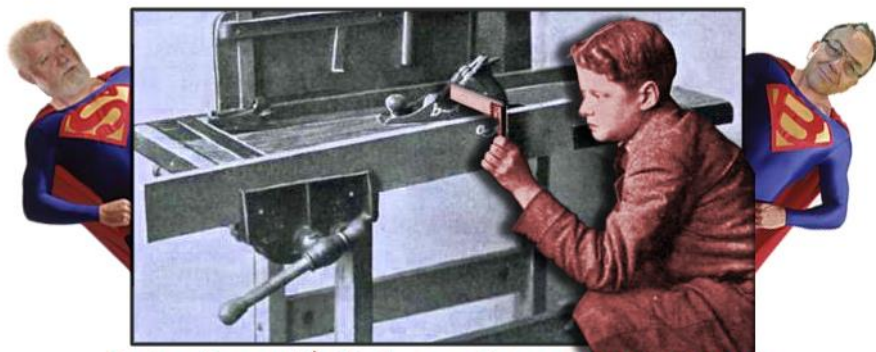




BIOMATERIÁLY A JEJICH POVRCHY VIII.

Herbertov, Horní Mlýn, 15.-18.9.2015

**15.9.2015****ÚTERY****úterý 14:00****F. Denk***Vývoj, výroba a aplikace kloubních náhrad***úterý 15:00****L. Cvrček, V. Starý, J. Kronek***Posouzení tribologických a mechanických vlastností materiálu a povrchu ortopedických implantátů***úterý 15:30****I. Jírka, M. Vandrovcová, M. Bouša a kol.***Příprava biokompatibilních zeolitových filmů s MFI strukturou***úterý 16:00****J. Fojt, M. Peterka, L. Joska***Nanostrukturování slitiny Ti-35Nb-2Zr-0,4O a její interakce s modelovým tělním prostředím***úterý 16:20****Z. Remeš, J. Mičková, P. Krist a kol.***Příprava luminiscenčních diamantových nanočástic pomocí mikrotronu MT 25***úterý 16:40****L. Ostrovská, A. Brož, J. Valenta a kol.***Křemikové nanočástice v buněčné biologii – od prvotních výzev po současné poznatky***úterý 17:00****A. Brož, Š. Potocký, A. Kromka a kol.***Toxicita diamantových nanočástic***úterý 17:30****J. Kůr***Měření kloubních náhrad***úterý 19:00****I. Janda***Jak belgický král Léopold II. v roce 1889 přispěl k objevu nanovláken***16.9.2015****STŘEDA****středa 9:00****Z. Tonar, T. Kubičková, M. Šlajarová a kol.***Kvantitativní histologie při hodnocení experimentů in vivo***středa 10:00****J. Musilíková, A. Eckhardt, L. Bačáková***Změny funkce a proteinového složení buněk hladkého svalstva plicních arterií při vystavení hypoxii***středa 10:30****V. Březina, V. Jenčová, M. Homolková a kol.***Scaffoldy, vlákna a reakce živých buněk in vitro***středa 11:00****T. Suchý, M. Šupová, E. Klapková a kol.***Kolagen – šťastným řízením osudu dosažené a neočekávané výsledky***středa 11:30****P. Sauerová, M. Verdánová, B. Bílková a kol.***Interakce mezenchymálních kmenových buněk s kolagenovými nosiči sítovanými různými látkami***středa 14:00****P. Mikeš, J. Horáková***S endotelem pro nanovláknec***středa 15:00****L. Wolfová, J. Bystroňová, I. Ščigalková a kol.***Hydrogel na bázi kyseliny hyaluronové a možnosti jejich využití pro zvýšení biokompatibility titanových implantátů***středa 15:30****J. Bystroňová, L. Wolfová, M. Pravda a kol.***Využití hyaluronové kyseliny jako varianty materiálů určených pro regeneraci kostní tkáně***středa 16:00****J. Klemeš, M. Pokorný, J. Řebíček a kol.***Modifikace povrchů v blízkém elektrostatickém poli s využitím technologie 4SPIN®***středa 16:30****J. Řebíček, M. Pokorný, J. Klemeš a kol.***Tvorba 3D a kompozitních nanovláknenných struktur pomocí technologie 4SPIN®***středa 17:00****A. Kotzianová, J. Řebíček, M. Pokorný a kol.***Analýza biodegradabilních nanovláknenných materiálů***17.9.2015****ČTVRTEK****čtvrtek 9:00****L. Bačáková, N. Kročilová, J. Havlíková a kol.***Proliferace a osteogenní diferenciací kmenových buněk lidské tukové tkáně získané liposukcí při různém negativním tlaku***čtvrtek 10:00****R. Kudláčková, M. Bačáková, L. Bačáková a kol.***Adheze a růst lidských kožních buněk na celulózových nosičích vyvíjených pro kožní kryty a náhrady***čtvrtek 10:30****E. Jablonská, P.M. Tsimbouri, J. Fojt a kol.***Vliv nanotubulární povrchové úpravy titanové slitiny na buněčnou odpověď lidských mezenchymálních kmenových buněk***čtvrtek 11:00****E. Brynda, O. Kaplan, M. Houska a kol.***Povrchová modifikace pro podporu tvorby endotelu na kardiovaskulárních implantátech***čtvrtek 11:20****E. Filová, R. Matějka, J. Havlíková a kol.***Vliv morfologie povrchu a mechanického zatěžování na adhezi, růst a diferenciaci buněk***18.9.2015****PÁTEK****pátek 9:00****A. Nežiková, M. Kolařová, M. Galantič a kol.***Vývoj povrchových úprav pro zvýšenou osseointegraci biomateriálů v neurochirurgii***pátek 9:50****L. Joska, J. Fojt***Testování interakce kovových biomateriálů s prostředím***pátek 10:10****T. Kocourek, M. Jelinek, P. Písařík a kol.***Chromem dopované DLC vrstvy připravené hybridní pulsní laserovou depozicí***pátek 10:30****M. Šupová***Substituted Hydroxyapatites for Biomedical Applications***pátek 11:00****M. Braun***Aplikace analytických metod při chemické charakterizaci biomateriálů***pátek 11:30****M. Petrtyl, K. Balík, C. Povýšil a kol.***Orientace domén nanostruktury a submikrostruktury v kompaktní lidské kosti verifikovaná elektronovým skenovacím mikroskopem QUANTA 450*

Biomateriály a jejich povrchy VIII.

Vladimír Starý, Karel Balík, Tomáš Suchý

ISBN 978-80-01-05795-7

Vydalo: České vysoké učení technické v Praze

Zpracovala: Fakulta strojní

Kontaktní adresa:

Tomáš Suchý

Tel.: 266 009 287

Tisk: ÚSMH AV ČR, v.v.i.

Adresa tiskárny: V Holešovičkách 41, 182 09 Praha 8

Počet stran: 32

Náklad: 70

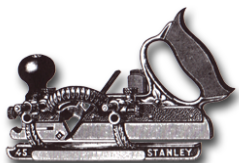
Pořadí vydání: 1.

Praha 2015



15.9.2015

ÚTERÝ



úterý 14:00

František Denk

Vývoj, výroba a aplikace kloubních náhrad (uvedení na trh, prohlášení o shodě - značka CE, Post-Market Study)

Ústav materiálového inženýrství, Fakulta strojní, ČVUT v Praze
Oddělení kompozitních a uhlíkových materiálů, ÚSMH, AV ČR, v.v.i.

frantisek.denk@fs.cvut.cz

Charakterizace etap vývoje kloubní náhrady (zdravotnického prostředku) s poukázáním na nutnost mezioborového/interdisciplinárního přístupu k řešení dané problematiky, včetně prezentace dlouholetých zkušeností z řešení mezioborových projektů. Uvedení specifických výsledků řešení projektů s mezioborovou věcnou náplní.

Požadavky na zajištění výroby kloubní náhrady včetně dalších navazujících činností, které jsou v plné kompetenci a zodpovědnosti výrobce. Příprava a zpracování řízené dokumentace potřebné pro uvedení zdravotnického prostředku na trh; Prohlášení o shodě. Prezentace získávání poprodejních informací o aplikovaných kloubních náhradách včetně reálných příkladů selhání. Využití získaných poznatků pro individuální řešení nestandardních onemocnění kloubních spojení. Popis a hodnocení revidovaných kloubních náhrad; doba použití, důvod revize, druh opotřebení/selhání. Příklady hodnocení přežití kyčelních kloubů z českého registru.

úterý 15:00

Ladislav Cvrček¹, Vladimír Starý¹, Jakub Kronek²

Posouzení tribologických a mechanických vlastností materiálu a povrchu ortopedických implantátů

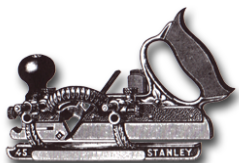
¹Ústav materiálového inženýrství, Fakulta strojní, ČVUT v Praze

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

ladislav.cvrcek@fs.cvut.cz

Hodnocení kluzných částí ortopedických implantátů je součástí jejich vývoje a optimalizace. Kontakt je samozřejmě otázkou a) minimálně dvou materiálů, b) vlastního povrchu c) přítomnosti otěrových částic (debris). Základní hodnocení začíná za předpokladu biokompatibility všech materiálů na úrovni tvrdost-tribologické vlastnosti (koeficient tření/otěr), v případě přítomnosti povrchové vrstvy na jednom z materiálů přistupuje ještě její adheze. Základem měření tvrdosti je například kvantitativní určení postupně tvrdosti-mikrotvrdosti-nanotvrdosti. Při aplikaci může však dojít v důsledku otěru povrchu k zapojení i hlubších vrstev/částí materiálu. U otěru hodnotíme kromě úbytku materiálu a změny tvaru původního dílu i chemické složení a morfologii otěrových částic.

Dosavadní vývoj se zaměřil především na zvyšování tvrdosti a zlepšení tribologických vlastností povrchu použitého materiálu. Tento směr zahrnuje použití plazmové nitridace (nitridování slitiny CoCrMo) nebo tvrdých otěruvzdorných povlaků (DLC, ZrN, TiNbN). Komerčně se zatím podařilo prosazení těchto technologií v omezené míře. Důvodem jsou v některých



případech nejednoznačné výsledky získané analýzou reoperovaných implantátů s dobou funkce minimálně 5ti let.

Přestože hodnocení životnosti implantátů zahrnuje široké spektrum testů (od testů v simulátoru pohybu, mechanické testy až po testování korozní odolnosti), nelze tímto postupem získat zcela objektivní výsledky, které poskytuje samotné lidské tělo. Pro dokonalejší pochopení procesů, kterým je implantát vystaven v lidském těle, posloužila analýza reoperovaných implantátů kyčelního kloubu. Především opotřebením celého systému hlavice-jamka hodnocená na 3D profilometru se jeví jako účinný nástroj pro vyhodnocení stavu implantátu. Porovnány byly dva systémy hlavice kyčelních kloubů ze slitiny CoCrMo bez a s povlakem ZrN v kombinaci s jamkou z UHMWPE.

Získané poznatky z reoperovaných implantátů umožňují provést revizi aplikovaných technologií a vyloučit chyby, které se projeví až při dlouhodobém působení reálného prostředí. Výsledkem jsou úvahy o komplexním přístupu při návrhu implantátu, zahrnujícím vývoj objemového materiálu současně s jeho povrchovou úpravou.

úterý 15:30

Ivan Jirka¹, Marta Vandrovcová², Milan Bouša¹, Jan Plšek¹, Hana Tarábková¹, Lucie Bačáková²

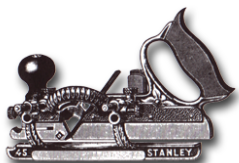
Příprava biokompatibilních zeolitových filmů s *MFI* strukturou

¹Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského, AV ČR, v.v.i., Dolejškova 3, Praha 8

²Fyziologický ústav, AV ČR, v.v.i. Vídeňská 1083, Praha 4

ivan.jirka@jh-inst.cas.cz

Modifikace povrchu pevných látek silikalitovým nanofilmem (SNF) je perspektivní pro vývoj nových vysoce stabilních materiálů perspektivních mimo jiné v mikroelektronice a pro vývoj sensorů. Díky svým chemickým, mechanickým a biologickým vlastnostem jsou SNF v neposlední řadě perspektivní jako anti-korozivní povlaky biokompatibilních materiálů určených pro náhradu kostí. Klíčem k pochopení biokompatibility takto modifikovaných materiálů je porozumění interakce SNF s proteiny, jež jsou podstatnou složkou molekul zprostředkujících interakci tkáně s umělým materiálem. V tomto příspěvku shrnujeme naše výsledky preparace a charakterisace série vysoce definovaných ***b*** (***a***) orientovaných SNF na povrchu křemíku a oceli. SNF jsme syntetisovali jednostupňovou metodou *in situ* z vodného roztoku tetrapropyl-ammonium hydroxidu (templát) a tetraethyl orthosilikátu s užitím různé doby zrání reakční směsi (2 hodiny – 3 dny) a různé doby syntézy (2 – 6 hodin). Syntetisované SNF jsme vyžili na 430°C v proudu vzduchu a následně v proudu ozonu při 200°C. Vzorky v různých etapách přípravy byly charakterisovány řadou metod (skenovací elektronovou mikroskopií (SEM), fotoelektronovou spektroskopií (XPS), mikroskopií atomárních sil (AFM), měřením kontaktního úhlu. Optimalisací syntézních podmínek (doba zrání reakční směsi a teplota syntézy, druh nosiče a jeho povrchová modifikace před syntézou) a užitím post-syntetických modifikací jsme vypracovali způsob přípravy SNF s laditelnými povrchovými vlastnostmi, jako jsou (i) povrchová morfologie (i.e. drsnost povrchu v různých škálách, velikost silikalitových krystalů tvořících SNF a jejich orientace), (ii) chemické složení, (iii) smáčivost a (iv) mikroporézní struktura. Užitím uvedených podmínek syntézy lze připravit serie SNF tvořené silikalitovými krystaly orientovanými do různého stupně o rozměrech ~10¹ nm - ~1 μm. Post-syntetické modifikace dramaticky mění smáčivost povrchu



BIOMATERIÁLY A JEJICH POVRCHY VIII.

Herbertov, Horní Mlýn, 15. – 18. 9. 2015

SNF (kontaktní úhly v rozsahu 0° - 70°), opracování vzorku v O_3 umožňuje úplné otevření mikroporesní struktury SNF. Serie SNF o dvou různých morfologiích (tvořených krystaly o rozměrech $\sim 10^2$ nm a ~ 1 μ m) s proměnnou smáčivostí, chemickým složením povrchu a mikroporesní strukturou byly užity ke studiu adsorpce fibrinogenu a albuminu.

Výsledky získané na Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského, AV ČR vznikly díky vnitro ústavní podpoře.

úterý 16:00

Jaroslav Fojt, Matyáš Peterka, Luděk Joska

Nanostrukturování slitiny Ti-35Nb-2Zr-0,4O a její interakce s modelovým tělním prostředím

Ústav kovových materiálů a korozního inženýrství, VŠCHT v Praze

fojtj@vscht.cz

Nanostrukturované povrchy tělních implantátů mají v medicíně perspektivní budoucnost. Nanotrubky podporují proces primární osseointegrace a urychlují srůst kostní tkáně s implantátem. V rámci této práce byl studován vznik nanotrubek na povrchu slitiny Ti-35Nb-2Zr-0,4O pomocí anodizace ve vodném prostředí s fluoridovými ionty. Dále byl hodnocen vliv nanostruktury na interakci materiál – modelové tělní prostředí. Studie byly realizovány s využitím elektrochemických technik a povrchové analýzy. Bylo zjištěno odlišné elektrochemické chování nanostrukturovaných povrchů a nativní pasivní vrstvy. Z hlediska stimulace precipitace hydroxyapatitu na povrchu materiálu se jako nejlepší jevil povrch pokrytý nanotrubkami o větších průměrech. Vyhodnocení elektrochemických měření také ukázalo na možné vlivy prostředí, které značně ztěžují interpretaci naměřených výsledků.

Zpracováno v rámci řešení projektu TAČR TA02010409 „Nanosur“.

úterý 16:20

Zdeněk Remeš¹, Julia Mičová², Pavel Krist³, David Chvátil³, Roman Effenberg⁴

Příprava luminiscenčních diamantových nanočástic pomocí mikrotronu MT 25

¹Laboratoř fotoelektrické a optické spektroskopie, Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.

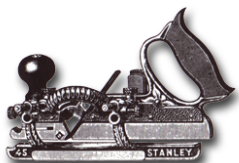
²Oddělení analýzy funkčních materiálů, Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.

³Oddělení urychlovačů, Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i.

⁴Ústav chemie přírodních látek, VŠCHT v Praze

remes@fzu.cz

Již před časem bylo publikováno, že luminiscenční diamantové nanočástice se ukazují jako slibné detektory pro „bioimaging“, které mohou být srovnatelné s fluorofory a kvantovými



tečkami. V této práci se zabýváme tvorbou NV (dusík – vakance) center v diamantových nanokrystalech za použití svazku energetických monochromatických elektronů. Nanodiamantový prášek byl ozařován elektronovým svazkem získaným na urychlovači mikrotron MT 25. Při ozařování bylo na terči dosaženo nábojové hustoty několik C/cm². Svazek elektronů byl kolimován do plochy 0,5 cm² s využitím energií od 8 do 22 MeV. Formující se NV centra jsou aktivována pomocí vysokoteplotního žíhání ve vakuu. Nanodiamanty jsou dále upravovány oxidací a sonifikací, které vedou k odstranění sp² uhlíku z jejich povrchu. Tato operace zároveň zajišťuje stabilní koloidní roztok s koncentrací 1 mg/ml s elektro-kinetickým (zeta) potenciálem okolo – 35 mV. Naměřená luminiscenční spektra ukazují, že výtěžek luminiscence stoupá lineárně s obdrženou dávkou při dané energii primárních elektronů. Tvar terče byl navržen na základě simulací provedených v software Fluka – Monte Carlo kód.

úterý 16:40

**Lucie Ostrovská^{1,2}, Antonín Brož^{1,3}, Jan Valenta⁴, Minoru Fujii⁵,
Marie Hubálek Kalbáčová^{1,2}**

Křemíkové nanočástice v buněčné biologii – od prvotních výzev po současné poznatky

¹Ústav dědičných metabolických poruch 1. LF UK, Praha

²Biomedicínské centrum LFP UK, Plzeň

³Fyziologický ústav AV ČR, v.v.i, Praha-Krč

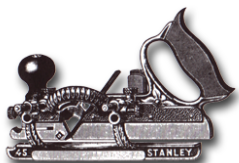
⁴Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

⁵Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Graduate School of Engineering, Kobe, Japan

lucie.ostrovaska@lfp.cuni.cz

Křemíkové materiály byly po mnoho let předmětem zájmu především ve fyzikálních vědních oborech, které se soustředily na studium jejich fotovoltaiických a optoelektronických vlastností. S významným objevem červené luminiscence porézního křemíku se po roce 1990 velmi rozšířilo aplikační spektrum křemíkových nano- a mikromateriálů do různých odvětví výzkumu. Významný potenciál křemíkových nanokrystalů (SiNC) v biologii a medicíně byl zkoumán především díky jejich unikátní biokompatibilitě, nízké toxicitě a schopnosti přirozené degradace v organismu. Tyto vlastnosti odlišovaly SiNC od dosavadních polovodičových fluorescenčních značek označovaných quantum dots, jejichž potenciální toxicita neumožňuje aplikaci do živého organismu. V současné době se biomedicínský výzkum zaměřuje na možné využití SiNC jako biologických senzorů, nosičů léčiv a zobrazovacích technik.

Ve spolupráci s kolegy z Matematicko-fyzikální fakulty UK probíhá výzkum SiNC syntetizovaných na Univerzitě v Kobe. Z fyzikálního hlediska se tyto SiNC dopované borem a fosforem vyznačují výjimečnými parametry – úzce definovaná koncentrace a velikost krystalů (3–4 nm) v metanolovém koloidu, dlouhodobá dispergace a fotostabilita bez agregace krystalů. Prvotní biologické experimenty se zaměřily na určení cytotoxicity dvou typů SiNC a stanovení jejich vhodné netoxické koncentrace, která zároveň umožní dostatečnou vizualizaci fluorescenční mikroskopií. Přes výrazné překážky, které představoval samotný metanolový koloid, slabá luminiscence SiNC a omezený čas pro práci s živými buňkami při UV excitaci SiNC, se podařilo získat informace o cytotoxicitě a schopnosti buněk pohlcovat SiNC v čase. Dalším krokem bude



BIOMATERIÁLY A JEJICH POVRCHY VIII.

Herbertov, Horní Mlýn, 15. – 18. 9. 2015

snaha o zobrazení vstupu, pohybu v prostoru uvnitř buňky a eventuální exkreci či zpracování SiNC buňkou. Získaná data by podala informace o možném budoucím aplikačním potenciálu těchto SiNC v biologii a medicíně.

úterý 17:00

Antonín Brož¹, Štěpán Potocký², Alexander Kromka², Lucie Bačáková¹

Toxicita diamantových nanočástic

¹Fyziologický ústav AVČR, v.v.i., Praha 4

²Fyzikální ústav, AVČR, v.v.i., Praha 6

antonin.broz@fgu.cas.cz

Diamantové nanočástice (DNČ) jsou v rámci biomedicínských oborů zkoumány pro několikero možné využití, jako jsou cílená léčiva nebo fluorescenční značky. V této studii byla zkoumána toxicita komerčně dostupných DNČ na živé lidské buněčné linii osteoblastů (SAOS-2). Studovány byly DNČ připravené dvěma různými metodami: 1) detonační diamant a 2) diamant připravený tzv. High Pressure High Temperature (HPHT) metodou. Tyto DNČ mají z výroby a případné následné úpravy různou velikost a chemii povrchu. Obojí může mít zcela zásadní vliv na jejich chování v buněčné kultuře v kultivačním médiu a jejich cytotoxicitu. Důležitým faktorem z hlediska případného pohlcování diamantů a jejich agregátů buňkami je fetální bovinní sérum přidávané do kultivačního média a v něm obsažené proteiny, které nutně obalí DNČ po jejich přidání do média a vytvoří tzv. protein coronu. Složení této protein corony je závislé jak na velikosti, tak na povrchové chemii nanočástic. Za pomoci mikroskopického snímání živých buněk a biochemického stanovení metabolické aktivity buněk byly prokázány statisticky významné rozdíly v působení těchto dvou druhů diamantových nanočástic na výše zmíněnou buněčnou linii. Detonační diamant proniká velmi rychle do živých buněk, kde působí v časovém rámci 2-3 dnů toxičtěji než HPHT diamant. Způsob průniku do buňky a jejich následné působení uvnitř buňky bude předmětem dalšího zkoumání.

Výzkum je podporován GA ČR, projekt č. 14-04790S.

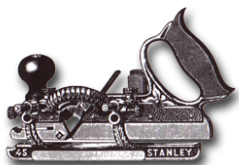
úterý 17:30

Jan Kůr

Měření kloubních náhrad

MESING, spol. s r. o., Brno

jan.kur@mesing.cz



BIOMATERIÁLY A JEJICH POVRCHY VIII.

Herbertov, Horní Mlýn, 15. – 18. 9. 2015

úterý 17:00

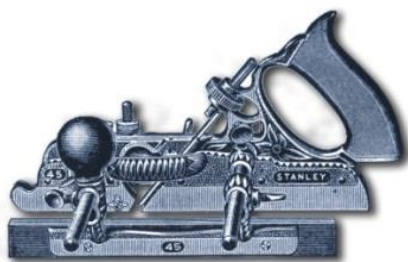
Ivan Janda

Jak belgický král Léopold II. v roce 1889 přispěl k objevu nanovláken

soukromý badatel, Praha

ivan.janda@gmail.com

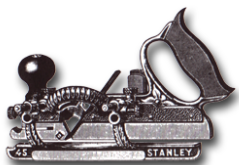
Léopold II. Belgický si roku 1889 najal malou skupinu rakousko-uherských cestovatelů, aby mu v jeho soukromé kolonii v rovníkové Africe našli nová naleziště diamantů, mědi a coltanu. Do té doby se odtud do Belgie dovážela především slonovina a kaučuk. Místo prospektorské činnosti se však výprava musela věnovat spíše humanitární pomoci zbídačelému obyvatelstvu, které bylo nemilosrdně tyranizováno belgickými kolonizátory a jejich ozbrojenými milicemi. Během rekonstrukčních prací v osadě Ngongo došlo k náhodnému objevu biomateriálů, které bylo možno v terénních podmínkách použít ve veterinární i humánní chirurgii.





16.9.2015

STŘEDA



středa 9:00

Zbyněk Tonar, Tereza Kubíková, Markéta Šlajerová, Milena Králíčková
Kvantitativní histologie při hodnocení experimentů *in vivo*

Ústav histologie a embryologie a Laboratoř kvantitativní histologie Biomedicínského centra,
Lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Plzni

zbynek.tonar@lfp.cuni.cz

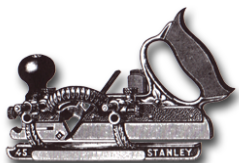
Cílem přednášky je představit přínosy i omezení histologického hodnocení některých *in vivo* experimentů s využitím implantabilních biomateriálů či invazivního mechanického ovlivňování tkání a orgánů. Tyto experimenty byly prováděny partnerskými pracovišti (např. Oddělení tkáňového inženýrství, Ústav experimentální medicíny AV ČR, v. v. i.; Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů, Technická univerzita v Liberci; Dětská klinika FN v Plzni aj.).

Představíme základní principy kvantifikace mikroskopické stavby tkáňových a orgánových bločků měkkých i tvrdých tkání s využitím systematického a nestranného vzorkování při odběru orgánů a bločků, výběru histologických řezů a mikroskopických zorných polí, vizualizace složení vzorků pomocí přehledných barvicích metod a imunohistochemie. Ze stereologických metod ilustrujeme postupy pro počítání mikroskopických objektů, měření délek, ploch, objemů, hodnocení hustoty mikrocév, plošných a objemových podílů vícefázových struktur, tortuozity vláknitých struktur a shlukování objektů je složení vzorků popsáno pomocí spojitých kvantitativních proměnných.

Popíšeme všechny typické kroky kompletní histologické analýzy experimentů u běžných laboratorních zvířat (potkan, myš, králík, prase, ovce) počínaje rešerší zadaného problému, návrhem designu experimentu s ohledem na jeho pozdější vyhodnotitelnost, přes formulaci testovatelných hypotéz použitelných pro zodpovězení biologické otázky, provedení pilotní studie a návrh optimální strategie vzorkování vyšetřovaných orgánů pro histologickou analýzu při maximální efektivitě výroby preparátů a současně únosnou mírou vzorkovací chyby, až po vlastní analýzu včetně fotodokumentace a základního statistického vyhodnocení morfometrických dat.

Výše uvedené principy budou ilustrovány na histologické části konkrétních studií (objem a rovnoměrnost distribuce novotvořené kosti v experimentálním defektu; diferenciaci hyalinní chrupavky v osteochondrálním defektu; kvalita jizvy břišní stěny při aplikaci nanovláknenné sítě; zánětlivá infiltrace, mitotický a apoptotický index plic v reakci na režimy mechanické plicní ventilace; reakce cévní stěny na experimentální bandáž plicnice u prasete).

Jako námět k diskusi budou formulovány oblasti, v nichž dochází v různých fázích experimentální práce k potřebě koordinovat histologické vyšetření s ostatními pracovními postupy a vyšetřovacími modalitami tak, aby v ideálním případě došlo k nejlepšímu využití mnohdy pracně a nákladně získaných vzorků a bylo možné vyhodnocení provést dle současných mezinárodně uznávaných požadavků na publikovatelnost histologických analýz.



středa 10:00

Jana Musílková¹, Adam Eckhardt², Lucie Bačáková¹

Změny funkce a proteinového složení buněk hladkého svalu plicních artérií při vystavení hypoxii

¹Odd. biomateriálů a tkáňového inženýrství, Fyziologický ústav AV ČR, v.v.i., Praha 4

²Odd. analýzy fyziologicky aktivních látek, Fyziologický ústav AV ČR, v.v.i., Praha 4

jana.musilkova@fgu.cas.cz

Hypoxie, obecně nedostatek kyslíku v těle nebo v jednotlivých tkáních, je způsobena špatnou funkcí některého článku dopravy kyslíku k buňkám organismu. Zvýšení odporu jak plicního, tak systémového cévního řečiště vede ke vzniku hypertenze, jejímž důsledkem je srdeční selhání. Na vzniku hypertenze se podílí zvláště zvýšení odporu arteriální části řečiště. To zahrnuje vazokonstrikci a remodelaci cévní stěny. Zatímco akutní hypoxie působí plicní vazokonstrikci, pokles parciálního tlaku O₂ v systémovém řečišti působí reakci zcela odlišnou, dochází k systémové vazodilataci. Zdá se, že ačkoliv histologická stavba stěny plicních a systémových cév je velmi podobná, buňky hladkého svalu mediální vrstvy různých typů cév jsou složeny z fenotypově různých populací buněk s odlišnými vlastnostmi. To se odráží v jejich okamžité reakci na hypoxii, v různé proliferační aktivitě a v různé produkci proteinů extracelulární matrix, který ovlivňuje proces remodelace cévní stěny.

V naší práci jsme se zaměřili na sledování adheze, růstu a metabolické aktivity buněk izolovaných z pulmonární arterie potkana žijícího v podmínkách hypoxie i normoxie. Zároveň jsme sledované buňky pěstovaly na různých podkladech, zejména pokryvech tvořenými různými typy kolagenu a jejich kombinací, odpovídajících předpokládanému změněnému prostředí v remodelované tkáni cévní stěny za podmínek hypoxie.

Podporováno TAČR (grant č. TA04011345).

středa 10:30

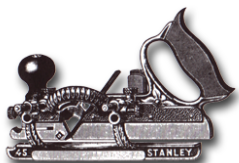
Vítězslav Březina, Věra Jenčová, Monika Homolková, Kateřina Pilařová

Scaffoldy, vlákna a reakce živých buněk *in vitro*

Laboratoř tkáňových kultur, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Nové Hradky

brezinavita@gmail.com

Relativně novým prostředím pro buňky je jakési lešení (scaffold) které má sloužit jako podpora pro růst buněčné populace. Hypotéza říká, že toto lešení je vhodné jako podpora pro buňky, které budou postupně scaffold prorůstat. Surový scaffold by tak mohl sloužit jako implantovaná náhrada kosti. Hypotézy jdou dál a říkají, že pokud bude scaffold z pomalu degradujících materiálů, může nakonec uvolnit v organismu místo pro buňky dané tkáně. Co ovšem dělají živé buňky ve scaffoldu, popřípadě na jeho vrásčitém povrchu je prozatím zahaleno. Poznání chování buněčné populace je však pro praktické použití významné. Jak se chovají buňky



BIOMATERIÁLY A JEJICH POVRCHY VIII.

Herbertov, Horní Mlýn, 15. – 18. 9. 2015

v nerovném terénu, jak se chovají na vláknitém terénu a jak se mění jejich růstové a fyziologické vlastnosti je předmětem sdělení. V pokusech je užita časosběrná mikrokineematografie, to znamená, že obrazový záznam je otevřen kvalitativnímu i kvantitativnímu hodnocení.

středa 11:00

Tomáš Suchý^{1,2}, Monika Šupová¹, Eva Klapková³, Martina Verdánová^{4,5}, Pavla Sauerová⁶, Zbyněk Sucharda¹, Marek Pokorný⁷, Jiří Řebíček⁷, Petr Mikeš⁸, Šárka Rýgllová¹, Margit Žaloudková¹, Martin Braun¹, Lukáš Horný², Marie Hubálek Kalbáčová^{5,6,9}, Rastislav Ballay¹⁰

Kolagen – šťastným řízením osudu dosažené a neočekávané výsledky

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

² Laboratoř biomechaniky, Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky, FS ČVUT v Praze

³ Ústav lékařské chemie a klinické biochemie, 2. LF UK a FN v Motole, Praha

⁴ Katedra genetiky a mikrobiologie PŘF UK v Praze

⁵ Ústav dědičných metabolických poruch, 1. LF UK v Praze

⁶ Biomedicínské centrum LF v Plzni, UK v Praze

⁷ Contipro Biotech, s.r.o., Dolní Dobrouč

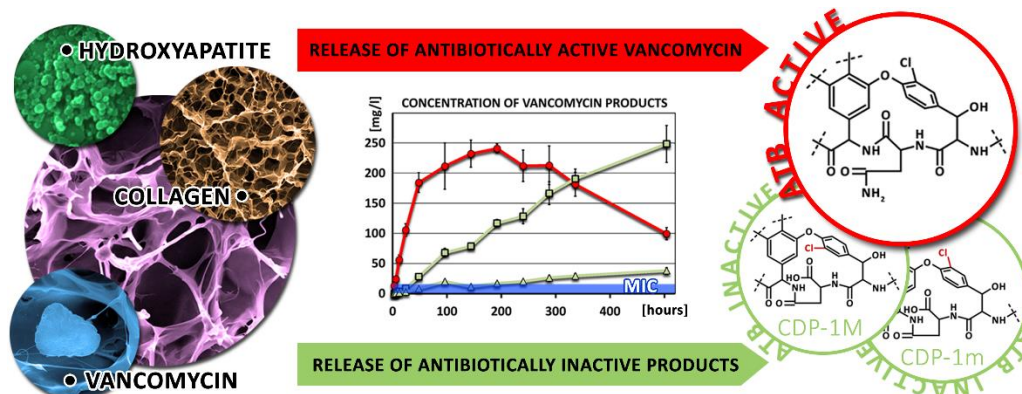
⁸ Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů, TU Liberec

⁹ Ústav histologie a embryologie LF v Plzni, UK v Praze

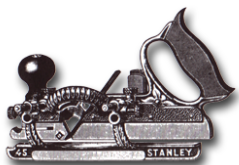
¹⁰ I. Ortopedická klinika, 1. LF UK a FN v Motole, Praha

suchyt@irms.cas.cz

Kolagen je nejhojnější protein lidského těla a základní složka extracelulární matrix nezbytná pro správnou funkčnost mnoha buněk, je důležitý pro funkci různých typů tkání a v neposlední řadě hraje také důležitou roli v hojení ran. Proto je kolagen hojně využíván ve vývoji nových biomateriálů. Přednáška se věnuje způsobům zpracování kolagenu od jeho izolace z různých živočišných prekurzorů, po přípravu do různých forem, například jako matrice nosičů buněk nebo submikronových vláken a nanovláken. První ukázkou jsou resorbovatelné kolagen-kalcium fosfátové nanovrstvy s řízenou elucí antibiotik (vancomycin, gentamicin) pro zvýšení životnosti implantátů. Druhou pak nosiče buněk na bázi kolagenu, polylaktidu, bioapatitu a hyaluronanu. V příspěvku jsou diskutovány některé metody, které by měly odpovědět na otázku, zda po několikastupňovém zpracování kolagenu zůstává zachována jeho přirozená struktura.



Tato studie byla podpořena Technologickou agenturou České republiky (projekt TA04010330).



středa 11:30

**Pavla Sauerová^{1,3}, Martina Verdanová^{2,3}, Blanka Bílková³, Tomáš Suchý⁴,
Monika Šupová⁴, Šárka Rýglová⁴, Margit Žaloudková⁴, Zbyněk
Sucharda⁴, Marie Hubálek Kalbáčová^{1,3}**

Interakce mezenchymálních kmenových buněk s kolagenovými nosiči sít'ovanými různými látkami

¹Biomedicínské centrum, Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova v Praze

²Katedra genetiky a mikrobiologie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze

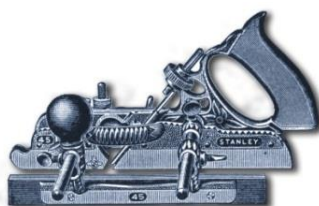
³Ústav dědičných metabolických poruch, 1. lékařská fakulta, Univerzita Karlova v Praze

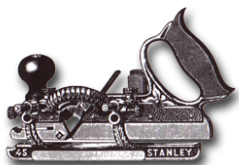
⁴ Oddělení kompozitních a uhlíkových materiálů, ÚSMH, AVČR, v.v.i.

pavla.sauerova@gmail.com

Kolagenové nosiče jsou velmi atraktivní materiály pro výzkum v oblasti tkáňového inženýrství a regenerativní medicíny. Pro tuto studii byly ve spolupracující laboratoři (Oddělení kompozitních a uhlíkových materiálů, ÚSMH, AVČR) vytvořeny kompozitní nosiče složené z přírodního kolagenu, poly(DL)-laktidových nanovláken, kalcium fosfátových částic a hyaluronu sodného. Stabilita kompozitů byla podpořena zesíťováním pomocí EDC/NHS/EtOH, EDC/NHS/PBS či genipinu. Připravené nosiče imitují extracelulární kostní matrix a mají indukovat adhezi, proliferaci a diferenciaci lidských mezenchymálních kmenových buněk do buněk kostní tkáně. Pro stanovení biologických vlastností připravených nosičů byly nejprve provedeny *in vitro* studie za podmínek 2D kultivace. Nejprve se testovalo chování buněk s výluhy nosiče, kde buňky s výluhy nosiče sít'ovaného genipinem si jako jediné zachovaly vysokou úroveň metabolické aktivity během inkubace. Dále se sledovalo chování a počty buněk na vlastních nosičích, kdy metabolická aktivita buněk pěstovaných na všech třech typech nosičů byla víceméně srovnatelná, ale při porovnání s kontrolními buňkami pouze cca 50%. Buněčná morfologie se při 2D/3D vizualizace jevila nejlepší na nosiči sít'ovaném genipinem. Tento nosič navíc vykazoval nejlepší mechanické vlastnosti během celé buněčné kultivace. Jako druhý nejlepší nosič byl označen kompozit sít'ovaný EDC/NHS/PBS. Proto na základě naměřených výsledků a pozorování byly tyto dva nosiče (genipinem a EDC/NHS/PBS sít'ované) vyhodnoceny jako dva nejideálnější pro následné *in vitro* analýzy za podmínek 3D kultivace a budoucí *in vivo* experimenty.

Tato studie byla podpořena Agenturou pro zdravotnický výzkum České republiky (projekt AZV 15-25813A).





středa 14:00

Petr Mikeš, Jana Horáková
S endotelem po nanovlákněch

Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů, Fakulta textilní, TU v Liberci

petr.mikes@tul.cz

Příspěvek je zaměřen na přípravu a hodnocení maloprůměrových cévních náhrad technikou elektrostatického zvlákňování. Vaskulární grafty byly vyráběny z biodegradabilních polymerů, konkrétně z polykaprolaktonu (PCL) a z kopolymeru polylaktidu a polykaprolaktonu (PLC). Tkáňové nosiče pro aplikace ve vaskulárním systému musí splňovat řadu požadavků, které budou zohledněny. Jednou z nejdůležitějších vlastností je podpora endotelizace vnitřního povrchu umělé cévní náhrady a zamezení tvorbě trombů, které by vedly k ucpání a nefunkčnosti těchto náhrad po implantaci do organismu. V neposlední řadě to jsou pak materiálové vlastnosti, jako např. pevnost v tahu, elasticita, smáčivost povrchu apod. Úpravou podmínek elektrostatického zvlákňování byly vyrobeny a testovány materiály s rozdílnou morfologií (nanovláknenné struktury, mikrovláknenné struktury, orientovaná vlákna) z obou zmíněných polymerů. Toto komplexní zhodnocení pak vedlo k selekci materiálů, které se zdály být vhodnými pro možnou budoucí klinickou aplikaci. Prvotní *in vivo* testy pak ukazují, jak výsledky získané v podmínkách *in vitro* korelují s funkcí graftů po implantaci do organismu. Cévní náhrady vyrobené z PCL byly implantovány jako náhrada aorty potkana po dobu 6 měsíců, po které bylo provedeno komplexní histologické vyhodnocení materiálu. Vaskulární grafty z kopolymeru PLC byly našity jako bypass králičí krkavice a hodnoceny po stejném časovém úseku (6 měsíců). Při hodnocení experimentů je snaha o komplexní přístup k dané problematice, která vyžaduje zvážení mnoha aspektů, jako je tomu však v celém oboru tkáňového inženýrství. Proto se tedy vydejme na dlouhou cestu s endotelem po nanovlákněch.

středa 15:00

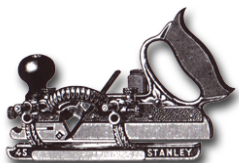
Lucie Wolfová, Julie Bystroňová, Ivana Ščigalková, Martin Pravda,
Vladimír Velebný

**Hydrogely na bázi kyseliny hyaluronové a možnosti jejich využití pro
zvýšení biokompatibilitý titanových implantátů**

Contipro Pharma a.s., Dolní Dobrouč

wolfova@contipro.com

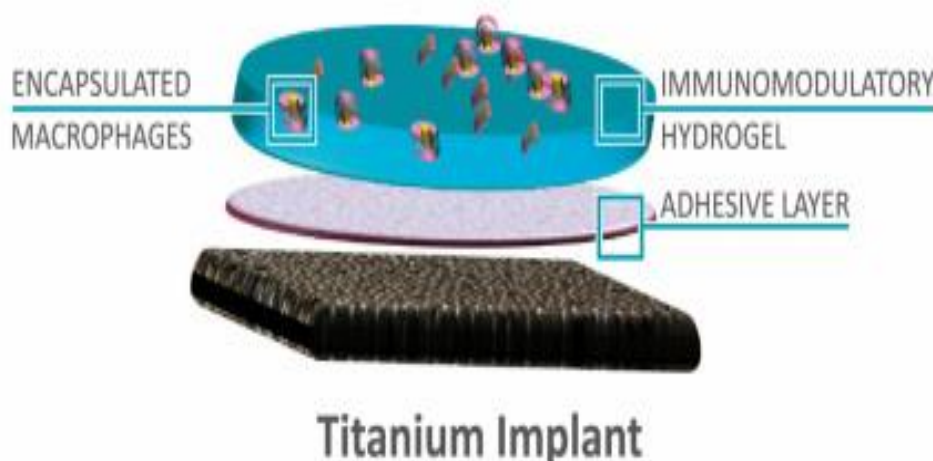
Kyselina hyaluronová (HA) je vysokomolekulární glykosaminoglykan, který je nezbytnou součástí extracelulární matrix tkání živočišných organismů. Její unikátní fyzikálně-chemické a biologické vlastnosti, spolu s její vysokou biokompatibilitou, ji předurčují k využití v oblasti regenerativní medicíny a vývoje scaffoldů pro tkáňové inženýrství. Jednou z možných podob těchto scaffoldů jsou hydrogely. V prezentaci budou představeny hydrogely na bázi kyseliny hyaluronové v kombinaci s želatinou, určené pro zvýšení biokompatibilitý titanových implantátů. Cílem je vývoj materiálu vhodného k povrstvení povrchu těchto implantátů, který by také sloužil



BIOMATERIÁLY A JEJICH POVRCHY VIII.

Herbertov, Horní Mlýn, 15. – 18. 9. 2015

jako matrice vhodná pro zabudování buněk imunitního systému. V přednášce budou prezentovány vlastnosti této matrice spolu s dosaženými výsledky z kultivace THP-1 buněk v těchto hydrogelech.



středa 15:30

**Julie Bystroňová, Lucie Wolfová, Martin Pravda, Ivana Ščigalková,
Vladimír Velebný**

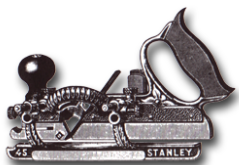
**Využití hyaluronové kyseliny jako varianty materiálů určených pro
regeneraci kostní tkáně**

Contipro Pharma a.s., Dolní Dobrouč

julie.bystronova@contipro.com

Hyaluronová kyselina (HA) je vysokomolekulární glykosaminoglykan, který je nezbytnou součástí extracelulární matrix tkání živočišných organismů. Vysoká rozpustnost ve vodě a krátký biologický poločas omezuje využití nativní HA pro biomedicínské aplikace. Náš výzkum je zacílen právě na využití HA pro regenerativní medicínu. Konkrétně je využívána modifikovaná forma HA, jejíž roztoky lze síťovat za vzniku biodegradovatelných hydrogelů. Díky vzniklým příčným vazbám má připravený materiál prodloužené setrvání v organismu, čímž se prodlouží také terapeutický účinek. Připravené materiály mohou být použity pro např. augmentaci měkkých tkání, viskosuplementační materiál a podobně. Navíc vzhledem k použité necytotoxické síťovací reakci lze do materiálu s výhodou zabudovávat i různé typy buněk a připravit tak buněčné scaffoldy.

Tato prezentace je věnována různým formám hydrogelů se zabudovanými kalcium fosfátovými částicemi. Materiály jsou určeny pro podporu regenerace kostní tkáně a jedná se jak o hydrogely se zabudovanými buňkami, tak o využití bezbuněčných materiálů. Vlastnosti jednotlivých systémů jsou diskutovány, stejně tak výhody jejich použití.



BIOMATERIÁLY A JEJICH POVRCHY VIII.

Herbertov, Horní Mlýn, 15. – 18. 9. 2015

středa 16:00

**Jan Klemeš¹, Marek Pokorný², Jiří Řebíček², Ondřej Židek¹,
Lucie Wolfová¹, Vladimír Velebný^{1,2}**

Modifikace povrchů v blízkém elektrostatickém poli s využitím technologie 4SPIN[®]

¹ R&D, Contipro Pharma a.s., Dolní Dobrouč, CZ

² R&D, Contipro Biotech s.r.o., Dolní Dobrouč, CZ

jan.klemes@contipro.com

V posledních desetiletích nastal boom nanotechnologií, hojně využívaných v oblastech regenerativní medicíny, materiálového inženýrství, optiky, elektroniky, stejně tak i v dalších oborech. Mezi tyto technologie patří i metoda tvorby nanovláknenných materiálů elektrostatickým zvlákňováním. Tento proces je ovšem obtížně říditelný z hlediska vytváření předem definovaných struktur ne v nano, ale právě v mikro měřítku. Smíříme-li se s výstupem opouštějícími nano rozměry, můžeme modifikaci této metody využít ke kontrolovanému strukturování povrchů.

Zařízení 4SPIN[®] pro tvorbu nanovláken z polymerních roztoků v elektrostatickém poli může být modifikováno pro paternování primárně vodivých (do jisté míry i nevodivých) substrátů. Zkrátíme-li vzdálenost mezi elektrodami na několik milimetrů, gradient el. pole způsobí zachování pouze stabilní fáze procesu, která je předpokladem pro řízenou depozici a tvorbu pravidelných struktur. Klíčovou roli hrají jak procesní parametry, tak i parametry samotného zvlákňovaného roztoku. Výsledkem pak mohou být např. paralelní či úhlově diferentní „proužky“ s definovanými rozestupy.

Takto vytvořené modifikace povrchů lze uplatnit například pro specifické „zatraktivnění“ lokálního charakteru povrchu pro buněčné kultury, ovlivnění chemických, mechanických či vodivostních vlastností povrchů nebo v rozvinutější verzi vytváření 3D objektů.

Prezentace je věnována ukázce možností pravidelného strukturování vodivých substrátů s nástinem možností modifikace povrchů nevodivých a optimalizaci procesních parametrů pro near-field electrospinning v zařízení 4SPIN[®].

Tato práce vznikla za podpory The European Union's Seventh Framework Programme for research and technological development and demonstration under Grant Agreement no. 602694 (IMMODGEL).

středa 16:30

**Jiří Řebíček¹, Marek Pokorný¹, Jan Klemeš², Adéla Kotzianová²,
Ondřej Židek², Vladimír Velebný^{1,2}**

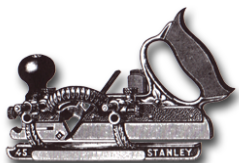
Tvorba 3D a kompozitních nanovláknenných struktur pomocí technologie 4SPIN[®]

¹R&D, Contipro Biotech s.r.o., Dolní Dobrouč, CZ

²R&D, Contipro Pharma a.s., Dolní Dobrouč, CZ

jiri.rebicek@contipro.com

Z mnoha metod tvorby nanovláken se zdá být nejuniverzálnějším způsobem jejich přípravy metoda elektrostatického zvlákňování, tzv. electrospinning (ES). ES je velmi variabilní technikou



BIOMATERIÁLY A JEJICH POVRCHY VIII.

Herbertov, Horní Mlýn, 15. – 18. 9. 2015

jak z pohledu volby materiálů, které mohou být zvlákněny do podoby nanovláken, tak v kontrole jejich morfologie a povrchové topologie. Od ostatních metod přípravy nanovláken ho odlišuje především možnost tvorby nanovláken s různou formou uspořádání. Tyto struktury pak mohou výrazně ovlivnit výsledné vlastnosti nanovláčenného materiálu a přizpůsobit tak daný materiál požadované aplikaci.

V prezentaci budou představeny možnosti tvorby nanovláčenných materiálů a 3D struktur pomocí laboratorního zařízení 4SPIN®. Zaměříme se především na tvorbu nanovláčenných vrstev složených z více materiálů. Takto vytvořený kompozitní materiál kombinující syntetické a přírodní polymery spojuje výhody obou materiálů, což jsou pevnost a stálost syntetických a biokompatibilitu přírodních polymerů. Příklady vytvořených 3D struktur jsou scaffoldy z křížených orientovaných nanovláčenných vrstev, kdy počet a velikost vrstev závisí na požadované aplikaci, tubulární struktury s různým vnitřním průměrem, či příze z uspořádaných vláken. Výsledné nanovláčenné struktury lze také kombinovat s mikrovláčky a/nebo „kuličkami“ vzniklými metodou electrospinning.

středa 17:00

**Adéla Kotzianová^{1,3}, Jiří Řebíček², Marek Pokorný², Jan Hrbáč³,
Vladimír Velebný^{1,2}**

Analýza biodegradabilních nanovláčenných materiálů

¹R&D, Contipro Pharma a.s., Dolní Dobrouč, CZ

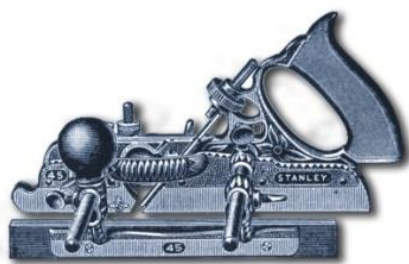
²R&D, Contipro Biotech s.r.o., Dolní Dobrouč, CZ

³Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ústav chemie, Brno, CZ

adela.kotzianova@contipro.com

Oblast nanotechnologií zažívá v současnosti velký pokrok. Pozornost je mimo jiné věnována také nanovláčenným materiálům a to v mnoha odvětvích. Jednou z metod přípravy nanovláčenných materiálů je i metoda elektrostatického zvláknění, tzv. Electrospinning (ES). Při této metodě je vlákno polymeru elektrostatickými silami přitahováno ke kolektoru a vytváří na něm souvislou vrstvu složenou z vláken o rozměrech desítek až stovek nanometrů. Jednou z oblastí možných aplikací nanovláčenných produktů je i oblast biomedicíny, kde se využívají zejména biodegradabilní přírodní nebo syntetické polymery. Ideální materiál pro tuto oblast musí být biokompatibilní, nesmí vyvolat toxickou ani zánětlivou reakci a dle aplikace musí být schopen splňovat další parametry např. vhodnou porositu, smáčivost atd. Vždy je však nutné výsledný materiál analyzovat obzvláště v případě, kdy je nanovláčenná vrstva složena z více polymerů či jiných složek.

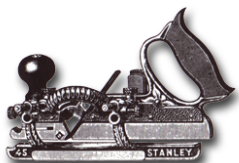
Cílem této prezentace je představit metody analýzy nanovláčenných materiálů. Bude představena metoda spojující Ramanovu spektroskopii (RS) a matematickou analýzu nazývanou Singular Value Decomposition (SVD). Kombinace těchto metod byla využita ke stanovení distribuce jednotlivých složek v rámci nanovláčenné vrstvy – tedy v podstatě k určení homogenity vrstev na základě chemického složení. Dále budou představeny výsledky měření nanovláčenných vrstev infračervenou spektroskopií (FTIR), termogravimetrickými metodami (DSC a TGA) a metodou pro stanovení smáčivosti (CA).





17.9.2015

CTVRTEK



čtvrtek 9:00

**Lucie Bačáková¹, Nikola Kročilová¹, Jana Havlíková¹, Martin Pařízek¹,
Hooman Motarjemi², Martin Molitor²**

Proliferace a osteogenní diferenciací kmenových buněk lidské tukové tkáně získané liposukcí při různém negativním tlaku

¹Fyziologický ústav Akademie věd České republiky, Praha

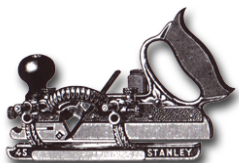
²Klinika plastické chirurgie, Nemocnice Na Bulovce, Praha

lucie.bacakova@fgu.cas.cz

Kmenové buňky jsou perspektivním buněčným typem pro tkáňové inženýrství a buněčné terapie. Zdrojem kmenových buněk v dospělém organismu může být např. kostní dřev, krev (např. endoteliální progenitorové buňky), kůže, kosterní sval (jeho satelitní buňky) a zejména tuková tkáň. Kmenové buňky tukové tkáně jsou ve srovnání s buňkami z ostatních zdrojů dostupné v relativně velkém množství a poměrně neinvazivními technikami, jako je liposukce. Již samotná technika liposukce může mít vliv na množství a kvalitu získaných kmenových buněk, jejich růstové vlastnosti a schopnost diferenciací v různé buněčné typy. V naší studii jsme porovnávali vlastnosti kmenových buněk tukové tkáně získané od téže pacientky liposukcí při vyšším a nižším negativním tlaku, a sice -700 mmHg a -200 mmHg. Při obou tlacích bylo odebráno 10 ml tukové tkáně, ze které byly izolovány kmenové buňky dříve popsanou metodou [1]. Zjistili jsme, že množství izolovaných buněk bylo vyšší a jejich proliferace byla rychlejší u buněk izolovaných při vyšším negativním tlaku. Za 5 dní po nasazení dosáhly buňky izolované při vyšším negativním tlaku populační hustoty kolem 63 000 buněk/cm², zatímco u buněk izolovaných při nižším tlaku to bylo pouze kolem 40 000 buněk/cm². Rozdíly v růstu buněk přetrvávaly i v dalších pasážích (byly hodnoceny do 3. pasáže) i po uchování v hlubokomrazicím boxu (-80°C), a to při stejném počtu nasazených buněk pro obě skupiny (300 000 buněk/cm²). Osteogenní diferenciací buněk, měřená intenzitou fluorescence kolagenu I, alkalické fosfatázy a osteokalcinu vztaženou na buňku, však nastupovala rychleji u buněk izolovaných při nižším negativním tlaku. Pro navození osteogenní diferenciací byly buňky kultivovány po dobu 5 a 12 dnů na mikroskopických krycích sklech v médiu DMEM s 10% fetálního bovinního séra, kyselinou askorbovou, dihydroxyvitaminem D₃, L-glutaminem, β-glycerolfosfátem a dexamethasonem. Po 5 dnech kultivace byla intenzita fluorescence alkalické fosfatázy a osteokalcinu statisticky významně vyšší u buněk izolovaných při nižším tlaku, i když intenzita fluorescence kolagenu I zůstávala na obdobných hodnotách u obou skupin buněk. Po 12 dnech kultivace se osteogenní diferenciací buněk izolovaných při nižším a vyšším negativním tlaku začala vyrovnávat. Intenzita fluorescence alkalické fosfatázy sice stále setrvala na vyšších hodnotách u buněk izolovaných při nižším tlaku, avšak intenzita fluorescence osteokalcinu byla obdobná u buněk obou skupin a intenzita fluorescence kolagenu I u buněk izolovaných při vyšším negativním tlaku dokonce převýšila hodnoty u buněk izolovaných při nižším negativním tlaku. Lze tedy uzavřít, že kmenové buňky tukové tkáně izolované při nižším negativním tlaku jsou vhodné pro aplikace vyžadující rychlý nástup osteogenní diferenciací, zatímco buňky izolované při vyšším tlaku jsou vhodné všude tam, kde je vyžadován vysoký proliferací potenciál buněk.

[1] Estes BT *et al.*: Nat Protoc 5: 1294-311, 2010

Podporováno Agenturou pro zdravotnický výzkum Ministerstva zdravotnictví ČR (grant č. 15-33018A) a Technologickou agenturou ČR (grant č. TA04011214).



**Radmila Kudláčková¹, Markéta Bačáková¹, Lucie Bačáková¹,
Tomáš Sopuch², Radka Zeisková²**

Adhese a růst lidských kožních buněk na celulózových nosičích vyvíjených pro kožní kryty a náhrady

¹ Odd. biomateriálů a tkáňového inženýrství, Fyziologický ústav AVČR, Praha

² Holzbecher, spol. s r.o., barevna a bělidlo Zlích, Divise Holzbecher Medical, Zlích, Česká Skalice

radmila.kudlackova@fgu.cas.cz

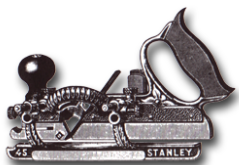
Rostlinná celulóza je nejrozšířenější polymer na zemi. Spektrum jejího využití je opravdu široké a svou značnou úlohu hraje i v medicínských oborech. Proto studujeme možné využití rostlinné celulózy nejen pro kožní kryty, ale i jako potenciální nosiče kožních buněk pro náhradu a regeneraci poškozené kůže.

V první fázi výzkumu jsme pomocí fluorescenční mikroskopie sledovali adhezi a růst keratinocytů linie HaCaT a lidských kožních fibroblastů na sedmi typech sodné soli karboxymethylcelulózy (AV1 – AV7) lišících se stupněm substituce ($DS = 0,113 - 0,226$) a hodnotami pH (6,90 - 9,03) v intervalech 1., 3. a 7. den po nasazení buněk. Mezi odlišnými typy celulózy byly viditelné rozdíly, avšak pokrytí vzorků buňkami nebylo uspokojivé ani u nejvíce pokrytého vzorku AV5 (=vykyselená AV1; $DS\ 0,113$; $pH\ 7,20$) či AV1 ($DS\ 0,113$; $pH\ 9,03$). Pro potvrzení dat získaných fluorescenční mikroskopií jsme provedli komerčně dostupný metabolický test WST-1 (Roche) ve stejných časových intervalech. Naměřené hodnoty mitochondriální aktivity buněk byly sice nízké, nicméně potvrdily nejvyšší aktivitu na vzorcích AV5.

V další fázi bylo potřeba vyloučit cytotoxicitu materiálů. Byly připraveny týdenní výluhy vzorků do média DMEM, který byl následně použit pro zaznamenávání růstové křivky v senzoreckém přístroji xCELLigence (Roche), které je založeno na měření změn impedance na pozlaceném dně jamek 96-jamkových destiček, způsobených adhezí a rozprostřením buněk. Byly použity keratinocyty linie HaCaT a lidské kožní fibroblasty. Spolu s nasazením buněk do výluhu bylo přidáno fetální telecí sérum. Paradoxně nejlepší růstovou křivkou se vykazoval výluh vzorku AV3, který při sledování adheze buněk na materiál dopadl nejhůře. Naopak nejhorší růstovou křivku měla pozitivní kontrola čistého média v polystyrenové kultivační jamce a vzorek AV5. Nicméně růstové křivky ve výluzích ze všech sledovaných vzorků měly uspokojivý průběh a nnesvědčily o cytotoxicitě materiálů.

Pro další postup jsme vybrali vzorek AV3, jehož výluh dosáhl v cytotoxickém testu nejlepších výsledků a vzorek AV5, který nejvíce podporoval adhezi a růst buněk. Tyto dva typy celulózy jsme modifikovali fibrinem a kolagenem, které se běžně nacházejí v mezibuněčné hmotě a podporují adhezi buněk k materiálu. Fibrinová modifikace kupodivu na každém vzorku vytvářela odlišné struktury. Oba modifikované vzorky dosahovaly výrazně lepší adheze a růstu buněk, než tomu bylo u originálních nemodifikovaných vzorků. Modifikaci kolagenem jsme provedli dvěma způsoby, kdy kolagen byl připravován buď při $pH > 7,4$ nebo při $pH = 7,4$. Obě modifikace dosahovaly lepších výsledků oproti nemodifikovaným vzorkům, ale kolagen prvního způsobu přípravy se zdá být efektivnější. Jak by proces adheze a růstu kožních buněk vypadal po delším časovém intervalu při modifikaci celulózy fibrinem a kolagenem je předmětem dalšího výzkumu, ale vzhledem k nepotvrzené cytotoxicitě materiálu se zdá být celulóza jako zajímavý adept pro využití v kožním tkáňovém inženýrství.

Studie byla podporována Technologickou agenturou České republiky (TAČR, grant č. TA04010065) a Grantovou agenturou České republiky (GAČR, grant č. P108/12/1168).



čtvrtek 10:30

Eva Jablonská¹, P. M. Tsimbouri³, J. Fojt², J. Lipov¹, L. Joska², M. J. Dalby³, T. Ruml¹

Vliv nanotubulární povrchové úpravy titanové slitiny na buněčnou odpověď lidských mesenchymálních kmenových buněk

¹Ústav biochemie a mikrobiologie, VŠCHT v Praze

²Ústav kovových materiálů a korozního inženýrství, VŠCHT v Praze

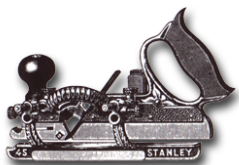
³Centre for Cell Engineering, University of Glasgow, Scotland, UK

eva.jablonska@vscht.cz

Povrchové úpravy titanových implantátů vedoucí k jejich lepší osteointegraci jsou předmětem zájmu v oblasti biomateriálů s využitím v ortopedii. Jednou z možností je příprava povrchové nanotubulární vrstvy pomocí anodické oxidace v přítomnosti fluoridových iontů. Je tak dosaženo údržné vrstvy, která je považována za pozitivní z hlediska adheze, proliferace a diferenciací buněk. Buněčná odpověď na nanostrukturu je závislá na mnoha parametrech, jako je složení materiálu, krystalická forma, nanogeometrie povrchu a použitý buněčný model. Autoři vysvětlují pozitivní vliv mnoha mechanismů, například výraznou hydrofilicitou nanotrubek, snazším prouděním média mezi nanotrubkami, vyšší hustotou povrchového náboje na okrajích nanotrubek, samovolnou tvorbou nanohydroxyapatitu na struktuře, či spuštěním shlukování integrinových receptorů při vhodné geometrii nanotrubek. Ač je v ortopedii hojně využívána slitina Ti-6Al-4V, existuje relativně málo publikací zabývajících se vlivem nanostruktury na buněčnou odpověď právě na této slitině.

S použitím lidských mesenchymálních stromálních buněk kostní dřeně (MSCs) a jejich Stro1 pozitivní frakce byla *in vitro* testována slitina Ti-6Al-4V s nanotubulární povrchovou úpravou (průměr trubiček 50 a 100 nm) v amorfní podobě. Po třech dnech interakce buněk s materiálem byla provedena imunofluorescenční mikroskopie (vizualizace vinkulinu, aktinu a jader), hodnocena adheze buněk na materiál (intenzita fluorescence vinkulinu) a také sledována morfologie a stanoven počet buněk. Dále byla sledována osteodiferenciací buněk po čtyřech týdnech růstu na materiálu pomocí měření hladiny transkripce metodou qPCR. Byla pozorována lepší adheze Stro1 pozitivních buněk v případě 50nm trubiček v porovnání s 100nm trubičkami. Nepodařilo se však prokázat zvýšenou hladinu osteogenních markerů Runx2, alkalické fosfatasy a osteokalcinu na nanostruktuře, což si vysvětlujeme vlivem dalších faktorů, jako je zejména přítomnost vyleptaných beta-fází. Do budoucna plánujeme testovat uniformější nanostrukturu připravenou na beta-titanových slitinách s využitím immortalizovaných kmenových buněk.

Podporováno Technickou agenturou České republiky (grant č. TE01020390) a MŠMT ČR (č. 20/2015).



čtvrtek 11:00

Eduard Brynda, O. Kaplan, M. Houska, T. Riedel

Povrchová modifikace pro podporu tvorby endotelu na kardiovaskulárních implantátech

Ústav makromolekulární chemie AV ČR, v.v.i.

brynda@imc.cas.cz

Kontakt krve s jakýmkoliv povrchem jiným než nepoškozený endotel vyvolává srážení krve zahrnující adhesi, aktivaci a agregaci krevních destiček a tvorbu fibrinového gelu, jehož výsledkem je tvorba trombu. Při poranění cévy trombus zastavuje krvácení. Po 50 letech výzkumu zaměřeného na vývoj materiálů snášenlivých s krví je evidentní, že žádný umělý materiál nemůže nahradit aktivní funkce živého endotelu. Dlouhodobá činnost umělých kardiovaskulárních implantátů v organismu nemůže být zajištěna, aniž by povrch implantátu přerostl přirozeným endotelem. Jedním z přístupů, na který se v současné době zaměřilo tkáňové inženýrství, je vývoj bioartifciálních protéz připravených pokrytím povrchu syntetické protézy *in vitro* monovrstvou endoteliálních buněk. Předpokládaný postup spočívá v odebrání buněk od pacienta cca 2 týdny před plánovanou operací, jejich namnožení *in vitro*, vysazení na povrch protézy a vytvoření monovrstvy endoteliálních buněk kultivací v bioreaktoru. Hotový produkt je pak implantován do organismu. Je jasné, že pro chirurgickou praxi je mnohem výhodnější, aby implantát sám podpořil vytvoření endotelu až po implantaci. Pro dosažení tohoto cíle vyvíjíme povrchové úpravy materiálů, které by po implantaci lákaly progenitorové endoteliální buňky z periferní krve, podporovaly jejich uchycení a proliferaci na povrchu a současně bránily srážení krve před pokrytím povrchu přirozeným endotelem. Do současné doby jsme vyvinuly povlaky připravené řízeným růstem umělé fibrinové sítě od povrchu materiálu, na kterou je kovalentně navázán heparin a následně růstové faktory. Povlaky v *in vitro* testech bránily srážení krve a podporovaly adhesi a proliferaci endoteliálních buněk. Připravovány jsou prvky schopné zachycovat progenitorové endoteliální buňky (specifické aptamery a protilátky), které budou v další fázi výzkumu imobilizovány na povlaku.

Výzkum je podporován grantem AZV ČR 15-29153A.

čtvrtek 11:20

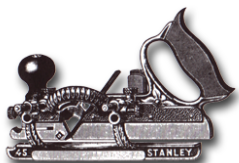
Elena Filová, Roman Matějka, Jana Havlíková, Lucie Bačáková

Vliv morfologie povrchu a mechanického zatěžování na adhezi, růst a diferenciaci buněk

Odd. biomateriálů a tkáňového inženýrství, Fyziologický ústav AVČR, Praha

elena.filova@fgu.cas.cz

Morfologie povrchu, zejména mikrodrsnost, nanodrsnost nebo pravidelná struktura povrchu, jako jsou vrypy apod., ovlivňují adsorpci proteinů, adhezi buněk, jejich proliferaci a diferenciaci.

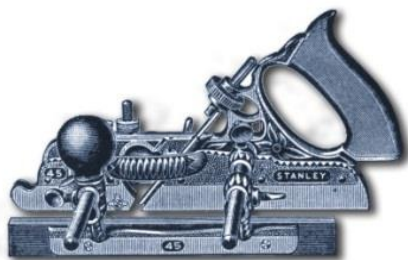


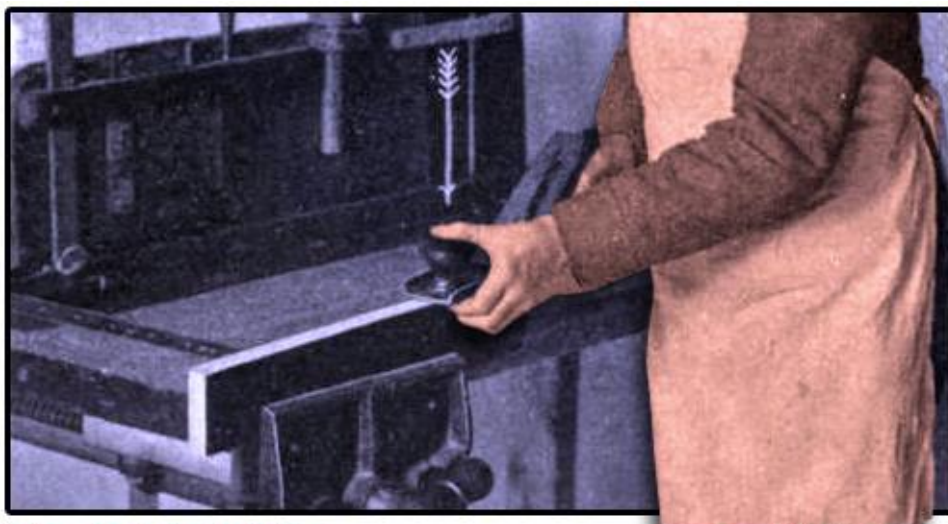
BIOMATERIÁLY A JEJICH POVRCHY VIII.

Herbertov, Horní Mlýn, 15. – 18. 9. 2015

Jednotlivé buněčné typy reagují na mikrodrsnost a nanodrsnost odlišně. Mechanické zatěžování (tlak, ohýbání, smykové napětí) působí přímo na buňky kostí, cév, srdečních chlopní a dalších tkání a podporuje správnou diferenciaci buněk. Reguluje i diferenciaci kmenových buněk ve vhodný buněčný typ. Fyziologické/nefyziologické mechanické zatěžování ovlivňuje i tvorbu mezibuněčné hmoty. Regulace povrchových vlastností biomateriálů a fyziologického mechanického zatěžování v kultuře *in vitro* může vést ke zlepšení kolonizace umělých materiálů buňkami, diferenciaci buněk nebo udržení jejich fyziologického fenotypu. Studium této problematiky je proto důležité pro optimalizaci vlastností implantátů a kvalitnější léčbu pacientů.

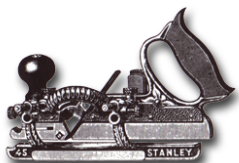
Podporované grantem Ministerstva zdravotnictví (AZV 15-29153A) a TAČR (TA04011345).





18.9.2015

PATEK
CAL



pátek 9:00

**Alžběta Nežiková, Martina Kolařová, Miloš Galantič, Zdeněk Strnad,
Jakub Strnad**

Vývoj povrchových úprav pro zvýšenou osseointegraci biomateriálů v neurochirurgii

LASAK s.r.o., Praha 9

nezikova@lasak.cz

Světovým trendem při léčbě rozsáhlých kostních defektů v kranio-maxillo-faciální chirurgii je individualizace umělých náhrad za použití moderních technologií. Na našem pracovišti byl vyvinut postup návrhu a výroby individuálních náhrad lebeční kosti s využitím CT diagnostických dat a CAD/CAM technologií (Computer-Aided Design & Manufacturing). Kranioimplantáty byly vyrobeny z biokompatibilních materiálů s výbornými mechanickými vlastnostmi, titanu a polyetheretherketonu. Výhodou použití CAD/CAM technologií je zejména vysoce přesná geometrie implantátu vycházející z aktuálních CT dat pacienta a maximální kontaktní plocha s kostí zajišťující rovnoměrný přenos zatížení.

V oblasti spinální chirurgie je jednou z možností léčby degenerativních postižení páteře použití meziobratlových klatek v kombinaci s kostními štěpy či syntetickými výplněmi, které kostní fúzi obratlů trvale stabilizují postižený segment páteře. V dnešní době jsou tyto implantáty vyráběny nejčastěji z titanu či polyetheretherketonu. Rozložení napětí na implantátu s výplní však není ideální a může docházet k jeho zaboření do obratle.

Z hlediska interakce s kostní tkání jsou titan a PEEK bioinertními materiály. Za účelem zvýšení schopnosti osseointegrace kraniofaciálních a spinálních implantátů byly vyvinuty bioaktivní povrchové úpravy, které umožňují vznik funkčního rozhraní mezi implantátem a kostí. Implantáty byly charakterizovány metodami povrchové analýzy. Provedené in vitro a in vivo testy potvrdily bioaktivní a osseokondukční vlastnosti povrchově upravených implantátů.

Práce vznikla za podpory grantu MPO v rámci projektu č.FR-TI3/587. Výzkum a vývoj biomateriálů a technologií výroby umělých náhrad pro léčbu kostních defektů.

pátek 9:50

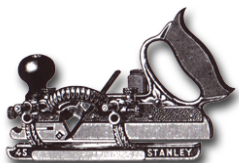
Luděk Joska, Jaroslav Fojt

Testování interakce kovových biomateriálů s prostředím

Ústav kovových materiálů a korozního inženýrství, VŠCHT v Praze

ludek.joska@vscht.cz

Chování kovových biomateriálů je testováno in vitro v řadě prostředí od standardního fyziologického roztoku, přes komplexnější modely (Hank, SBF) až po expozice v mediích obsahujících proteiny a případně i buňky. Standardním prostředím testujícím schopnost biomateriálů/povrchů vyvolat tvorbu apatitu, užívaným v mnoha laboratořích, je simulovaná tělní tekutina (SBF). Většinou je tato expozice použita jako ano/ne test. Po určité době jsou vzorky vyjmuty a vizuálně hodnoceny elektronovou mikroskopií, příp. EDS analýzou.



BIOMATERIÁLY A JEJICH POVRCHY VIII.

Herbertov, Horní Mlýn, 15. – 18. 9. 2015

Na povrchu bioaktivního materiálu se v průběhu expozice v SBF postupně vytváří vrstva apatitu. Tím se mění charakter fázového rozhraní a též rychlost přenosu náboje, což by se mělo na hodnotách elektrochemických veličin, které lze *in situ* sledovat, projevit. Vznikající sloučeniny jsou obecně málo vodivé, odlišná je i permitivita nově se tvořící vrstvy, jejíž tloušťka postupně narůstá. Pokud by tedy některá z elektrochemických veličin dostatečně citlivě reagovala na tyto změny, pak by mělo být možné detailněji hodnotit a porovnávat aktivitu povrchů. Testy na souboru materiálů s hladkým a nanostrukturovaným povrchem, které se na základě předchozích měření lišily bioaktivitou, prokázaly, že časové závislosti samovolného korozního potenciálu, polarizačního odporu i elektrochemických impedančních spekter jsou schopny s různou mírou citlivosti detekovat výše uvedené děje na fázovém rozhraní. V příspěvku bude demonstrováno, že možnosti elektrochemického monitoringu nejsou omezeny pouze na výše uvedený systém.

Zpracováno v rámci řešení projektu TAČR TA02010409 „Nanosur“.

pátek 10:10

**Tomáš Kocourek^{1,2}, Miroslav Jelínek^{1,2}, Petr Písařík^{1,2}, Jan Remsa^{1,2},
Jan Mikšovský^{1,2}**

Chromem dopované DLC vrstvy připravené hybridní pulsní laserovou depozicí

¹Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Praha 2

²ČVUT v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství, Kladno 2

kocourek@fzu.cz

DLC (Diamond-like carbon) tenké vrstvy jsou často používány k povlakování implantátů. Problém DLC vrstev spočívá ve špatné přilnavosti na kovový implantát. Chrom je používán jako dopant pro zlepšení přilnavosti DLC vrstvy. DLC a Cr-DLC vrstvy byly připraveny hybridní technologií využívající kombinace pulzního laserového depozice (PLD) a magnetronového naprašování na podložky z křemíku, slitiny Ti6Al4V a slitiny CoCrMo. Topologie vrstev byla studována za použití SEM, AFM a mechanickým profilometrem. Obsah chromu v uhlíku a koncentrace trivalentních a toxických šestimocných vazeb chrómu byly stanoveny pomocí XPS a WDS. Testy přilnavosti potvrdili její zlepšení pro vrstvy DLC dopované Cr. Antibakteriální vlastnosti byly studovány pomocí bakterií *Pseudomonas aeruginosa* a *Staphylococcus aureus*. Je diskutován vliv drsnosti povrchu na antibakteriální schopnosti dopovaných vrstev.

pátek 10:30

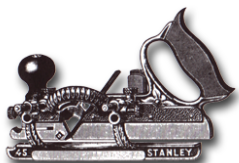
Monika Šupová

Substituted Hydroxyapatites for Biomedical Applications

Department of Composites and Carbon Materials, IRSM, AS CR

supova@irsm.cas.cz

Hydroxyapatite and its derivatives are of general importance in many interdisciplinary fields of science, including geology, chemistry, ecology, biology and medicine already for several decades. Ease of atomic doping or substitution in apatite allows this mineral open to a wide range



BIOMATERIÁLY A JEJICH POVRCHY VIII.

Herbertov, Horní Mlýn, 15. – 18. 9. 2015

of biomedical applications. It can be used for repairing and replacing diseased and damaged parts of musculoskeletal systems and also such as drug or gene delivery agent, bioactive coating on metallic osseous implants, biomagnetic particles and fluorescing markers. Bioapatite apatites generated partially or entirely from biogenic sources have given composition, whereas synthetically substituted hydroxyapatites could be well regulated by facile tailoring the substitution level of the precursors and the reaction ratio of the precursor/solution, respectively and final product of demand properties can be prepared. A general summary on substitution reaction for hydroxyapatite is made. Special attention is paid to describing anionic, cationic and multisubstituted hydroxyapatites used for various biomedical applications. Finally, summary and future perspectives are discussed.

This study was supported by grant project provided by the Ministry of Health of the Czech Republic (AZV 15-25813A).

pátek 11:00

Martin Braun

Aplikace analytických metod při chemické charakterizaci biomateriálů

Oddělení kompozitních a uhlíkových materiálů, ÚSMH, AV ČR, v.v.i., Praha 8

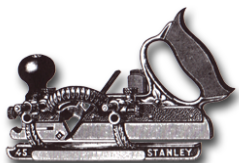
braun@irms.cas.cz

U kompozitních biomateriálů využitelných v ortopedii či stomatologii ve formě implantátů, vyvstává potřeba co nejlépe definovat a monitorovat jejich složení, stabilitu a průběžně sledovat vliv jednotlivých fyzikálně-chemických faktorů na jejich biodegradabilitu v živém organismu.

Vyvíjené nanomateriály na bázi biopolymerů, zejména kolagenu, izolované z různých živočišných tkání však podléhají řadě chemických reakcí a modifikací (např. intramolekulární a intermolekulární zesíťování, posttranslační modifikace, změna terciální struktury, denaturace či proteolytické štěpení) v závislosti na daných experimentálních podmínkách (změna pH, teploty, chemická interakce s dalšími komponentami, expozice záření apod.). Navíc je zde, tak jako u každého jiného biologického materiálu, přirozená určitá variabilita.

Dobrou charakteristikou integrity molekul biopolymerů nebo změn, k nimž dochází např. při jejich fragmentaci, agregaci či denaturaci, je jejich molekulová hmotnost. Vhodnou analytickou metodu pro separaci směsí proteinů a jejich fragmentů a zjišťování tohoto parametru představuje elektroforéza v polyakrylamidovém gelu v přítomnosti dodecylsírany sodného (SDS-PAGE). Rychlost migrace zón jednotlivých složek vzorků, kterým je udělen stejný specifický náboj pomocí aniontového detergentu (SDS), umožňuje v diskontinuálním gelovém systému s odlišným stupněm zesíťování, dělení složek podle relativních molekulových hmotností a jejich stanovení v širokém rozmezí na základě srovnání s vhodnou sadou standardů.

Pro kvantitativní analýzu látek uvolňovaných při postupné degradaci kompozitních biomateriálů pak nabízí značný potenciál vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC), která dokáže, v závislosti na typu detekčního systému, s vysokou citlivostí stanovit i obsah stopových složek, které jsou v chromatografickém systému separovány na základě jejich rozdílné distribuce mezi mobilní a stacionární fází. Tímto způsobem lze sledovat např. kinetiku degradace funkcionalizované nanovláknenné matrice, identifikovat jednotlivé fragmenty a síťující elementy kolagenu či antibiotik řízeně uvolňovaných z biopolymerního nosiče.



BIOMATERIÁLY A JEJICH POVRCHY VIII.

Herbertov, Horní Mlýn, 15. – 18. 9. 2015

V příspěvku jsou shrnuty hlavní principy a aplikační možnosti vybraných variant uvedených separačních metod, které umožňují lépe chemicky charakterizovat biomateriály vyvíjené pro využití v implantologii a regenerativní medicíně.

Tato studie byla podpořena Technologickou agenturou České republiky (projekt TA04010330).

pátek 11:30

Miroslav Petrtýl¹, Karel Balík², Ctibor Povýšil³, Margit Žaloudková²

Orientace domén nanostruktury a submikrostruktury v kompaktní lidské kosti verifikovaná elektronovým skenovacím mikroskopem QUANTA 450

¹Laboratoř biomechaniky a biomateriálového inženýrství, FSv ČVUT v Praze, Praha 6

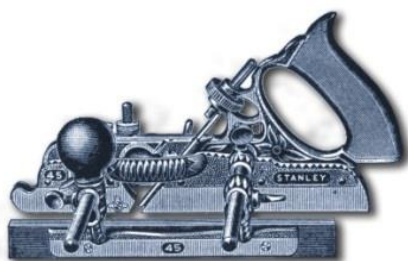
²Oddělení kompozitních a uhlíkových materiálů, ÚSMH, AV ČR, v.v.i., Praha 8

³1. Lékařská fakulta UK, Ústav patologie, Praha 2

petrtyl@fsv.cvut.cz

V souvislosti s výzkumem nanobiokompozitů jako náhrad kostní tkáně, který probíhá v Oddělení kompozitních a uhlíkových materiálů ÚSMH již od roku 2009 jsme chtěli ověřit, zdali elektronový skenovací mikroskop QUANTA 450 může být účinně používán nejenom při návrhu složení nanobiokompozitů, ale také pro hodnocení extrahovaných vzorků po jejich implantaci do živých organismů. Naše pozorování a analýzy nanostruktur a submikrostruktur osteonů, ležících v laterální stěně lidského femuru, byly zaměřeny na *výlomová rozhraní strukturálních komponent osteonů*, přibližně 5 mm od periostu a v úrovni kolmé roviny k podélné ose femuru, ležící cca 13 cm distálně od temen hlavic každého pravého femuru. Analýzy byly prováděny ve femurech mužů věku 56, 64 a 66 roků. Zaměření a výlomy vhodných vzorků osteonů byly v přípravné fázi pozorování prováděny pomocí optického mikroskopu. Metoda pozorování a studia struktur výlomových rozhraní pomocí mikroskopu QUANTA 450 velmi dobře umožnila *poznat plochy odlučnosti strukturálních prvků na nanoúrovních a submikroúrovních, tvary separovaných částí tkání*, a to již od 2. úrovně nanostruktur kortikální kosti. Z našich pozorování je na příklad zřejmé, že ve 4. strukturální úrovni osteonů kortikalis je základní nosnou jednotkou *mineralizované vlákno* (o průměru cca 5–8 um), komponované z obloukových, šroubovicovitě orientovaných, *mineralizovaných nanoskořepinových vrstev*, které jsou armovány souběžnými mineralizovanými vlákny (nanopruty) o průměrech cca 80 – 140 nm.

Tato studie byla podpořena Agenturou pro zdravotnický výzkum České republiky (projekt AZV 15-25813A).





Seminář Biomateriály a jejich povrchy VIII. pořádají
Česká společnost pro kompozitní a uhlíkové materiály,
Ústav materiálového inženýrství, Fakulta strojní, ČVUT v Praze,
Ústav struktury a mechaniky hornin, AV ČR, v.v.i.