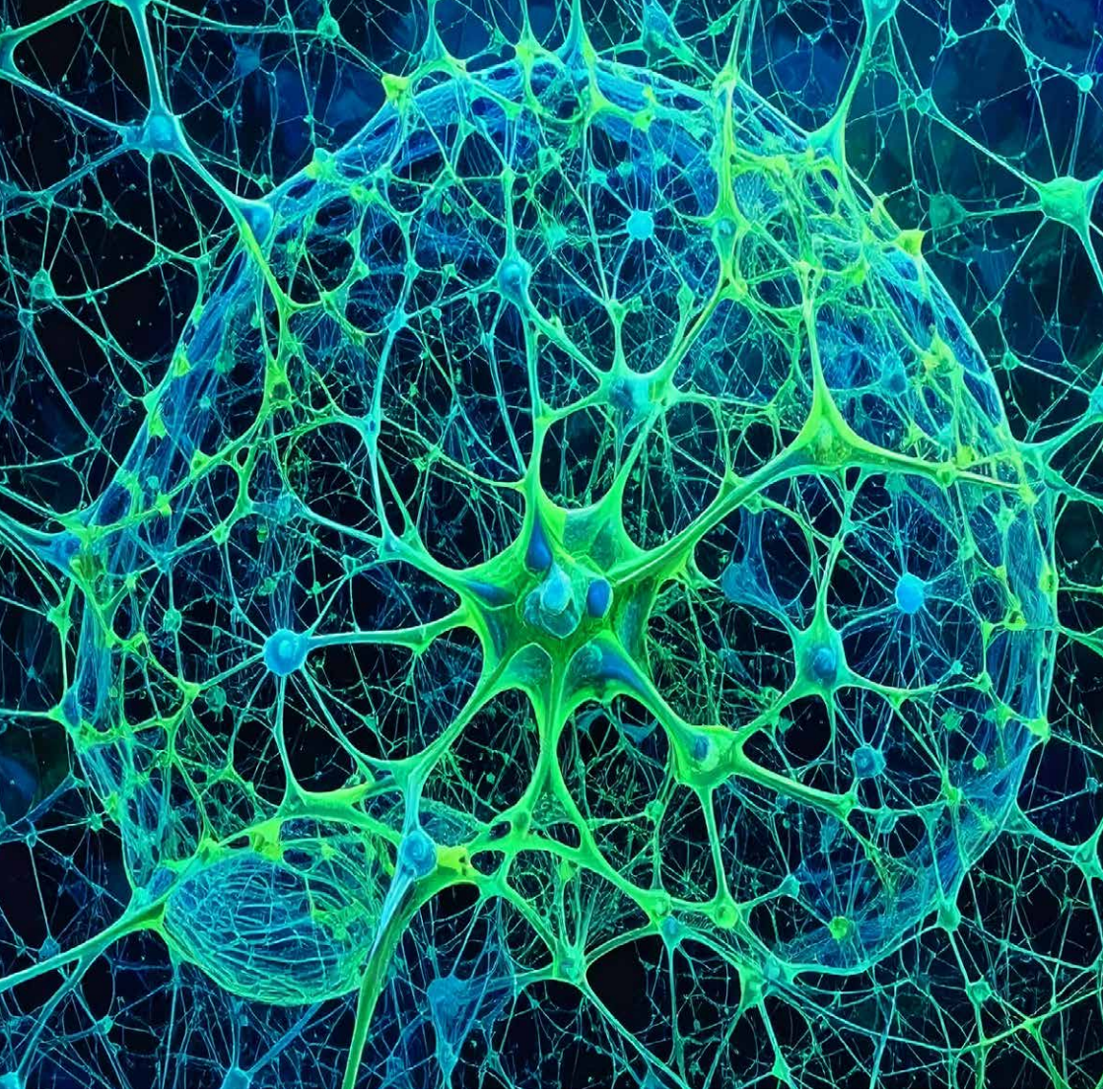


XLVI. Dny lékařské biofyziky

Sborník abstraktů

28.–30. května 2025 • Resort Sobotín

Lékařská fakulta

Univerzita Palackého v Olomouci

Neoprávněné užití tohoto díla je porušením autorských práv a může zakládat občanskoprávní, správněprávní, popř. trestněprávní odpovědnost.

1. vydání

© Hana Kolářová (ed.), 2025
© Univerzita Palackého v Olomouci, 2025

ISBN 978-80-244-6634-7 (online: iPDF)

OBSAH

VĚDECKÁ SEKCE – PŘEDNÁŠKY

FUNKCIONALIZOVANÁ NANOVLÁKNA V NANOTERANOSTICE A PERZONALIZOVANÉ MEDICÍNĚ
Amler E., Divín R., Varvařovská L., Pashchenko A. 12

OSOBNÍ SVĚDECTVÍ O VÝVOJI BEZKONTAKTNÍHO MĚŘENÍ TEPLOTY V DOBÁCH PANDEMIE COVID-19
Bernard V., Mornstein V., Staffa E. 13

PROTEOMICKÉ ŠTÚDIUM VPLYVU OZÓNU NA ORAL LICHEN PLANUS PACIENTOV S KARCINÓMOM PRSNÍKA
Géci I., Marcin M., Bober P., Stanková K., Janitorová E., Sabo J. 14

ADVANCED METHODS IN BIOMATERIAL TESTING AND CHARACTERIZATION
Horák J. 15

CT KONTRASTNÍ POLYMERNÍ HYDROGELOVÉ IMPLANTÁTY PRO TKÁŇOVÉ INŽENÝRSTVÍ
Humajová J., Kolouchová K. 16

RAMANOVA SPEKTROSKOPIE VE VÝZKUMU DEGRADACE MEDICÍNSKÝCH DEGRADABILNÍCH VLÁKEN
Jezbera D. 17

NEKOVOVÉ KONTRASTNÍ LÁTKY PRO MAGNETICKOU REZONANCI (MRI)
Jirák D., Havlíček D., Jirat-Ziolkowska N., Gálisová A., Franc M., Červený D., Beneš J. 18

KAM SMĚŘUJE DUAL-ENERGY CT VE FAKULTNÍ NEMOCNICI BRNO
Jůza T. a kolektiv 19

METODY LÉKAŘSKÉ BIOFYZIKY NA LÉKAŘSKÉ FAKULTĚ UP V OLOMOUCI
Kolářová H., Bartoň Tománková K., Bajgar R., Vachutka J., Sněhota M., Hošíková B., Malina L., Hanáková A., Kolaříková M., Válková L., Dilenko H., Balážová K. 20

METALS IN HUMAN BRAIN: ASSESSMENT OF SOME METALS ACCUMULATION IN HUMAN *GLOBUS PALLIDUS* USING PARTICLE-INDUCED X-RAY EMISSION (PIXE), SCANNING ELECTRON MICROSCOPY (SEM) AND ENERGY-DISPERSIVE MICROANALYSIS (EDX)
Kopáni M., Kosnáč D., Pánik J., Ješkovský M., Zeman J., Povinec P., Polák S. 21

PRIEMERNÉ MAPY ČASOV KOMOROVEJ AKTIVÁCIE MLADÝCH ZDRAVÝCH MUŽOV A ŽIEN
Kozlíková K. 22

SPÁNKOVÁ MEDICÍNA V ČR
Krejčí T. 23

VYUŽITÍ POKROČILÝCH METOD OPTICKÉ MIKROSKOPIE K POZOROVÁNÍ MOLEKULÁRNÍCH PROCESŮ G PROTEINOVÉ SIGNALIZACE
Lazar J., Miclea P., Nagy Marková V., Myšková J., Sakhi A., Khoroshyy P. 24

STUDIUM INTERAKCE KREVNÍCH ELEMENTŮ S POVRCHEM ZDRAVOTNICKÝCH PROSTŘEDKŮ
Loskot J., Nalezinková M., Myslivcová Fučíková A. 25

BIOMECHANICKÉ MODELY VE VÝUCE A KLINICKÉ PRAXI
Marešová M., Beránek J., Schaffer M. 26

TRÉNOVÁNÍ GENERATIVNÍ AI V LOKÁLNÍM PROSTŘEDÍ
Mašín V. 27

LIVER TISSUE ENGINEERING: CAN WE ENHANCE THE CELL REPOPULATION OF DECELLULARIZED MATRICES BY ACOUSTIC STIMULATION?
Moulisova V., Vlach S., Massaro M.S., Sevcik J., Palek R., Panova E., Cervenkova L., Bolek L., Liska V. 28

USE OF FLOW INDUCED DISPERSION ANALYSIS FOR BINDING CHARACTERIZATION IN COMPLEX MATRICES
Pedersen M.E., Uskoba J., Jensen H. 29

TERMOGRAFICKÉ VYŠETŘENÍ POÚRAZOVÝCH STAVŮ NERVŮ RUKY U DĚTSKÝCH PACIENTŮ V POROVNÁNÍ S EMG
Pokorná J., Bálintová Z., Bernard V., Staffa E. 30

VYUŽITÍ 3D TISKU NA LÉKAŘSKÉ FAKULTĚ UNIVERZITY PALACKÉHO PRO VÝUKOVÉ A VÝZKUMNÉ ÚČELY
Sněhota M., Mateášiková Z., Salzman R., Vinter R., Olejko J., Kovář R., Kříž M., Tsoi K., Kolářová H. 31

ÚLOHA PONTÍNNEJ RESPIRAČNEJ SKUPINY PRI ANTITUSICKOM PÔSOBENÍ KODEÍNU
Šimera M., Laheye M., Beriková D., Veternik M., Poliaček I. 32

BEZPEČNOST PŘÍRODNÍCH LÁTEK PŘI TOPICKÉ APLIKACI
Vostálová J., Rajnochová Svobodová A., Ryšavá A., Kosina P., Zálešák B. 33

VĚDECKÁ SEKCE – SOUTĚŽNÍ PŘEDNÁŠKY

IN VIVO DETEKOVATELNÉ ZESÍŤOVANÉ ŽELATINOVÉ HYDROGELY PRO TKÁŇOVOU REGENERACI
Groborz O., Kolouchová K., Herynek V., Dunlop D., Van Durme B., Hovořáková M., Pavlíková Z., Dalecká L., Steklíková K., Matouš P., Humajová J., Zeman J., Karela J., Van Damme L., Šafanda A., Bui Q.H., Šefc L., Parmentier L., Szabó A., Schaubroeck D., Adriaensens P., Petrov O., Lang J., Kučka J., Hrubý M., Slanina T., Van Vlierberghe S., Beneš J. 35

CD44 CÍLENÁ PROTINÁDOROVÁ TERAPIE POMOCÍ LIPOZOMŮ S KYSELINOU HYALURONOVOU
Kolaříková M., Hošíková B., Malina L., Benda A., Pánek D., Tesařík J., Kolářová H. 36

DECELLULARIZED BILE DUCT IN TISSUE ENGINEERING: IS IT SUITABLE FOR BILIARY TRACT SURGERY?
Massaro M.S., Sevcik J., Palek R., Panova E., Sarcevic S., Matsviayonak I., Bolek L., Liska V., Moulisova V. 37

LIVER TISSUE ENGINEERING: MECHANICAL PROPERTIES INFLUENCING CELL BEHAVIOUR IN LIVER FIBROSIS MODEL
Panova E., Clara-Trujillo S., Massaro M.S., Pálek R., Sanchez M.S., Donato M.T., Tolosa L., Moulisová V., Gallego-Ferrer G. 38

DIAGNOSTIKA POMOCÍ BIONANOSENZORŮ PRO PERSONALIZOVANOU PÉČI NA DÁLKU
Pashchenko A., Tejral G., Fenderlova A., Šternová J., Hudak J., Amler E. 39

VYUŽITÍ NANOČÁSTIC UŠLECHTILÝCH KOVŮ V LASEREM INDUKOVANÉ FOTOTERMÁLNÍ TERAPII
Válková L., Kurillová A., Dilenko H., Kolaříková M., Panáček A., Kolářová H. 40

PEDAGOGICKÁ SEKCE – PŘEDNÁŠKY

MOŽNOSTI PROGRAMU OPENSIGNALS (R)EVOLUTION
Heřman P., Balek B., Tejral G., Pashchenko A., Amler E. 42

BIOFYZIKÁLNÍ METODY V MEDICÍNĚ
Maffei Svobodová L. 43

JAK DÁL S NAŠÍ FRONTÁLNÍ VÝUKOU
Mornstein V., Bernard V., Vlk D. 44

AKTUALIZACE VÝUKY ZDRAVOTNICKÉ INFORMATIKY SE ZAMĚŘENÍM NA OBRAZOVÁ DATA A UMĚLOU INTELIGENCI
Staffa E., Jůza T., Dostál M., Pokorná J., Bernard V. 45

JAK FYZIKÁLNÍ PRINCIPY USNADŇUJÍ POROZUMĚNÍ SLOŽITĚJŠÍM MATEMATICKÝM A STATISTICKÝM KONCEPTŮM
Štěpánek L. 46

SIMULAČNÍ CENTRUM NA LÉKAŘSKÉ FAKULTĚ UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI
Vachutka J., Sněhota M., Malina L. 47

POMŮCKA PRO VÝUKU PRINCIPŮ RADIOAKTIVITY
Voda P. 48

POSTEROVÁ SEKCE

ANTICANCER ACTIVITY OF NEW PHOTOACTIVABLE RH(III) COMPLEXES
Andršová P., Kašpárková J., Prachařová J., Štarha P., Štěrbinská S., Brabec V. 50

CITLIVOST BAKTERIÍ K FOTODYNAMICKÉ TERAPII ANEB DÁVKOVÁNÍ ANTIBAKTERIÁLNÍ FOTODYNAMICKÉ TERAPIE
Bajgar R., Válková L., Kolaříková M., Bartoň Tománková K., Kolářová H. 51

HODNOTENIE KVALITY ULTRAZVUKOVÝCH SOND POMOCOU TERMOVÍZNEJ KAMERY
Balážová K., Vachutka J. 52

CARBOXYLATED GRAPHENE QUANTUM DOTS AS A NANO-DELIVERY SYSTEM FOR INSOLUBLE CURCUMINE IN ANTIMICROBIAL PHOTODYNAMIC THERAPY
Bartoň Tománková K., Dilenko H., Večeřová R., Hanáková A., Válková L., Kolaříková M., Malina L., Hošíková B., Bajgar R., Kolářová H...... 53

NOVEL RUTHENIUM BASED COMPLEX SHOWING ANTIMETASTATIC ACTIVITY
Berecka M., Pracharova J., Cyrikova T., Biersack B., Kasparkova J., Brabec V. 54

VYUŽITÍ 1,9 - DIMETHYL METHYLENE BLUE V PROTINÁDOROVÉ TERAPII
Binder S., Baptista S.M. 55

ILLUMINATING THE DARK: PEGYLOVANÉ KARBOXYLOVANÉ GRAFENOVÉ KVANTOVÉ TEČKY A KURKUMIN V NUKLEOLÁRNÍ AKTIVITĚ A POŠKOZENÍ DNA VYVOLANÉ PDT U RAKOVINY

Dilenko H., Bartoň Tománková K., Hinde E., Válková L., Kolaříková M., Kolářová H. 56

KOMPLEXNÍ STUDIE DEGRADAČNÍHO PROCESU MEDICINÁLNÍHO POLYDIOXANONU PŘI NÍZKÉM PH
Dodzi Lelkes K., Jezbera D., Svoboda R., Podzimek Š., Loskot J., Nalezinková M., Voda P., Duda P., Myslivcová Fučíková A., Hosszú T., Alferi D., Bezrouk A. 57

TECHNICKÉ ASPEKTY MULTI-B ZOBRAZENÍ KRČNÍ MÍCHY POMOCÍ MAGNETICKÉ REZONANCE
Dostál M., Jůza T., Keřkovský M., Bednařík J. 58

PRAKTICKÉ VYUŽITÍ MIKROSKOPIE ATOMÁRNÍCH SIL
Malina L., Kolaříková M., Dilenko H., Válková L., Kolářová H. 59

NÁVRH BIOLOGICKÉ PROTÉZKY PRO LÉČBU PERFORACÍ BUBÍNKU POMOCÍ 3D TKÁŇOVÉHO TISKU
Pochroń Ł., Vachutka J. 60

DOLADĚNÍ MODELU STABLE DIFFUSION PRO INPAINTING ULTRAZVUKOVÝCH OBRAZŮ: VYUŽITÍ SYNTETICKÝCH DAT PRO SEGMENTACI UZLŮ ŠTÍTNÉ ŽLÁZY S VĚTŠÍ MÍROU GENERALIZACE
Procházka A., Zeman J. 61

POŠKOZENÍ KOŽNÍCH BUNĚK VYVOLANÉ KOMBINOVANÝM PŮSOBENÍM UVA ZÁŘENÍ A POLUTANTŮ
Rajnochová Svobodová A., Maršálková N., Dostál Z., Zálešák B., Vostálová J. 62

KYBERNETICKÁ BEZPEČNOST A IT ZNALOSTI STUDENTŮ MEDICÍNY: VÝVOJ TRENDŮ A SROVNÁNÍ TESTŮ
Sochorová H. 63

STRUKTURÁLNÍ ZMĚNY V MOLEKULE DNA PO INTERAKCI S INSEKTICIDEM FIPRONILEM
Staničová J., Verebová V., Bedlovičová Z. 64

ZMĚNY ZPĚVNÍHO HLASU VLIVEM TESTOSTERONU BĚHEM FEMALE-TO-MALE TRANZICE: KAZUISTIKA, PRŮBĚŽNÉ VÝSLEDKY
Štanclová Z., Švec J.G. 65

AFM V ONKOLOGICKEJ DIAGNOSTIKE: SONDA DO MECHANICKÉHO MIKROSVETA BUNIEK
Trnka M., Gurecká R., Pánik J., Kosnáč D., Čunderlíková B. 66

JEDNOSTRANNÁ PORUCHA INERVACE HRTANU: SROVNÁNÍ KMITŮ ZDRAVÉ A PARALYZOVANÉ HLASIVKY
Valášková D., Kotby M.N., Refaat A., Geneid A., Švec J.G. 67

UPCONVERSION NANOPARTICLES CONJUGATED WITH TEMOPORFIN FOR NIR-ACTIVATED PHOTODYNAMIC THERAPY IN PANCREATIC CANCER MODELS
Větvička D., Shapoval O., Patsula V., Engstová H., Kočková O., Konefał M., Kabešová M., Horák D. 68

VYUŽITIE METÓDY PIXE V SÚDNOM LEKÁRSTVE
Vujisicová N. 69

EVALUACE EFEKTIVITY ARCHITEKTUR HLUBOKÝCH NEURONOVÝCH SÍTÍ PŘI AUTOMATICKÉ IDENTIFIKACI PERISTALTICKÝCH ZVUKŮ
Zeman J., Nevyhoštěná S., Procházka A. 70

VĚDECKÁ SEKCE – PŘEDNÁŠKY

FUNKCIONALIZOVANÁ NANOVLÁKNA V NANOTERANOSTICE A PERZONALIZOVANÉ MEDICÍNĚ

Amler E.[1], Divín R.[1], Varvařovská L.[2], Pashchenko A.[1]

[1] Ústav lékařské biofyziky, 2. LF UK
[2] Fakulta biomedicínského inženýrství, ČVUT

Nanovlákenné membrány jsou unikátním materiálem, který je charakteristický extrémně vysokým poměrem mezi svým povrchem a hmotností. Tento parametr dává nanovláknům řadu výhod pro nové medicínské aplikace. Jednou z těchto vhodných aplikací je jejich použití do mikrofluidických systémů k ultrasenzitivním detekcím, které svou jednoduchou aplikací se nabízejí jako alternativa pro řadu biochemických analýz, které jsou finančně náročné, zdlouhavé a velmi často nepoužitelné v ordinacích praktických lékařů.

Nanovlákna jsou ale také cíleně variabilní nejen na svém povrchu, ale i ve svém nitru. Díky široké možnosti enkapsulace hydrofilních i hydrofobních materiálů a dále možnosti jejich frakcionalizace jsou funkcionalizovaná nanovlákna vhodná i pro aplikace v nanoteranostice (souběžná diagnostická a terapeutická funkce na molekulární úrovni) jako moderní části perzonalizované medicíny.

Naše skupina v uplynulém roce učinila podstatný krok k přiblížení jednoduchých detektorů pro velmi specifické analýzy do široké lékařské komunity. Přístup je funkčně srovnatelný s dobře známými testy v době pandemie SARS-CoV-2. Příspěvek se bude zabývat recentními výsledky v oblasti základního i aplikovaného výzkumu na 2. LF UK a spolupracujíc subjektech.

OSOBNÍ SVĚDECTVÍ O VÝVOJI BEZKONTAKTNÍHO MĚŘENÍ TEPLOTY V DOBÁCH PANDEMIE COVID-19

Bernard V., Mornstein V., Staffa E.

Biofyzikální ústav, LF MU

Rok 2020 lze mimo jiné nazvat rokem pandemie, nejistot a chaosu. Tento rok prověřil zaběhnuté a současně přinesl mnoho nového. Přinesl netušené změny v profesním i osobním životě, nastavil mnoho nečekaných výzev. V této turbulentní době bylo těžké volit jasného vítěze či poraženého. Těžká byla i volba ideálních kroků v oblasti výuky a výzkumu.

Příspěvek se věnuje vzpomínkám na aktivity v oblasti bezkontaktního měření teploty, které byly vyvíjené autory v počátečních dobách pandemie Covid-19. Autoři prezentují jeden z možných pohledů na tehdejší stav věci – připravenosti (nejen) zdravotnictví na bezkontaktní monitorování teplot osob. Prezentace svědectví o době podané z vlastního úhlu pohledu na základě osobních zážitků a zkušeností, jakožto i zpracováním informací přinášených médii či samotnými aktéry z řad ministerstva, dodavatelů přístrojové techniky či samotných koncových uživatelů v zdravotnických zařízeních. Informace o tom, jak se jednotlivá zdravotnická zařízení vyrovnala s požadavkem bezkontaktního měření teplot a zda mohla naše odborná komunita této věci nějak pomoci.

Autoři děkují všem, kteří byli jakkoliv nápomocni v diskutované věci.

PROTEOMICKÉ ŠTÚDIUM VPLYVU OZÓNU NA ORAL LICHEN PLANUS PACIENTOV S KARCINÓMOM PRSNÍKA

Géci I.[1], Marcin M.[1], Bober P.[1], Stanková K.[1], Janitorová E.[2], Sabo J.[1]

[1] Ústav lekárskej a klinickej biofyziky, LF UPJŠ v Košiciach
[2] I. stomatologická klinika LF UPJŠ v Košiciach

Oral lichen planus patrí medzi autoimunitné ochorenia s neznámou etiológiou postihujúce sliznicu ústnej dutiny a v niektorých prípadoch aj okolité kožné deriváty. V liečbe tohto chronického ochorenia sa využívajú najmä kortikoidy, prípadne imunosupresíva alebo retinoidy, ktoré prinášajú len nepatrné zlepšenie a vzhľadom na množstvo vedľajších účinkov je ich užívanie z dlhodobého hľadiska nevýhodné. Sľubnou voľbou v manažmente tohto ochorenia je neinvazívna terapia ozónom, ktorá je obzvlášť výhodná u onkologických pacientov s karcinómom prsníka s komplikovanou chemoterapiou.

V našej štúdii sme sa zamerali na kvalitatívnu a kvantitatívnu proteomickú analýzu slín pacientov s oral lichen planus po terapii medicínskym ozónom, pričom sme profilovaním získali proteomickú odpoveď v rozsahu 3420 identifikovaných proteínov. Tá bola na úrovni pacientov liečených kortikoidovou terapiou s 3458 potvrdenými proteínmi.

Kvantitatívnou proteomickou analýzou uskutočnenou bez pomocného značenia bolo zistených 1099 unikátnych proteínov, u ktorých bola evidentne preukázaná zmena expresie v porovnaní so zdravou referenčnou skupinou. Následne bola bioinformatickou analýzou zistená skupina 41 unikátnych proteínov, ktorých výrazná zmena expresie potvrdila vzťah k danému ochoreniu.

Nakoniec boli softvérovým nástrojom STRING identifikované tri proteíny CSTA, CST4 a HRG, ktoré sú priamo zapojené do imunitných procesov asociovaných s použitím ozónu a ich zmenená expresia potvrdila účinnosť neinvazívnej ozonoterapie.

Tento výskum bol financovaný Agentúrou na podporu výskumu a vývoja Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže SR, VV-MVP-24-0135: Proteomická analýza imunologickej odpovede NK a dendritických buniek v periférnej krvi u pacientov s karcinómom prsníka.

ADVANCED METHODS IN BIOMATERIAL TESTING AND CHARACTERIZATION

Horák J.

Měřicí technika Morava s. r. o., Babická 619, 664 84 Zastávka u Brna, Czech Republic

In recent decades, the rapid development of biophysical techniques has become essential for studying biological materials at the molecular level. These techniques include, but are not limited to, bio-atomic force microscopy (bioAFM), AFM-IR spectroscopy [1], O-PTIR spectroscopy, nanoindentation, and scanning electron microscopy (SEM). They not only enable the characterization of biological material properties but also contribute to the advancement of new technologies and methodologies in biomedical research.

BioAFM enables high-resolution visualization and measurement of the molecular structures of biological samples, with the possibility of correlation with advanced optical techniques (e.g., STED, STEM, confocal microscopy). AFM-IR spectroscopy allows for correlative measurements of mechanical properties and chemical composition with sub-10 nm spatial resolution. Nanoindentation provides quantitative data on mechanical properties such as hardness and elasticity. SEM offers high-resolution imaging of sample surfaces and can be integrated with other analytical methods. O-PTIR (Optical Photothermal Infrared Spectroscopy) combines infrared absorption with visible light detection to provide sub-micron spatial resolution chemical analysis of samples without contact or labelling. It allows simultaneous co-localized IR spectroscopy, Raman spectroscopy and fluorescence on the same spot.

This presentation will introduce the theoretical foundations and, primarily, practical examples of how some of these techniques are applied in biophysical research. Microscopy and spectroscopy methods are particularly valuable in the analysis of cells, protein structures, lipid membranes, viruses, and cell-cell interactions. Nanoindentation enables the measurement of the mechanical behaviour of cells and tissues. SEM provides detailed imaging of cellular surfaces and membranes, facilitating the study of morphology and surface characteristics. Furthermore, combinations of these and other techniques expand the range of possible applications in the field.

[1] J. Mathurin, A. Deniset-Besseau, D. Bazin, E. Dartois, M. Wagner, A. Dazzi, J. Appl. Phys. 131, 010901 (2022).

CT KONTRASTNÍ POLYMERNÍ HYDROGELOVÉ IMPLANTÁTY PRO TKÁŇOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Humajová J.[1,2], Kolouchová K.[3]

[1] Centrum pokročilého preklinického zobrazování, 1. LF UK v Praze
[2] Ústav biofyziky a informatiky 1. LF UK v Praze
[3] Centre of Macromolecular Chemistry, Ghent University, Belgium

Úvod: Hydrogelové polymery na bázi želatiny jsou slibným materiálem pro tkáňové inženýrství a regenerativní medicínu. Napodobují extracelulární prostředí, podporují adhezi buněk, jejich růst a jsou biodegradabilní. Nicméně, jejich *in vivo* monitorování je náročné, což brání jejich dalšímu rozvoji. Cílem této studie bylo otestovat kinetiku těchto polymerů *in vivo* prostřednictvím CT zobrazování, kde CT kontrastu bylo dosaženo pomocí inkorporace jódu do polymerů.

Metodika: Tři typy jódem značených želatinových hydrogelových methakrylamidových polymerů byly implantovány subkutánně laboratorním myším kmene Balb/c (n = 5) ve formě porézních skafoldů (velikost 6 mm v průměru). Rozdílnost polymerů byla dána různým poměrem monomerních jednotek, který ovlivňuje zejména schopnost degradace. Jejich kinetika a biodegradace byly monitorovány prostřednictvím pravidelného CT skenování s vysokým rozlišením po dobu 100 dnů. Sledoval se objem implantátů, jejich povrch, 3D struktura a radiopacita (v Hounsfieldovych jednotkách).

Výsledky: Dva ze tří polymerních implantátů vykazovaly výraznou biodegradaci během 3 měsíců (zmenšení objemu na 14,5 %, resp. 19,5 % počáteční hodnoty), u třetího typu se velikost prakticky nezměnila (99 % původního objemu). Se změnou objemu korelovala i změna povrchu jednotlivých implantátů (30,7 %, 41,8 %, resp. 101,5 % z počáteční hodnoty pro jednotlivé typy). Celková radiopacita implantátů se měnila shodně se změnami objemu, zatímco průměrná radiopacita v průběhu celého experimentu kolísala jen mírně, což naznačuje rovnoměrnou jodaci polymerních implantátů. Relativně stabilní hodnoty průměrné radiopacity tak umožňují dostatečný CT kontrast implantátů a jejich snadné pozorování *in vivo* v průběhu jejich postupné degradace.

Závěr: V této studii jsme pozorovali biodegradaci dvou ze tří zkoumaných polymerních implantátů. Jejich CT kontrast nám umožnil sledovat celý proces přímo *in vivo* pomocí CT zobrazování s vysokým rozlišením.

RAMANOVA SPEKTROSKOPIE VE VÝZKUMU DEGRADACE MEDICÍNSKÝCH DEGRADABILNÍCH VLÁKEN

Jezbera D.[1,2]

[1] Ústav lékařské biofyziky, LF UK v Hradci Králové
[2] Katedra fyziky, PřF Univerzity Hradec Králové

V současnosti se pro výrobu spojovacích či podpůrných prvků v medicíně často využívají biodegradabilní polymery. Jejich hlavní výhodou je, že se během definované doby rozpadnou a lidské tělo zbytky absorbuje, takže není třeba kvůli vyjmutí prvku provádět další operaci. Kromě požadavku na zdravotní nezávadnost se u takových produktů sledují především vlastnosti mechanické a jejich změna během času. Tyto vlastnosti jsou dány chemickým složením, vnitřní strukturou a tvarem prvku. V chirurgii se často využívají ve formě nitě, a to nejen jako chirurgické šití, protože z nití se obvykle vyrábí i stenty.

Již několik let se ÚLB LFHK spolu s Katedrou fyziky UHK a dalšími partnery zabývá studiem degradací vláken z poly(p-dioxanonu) (PPDX), kde původní motivací byl výzkum biodegradabilních stentů vyráběných firmou ELLA-CS. Pro měření se využívá řada metod zavedených na zmíněných pracovištích. Mezi ně patří i méně známá Ramanova spektroskopie. Ta se často používá pro identifikaci chemických složek, v uvedeném výzkumu například ke sledování poklesu podílu barviva ve vlákně během degradace.

Přínosnější je využití této spektrální metody pro sledování vnitřní struktury nití z PPDX. Tento materiál je semikrystalický s krystality orientovanými podle osy vlákna. Během degradace navíc podíl krystalické fáze stoupá. Objevili jsme změny tvaru spektrálního pásu odpovídajícího vibracím karbonylové skupiny, které souvisí se změnou krystalinity a je možné je využít pro charakterizaci degradace. Ve studiích vytvořených na základě našich výzkumů jsou ukázány souvislosti mezi tvarem pásu a krystalinitou, změnou délky řetězce polymeru a mechanickými vlastnostmi nitě. Poslední publikovanou prací, v níž byla využita Ramanova spektroskopie, byl výzkum degradace PPDX nití v kyselém prostředí, tedy prostředí, které se vyskytuje v trávicím traktu a degradace je tam zrychlená. Do budoucna plánujeme i využití polarizační Ramanovy spektroskopie pro sledování změn orientace polymerních řetězců během degradace a uplatnění této spektroskopie pro další druhy medicínských polymerů.

NEKOVOVÉ KONTRASTNÍ LÁTKY PRO MAGNETICKOU REZONANCI (MRI)

Jirák D.[1,2], Havlíček D.[1,2], Jirat-Ziolkowska N.[1,2], Gálisová A.[2], Franc M.[2], Červený D.[1,2], Beneš J.[1]

[1] Ústav biofyziky a informatiky, 1. LF UK, Praha
[2] Institut klinické a experimentální medicíny, Praha

V této přednášce představíme škálu nekovových kontrastních látek pro MRI, vyvinutých pro různé jádra včetně ^{1}H, ^{19}F a ^{31}P. Tyto inovativní látky přinášejí oproti tradičním kovovým sloučeninám řadu výhod – zejména vyšší biokompatibilitu, specifitu s možností funkční odezvy na okolní podněty.

Na vybraných příkladech ukážeme jejich potenciální využití pro sledování transplantovaných buněk, molekulární zobrazování a diagnostiku. Některé z těchto látek umožňují vysoce selektivní zobrazení typu „hotspot“, jiné pak dynamicky mění svůj signál v závislosti na přítomnosti reaktivních forem kyslíku nebo změnách pH.

Některé nekovové kontrastní látky navíc mohou mít multimodální vlastnosti, což umožňuje jejich využití nejen v MRI, ale i v fluorescenčním zobrazování. Jiné jsou navrženy pro detekci více jader, což umožňuje kombinované nebo simultánní zobrazovací přístupy. Díky těmto vlastnostem představují nekovové kontrastní látky slibný nástroj pro molekulární zobrazování, teranostiku a personalizovanou medicínu.

Práce vznikla za podpory projektu: Grantová agentura České republiky (projekt č. 22-02836S), Národní institut pro výzkum metabolických a kardiovaskulárních onemocnění (program EXCELES, projekt č. LX22NPO5104 – financováno Evropskou unií – Next Generation EU) a Ministerstvo zdravotnictví České republiky (projekt č. NU22-08-00286 a projekt č. MH CZ-DRO, Institut klinické a experimentální medicíny – IKEM, IN 00023001).

KAM SMĚŘUJE DUAL-ENERGY CT VE FAKULTNÍ NEMOCNICI BRNO

Jůza T.[1,2] a kolektiv

[1] Biofyzikální ústav LF MU, Brno
[2] Klinika radiologie a nukleární medicíny FN Brno

Technologie spektrální (dual-energy) CT se již stává standardní klinicky využívanou variantou rentgenové výpočetní tomografie. Ve Fakultní nemocnici Brno jsou již všechny CT přístroje touto pokročilou technologií vybaveny.

Možnosti zobrazení, které spektrální CT přináší, jsou v naší každodenní praxi využívány ke zpřesnění diagnostiky a zároveň k redukci radiační zátěže pacientů. Významný je i vědecký potenciál této technologie. Aktuálně se nejméně tři kolegové věnují tématu spektrálního CT v rámci svých disertačních prací a jeden radiologický asistent se na ni zaměřuje ve své magisterské práci. Konkrétně se disertační práce zabývají onkologickými aplikacemi, zejména v diagnostice nádorů slinivky břišní a jater a ložisek mnohočetného myelomu. Magisterská práce hodnotí limitace zobrazení urolithiázy ve virtuálních nonkontrastních obrazech.

Další projekty s očekávaným publikačním výstupem jsou protokol se sníženým množstvím kontrastní látky pro CT angiografii plicních tepen a vývoj nástroje pro hodnocení kostní denzity z CT obrazů ekvivalentní konvenční kostní denzitometrii.

Významnou výhodou pro potenciální navazující vědecké projekty je skutečnost, že na našem pracovišti implementovaná konstrukční varianta CT využívá dvouvrstvého detektoru, který získává spektrální data v průběhu každého vyšetření, a tím poskytuje možnost neomezeného retrospektivní hodnocení celé škály vyšetření.

METODY LÉKAŘSKÉ BIOFYZIKY NA LÉKAŘSKÉ FAKULTĚ UP V OLOMOUCI

Kolářová H., Bartoň Tománková K., Bajgar R., Vachutka J., Sněhota M., Hošíková B., Malina L., Hanáková A., Kolaříková M., Válková L., Dilenko H., Balážová K.

Ústav lékařské biofyziky, LF UP v Olomouci

Ústav lékařské biofyziky na LF UP v Olomouci se věnuje studiu účinků elektromagnetického záření v optické oblasti spektra a ultrazvuku v kombinaci s aktivními látkami na biologické systémy, stejně jako vývoji nových metod pro kontrolu kvality ultrazvukových sond. Výzkum zahrnuje vlastnosti a biologické účinky aktivních látek, zejména senzitizerů s různými nanostrukturami, které jsou vhodné pro indukci fotodynamického jevu v nádorových buňkách a jejich potenciální využití ve fotodynamické terapii nádorů. Dále byl zkoumán vliv kombinace fotodynamické a sonodynamické reakce na poškození nádorových buněk, přičemž byly stanoveny optimální koncentrace látek a ozařovací parametry. Další oblastí je vývoj metod řízeného uvolňování látek pomocí ultrazvuku s využitím sonodynamicky senzitivních lipidových nanovezikul. S ohledem na rostoucí rezistenci bakterií vůči antibiotikům byly rovněž zkoumány antibakteriální účinky vybraných senzitizerů na bakterie, přičemž byl potvrzen antibakteriální efekt senzitizerů a jejich synergický účinek v kombinaci s aktivním stříbrem. V současnosti probíhá klinické hodnocení fotodynamické a sonodynamické terapie u multirezistentních mikroorganismů s využitím vybraných senzitizerů.

Cílem naší práce je zavádění nových experimentálních metod lékařské biofyziky pro řešení výzkumných projektů a následná inovace výuky v povinných i volitelných předmětech, jako jsou Lékařská biofyzika, biometrie a výpočetní technika, Základy lékařské přístrojové techniky a biostatistiky, Lékařská přístrojová technika a Klinická biofyzika. V rámci prezentace představíme výzkumné zaměření Ústavu lékařské biofyziky na LF UP v Olomouci a nové metody aplikované ve výuce.

Tato práce byla podpořena projektem NU21-09-00357.

METALS IN HUMAN BRAIN: ASSESSMENT OF SOME METALS ACCUMULATION IN HUMAN *GLOBUS PALLIDUS* USING PARTICLE-INDUCED X-RAY EMISSION (PIXE), SCANNING ELECTRON MICROSCOPY (SEM) AND ENERGY-DISPERSIVE MICROANALYSIS (EDX)

Kopáni M.[1], Kosnáč D.[1], Pánik J.[1], Ješkovský M.[2], Zeman J.[2], Povinec P.[2], Polák S.[3]

[1] Institute of Medical Physics and Biophysics, Faculty of Medicine, Comenius University, Bratislava, Slovakia
[2] Centre for Nuclear and Accelerator Technologies (CENTA), Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Comenius University, Bratislava, Slovakia
[3] Institute of Anatomy, Faculty of Medicine, Comenius University, Bratislava, Slovakia

Metals are essential in the physiological and biochemical processes of the human brain. However, their accumulation can cause neurotoxic effects, including the generation of reactive oxygen species and structural changes in biomolecules. This study aims to assess the presence and distribution of metals in the human *globus pallidus* using Particle-Induced X-ray Emission (PIXE) and Scanning Electron Microscopy with Energy-Dispersive X-ray (SEM-EDX) methods. Post-mortem brain tissue samples from six individuals without clinical neuropathological findings were analysed. The PIXE method revealed the presence of Fe, Cr, Al, Zn, Pb, and Ca. SEM-EDX analysis provided qualitative elemental composition of an aggregate reveals the presence of C, N, O, Na, Ca, Al, Si, S, K, Mg, Cl, Fe, Ni, and Cr. Our findings suggest that metal accumulation in the brain can result from environmental pollution and protein aggregation, as well as due to biomineralization processes that sequester metal ions to mitigate their harmful effects. Understanding the pathways and mechanisms of metal accumulation could lead to improved treatments for neurological diseases associated with metal toxicity.

PRIEMERNÉ MAPY ČASOV KOMOROVEJ AKTIVÁCIE MLADÝCH ZDRAVÝCH MUŽOV A ŽIEN

Kozlíková K.

Ústav lekárskej fyziky a biofyziky, LF UK v Bratislave, SR

Intrinsikoidná deflexia sa na elektrokardiografickom zázname štandardných hrudníkových zvodov určuje ako časový interval od začiatku komplexu QRS po vrchol kmitu R. Interpretuje sa ako čas aktivácie myokardu srdcovej komory ležiaceho pod exploračnou elektródou, preto sa tiež nazýva čas komorovej aktivácie (ventricular activation time – VAT). Vo zvode V_1 trvá 15 ms – 35 ms, vo zvodoch V_5 a V_6 trvá 35 ms – 55 ms. V kardiológii sa používa sa pri diagnostike niektorých srdcových ochorení.

Cieľom štúdie bolo analyzovať VAT izochrónne mapy, t. j. rozloženia VAT na povrchu hrudníka, ako rozšírenie merania zo štandardného 12-zvodového elektrokardiogramu na mnohozvodovú elektrokardiografiu.

Elektrokardiogramy boli registrované u 20 zdravých dobrovoľníkov (vek 19 rokov; 10 žien) v 24 zvodoch na prednej stene hrudníka a na chrbte. Signály boli namerané a predspracované s použitím mapovacieho systému ProCardio. Samotné VAT izochrónne mapy boli skonštruované a analyzované pomocou MS EXCEL.

Na priemerných mapách skupiny mužov aj skupiny žien komorová aktivácia začínala na prednom povrchu hrudníka v jeho hornej tretine. Postupovala smerom nadol a doľava končila v okolí hornej časti chrbtice. To sa zhoduje s predtým publikovanými výsledkami priemerných VAT máp u detí aj starších osôb bez známych kardiovaskulárnych ochorení získaných z rôznych mapovacích zvodových systémov. Priemerné časy z týchto máp tiež približne zodpovedali publikovaným časom intrinsikoidných deflexií pre štandardné zvody V_5 a V_6.

Záverom možno povedať, že izochrónne mapy komorovej aktivácie (VAT mapy) umožňujú názornú vizualizáciu postupu aktivácie komôr, presnejšie vizualizáciu jej priemetu na povrch hrudníka. Postup aktivácie sa bude líšiť pri srdcových ochoreniach súvisiacich s poruchami aktivácie komôr, ako je infarkt myokardu, hypertrofia komôr, alebo ramienkové blokády.

Práca vznikla za podpory projektu KEGA 040UK-4/2022 MŠVVM SR.

SPÁNKOVÁ MEDICÍNA V ČR

Krejčí T.

Ústav lékařské biofyziky, LF UP v Olomouci

Spánková medicína představuje rychle se rozvíjející interdisciplinární obor, který propojuje poznatky neurologie, pneumologie, psychiatrie, kardiologie i otorinolaryngologie. Kvalita a kvantita spánku zásadně ovlivňuje zdraví jedince a poruchy spánku jsou významným rizikovým faktorem pro celou řadu chronických onemocnění, včetně kardiovaskulárních onemocnění, diabetu 2. typu, deprese či neurodegenerativních poruch. Přednáška bude zaměřena na aktuální diagnostické a terapeutické metody, přístupy ke klíčovým spánkovým poruchám z pohledu pneumologických pracovišť zaměřených na léčbu syndromu spánkové apnoe. Budou představeny novinky v oblasti screeningu, polygrafie a polysomnografie a následné volbě personalizované léčby, včetně základů titrace pacientů.

Součástí bude i představení telemedicíny, která se stává nedílnou součástí léčby a umožňuje dlouhodobé řízení terapie pacientů s poruchami spánku. Cílem přednášky je posílení mezioborové spolupráce, zefektivnění péče o pacienty, popsat současné trendy, přínosy a limity ve spánkové medicíně z pohledu spánkových laboratoří v ČR.

VYUŽITÍ POKROČILÝCH METOD OPTICKÉ MIKROSKOPIE K POZOROVÁNÍ MOLEKULÁRNÍCH PROCESŮ G PROTEINOVÉ SIGNALIZACE

Lazar J.[1], Miclea P.[1], Nagy Marková V.[1], Myšková J.[1], Sakhi A.[1], Khoroshyy P.[1]

[1] Ústav biologie a lékařské genetiky, 1. LF UK v Praze

Buněčná signalizace prostřednictvím G proteinových receptorů je klíčová pro širokou řadu fyziologických i patofyziologických procesů. G proteinové receptory hrají zásadní roli ve funkci kardiovaskulárního systému, v imunitní odpovědi, v neuropsychiatrických onemocněních a v mnoha dalších medicínsky významných procesech. Pro důkladné porozumění molekulární podstatě těchto procesů je nutná schopnost je vizualizovat, ideálně v reálném čase, s rozlišením umožňujícím pozorování jednotlivých buněčných kompartmentů. Naše pracoviště v tomto směru v poslední době dosáhlo výrazných pokroků, prostřednictvím úsilí kombinujícího vývoj vysoce specifických a citlivých geneticky kódovaných molekulárních biosenzorů a inovativní mikroskopické instrumentace. Předmětem přednášky bude představení našich nejnovějších výsledků a perspektiv dalšího vývoje.

Cell signaling by G protein-coupled receptors is crucial for a broad range of physiological and pathophysiological processes. G protein-coupled receptors play a key role in the function of the cardiovascular system, in the immune response, in neuropsychiatric disorders, as well as in many other medically important processes. In order to properly understand the relevant molecular events, we need to be able to visualize them – ideally, in real time, with resolution allowing observations of individual cellular compartments. By combining development of highly specific and sensitive genetically encoded molecular biosensors with development of innovative microscopy instrumentation, our laboratory has recently achieved marked progress in this area. Here we present the latest results of our work, as well as future perspectives and goals.

Práce vznikla za podpory projektu EU EIC PathFinder Unisens.

STUDIUM INTERAKCE KREVNÍCH ELEMENTŮ S POVRCHEM ZDRAVOTNICKÝCH PROSTŘEDKŮ

Loskot J.[1], Nalezinková M.[2], Myslivcová Fučíková A.[2]

[1] Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové
[2] Katedra biologie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové

Zdravotnické prostředky přicházející do přímého kontaktu s krví jsou testovány na hemokompatibilitu, aby bylo zajištěno, že jejich použití nepovede ke klinicky významným nežádoucím účinkům, jako je hemolýza či tvorba krevních sraženin. Na našem pracovišti jsme vyvinuli novou metodu hodnocení trombogenního potenciálu zdravotnických prostředků a jejich interakce s krevními elementy, založenou na skenovací elektronové mikroskopii.

Modelovým zdravotnickým prostředkem byla chirurgická síťka z polypropylenu, kterou jsme vystavili působení krve, aby na jejím povrchu ulpěly krevní elementy. Takto připravené vzorky byly chemicky zafixovány pro následnou mikroskopickou analýzu. Za tímto účelem byl nalezen účinný fixační postup s využitím May-Grünwaldova roztoku, jenž je méně toxický než obvykle používané chemikálie. Navržený postup zejména nevyžaduje manipulaci s vysoce toxickým oxidem osmičelým. Tento postup zajišťuje bezpečné zafixování krevních elementů přichycených k povrchu zdravotnického prostředku i zachování jemných struktur vyčnívajících z povrchu do volného prostoru. Díky tomu je možné studovat interakce krevních elementů se zdravotnickým prostředkem na detailní úrovni.

Na základě mikroskopických snímků bylo vyhodnoceno rozmístění krevních elementů na povrchu chirurgické síťky, dále byla posouzena jejich aktivace a tvorba fibrinové sítě. Pomocí softwaru ImageJ byla kvantifikována míra pokrytí povrchu síťky krevními elementy. Tento přístup se ukázal být přesnější než subjektivní hodnocení míry pokrytí, založené na pouhém kvalitativním odhadu.

Skenovací elektronová mikroskopie se osvědčila pro studium krevních elementů adherovaných na povrch cizího tělesa. Navržená metoda nabízí uplatnění zejména při posuzování hemokompatibility zdravotnických prostředků, u nichž je potřeba vyhodnocovat trombotickou aktivitu vyvolanou interakcí krve s cizím materiálem.

Práce vznikla za podpory projektu Specifického výzkumu 2108/2021 na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové.

BIOMECHANICKÉ MODELY VE VÝUCE A KLINICKÉ PRAXI

Marešová M.[1], Beránek J.[2], Schaffer M.[3]

[1] Ústav biofyziky, LFP UK
[2] Klinika zobrazovacích metod, FN Plzeň
[3] Klinika ortopedie a traumatologie pohybového ústrojí, FN Plzeň

Inovativní technologie, jako je 3D vizualizace a 3D tisk, mají stále větší vliv na oblast medicíny. Největší uplatnění nachází především v chirurgických a ortopedických oborech. Díky těmto technologiím mohou odborníci pracovat s virtuálními modely specifických orgánů nebo kostí, což zvyšuje přesnost diagnóz a snižuje riziko během operací.

Následující kazuistika ukazuje přímý postup při přípravě 3D modelu, jako předoperační pomůcky, pro Kliniku ortopedie a traumatologie pohybového ústrojí. Pacient po autonehodě utrpěl kominutivní intraartikulární zlomeninu lopatky vlevo. Zdrojová CT data pro přípravu modelu byla pořízena na photon-counting přístroji Siemens Naeotom Alpha. Byl proveden celotělový trauma protokol s tloušťkou řezu 0,8 mm, rekonstrukční kernel Br40. Pro rekonstrukci byl použit software 3D Slicer. V tomto případě byl vytvořen model poraněné lopatky a model zdravé lopatky, který byl následně zrcadlově převrácen, aby odpovídal anatomii poraněné strany. Oba modely byly následně vytištěny na 3D tiskárně. Model zdravé lopatky sloužil jako předloha k předoperační přípravě dlahy tak, aby přesně odpovídala tvaru kosti konkrétního pacienta. Model zlomené lopatky sloužil k jasné vizualizaci zlomeniny a lepší orientaci během operace. Tato metoda významně zlepšila orientaci v operačním poli a zkrátila dobu operace.

Zleva: 3D model zlomené lopatky, ukázka pozicování dlahy, kontrolní RTG.

Tento postup se ukázal jako velmi přínosný a existuje velký potenciál zavést přípravu 3D modelů komplikovanějších zlomenin kostí, jako jsou zlomeniny lopatky nebo pánevního pletence, do běžné praxe. Dalším oborem, ve kterém lze efektivně využít 3D modely reálných struktur, je například chirurgie.

TRÉNOVÁNÍ GENERATIVNÍ AI V LOKÁLNÍM PROSTŘEDÍ

Mašín V.

Ústav lékařské biofyziky, LF UK v Hradci Králové

Úvod: Generativní umělé inteligence jsou v současnosti velmi populární volbou pro méně náročnou tvorbu textů, obrázků a v poslední době i videa. Kromě cloudových služeb (ChatGPT, Midjourney …) jsou k dispozici i modely, které je možné provozovat v lokálním prostředí (Llama, Stable Diffusion, Flux ..). V mnoha případech by bylo žádoucí tyto modely upravit podle našich specifických potřeb, ovšem plné trénování modelů není vzhledem k hardwarovým nárokům v lokálních podmínkách reálné. Trénování prostřednictvím cloudových služeb pak naráží na problematiku ochrany osobních údajů, které budou v medicínských trénovacích datech nevyhnutelně obsaženy. Možným řešením je nahrazení plného trénování pouze částečným trénováním – tzv. Low-Rank adaptation (LoRA), případně Quantized Low-Rank Adaptation (QLoRa).

Materiál a metody: Pro trénování jsme použili server HP Proliant 580 Gen8, osazený 4 procesory Xeon E7-4880v2, 256 GB RAM a GPU NVIDIA Tesla P40, resp. 4x Tesla P4. Na serveru byl nainstalován operační systém Ubuntu 24.04.2 a prostředí pro trénování velkých jazykových modelů LLaMA-Factory. Jako základní model byl použit volně dostupný model Llama 3.1-8B (8 miliard parametrů) od společnosti Meta, pro trénování pak byl použit volně dostupný dataset „ai-medical-chatbot“ z portálu Hugging Face (142 MB, https://huggingface.co/datasets/ruslanmv/ai-medical-chatbot).

Výsledky: V souladu s literaturou se ukázalo, že trénování modelů i při použití zjednodušené metody LoRA je výrazně náročnější na paměť GPU (VRAM) než samotná inference. I při relativně malé velikosti základního modelu tak nestačilo ani 24 GB VRAM GPU Tesla P40. Naštěstí prostředí LLaMA-Factory umí rozdělit model mezi více GPU, takže 4 GPU Tesla P4 (každá s 8 GB – celkem 32 GB) již pro spuštění trénování postačilo, byť trénování probíhalo velmi pomalu.

Závěr: Ověřili jsme si, že i v lokálních podmínkách a na zdaleka nikoliv nejmodernějším hardware je možné provádět úpravy jazykových modelů metodou LoRA. Pro praktické použití bude ale třeba připravit vlastní dataset.

Práce vznikla za podpory programu Cooperatio, vědní oblasti DIAG - „Lékařská diagnostika a základní lékařské vědy“.

LIVER TISSUE ENGINEERING: CAN WE ENHANCE THE CELL REPOPULATION OF DECELLULARIZED MATRICES BY ACOUSTIC STIMULATION?

Moulisova V.[1], Vlach S.[1], Massaro M.S.[1,2], Sevcik J.[1,3], Palek R.[1,3], Panova E.[1], Cervenkova L.[1], Bolek L.[2], Liska V.[1,3]

[1] Biomedical Center, LFP UK, Pilsen, Czech Republic
[2] Department of Biophysics, LFP UK, Pilsen, Czech Republic
[3] Department of Surgery, LFP UK, Pilsen, Czech Republic

There is a growing need for alternative sources of liver tissue due to the long waiting lists for liver transplants worldwide. One promising approach is the *in vitro* recellularization of decellularized liver scaffolds, offering the potential to create functional, patient-specific liver tissue. However, generating viable tissue *in vitro* remains a complex challenge, as it depends on numerous factors such as nutrient transport, oxygen delivery, and/or mechanosensing. In order to increase the efficiency of the cell repopulation, we decided to test the effect of acustic stimulation. Acoustic waves have been shown to enhance endothelial cell migration and mobility, suggesting it may support more efficient distribution of cells throughout the decellularized liver matrix. A specific device was developed and constructed to be able to expose cells and small tissue pieces to a controlled acoustic signal in a sterile environment. After successful testing of the viability of human endothelial cells exposed to the frequency of 1 MHz, we performed pilot experiments in a 3D system of decellularized porcine liver scaffolds. Human primary cells were seeded on the scaffolds, left to attach, and exposed to the ultrasound for 5 minutes. The system was then cultured for 1, 3, and 7 days, with the cell viability being checked on the day 1, and 7. Samples were fixed in formalin, and immunofluorescence staining as well as histological staining and analyses are being performed to monitor the cell attachment, proliferation and ability to migrate inside the scaffold. In the case of a positive effect of ultrasound on cell repopulation of our scaffolds, we are ready to modify and test the device for processing larger and clinically relevant tissue sizes.

The work is supported by Charles University projects Cooperatio "Surgical disciplines" (COOPERATIO-207043), National Institute for Cancer Research (Programme EXCELES, No. LX22NPO5102), and "Integration of biomedical research and healthcare in the Pilsen metropolitan area"; no. CZ.02.01.01/00/23_021/0008828) co-funded by EU.

USE OF FLOW INDUCED DISPERSION ANALYSIS FOR BINDING CHARACTERIZATION IN COMPLEX MATRICES

Pedersen M.E.[1,2], Uskoba J.[3], Jensen H.[1]

[1] Fida Biosystems ApS, Generatorvej 6, 2860 Soeborg, Denmark
[2] Department of Pharmacy, University of Copenhagen, Universitetsparken 2, 2100 Copenhagen O, Denmark
[3] BioTech a.s., Služeb 4, Praha 10, 108 00

Biopharmaceuticals have become an increasingly important class of therapeutics since they provide major benefits in the treatment of many severe diseases. The primary advantages relate to high specificity and effective replacement or substitution of endogenous compounds (e.g., insulin and erythropoietin). Biologically, this manifests through the presence of circulating anti-drug-antibodies (ADAs), which can be divided into neutralizing antibodies (NAbs) and non-neutralizing antibodies (non-NAbs)

Analytical assays for detecting and quantifying ADAs have clinical significance in terms of ensuring patient safety and treatment efficacy as well as guiding choice of treatment regime. Typically, ADA assays rely on a relative signal readout using cell-based assays or surface-based ligand binding assays (LBAs), such as enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), electrochemiluminescence (ECL), and surface plasmon resonance (SPR), where one of the interaction partners (e.g., the drug) is immobilized on a surface. These technologies do not resemble the human biology as immobilization procedures can mask relevant epitopes and alter the conformation of key reagents, e.g., the drug.

FIDA is a first principle analytical approach employed for size-based characterization of biomolecules under native conditions, including protein unfolding, binding affinity (K_d) and complex size, as well as biopharmaceutical quantification. FIDA utilizes Taylor dispersion analysis (TDA) for measuring the apparent hydrodynamic radius, R_h, of a selective ligand which is termed the indicator, as it binds to the analyte of interest. The R_h measurements can be utilized for achieving information on molecular size, structure, oligomerization, and complex/binding stoichiometry. Furthermore, FIDA is compatible with crude matrixes such as plasma and fermentation broth.

TERMOGRAFICKÉ VYŠETŘENÍ POÚRAZOVÝCH STAVŮ NERVŮ RUKY U DĚTSKÝCH PACIENTŮ V POROVNÁNÍ S EMG

Pokorná J.[1], Bálintová Z.[2], Bernard V.[1], Staffa E.[1]

[1] Biofyzikální ústav, LF MU v Brně
[2] Klinika dětské neurologie, LF MU a FN Brno

Úvod: Elektromyografické vyšetření patří k základním neurologickým technikám. Obvykle není příliš zatěžující, někteří dětští pacienti mohou ale pociťovat nepohodlí nebo strach z vyšetřovacích sond. Infračervená termografie je oproti tomu zcela neinvazivní technika, která je dobře snášena i dětskými pacienty. Příspěvek se zabývá jejím použitím v dětské neurologii k odhalení patologie nervů ruky. Získané výsledky byly hodnoceny a porovnány s výstupy získanými prostřednictvím elektromyografického vyšetření.

Metody: Studie se zúčastnilo 19 pacientů ve věku od 5 do 17 let, z toho 8 chlapců a 11 dívek. Všichni pacienti podstoupili nejprve termografické a následně elektromyografické vyšetření na Klinice dětské neurologie FN Brno. Pacienti byli snímání infračervenou kamerou Workswell WIC 640 a sledovaná oblast, tedy obě ruce z hřbetního pohledu, byla snímána ze vzdálenosti 50 cm. Termografické snímky pak byly zpracovány a vyhodnoceny s využitím vlastního algoritmu, který umožnil přesnější výběr ROI. K vypracování statistického hodnocení výsledků byl použit T-test pro nezávislé vzorky a následně jednostranný T-test.

Výsledky: Nejprve bylo zjištěno, že rozdíl v povrchové teplotě kůže mezi zdravou a nemocnou rukou je statisticky významný. Následně jsme ověřovali, zda rozdíl povrchové teploty části ruky inervované odpovídajícím nervem a stejné části zdravé ruky je větší, než 0,55 °C. Výsledky odpovídají tomu, že pakliže je u pacienta přítomna patologie odpovídajícího nervu ruky, na infračerveném snímku se to projeví změnou povrchové teploty ruky oproti ruce zdravé. Naopak, pokud patologie přítomna není, rozdíl teplot mezi rukami je minimální.

Závěr: Naše výsledky ukazují, že ve většině případů poskytuje infračervená termografie dostatečně robustní data k potvrzení nebo vyvrácení přítomnosti patologie nervů ruky u dětí. S využitím vlastního algoritmu jsme navíc dosáhli přesnější detekce ROI a tím pádem také mohli lépe porovnávat povrchové teploty odpovídajících částí rukou.

VYUŽITÍ 3D TISKU NA LÉKAŘSKÉ FAKULTĚ UNIVERZITY PALACKÉHO PRO VÝUKOVÉ A VÝZKUMNÉ ÚČELY

Sněhota M.[1], Mateášiková Z.[2], Salzman R.[2], Vinter R.[3], Olejko J.[4], Kovář R.[4], Kříž M.[1], Tsoi K.[1], Kolářová H.[1]

[1] Ústav lékařské biofyziky, LF UP v Olomouci
[2] Klinika otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku, Fakultní nemocnice Olomouc
[3] Traumatologická klinika, Fakultní nemocnice Olomouc
[4] Radiologická klinika, Fakultní nemocnice Olomouc

Úvod

Využití 3D tisku v medicíně v posledních letech významně roste. Cílem této práce je podat přehled navazující práce v oblasti 3D tisku na LF UP.

Materiál a metody

Pro tvorbu modelů *de novo* byla využívána modelovací prostředí TinkerCad a Blender. Pro skenování předlohy byl použit optický 3D scanner Einscan SE. Poslední metodou akvizice 3D modelu byla segmentace dat z počítačové tomografie. Všechny 3 metody modelování byly volně kombinovány. 3D tisk probíhal na 3D tiskárně Original Prusa i3 MK3S+ za použití PLA filamentu.

Výsledky

Pro účely výuky anatomie byly vytištěny modely hrtanových chrupavek. 3D tisk lze využít pro výrobu podložek pro chirurgické šití. Dále byl vytvořen malý 3D model hrudníku, který umožňuje rekonstrukci prostého snímku hrudníku pomocí zubního rentgenu a detektoru velikosti 3 x 2 cm. Zmenšený model břicha vytvořený pomocí 3D tisku umožňuje radiologům nácvik punkce žlučníku. Ve spolupráci s ORL klinikou byl vytvořen realistický model ucha, který umožňuje nácvik tympanostomie a stapedoplastiky. U tympanostomie lze opakovaným nácvikem významně zkrátit dobu výkonu. Pro předoperační plánování (traumatologie) byly rekonstruovány zlomeniny pánve a lopatky. Došlo ke zkrácení operačního výkonu, redukci radiační zátěže a komplexnější vizualizaci zlomeniny konkrétních pacientů.

Závěr

Rekonstruované modely jsou anatomicky přesné a věrohodné. 3D tisk lze využít od pregraduální výuky, přes nácvik chirurgických dovedností až po předoperační plánování.

Tato práce byla podpořena grantovým projektem IGA_LF_2025_001.

ÚLOHA PONTÍNNEJ RESPIRAČNEJ SKUPINY PRI ANTITUSICKOM PÔSOBENÍ KODEÍNU

Šimera M., Laheye M., Beriková D., Veternik M., Poliaček I.

Ústav lekárskej biofyziky, Jesseniova lekárska fakulta v Martine
Univerzita Komenského v Bratislave

Pontínna respiračná skupina, známa tiež ako pneumotaktické centrum obsahuje heterogénnu populáciu respiračných neurónov, ktoré sú nevyhnutné pre kontrolu frekvencie a vzorca dýchania ako aj kašľového rytmu. Anatomicky je pontínna respiračná skupina delená na Köliker-Fuseho jadrá a laterálny a mediálny parabrachiálny komplex. Jadrá laterálneho parabrachiálneho komplexu sú zodpovedné za inspiračný facilitačný vplyv, zatiaľ čo mediálne uložené jadrá spoločne s Köliker-Fuseho jadrami majú prevažne exspiračnú facilitačnú odpoveď. Neuróny pontínnej respiračnej skupiny sú funkčne prepojené (najmä excitačne) s ďalšími respiračnými neurónmi ventrolaterálnej meduly a ako Bötzingerov a pre-Bötzingerov komplex ako aj s neurónmi ventrálnej respiračnej skupiny. Práve toto dynamické spojenie je esenciálne pre optimalizovanie respiračného a kašľového výstupu.

V našich experimentoch sme použili model anestézovanej mačky (n = 12; 4,13 ± 0,24 kg) v pentobarbitalovej anestézii. Kodeín hemihydrogén fosfát (3,3 mM; 37 ± 1,2 nl) bol unilaterálne mikroinjikovaný pomocou sklenenej mikropipety (Ø hrotu 26.6 ± 4.5 μm) do jadier pontínnej respiračnej skupiny. Kašľový reflex sme vyvolávali mechanickou stimuláciou (mäkkým katétrom) oblasti dolných dýchacích ciest cez tracheostomickú kanylu. Počas experimentu sme zaznamenávali a analyzovali EMG aktivity bránice, brušných svalov a inspiračné a exspiračné zmeny ezofageálneho tlaku počas kašľa.

Výsledky našich experimentov ukázali: 1) limitovaný antitusický efekt kodeínu v pontínnej respiračnej skupine, 2) výrazný tlmiaci efekt kodeínu na exspiračnú zložku kašľa, 3) modulačný účinok kodeín-senzitívnych neurónov na inspiračnú zložku kašľa, 4) žiadne zmeny v časových parametroch reflexu kašľa. Predpokladáme, že neuróny pontínnej respiračnej skupiny, čiastočne modulované kodeínom, prispievajú ku kontrole motorického vzoru kašľa.

Práca vznikla za podpory projektov VEGA 1/0275/19; 1/0092/20.

BEZPEČNOST PŘÍRODNÍCH LÁTEK PŘI TOPICKÉ APLIKACI

Vostálová J.[1], Rajnochová Svobodová A.[1], Ryšavá A.[1], Kosina P.[1], Zálešák B.[2]

[1] Ústav lékařské chemie a biochemie, Lékařská fakulta, Univerzita Palackého, Olomouc
[2] Oddělení plastické a estetické chirurgie, Fakultní nemocnice Olomouc

Přírodní látky, frakce a extrakty jsou velmi atraktivním zdrojem bioaktivních molekul pro dermatologické a kosmetické přípravky. Jsou vyhledávány pro své protizánětlivé, hojivé a regenerační účinky. Jejich použití se mnohdy opírá o znalosti získané jejich dlouhodobým používáním a ze znalostí tradiční medicíny. Při topické aplikaci může docházet k interakci přírodních látek s UVA zářením, což je spojeno s tvorbou reaktivních forem kyslíku (ROS) a nepříznivými účinky na kůži. Tato skutečnost bývá opomíjena.

Například silymarin (SM), standardizovaný extrakt ze semen ostropestřce mariánského (*Silybum marianum* L. Gaertner), který je používán pro své hepatoprotektivní a regenerační účinky při onemocnění jater, našel uplatnění i v dermální aplikaci. SM obsahuje polyfenoly ze skupiny flavonolignanů, které tvoří 70-80 % SM. Biologická aktivita SM je připisována flavonolignanu silybinu (SB; 60 %). Mezi minoritní, ale biologicky aktivní složky SM patří flavonolignan 2,3-dehydrosilybin (DS) a flavonoid taxifolin (TA). SM a SB vykazovaly UVB fotoprotektivní vlastnosti a byly schopny potlačit vznik rakoviny kůže vyvolaný chemickými látkami nebo UVB zářením. SM a/nebo jeho polyfenoly byly schopny snížit poškození v kožních buňkách vystavených UVA záření. Nicméně bylo publikováno, že SB má prooxidační účinky po expozici keratinocytů UVA záření. Tyto protichůdné informace nás vedly k detailnějšímu studiu bezpečnosti SM a jeho flavonolignanů a k ověření jejich fototoxických a fotoprotektivních vlastností.

Benzo[c]fenanthridinové alkaloidy patřící mezi isochinolinové alkaloidy se vyskytují např. v čeledi Papaveraceae a Fumariaceae. Alkaloid sanguinarin (SA) se využívá pro své protizánětlivé a antimikrobiální účinky v přípravcích ústní hygieny, ale je součástí i dermatologických přípravků. SA je v kůži metabolizován na méně toxický dihydrosanguinarin. V kombinaci s UVA zářením dochází k jeho zpětné konverzi na SA, což je doprovázeno produkcí ROS, zvýšením cytotoxicity a poškozením kožní tkáně.

Práce vznikla za podpory projektu IGA_LF_2025_008 a institucionální podpory RVO 61989592 a RVO 98892.

VĚDECKÁ SEKCE – SOUTĚŽNÍ PŘEDNÁŠKY

IN VIVO DETEKOVATELNÉ ZESÍŤOVANÉ ŽELATINOVÉ HYDROGELY PRO TKÁŇOVOU REGENERACI

Groborz O.[1], Kolouchová K.[2], Herynek V.[3], Dunlop D.[4], Van Durme B.[2], Hovořáková M.[8], Pavlíková Z.[8], Dalecká L.[8], Steklíková K.[8], Matouš P.[2], Humajová J.[1], Zeman J.[1], Karela J.[3], Van Damme L.[2], Šafanda A.[6], Bui Q.H.[6], Šefc L.[2], Parmentier L.[2], Szabó A.[2], Schaubroeck D.[2], Adriaensens P.[2], Petrov O.[5], Lang J.[5], Kučka J.[8], Hrubý M.[8], Slanina T.[4], Van Vlierberghe S.[2], Beneš J.[1]

[1] Ústav biofyziky a informatiky, 1LF UK, Praha; [2] Gent University, Belgium; [3] Center for advanced preclinical imaging, 1LF UK, Praha; [4] Ústav organické chemie a biochemie, AV ČR, Praha; [5] Ústav fyziky nízkých teplot, AV ČR, Praha; [6] Ústav patologie, 1LF UK, Praha; [7] Ústav histologie a embryologie, 1LF UK, Praha; [8] Ústav makromolekulární chemie, AV ČR, Praha

Zesíťované hydrogely na bázi želatiny (ZŽH) se objevily jako nadějné biodegradovatelné materiály, které podporují růst buněk a tím i regeneraci tkání. V těle se takovéto materiály postupně odbourávají a jsou postupně nahrazeny tělu vlastní tkání. Tím by ZŽH mohly najít využití v plastické a rekonstrukční chirurgii. Navíc volbou vhodných komonomerů lze ladit fyzikálně-chemické vlastnosti materiálů a jejich rychlost degradace. Nejnovější generaci ZŽH lze 3D-tisknout do požadovaného tvaru, takže můžeme vytvářet implantáty přesně pro každého pacienta.

Bohužel, další výzkum ZŽH a jejich klinické využití brzdí fakt, že je náročné sledovat jejich stav v pacientovi či rychlost jejich degradace. Proto zatím nebylo možné vytvořit paletu různých materiálů s různými rychlostmi degradace *in vivo*. Pro další výzkum ZŽH a jejich použití v klinice je potřeba, aby je bylo sledovat neinvazivně *in vivo*.

Vyvinuli jsme novou generaci 3D-tisknutelných ZŽH, které obsahují komonomery, díky nimž je lze sledovat s pomocí zobrazovacích metod *in vivo*. Připravili jsme komonomer s obsahem jódu, díky čemuž jsou tyto implantáty detekovatelné radiograficky a na CT. Také jsme připravili komonomer s obsahem fluoru, díky čemuž lze implantáty sledovat na 19F MRI. Tyto komonomery nezměnily biologické vlastnosti hydrogelů, ale umožnily nám sledovat materiály *in vivo*.

Náš výzkum tedy napomohl dalšímu výzkumu ZŽH a může napomoci tomu, aby ze ZŽH dostaly do klinické praxe.

Práce vznikla za podpory GAUK 199124.

CD44 CÍLENÁ PROTINÁDOROVÁ TERAPIE POMOCÍ LIPOZOMŮ S KYSELINOU HYALURONOVOU

Kolaříková M.[1], Hošíková B.[1], Malina L.[1], Benda A.[2], Pánek D.[2], Tesařík J.[1], Kolářová H.[1]

[1] Ústav lékařské biofyziky, LF UP v Olomouci
[2] BIOCEV, PřF UK v Praze

Rakovina děložního čípku je čtvrtým nejčastějším maligním onemocněním u žen celosvětově, přičemž hlavní příčinou je lidský papilomavirus (HPV), který je zodpovědný za 99,7 % všech případů. Za účelem léčby tohoto onemocnění je cílem vyvinout efektivní terapeutickou strategii, která by selektivně cílila na patologické buňky, a zároveň byla méně invazivní než chirurgický zákrok či chemoradioterapie, která se standardně aplikuje.

Fotodynamická terapie představuje alternativní léčbu pro různá onkologická i neonkologická onemocnění. Přestože je tato terapie již klinicky zavedená, stále není plošně využívána, což poskytuje prostor pro výzkum soustředící se na snížení vedlejších účinků.

V posledním desetiletí se do popředí dostává využití nanomateriálů jako slibné platformy pro diagnostické i terapeutické účely. Lipozomy představují formu nanočástic složených z fosfolipidů, které jsou vysoce biokompatibilní, neboť se přirozeně vyskytují v biologických membránách.

V této studii jsou popsány vlastnosti speciálně navržených lipozomů s terapeutickou látkou pro buňky odvozené z karcinomu děložního hrdla exprimující receptory CD44. Lipozomy jsou zde použity jako nosič terapeutické látky a současně nesou receptorově specifický ligand, který umožňuje cílení na patologické buňky. Pro posouzení selektivity této platformy byl analyzován i její vliv na buňky nenádorového typu NIH3T3. Terapeutická látka je zde hodnocena jak ve volné, tak i v lipozomální formě pro posouzení schopnosti indukovat fotodynamický efekt. Převážně mitochondriální lokalizace volného i lipozomálního léčiva způsobuje metabolickou zátěž, která se projevuje posunem doby života FAD i NAD(P)H, zvýšením hladiny ROS, snížením mitochondriálního membránového potenciálu a vyvoláním buněčné smrti. Analýza poškození DNA a její opravné aktivity potvrdila, že na rozdíl od volné terapeutické látky lipozomální forma léčiva selektivně cílí na buňky nádorového typu.

Práce vznikla za podpory projektu IGA_LF_2025_001.

DECELLULARIZED BILE DUCT IN TISSUE ENGINEERING: IS IT SUITABLE FOR BILIARY TRACT SURGERY?

Massaro M.S.[1,2], Sevcik J.[1,3], Palek R.[1,3], Panova E.[1], Sarcevic S.[1,3], Matsviayonak I.[1], Bolek L.[2], Liska V.[1,3], Moulisova V.[1]

[1] Biomedical Center, LFP UK, Pilsen, Czech Republic
[2] Department of Biophysics, LFP UK, Pilsen, Czech Republic
[3] Department of Surgery, LFP UK, Pilsen, Czech Republic

Objective: Bile duct reconstruction after injury or resection is a common procedure of hepatopancreatobiliary surgery. Research to find suitable bile duct substitutes for anatomical reconstruction has been carried out over the last 100 years without reaching an optimal result. The goal of this study was to assess the potential of decellularized porcine extrahepatic bile ducts.

Methods: Porcine extrahepatic bile ducts were harvested and decellularized by perfusion with Triton X-100 and sodium dodecyl sulfate in 4 cycles (1h each). Scaffolds were evaluated for the presence of residual nuclei. A 4-week study was performed on six healthy domestic pigs where the common bile duct was reconstructed with a decellularized scaffold segment. Histological staining was used to evaluate the *in vivo* results. To repopulate the scaffolds with human mesenchymal stem cells *in vitro*, a bioreactor was designed, and after cell seeding the perfusion was applied for 24 hours followed by tissue testing (live-dead assay, immunofluorescence staining) to evaluate the presence of living cells and their attachment on the scaffolds.

Results: Bile ducts were fully decellularized with major extracellular matrix molecules like collagen and elastin preserved. In the experimental reconstruction of porcine common bile duct *in vivo* all pigs survived the observation period with histological evaluation showing partial reepithelialization and biointegration in the recipients' tissues. The perfusion seeding resulted in a layer of living cells, alligned in the direction of the flow and a star-shaped conformation as a result of the flow exposure.

Conclusion: Decellularization of porcine bile duct with Triton X-100 and sodium dodecyl sulfate provides a promising acellular scaffold for bile duct reconstruction and *in vitro* repopulation.

The study was supported by UK projects GAUK No. 434522, Cooperatio project "Surgical disciplines" (COOPERATIO-207043), and by AZV project NU22J-06-00058) as well as the project "Integration of biomedical research and healthcare in the Pilsen metropolitan area"; no. CZ.02.01.01/00/23_021/0008828) co-funded by the EU.

LIVER TISSUE ENGINEERING: MECHANICAL PROPERTIES INFLUENCING CELL BEHAVIOUR IN LIVER FIBROSIS MODEL

Panova E.[1,2], Clara-Trujillo S.[1], Massaro M.S.[2], Pálek R.[2], Sanchez M.S.[1], Donato M.T.[3], Tolosa L.[3], Moulisová V.[2], Gallego-Ferrer G.[1]

[1] Center for Biomaterials and Tissue Engineering (CBIT), UPV, Valencia, Spain
[2] Biomedical Center, LFP UK, Pilsen, Czech Republic
[3] Experimental Hepatology Unit, Health Research Institute La Fe (IISLAFE), Valencia, Spain

Liver is one of the organs with the highest demand for both transplantation and *in vitro* models. It is in charge of blood detoxication, and its disease and failure is the 11th major death cause worldwide. Hepatic fibrosis is an important target for *in vitro* disease models. The aim of my work is to follow up on my study focused on the design of mild liver fibrosis model, and implement the knowledge, skills and optimized protocols during the development of liver tissue *in vitro*.

For liver fibrosis model, a scaffold was generated by crosslinking tyramine-grafted gelatin with HRP (Gel) with additional crosslinking with glyoxal (Gel-GlyO). Mechanical properties were analysed through rheological measurements, pore size (SEM imaging), and swelling ratio. After mechanical characterization, the effect of different scaffold stiffness on HUVEC and primary hepatocytes behaviour was assessed *in vitro*.

GlyO addition increased the scaffolds' stiffness from 2 kPa to 5 kPa representing mild fibrosis where the pore size and swelling ratio were reduced. Cell culture in Gel-GlyO showed increased angiogenesis markers (vWF and CD31) in HUVECs culture, and also enhanced activity of pro-fibrotic proteins VEGFR-2 (HUVEC) and CYP2E1 (pHeps) in a co-culture.

A mild fibrosis model was successfully designed and tested having a potential to be used as *in vitro* diagnostic and/or drug testing platform. It provided new knowledge and experimental tools that are utilized in my current TE project - characterization and cell repopulation of a decellularized liver scaffold.

The work was created with the support of the Spanish Ministry of Science and Innovation through PID2022-136433OB-C21 and -C22 grants, the National Institute for Cancer Research (Programme EXCELES, No. LX22NPO5102, Next Generation EU), and the COOPERATIO-207043 project (Surgical disciplines), Charles University.

DIAGNOSTIKA POMOCÍ BIONANOSENZORŮ PRO PERSONALIZOVANOU PÉČI NA DÁLKU

Pashchenko A.[1], Tejral G.[1], Fenderlova A.[2], Šternová J.[1], Hudak J.[1], Amler E.[1]

[1] Ústav lékařské biofyziky, 2. LF UK
[2] Fakulta biomedicínského inženýrství, ČVUT

Rychlá, jednoduchá a neinvazivní detekce nemocí pomocí tělesných tekutin (moč, sliny, pot, stěry apod.) nabývá v moderní personalizované medicíně a telemedicíně stále většího významu. Tato studie představuje vývoj fluorescenčních bionanosenzorů využívajících funkcionalizovaná nanovlákna z polyakrylonitrilu (fPAN) pro diagnostiku v primární péči.

Nanovlákna díky vysokému poměru povrchu k objemu a nastavitelné citlivosti představují ideální platformu pro konstrukci selektivních bionanosenzorů. Nanomembrány funkcionalizované avidinem byly testovány s Biotin-FITC pomocí vlastního filtračního systému a spektrometru Fluoromax4. Výsledky ukázaly silnou a specifickou vazbu při pikomolárních koncentracích s nízkou nespecifickou adsorpcí a dlouhodobou stabilitou výkonu membrán.

Tento systém zlepšuje detekční limity přibližně o dva řády, což umožňuje měřit fluorescenční signály z koncentrací biomarkerů, které se běžně vyskytují v časných stádiích onemocnění. Jako orientační model byl použit prostatický specifický antigen (PSA) v moči – známý diagnostický biomarker. Citlivost biosenzorů byla potvrzena v klinicky relevantním pikomolárním rozmezí.

Tento inovativní přístup umožňuje vývoj kompaktních, cenově dostupných a ultrasenzitivních diagnostických nástrojů, které lze potenciálně využít v místě péče (point-of-care), v terénu nebo v domácím prostředí. Senzory lze integrovat do přenosných platforem a navrhnout tak praktické řešení pro časnou detekci nemocí, sledování stavu pacientů a plánování personalizované léčby v rámci primární péče.

Práce vznikla za podpory projektu Grantové agentury Univerzity Karlovy (projekt č. 312123) a 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Praze.

VYUŽITÍ NANOČÁSTIC UŠLECHTILÝCH KOVŮ V LASEREM INDUKOVANÉ FOTOTERMÁLNÍ TERAPII

Válková L.[1], Kurillová A.[2], Dilenko H.[1], Kolaříková M.[1], Panáček A.[2], Kolářová H.[1]

[1] Ústav lékařské biofyziky, LF UP v Olomouci
[2] Katedra fyzikální chemie, PŘF UP v Olomouci

Nanočástice ušlechtilých kovů jsou v medicíně využívány díky schopnosti absorbovat záření prostřednictvím povrchové plazmonové rezonance, což umožňuje jejich aplikaci v protinádorové fototermální terapii (PTT). Tato metoda je založena na lokální hypertermii vyvolané ozářením nanočástic světlem v blízké infračervené oblasti (NIR, 650–1064 nm), které vede k apoptóze či nekróze nádorových buněk při teplotách nad 42 °C.

Pro ověření účinnosti PTT byly připraveny anizotropní AgNPs a AuNPs s laditelnými optickými vlastnostmi, charakterizované UV/VIS absorpční spektroskopií, transmisní elektronovou mikroskopií a dynamickým rozptylem světla. Nanočástice byly deponovány na 96jamkové kultivační destičce modifikované vrstvou polyakrylové kyseliny a chitosanu technikou „layer-by-layer“ pro stabilní uchycení. Na těchto destičkách byly kultivovány HeLa buňky (lidský karcinom děložního čípku) a následně ozářeny lasery o vlnových délkách 660 nm a 730 nm, odpovídajících absorpčním maximům nanočástic. Nárůst teploty během ozáření byl monitorován infračervenou kamerou, zatímco buněčná životaschopnost byla analyzována MTT testem.

Byla prokázána vysoká biokompatibilita HeLa buněk s nanovrstvami, na kterých byly buňky schopny bez omezení proliferovat. Samotné laserové záření při ověřovaných ozařovacích podmínkách nepoškodilo buňky na nemodifikovaných destičkách. Naopak u buněk na destičkách s nanočásticemi došlo po ozáření k výraznému snížení životaschopnosti, přičemž největší efekt byl pozorován při použití AuNPs s 660 nm laserem.

PTT funguje na principu přeměny světelné energie na teplo díky SPR, což vede k selektivnímu poškození nádorových buněk. Tato metoda kombinuje cílenost s nízkou invazivitou, což ji činí perspektivní pro klinické využití. Závěrem lze konstatovat, že fototermální terapie založená na AgNPs a AuNPs představuje účinný nástroj v boji proti rakovinným onemocněním díky schopnosti selektivně ničit nádorové buňky při zachování zdravé tkáně.

Práce vznikla za podpory projektu IGA_LF_2025_001.

PEDAGOGICKÁ SEKCE – PŘEDNÁŠKY

MOŽNOSTI PROGRAMU OPENSIGNALS (R)EVOLUTION

Heřman P., Balek B., Tejral G., Pashchenko A., Amler E.

Ústav biofyziky, 2. LF UK v Praze

OpenSignals (r)evolution je software pro komunikaci, vizualizaci a zpracování biosignálů od portugalské firmy PLUX Biosignals. Je dostupný pro platformy Microsoft Windows (32- a 64-bit), MacOS a Linux; bohužel, z důvodu malého zájmu uživatelů byl další vývoj pro Linux pozastaven a podpora je od července 2024 omezena. Kromě toho existuje zjednodušená verze *OpenSignals Mobile* pro Android.

OpenSignals (r)evolution na našem ústavu využíváme jak při přednáškách (demonstracích), tak i v praktikách jako zobrazovací aplikaci pro naše kity *Biosignalsplux Explorer* (4-kanálový analogový), *HYBRID-8* (8-kanálový hybridní) či levnou stavebnici *BITalino (r)evolution* (4+2 analogové, 2 digitální vstupní kanály). *OpenSignals (r)evolution* dokáže pracovat se všemi huby současně prostřednictvím blue-tooth. Kromě toho *HYBRID-8* je vybaven interní pamětí, takže může pracovat i nezávisle jako holter.

OpenSignals (r)evolution je volně a bezplatně šiřitelný open-source, publikovaný na GitHub. Má definované API, takže je možné jej rozšiřovat o různé nadstavby (*Add-Ons*). Některé takové Add-Ons PLUX Biosignals nabízí komerčně, ať už za úplatu anebo jako součást některých kitů. V rámci kitu *HYBRID-8* jsme získali následující:

- Event Emulation
- Event Annotation
- Goniometer (calibration)
- Signal Statistics
- Oximeter
- Muscle Load
- Elektromyagraphy Analysis
- Electrodermal Activity Events
- Heart Rate Variability Analysis
- Load Cell Force Analysis
- Video Sycnchronization

Ukázky některých z uvedených analýz budou prezentovány. Pravidelnou výuku chceme pomocí nich obohatit v nadcházejícím akademickém roce.

BIOFYZIKÁLNÍ METODY V MEDICÍNĚ

Maffei Svobodová L.

Ústav biofyziky a informatiky, 1. LF Univerzity Karlovy

Tento příspěvek vznikl jako vhled do volitelného předmětu Biofyzikální metody v medicíně zaměřeného na moderní lékařské technologie a jejich praktické využití ve zdravotnictví. Jeho cílem je shrnout poznatky získané při odborných exkurzích studentů na vybraná specializovaná pracoviště v Praze. Formou volitelného předmětu představujeme studentům medicíny, kde všude se mohou setkat s biofyzikou v praxi. Pracoviště Nukleární medicíny Nemocnice Na Homolce, kde studenti navštíví oddělení pro přípravu radiofarmak a cyklotron, pro výrobu radiofarmak. Dále je představen Leksellův gama nůž – zařízení pro neinvazivní stereotaktickou neurochirurgii. Následné pracoviště Protonové centrum Bulovka, kde je demonstrována protonová radioterapie využívaná pro vysoce cílenou onkologickou léčbu. V rámci návštěvy IKEMu je studentům přiblížena technologie magnetické rezonance (MRI) a její klíčová role v diagnostice řady onemocnění. Mezi dalšími pracovišti jsou návštěvy ve Všeobecné fakultní nemocnici (VFN) v Praze. Studenti se seznámí s využitím endoskopie a rázové vlny na IV. interní klinice, které jsou důležitými nástroji v gastroenterologii a léčbě vzniklých konkrementů v oblasti gastrointestinálního traktu. Dále je představena Hyperbarická komora, využívaná zejména v akutních stavech vyžadujících zvýšený přísun kyslíku. Exkurze je zakončena návštěvou PET/CT centra, kde je demonstrována kombinace metabolického a morfologického zobrazování, jež hraje zásadní roli především v onkologii.

Do budoucna plánujeme pro studenty domluvit i specializované pracoviště v Ústřední vojenské nemocnici v Praze CyberKnife, jehož podstatou je specializovaná radiační terapie.

JAK DÁL S NAŠÍ FRONTÁLNÍ VÝUKOU

Mornstein V., Bernard V., Vlk D.

Biofyzikální ústav, LF MU v Brně

Příspěvek se zabývá přehledem možností, jak zvýšit kvalitu a atraktivitu zejména přednášek z Lékařské biofyziky. Základním předpokladem úspěšné výuky je bezpochyby kvalitní práce přednášejícího, kterou lze shrnout pod okřídlenou větu: „Kdo chce zapalovat, musí sám hořet". I teoretické kapitoly naší výuky mohou být atraktivní, když je studentům ukázáno, kde se stýkají nejen s ostatními teoretickými obory, ale i s klinickým myšlením i praxí. Tak se může stát, že student prožije určitou katarzi, kdy se mu zjeví souvislosti, okamžik velikého „AHA!". Příspěvek se rovněž zabývá i těžkopádným řešením problémů, které někdy výuku v univerzitním kampusu doprovázejí. Technické vybavení poslucháren zvolna zastarává a patrně mnohé základní školy už mají učebny vybavené lépe než některé seminární místnosti v Kampusu. Samostatnou kapitolou je však schopnost řady učitelů tuto techniku správně a v plném rozsahu používat. Otázkou je také její „udržitelný" servis.

Kriticky jsou zmíněny i pokusy o zvýšení pedagogických kompetencí, které navozují dojem, že jejich hlavním důvodem je splnění nějakých kritérií či standardů v rámci EU či jiných, k nimž se i MU hlásí. Bohužel se pak stává, že pedagog se čtyřicetiletou praxí výuky *teoretických* oborů (přednášek nebo praktických cvičení) je z důvodů víceméně formálních povinně školen poměrně nezkušenými kolegyněmi či kolegy, kteří se prostřednictvím e-learningu snaží vysvětlit, jak správně vést *klinicky orientovaný* seminář. Tato agenda zahlcuje pracovní úvazky mnoha lidí a likviduje stovky hodin pracovní doby, vezmeme-li v úvahu fakultu jako celek.

AKTUALIZACE VÝUKY ZDRAVOTNICKÉ INFORMATIKY SE ZAMĚŘENÍM NA OBRAZOVÁ DATA A UMĚLOU INTELIGENCI

Staffa E.[1], Jůza T.[1,2], Dostál M.[1,2], Pokorná J.[1], Bernard V.[1]

[1] Biofyzikální ústav, LF MU Brno
[2] Klinika radiologie a nukleární medicíny, LF MU a FN Brno

Příspěvek představuje koncepční a obsahové změny ve výuce předmětu Zdravotnická informatika na Lékařské fakultě MU, které reagují na vývoj digitalizace ve zdravotnictví. Nově zařazené výukové bloky propojují teoretické základy s praktickým využitím, zejména v oblasti zpracování obrazové informace a strojového učení. Důraz je kladen na celý proces digitalizace signálu od detekce po výsledný digitální snímek a pochopení klíčových parametrů obrazu (rozlišení, jas, kontrast, šum). Studenti jsou seznámeni s formátem DICOM a jeho významem v klinické praxi. Do výuky byla integrována kapitola věnovaná strojovému učení a jeho využití v medicíně, stejně jako aktualizace témat souvisejících s nemocničními informačními systémy a centrálními registry (např. SÚKL aj.). Praktická cvičení zahrnují úpravu histogramu, segmentaci 3D snímků z CT/MR vyšetření a základy 3D tisku. Využívány jsou také nástroje umělé inteligence pro vyhledávání a validaci informací. Cílem aktualizace předmětu je studentům srozumitelně přiblížit principy obrazových dat a demonstrovat možnosti využití nástrojů umělé inteligence jak ve výuce, tak v rámci implementace digitálního zdravotnictví.

JAK FYZIKÁLNÍ PRINCIPY USNADŇUJÍ POROZUMĚNÍ SLOŽITĚJŠÍM MATEMATICKÝM A STATISTICKÝM KONCEPTŮM

Štěpánek L.

Ústav biofyziky a informatiky, 1. lékařská fakulta, Univerzita Karlova

Mnohé (bio)fyzikální principy díky své intuitivní interpretaci a relativně jednoduchému matematickému aparátu, na němž jsou založeny, umožňují nahlédnout a pochopit pokročilé koncepty matematické analýzy, statistiky, geometrie, teorie optimalizace, a dalších. Někdy můžeme mluvit dokonce o *fyzikálním důkazu* daného matematického problému, kdy je netriviální matematická podstata elegantně, byť neformálně vystižena fyzikálním principem.

V přednášce představíme několik aplikací relativně jednoduchých fyzikálních principů, které pomáhají řešit či vysvětlit pokročilé matematické problémy. Formální důkaz takových problémů by byl pro publikum bez matematické průpravy, například studenty medicíny, obtížně přístupný, nicméně fyzikální pojetí problému je poměrně intuitivní i pro širší audienci. Tedy například pomocí modelu hadice stříkající vodu aproximativně odhadneme – jen s využitím základní kinematiky a aritmetiky – délku parabolického oblouku, což jinak vyžaduje znalost lehce pokročilého kalkulu. Díky neklesající entropii v uzavřeném termodynamickém systému dokážeme známou aritmeticko-geometrickou nerovnost. Minimalizace potenciální energie v systému závaží nám umožní nalézt takový bod v trojúhelníku, který má od jeho vrcholů nejkratší možný součet vzdáleností. Na přednášce budou představeny i další koncepty.

Tyto úvahy nejen rozšiřují repertoár elegantních přístupů k řešení vybraných problémů, ale mohou také zatraktivnit fyziku a její aplikace pro publikum bez primárního matematického vzdělání – například pro studenty medicíny.

Práce vznikla za podpory afiliovaného ústavu a projektu IGS IG410035 F4/51/2025.

SIMULAČNÍ CENTRUM NA LÉKAŘSKÉ FAKULTĚ UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI

Vachutka J.[1,2], Sněhota M.[1,2], Malina L.[1,2]

[1] Ústav lékařské biofyziky, LF UP v Olomouci
[2] CENTESIMO, LF UP v Olomouci

Cílem příspěvku je představit historii, technické vybavení a pedagogickou činnost simulačního centra na Lékařské fakultě Univerzity Palackého v Olomouci a poukázat na jeho vazby na tamější Ústav lékařské biofyziky.

Centrum telemedicíny, simulátorů a praktických dovedností Olomouc (CENTESIMO) bylo slavnostně otevřeno 12. prosince 2013, kdy byl pro výukové účely pořízen první pokročilý celotělový pacientský simulátor SimMan 3G. Postupně docházelo k rozšiřování výukových prostor a nákupu dalšího technického vybavení. V současné době centrum zahrnuje 4 simulační místnosti s pacientskými simulátory a 5 učeben se specializovanými simulátory. Součástí pracoviště je rovněž Centrum základních výkonů ve zdravotnictví a Centrum pro výuku urgentní medicíny.

Simulační centrum se podílí na výuce všech ročníků oboru všeobecné lékařství, přičemž na přípravě většiny kurzů spolupracuje s ostatními ústavy a klinikami fakulty. Samotné centrum zaštiťuje výuku předmětu Akutní stavy v medicíně, který se z původního dvoudenního volitelného kurzu postupně rozvinul v třítýdenní simulační blok pokrývající problematiku všech interních oborů. Tento předmět má rovněž jednodenní intenzivní variantu určenou pro studenty zubního lékařství. Výrazně se centrum podílí na zajištění výuky v oborech anesteziologie a intenzivní medicína a rovněž gynekologie a porodnictví. Velice významná je rovněž spolupráce s Fakultní nemocnicí Olomouc, která má v prostorech centra vybudované školící pracoviště pro svoje zaměstnance.

V současné době probíhá v rámci areálu LF UP v Olomouci výstavba moderní čtyřpodlažní výukové budovy, do jejíchž prostor bude následně simulační centrum přestěhováno. Tím dojde k výraznému rozšíření výukových prostor a vybudování nových simulačních místností včetně ovládacích pracovišť vybavených kompletní audiovizuální technikou. Díky zapojení do projektu VIP UP v rámci operačního programu Jan Amos Komenský bude rovněž doplněno technické vybavení centra o nové simulátory a moderní pomůcky pro praktickou výuku budoucích lékařů.

POMŮCKA PRO VÝUKU PRINCIPŮ RADIOAKTIVITY

Voda P.

Ústav lékařské biofyziky, Lékařská fakulta UK v Hradci Králové

Přestože je poznání principů radioaktivity, vlastností radioaktivního záření i zásad bezpečnosti při práci s ionizujícím zářením velmi důležitou oblastí nejen přípravy studentů medicíny, ale i středoškolské výuky fyziky, chybí na našem trhu didaktická pomůcka vhodná pro výuku tohoto tématu, neboť souprava GamaBeta z 90. let minulého století již dávno není dostupná.

Proto byla vytvořena jednoduchá a bezpečná účelová didaktická souprava určená k individuální nebo skupinové studentské práci v laboratorních cvičeních zaměřených na témata radioaktivity. Zpracované úlohy nabízejí měření aktivity přirozeného pozadí, aktivity zdroje a jeho bezpečnosti, měření poklesu aktivity se vzdáleností od zdroje, měření aktivity se stíněním různé tloušťky a výpočtu polovrstvy pro materiál stínění.

Souprava je tvořena základní jednotkou zhotovenou pomocí 3D tisku a obsahující snadno dostupné elektronické moduly (mikropočítač Arduino, dvouřádkový displej a G-M trubici s modulem zdroje a zpracováním impulsů) a bezpečným školním zdrojem radioaktivity obsahujícím kapsli Americia (určenou původně pro detektory kouře) a olověné stínění. K soupravě patří také sada stínících plechů. Součástí sestavy pro výuku je i elektronický protokol (naprogramovaný s pomocí Excelu, automaticky vyhodnocující správnost výpočtů a předávající výsledky studenta do centrální databáze protokolů) a návody k úlohám v podobě elektronického dokumentu a videa.

Pokud se přístroje používají pro skupinovou práci v počtu více kusů, jsou školní zářiče umístěny samostatně v ocelové uzamykatelné skříňce označené příslušnými symboly radioaktivity a obsahující také provozní deník a z ryze didaktických důvodů zdůrazňujících správné návyky a zásady bezpečné práce s nimi studenti zacházejí jako s radioaktivními zdroji včetně záznamů o době jejich použití.

Pro studentskou práci v malých skupinách při praktických cvičeních jsme vytvořili soubor praktických didaktických pomůcek za přijatelnou cenu, který studentům umožní prakticky ověřit poznatky o ionizujícím záření, které dosud probírali pouze v teoretických lekcích. V případě zájmu je autor schopen dodat hotové soupravy nebo jejich stavebnice.

POSTEROVÁ SEKCE

ANTICANCER ACTIVITY OF NEW PHOTOACTIVABLE RH(III) COMPLEXES

Andršová P.[1], Kašpárková J.[1], Prachařová J.[1], Štarha P.[2], Štěrbinská S.[2], Brabec V.[1]

[1] Department of Biophysics, Faculty of Science, Palacký University, Olomouc
[2] Department of Inorganic Chemistry, Faculty of Science, Palacký University, Olomouc

The clinical success of platinum-based drugs has encouraged the development of novel metal-based complex compounds featuring other transition metals as central atoms. In this work, new half-sandwich Rh(III) complexes: $[Rh(\eta5\text{-}Cpbiph)Cl(L1)]PF_6$ (**1**), $[Rh(\eta5\text{-}Cp^*)Cl(L1)]PF_6$ (**2**) and $[Rh(\eta5\text{-}Cpbiph)(abpt)Cl]PF_6$ (**3**); HCpbiph = (4-(2,3,4,5-tetramethylcyclopenta-2,4-dien-1-yl)biphenyl), L1 = N-[1-(anthracene-9-yl)-methylidene]-3,5-di(pyridin-2-yl)-4H-1,2,4-triazol-4-amine, HCp* = pentamethylcyclopentadiene, abpt = 3,5-di(pyridin-2-yl)-4H-1,2,4-triazol-4-amine), have been synthesized and examined for their anticancer potential.

Laser confocal microscopy of human skin melanoma cells A375 treated with complex **1** revealed irradiation-induced morphological alterations which indicated increased cytotoxicity upon irradiation with blue light. Complexes **1** and **2**, containing anthracene moiety, demonstrated phototoxic effect, with IC_{50} values in the submicromolar range.

Elevated porimine expression and the membrane blebbing of the A375 cells treated with **1** and **2** suggest that both complexes induce the oncosis-like form of cell death when irradiated. Oncosis is mediated by oxidative stress and formation of reactive oxygen species. Mechanistic studies implicate the contribution of singlet oxygen and superoxide anion radical formation in the observed photoactivity of complex **1** and **2**.

The results support the potential of complexes **1** and **2** as promising candidates for further investigation with regard to their potential for photodynamic therapy, offering a targeted and patient-friendly approach to cancer treatment.

This work was supported by the grant of the Palacký University (IGA_PrF_2025_028) and Czech Science Foundation (Grant no. 25-15674S).

CITLIVOST BAKTERIÍ K FOTODYNAMICKÉ TERAPII ANEB DÁVKOVÁNÍ ANTIBAKTERIÁLNÍ FOTODYNAMICKÉ TERAPIE

Bajgar R., Válková L., Kolaříková M., Bartoň Tománková K., Kolářová H.

Ústav lékařské biofyziky, LF UP v Olomouci

Nadměrné užívání antibiotik vede k nárůstu multirezistentních mikroorganismů a k obtížnému léčení bakteriálních infekcí. Jako jedna z alternativních metod se začíná používat fotodynamická terapie. Je založena na generování cytotoxických koncentrací reaktivních forem kyslíku (ROS) vznikajících při interakci fotosenzitivní sloučeniny (fotosensitizeru), světla a molekulárního kyslíku.

V předkládané práci jsme se zaměřili na studium antibakteriální účinnosti 4 různých fotosensitizerů TmPyP, ZnTPPS, ZnPcS a MB u 2 bakteriálních zástupců – grampozitivní bakterie *St. aureus* a gramnegativní bakterie *E. coli*. Byla měřena míra akumulace fotosensitizerů v bakteriích, produkce ROS a inhibice růstu bakterií vystavených různým dávkám světla v určitých časových cyklech.

Výsledky měření ukázaly, že všechny studované fotosensitizery TmPyP, ZnTPPS, ZnPcS a MB mají afinitu k oběma druhům bakterií. Bez přítomnosti světla a za dobrých životních podmínek nevykazují použité fotosensitizery pro bakterie významnou toxicitu až na MB u *St. aureus*, kde došlo při koncentraci 100 μM k úplné inhibici růstu. Další měření však odhalila, že bakteriostatického nebo baktericidního účinku lze u TmPyP nebo ZnTPPS dosáhnout následným vystavením bakteriální suspenze fialovému světlu (414 nm), a to již při jednorázové aplikaci 50 J/cm^2. V případě použití ZnPcS nebo MB společně s červeným světlem (655 nm) dochází k významné inhibici bakteriálního růstu až při použití 3 cyklů světla o jednotlivých dávkách 10 J/cm^2. Pro monitoring produkce ROS byly použity 2 fluorescenční sondy CellROX Green a CellROX Red. Jako citlivější se ukázala být červeně fluorescenční látka, kdy již po prvním ozáření dochází k významnému nárůstu fluorescence.

V naší studii jsme ověřili silný inhibiční efekt na růst bakterií u porfyrinových derivátů aktivovaných fialovým světlem. V případě použití ftalocyaninů nebo MB společně s červeným světlem je antibakteriální efekt slabší a vyžaduje opakované světelné dávky.

Práce vznikla za podpory projektu NU21-09-00357.

HODNOTENIE KVALITY ULTRAZVUKOVÝCH SOND POMOCOU TERMOVÍZNEJ KAMERY

Balážová K., Vachutka J.

Ústav lékařské biofyziky, LF UP v Olomouci

Spoľahlivé hodnotenie technického stavu ultrazvukových sond je kľúčové pre zabezpečenie presnej klinickej diagnostiky. V tejto práci bola vyvinutá a otestovaná nová metóda založená na hodnotení kvality ultrazvukovej sondy pomocou termovíznej kamery, ktorá umožňuje identifikovať jednotlivé nefunkčné piezoelektrické elementy.

Použitím výskumného režimu diagnostického ultrazvukového prístroja bolo možné cielene deaktivovať jednotlivé piezoelektrické elementy. Termogram bol zaznamenaná termovíznou kamerou so štandardnou šošovkou a nechladenými mikrobolometrami. Každé meranie trvalo 12 sekúnd - 2 sekundy slúžili na zaznamenanie šumovej zložky termogramu a 10 sekúnd na zaznamenanie teplotného nárastu piezoelektrických elementov ultrazvukovej sondy.

Metóda bola primárne optimalizovaná na lineárnej sonde a následne testovaná na konvexnej a fázovej sonde. Výsledky naznačujú, že navrhnutý postup je objektívny, časovo efektívny a vhodný na automatizované vyhodnocovanie technického stavu ultrazvukových sond.

Hlavným obmedzením metódy je priestorové rozlíšenie termovíznej kamery. Pri nedostatočnom rozlíšení nie je možné spoľahlivo hodnotiť jednotlivé piezoelektrické elementy. Budúci výskum bude zameraný na adaptáciu metódy pre 3D sondy s maticovým usporiadaním piezoelektrických elementov, ktoré predstavujú najväčšiu výzvu pri hodnotení kvality ultrazvukových diagnostických sond.

CARBOXYLATED GRAPHENE QUANTUM DOTS AS A NANO-DELIVERY SYSTEM FOR INSOLUBLE CURCUMINE IN ANTIMICROBIAL PHOTODYNAMIC THERAPY

Bartoň Tománková K.[1], Dilenko H.[1], Večeřová R.[2], Hanáková A.[1], Válková L.[1], Kolaříková M.[1], Malina L.[1], Hošíková B.[1], Bajgar R.[1], Kolářová H.[1]

[1] Dpt. of Medical Biophysics, [2] Dpt. of Microbiology, Faculty of Medicine and Dentistry, Palacký University, Olomouc, Czech Republic

Curcumin, a natural pigment from *Curcuma longa*, is known for strong antimicrobial effects, but its clinical use is limited by poor solubility and distribution. These limitations can be overcome by binding curcumin to a nanocarrier, enhancing its therapeutic impact. Carboxylated graphene quantum dots (cGQDs), functionalized with carboxyl groups for better solubility and biocompatibility, were selected as carriers. cGQDs were further modified with polyethylene glycol and curcumin (cGQDs-PEG-curc) to create a third-generation photosensitizer.

The antimicrobial photodynamic therapy (aPDT) effect of cGQDs-PEG-curc was tested on both gram-positive and gram-negative bacteria, including resistant strains, using various antimicrobial assays and microscopy. Under light activation, cGQDs-PEG-curc showed high efficacy especially against gram-positive resistant strains (*Staphylococcus aureus* MIC 3,5 μM, MBC 15 μM, *Enterococcus faecalis* MIC 0,94 μM, MBC 3,75 μM) as well as an effect on gram-negative bacterial strains (*Escherichia coli* MIC 30 μM, MBC -) for the resistant strains were the most effective to *vancomycin-resistant Enterococcus faecium* (MIC 3,75 μM and MBC 3,75 μM) and to *rez. P. aeruginosa (*MIC 15 μM and MBC 30 μM) upon irradiation at 5 J/cm^2. If double irradiation (2 × 5 J/cm^2) was used, MIC and MBC decreased for all studied gram-positive bacterial strains to *S. aureus* MIC 1,85 μM, MBC 3,75 μM, *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium* MIC 0,94 μM, MBC 0,94 μM.

Binding curcumin to graphene quantum dots overcame the biological barrier of its water insolubility. The composite concentrated in the bacterial cell wall, and light-induced aPDT caused bacterial death without generating ROS. cGQDs-PEG-curc shows strong potential for aPDT and overcoming bacterial resistance.

This work was supported by the Ministry of Health of the Czech Republic NU21-09-00357.

NOVEL RUTHENIUM BASED COMPLEX SHOWING ANTIMETASTATIC ACTIVITY

Berecka M.[1], Pracharova J.[1], Cyrikova T.[1], Biersack B.[2], Kasparkova J.[1,3], Brabec V.[1,3]

[1] Department of Biophysics, Faculty of Science, UP in Olomouc
[2] Organic Chemistry Laboratory, University Bayreuth, Germany
[3] Czech Academy of Sciences, Institute of Biophysics, Brno

Metastatic properties of cancer are one of the main reasons of high mortality from cancer diseases. Currently used treatments in clinical practice, which are effective in slowing growth of primary tumour, often show no efficacy against distant metastasis. Therefore, novel substances are being developed that could have antimetastatic properties. One group of such substances includes some ruthenium complexes.

Ruthenium based compound dichloride(p-cymene)[2-amino-4-(pyridine-3-yl)-4*H*-benzo[h]-chromene-3-carbonitrile]ruthenium(II) (complex 1) was studied within this work on the cells of metastatic origin. This compound was showed promising effect on growth and viability of these cell lines. Complex (1) was also tested on the MDA-MB-231 cell line using Gelatine zymography and showed hindering effects on production of matrix metalloproteinases, which are essential for various invasive processes and metastases. Cell migration, which is necessary for metastasis, was evaluated using wound healing assay and vimentin network analysis. The results indicate, that complex (1) significantly reduces migration of cancer cells. Spheroid invasion assay using 3D spheres was performed to study the effects in environment better resembling human body as opposed to standard cell monolayer testing. The results showed the ability of complex (1) to dramatically inhibit the infiltration of spheroids into surrounding extracellular matrix.

In summary, the effects of this (arene)ruthenium(II) complex on invasiveness, proliferation, and migration of metastatic cancer cells are significant. These effects prove its potential as a promising candidate for further testing as an antimetastatic agent.

This work was supported by the grant of Palacký University (IGA_PrF-2025-028) and Czech Science Foundation (Grant no. 25-15674S)

VYUŽITÍ 1,9 - DIMETHYL METHYLENE BLUE V PROTINÁDOROVÉ TERAPII

Binder S.[1], Baptista S.M.[2]

[1] Ústav lékařské biofyziky, LF OU v Ostravě
[2] Ústav biochemie, Universita Sao Paulo, Brazílie

Fotodynamická terapie (PDT) je neinvazivní metoda léčby nádorů založená na použití fotosenzitivní látky. Tato látka je administrována do těla pacienta a akumulována převážně v nádorových buňkách. Následně je aktivována pomocí záření s odpovídající vlnovou délkou, která odpovídá jejímu maximálnímu absorpčnímu spektru. Aktivace fotosenzitizéru vede ke tvorbě kyslíkových radikálů, které jsou pro buňku toxické a mohou způsobit její smrt.

1,9-Dimethyl methylene blue (DMMB) je odvozeninou methylenové modři (MB), heterocyklické aromatické sloučeniny, která má široké využití nejen v PDT, ale také v biologii a chemii. Účinek DMMB jako fotosensitizéru byl ověřován in vitro na buněčné linii MCF, s koncentracemi v rozmezí 1 až 100 nM. Použité záření mělo vlnovou délku 633 nm a celkovou dávku 11 J/cm². Buněčná vitalita byla stanovena pomocí metody MTT assay. Dále byly využity fluorescenční sondy LysoTracker a MitoTracker pro zjištění míry aktivity lysozomů a mitochondrií. Aktivita cytochromu c a kaspázy 3 byla měřena průtokovou cytometrií, přičemž byla kvantifikována i míra poškození těchto organel v důsledku PDT.

Test MTT ukázal IC50 hodnotu přibližně 25 nM. Aktivita mitochondrií a lysozomů zůstala beze změny při koncentracích kolem IC50, ale docházelo k ní při koncentracích nad 100 nM. Podobně byly zaznamenány změny v aktivitě kaspázy 3 a cytochromu c, což potvrzuje, že fotodynamická léčba ovlivňuje tyto mitochondriální a lyzosomální funkce. Závěrem lze tedy říci, že DMMB je vysoce účinná látka s nanomolární hodnotou IC50, což ho činí vhodným pro použití v PDT.

ILLUMINATING THE DARK: PEGYLOVANÉ KARBOXYLOVANÉ GRAFENOVÉ KVANTOVÉ TEČKY A KURKUMIN V NUKLEOLÁRNÍ AKTIVITĚ A POŠKOZENÍ DNA VYVOLANÉ PDT U RAKOVINY

Dilenko H.[1], Bartoň Tománková K.[1], Hinde E.[2], Válková L.[1], Kolaříková M.[1], Kolářová H.[1]

[1] Ústav lékařské biofyziky, LF UP v Olomouci
[2] School of Physics, David Caro Building, University of Melbourne, 18 Spencer Road, Parkville VIC 3010, Austrálie

Mnoho fotosenzitivních látek vhodných pro fotodynamickou terapii (PDT) má omezené uplatnění kvůli jejich nedostatečné rozpustnosti v polárních rozpouštědlech. Naše studie překonává tuto výzvu pomocí nanotechnologie s cílem převést hydrofobní sloučeniny do stabilních vodných roztoků, které jim umožní využít jejich plný potenciál a jedinečné vlastnosti v protinádorové terapii.

Ve studii byl vyvinut nový nanokompozit cGQDs-PEG-kurkumin, který slouží k překonání nízké rozpustnosti kurkuminu ve vodě, přičemž byla zároveň hodnocena jeho výjimečná účinnost v rámci fotodynamické terapie (PDT). Komplexní charakterizace byla provedena pomocí transmisní elektronové mikroskopie s vysokým rozlišením (HR-TEM), FTIR a UV-Vis spektroskopie. Další analýza zahrnovala fluorescenční lifetime zobrazování (FLIM) a buněčná lokalizace nanokompozitu byla mapována konfokální mikroskopií.

Pro ověření účinnosti PDT byly buňky ošetřeny cGQDs-PEG-kurkuminem a následně ozářeny světlem o vlnové délce 414 nm (5 J/cm²). Dále byly provedeny analýzy pomocí skenovací elektronové mikroskopie (SEM), detekce reaktivních forem kyslíku (ROS), kometového testu a detekce dvouřetězcových zlomů DNA (DSB) pomocí γH2AX. Výsledky ukázaly, že nanokompozit dokáže po ozáření vyvolat významné poškození DNA, a to i bez produkce ROS.

Naše zjištění podtrhují vysoký potenciál cGQDs-PEG-kurkuminu jako inovativního PDT činidla, které nejen narušuje buněčnou membránu, ale také ovlivňuje nukleolární integritu a ribozomální syntézu, což jsou klíčové procesy pro proliferaci nádorových buněk.

Práce vznikla za podpory Ministerstvem zdravotnictví ČR, grant č. NU21-09-00357.

KOMPLEXNÍ STUDIE DEGRADAČNÍHO PROCESU MEDICINÁLNÍHO POLYDIOXANONU PŘI NÍZKÉM PH

Dodzi Lelkes K.[1], Jezbera D.[1,2], Svoboda R.[3], Podzimek Š.[4], Loskot J.[2], Nalezinková M.[5], Voda P.[1], Duda P.[6], Myslivcová Fučíková A.[5], Hosszú T.[7], Alferi D.[1], Bezrouk A.[1]

[1] Ústav lékařské biofyziky, LFUK v Hradci Králové
[2] Katedra fyziky, Fakulta přírodních věd, UHK
[3] Ústav fyzikální chemie, Fakulta chemicko-technologická, UPCE
[4] Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek, Fakulta chemicko-technologická, UPCE
[5] Katedra biologie, Fakulta přírodních věd, UHK
[6] Institute of Biomedical Engineering, University of Silesia in Katowice, Poland
[7] Neurochirurgická klinika, FNHK

Polydioxanon (PPDX) je biokompatibilní a vstřebatelný polymer, který si získal výraznou pozornost díky svému využití v medicíně – například v chirurgických nitích a tkáňových nosičích. Tato studie se detailně zabývá degradačními mechanismy PPDX v prostředí s nízkým pH, simulujícím fyziologické podmínky, jako jsou jícen a žaludek.

Hlavní pozornost je věnována závislosti rychlosti degradace PPDX na hodnotách pH prostředí (7,4 a nižší), což je klíčové pro úspěšné použití polymeru v gastrointestinální terapii. Vzorky chirurgických vláken z PPDX byly podrobeny degradaci po dobu až 6 týdnů a analyzovány pomocí gelové permeační chromatografie, diferenční skenovací kalorimetrie, Ramanovy spektroskopie, rastrovací elektronové mikroskopie, rentgenové mikrotomografie a měření mechanických vlastností.

Výsledky ukazují, že degradace PPDX je výrazně urychlena při pH nižším než 1,67. Korelace mezi molekulovou hmotností, krystalinitou, teplotou skelného přechodu, Youngovým modulem, smykovým modulem, pevností v tahu a oblastí ramen píku 1733 cm^{-1} v Ramanově spektru (RPSA1733) naznačují, že samotný mechanismus degradace se se zvyšující kyselostí nemění. Parametry jako pevnost v tahu, smykový modul a RPSA1733 se ukázaly jako nejvhodnější pro hodnocení makroskopické integrity PPDX vláken.

Ramanova spektroskopie má v tomto ohledu zvláštní význam díky své rychlosti a minimálním nárokům na přípravu vzorku.

TECHNICKÉ ASPEKTY MULTI-B ZOBRAZENÍ KRČNÍ MÍCHY POMOCÍ MAGNETICKÉ REZONANCE

Dostál M.[1,2], Jůza T.[1,2], Keřkovský M.[2], Bednařík J.[3]

[1] Biofyzikální ústav, LF MUNI, Brno
[2] Klinika radiologie a nukleární medicíny, FN Brno a LF MUNI, Brno
[3] Neurologická klinika, FN Brno a LF MUNI, Brno

Zobrazení krční míchy pomocí magnetické rezonance (MR) je obecně spjato s řadou nejenom technických komplikací. V zobrazované oblasti je velký rozdíl magnetických susceptibilit kvůli přítomnosti vzduchu, kostí a měkké tkáni, oblast je zatížena zvýšenou mírou pohybových artefaktů ať už dechových, tak z toku mozkomíšního moku, či pulzace samotné míchy a v neposlední řadě jsou rozměry míchy relativně malé, což zvyšuje nároky na prostorové rozlišení a dostatečný poměr signálu a šumu. Tyto aspekty hrají roli při rutinních zobrazování, tak i u pokročilých metod.

Cílem této práce je seznámit posluchače s projevy různých překážek a komplikací při difusně váženém zobrazování (DWI) krční míchy s větším počtem difusního vážení (multi-b) a následnou analýzou obrazových dat, pro potřeby kvantifikace difuse a perfuse šedé a bílé hmoty metodou intravoxel incoherent motion (IVIM). Tato metoda dokáže v rámci jednoho měření kvantifikovat difusní a nepřímo i perfusní charakteristiky tkáně bez nutnosti aplikace kontrastní látky, což by mohlo být užitečné při studii různých patologií, ovšem jak bude ukázáno a v úvodu bylo naznačeno v praxi se nejedná o jednoduchý úkol.

Práce vznikla za podpory projektu MZ ČR NU22-04-00024.

PRAKTICKÉ VYUŽITÍ MIKROSKOPIE ATOMÁRNÍCH SIL

Malina L., Kolaříková M., Dilenko H., Válková L., Kolářová H.

Ústav lékařské biofyziky, LF UP v Olomouci

Mikroskopie atomárních sil (AFM) má značné využití ve vědecké oblasti díky možnosti analyzovat široké spektrum vzorků z různých úhlů. Mezi základní informace, které jsme pomocí AFM schopni získat, řadíme topografii povrchu a mechanické vlastnosti. Při použití speciálních hrotů lze pak také studovat elektrické nebo chemické vlastnosti vzorku. Analýza může být prováděna jak ve vzduchu, tak i v kapalině, což je výhodné zejména při snímání živých buněk. Dále lze pomocí AFM studovat také bakterie, nanočástice, zubní sklovinu, vlasy, proteinové fibrily, lipozómy nebo krystalické látky.

Tau proteiny hrají důležitou roli při vzniku Alzheimerovy choroby. Jejich agregací vzniká neurofibrilární klubko, které je patologickým znakem tohoto onemocnění. Cílem výzkumu bylo pochopení vzniku agregací a najít potenciální látky, které by vykazovaly schopnost jejich tvorbu inhibovat. Pomocí AFM bylo zjištěno, že některé léky, jako paclitaxel, cisplatina a quercetin, významně snižují počet nebo vedou k úplné absenci agregátů.

Další vědecká studie se zabývala vlivem fotodynamické terapie (PDT) na nádorové buněčné linie HeLa a G361 po aplikaci fotosensitizérů TMPyP a $ZnTPPS_4$. AFM bylo použito k zobrazení buněk před terapií a po aplikaci fotosensitizérů s ozářením. Výsledky prokázaly ztrátu typického tvaru a rozsah poškození vlivem PDT. U obou typů nádorových buněk došlo k narušení membrány a jejich zničení. S rostoucí dávkou záření lze také pozorovat větší míru tohoto poškození.

Poslední výzkum se soustředil na antibakteriální účinnost PDT pomocí sulfonovaných polystyrenových nanočástic navázaných na 5,10,15,20-tetrafenylporfyrin (TPP). Pomocí AFM byly skenovány bakteriální kmeny Enterococcus faecalis (ENCF), Klebsiella pneumoniae (ESBL) a Pseudomonas aeruginosa (PSEA) před a po terapii. Morfologická analýza skenů po terapii prokázala redukci velikosti bakterií, poškození jejich membrány, únik vnitřního obsahu nebo vznik amorfní struktury, kdy nebylo možné již rozlišit jednotlivé bakterie.

Práce vznikla za podpory projektu Czech-BioImaging large RI project (LM2015062; LM 2023050 funded by MEYS CR).

NÁVRH BIOLOGICKÉ PROTÉZKY PRO LÉČBU PERFORACÍ BUBÍNKU POMOCÍ 3D TKÁŇOVÉHO TISKU

Pochroń Ł.[1,2], Vachutka J.[1]

[1] Ústav lékařské biofyziky, LF UP v Olomouci
[2] Klinika otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku, FNOL

Bubínková membrána se skládá ze dvou částí – *pars tensa* a *pars flaccida* – a je tvořena třemi vrstvami: vnější epitelovou (*stratum cutaneum)*, střední vazivovou (*lamina propria*) a vnitřní endotelovou *(stratum mucosum)*. Jedná se o unikátní strukturu vznikající ze všech tří zárodečných listů. Vnější epitelová vrstva pochází z ektodermu a tvoří ji souvisle uspořádané keratinocyty. Střední vazivová vrstva obsahuje kolagenní vlákna uspořádaná cirkulárně a radiálně – v *pars tensa* jsou vlákna ve striktní organizaci, v *pars flaccida* jsou uspořádaná volněji. Vnitřní endotelová vrstva je tvořena sliznicí podobnou epitelu středouší.

Perforace bubínku, vznikající nejčastěji v důsledku zánětu nebo mechanického traumatu, se hojí ve většině případů (94 %) spontánně. U zbývajících je nezbytný terapeutický zásah. Perforace může vést k převodní nedoslýchavosti, otorei, recidivujícím otitidám či vestibulárním potížím.

Proces hojení zahrnuje tři fáze: zánětlivou (1–2 dny), proliferativní (2–5 dní) a fázi remodelace (7–14 dní). Reparace zahrnuje iniciální migraci keratinocytů, které překlenou perforaci a vytvoří dočasnou buněčnou architekturu, jež usměrňuje migraci fibroblastů a přispívá k uzávěru defektu bubínkové membrány. V klinické praxi se k podpoře hojení využívají provizorní materiály jako jsou celofán, cigaretový papírek, želatinová houba (Surgispon) či náplasti (Steri-Strip).

Cílem naší práce je využití *3D tkáňové tiskárny CELLINK BIO X* k vytvoření biologické protézky, která bude strukturálně i funkčně napodobovat bubínkovou membránu. Navržený model má kruhový tvar o průměru 4 mm a bude složen z kolagenového bioinkoustu a buněk získaných diferenciací kmenových buněk. Zvláštní důraz klademe na správnou rekonstrukci vnitřní endotelové vrstvy, jejíž chybná struktura, zejména s přítomností keratinocytů, by mohla vést ke vzniku cholesteatomu. *In vitro* budeme sledovat migraci fibroblastů na standardních materiálech ve srovnání s naším navrženým modelem. Předpokládáme, že námi vyvinutá protézka bude vykazovat lepší bioaktivitu a podpoří efektivnější hojení perforací bubínku.

Práce vznikla za podpory projektu IGA_LF_2025_001.

DOLADĚNÍ MODELU STABLE DIFFUSION PRO INPAINTING ULTRAZVUKOVÝCH OBRAZŮ: VYUŽITÍ SYNTETICKÝCH DAT PRO SEGMENTACI UZLŮ ŠTÍTNÉ ŽLÁZY S VĚTŠÍ MÍROU GENERALIZACE

Procházka A., Zeman J.

Ústav biofyziky a informatiky, 1. LF UK

Hluboké učení (deep learning) patří mezi přístupy založené na datech (data-driven), což znamená, že modely jsou velmi citlivé na kvalitu, množství i rozmanitost vstupních dat. Pro správné fungování a schopnost zobecňování na nová data potřebují kvalitní, rozsáhlé a reprezentativní trénovací datasety. V medicíně však často chybí kvalitní anotovaná data s dostatečným rozsahem, protože anotace je časově náročná a vyžaduje odborné znalosti. Modely hlubokého učení, trénované na datech z jednoho zdroje, často vykazují skvělé výsledky na těchto datech, ale selhávají při aplikaci na data z jiných zařízení, pracovišť či od jiných vyšetřujících. To ukazuje na omezenou schopnost zobecňování (generalizace) napříč různorodými datasety.

Jedním z řešení je rozšíření trénovacích dat syntetickými daty, které zlepšují generalizační schopnost modelu. Nadějným nástrojem je model Stable Diffusion – state-of-the-art open-source text-to-image generátor obrazů schopný také doplňování chybějících částí obrazu (inpainting). V této práci jsme využili tři veřejně dostupné datasety (TN3K, DDTI, Stanford CC), které se mezi sebou výrazně liší. Denoizační část pipeline modelu Stable Diffusion jsme doladili pomocí dat z TN3K tak, aby model generoval syntetické uzly a pomocí inpaintingu je doplňoval do ultrazvukových obrazů. Tyto syntetické obrázky jsme pak společně s původními snímky použili k trénování segmentačních modelů (např. UNet, ResUnet, DeepLabv3+). Tyto modely jsme evaluovali nejen na testovacím setu TN3K, ale i na zbylých dvou datasetech. Zatímco výsledky průměrného Dice skóre a IoU skóre na TN3K se mírně zlepšily, na DDTI a Stanford CC došlo k výraznému zlepšení těchto metrik, což potvrzuje zvýšení schopnosti modelu generalizovat na dosud neviděná data. V tomto příspěvku ukazujeme, že pomocí syntetických dat generovaných doladěným modelem Stable Diffusion lze efektivně zvýšit přesnost segmentace uzlů štítné žlázy na různorodých datech.

POŠKOZENÍ KOŽNÍCH BUNĚK VYVOLANÉ KOMBINOVANÝM PŮSOBENÍM UVA ZÁŘENÍ A POLUTANTŮ

Rajnochová Svobodová A.[1], Maršálková N.[1], Dostál Z.[1], Zálešák B.[2], Vostálová J.[1]

[1] Ústav lékařské chemie a biochemie, LF UP v Olomouci
[2] Oddělení plastické a estetické chirurgie, FN v Olomouci

Kůže se neustále vyrovnává s účinky slunečního záření a chemických látek. Účinek těchto vlivů na kožní buňky byl studován především individuálně. Nové poznatky ukazují, že sluneční světlo ovlivňuje účinky polutantů na lidský organismus. Mezi tyto látky patří i polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH), které jsou rozšířeny v životním prostředí. PAH pochází z řady antropogenních zdrojů, jako je nedokonalé spalování fosilních paliv, těžba uhlí, zpracování ropy, spalování tabáku, ale vznikají i při vaření. PAH jsou lipofilní sloučeniny tvořené kondenzovanými benzenovými jádry. Vzhledem k velikosti a lipofilitě molekul dochází po jejich vdechnutí k přestupu z plicních alveolů do krevních kapilár. Oběhem se pak mohou dostat do kůže, či tukové tkáně, kde byly nalezeny v nanomolárním rozmezí. Mezi nejrozšířenější PAH patří prokázaný karcinogen benzo[a]pyren (BaP).

Cílem experimentů bylo vybrat vhodné parametry a koncentrace BaP a méně toxického pyrenu (Py) pro zavedení modelu pro budoucí studium fotoprotektivní účinků přirodních či syntetických látek nebo rostlinných extraktů. Ke studiu byly použity primární kultury lidských kožních fibroblastů. Nejprve byla stanovena toxicita a fototoxicita (vliv látek v kombinaci s netoxickou dávkou UVA zářením na viabilitu buněk). Následně byl pro vybrané koncentrace polutantů v kombinaci s UVA zářením studován jejich vliv na intracelulární hladinu glutathionu, produkci reaktivních sloučenin kyslíku, aktivitu kaspasy-3 a hladinu vybraných cytoprotektivních proteinů (katalasa, hemoxygenasa-1).

Z výsledků experimentů je zřejmé, že látky samotné nejsou pro buňky toxické až do vysoké koncentrace (100 μM), ale v kombinaci s UVA fotony se u nich projevuje velmi výrazný fototoxický efekt (BaP IC_{50} ~ 0,06 μM, Py IC_{50} ~ 0,4 μM při netoxické dávce UVA záření 2,5 J/cm^2). UVA záření se tedy výrazně podílí na toxickém účinku polutantů a z dlouhodobého hlediska je zřejmé jejich vysoké bezpečnostní riziko pro lidské zdraví.

Práce vznikla za podpory projektu IGA_LF_2025_008 a institucionální podpory RVO 61989592 a RVO 98892.

KYBERNETICKÁ BEZPEČNOST A IT ZNALOSTI STUDENTŮ MEDICÍNY: VÝVOJ TRENDŮ A SROVNÁNÍ TESTŮ

Sochorová H.

Ústav laboratorní medicíny, LF OU

Kybernetická bezpečnost je klíčovým tématem nejen v běžném životě, ale i v medicíně, kde práce s citlivými daty vyžaduje odpovědný přístup. Cílem našeho šetření bylo zjistit, jaké znalosti mají studenti 1. ročníku medicíny v oblasti kybernetické bezpečnosti. K tomu jsme použili dva testy: externí Kybertest zaměřený na odhalení online útoků a náš vlastní test, který pokrývá širší problematiku otázek kybernetické bezpečnosti. Kromě toho jsme studentům položili otázky týkající se jejich subjektivního vnímání svých znalostí v oblasti používání IT ve vlastním vzdělávání včetně několika znalostních otázek.

Korelační analýza mezi výsledky obou testů odhalila středně silnou pozitivní korelaci ($r = 0,3$), což naznačuje, že studenti s lepšími znalostmi v oblasti bezpečného bankovnictví mají tendenci dosahovat lepších výsledků i v obecné kybernetické bezpečnosti – avšak souvislost není jednoznačná.

Dále jsme se zaměřili na znalosti studentů v oblasti IT obecně. Výsledky naznačují negativní trend ve znalostech základních pojmů IT, který se odráží i v praxi. Například správná nebo částečně správná identifikace pojmu „operační systém“ klesla z 90,1 % v roce 2021 na 72 % v roce 2025. Naopak úroveň znalostí kancelářských aplikací zůstala téměř stejná (85,6 % vs. 86,2 %). Výrazné zlepšení jsme však zaznamenali u výsledků Kybertestu, kde se úspěšnost zvýšila ze 59 % na 79 %.

Tento vývoj naznačuje, že studenti jsou stále lépe připraveni v oblasti kybernetických hrozeb, ale jejich obecné IT znalosti se zhoršují. Výsledky tak poukazují na potřebu vyváženého přístupu ve vzdělávání, který by kombinoval jak ochranu před kybernetickými hrozbami, tak znalost základních IT konceptů.

STRUKTURÁLNÍ ZMĚNY V MOLEKULE DNA PO INTERAKCI S INSEKTICIDEM FIPRONILEM

Staničová J.[1,2], Verebová V.[2], Bedlovičová Z.[2]

[1] Ústav biofyziky a informatiky, 1. LF UK v Praze
[2] Katedra chemie, biochemie a biofyziky, UVLF v Košicích

Insekticidy představují riziko pro životní prostředí, protože se hromadí ve vodě, půdě, vzduchu a organismech a ohrožují zdraví člověka i zvířat. Je proto nezbytné zkoumat účinky různých insekticidů na strukturách jednotlivých biologických makromolekulách, jako je například DNA.

Studovali jsme fipronil, který patří do skupiny fenylpyrazolových insekticidů. Interakce fipronilu s DNA z telecího thymu byla zkoumána pomocí spektroskopických metod (absorpční, fluorescenční spektroskopie, kruhový dichroismus) doplněných infračervenou spektroskopií a měřením viskozity. Fluorescenční emisní spektroskopie potvrdila tvorbu komplexu fipronil/DNA s kombinovaným statickým a dynamickým typem zhášení. Vazební konstanta mezi molekulou DNA a molekulou fipronilu určená pomocí fluorescenční spektroskopie byla $4{,}15 \times 10^3$ L/mol, co vylučuje interkalační mód interakce. Podobně i měření viskozity nepotvrdilo možnost interkalace fipronilu do struktury DNA. Z měření kruhového dichroismu vyplynulo, že fipronil nezpůsobuje významné konformační změny ve struktuře DNA. Výsledky získané pomocí infračervené spektroskopie nám umožňují předpokládat, že fipronil je začleněn do rýhy makromolekuly DNA prostřednictvím vodíkových interakcí. Dále nám tyhle metody umožnili specifikovat přesné místo inkorporace fipronilu do DNA, kterým je nejpravděpodobněji vedlejší rýha v DNA. Také místo interakce z pohledu molekuly fipronilu jakožto ligandu bylo určeno pomocí uvedených metod.

Závěrem můžeme konstatovat, že fenylpyrazolový insekticid fipronil se váže do vedlejší rýhy DNA a vazba je zprostředkována vodíkovými vazbami mezi jeho CF_3 skupinou a dusíkatými bázemi DNA.

Práce vznikla za podpory projektu Operational Programme Integrated Infrastructure, the projects 645 ITMS: 313011AUW7 (NANOVIR) and ITMS: 313011AVG3 (BIOVID), co-funded by ERDF.

ZMĚNY ZPĚVNÍHO HLASU VLIVEM TESTOSTERONU BĚHEM FEMALE-TO-MALE TRANZICE: KAZUISTIKA, PRŮBĚŽNÉ VÝSLEDKY

Štanclová Z., Švec J.G.

Laboratoř výzkumu hlasu, Katedra experimentální fyziky, PřF UP v Olomouci

Hlas je jednou ze součástí genderové identity jedince. V případě female-to-male tranzice (z ženy na muže) dochází ke změnám hlasu automaticky vlivem aplikace testosteronu (tzv. druhá puberta). Během tranzice může docházet ke komplikacím a omezení hlasového rozsahu, a to především v důsledku nerovnoměrného nárůstu svalové hmoty a okolních chrupavek. Dochází k tzv. uvěznění hlasu, což je problém pro transgender zpěváky. Problémy lze minimalizovat počáteční nižší dávkou testosteronu, která je postupně navyšována.

Cílem studie je podrobné sledování postupných změn zpěvního hlasu transgender osoby během testosteronové léčby pomocí nižších dávek testosteronu (nejprve 20,25 mg/den, po 3 měsících 30,33 mg/den). Akustický záznam hlasu a elektroglottografického signálu prováděl po podrobné instruktáži subjekt sám, v prvním měsíci každý den, později přibližně dvakrát týdně. Zároveň probíhalo nahrávání hlasového pole v programu FonaDyn. Každý měsíc také byl proveden záznam kmitání hlasivek vysokorychlostní videolaryngoskopií.

Po osmi měsících léčby se základní frekvence mluvního hlasu zatím posunula z vyšší (sopránové) do nižší (altové) polohy ženského hlasu. Změny jsou pozorovatelné také na tvaru hlasového pole: již během prvních měsíců léčby došlo ke zvětšení původně značně omezeného dynamického rozsahu ve střední části frekvenčního rozsahu. Naopak celkový dynamický rozsah se mírně zmenšil. Zároveň došlo k posunu hranice mezi hrudním rejstříkem a falzetem.

Nejvýraznější skokové změny připomínajících mutaci jsou běžně očekávány v období mezi 6 měsíci a 2 roky od zahájení léčby. Z dosud nasbíraných dat je patrné, že změny dosud pokračují a výrazná mutační změna ještě neproběhla. Plánujeme pokračovat v systematickém sběru akustických a elektroglotografických dat pro podrobnou dokumentaci transgender změn hlasu.

Práce vznikla za podpory projektu IGA_PrF_2024_030 a IGA_PrF_2025_007 od Univerzity Palackého v Olomouci.

AFM V ONKOLOGICKEJ DIAGNOSTIKE: SONDA DO MECHANICKÉHO MIKROSVETA BUNIEK

Trnka M., Gurecká R., Pánik J., Kosnáč D., Čunderlíková B.

Ústav lekárskej fyziky a biofyziky LF UK Bratislava

Mechanické vlastnosti buniek predstavujú dôležitý indikátor ich fyziologického a patologického stavu. V posledných rokoch sa čoraz viac pozornosti venuje využitiu mechanobiológie v onkológii, kde zmeny v tuhosti, plasticite a adhézii buniek často predchádzajú morfologickým zmenám pozorovateľným klasickými diagnostickými metódami. Atomárna silová mikroskopia (AFM) sa v tomto kontexte ukazuje ako mimoriadne užitočný nástroj. Umožňuje nedeštruktívne meranie topografie povrchu a kvantifikáciu biomechanických vlastností buniek s vysokým priestorovým a silovým rozlíšením, a to v prostredí blízkom fyziologickým podmienkam.

Tento príspevok sa zameriava na využitie bioAFM na Ústave lekárskej fyziky a biofyziky v Bratislave, pri analýze rôznych biologických systémov, predovšetkým buniek s nádorovým pôvodom. Opisuje všeobecné princípy fungovania tejto technológie a možnosti využitia rôznych režimov merania, ktoré umožňujú hodnotenie vybraných fyzikálnych parametrov buniek. BioAFM poskytuje možnosť získať informácie o mechanickom správaní buniek, ktoré môžu dopĺňať tradičné molekulárne a morfologické analýzy, čím rozširuje diagnostickú perspektívu.

Významné sú aj možnosti aplikácie tejto technológie v základnom výskume, kde bioAFM môže napomôcť lepšiemu pochopeniu správania buniek počas nádorovej transformácie, invázie alebo odpovede na liečbu. Získané poznatky môžu prispieť k identifikácii nových diagnostických alebo terapeutických cieľov, a to najmä v oblasti personalizovanej medicíny, kde rozhodovanie o liečbe vyžaduje detailné poznanie vlastností jednotlivých typov buniek.

Práca vznikla za podpory projektu Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Výskum a vývoj v lekárskych vedách - cesta k personalizovanej liečbe závažných neurologických, kardiovaskulárnych a nádorových ochorení (kód ITMS: 313011T431), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

JEDNOSTRANNÁ PORUCHA INERVACE HRTANU: SROVNÁNÍ KMITŮ ZDRAVÉ A PARALYZOVANÉ HLASIVKY

Valášková D.[1], Kotby M.N.[2], Refaat A.[2], Geneid A.[3], Švec J.G.[1]

[1] Laboratoř výzkumu hlasu, Katedra experimentální fyziky, PřF UP v Olomouci
[2] Otolaryngology and Phoniatrics, Faculty of Medicine, Ain Shams University, Cairo, Egypt
[3] Department of Otorhinolaryngology and Phoniatrics-Head and Neck Surgery, Helsinki University Hospital and University Helsinki

Porucha inervace hrtanu je důsledkem poškození X. hlavového nervu, který inervuje svaly hrtanu podílející se na tvorbě hlasu a řeči. V praxi se setkáváme s jednostrannou poruchou inervace častěji než s poruchou oboustrannou. K poškození dochází při chirurgickém zákroku (iatrogenní příčina), při infekci, neurologickém poškození či nádorovém onemocnění. Mezi časté laryngoskopické nálezy patří omezená hrubá pohyblivost paralyzované hlasivky, asymetrie, nepravidelné kmitání a nedostatečný závěr hlasivek.

Cílem této studie bylo zjistit podrobněji, zda a jak paralyzovaná hlasivka kmitá a jaké má napětí oproti hlasivce zdravé. Dvacet pacientů s poruchou inervace rekurentního nervu bylo vyšetřeno pomocí vysokorychlostní videolaryngoskopie. Ze získaných videozáznamů byly extrahovány a kvantifikovány kmity obou hlasivek.

Výsledky ukazují, že paralyzovaná hlasivka si zachovává schopnost kmitat. Pravo-levé rozdíly naznačují, že poměr napětí mezi paralyzovanou a zdravou hlasivkou se mění s frekvencí a paralyzovaná hlasivka může mít jak větší, tak menší napětí než hlasivka zdravá.

Pravo-levé rozdíly v napětí a kmitání hlasivek mohou vést k desynchronizaci a vzniku diplofonie. Vysokorychlostní záznamy dokáží tyto stavy odhalit lépe než standardní laryngoskopická a stroboskopická vyšetření, což umožňuje podrobnější diagnostiku příčin poruch hlasu.

Více informací viz: Valášková, D., Kotby, M. N., Refaat, A., Geneid, A., & Švec, J. G. (2025). Unilateral vocal fold paralysis: Does the paralyzed vocal fold oscillate slower or faster than the healthy one? Journal of Voice (2025, In Press).

Práce vznikla za podpory projektu IGA_PrF_2024_030 a IGA_PrF_2025_007 od Univerzity Palackého v Olomouci.

UPCONVERSION NANOPARTICLES CONJUGATED WITH TEMOPORFIN FOR NIR-ACTIVATED PHOTODYNAMIC THERAPY IN PANCREATIC CANCER MODELS

Větvička D.[1], Shapoval O.[2], Patsula V.[2], Engstová H.[3], Kočková O.[2], Konefał M.[2], Kabešová M.[1], Horák D.[2]

[1] Institute of Biophysics and Informatics, First Faculty of Medicine, Charles University, Salmovská 1, 120 00 Prague, Czech Republic
[2] Institute of Macromolecular Chemistry, Czech Academy of Sciences, Heyrovského nám. 2, 160 00 Prague, Czech Republic
[3] Institute of Physiology, Czech Academy of Sciences, 142 20 Prague, Czech Republic

Upconversion nanoparticles (UCNPs) hold significant promise for diverse applications, including solar energy harvesting, biosensing, light-triggered drug delivery, and photodynamic therapy (PDT). In this study, we developed monodisperse $NaYF_4$-based UCNPs co-doped with Yb^{3+}, Er^{3+}, and Fe^{2+} ions to enable red-region upconversion emission, facilitating direct excitation of the photosensitizer temoporfin (THPC). The UCNPs were coated with poly(methyl vinyl ether-alt-maleic acid) (PMVEMA) to ensure colloidal stability in aqueous media and enable covalent conjugation of THPC. The resulting UCNP@PMVEMA-THPC nanoconjugates demonstrated efficient energy transfer and singlet oxygen generation upon 980 nm near-infrared (NIR) irradiation. In vitro studies showed enhanced uptake of the nanoconjugates in human pancreatic adenocarcinoma cell lines (Capan-2, PANC-01, PA-TU-8902) and significant cytotoxicity following NIR activation. In vivo, intratumoral administration of the nanoconjugates into a mouse model of pancreatic cancer led to extensive tumor necrosis and growth suppression post-PDT. These findings highlight the potential of UCNP@PMVEMA-THPC as a promising platform for NIR-activated photodynamic cancer therapy.

VYUŽITIE METÓDY PIXE V SÚDNOM LEKÁRSTVE

Vujisicová N.

Ústav lekárskej biofyziky, LF UK

Metóda PIXE (Particle-induced X-ray emission) je v súdnom lekárstve a kriminalistických vyšetrovaniach cenným nástrojom na detekciu prvkového zloženia biologických aj nebiologických vzoriek. Jej hlavná výhoda spočíva v kombinácii presnej detekcie prvkového zloženia vzoriek s vysokou citlivosťou, nedeštruktívneho charakteru a schopnosti simultánnej identifikácie širokej škály prvkov bez potreby zložitej prípravy vzoriek.

Význam metódy PIXE spočíva predovšetkým v jej interdisciplinárnom presahu, ktorý spája analytickú chémiu, jadrovú fyziku, medicínu a právo, čím vytvára synergiu medzi vedeckou analýzou a právnou praxou. V rámci forenznej analýzy zohráva dôležitú úlohu pri identifikácii pôvodu materiálov, na presné analyzovanie a detekciu stopových a toxických prvkov v biologických tkanivách, na identifikáciu strelných rezíduí, diferenciácii kostných fragmentov a hodnotení toxikologických nálezov, či pri skúmaní zvyškov strelného prachu.

Integrácia tejto metódy do forenznej praxe tak predstavuje významný krok k presnejšiemu a spoľahlivejšiemu vyhodnocovaniu dôkazov v kriminalistike.

Tento prehľad nielenže poukazuje na široké spektrum využitia metódy PIXE v súdnom lekárstve, ale zároveň zdôrazňuje jej prínos k objektivizácii dôkazového materiálu v prípadoch násilnej smrti, intoxikácií a poranení s narušením telesnej integrity, čím prekračuje limity tradičných mikroskopických a chemických analytických metód.

EVALUACE EFEKTIVITY ARCHITEKTUR HLUBOKÝCH NEURONOVÝCH SÍTÍ PŘI AUTOMATICKÉ IDENTIFIKACI PERISTALTICKÝCH ZVUKŮ

Zeman J., Nevyhoštěná S., Procházka A.

Ústav lékařské biofyziky a informatiky, 1. LF UK

Tato práce představuje systematické porovnání architektur hlubokých neuronových sítí pro automatickou detekci peristaltických zvuků v akustických záznamech, což je důležitý krok při vývoji neinvazivních diagnostických nástrojů pro monitorování gastrointestinální motility.

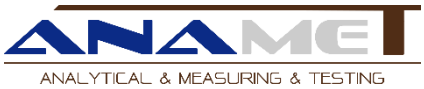
V práci jsme využili dva veřejně dostupné datasety s audiozáznamy zvuků peristaltiky s ručně anotovanými peristaltickými událostmi. Zvuková data jsme předzpracovali převodem na mel-spektrogramy (základní formát pro porovnání modelů), a dále jsme také využili surových audio signálů a MFCC koeficientů pro ty architektury, kde tyto reprezentace přinesly lepší výkonnost.

Implementovali jsme a porovnali 15 různých architektur, včetně konvolučních sítí, rekurentních modelů (LSTM), architektur založených na transformerech (AST, Conformer), specializovaných audio modelů (Wav2Vec2, HuBERT) a modelů využívajících transfer learning. Pro objektivní evaluaci byla použita nested cross-validace s optimalizací hyperparametrů pomocí Optuny.

Naše výsledky ukázaly, že nejvyšších hodnot PR-AUC a F1 skóre dosahovaly především modely specializované na zpracování zvuku, které efektivně zachycují časově-frekvenční charakteristiky peristaltických událostí. Architektury využívající transfer learning prokázaly rychlejší konvergenci. Zajímavým zjištěním bylo, že některé jednodušší architektury dosáhly konkurenceschopných výsledků při výrazně nižších výpočetních nárocích, což je důležitý faktor pro případnou implementaci v přenosných zařízeních.

Zjistili jsme, že klíčovým faktorem úspěšné detekce je schopnost modelů adaptovat se na variabilitu peristaltických zvuků a současně je odlišit od podobných zvukových artefaktů. Tato práce poskytuje základ pro vývoj specializovaného zařízení pro automatickou detekci peristaltických zvuků v klinické praxi a ambulantním monitorování.

Sponzoři konference



XLVI. DNY LÉKAŘSKÉ BIOFYZIKY – SBORNÍK ABSTRAKTŮ
Hana Kolářová (ed.)

Odpovědný redaktor Jiří Slavík
Návrh obálky Petr Jančík
Vydala Univerzita Palackého v Olomouci,
Křížkovského 8, 779 00 Olomouc

vydavatelstvi.upol.cz
vupshop.cz

Publikace neprošla jazykovou úpravou ve vydavatelství.

1. vydání
Olomouc 2025

Neprodejná publikace

VUP 2025/0150
ISBN 978-80-244-6634-7 (online: iPDF)