tul.cz

The healing of spinal cord injuries (SCI) is of a great interest because these pathologies represent a great health risk for patients and affect their quality of life and incorporation of the patients back into the society. Currently, there is no effective treatment for SCI. Current treatment options are the use of high doses of methylprednisolone, surgical intervention to stabilize and decompress the spinal cord and rehabilitative care. Therefore, neural tissue engineering offers a promising approach to treating SCI. However, plain spinal cord implants are not sufficient enough to support the axon infiltration, myelination and functional recovery. Thus, more complex and functionalized scaffolds need to be developed. Here we represent new composite spinal cord (SC) bridge, harboring aligned polymer fibers, which were tested in vitro and in vivo. We found that the aligned fibers improve the axon infiltration into the bridge channels compared to the plain bridge. Moreover, the aligned fibers support also myelination of the present axons, which is one of the crucial factors for functional recovery. Our results demonstrate that the implementation of aligned fibers into the bridge enhances the neural cells infiltration, which is one of the assumptions for better SC reconstruction. Nevertheless, more complex study needs to be done to prove the real effect of the aligned fibers on the healing of the SCI.

pátek 10:10 (S)

**Barbora Voltrová¹, Matěj Buzgo², Martin Kormunda⁴, Martin Kralovič²,
Lukáš Voleský⁵ a Evžen Amler³**

**Kultivace kožních buněk na PVA nanovlákních modifikovaných
metanovým plazmatem**

¹Ústav experimentální medicíny AV ČR, Odd. tkáňového inženýrství, Praha.

²České vysoké účetní technické v Praze, UCEEB, Buštěhrad.

³2. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Praha.

⁴Přírodovědecká fakulta, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Ústí nad Labem.

⁵Technická Univerzita v Liberci, Liberec.

barbora_kodedova@biomed.cas.cz

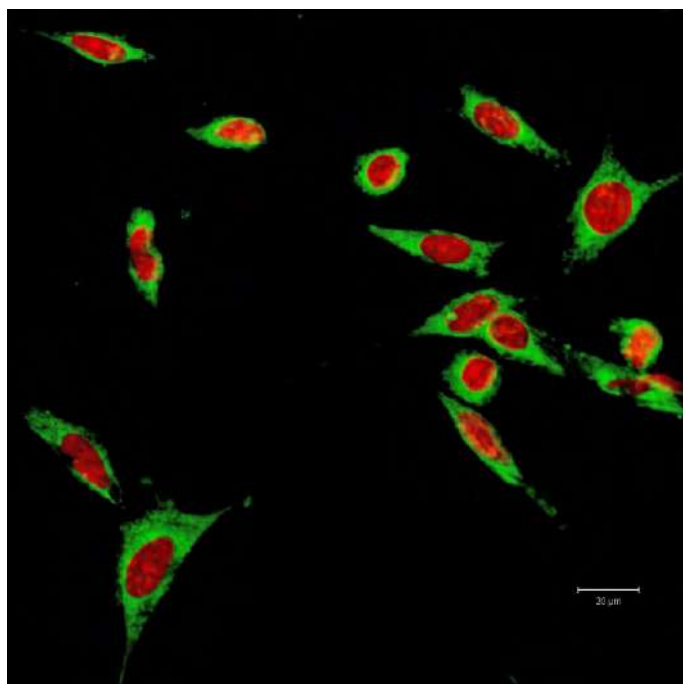
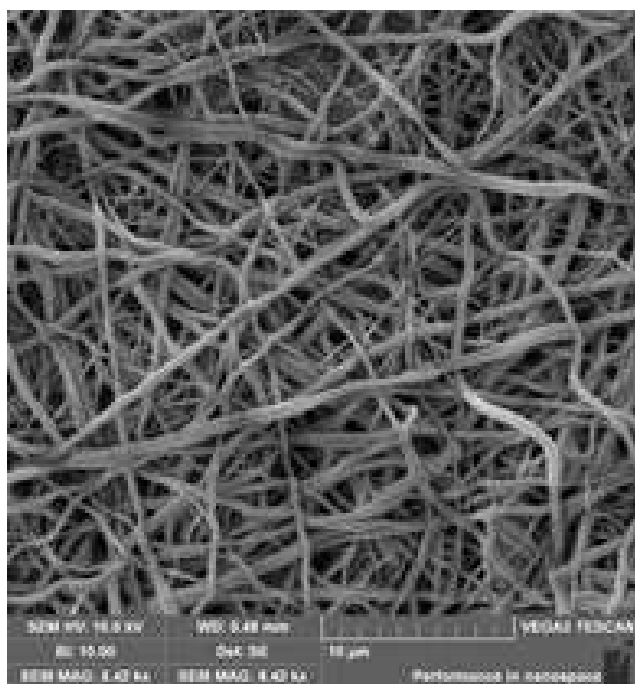
Polyvinylalkohol (PVA) je ve vodě rozpustný biodegradabilní polymer, který je možné elektrostaticky zvláknit do podoby nanovláken. Ačkoliv byl PVA schválen pro biomedicínské



použití¹, například pro kožní aplikace, znesnadňuje jeho vysoká hydrofilita, která nepodporuje růst a adhezi buněk. Jendou z možností, jak upravit buněčnou odezvu a zlepšit tím biokompatibilitu PVA nanovláken je modifikace jejich povrchu studeným plazmatem.

Cílem této práce bylo vytvořit nosiče z nanovláknenných vrstev PVA a upravit je tak, aby byly vhodné pro kultivaci a následnou transplantaci kožních buněk. Nosiče z PVA byly připraveny elektrostatickým zvlákňováním z hladiny a následně modifikovány studeným metanovým (CH_4) plazmatem pro snížení jejich hydrofilnosti. Upravené vzorky a nemodifikovaná kontrola byly podrobeny analýze fyzikálně-chemických vlastností – vizualizace morfologie vláken pomocí SEM, XPS analýza, měření kontaktního úhlu a Zeta potenciálu povrchu. Následně byla na těchto nanovlákních sledována buněčná adheze, proliferace a metabolická aktivita myší linie keratinocytů (XB2).

Z naměřených dat vyplývá, že krátkodobá modifikace CH_4 plazmatem má pozitivní vliv na buněčnou adhezi i viabilitu keratinocytů. Struktura nanovláken po aplikaci plazmatu zůstala zachována, zároveň došlo k výraznému snížení kontaktního úhlu a poklesu Zeta potenciálu povrchu. XPS analýza povrchu PVA nanovláken ukázala vyšší obsah C a pokles O po aplikaci CH_4 plazmatu. Nejlepších výsledků *in vitro* testů dosahovaly vzorky modifikované, při nejnižším použitém průtoku plynu (5sccm) po dobu 5 a 2,5min. Výsledky studie ukazují, že PVA nanovlákná modifikovaná CH_4 plazmatem jsou vhodná pro kultivaci keratinocytů a v budoucnosti by mohla sloužit jako krytí, či buněčný nosič při léčbě popálenin či jiných kožních onemocnění.



Obr. 1 Morfologie PVA nanovláken po modifikaci CH_4 plazmatem, (vlevo) snímek ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM). Keratinocyty adherované na CH_4 modifikovaná PVA nanovlákná (vpravo), snímek z konfokálního mikroskopu, červeně buněčná jádra, zeleně buněčné membrány.

[1] Ino J M, Chevallier P, Letourneur D, Mantovani D and Le Visage C 2013 Plasma functionalization of poly (vinyl alcohol) hydrogel for cell adhesion enhancement Biomatter 3 e25414

**pátek 11:00**

**Marta Natšinová¹, Karol Švík², Kateřina Knotková¹, Vojtěch Zápotocký¹
a Vladimír Velebný¹**

Objemové nanomateriály na bázi hyaluronanu pro hojení ran

¹Contipro a.s., Dolní Dobrouč.

²Ústav experimentálnej farmakológie a toxikológie SAV, Bratislava, Slovensko.

marta.natsinova@contipro.com

Kyselina hyaluronová (HA) je pro své vlastnosti cennou surovinou ve výrobě krytí a hojení ran. Vývoj moderních krytů ran či obvazových materiálů si klade za cíl komfortnější, efektivnější, ale i finančně výhodnější přístup. Zvýšení potenciálního využití HA v medicínských aplikacích skýtají ve vodě částečně nebo úplně nerozpustné deriváty. Tyto materiály se dají využít v podobě nanovlákných útvarů, přičemž vedle snazší manipulace jsou žádoucí dobré terapeutické účinky a sorpční schopnosti

Nanovlákné materiály byly připraveny elektrostatickým zvlákňováním na zařízení 4SPIN lab. Pro přípravu nanovlákných polštářků byla využita speciální sběrná elektroda s bodovými náboji, která umožňuje tvorbu objemných struktur. Vláknotvorný roztok byl směsí fotosíťovatelného derivátu kyseliny hyaluronové furanyl hyaluronanu s polyethylen oxidem. Po sejmutí z kolektoru byly nanovlákné vrstvy osvětleny UV zářením a poté byly vytvářeny polštářky o rozměrech 3x3x0,8 cm. Účinnost nanovlákného krytí byla vyhodnocena v *in vivo* podmínkách, kdy byl sledován vliv krytí na hojení excizních ran u zdravých a diabetických potkanů.

V rámci experimentu byla ověřena schopnost přípravy objemných nanomateriálů z furanyl hyaluronanu s využitím speciální sběrné elektrody. Výsledky v rámci experimentu prokázaly v porovnání s kontrolou o 30% lepší kontrakci excizní rány u zdravých i diabetických potkanů. Aplikační potenciál byl ověřen, avšak kritické zhodnocení (terapeutická i finanční efektivita) vyžaduje porovnání vyvíjeného krytu rány s komerčně dostupnými materiály.



Obr. 1 Vzorek nanovlákného polštářku o rozměrech 3x3x0,8 cm.

**pátek 11:20**

**Veronika Pavliňáková¹, Lucy Vojtová^{1,2}, Martin Knoz^{3,4,5},
Dominika Kalasová¹, Břetislav Lipový^{3,4}, Martin Faldyna⁶,
Eduard Göpfert⁶, Veronika Štěpánková⁷, Eva Filová⁸ a Josef Kaiser¹**

**Příprava a charakterizace nové nanostrukturované vstřebatelné
kožní náhrady**

¹CEITEC – Středoevropský technologický institut, Vysoké učení technické v Brně, Brno.

²SCITEG, a.s., Brno.

³Klinika popálenin a rekonstrukční chirurgie, Fakultní nemocnice Brno, Brno.

⁴Lékařská fakulta, Masarykova Univerzita, Brno.

⁵Klinika plastické a estetické chirurgie, Fakultní nemocnice u sv. Anny, Brno.

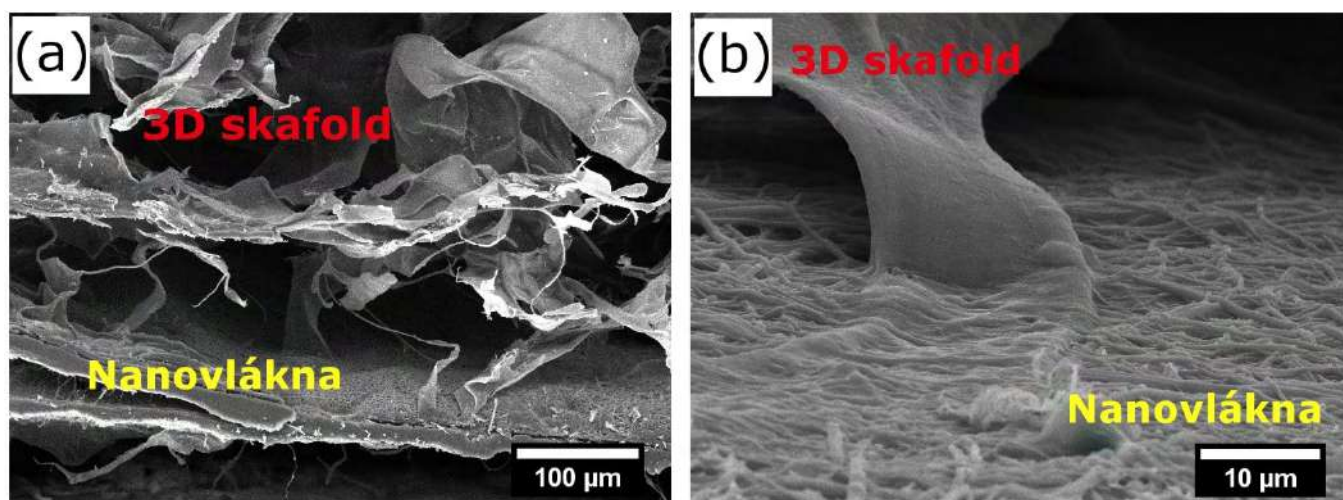
⁶Výzkumný ústav veterinárního lékařství, v.v.i., Brno.

⁷Enantis s.r.o., Masarykova Univerzita, Brno.

⁸Ústav experimentální medicíny AVČR, v.v.i., Praha.

Veronika.Svachova@ceitec.vutbr.cz

Výrazný pokrok v nanotechnologických oborech začátkem 21. století přinesl progresivní rozvoj v oblasti klinické medicíny. Spolu s vyššími nároky na kvalitu léčby pacientů roste i poptávka po nových léčebných metodách a přípravcích. Vize současné klinické praxe v oblasti léčby chronických kožních defektů a akutních ran, mezi které můžeme zařadit různá mechanická poranění kůže, chronické dermatitidy a popáleniny, má zajistit nejen přežití pacienta, ale i celkově zlepšit léčbu a kvalitu jeho života. Za účelem kontrolovaného hojení ran jsou v současnosti používány umělé kožní náhrady, které napomáhají procesu zrání jizev a celkově zlepšují viskoelastické vlastnosti nově vznikající kůže. Použití současných kožních náhrad však často s sebou přináší riziko infekce a tím sníženou funkčnost kožního krytu, což ve výsledku vede ke zvýšení nákladů na léčbu. Podstatným problémem kožních náhrad je i jejich vysoká cena, což výrazně omezuje jejich širší využití v rozvojovém světě. Cílem této práce je vyvinutí nové dermální bio-náhrady, jenž je tvořena dvěma vrstvami – 3D porézním skafoldem a nanovláknennou vrstvou (viz Obr. 1).



Obr. 1 (a) SEM analýza připravené dvouvrstvé náhrady, (b) detail adheze jednotlivých vrstev náhrady.



Připravený 3D dvouvrstvý biomateriál vykazuje optimální aplikovatelnost do kožních defektů a ran. Stejně tak nabízí dobrou skladovatelnost ve sterilních podmínkách a biokompatibilitu s proliferačním a hojivým potenciálem, čímž nachází potenciální užití v humánní medicíně a klinické praxi.

Tento výzkum byl finančně podpořen Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy ČR v rámci projektu CEITEC 2020 (LQ1601) a OP VaVpl – AdmireVet (LO1218) a Ministerstvem zdravotnictví pod projektem č. 17-29874A.

pátek 11:40

**Věra Jenčová, Petr Mikeš, Jana Horáková, Andrea Klápšťová,
Vít Novotný, Luboš Běhálek a Aleš Šaman**

Degradační chování polyesterových mikro/nano vláknenných materiálů

Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů, Fakulta textilní, Technická univerzita v Liberci, Liberec.

vera.jencova@tul.cz

Abstrakt

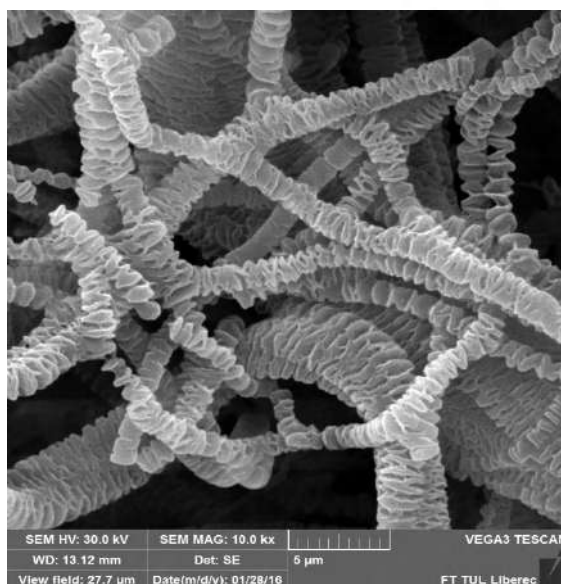
Degradabilní nanovláknenné tkáňové náhrady mají velký potenciál tkáňové inženýrství. Po implantaci materiálu dochází v těle k postupné degradaci materiálu, který je nahrazen nově se tvořící tkání, přičemž rychlost degradace má zásadní vliv na změnu mechanických vlastností scaffoldu. Dále je možné využití degradability polymerních vláken pro řízené uvolňování inkorporovaných látek. V této práci byla sledována rychlost degradace vláknenných vrstev a zároveň sledovány změny morfologie a fyzikálních vlastností v průběhu degradace. Studie prokázala změnu rychlosti degradace v závislosti na morfologii materiálu a molekulové hmotnosti použitého polymeru. Byla pozorována změna krystalinity materiálů, zatímco ke změně molekulové hmotnosti polymeru v průběhu degradace nedochází.

Materiál a metody

Vzorky byly připraveny metodou elektrostatického zvlákňování (technologie NANOSPIDER) z polymerních roztoků. Pro přípravu byl použit polykaprolakton (PCL, Mn 45tis, 80tis) a kopolymer kyseliny polymléčné a polykaprolaktonu (PLCL, 80tis.). Degradace byla enzymaticky katalyzovaná. Pro PCL byla použita Lipáza (0,5U/mg vzorku) a pro PLCL Proteináza K (0,2U/mg vzorku). Degradace probíhala při 37°C, v prostředí PBS pH 7,4 + 0,02%v/v azid sodný. U vzorků byl sledován hmotnostní úbytek, změna morfologie (elektronová mikroskopie, SEM), změna molekulové hmotnosti polymeru (GPC) a změna krystalinity (DSC).

Výsledky

Měření hmotnostního úbytku prokázalo rychlejší průběh degradace u materiálů s nižším průměrem vláken a polymerem s nižší molekulovou hmotností. V průběhu degradace dochází k výrazné změně morfologie vláken. Pozorujeme tání vláken a jejich následné spojování do větších celků, je viditelná rekrytalizace (tvorba oblastí s vyšší krystalinitou) a v pozdějších fázích štěpení vláken. Výsledky DSC potvrzují změnu krystalinity všech materiálů v průběhu degradace (v závislosti na fázi degradace), zatímco výsledky z GPC potvrzují, že ve zbylém materiálu nedochází ke změně molekulové hmotnosti polymeru, s výjimkou velmi pozdních fází degradace (kdy se už nejedná o vláknenný materiál).



Obr. 1. vlákenný materiál (PLCL) degradovaný v prostředí Proteinasy K

Závěr

Degradace polyesterových nano a mikro vlákenných materiálů je ovlivněna použitým polymerem, molekulovou hmotností polymeru a výslednou morfologií vlákenného materiálu. Degradace probíhá mechanismem eroze z povrchu. Morfologie materiálu během degradace prochází výraznou změnou (vč. vzniku oblastí s různou krystalinitou) a dá se očekávat velký vliv na jeho mechanické vlastnosti. Na experimenty navazuje studium mechanických vlastností v závislosti na stupni degradace, stejně jako studie, které monitorují uvolňování inkorporovaných látek v průběhu degradace vlákenného materiálu.

Poděkování: Grantová Agentura ČR (projekt č.17-02448S)

pátek 12:00

Petr Mikes¹, Ales Saman¹, Lucie Vejsadova¹, Vera Jencova¹, Jana Horakova¹, Paul D. Topham², George E. Parkes², Manita Dumklang³, Winita Punyodom⁴ and David Lukas¹

Complete analysis and comparison of poly(lactic acid-*co*-caprolactone) nanofibers for tissue engineering applications

¹Department of Nonwovens and Nanofibrous Materials, Technical University of Liberec, Liberec.

²Aston Institute of Materials Research, Aston University, United Kingdom.

³Rajamangala University of Technology Lanna Tak, Tak, Thailand.

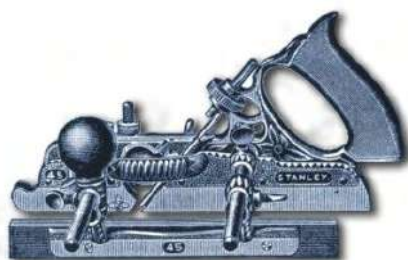
⁴Polymer Research Group, Department of Chemistry, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand.

petr.mikes@tul.cz

Aliphatic polyesters have been recognized as an important group of polymers for use in tissue engineering applications due to their cytocompatibility and degradability under physiological conditions. The direct use of such homopolymers, albeit simple, has the inherent drawback that the approach does not lend itself to precise control of degradability, mechanical properties,



wettability, morphology, and so on. On the other hand, many of these characteristics can be optimized by judicious use of copolymer constructs. For example, one can control and predetermine the rate of physiological degradation according to the molar ratio (and sequence) of its monomeric building blocks. We have therefore studied poly(lactic acid)/polycaprolactone-based copolymers with varied molecular mass and monomer sequence and probed the effect of molecular composition and compared them with other widely used polyesters. The important parameters investigated in this study are: spinability by needleless electrostatic spinning, biodegradation of nanofibrous layers, crystallinity, morphology and *in vitro* biological behavior. Correlations between all mentioned characteristics have been studied as for example the influence of fibrous morphology and polymer molecular mass on the degradation process as well as cell adhesion.





**Adéla Kováříková¹, Margit Žaloudková², Tomáš Suchý^{1,2}, Lukáš Horný¹
a Radek Sedláček¹**

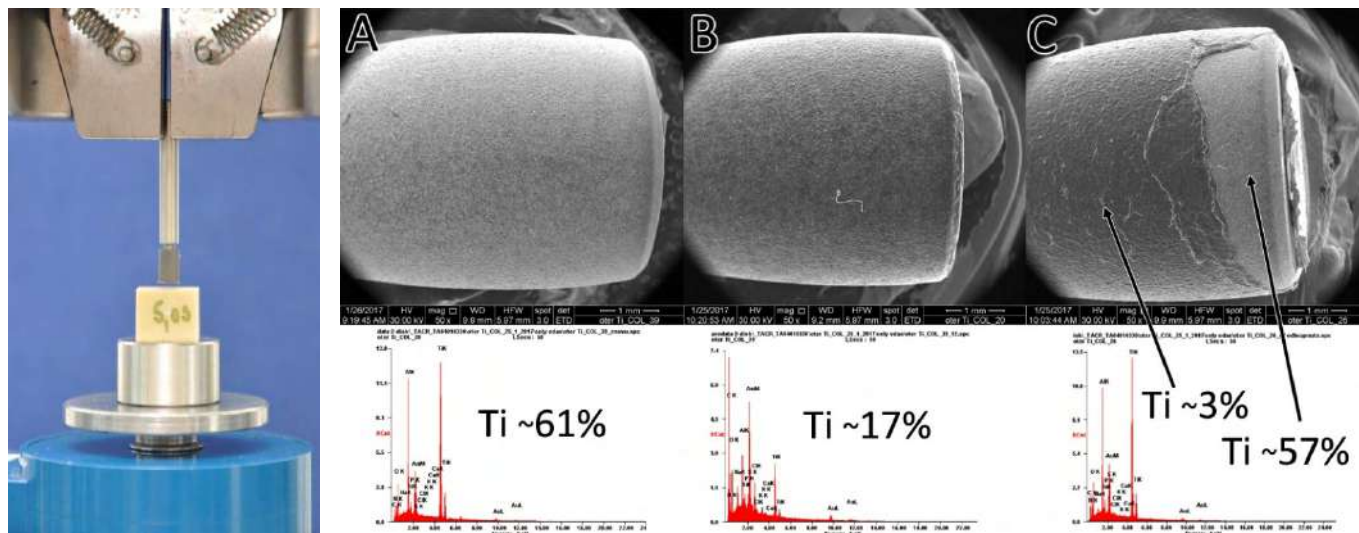
Analýza adhezních zkoušek kolagenní nanovrstvy

¹ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky, Praha.

²Oddělení kompozitních a uhlíkových materiálů, ÚSMH AV ČR, v.v.i., Praha.

adela.kovarikova@fs.cvut.cz

Tato práce se zabývá analýzou adheze kolagen/kalcium fosfátového kompozitního nosiče antibiotik na implantátech z titanové slitiny. Vrstva složená z kolagenu typu I, hydroxyapatitu a antibiotika vankomycinu byla elektrostaticky nanášena na modelové válcové vzorky. Následně byly válečky s nanovrstvou protlačovány rozměrově definovanými otvory v polyuretanové pěně (Sawbones), simulující zavádění implantátu do kostní tkáně s přesahem (press-fit). Vzorky byly naskenovány pomocí řádkového scanneru před nanášením vrstvy, po jejím nanášení a po protlačení. Získané hodnoty byly zpracovány pomocí systému Maplesoft a byla vyhodnocena adheze kolagenové nanovrstvy na povrchu válcového modelu. Strukturní analýzy byly doplněny energiově disperzní spektroskopií povrchů.



Obr. 1 Ukázka protlačovacího experimentu (vlevo), SEM a EDS analýza povrchu válečků (po protlačení PU kostkou simulující kost) nepokrytých kompozitní vrstvou (A), pokrytých kompozitní vrstvou (B, C). EDS analýzy jsou doplněny o přibližné hmotnostní zastoupení Ti na povrchu, které dokládá, že kompozitní vrstva na neporušených plochách zůstává i po protlačování.

Příspěvek shrnuje některé poznatky získané při řešení projektu TA04010330, finančně podpořeného Technologickou agenturou České republiky.



Firma **Bruker microCT** (dříve SkyScan) je světovým leaderem v oblasti **stolních micro CT** pro měření 3D struktur vzorků s vysokým rozlišením a to jak pro biologické vzorky tak vzorky pro materiálový výzkum (ex-vivo, in-vivo).



SkyScan 1272 stolní microCT s **kompaktními rozměry** a minimálními nároky na zařízení laboratoře. Přístroj má **vysokou míru automatizace**, včetně možnosti dovybavení **16 pozicovým autosamplerem**. SkyScan 1272 dosahuje nominálního **rozlišení**

350 nm díky **vysoce citlivému detektoru až s 16 Mpx**. **Variabilní geometrie skenování** výrazně urychluje skenování. Přístroj je dodáván s nejrychlejším rekonstrukčním softwarem



UNDERSTANDING, ACCELERATED

Ramanovy spektrometry ChemLogix americké firmy TSI charakterizuje velmi zajímavý

poměr cena/výkon v oblasti stolních kompaktních Ramanových spektrometrů. **Citlivost těchto spektrometrů dosahuje úrovně vědeckých high end přístrojů** (řada ProRaman-L). Vysoké citlivosti je dosaženo pečlivou optimalizací spektrometru a použitím kvalitních komponent (20 let vývoje), vynikající poměr signálu k šumu pak zajišťuje nízkošumová CCD kamera **chlazená na – 60°C**. Přístroje jsou nabízeny také v transportním provedení = integrace do přenosných kufrů včetně PC. K dispozici jsou také Ramanovy mikroskopy, u kterých jsou spektrometry TSI kombinovány s kvalitním optickým mikroskopem firmy Olympus - řada TSI Microsense.



Firma **SOL Instruments** je výrobcem špičkových optických dílů a pokročilých konfokálních Ramanových mikroskopů včetně přístrojů pro TERS. Firma SOL uvedla na trh řadu **cenově dostupných konfokálních Ramanových mikroskopů CONFOTEC**. Nejvíce prodávaným přístrojem z této řady je **Confotec MR350**, který v sobě kombinuje vysokou citlivost, vysoké spektrální rozlišení a vynikající stabilitu podpořenou vysokou kvalitou zpracování (kovové odlitky, velká zrcadla, mřížky). Přístroj je **modulární a plně konfigurovatelný** dle požadavků zákazníka, standardně je dodáván s kvalitním upright optickým mikroskopem Nikon.



ANASYS
INSTRUMENTS
The nanoscale spectroscopy company

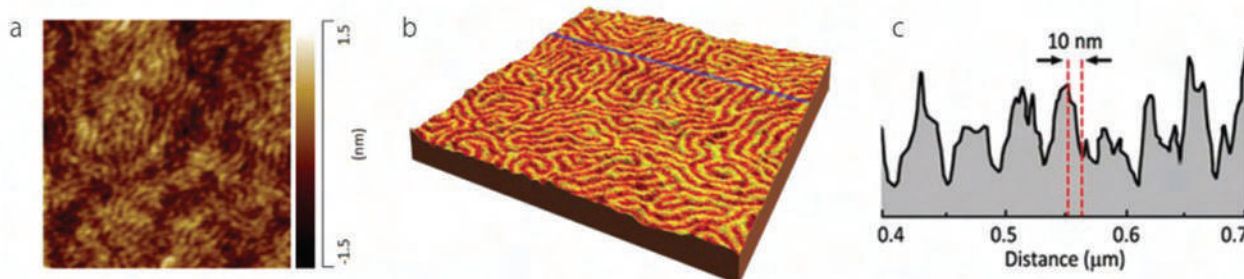
Americká firma **Anasys Instruments**, nabízí špičkové přístroje pro **nano IR spektroskopii** umožňující mapování chemického složení vzorku s vysokým prostorovým rozlišením.

Nejnovější přístroj **nanoIR2-FS** kombinuje vysoké laterální rozlišení s rychlým měřením IR spekter, naměřená spektra lze korelovat přímo se standardními FT-IR spektry.

Laterální rozlišení lepší než **10 nm při mapování chemického složení** v kombinaci s tapping AFM, díky vysoké citlivosti detekce i velmi tenkých vrstev/ monovrstev materiálů.

Systém vyniká **jednoduchou obsluhou a vysokou produktivitou při měřeních**.

Copolymer chemical imaging

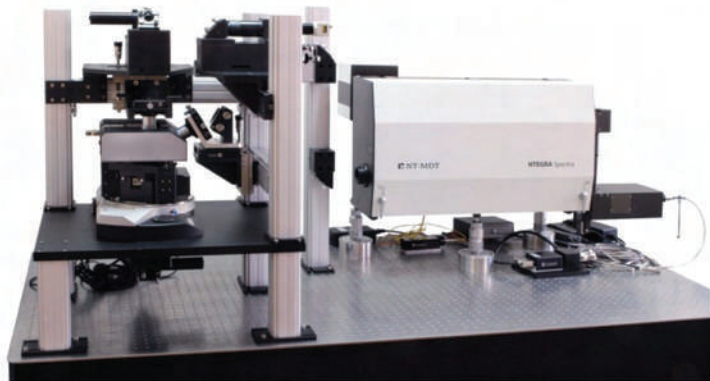


(a) AFM image of a PS/PMMA block copolymer, (b) Tapping AFM-IR imaging at 1730 cm⁻¹, which demonstrates high resolution (~10 nm) chemical mapping of the PS/PMMA block copolymer (c).

NT-MDT
Spectrum Instruments

Firma **Spectrum Instruments** (dříve NT-MDT) vyrábí SPM mikroskopy více než 20 let a na celém světě provedla přes 4000 instalací. V její nabídce jsou jak modulární i automatizované SPM systémy, tak kombinace SPM s Ramanovým spektrometrem.

Spectra II v sobě kombinuje SPM mikroskop s plně motorizovaným Ramanovým spektrometrem. Přístroj umožňuje **simultánní měření AFM a Ramana** při excitaci a sběru záření **sešora, z boku nebo zespoda**. Díky **modulární otevřené platformě** a zároveň **vysoké stabilitě** se jedná o nejlepší řešení pro TERS.



Nabízíme také široký sortiment spotřebního materiálu pro SPM/AFM za zajímavé ceny.



ČESKÁ
SÍŤOVKA

ČESKÁ
SÍŤOVKA
JAKO SKVĚLÝ
FIREMNÍ DÁREK



www.ceskasitovka.cz



Pronájem prostor

pro pořádání workshopů, přednášek a seminářů.

Možnost pronajmout **velký** (pro 50 lidí), **střední** (pro 25 lidí) a **dva malé sály** (pro 15 lidí).

Kvalitní vybavení, parkování v objektu, klidná lokalita v širším centru Prahy.

Více informací na objednani@bebalanced.cz

Centrum Be Balanced, Rybníčná 18/1, Praha 6, 162 00.

www.bebalanced.cz

Poznámky:



Seminář Biomateriály a jejich povrchy X. pořádají



Společnost pro kompozitní a uhlíkové materiály, z.s.



Ústav materiálového inženýrství, FS ČVUT v Praze



Ústav struktury a mechaniky hornin, AV ČR, v.v.i.



Biomedicínské centrum, Lékařská fakulta v Plzni, UK



EM FRANTA.
FRANTIŠEK HNILICA

AHOJ, JÁ JSEM RADEK.
RADEK SEDLÁČEK

AHOJ, JÁ JSEM VLÁDA.
VLADIMÍR ŠÍDA

AHOJ, JÁ JSEM LUCKA.
LUCIE HIMMLOVÁ

EM MARTIN.
MARTIN BRAUN

AHOJ, JÁ JSEM MARKĚTA.
MARKĚTA REIDINGEROVÁ

AHOJ, JÁ JSEM MAREK.
MAREK POKORNÝ

AHOJ, JÁ JSEM IVAN.
IVAN JANDA

EM ZDENĚK.
ZDENĚK RAFAJ

AHOJ, JÁ JSEM MATĚJ.
MATĚJ HOLKA

AHOJ, JÁ JSEM VLASTA.
VLASTA VOŇKOVÁ

AHOJ, JÁ JSEM TERKA.
TEREZA VOŇKOVÁ

EM MAREK.
MAREK AUGULIS

AHOJ, JÁ JSEM MARGIT.
MARGIT ŽALOUKOVÁ

AHOJ, JÁ JSEM MARTA.
MARTA NATŠINOVÁ

AHOJ, JÁ JSEM VLÁDA.
VLADIMÍR MÁRA

EM PETRA.
PETRA HÁJKOVÁ

AHOJ, JÁ JSEM VOJTA.
VOJTĚCH HYBÁSEK

AHOJ, JÁ JSEM VERČA.
VERONIKA PAVLIŇÁKOVÁ

AHOJ, JÁ JSEM RÁDA.
RADKA VRBOVÁ

EM PAVEL.
PAVEL KRIST

AHOJ, JÁ JSEM TOMÁŠ.
TOMÁŠ SUCHÝ

AHOJ, JÁ JSEM ŠTĚVO.
ŠTEFAN JUHÁS

AHOJ, JÁ JSEM KATKA.
KATARÍNA MENDOVA

EM ZDENKA.
ZDENKA JENÍKOVÁ

AHOJ, JÁ JSEM LUCIE.
LUCIE BAČÁKOVÁ

AHOJ, JÁ JSEM KUBA.
JAKUB KRONEK

AHOJ, JÁ JSEM VĚRA.
VĚRA JENČOVÁ

EM KATKA.
KATEŘINA STRNADOVÁ

AHOJ, JÁ JSEM VÁCLAV.
VÁCLAV PETRÁK

AHOJ, JÁ JSEM HONZA.
JÁN KUŽMA

AHOJ, JÁ JSEM VÁCLAV.
VÁCLAV OLŠANSKÝ

EM LUBOŠ.
LUBOŠ ŘEHOUNEK

AHOJ, JÁ JSEM HONZA.
JAN MIKŠOVSKÝ

AHOJ, JÁ JSEM JIRKA.
JIRÍ KRÍŽ

AHOJ, JÁ JSEM LUCKA.
LUCIE VIŠTEJNOVÁ

EM JÁRA.
JAROSLAV MÁLEK

AHOJ, JÁ JSEM INDY.
JAROSLAV FOJT

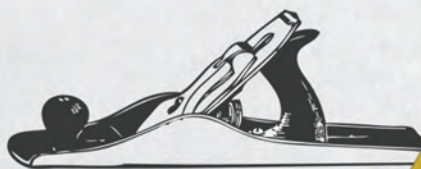
AHOJ, JÁ JSEM HONZA.
JAN ŠTÍPEK

AHOJ, JÁ JSEM HONZA.
JAN ŽÍDEK

EM HONZA.
JAN KRČIL

AHOJ, JÁ JSEM JANA.
JANA JUHÁSOVÁ

AHOJ, JÁ JSEM PETR.
PETR VLČÁK



Herbertov

BIO SINCE 2008

