

Zborník abstraktov

XLVII. Dni lekárskej biofyziky



Lekárska fakulta
Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach



27.-29.5.2026

Trenčianske Teplice, Hotel Panorama★★★★

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach
Lekárska fakulta



Zborník abstraktov
XLVII. Dni lekárskej biofyziky

27.-29.5.2026
Trenčianske Teplice, Hotel Panorama★★★★

Košice 2026

XLVII. Dni lekárskej biofyziky

Zborník abstraktov

Editori:

doc. RNDr. Ján Sabo, CSc., univerzitný profesor

Ústav lekárskej a klinickej biofyziky, Lekárska fakulta, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach

RNDr. Imrich Géci, PhD.

Ústav lekárskej a klinickej biofyziky, Lekárska fakulta, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach

doc. Ing. Jaroslav Majerník, PhD.

Ústav lekárskej informatiky a simulátorovej medicíny, Lekárska fakulta, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach



Tento text je publikovaný pod licenciou
Creative Commons 4.0 license - CC BY-NC-SA
("Attribution-NonCommercial-ShareAlike").

Licencia umožňuje dielo voľne zdieľať a upravovať len s uvedením autora, bez komerčného použitia a za podmienky, že všetky odvodené diela budú šírené pod rovnakou licenciou.

Za jazykovú úpravu a obsahovú stránku publikácie zodpovedajú autori.

Umiestnenie: <http://unibook.upjs.sk>

Dostupné od: 21.5.2026

ISBN 978-80-574-0520-7 (e-publikácia)

DOI: <https://doi.org/10.33542/ZAD-0520-7>

OBSAH

PREDNÁŠKY A POSTERY

ANALÝZA CD14+ MONOCYTOV V PERIFÉRNEJ KRVI PACIENTOK
S LUMINÁLNYM KARCINÓMOM PRSNÍKA NA ÚROVNI
PROTEÍNOVÝCH BIOMARKEROV

*Alexovič M., Bober P., Marcin M., Parnica J., Marcin Mi., Lenárt M.,
Tóth D., Radoňák J., Urdzik P., Sabo J. 9*

MONITORING A NEINVAZIVNÍ DODÁVÁNÍ LÉČIV POMOCÍ
NANOTERANOSTICKÝCH SYSTÉMŮ

*Amler E., Pashchenko A., Král'ovič M., Heřman P., Tejral G., Divín R.,
Novotný P., Sopko B. 10*

NANO-CURCUMINE IN ANTIBACTERIAL PHOTODYNAMIC
THERAPY

*Bartoň Tománková K., Dilenko H., Hanáková A., Váľková L.,
Kolářová H. 11*

RÁZOVÉ VLNY V MEDICÍNĚ

Beneš J., Zeman J., Grus T. 12

PŮL STOLETÍ BEZKONTAKTNÍ TERMOGRAFIE NA LÉKAŘSKÉ
FAKULTĚ MASARYKOVY UNIVERZITY

Bernard V., Mornstein V. 13

VZTAH STŘEDOŠKOLSKÝCH STUDENTŮ K FYZICE A JEJICH
POVĚDOMÍ O BIOFYZICE

Binder S. 14

IMUNITNÁ ODPOVEĎ CD8+ T-LYMFOCYTOV V PERIFÉRNEJ KRVI
PRI NEZHUBNÝCH NÁLEZOCH A PODTYPOCH KARCINÓMU
PRSNÍKA

*Bober P., Marcin M., Alexovič M., Tkáčiková S., Kacírova M., Lenárt M.,
Tóth D., Radoňák J., Urdzik P., Sabo J. 15*

OD EXPERIMENTU K PACIENTOVI: JAK RANÁ VÝVOJOVÁ
ROZHODNUTÍ URČUJÍ KLINICKOU POUŽITELNOST
ZDRAVOTNICKÝCH TECHNOLOGIÍ

Braňka P., Kolářová H., Bolek L. 16

PARADOX NORMY ISO 10993-5: ODHALENÍ SKRYTÉ CYTOTOXICITY 3D TIŠTĚNÝCH POLYMERŮ POMOCÍ VYSOKOROZLIŠOVACÍ RESPIROMETRIE <i>Dejmek J., Jedlička J.</i>	17
CARBOXYLATED GRAPHENE QUANTUM DOTS AS NANOCARRIERS FOR PROTOPORPHYRIN IX IN CANCER TREATMENT <i>Dilenko H., Bartoň Tománková K., Válková L., Malina L., Kolářová H.</i> ..	18
POKROČILÉ METODY ZOBRAZENÍ A ANALÝZY MR TUMORU MOZKU <i>Dostál M., Jůza T., Vybíhal V., Keřkovský M.</i>	19
BIOFYZIKA AKO ZÁKLAD MEDICÍNSKEHO MYSLENIA: PERSPEKTÍVA ÚSTAVU LEKÁRSKEJ A KLINICKEJ BIOFYZIKY LF UPJŠ <i>Géci I., Sabo J.</i>	20
KOREKCIA INCIZÁLNEHO SCHODÍKA PRI ANGLE II/I ELASTICKÝMI ŤAHMI II. TRIEDY <i>Géci I., Högerová D.</i>	21
CAROSO-SIGNAL <i>Heřman P., Tejral G., Pashchenko A., Král'ovič M., Amler E.</i>	22
FROM MOLECULES TO CELLS: ADVANCED MULTIMODAL CHARACTERIZATION IN MODERN BIOPHYSICS <i>Horák J.</i>	23
TKÁŇOVÝ PROCESOR PRO PŘÍPRAVU BIOLOGICKÝCH VZORKŮ PRO SKENOVACÍ ELEKTRONOVOU MIKROSKOPII <i>Jezbera D., Loskot J., Voda P., Bezrouk A.</i>	24
SOFTWARE PRO MRI DATA A PŘÍKLADY JEHO POUŽITÍ <i>Jiráček D., Havlíček D., Franc M., Červený D., Valášková D., Krupa F.</i> ...	25
APLIKACE PRO SLEDOVÁNÍ AKTIVITY PRASAT PRO BIOMEDICÍNSKÝ VÝZKUM <i>Jiřík M., Liška V.</i>	26

MORFOLOGIE ZÁKLADNÍCH TYPŮ MOZKOVÝCH NÁDORŮ V MR OBRAZE S OHLEDEM NA JEJICH HISTOLOGICKOU SKLADBU <i>Jůza T., Dostál M., Vybíhal V., Keřkovský M.</i>	27
NEURODYNAMICKÉ VZORCE MOZGU A NOVÉ PŘÍSTUPY KU KVANTIFIKÁCI KOMPLEXITY <i>Knociková J.</i>	28
KLINICKÉ HODNOCENÍ ÚČINKU FOTODYNAMICKÉ A SONODYNAMICKÉ TERAPIE NA STAPHYLOCOCCUS AUREUS. <i>Kolářová, H., Válková L., Kolaříková M., Bajgar R., Večeřová R., Bartoň Tománková K., Sněhota M., Dilenko H., Jírová D., Urban J., Kolář M.</i> ...	29
ANALÝZA OXYHYDROXIDOV V ĽUDSKOM GLOBUS ALLIDUS <i>Kopáni M., Kosnáč D., Gemainer P., Janega P., Pánik J., Polák Š.</i>	30
VYBRANÉ PARAMETRE MÁP ČASU KOMOROVEJ AKTIVÁCIE MLADÝCH ZDRAVÝCH DOSPELÝCH <i>Kozlíková K.</i>	31
ULTRAFAST CONFOCAL IMAGING OF ORGANOID MODELS OF NEURODEGENERATIVE DISORDERS <i>Khoroshyy P., Miclea P., Nagy Marková V., Christlmeier M., Paquet D., Von den Eynde R., Vandenberg W., Dedecker P., Lazar J.</i>	32
ROZŠIROVANIE SIMULAČNEJ MEDICÍNY NA LEKÁRSKEJ FAKULTE UPJŠ V KOŠICIACH <i>Majerník J., Jánošík J., Kačmariková A., Géci I., Sabo J.</i>	33
PROTEOMICKÁ CHARAKTERIZÁCIA IMUNITNÝCH BUNIEK PERIFÉRNEJ KRVI U PACIENTOK S KARCINÓMOM PRSNÍKA <i>Marcin M., Siváková B., Šulíková M., Marcin M., Lenárt M., Bober P., Sabo J.</i>	34
BIOIMPEDANČNÍ MĚŘENÍ RYCHLOSTI PULZOVÉ VLNY U PACIENTŮ S ABDOMINÁLNÍM AORTÁLNÍM ANEURYSMATEM <i>Marešová M., Wirth J., Kampo D., Vondra V., Růžička J., Moláček J.</i>	35
ZOBRAZOVÁNÍ IN VITRO MODELU LIPIDOVÝCH NANOVRSTEV POVRCHOVÉ VRSTVY STRATUM CORNEUM POMOCÍ AFM A SEM <i>Mašín V., Bezrouk A., Velissari P.</i>	36

VYVOLANIE PYROPTOTICKEJ BUNKOVEJ SMRTI OŽIARENÍM BUNIEK NÍZKOENERGETICKÝMI PROTÓNMI <i>Maťašeje N., Pánik J., Mateašík A., Trnka M., Gurecká R., Kaizer J., Ješkovský M., Zeman J., Povinec P., Čunderliková B.</i>	37
IN VITRO RECELLULARIZATION OF PORCINE BILE DUCT SCAFFOLD <i>Moulisova V., Massaro M.S., Sevcik J., Palek R., Panova E., Sarcevic S., van Hengel E., Bolek L., Versteegen M., Liska V.</i>	38
PD-WATCH - APLIKACE PRO CHYTRÉ HODINKY PRO SELEKTIVNÍ A KONTINUÁLNÍ SLEDOVÁNÍ TREMORU A DYSKINEZE U PACIENTŮ S PARKINSONOVOU CHOROBOU <i>Mužík J., Vlasáková M., Aldaghi T., Srp M., Battista L.</i>	39
AKREDITOVANÉ LABORATÓRIUM PODĽA NORMY ISO/IEC 17025:2017 – ZÁRUKA SPOĽAHLIVOSTI KLINICKÝCH DÁT <i>Onderčo P., Rybář J., Benčat A., Gerneschová J., Král Š.</i>	40
LIVER TISSUE ENGINEERING: TISSUE-SPECIFIC HYDROGELS MADE FROM DECELLULARIZED SCAFFOLDS: FOCUS ON LIVER <i>Panova E., Ros Tárraga P., Liška V., Moulisová V.</i>	41
INTEGRATING LOCALLY DEVELOPED AI MODELS INTO MEDICAL BIOPHYSICS EDUCATION: PROVIDING A "SECOND OPINION" IN ECG ANALYSIS <i>Pashchenko A., Slavniková P., Heřman P., Tejral J., Bošková M., Caruana C., Kralovic M., Fišer K., Amler E.</i>	42
WEBOVÁ APLIKACE PRO KOLORIMETRICKOU ANALÝZU 96- JAMKOVÉ MTT DESKY <i>Pokorná J., Bernard V.</i>	43
AUTOMATICKÁ SEGMENTACE BUNĚČNÝCH MEMBRÁN V OBRAZECH Z POLARIZAČNÍ FLUORESCENČNÍ MIKROSKOPIE <i>Procházková A., Lazar J., Miclea P.</i>	44
NOVEL HEAT EXCHANGER IN EXTRACORPOREAL CIRCUIT: TECHNICAL AND BIOLOGICAL FEASIBILITY <i>Růžička J., Tichánek F., Škorpil J., Dejmek J., Bolek L., Brzoň O., Pálek R., Rosendorf J., Moulisová V., Massaro M.S., Liška V., Kuncová J.</i>	45

METROLOGICKÉ ASPEKTY KLINICKÝCH ZKOUŠEK ZDRAVOTNICKÝCH PROSTŘEDKŮ <i>Rybář J., Ďuriš S., Balaskó P.</i>	46
VYUŽITÍ INTELIGENTNÍCH HODINEK VE ZDRAVOTNICTVÍ: METROLOGICKÉ POŽADAVKY NA MĚŘENÍ FYZIOLOGICKÝCH PARAMETRŮ <i>Balaskó P., Rybář J., Král Š., Gerneschová J., Vranský D.</i>	47
KALIBRÁCIA LEKÁRSKYCH PRÍSTROJOV NA DIAGNOSTIKU ŠTRUKTÚR POKOŽKY POMOCOU VYVÍJANÉHO REFERENČNÉHO VZORKU <i>Smetánka A., Rybář J., Sitár A., Gerneschová J., Vranský D., Benčat A.</i> ..	48
TVORBA A 3D TISK LOW-COST REALISTICKÝCH FANTOMŮ PRO NÁCVIK HYSTEROSKOPIE <i>Sněhota M., Watanabe H., Kolářová H.</i>	49
TERMOGRAFICKÉ HODNOCENÍ SVALOVÉ ASYMETRIE PŘI PRACOVNÍCH ČINNOSTECH <i>Sochorová H., Barnet P., Knociková J.</i>	50
NÁVAZNOST VÝUKY BIOFYZIKY NA PREKLINICKÉ A KLINICKÉ DISCIPLÍNY: BIOMEDICÍNSKÁ DATA A JEJICH ZPRACOVÁNÍ <i>Knociková J., Sochorová H., Závodná E.</i>	51
DIGITALIZÁCIA A EDUKAČNÉ PRÍSTUPY V MEDICÍNSKEJ METROLÓGII <i>Starinský G., Rybář J., Halaj M., Vranský D., Král Š.</i>	52
FOTOPOLYMÉRNE MIKROŠTRUKTÚRY AKO NÁSTROJ NA ŠTÚDIUM MEDZIBUNKOVÉHO TRANSPORTU HYPERICÍNU <i>Strejčková A., Benická A., Gális M., Kubacková J., Nad'ová Z., Tomková S., Huntošová V., Bánó G.</i>	53
VÝVOJ A POUŽITÍ KOKULTIVAČNÍHO IN VITRO MODELU PRO TESTOVÁNÍ NOVĚ VYVINUTÝCH MATERIÁLŮ <i>Svobodová L., Buchar Klinovská O., Pavlišnáková V., Hřebíček T., Havlová K., Mrózek M., Hubálek Kalbáčová M.</i>	54

OPTIMALIZÁCIA METODÍK SEPARÁCIE NK BUNIEK <i>Šulíková M., Siváková B., Kľoc D., Šarišský M., Marcin M., Marcin M., Kacirová M., Sabo J.</i>	55
EXPOZÍCIA PACIENTA MONOMÉRNYM ZLOŽKÁM DENTÁLNYCH FOTOKOMPOZITOV BEZPROSTREDNE PO APLIKÁCII VÝPLNE <i>Tkáčiková S., Sinčák Konečná A., Sabo J.</i>	56
ULTRAZVUKOVÝ IN-AIR REVEBERAČNÍ OBRAZ A JEHO ZMĚNY V DŮSLEDKU ZAHŘÍVÁNÍ VYŠETŘOVACÍ SONDY <i>Vachutka J., Balážová K.</i>	57
STUDIUM ÚČINKU METHYLENOVÉ MODŘI PRO ANTIMIKROBIÁLNÍ FOTODYNAMICKOU A SONODYNAMICKOU TERAPII <i>Válková L., Kolaříková M., Bajgar R., Večeřová R., Bartoň Tománková K., Dilenko H., Kolář M., Kolářová H.</i>	58
MĚNÍ STUDENTI STRATEGII PŘI PŘÍPRAVĚ KE ZKUŠEBNÍM TESTŮM? <i>Vlk D.</i>	59
KONSTRUKCE TKÁŇOVÉHO PROCESORU PRO PŘÍPRAVU BIOLOGICKÝCH VZORKŮ <i>Bezrouk A., Voda P.</i>	60
UMĚLÁ INTELIGENCE VE VÝUCE A AKADEMICKÉM PROSTŘEDÍ <i>Zeman J.</i>	61

ANALÝZA CD14+ MONOCYTOV V PERIFÉRNEJ KRVI PACIENTOK S LUMINÁLNYM KARCINÓMOM PRSNÍKA NA ÚROVNI PROTEÍNOVÝCH BIOMARKEROV

Alexovič M.¹, Bober P.¹, Marcin M.¹, Parnica J.¹, Marcin Mi.², Lenárt M.³,
Tóth D.⁴, Radoňak J.³, Urdzík P.⁴, Sabo J.¹

¹ Ústav lekárskej a klinickej biofyziky, LF UPJŠ, Košice, Slovensko

² Centrum klinického a predklinického výskumu MEDIPARK, LF UPJŠ,
Košice, Slovensko

³ I. chirurgická klinika, LF UPJŠ a UNLP, Košice, Slovensko

⁴ Gynekologicko-pôrodná klinika, LF UPJŠ a UNLP, Košice, Slovensko

CD14+ monocyty izolované z periférnej krvi pacientok s luminálnym karcinómom prsníka podtypov LumA, LumB-HER2- a LumB-HER2+, ako aj pacientok s benígnym ochorením prsníka a zdravých kontrol (ZK), boli študované metódou komparatívnej proteomickej analýzy. Proteíny *SRSF1*, *CSTB*, *KRT2*, *KRT5*, *HEL-S-11*, *APOB*, *APOE* a *ITGA2B* boli identifikované ako významne zmenené vo všetkých porovnaníach kohort s luminálnym karcinómom prsníka oproti ZK ($FC \geq 1,4$ alebo $\leq 0,7$; p -hodnota $\leq 0,05$), zatiaľ čo porovnanie benígneho ochorenia so ZK ukázalo, že z vyššie uvedených proteínov boli významne zmenené len *KRT2* a *KRT5*. *APOB*, *APOE*, *CSTB*, *HEL-S-11*, *SRSF1* a *ITGA2B* dosiahli hodnoty AUC $\geq 0,6$ vo všetkých kohortách s luminálnym karcinómom prsníka a môžu slúžiť ako potenciálne klasifikačné biomarkery na rozlíšenie náhodne vybraných jedincov. Proteíny *ENO1*, *KRT1* a *AIDB* boli ďalej identifikované ako potenciálne špecifické markery pre podtypy LumA, LumB HER2- a LumB HER2+ v uvedenom poradí. Medzi signálne proteínové dráhy (p -hodnota $< 0,05$; FDR $\leq 0,25$), identifikované ako významne obohatené, patrili dráha hormónu uvoľňujúceho gonadotropíny, transendotelová migrácia leukocytov, kalciová signálna dráha, ribozómová dráha, lyzozómová dráha a dráha MYC-V2. Predkladaná štúdia predstavuje predbežný klinický výskum a prehľad potenciálnych biomarkerov analyzovaných v CD14+ monocytoch periférnej krvi rôznych podtypov luminálneho karcinómu prsníka. Takéto proteíny môžu odrážať imunitné odpovede súvisiace s týmto ochorením, a preto by mohli pomôcť pri subkategorizácii kohort pacientov pomocou komparatívnej proteomickej analýzy.

Finančná podpora bola poskytnutá Agentúrou na podporu výskumu a vývoja, Ministerstvo školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky (projekt: VV-MVP-24-0135).

MONITORING A NEINVAZIVNÍ DODÁVÁNÍ LÉČIV POMOCÍ NANOTERANOSTICKÝCH SYSTÉMŮ

Amler E., Pashchenko A., Kráľovič M., Heřman P., Tejral G., Divín R., Novotný P., Sopko B.

¹Ústav biofyziky 2. LF UK, Praha

V naší skupině jsme vyvinuli a laboratorně ověřili funkcionalizované nanovláčkové systémy s integrovaným optickým senzorem pro monitoring pH v tenkých vrstvách exsudátu. Tyto systémy jsou určeny ke sledování regeneračních procesů u obtížně se hojících kožních defektů. Jejich hlavním přínosem je submikrovláčková struktura umožňující regulované uvolňování účinných látek, chemickou stabilizaci enkapsulovaných složek a lokální monitoring hojení rány.

Pro zvýšení stability systému byly účinné látky zapouzdřeny do lipozomů integrovaných do nitra nanovláčků. Tento přístup zvyšuje stabilitu enkapsulovaných složek a odolnost systému vůči osmotickému zatížení. Použití poly-ε-kaprolaktonu s nízkou molekulovou hmotností může při zvláknování umožnit řízení rozpustnosti materiálu, a tím i střednědobé až dlouhodobé uvolňování účinné látky. Alternativně lze využít kombinaci s biokompatibilními polymery: polyvinylalkohol, želatinovo-glukózová matice a polylaktát. (jsou samostatně schválené pro medicínské aplikace)

Vyvinutý systém umožňuje detekci pH v extrémně malých objemech kapaliny, řádově v mikrolitrech. Vzhledem k velmi nízkému množství tekutiny vznikající při neznatelném pocení, přibližně 0,3 mikrolitru na centimetr čtvereční, představují funkcionalizovaná nanovláčková vhodnou platformu pro monitoring takto malých objemů. Materiál lze využít k vytvoření teragnostického kožního krytu, který poskytuje informaci o průběhu hojení prostřednictvím změn kožního pH a současně umožňuje řízené uvolňování enkapsulovaných léčivých látek.

Navržený systém vytváří uzavřenou smyčku diagnostika–terapie: senzorická složka monitoruje lokální prostředí rány, terapeutická složka umožňuje uvolnění vhodné dávky účinné látky a celý proces probíhá neinvazivně, bez nutnosti častých zásahů. Další výzkum je zaměřen na ověření funkčnosti systému pro neinvazivní monitoring pH v exsudátu a řízené uvolňování léčivých látek prostřednictvím funkcionalizovaných nanovláčků. Cílem je posunout technologii směrem k ověření v relevantním prostředí, minimálně na TRL7–8 a připravit její zavedení do klinické praxe.

Tato práce vznikla s podporou projektu TAČR SIGMA, projekt č. TQ11000058: Podpora činnosti Proof-of-Concept na UK – SIGMA 4.

NANO-CURCUMINE IN ANTIBACTERIAL PHOTODYNAMIC THERAPY

Bartoň Tománková K.,¹ Dilenko H.,¹ Hanáková A.,¹ Válková L.,¹ Kolářová H.,¹

¹Faculty of Medicine and Dentistry, Department of Medical Biophysics, Palacký University, Hněvotinská 3, 77900, Olomouc, Czech Republic

Curcumin offers exhibits broad-spectrum antimicrobial activity; however, its application is limited by poor aqueous solubility and photodynamic stability. To overcome these drawbacks, curcumin was conjugated to nanocarriers based on carboxylated graphene quantum dots (cGQDs). Further functionalization with polyethylene glycol resulted in a cGQDs-PEG-curc nanocomposite with improved pharmacokinetic properties, designed as a third-generation photosensitizer.

The antimicrobial photodynamic therapy (aPDT) efficacy of cGQDs-PEG-curc was newly evaluated against Gram-negative bacterial strains extended to phytopathogenic bacterial lines (XCC) and selected fungal species. Upon light activation, the nanocomposite demonstrated antibacterial activity, importantly, newly tested XCC phytobacterial strains exhibited significant susceptibility to aPDT treatment. Double irradiation ($2 \times 30 \text{ J/cm}^2$) further enhanced the antimicrobial effect across all tested groups, leading to a substantial decrease in MIC and MBC values.

Overall, cGQDs-PEG-curc represents a promising multifunctional platform for antimicrobial photodynamic therapy with efficacy against phytopathogens and fungal organisms, highlighting its potential for broad spectrum of applications.

This work was supported by IGA_LF_2026_004.

RÁZOVÉ VLNY V MEDICÍNĚ

Beneš J^{1,2}, Zeman J¹, Grus T³.

¹ Ústav biofyziky a informatiky 1. LF UK.

² Fakulta zdravotnických studií TUL,

³II. Chirurgická klinika – kardiovaskulární chirurgie 1.LF UK a VFN

Rázové vlny (RV) jsou specifické akustické pulzy charakterizované vysokým pozitivním tlakem, po němž následuje pokles tlaku a fáze tahu. Rázové vlny byly původně zavedeny do klinické praxe pro fragmentaci ledvinových kamenů. Od té doby se využití rázových vln (RV) dostalo daleko za tuto původní aplikaci. V gastroenterologii se rázové vlny uplatňují při léčbě litiázy ve žlučových cestách u nemocných, u nichž selhává endoskopické řešení (asi 4-5 %), a perspektivní je také jejich využití u chronické pankreatitidy při litiáze pankreatického vývodu.

Přehledně budou prezentovány i další možné klinické aplikace RV a jejich potenciální terapeutické využití v klinické praxi. Při použití nižších tlaků lze rázové vlny využít k léčbě ortopedických úponových bolestí, kde tato metoda dosahuje velmi dobrých výsledků a počet těchto aplikací již převyšuje počty léčených na litiázu. V experimentálních podmínkách byl prokázán účinek dvou tandemových, tedy rychle po sobě jdoucích (do 10 mikrosekund), rázových vln na nádorové tkáně. Aplikace tandemových rázových vln v oblasti ohniska vede k výraznější destrukci buněk než samotné působení cytostatik. Možnosti využití rázových vln pro léčbu nádorových tkání jsou stále otevřené, protože další klinické využití, rozvoj i širší provádění této metody jsou výrazně limitovány etickými otázkami. Problematická také zůstává otázka možné další diseminace nádoru.

Novou a velmi významnou možností využití rázových vln je řešení kalcifikovaných stenóz v arteriích při ischemických změnách. V tomto případě jsou používány tlaky ještě nižší, avšak vzhledem k přímému působení a těsnému akustickému kontaktu při intravaskulární aplikaci je efekt na stenózu a kalcifikaci cévní stěny výrazný a klinicky průkazný.

V posledních letech se pozornost soustřeďuje také na biologické účinky rázových vln na úrovni buněk, zejména na stimulaci angiogeneze, modulaci zánětlivé odpovědi a podporu tkáňové regenerace. Tyto mechanismy rozšiřují potenciál RV i do oblastí, jako je hojení chronických ran, ischemická choroba dolních končetin či kardiovaskulární regenerativní medicína.

PŮL STOLETÍ BEZKONTAKTNÍ TERMOGRAFIE NA LÉKAŘSKÉ FAKULTĚ MASARYKOVY UNIVERZITY

Bernard V.¹, Mornstein V.¹

¹Biofyzikální ústav LF MUNI, Brno

Úvod: Bezkontaktní infračervená termografie (IRT) představuje neinvazivní zobrazovací metodu teplotních map na povrchu lidského těla. Přestože se nejedná o metodu s vysokou specificitou, dlouhodobě nachází uplatnění jako doplňkový diagnostický nástroj citlivý na změny perfuze a metabolické aktivity tkání. Biofyzikální ústav LF MU patří mezi pracoviště navazující na dlouhou tradici IRT na LF MU, sahající až do přelomu 60. a 70. let 20. století.

Metody: Příspěvek vychází z archivních materiálů, historických dokumentů, publikovaných i nepublikovaných zdrojů a vzpomínek pamětníků, doplněných o přehled současných IRT měření prováděných na Biofyzikálním ústavu LF MU. Popsujeme vývoj přístrojového vybavení od prvních chlazených systémů s InSb detektory přes bolometrické kamery až po současné stacionární i mobilní IRT systémy. Součástí je rovněž přehled metodik měření a oblastí aplikace v experimentálním, klinickém a výukovém kontextu.

Výsledky: Byla zdokumentována kontinuita termografických aktivit na LF MU v průběhu více než pěti dekad. Od historického Vědecko-metodického střediska techniky infračerveného záření, zaměřeného zejména na endokrinologické a onkologické indikace, se vývoj posunul k moderním digitálním IRT systémům využívaným v biofyzikálním výzkumu, fyziologii, posttraumatických stavech i výuce. Současná IRT měření jsou realizována s využitím bolometrických kamer umožňujících statické i dynamické analýzy, s četnými publikačními výstupy v mezinárodních časopisech.

Závěr: Bezkontaktní infračervená termografie má na Lékařské fakultě MU hluboké historické kořeny a představuje příklad úspěšné syntézy fyzikálních principů a medicínských aplikací. Přes svá známá omezení zůstává IRT cennou doplňkovou zobrazovací metodou, která si i v současnosti udržuje své místo ve výzkumu, klinických spolupracích i výuce.

VZTAH STŘEDOŠKOLSKÝCH STUDENTŮ K FYZICE A JEJICH POVĚDOMÍ O BIOFYZICE

Binder S.

Ústav lékařské biofyziky, Lékařská fakulta, Ostravská Univerzita, Ostrava

Studie se zaměřuje na analýzu vztahu středoškolských studentů k fyzice a jejich povědomí o biofyzice jako interdisciplinárním oboru. Dotazníkové šetření bylo realizováno v Olomouckém kraji a zahrnovalo celkem 953 respondentů ze septim a oktáv gymnázií a z 3. a 4. ročníků středních škol. Převážná část respondentů studovala všeobecné vzdělání (787), menší podíl tvořili studenti s přírodovědným (28) či jiným odborným zaměřením (128).

Vztah studentů k fyzice byl hodnocen na pětibodové škále, přičemž 421 respondentů hodnotilo fyziku jako spíše až velmi neoblíbený předmět (hodnoty 4–5), zatímco 266 studentů zaujímalo neutrální postoj. Mezi nejčastěji uváděné atraktivní aspekty fyziky patřily laboratorní experimenty (339 odpovědí), propojení s biologií či medicínou (341 odpovědí) a porozumění přírodním zákonům (328 odpovědí). Pojem biofyzika byl většině respondentů znám, přičemž 744 studentů uvedlo, že ví, co tento obor představuje. Biofyzika byla nejčastěji správně spojována se studiem smyslových procesů (778 odpovědí), analýzou struktury biomolekul (524) a vývojem medicínských technologií, jako jsou kardiostimulátory a protézy (575). Navzdory tomu pouze 79 respondentů deklarovalo jednoznačný zájem o studium fyziky a jen 74 studentů zvažuje konkrétní fyzikální obor, přičemž hlavními demotivačními faktory jsou vnímaná obtížnost studia (725 odpovědí) a nejasná představa o budoucím profesním uplatnění (441 odpovědí).

Data naznačují výrazný nesoulad mezi vnímáním fyziky jako obtížného a málo srozumitelného předmětu a současně vysokým zájmem o biofyzikální aplikace spojené s medicínou, biologickými strukturami a smyslovými procesy. Přestože významná část studentů hodnotí fyziku negativně, biofyzika se jeví jako přirozeně srozumitelný didaktický most, který umožňuje prezentovat fyzikální zákony v kontextu blízkém zkušenosti studentů. Cílené a systematické začlenění biofyzikálních témat, experimentů a aplikací do středoškolské výuky by mohlo přispět ke zmírnění negativního vztahu k fyzice, ke snížení bariér při volbě fyzikálních studijních oborů a ke zvýšení informovanosti o možnostech uplatnění absolventů fyzikálně orientovaných studijních programů.

IMUNITNÁ ODPOVEĎ CD8+ T-LYMFOCYTOV V PERIFÉRNEJ KRVI PRI NEZHUBNÝCH NÁLEZOCH A PODTYPOCH KARCINÓMU PRSNÍKA

Bober P.¹, Marcin M.¹, Alexovič M.¹, Tkáčiková S.¹, Kacírova M.¹, Lenárt M.², Tóth D.³, Radoňák J.², Urdzik P.³, Sabo J.¹

¹Ústav lekárskej a klinickej biofyziky, LF UPJŠ v Košiciach

²I. chirurgická klinika, LF UPJŠ a UNLP v Košiciach

³Gynekologicko-pôrodnická klinika LF UPJŠ a UNLP v Košiciach

CD8+ T-lymfocyty v periférnej krvi sú kľúčové pre imunitnú odpoveď organizmu pri karcinóme prsníka. Táto štúdia pomocou vysokoúčinnnej hmotnostnej spektrometrie analyzovala proteóm týchto buniek u pacientok s nezhubnými nálezmi ako aj s rôznymi podtypmi karcinómu prsníka, vrátane luminálnych foriem a trojito negatívneho karcinómu. Výsledky ukázali významné zníženie hladiny proteínov zodpovedných za ničenie nádorových buniek, najmä granzýmov a perforínu 1. Tento pokles bol prítomný pri nezhubných nálezoch a luminálnom B podtype, zatiaľ čo pri trojito negatívnom karcinóme bol granzým K naopak zvýšený. Taktiež, signálna dráha degradácie RNA vykazovala významný pokles naprieč všetkými podtypmi karcinómu prsníka, čo naznačuje potenciálny mechanizmus regulácie génovej expzie počas aktivácie T-lymfocytov. Táto proteomická analýza prináša dôležitý vľad do systémovej imunity, čo môže zlepšiť diagnostiku, liečbu a predpoveď vývoja karcinómu prsníka.

Táto práca vznikla s podporou projektu VEGA 1/0582/25.

OD EXPERIMENTU K PACIENTOVI: JAK RANÁ VÝVOJOVÁ ROZHODNUTÍ URČUJÍ KLINICKOU POUŽITELNOST ZDRAVOTNICKÝCH TECHNOLOGIÍ

Bratřka P.^{1,2}, Kolářová H.^{1,3}, Bolek L.^{1,4}

¹Centrum pro certifikaci zdravotnických prostředků, ČMI

²Kat. informačních a komunikačních technologií v lékařství, FBMI, ČVUT

³Kat. biomedicínské techniky, FBMI, ČVUT

⁴LF UK v Plzni, Biomedicínské centrum, Laboratoř nádorové léčby a regenerace tkáně

Řada špičkových výsledků biomedicínského výzkumu se při snaze o klinické uplatnění ukáže jako obtížně přenosná do praxe. Příčinou často nebývají limity fyzikálních či biologických principů, ale důsledky raných vývojových rozhodnutí, která byla činěna bez ohledu na budoucí podmínky klinického použití. Příspěvek se zaměřuje na *problematiku přechodu od experimentu a prototypu k aplikovatelnému zdravotnickému prostředku* a ukazuje, proč je užitečné uvažovat o aplikační a klinické realitě již v počátečních fázích výzkumu a vývoje.

Na příkladu je ilustrováno, že laboratorně funkční prototyp automaticky nepředstavuje vhodný základ pro klinicky použitelnou technologii. Ukazuje se, že volba materiálů, konstrukce zařízení, způsob přípravy vzorků i design předklinických experimentů mají zásadní vliv na další vývojový směr. Zkušenosti s předklinickým ověřováním bezpečnosti a účinnosti naznačují, že *většina kritických otázek se neobjevuje v pozdních fázích vývoje*, ale již ve chvíli, kdy jsou experimentální data interpretována v kontextu reálného použití u pacienta.

Příspěvek zdůrazňuje význam iterativního přístupu k vývoji, v němž výsledky *in vitro* a *in vivo* experimentů slouží nejen k ověřování vědeckých hypotéz, ale také k postupnému zpřesňování návrhu zařízení a jeho výstupů. Regulatorní rámec je zde chápán nikoli jako soubor detailních předpisů, ale jako strukturovaný způsob uvažování o bezpečnosti, riziku a klinické relevanci výsledků. Zkušenosti z praxe ukazují, že včasná orientace v těchto souvislostech umožňuje efektivněji plánovat experimenty, lépe využívat dostupná data a vyhnout se slepým uličkám ve vývoji.

Cílem příspěvku je otevřít diskusi o tom, *jak mohou biofyzici a lékaři zapojení do výzkumu zvýšit šanci na úspěšný přenos svých výsledků do klinické praxe* tím, že již v raných fázích vývoje zohlední aplikační a regulatorní kontext, aniž by bylo nutné zatěžovat výzkumné týmy detailní znalostí legislativních požadavků.

PARADOX NORMY ISO 10993-5: ODHALENÍ SKRYTÉ CYTOTOXICITY 3D TIŠTĚNÝCH POLYMERŮ POMOCÍ VYSOKOROZLIŠOVACÍ RESPIROMETRIE

Dejmek J.^{1,3}, Jedlička J.^{2,3}

¹Ústav biofyziky, ²Ústav fyziologie, ³Biomedicínské centrum, Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova, alej Svobody 76, 323 00 Plzeň, Česká republika

Úvod: S rozvojem 3D tisku v oblasti tištěné obuvi, nositelné elektroniky a ortetiky roste potřeba precizního testování biokompatibility materiálů pro dlouhodobý kontakt s kůží. Zavedená norma ISO 10993-5 (cut-off viability > 70 %) však nedokáže zachytit subletální metabolický stres a alterace bioenergetiky, což u komerčních polymerů vede k falešně negativním výsledkům.

Metodika: Zkoumali jsme vliv 3D vytištěných objektů (TPU/FLEX, PETG, PC) na primární lidské dermální fibroblasty. K eliminaci mechanického stresu a měření čistého leachingu sloužil model nepřímé ko-kultivace (1 mm nad buňkami). Vedle eseje PrestoBlue byla nasazena vysokorozlišovací respirometrie (HRR, Oxygraph-2k) k detailní analýze mitochondriální funkce. Pro odlišení viability od hyperstresu byl zaveden parametr SCMA (Single-Cell Metabolic Activity).

Výsledky: Ačkoliv výtisky z FLEXu splnily ISO limit viability (> 70 %), HRR odhalila masivní mitochondriální dysfunkci – kolaps ATP-spřaženého dýchání a ztrátu rezervní kapacity. Parametr SCMA prokázal, že enormní signál v chronické fázi (7 dní) neznamena prosperitu buněk, ale patologický, stresem indukovaný hypermetabolismus. Standardní metodika tak v detekci fatálního bioenergetického poškození zcela selhala.

Závěr: Data prokazují fenomén „skryté cytotoxicity“ – buňky vykazují falešně vysokou viabilitu navzdory hlubokému termodynamickému selhání. Hodnocení moderních biomateriálů proto vyžaduje revizi ISO standardů a implementaci pokročilých biofyzikálních metod (HRR) poskytujících nezbytnou senzitivitu.

Tato práce byla financována z dotace Operačního programu Jan Amos Komenský Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy CZ.02.01.01/00/23_020/0008512.

CARBOXYLATED GRAPHENE QUANTUM DOTS AS NANOCARRIERS FOR PROTOPORPHYRIN IX IN CANCER TREATMENT

Dilenko H., Bartoň Tománková K., Válková L., Malina L., Kolářová H.

Faculty of Medicine and Dentistry, Department of Medical Biophysics, Palacky University, Hněvotínska 3, 77900, Olomouc, Czech Republic

Protoporphyrin IX is a clinically relevant photosensitizer for photodynamic therapy, but its poor water solubility often requires organic solvents such as DMSO, which may contribute to cytotoxicity and limit its use in biomedical applications. In this study, carboxylated graphene quantum dots (cGQDs) were investigated as nanocarriers for PpIX to improve its dispersibility and photodynamic performance in cancer cells.

The cGQDs-PpIX-Plu complex was prepared through π - π stacking between cGQDs dots and PpIX, followed by a stabilising Pluronic coating. The photodynamic activity of the complex was tested in several cancer cell lines, including HeLa, A549, HT29 and MCF7 cells, and compared with free PpIX. Cell viability following light irradiation was evaluated to assess the photodynamic efficacy of the complex. To further characterise the biological response, reactive oxygen species generation, DNA damage by comet assay, and mitochondrial membrane potential changes were also investigated. Confocal microscopy was used to examine the intracellular uptake and localization of the complex within cancer cells. In addition, scanning electron microscopy (SEM) was used to visualize morphological changes in cells before and after treatment.

The results indicate that cGQDs-PpIX retains strong photodynamic activity and produces effects comparable to free PpIX, while offering a potential advantage in reducing the need for high solvent content. Moreover, the system can be considered a multifunctional nanoplatform with potential for further development in targeted cancer photodynamic therapy.

Táto práca vznikla s podporou projektu IGA_LF_2026_004.

POKROČILÉ METODY ZOBRAZENÍ A ANALÝZY MR TUMORU MOZKU

Dostál M.^{1,2}, Jůza T.^{1,2}, Vybíhal V.³, Keřkovský M.¹

¹Klinika radiologie a nukleární medicíny, FN Brno, ČR

²Biofyzikální ústav, LF MUNI, Brno, ČR

³Neurochirurgická klinika, FN Brno, ČR

Tumory mozku představují značně heterogenní skupinu patologií, jejichž přesná diferenciální diagnostika a klasifikace zůstávají klinickou výzvou. Správná kategorizace tumoru je přitom klíčovým faktorem pro volbu optimální terapeutické strategie. Přestože standardní anatomické sekvence (T1, T2, FLAIR, T1-Gd) hrají v diagnostice nezastupitelnou roli, narážejí na své biologické limity. S rozvojem umělé inteligence a rostoucí dostupností dříve čistě výzkumných sekvencí na klinických MR přístrojích se však tyto hranice posouvají.

Tyto pokročilé techniky umožňují hlubší mikrostrukturální charakteristiku kapilárního řečiště, kvantifikace perfuze, odhad tkáňové elasticity (tuhosti) či stanovení koncentrace kontrastní látky. Cílem tohoto příspěvku je teoretické představení metod pro kvantifikaci MR signálu, konkrétně difuzně-perfuzního tenzorového zobrazení, susceptibilitního mapování (QSM) a multi-dynamic multi-echo (MDME) sekvencí. V závěru prezentujeme pilotní data, metodiku a iniciální výstupy začínajícího projektu u pacientů s gliomy (high- a low-grade), lymfomy, meningeomy a metastázami.

Podpořeno z programového projektu MZ ČR s reg. č. NW26-08-00211.

BIOFYZIKA AKO ZÁKLAD MEDICÍNSKEHO MYSLENIA: PERSPEKTÍVA ÚSTAVU LEKÁRSKEJ A KLINICKEJ BIOFYZIKY LF UPJŠ

Géci L., Sabo J.

Ústav lekárskej a klinickej biofyziky, LF UPJŠ v Košiciach

Ústav lekárskej a klinickej biofyziky na Lekárskej fakulte Univerzity P. J. Šafárika v Košiciach sa zameriava na humánny proteomický výskum s cieľom porozumieť správaniu biologických systémov na molekulárnej a bunkovej úrovni. Súčasné projekty sa orientujú najmä na analýzu zmien proteómu mononukleárných leukocytov periférnej krvi pacientov s karcinómom pankreasu, ako aj na proteomickú charakterizáciu cirkulujúcich NK buniek (natural killer) a dendritických buniek pacientok s karcinómom prsníka. Cieľom je identifikovať proteínové signatúry spojené s nádorovou progresiou, imunitnou dysreguláciou a zmenami v bunkovej signalizácii. Výskum zahŕňa tandemovú hmotnostnú spektrometriu v kombinácii s pokročilými bioinformatickými metódami na analýzu posttranslačných modifikácií, rekonštrukciu metabolických a signálnych dráh a mapovanie proteínových interakčných sietí. Osobitná pozornosť sa venuje identifikácii proteínových biomarkerov, ktoré odrážajú nielen mechanizmy vzniku a progresie ochorení, ale aj indukovanú imunitnú odpoveď a dynamiku aktivácie efektorových buniek vrodenej imunity. Tieto poznatky predstavujú základ pre vývoj personalizovaných terapeutických stratégií, najmä v oblasti imunoonkológie a monitorovania liečebnej odpovede.

V rámci výučby všeobecného a zubného lekárstva, ako aj bakalárskych odborov je našim cieľom rozvíjať medicínske myslenie študentov založené na fyzikálnych poznatkoch o ľudskom organizme a o procesoch, ktoré v ňom prebiehajú, pričom sa osobitne sústreďujeme na technológie v medicíne. V oblasti diagnostiky kladieme dôraz najmä na zobrazovacie metódy a fyzikálne princípy, ktoré stoja za ich fungovaním. Cieľom praktických úloh je rozvíjanie medicínskeho myslenia študentov pri primárnom spracovaní biosignálov získavaných pri základných vyšetrovacích metódach. Ústav zároveň zavádza nové metodiky na báze e-learningu, simulačných nástrojov a umelej inteligencie, ktoré následne integruje do vzdelávania povinných aj voliteľných predmetov v oblasti lekárskej biofyziky a príbuzných disciplín.

Táto práca vznikla s podporou projektu VV-MVP-24-0135, financovaného Agentúrou na podporu výskumu a vývoja Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže SR.

KOREKCIA INCIZÁLNEHO SCHODÍKA PRI ANGLE II/I ELASTICKÝMI ŤAHMI II. TRIEDY

Géci I.¹, Högerová D.¹

¹Ústav lekárskej a klinickej biofyziky, LF UPJŠ v Košiciach

Snahou ortodontických liečebných postupov je dosiahnutie funkčného harmonického celku zubných oblúkov pozostávajúceho z finálnej pozície jednotlivých zubov k svojim antagonistom, ako aj k okolitým mäkkým tkanivám maxily a mandibuly, pričom výsledná poloha zubov je dôsledkom všetkých pôsobiacich mechanických síl.

Popri fixných aparátoch využívajúcich oceľové oblúky sa na dosiahnutie správnej korekcie využívajú aj gumové a elastoméne materiály najmä vďaka veľkému rozsahu pružnosti a nepretržitému pôsobeniu pri zatvorených alebo otvorených ústach. Intermaxilárne ťahy II. triedy, ktoré sa umiestňujú medzi háčikom dolnej čeľuste a horným očným zubom, resp. bočným rezákom, pôsobia silou diagonálne medzi zadnými zubami sánky a prednými zubami čeľusti, čím umožňujú efektívne korigovať vzťah molárov a uzatváranie existujúcich medzier.

Cieľom tejto štúdie bolo preskúmať efektívnosť mechanických síl ťahov II. triedy v korekcii incizálneho schodíka u pacientov spadajúcich pod diagnózu Anglova II. trieda, 1. podtrieda inkorporáciou elastických ťahov II. triedy do liečby fixným aparátom.

Do súboru bolo zapojených celkovo 73 pacientov vo veku 13-18 rokov bez predchádzajúcej čeľustno-ortopedickej liečby, pričom maximálny predhryz mal hodnotu 11,3 mm. Merania incizálneho schodíka sa vykonávali na sadrových modeloch pred terapiou a po dosiahnutí fyziologickej hodnoty. Intermaxilárne latexové elastické ťahy pôsobiace silou 1,3 N vykazovali priemernú mesačnú korekciu na úrovni 1,8 mm, čo je podobná efektívnosť, ako v prípade fixného čeľustno-ortopedického aparátu.

Táto štúdia bola uskutočnená s podporou projektu „VV-MVP-24-0135: Proteomická analýza imunologickej odpovede NK a dendritických buniek v periférnej krvi u pacientov s karcinómom prsníka“, ktorý je financovaný Agentúrou na podporu výskumu a vývoja Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže SR.

CAROSO-SIGNAL

Heřman P., Tejral G., Pashchenko A., Kráľovič M., Amler E.

Ústav biofyziky 2. LF UK, Praha

Období renesance a humanismu obracelo pozornost k celému člověku, k jeho duchu, duši i tělu, k anatomii i fyziologii a hledalo jeho místo v okolní přírodě a jejich zákonitostech. Renesanční tanec se nám jeví nejen jako dobrá volnočasová aktivita, ale struktura jeho pohybů a jejich vnímání může nalézt široké uplatnění v rehabilitaci, zejména ve fyzioterapii, napříč všemi věkovými kategoriemi. Naším cílem je tento potenciál odkrývat a monitorovat pomocí různých biosignálů.

Pro náš záměr jsme si vybrali díla tanečního mistra vrcholné italské renesance Marca Fabritia Carosa da Sermoneta. Ve svých dvou sbírkách z konce 16. století popisuje 132 tanců, v nichž používá celkem asi 70 různých tanečních kroků. Zde si ukážeme druhou sloku (sólo pána) z jeho cascardy *Chiara Stella*, složenou z kroků: *Seguiti spezzati fiancheggiati innanzi, Passi presti, Trabuchetti, Seguito spezzato volto, Cadenza*. Totéž se opakuje na opačnou stranu. Následuje refrén celého páru, kde přibývají kroky *Passi trangati fiancheggiati* a *Riprese*, opět postupně na obě strany. Symetrická povaha tance umožňuje posoudit případnou asymetrii stavby těla a jeho fyziologie.

Pomocí souprav biosignalsplux monitorujeme: Sensory FSR (Force Sensing Resistor) došlap patou a špičkou, akcelerometr na kotníku, EMG lýtkového svalu (u obou nohou), EKG, dech, hudbu. Získané soubory vyhodnocujeme zatím pouze pohledem za pomoci programu OpenSignals (r)evolution. Ve výhledu je i využití strojového zpracování, případně i za pomoci AI.

V tuto chvíli se jedná o *pilotní projekt*, ve kterém řešíme hlavně technické problémy záznamu, zejména nepřiměřenost silových sensorů, možná budeme muset vyvinout vlastní. A případně EMG dalších svalových skupin nebo i další biosignály. Ideální by bylo v případě párových tanců monitorovat obě osoby a sledovat jejich soulad – např. pacienta a fyzioterapeuta. Do projektu se snažíme zapojit nejen tanečníky z různých souborů historického tance, ale už např. i *studenty oboru fyzioterapie* a další zájemce. Ti si mohou něco vyzkoušet i v rámci experimentálních úloh biofyzikálního praktika.

Domovská stránka projektu je zde: [https://w.wiki/Hza\\$](https://w.wiki/Hza$)

FROM MOLECULES TO CELLS: ADVANCED MULTIMODAL CHARACTERIZATION IN MODERN BIOPHYSICS

Horák J.

Měřicí technika Morava s. r. o., Babická 619, 664 84 Zastávka, Czech republic

The rapid development of modern biophysical characterization techniques has significantly expanded our ability to investigate biological materials across multiple length scales, from molecular interactions to cellular and tissue-level structures. Advanced methodologies such as bio-atomic force microscopy (bioAFM), AFM-IR spectroscopy [1], Optical Photothermal Infrared (O-PTIR) spectroscopy, nanoindentation, scanning electron microscopy (SEM) and other techniques now play an increasingly important role in contemporary biomedical and life science research. Beyond the characterization of biological systems, these techniques also contribute to the development of novel analytical workflows and interdisciplinary research approaches.

BioAFM enables high-resolution imaging and nanomechanical characterization of biological samples under physiologically relevant conditions, with the possibility of correlative integration with advanced optical methods such as STED, STEM, and confocal microscopy. AFM-IR spectroscopy provides simultaneous access to nanoscale mechanical and chemical information with spatial resolution below 10 nm. Nanoindentation offers quantitative evaluation of mechanical properties, including elasticity, stiffness, and hardness of biological materials. SEM delivers high-resolution imaging of surface morphology and ultrastructural features, while its integration with complementary analytical techniques further broadens its applicability. O-PTIR combines infrared absorption spectroscopy with visible-light detection, enabling non-contact, label-free chemical characterization with sub-micron spatial resolution, while also allowing co-localized infrared, Raman, and fluorescence measurements.

This presentation introduces both the theoretical principles and selected practical applications of these advanced characterization techniques in biophysical research. Particular emphasis will be placed on their application in the study of cells, protein assemblies, lipid membranes, viruses, biomaterials, and cell–cell interactions. Examples demonstrating correlative multimodal approaches for investigating structural, chemical, and mechanical properties of biological systems will also be presented, highlighting the growing importance of integrated nanoscale characterization in modern biophysics.

TKÁŇOVÝ PROCESOR PRO PŘÍPRAVU BIOLOGICKÝCH VZORKŮ PRO SKENOVACÍ ELEKTRONOVOU MIKROSKOPII

Jezbera D.^{1,2}, Loskot J.², Voda P.¹, Bezrouk A.¹

¹Ústav lékařské biofyziky, LF UK v Hradci Králové

²Katedra fyziky, PřF Univerzity Hradec Králové

Skenovací elektronový mikroskop je dnes nedílnou součástí histologických laboratoří. Příprava tkáňových vzorků však bývá komplikovaná. Důvodem je, že organické tkáně obvykle rychle degradují, zároveň se deformují a v prostředí vysokého vakua uvnitř mikroskopu mohou uvolňovat látky znečišťující vzorkovou komoru.

Vzorky tkání je potřeba nejprve zafixovat a zbavit vlhkosti, což obvykle spočívá v postupném namáčení preparátů v řadě fixačních a dehydratačních činidel. Poté následuje vysušení a pokovení. Počet namočení (lázní) bývá kolem deseti, takže se jedná o jednotvárnou laboratorní činnost.

Existují komplexní přístroje, které kombinují procesy namáčení a vysoušení. Ty jsou však značně drahé, a tak tato činnost zůstává na laborantovi. V loňském roce byl v rámci projektu TAČR SIGMA na ÚLB LFHK ve spolupráci s Univerzitou Hradec Králové zrealizován jednoduchý tkáňový procesor, který monotónní činnost namáčení vzorků automatizuje.

Základem přístroje je karusel s 20 zkumavkami obsahujícími roztoky. Nad zkumavkami je závěs s držákem se 4 košíčky pro vzorky, v nichž jsou umístěny připravované tkáňové preparáty. Karusel se postupně pootáčí a košíčky jsou na definovanou dobu potápěny do roztoků ve zkumavkách.

Tkáňový procesor je řízen jednodeskovým počítačem, většina mechanických částí je vyrobena 3D tiskem. Protokoly přípravy se mohou modifikovat pomocí aplikace na chytrém mobilu. Přístroj umožňuje posílat přes e-mail zprávy o ukončení procesu přípravy nebo nečekané závadě.

Tkáňový procesor byl otestován na řadě vzorků rostlinného a živočišného původu. Jejich následné zobrazení pomocí elektronové mikroskopie prokázalo, že kvalita přípravy je srovnatelná s manuální přípravou.

Tato práce vznikla s podporou projektu TAČR SIGMA TQ11000058 „Podpora aktivit Proof of Concept na UK - SIGMA 4“ – Zařízení pro automatizovanou fixaci a dehydrataci biologických vzorků pro elektronovou mikroskopii.

SOFTWARE PRO MRI DATA A PŘÍKLADY JEHO POUŽITÍ

Jiráček D.^{1,2}, Havlíček D.^{1,2}, Franc M.², Červený D.^{1,2}, Valášková D.², Krupa F.^{1,2}

¹Ústav biofyziky a informatiky, 1. LF UK, Praha

²Institut klinické a experimentální medicíny, Praha

V této přednášce představíme soubor softwarových nástrojů vyvinutých pro zpracování a analýzu dat magnetické rezonance, které nacházejí využití zejména v preklinických aplikacích. Zaměříme se zejména na software pro zpracování dat spektroskopického zobrazování (CSI), výpočet relaxačních map a analýzu difuzních dat.

V oblasti CSI budou prezentovány nástroje umožňující zpracování spekter, prostorovou rekonstrukci dat a kvantitativní hodnocení distribuce sledovaných látek. Dále představíme software pro výpočet T1 a T2/T2* relaxačních map, který umožňuje voxelovou analýzu relaxačních parametrů a jejich přehlednou vizualizaci. Třetí část bude věnována výpočtu difuzních parametrů, zejména mapování aparentního difuzního koeficientu, frakční anizotropie a dalším přístupům využitelným při hodnocení struktury a mikroprostředí tkání.

Přednáška bude doplněna konkrétními příklady použití těchto nástrojů na experimentálních MRI datech. Ukážeme, jak specializovaný software přispívá ke zpřesnění analýzy MR dat, usnadňuje jejich interpretaci a rozšiřuje možnosti kvantitativního hodnocení v biomedicinském výzkumu.

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)..

APLIKACE PRO SLEDOVÁNÍ AKTIVITY PRASAT PRO BIOMEDICÍNSKÝ VÝZKUM

Jiřík M.^{1,2}, Liška V.^{1,3}

¹Biomedicínské centrum, Lékařská fakulta v Plzni, Karlova Univerzita

²NTIS, Fakulta aplikovaných věd, Západočeská univerzita v Plzni

³Chirurgická klinika, Fakultní nemocnice Plzeň

Sledování aktivity zvířat je dlouhodobě řešený problém. Mezi nejčastější pole využití patří podpora rozhodování v zemědělství a sledování živočichů ve volné přírodě. V řadě situací lze využívat zavedená softwarová řešení, která umožňují analyzovat nejběžnější situace. V biomedicínském výzkumu se objevují požadavky, které často nelze takovýmto softwarem vyřešit.

Cílem našeho experimentu bylo vytvořit aplikaci, která umožňuje sledování úhrnné trajektorie experimentálního zvířete v chovném boxu a sledování dalších přidružených aktivit, mezi které lze zahrnout například návštěvu ošetřovatele v daném boxu. Podružným cílem bylo ověřit, zda je možné tento problém vyřešit s využitím velkých jazykových modelů a agentních systémů i s limitovaným úsilím a v relativně v krátkém období.

Pro vytvoření aplikace byl nejprve vytvořen malý dataset čítající 1044 obrázků ze dvou kamer, které jsou umístěny nad čtveřicí boxů pro přeštická černostrakatá prasata (*Sus scrofa*). V datasetu bylo pomocí nástroje CVAT anotováno 305 obrázků. Označeny byly třídy „pig“ a „caretaker“. Dataset byl rozdělen na trénovací, validační a testovací část (214, 61 a 31 obrázků). Pro detekci je využívána architektura RF-DETR, a pro tracking využíváme ByteTrack (implementace pomocí knihovny trackers). Nejlepším dosaženým výsledkem je $\text{val/mAP}_{50_95}=0.9459$.

Pro vytvoření aplikace byl využíván systém Codex (od firmy OpenAI) bylo potřeba 101 věcných promptů a 7 pracovních dnů.

V našem experimentu jsme ukázali, že je možné v průběhu krátké doby vytvořit systém na sledování zvířat s požadavky specifickými pro biomedicínský výzkum.

Podpořeno projektem „Integrace biomedicínského výzkumu a zdravotní péče v metropolitní oblasti Plzeň“, reg. č. CZ.02.01.01/00/23_021/0008828) – spolufinancováno Evropskou unií a státním rozpočtem České republiky.

MORFOLOGIE ZÁKLADNÍCH TYPŮ MOZKOVÝCH NÁDORŮ V MR OBRAZE S OHLEDEM NA JEJICH HISTOLOGICKOU SKLADBU

Jůza T.^{1,2}, Dostál M.^{1,2}, Vybíhal V.³, Keřkovský M.¹

¹Klinika radiologie a nukleární medicíny, FN Brno, ČR

²Biofyzikální ústav, LF MUNI, Brno, ČR

³Neurochirurgická klinika, FN Brno, ČR

Magnetická rezonance (MR) představuje v současnosti klíčovou metodu v diferenciální diagnostice intrakraniálních expanzivních procesů. Díky fyzikální podstatě této metody vykazuje základní histopatologická struktura tumoru přímou korelaci s parametry výsledného obrazu, a to například v oblastech buněčnosti lézí či stupně narušení hematoencefalické bariéry. Tyto charakteristiky lze hodnotit již v rámci standardních vyšetřovacích protokolů zahrnujících sekvence T1, T2, FLAIR, DWI a postkontrastní T1.

Přestože aktuální klasifikace WHO definuje široké spektrum intrakraniálních neoplazií, a to i na podkladě specifických molekulárně-genetických profilů, je cílem tohoto sdělení souhrn typických radiologických rysů hlavních několika skupin mozkových nádorů a jejich korelace s histopatologickým nálezem. Práce dále zmiňuje možný význam a naše zkušenosti s dalšími pokročilými technikami MR zobrazení s potenciálem zúžení diferenciální diagnostiky touto neinvazivní metodou.

Podpořeno z programového projektu MZ ČR s reg. č. NW26-08-00211.

NEURODYNAMICKÉ VZORCE MOZGU A NOVÉ PRÍSTUPY KU KVANTIFIKÁCIÍ KOMPLEXITY

Knociková J.^{1, 2, 3}

¹Ústav lekárskej biofyziky a lekárskej informatiky, Ostravská univerzita

²Katedra kybernetiky a biomedicínskeho inžinýrství, VŠB – Technická univerzita Ostrava

³Département Informatique, Polytech Grenoble – INP, Université Grenoble Alpes

Analýza mozgových signálov predstavuje jednu z kľúčových výziev súčasnej neurotechnológie. Neurálna aktivita je inherentne nepravidelná, nelineárna a nestacionárna, čo výrazne limituje možnosti tradičných lineárnych prístupov, ako je amplitúdová či výkonová spektrálna analýza. Rýchle a prechodné zmeny mozgových oscilácií možno spoľahlivo zachytiť len pokročilými metódami spracovania signálov. Waveletová analýza poskytuje multirezolučný rámec umožňujúci simultánne sledovať časové aj frekvenčné charakteristiky neurálnej aktivity. Nelineárne metriky, vrátane teórie chaosu, entropických ukazovateľov a fraktálnej dimenzie, dopĺňajú tento prístup kvantifikáciou komplexity a nepravidelnosti mozgových procesov, čím odhaľujú informácie, ktoré lineárne techniky nedokážu zachytiť.

Elektroencefalografia zostáva jedným z najdôležitejších nástrojov neurovedy a klinickej neurológie, no jej plný diagnostický potenciál sa naplno prejavuje až pri využití týchto moderných analytických stratégií. Kombinácia waveletovej analýzy s nelineárnymi ukazovateľmi umožňuje presnejšie charakterizovať neurálnu dynamiku, identifikovať patologicky významné vzorce a monitorovať progresiu neurologických ochorení či odpoveď na terapeutické intervencie.

Tieto metodologické inovácie predstavujú zásadný posun smerom k vysoko presnej, dátovo riadenej neurodiagnostike. Transformujú komplexnú dynamiku mozgu na objektívne, kvantifikovateľné ukazovatele, ktoré dopĺňajú tradičné klinické a zobrazovacie metódy. Výsledkom je presnejšie a individualizované hodnotenie funkčného stavu mozgu, podporujúce hlbšie porozumenie mechanizmom regulácie motorických, senzorických a kognitívnych procesov.

Táto interdisciplinárna výskumná platforma vytvára robustný základ pre budúcu integráciu metód strojového učenia, umelej inteligencie a pokročilej štatistickej validácie biomarkerov, a bola aktuálne zaradená aj do výučby na INP – Université Grenoble Alpes ako spoločný ročníkový projekt.

KLINICKÉ HODNOCENÍ ÚČINKU FOTODYNAMICKÉ A SONODYNAMICKÉ TERAPIE NA STAPHYLOCOCCUS AUREUS.

Kolářová, H.¹, Válková L.¹, Kolaříková M¹, Bajgar R.¹, Večeřová R.², Bartoň Tománková K.¹, Sněhota M.¹, Dilenko H.¹, Jírová D.³, Urban J.³, Kolář M.²

¹Ústav lékařské biofyziky, LF UPOL, Olomouc, Česká republika

²Ústav mikrobiologie, LF UPOL, Olomouc, Česká republika

³Ústav Státní zdravotní ústav, Praha, Česká republika

Rostoucí výskyt antibioticky rezistentních kožních infekcí dlouhodobě zdůrazňuje potřebu vývoje alternativních „neantibiotických“ terapeutických přístupů. Methylenová modř (MB) je fotosenzitizér s výrazným antimikrobiálním účinkem. Cílem této studie bylo zhodnotit v rámci klinického hodnocení účinnost fotodynamické terapie (PDT) a její kombinace se sonodynamickou terapií (SDT) za využití MB při redukci *Staphylococcus aureus* na lidské kůži.

Na základě předešlých in-vitro výsledků, kdy byl sestaven optimální protokol, byla provedena otevřená pilotní studie na 20 zdravých dobrovolnících s využitím modelu uměle kontaminované lidské kůže. Methylenová modř (25 μ M) byla aplikována lokálně, následovala SDT v kombinaci s PDT nebo PDT samotná. Antimikrobiální účinnost byla vyjádřena jako logaritmická redukce (\log_{10}) počtu bakterií.

Samotná PDT s MB vedla k významné redukci bakteriální zátěže (průměrně $\sim 2,08 \log_{10}$). Kombinovaná terapie PDT+SDT vykazovala vyšší účinnost, zejména při opakovaném ozáření, kdy dosáhla průměrné redukce $\sim 2,42 \log_{10}$.

Výsledky studie ukazují, že PDT s využitím MB je účinnou antimikrobiální metodou a její kombinace se SDT významně zvyšuje redukci bakterií. Tento přístup představuje slibnou neinvazivní strategii pro léčbu povrchových kožních infekcí, zejména v kontextu rostoucí antibiotické rezistence.

Tato práce byla podpořena Ministerstvem zdravotnictví České republiky, grant č. NU21-09-00357.

ANALÝZA OXYHYDROXIDOV V ĽUDSKOM GLOBUS PALLIDUS

Kopáni M.¹, Kosnáč D.¹, Gemainer P.², Janega P.³, Pánik J.¹, Polák Š.⁴

¹Ústav lekárskej fyziky a biofyziky, LF UK v Bratislave

²Ústav polygrafie a aplikovanej fotochémie, STU v Bratislave

³Ústav patologickej anatómie, LF UK v Bratislave

⁴Ústav anatómie, LF UK v Bratislave

Železo je nevyhnutný chemický prvok pre metabolizmus neurónov, syntézu neurotransmitterov a enzymatické funkcie. Bazálne gangliá, najmä *globus pallidus*, predstavujú miesto so zvýšeným ukladaním železa, avšak presná štruktúra týchto depozitov a ich význam zostávajú neúplne objasnené.

Na charakterizáciu depozitov železa v ľudskom *globus pallidus* sme použili Ramanovu spektroskopiu (RS), svetelnú mikroskopiu (SM), transmisnú elektrónovú mikroskopiu (TEM) a skenovaciu elektrónovú mikroskopiu (SEM) spojenú s energo-disperznou analýzou (EDX). Vyšetrenie SM odhalilo železo-pozitívne, sférické inklúzie s priemerom 10–20 μm . RS ukázala pásy pri 268–278, 490, 526 a 603 cm^{-1} , ako aj širšie signály v rozsahu 1259–1349 cm^{-1} , ktoré zodpovedajú magnetitu, maghemitu, hematitu a štruktúram podobným feritínu. Ďalšie vibrácie v rozsahu 682–1532 cm^{-1} naznačovali interakcie s organickými matricami, ako sú proteínové alebo lipidové zložky. SEM-EDX identifikovala pravidelné aj nepravidelné častice obsahujúce železo a prvky ako C, O, Al, Si, P, S, Ca, Cr a Ni. TEM vyšetrenie ukázalo mikrometrové častice hematitu a agregáty ferrihydritu.

Tieto zistenia naznačujú, že depozity železa v *globus pallidus* pozostávajú z heterogénnych zmesí oxidov a hydroxidov s rôznym stupňom kryštalinity. Takéto fázy môžu slúžiť ako zásobníky redoxne aktívneho železa, ktoré katalyzuje tvorbu reaktívnych foriem kyslíka prostredníctvom Fentonovej chémie, a tým prispieva k zvýšenej zraniteľnosti neurónov pri neurodegeneratívnych ochoreniach.

Táto práca vznikla s podporou projektu APVV-21-0059.

VYBRANÉ PARAMETRE MÁP ČASU KOMOROVEJ AKTIVÁCIE MLADÝCH ZDRAVÝCH DOSPELÝCH

Kozlíková K.¹

¹Ústav lekárskej fyziky a biofyziky, LF UK v Bratislave

Čas aktivácie komôr (VAT) alebo čas vrcholu R je interval na EKG zvođe od začiatku komplexu QRS po vrchol kmitu R. Odráža trvanie elektrickej aktivácie z endokardu do epikardu a pri predĺžení môže indikovať rôzne patologické stavy. Fyziologické hodnoty sa líšia v závislosti od konkrétneho EKG zvodu. Pri použití viaczvodovej elektrokardiografie je možné vyhodnotiť VAT na celom povrchu hrudníka. Cieľom našej štúdie bolo analyzovať vybrané parametre máp VAT zdravých mladých dospelých.

Izochrónne mapy VAT na povrchu hrudníka boli zaznamenané a analyzované u 90 zdravých dobrovoľníkov vo veku 18 až 19 rokov. Elektrokardiogramy boli zaznamenané s použitím mapovacieho systému ProCardio (150 bodov na povrchu hrudníka); ďalšie výpočty aj grafické výstupy boli získané s použitím MS EXCEL.

Priemerné mapy VAT ukázali, že aktivácia spravidla začína v pravej hornej časti prednej steny hrudníka a končí na pravej hornej časti chrbta. Jej postup je orientovaný prevažne proti smeru hodinových ručičiek. Pritom začiatky a konce aktivácie ako aj oblasti bez kmitov R boli vždy mimo polôh štandardných hrudníkových elektród. Medzi mužmi a ženami sa nezistili žiadne štatisticky významné rozdiely v rozloženiach časov VAT na priemerných mapách skupín, zodpovedajúce smerodajné odchýlky boli v jednotlivých zvodoch prevažne pod 15 ms. Rozdiely neboli ani v trvaní komplexu QRS ($91 \text{ ms} \pm 12 \text{ ms}$), v najkratšom čase VAT (začiatok aktivácie VAT_{min} ; $21 \text{ ms} \pm 8 \text{ ms}$), v najdlhšom čase VAT (koniec aktivácie VAT_{max} ; $77 \text{ ms} \pm 10 \text{ ms}$), v trvaní aktivácie ($VAT_{max} - VAT_{min}$; $57 \text{ ms} \pm 6 \text{ ms}$). Všetky hodnoty VAT sa významne ($p < 0,05$), aj keď nie rovnako, zvyšovali s predĺžovaním trvania komplexu QRS. Jediný štatisticky významný rozdiel medzi mužmi a ženami bol v tesnejšej lineárnej závislosti trvania aktivácie od trvania komplexu QRS ($p < 0,05$).

Získané poznatky je možné využiť pri diagnostike ochorení srdca, ktoré sa prejavujú zmenou postupu elektrickej aktivácie alebo zníženým napätím na povrchu hrudníka, ako arytmie, srdcové zlyhanie alebo infarkt myokardu.

Táto práca vznikla s podporou projektov KEGA 040UK-4/2022 a KEGA 032UK-4/2026, MŠVV SR.

ULTRAFast CONFOCAL IMAGING OF ORGANOID MODELS OF NEURODEGENERATIVE DISORDERS

Khoroshyy P.^{1,2}, Miclea P.^{1,2}, Nagy Marková V.^{1,2}, Christlmeier M.³, Paquet D.⁴, Von den Eynde R.⁵, Vandenberg W.⁵, Dedecker P.⁵, Lazar J.^{1,2}

¹Inst. Of Biology and Medical Genetics, First Faculty of Medicine, Charles University Prague, Czech Republic

²Innovative Bioimaging, s.r.o., Prague, Czech Republic

³ISAR Bioscience GmbH, Planegg, Germany

⁴Ludwig Maximilian University, Munich, Germany

⁵KU Leuven, Leuven, Belgium

Brain organoids present an opportunity to study neurodegenerative health disorders in a controlled environment. However, as complex 3D objects, organoids also present challenges for microscopy observations. For the purpose of microscopy-based screening for pharmaceutical drug discovery and development, rapid 3D imaging is crucial. Here we present a novel, simple design of a laser-scanning confocal microscope that allows 3D imaging of a whole organoid with sub-cellular resolution within a few seconds. The optical design allows high-throughput imaging in a multi-well plate format. The microscope can be controlled both by commercial and open-source microscopy software, and allows sensitive imaging of fluorescent molecular biosensors.

The work was supported by the EIC PathFinder Open project UniSens.

ROZŠIROVANIE SIMULAČNEJ MEDICÍNY NA LEKÁRSKEJ FAKULTE UPJŠ V KOŠICIACH

Majerník J.¹, Jánošík J.¹, Kačmariková A.¹, Géci I.², Sabo J.²

¹Ústav lekárskej informatiky a simulátorovej medicíny, LF UPJŠ v Košiciach

²Ústav lekárskej a klinickej biofyziky, LF UPJŠ v Košiciach

Medicínske simulácie sa stali významnou a neoddeliteľnou súčasťou vzdelávania na lekárske fakultách, a to nielen pri výchove budúcich zdravotníckych pracovníkov, ale aj v kontinuálnom a špecializačnom štúdiu. Svoje uplatnenie nachádzajú v overovaní nadobudnutých teoretických vedomostí, zdokonaľovaní praktických zručností predchádzajúcich reálnej práci pri lôžku pacienta, riešení otázok bezpečnosti pacientov, uplatňovaní zložitých a komplexných postupov v príprave a následnom manažmente pacienta a mnohých ďalších. Aplikovanie modalít rôznej úrovne vierohodnosti, akými sú napríklad viac či menej realistické figuríny, virtuálna a rozšírená realita, virtuálni pacienti a pod. prináša benefity v podobe zlepšovania vedomostí, zručností, sebavedomia či rozhodovania, a to všetko pri preukázateľnom znižovaní chýb a lepšej pripravenosti na reálnu prax. Pedagogická účinnosť vzdelávania založeného na simuláciách sa tak opiera najmä o efektívne získavanie vedomostí a zručností, ako aj o zvládanie náročného učenia, cieleňú prax i udržiavanie získaných vedomostí.

V nadväznosti na kontinuálne prebiehajúce inovácie vo vzdelávaní študentov medicíny na fakulte, ktoré reflektujú jednak aktuálne poznatky, ako aj vývojové trendy vo využívaní moderných edukačných nástrojov, a s cieľom skvalitnenia vzdelávacieho procesu a zatraktívnenia štúdia prebieha od minulého roka implementácia projektu zameraná na rozširovanie Centra simulátorovej a virtuálnej medicíny UPJŠ LF. Jeho hlavným cieľom je nielen priestorové a materiálne rozšírenie centra, ale najmä kontinuálna podpora zavádzania princípov simulátorovej medicíny do výučby v jednotlivých študijných programoch a ich kombinácia s tradičnými metódami teoretického medicínskeho vzdelávania a klinickej výučby pri lôžku pacienta.

Práca vznikla s podporou projektu 401101C029 „CSVM UPJŠ LF – Budovanie a rozvoj odborných zručností a kompetencií študentov lekárske a zdravotníckych vied pomocou medicínskych simulačných nástrojov v Centre simulátorovej a virtuálnej medicíny UPJŠ LF“.

PROTEOMICKÁ CHARAKTERIZÁCIA IMUNITNÝCH BUNIEK PERIFÉRNEJ KRVI U PACIENTOK S KARCINÓMOM PRSNÍKA

Marcin M.¹, Siváková B.¹, Šulíková M.¹, Marcin M.², Lenárt M.³, Bober P.¹, Sabo J.¹

¹ Ústav lekárskej a klinickej biofyziky, LF UPJŠ v Košiciach

² Centrum klinického a predklinického výskumu MEDIPARK, LF UPJŠ v Košiciach

³ 1. chirurgická klinika, LF UPJŠ v Košiciach

Karcinóm prsníka (KP) je celosvetovo najčastejšie diagnostikovaným karcinómom s viac ako 2,3 miliónmi prípadov v roku 2020. Napriek pokrokom v liečbe niektoré podtypy zostávajú problematické z dôvodu zlej prognózy a rezistencie voči systémovej terapii. CD8⁺ T-lymfocyty zohrávajú kľúčovú úlohu v protinádorovej imunite prostredníctvom cytotoxických odpovedí proti nádorovým bunkám. Hoci tumor-infiltrujúce lymfocyty sú značne preskúmané, o cirkulujúcich CD8⁺ T-bunkách v periférnej krvi a ich funkčnom stave v rôznych podtypoch KP je známe menej. Proteomické profilovanie periférnych CD8⁺ T-lymfocytov predstavuje minimálne invazívny prístup k štúdiu systémových imunitných odpovedí. Cieľom tejto štúdie bolo charakterizovať proteomické zmeny v CD8⁺ T-bunkách u pacientok s benígnym ochorením prsníka a rôznymi podtypmi KP pomocou nano-UHPLC spojenej s hmotnostnou spektrometriou s vysokým rozlíšením.

Táto práca vznikla s podporou projektu AKARDIO COVID-19 (ITMS: 313011AUB1) z Operačného programu Integrovaná infraštruktúra, spolufinancovaného Európskym fondom regionálneho rozvoja. Ďalšia podpora bola poskytnutá Slovenskou agentúrou pre výskum a vývoj v rámci projektov APVV-19-0476 a VV-MVP-24-0135.

BIOIMPEDANČNÍ MĚŘENÍ RYCHLOSTI PULZOVÉ VLNY U PACIENTŮ S ABDOMINÁLNÍM AORTÁLNÍM ANEURYSMATEM

Marešová M.¹, Wirth J.², Kampo D.³, Vondra V.³, Růžička J.¹, Moláček J.²

¹Ústav biofyziky, LF UK v Plzni

²Chirurgická klinika, FN Plzeň

³Ústav přístrojové techniky, AV ČR

Abdominální aortální aneurysma (AAA) představuje patologické rozšíření břišní aorty, které je spojeno se změnami mechanických vlastností cévní stěny a zvýšeným rizikem její ruptury. Včasná detekce a sledování těchto změn je proto klíčové pro klinickou praxi. Arteriální systém lze přitom chápat jako dynamický mechanický celek, ve kterém se šíří pulzová vlna vznikající při srdeční kontrakci. Rychlost jejího šíření (pulse wave velocity, PWV) je považována za významný neinvazivní marker arteriální tuhosti a celkového stavu cévního řečiště. Právě u pacientů s AAA může analýza PWV přispět k lepšímu pochopení změn v cévní stěně a potenciálně sloužit jako doplňkový nástroj pro jejich hodnocení.

V tomto případě byla využita bioimpedanční metoda měření, která umožňuje snímání změn elektrické impedance tkání způsobených pulzujícím objemem krve. Měření probíhá pomocí vícekanálového bioimpedančního přístroje, kdy jsou proudové elektrody umístěny za uchem a na dolní končetině a napěťové elektrody v měřených lokalitách. Signál je zaznamenáván současně v oblasti arteria carotis a arteria femoralis, což umožňuje stanovení transitního času pulzové vlny mezi těmito body a následný výpočet PWV. Současně je z lokálního průběhu bioimpedančního signálu analyzován tvar pulzové vlny.

Hlavním cílem bylo posoudit vztah mezi hodnotou PWV a velikostí AAA, případně jeho přítomností. Předpokládalo se, že změny geometrie a mechanických vlastností cévní stěny v oblasti aneurysmatu budou mít vliv na šíření pulzové vlny. Analýza souboru pacientů však naznačuje, že hodnota PWV je ovlivněna celou řadou dalších faktorů, mezi které patří zejména aterosklerotické změny cévní stěny, přítomnost trombu, arteriální hypertenze.

Z uvedeného vyplývá, že PWV představuje komplexní parametr odrážející globální vlastnosti cévního systému. Její interpretace v kontextu konkrétní patologie, jako je AAA, proto vyžaduje zohlednění širšího spektra klinických a fyziologických faktorů. Kombinace bioimpedančního měření a analýzy pulzové vlny tak nabízí perspektivní přístup pro neinvazivní hodnocení cévního systému a jeho patologických změn.

ZOBRAZOVÁNÍ IN VITRO MODELU LIPIDOVÝCH NANOVRSŤEV POVRCHOVÉ VRSTVY STRATUM CORNEUM POMOCÍ AFM A SEM

Mašín V.¹, Bezrouk A.¹, Velissari P.²

¹Ústav lékařské biofyziky, Univerzita Karlova, LF v Hradci Králové

²Skin Barrier Research Group, Univerzita Karlova, FaF v Hradci Králové

Úvod: Lipidová vrstva na povrchu stratum corneum kůže má zásadní význam pro ochranu vnitřního prostředí organismu před vnějšími vlivy, zejména před ztrátami vody. Její komplikovaná molekulární struktura výrazně komplikuje pokusy o vytváření in vitro modelů, použitelných pro laboratorní výzkum. Slibným kandidátem je model vytvořený kolegy z FaF, založený na atomárně štěpené slídě s kovalentně navázanými dlouhými organickými řetězci, jejichž úkolem je ukotvit deponované vrstvy lipidů. Naším příspěvkem mělo být porovnání různých variant chemických modifikací slídy na základě zobrazování povrchových domén lipidové vrstvy metodami AFM a SEM.

Materiál a metody: Pro AFM zobrazování jsme použili mikroskop NaioAFM (Nanosurf AG, Liestal, Švýcarsko) se sondami Dyn190Al téhož výrobce v dynamickém režimu snímání. Pro SEM zobrazování sloužil mikroskop JSM-IT500HR (JEOL Ltd., Akishima, Japonsko). Snímány byly vzorky slídy jak nemodifikované, tak modifikované alkylovými, katecholaminovými a ceramidovými řetězci. U každé varianty jsme snímali jak holý povrch, tak i povrch s depozicemi jedné, pěti, resp. šesti vrstev lipidů izolovaných z lidské kůže. Pro SEM snímání byly vzorky naprašeny zlatem, případně uhlíkem.

Výsledky: AFM snímání po nalezení vhodného skenovacího režimu poskytlo reprodukovatelné snímky povrchu vzorků; problematickým ale se ukázalo nezávislé ověření pomocí SEM. Poté, co se na první sadě vzorků, naprašovaných zlatem, nepodařilo pozorovat žádné vrstvy, použili jsme na další sadu šetrnější naprašování uhlíkem. Ani v tomto případě ale SEM nedokázal vrstvy zobrazit, třebaže velikost povrchových domén podle AFM snímků dosahovala jednotek mm a tloušťka vrstev desítek nm, bezpečně v možnostech rozlišení SEM. Předpokládali jsme proto, že vakuum nezbytné pro naprašování i samotné SEM snímání způsobilo jejich odpaření. Následná kontrola na AFM však ukázala, že vrstvy zůstaly zachovány i po SEM snímání; příčina selhání SEM tak prozatím zůstává nejasnou.

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

VYVOLANIE PYROPTOTICKEJ BUNKOVEJ SMRTI OŽIARENÍM BUNIEK NÍZKOENERGETICKÝMI PROTÓNMI

Maťašeje N.¹, Pánik J.², Mateašík A.³, Trnka M.², Gurecká R.², Kaizer J.¹, Ješkovský M.¹, Zeman J.¹, Povinec P.¹, Čunderlíková B.^{2,3}

¹Katedra jadrovej fyziky a biofyziky, FMFI

²Ústav lekárskej fyziky a biofyziky, LF UK v Bratislave,

³Medzinárodné laserové centrum – CVTI, Bratislava

Protónové žiarenie je významný zdroj radiačnej expozície, avšak účinky nízkoenergetických protónov nie sú dostatočne preskúmané. Ich interakcia s biologickými objektami môže viesť k poškodeniu DNA a bunkovej smrti. Cieľom práce bolo preskúmať účinky nízkoenergetického protónového žiarenia v podmienkach in vitro a určiť typ vyvolanej bunkovej smrti.

Na generovanie protónov s energiami v rozsahu 1.5–5.4 MeV bol použitý 3 MV tandemový urýchľovač iónov Pelletron. Geometria experimentu bola optimalizovaná simuláciami a bunkové kultúry boli umiestnené do oblasti Braggovho maxima. Sledovanie biologických účinkov ožiarenia protónmi zahŕňalo testy prežívania bunkových kolónií a použitím fluorescenčnej mikroskopie aj testovanie apoptotických markerov, integrity bunkovej membrány, indukcie dvojvláknových zlomov DNA a aktivácie kaspázy-1. Pre porovnanie boli analýzy vykonané aj po UVC ožiarení.

Z dôvodu pozorovaného tieniaceho efektu média a výsledkov simulácií, ktoré odhadli dolet protónov s energiou 5,4 MeV vo vode na 26 μm , boli použité iba protóny s takouto energiou. Ožarovanie monovrstiev buniek viedlo k aktivácii kaspáz-3/7 a strate integrity bunkovej membrány. Po UVC žiarení sa v bunkovom jadre vyskytovali diskkrétne γ -H2AX foci, nopo protónovom ožiarení dominovalo pan-nukleárne farbenie s rýchlejšou a intenzívnejšou odpoveďou, v súlade s komplexným poškodením DNA. Pozorovaná bola aktivácia kaspázy-1 čo naznačuje iniciovanie pyroptózy. Získané výsledky ukazujú, že za použitých experimentálnych podmienok indukujú nízkoenergetické protóny biologické odpovede charakterizované rýchlejšou aktiváciou kaspáz-3/7 v porovnaní s UVC, špecifickým poškodením DNA a možnou účasťou pyroptózy.

Práca vznikla s podporou grantu APVV-21-0059 a vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt ITMS: 313011T431, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

IN VITRO RECELLULARIZATION OF PORCINE BILE DUCT SCAFFOLD

Moulisova V.¹, Massaro M.S.^{1,2}, Sevcik J.^{1,3}, Palek R.^{1,3}, Panova E.¹, Sarcevic S.^{1,3}, van Hengel E.⁴, Bolek L.², Versteegen M.⁴, 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

⁴ LETIS, Erasmus Medical Centre, Rotterdam, Netherlands

Objective: Despite great efforts to find a suitable graft for biliary tract replacement, an optimal substitute has yet to be identified. This study aimed to evaluate the feasibility and regenerative potential of decellularized porcine extrahepatic bile ducts as a scaffold for bile duct tissue engineering.

Methods: Decellularized porcine bile ducts were prepared and subsequently repopulated *in vitro* using two different culture approaches: static seeding and dynamic perfusion within a bioreactor system. Human mesenchymal stem cells (HMSCs) and primary human cholangiocytes were used for recellularization. The extent and quality of cell attachment, viability, and differentiation were assessed by live/dead staining, immunofluorescence imaging, and scanning electron microscopy.

Results: Static seeding resulted in successful but limited cell attachment, with cells distributed individually across the scaffold surface. In contrast, dynamic perfusion seeding in a bioreactor significantly enhanced cell adhesion and distribution, with cells exhibiting alignment along the direction of media flow. While cholangiocyte attachment was relatively sparse, evidence of differentiation was observed, including the presence of ciliated cells indicative of functional maturation.

Conclusions: In vitro recellularization of decellularized bile duct scaffolds shows promise for the development of functional grafts for biliary reconstruction. Dynamic perfusion markedly improves cell integration compared to static methods. However, extended culture durations and further optimization are required to achieve more complete scaffold coverage and to enhance the functional and mechanical properties of the engineered grafts.

This work was supported by the following grants: GAUK No. 434522; Cooperatio “Surgical disciplines” (COOPERATIO-207043); AZV No. NU22J-06-00058; “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.

PD-WATCH - APLIKACE PRO CHYTRÉ HODINKY PRO SELEKTIVNÍ A KONTINUÁLNÍ SLEDOVÁNÍ TREMORU A DYSKINEZE U PACIENTŮ S PARKINSONOVOU CHOROBOU

Mužik J.^{1,2}, Vlasáková M.^{1,2}, Aldaghi T.¹, Srp M.³, Battista L.⁴

¹Ústav biofyziky a informatiky 1. LF UK, Praha

²Katedra inf. a kom. technologií v lékařství, FBMI ČVUT, Praha

³Neurologická klinika VFN a 1. LF UK, Praha

⁴R&D Department, Biomedical Lab SRL, Potenza, Itálie

Parkinsonova nemoc (PN) je chronické neurodegenerativní onemocnění charakterizované motorickými příznaky, jako jsou třes, bradykineze a dyskineze, které se mohou v průběhu dne výrazně měnit. Tradiční klinické hodnocení často nedokáže zachytit tyto fluktuace, což omezuje přesnost diagnostiky a účinnost léčby. PD-Watch je inovativní nositelné zařízení ve tvaru náramku, které umožňuje kontinuální a objektivní sledování motorických příznaků PN v reálném čase včetně včasné diagnostiky PN.

Zařízení PD-Watch využívá akcelerometr v chytrých hodinkách, který zaznamenává pohybová data pacienta. Tato data jsou následně zpracována pomocí pokročilých algoritmů zpracování signálu a strojového učení, které identifikují specifické pohybové vzorce spojené s příznaky PN, jako je třes v klidu, bradykineze a dyskineze. Výsledky jsou automaticky nahrávány na cloudový server, kde jsou zpracovány a převedeny do přehledných zpráv pro lékaře. Klinické studie prokázaly vysokou shodu mezi výstupy PD-Watch a tradičními klinickými škálami, jako je Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS), s citlivostí 85 %, specificitou 94 % a přesností 91 %. Podobně v diagnostickém/screeningovém aplikaci byla nalezena citlivost 92%, specificita 75% a přesnost 84%. Díky své schopnosti poskytovat detailní a objektivní informace o motorických příznacích PN představuje PD-Watch pokrok v oblasti digitální zdravotní péče a personalizované medicíny.

Vedle samostatného zařízení PD-Watch vznikla i čistě softwarová varianta pro chytré hodinky Samsung Watch 7. Pilotní klinické ověření systému v probíhá na Neurologické klinice Všeobecné fakultní nemocnice v Praze.

Díky své schopnosti poskytovat detailní, objektivní a dlouhodobá data o motorických projevech PN představuje PD-Watch významný pokrok v oblasti digitální zdravotní péče a otevírá nové možnosti pro personalizovanou léčbu a screening neurologických pacientů.

Práce vznikla za podpory projektu InterReg Central Europe, DIGIVITALITY a TAČR NCK TN02000067- FEIM.

AKREDITOVANÉ LABORATÓRIUM PODĽA NORMY ISO/IEC 17025:2017 – ZÁRUKA SPOĽAHLIVOSTI KLINICKÝCH DÁT

Onderčo P.¹, Rybář J.¹, Benčat A.², Gerneschová J.^{1,3}, Král Š.^{1,4}

¹Ústav automatizácie, informatizácie a merania, SjF STU v Bratislave

²Ústav energetických strojov a zariadení, SjF STU v Bratislave

³Laboratóriá primárnej metrologie Praha, Oddelenie rádiometrie a fotometrie, Český metrologický inštitút, Brno

⁴Slovenská národná akreditačná služba, Bratislava

Správnosť a reprodukovateľnosť meraní v klinických laboratóriách sú nevyhnutné pre spoľahlivú diagnostiku, monitorovanie liečby a vývoj nových terapeutických stratégií. Akreditácia podľa normy ISO/IEC 17025:2017 poskytuje medzinárodne uznávaný rámec pre preukázanie technickej kompetencie a systematické riadenie kvality analytických procesov. Tento rámec zahŕňa validáciu metód, kalibráciu prístrojov, kontrolu kvality, riadenie rizík a dôslednú dokumentáciu, čo zaručuje konzistenciu a predvídateľnosť výsledkov.

Dlhodobé skúsenosti potvrdzujú, že implementácia akreditačných postupov významne znižuje variabilitu meraní a zvyšuje reprodukovateľnosť naprieč laboratóriami. Zachovanie metrologickej nadväznosti umožňuje jednotné a presné merania širokého spektra analytických a klinických prístrojov, minimalizujú vplyv systémových a operátorských faktorov.

Norma ISO/IEC 17025:2017 tak tvorí robustný základ pre generovanie spoľahlivých klinických dát, podporuje rozvoj diagnostických metodík, posilňuje dôveru odborného personálu a zabezpečuje medzinárodnú porovnateľnosť výsledkov, nevyhnutnú pre harmonizáciu klinickej diagnostiky a vedeckého výskumu.

Podakovanie patrí Strojníckej fakulte Slovenskej technickej univerzity v Bratislave, Českému metrologickému inštitútu, Slovenskej národnej akreditačnej službe a projektu CAC-01-26 s názvom „Výskum a validácia etalónov pre účely zabezpečenia metrologickej nadväznosti prístrojov s meracou funkciou v zdravotníctve“ za finančnú a odbornú podporu tohto konferenčného príspevku.

LIVER TISSUE ENGINEERING: TISSUE-SPECIFIC HYDROGELS MADE FROM DECELLULARIZED SCAFFOLDS: FOCUS ON LIVER

Panova E.¹, Ros Tárraga P.², Liška V.³, Moulisová V.¹

¹ Biomedical Center, LFP UK

² Experimental Hepatology Unit, Health Research Institute La Fe (IISLAFE), Valencia, Spain

³ Department of Surgery, LFP UK, Pilsen, Czech Republic

Due to its very complicated structure, cell types, and functionality, the synthesis of artificial liver as an alternative to donor organs remains a big challenge in tissue engineering. At the same time, *in vitro* studies are required to better understand the environment we try to mimic when aiming at an artificial liver fabrication for *in vivo* applications. The aim of this work has been to optimize the synthesis of a decellularized extracellular matrix (dECM)-only hydrogel to create a material with potential use in artificial liver fabrication and *in vitro* cell behaviour studies.

dECM bulk hydrogel synthesis has been learned from a visiting researcher, Patricia Ros Tárraga, and then optimized for our material. dECM digestion temperature was established. Preliminary cell viability was analysed and dECM w/v ratio was adjusted accordingly for further experiments. Multiple cell type co-culture on established Patricia's hydrogels was assessed for *in vitro* cell behaviour evaluation.

Enzymatic dECM digestion under 23°C and 29°C showed suitable hydrogel formation time after digestion at 23°C. HepG2 cell line cells addition to the pre-gel solution and further culture at 24 hours and 5 days revealed better cell survival at the lowest w/v dECM ratio (20 mg/mL) after 24 hours.

A dECM-only hydrogel platform for hepatocyte behaviour assessment *in vitro* is being developed. Potential modification of the hydrogel with bioactive, function-specific molecules will allow to evaluate their effect on encapsulated cells. This study provided a basis for my current project involving dECM bioprinted hydrogels modified with microRNA to study hepatocyte regeneration maintenance *in vitro*.

This work was created with the support of Charles University, project Grant Agency of Charles University No. 642126, SVV project of Charles University No. 264773.

INTEGRATING LOCALLY DEVELOPED AI MODELS INTO MEDICAL BIOPHYSICS EDUCATION: PROVIDING A "SECOND OPINION" IN ECG ANALYSIS

Pashchenko A.¹, Slavníková P.², Heřman P.¹, Tejral J.¹, Bošková M.¹, Caruana C¹, Kralovic M¹, Fišer K.², Amler E.¹

¹Department of Biophysics, Second Faculty of Medicine, Charles University, Prague, Czech Republic

²Department of Informatics, Second Faculty of Medicine, Prague

The digital transformation of healthcare and the rapid expansion of artificial intelligence (AI) are fundamentally reshaping the competences required in undergraduate medical education. Future physicians must not only understand how to use *AI-based diagnostic tools* but also critically evaluate their outputs, address patient concerns arising from *cyberchondria*, and distinguish between trustworthy and unreliable sources. These competences are becoming important in modern clinical practice.

This study aimed to design and experimentally evaluate a locally deployed large language model (LLM) as an integrated task into practicals for first-year medical students during ECG analysis and interpretation. The system was conceived as a "second opinion" generator.

Testing was performed using a locally hosted Gemma 4 model running in Ollama on workstations with hardware, typically found in standard teaching laboratories. A structured set of user prompts was developed to ensure strict adherence to the required analytical methodological process. For each ECG parameter, the model was required to provide a standardized output including the measured value, data source, calculation procedure, and interpretation. An automated benchmarking framework was also implemented to monitor latency, token usage, generation speed, and computational load.

This approach familiarizes students with technologies likely to become increasingly integrated into future healthcare practice. Accurate quantitative analysis requires clearly readable textual metadata or a structured XLSX export directly from ECG acquisition software. On the other hand, local deployment proved highly advantageous from a data protection perspective, as sensitive information remained entirely within institutional infrastructure. Locally developed LLMs already represent a practical and valuable educational tool in medical biophysics. Beyond the "second opinion" paradigm, they also offer extensive potential for supporting routine managerial and administrative tasks in clinical practice. As AI becomes progressively integrated into healthcare, understanding both its capabilities and limitations, as well as acceptance of modern technologies will be essential for future physicians and other healthcare professionals.

WEBOVÁ APLIKACE PRO KOLORIMETRICKOU ANALÝZU 96-JAMKOVÉ MTT DESKY

Pokorná J.¹, Bernard V.¹

¹Biofyzikální ústav LF MUNI, Brno

Úvod: Test MTT na 96jamkové desce se běžně používá k hodnocení životaschopnosti buněk a metabolické aktivity, které se obvykle kvantifikují pomocí spektrofotometrické absorbance. Běžné spektrofotometrické čtečky destiček jsou spolehlivé, ale velmi drahé. Oproti tomu běžný smartphone představuje cenově dostupnou alternativu, kdy s pomocí fotografie MTT desky můžeme prostřednictvím kolorimetrické analýzy odhadnout velikost absorbance v jednotlivých jamkách desky.

Metody: Pro optimální využití chytrého mobilní telefonu za účelem kolorimetrické analýzy byla vyvinuta open-source webová aplikace, určená pro semikvantitativní analýzu fotografií z MTT testů pořízených smartphony, testovaná primárně na iPhone Air a dále na dalších 2 rozdílných modelech. Aplikace je zpracovávána přímo ve standardním prohlížeči bez nutnosti instalace, proto dobře funguje jak při iOS, tak pro Android operační systém. Pracovní postup zahrnuje ruční zarovnání ke dvěma referenčním bodům (pro výběr matice barev desky), vzorkování barev RGB s prostorovým průměrováním, odhad absorbance ze šedotónového obrazu a gama-korigovanou absorbancí v zeleném kanálu pomocí linearizace mocninným zákonem. Volitelná 2–4 bodová lineární kalibrace využívá referenční hodnoty spektrofotometru. Validace byla provedena v pěti nezávislých experimentech ve srovnání se spektrofotometrem.

Výsledky: Bylo analyzováno celkem 372 párů měření z pěti nezávislých experimentů (rozsah změřené absorbance 0,01–1,78 AU). Ve všech experimentech dosáhla metoda odhadu absorbance ze šedotónového obrazu společně s volitelnou kalibrací nejvyšší shody se spektrofotometrickými referenčními hodnotami (souhrnně: $r = 0,991$, $R^2 = 0,983$). Nekalibrovaná varianta tentýž metody vykazovala nízké, ale systematické podhodnocení.

Závěr: Vyvinutá aplikace pro analýzu MTT testů představuje levný a jednoduchý nástroj pro semikvantitativní analýzu pomocí běžného chytrého telefonu. Aplikace je ideální pro detekci trendů a kvalifikovaný odhad v případech, kdy není k dispozici spektrofotometrická čtečka.

AUTOMATICKÁ SEGMENTACE BUNĚČNÝCH MEMBRÁN V OBRAZECH Z POLARIZAČNÍ FLUORESCENČNÍ MIKROSKOPIE

Procházka A.¹, Lazar J.², Miclea P.²

¹Ústav biofyziky a informatiky, 1. LF UK

²Ústav biologie a lékařské genetiky 1. LF a VFN

V této práci představujeme metodu automatické detekce buněčných membrán založenou na hlubokém učení, která doplňuje dosavadní zpracování obrazových dat získaných pomocí v současnosti vyvíjené techniky mikroskopie lineárního dichroismu. Při této technice rozdíly mezi obrázky buněk získanými s různými polarizacemi excitačního světla (tzv. lineární dichroismus) umožňují pozorovat konformační změny v molekulách specializovaných biosenzorů. Tyto biosenzory, zobrazované technikou mikroskopie lineárního dichroismu, poskytují detailní informace o molekulárních procesech buněčné signalizace důležitých v mnoha chorobách.

V dosavadním segmentačním přístupu byly buněčné membrány určovány semiautomaticky pomocí radiálních jasových profilů vycházejících ze středu buňky. V navrženém AI přístupu jsme tento krok nahradili automatickou detekcí membrány pomocí segmentačního modelu hlubokého učení. Pro trénování jsme využili referenční masky vytvořené původní metodou; datový soubor obsahoval přibližně 9500 anotovaných výřezů buněk.

Mikroskopická data byla zpracována jako dvoukanálové obrazy tvořené horizontální a vertikální složkou signálu a rozdělena v poměru 60 : 20 : 20 na trénovací, validační a testovací sadu. Trénovali jsme devět segmentačních architektur a různá augmentační schémata. Nejlepších výsledků dosáhla architektura U-Net s transformerovým enkodérem (MiT) se silnou augmentací. Dice skóre bylo 74,4 % na testovací sadě.

Výstupem modelu jsou binární masky membrán využitelné pro další kvantitativní analýzu. Navržený přístup rozšiřuje stávající postup obrazové analýzy o automatizovanou AI segmentaci a je v plánu jeho začlenění do pluginu pro software ImageJ.

NOVEL HEAT EXCHANGER IN EXTRACORPOREAL CIRCUIT: TECHNICAL AND BIOLOGICAL FEASIBILITY

Růžička J.¹, Tichánek F.³, Škorpil J.², Dejmek J.¹, Bolek L.¹, Brzoň O.², Pálek R.², Rosendorf J.², Moulisová V.², Massaro M.S.², Liška V.², Kuncová J.¹

¹Ústav biofyziky, Lékařská fakulta UK v Plzni

²Biomedicínské centrum, Lékařská fakulta UK v Plzni

³IKEM Praha

Práce se věnuje experimentu navazujícím zejména na patentové aktivity Biofyzikálního ústavu LF UK v Plzni. Představuje *novou strategii antikoagulačního zajištění* mimotělního okruhu a to unikátně zkonstruovaným výměníkem, který při průtoku krve mimotělním okruhem indukuje *lokální hypotermii*. Pomocí prasečího modelu jsme hodnotili technickou proveditelnost, biokompatibilitu a bezpečnost.

Šestnáct prasat bylo náhodně rozděleno do skupiny s ochlazováním nebo do kontrolní skupiny a podstoupilo střední laparotomii k zavedení mimotělního oběhu přes kaudální dutou žílu po dobu až čtyř hodin. Vzorky krve byly odebírány na začátku experimentu a po 15, 60 a 240 minutách.

Ve skupině s ochlazováním byla krev ochlazena na 20 °C a následně znovu ohřata na 37 °C, zatímco v kontrolní skupině byla krev udržována při 37 °C. Celkem 6 prasat ve skupině s ochlazováním a 4 prasata v kontrolní skupině dokončila čtyřhodinový experiment.

Naše výsledky *potvrzují technickou proveditelnost* navrženého zařízení. Nebyly pozorovány žádné problémy s průchodností okruhu. Dále nebyly zjištěny žádné nepříznivé účinky na *stabilitu erytrocytů*. V rámci omezení daného krátkou dobou pozorování nebyly zaznamenány žádné nežádoucí účinky na *renální, jaterní ani srdeční funkce*.

Naše data naznačují, že lokální hypotermie v mimotělním okruhu může *zmírnit zánětlivou odpověď* indukovanou chirurgickým zákrokem.

Tato práce vznikla s podporou projektů: European Regional Development Fund - Project „Fighting Infectious Diseases” (No. CZ.02.1.01/0.0/0.0/16_019/0000787), Cooperatio project “Surgical disciplines” (COOPERATIO-207043, Charles University), Integration of biomedical research and health care in the Pilsen metropolitan area“; reg. no. CZ.02.01.01/00/23_021/0008828).

METROLOGICKÉ ASPEKTY KLINICKÝCH ZKOUŠEK ZDRAVOTNICKÝCH PROSTŘEDKŮ

Rybář J.¹, Đuriš S.¹, Balaskó P.²

¹Ústav automatizace, informatizace a měření, SjF STU v Bratislavě

²Katedra edukačních a humanitních věd o sportu, FTVS UK v Bratislavě

Príspevek se zabývá metrologickými aspekty klinických zkoušek zdravotnických prostředků s měřicí funkcí se zaměřením na přesné a reprodukovatelné měření fyziologických tlaků. Analyzuje měření krevního, intrakraniálního, intraokulárního a respiračního tlaku z hlediska přesnosti, spolehlivosti, reprodukovatelnosti a metrologické návaznosti.

Důraz je kladen na metrologické zabezpečení tlakových měřidel, zejména na kalibraci, ověřování, řízení driftu a dlouhodobou stabilitu v návaznosti na národní a mezinárodní etalony. Rámec vychází z norem ISO 81060 (příslušné části), IEC 80601-2-30, ISO/IEC 17025 a z doporučení GUM (JCGM 100:2008) v kontextu nařízení MDR (EU 2017/745).

Diskutována jsou specifika biologických měření, zejména dynamika tlakových signálů, vliv fyziologických a environmentálních faktorů a interakce senzor–tkáň, které ovlivňují nejistotu měření. Príspevek identifikuje hlavní zdroje odchylek v měřicím řetězci a navrhuje jejich kvantifikaci v souladu s principy vyjadřování nejistoty. Metodicky je využita kombinace experimentální charakterizace, modelování a statistického zpracování dat. Součástí je návrh a validace metrologické konfirmace tlakových systémů pro klinickou praxi, včetně posouzení jejich způsobilosti pro rozhodování na základě měřených dat.

Cílem je posílit roli metrologie v klinických zkouškách, harmonizovat postupy měření a podpořit bezpečnost a účinnost zdravotnických prostředků prostřednictvím metrologicky návazných a klinicky interpretovatelných dat s definovanou nejistotou.

Tato práce byla podpořena Strojnickou fakultou Slovenské technické univerzity v Bratislavě, Fakultou tělesné výchovy a sportu Univerzity Komenského v Bratislavě a výzkumným projektem akademika Čabelky „CAC-01-26“ s názvem „Výzkum a validace etalonů pro účely zajištění metrologické návaznosti přístrojů s měřicí funkcí ve zdravotnictví“.

VYUŽITÍ INTELIGENTNÍCH HODINEK VE ZDRAVOTNICTVÍ: METROLOGICKÉ POŽADAVKY NA MĚŘENÍ FYZIOLOGICKÝCH PARAMETRŮ

Balaskó P.¹, Rybář J.², Král Š.^{2,3}, Gernesochová J.^{2,4}, Vranský D.⁵

¹Katedra edukačních a humanitních věd o sportu, FTVŠ UK v Bratislavě

²Ústav automatizace, informatizace a měření, SjF STU v Bratislavě

³Slovenská národní akreditační služba, Bratislava

⁴Laboratoře primární metrologie Praha, Oddělení radiometrie a fotometrie, Český metrologický institut, Brno

⁵Ústav energetických strojů a zařízení, SjF STU v Bratislavě

Inteligentní hodinky představují rychle se rozvíjející segment nositelné elektroniky, který mění přístup k monitorování zdravotního stavu mimo klinické prostředí. Umožňují snímání fyziologických parametrů, jako jsou srdeční frekvence, její variabilita, periferní saturace kyslíkem, odhad krevního tlaku, dechová frekvence, tělesná aktivita, energetický výdej, kvalita spánku a v některých případech i jednosvodové EKG. Tyto ukazatele jsou významné pro časnou detekci patologických stavů, sledování chronických onemocnění i prevenci.

Jejich využití ve zdravotnictví však představuje metrologickou výzvu. Důležitá je přesnost, správnost, opakovatelnost, reprodukovatelnost a metrologická návaznost na etalony; bez nich nelze data považovat za spolehlivá pro klinické rozhodování. Výsledky jsou navíc ovlivněny řadou faktorů.

Konferenční příspěvek analyzuje metrologické požadavky na inteligentní hodinky v kontextu zdravotnictví, diskutuje limity jejich současného využití a zaměřuje se na standardizaci validačních postupů, referenční metody a sjednocení kritérií hodnocení kvality měření. Současně naznačuje možnosti jejich integrace do zdravotní péče při respektování principů medicínské metrologie nezbytných pro bezpečnost pacienta a správnou interpretaci dat.

Tato práce byla realizována za podpory Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Komenského v Bratislavě, Strojnické fakulty Slovenské technické univerzity v Bratislavě, Slovenské národní akreditační služby, Českého metrologického institutu a výzkumného projektu akademika Čabelky „CAC-01-26“ s názvem „Výzkum a validace etalonů pro účely zajištění metrologické návaznosti přístrojů s měřicí funkcí ve zdravotnictví“.

KALIBRÁCIA LEKÁRSKYCH PRÍSTROJOV NA DIAGNOSTIKU ŠTRUKTÚR POKOŽKY POMOCOU VYVÍJANÉHO REFERENČNÉHO VZORKU

Smetánka A.¹, Rybář J.¹, Sitár A.¹, Gerneschová J.^{1,2}, Vranský D.³, Benčat A.³

¹Ústav automatizácie, informatizácie a merania, Sjf STU v Bratislave

²Laboratóriá primárnej metrologie Praha, Oddelenie rádiometrie a fotometrie, Český metrologický inštitút, Brno

³Ústav energetických strojov a zariadení, Sjf STU v Bratislave

Kvalitná diagnostika štruktúr pokožky je kľúčová pre klinické rozhodovanie, prevenciu a monitorovanie kožných lézií a ochorení, ako aj pre sledovanie dermatologických a systémových stavov. Efektívnosť diagnostických postupov závisí od presnosti, spoľahlivosti a metrologickej nadväznosti použitých prístrojov.

Táto štúdia sa zameriava na kalibráciu lekárskeho prístrojov používaných pri diagnostike pokožky pomocou vyvíjaného referenčného vzorku. Dôraz je kladený na princípy medicínskej metrologie, ktoré definujú štandardy kvality merania špecifické pre zdravotnícke zariadenia a zabezpečujú presnosť, bezpečnosť a overiteľnosť klinických údajov. Štúdia tiež systematicky zohľadňuje neistoty merania pri kalibrácii a hodnotení prístrojov.

Referenčná vzorka poskytuje stabilnú a reprodukovateľnú referenciu pre kontrolu presnosti, linearity a citlivosti optických a meracích systémov. Tento prístup umožňuje detekciu jemných štruktúrnych rozdielov a podporuje harmonizáciu diagnostických postupov v klinickej praxi. Implementácia štandardizovaného kalibračného protokolu výrazne zvyšuje spoľahlivosť meraní a zabezpečuje integritu klinických štúdií.

Použitie štandardizovanej referenčnej vzorky pokožky predstavuje inovatívny prístup k zlepšeniu kvality diagnostiky a demonštruje, ako systematická aplikácia medicínskej metrologie podporuje spoľahlivosť a reprodukovateľnosť klinických výsledkov.

Táto práca vznikla s podporou Strojnickej fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave, Českého metrologického inštitútu a výskumného projektu akademika Čabelku „CAC-01-26“ s názvom „Výskum a validácia etalónov pre účely zabezpečenia metrologickej nadväznosti prístrojov a meracou funkciou v zdravotníctve“.

TVORBA A 3D TISK LOW-COST REALISTICKÝCH FANTOMŮ PRO NÁCVIK HYSTEROSKOPIE

Sněhota M.¹, Watanabe H.¹, Kolářová H.¹

¹Ústav lékařské biofyziky, Lékařská fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci

Hysteroskopie je endoskopická metoda sloužící k vizualizaci děložní dutiny. Používá se jak v diagnostice, tak i v terapii. Hlavním cílem této práce bylo za pomoci 3D tisku vytvořit low-cost realistické děložní fantomy pro nácvik tohoto výkonu.

Pomocí online modelovacího prostředí tinkercad.com a následně programu Blender byla vytvořena forma pro vytváření silikonových odlitků. Modifikací formy v oblasti děložní dutiny bylo možné vytvořit řadu patologických stavů. Forma byla vytištěna na standardní 3D tiskárně. Externí část formy byla vytištěna z nerozpustného materiálu, část odpovídající děložní dutině pak z materiálu rozpustného ve vodě. Po odlití silikonu a odstranění externí části formy byl fantom ponořen do vody k rozpuštění vnitřku fantomu, který odpovídá děložní dutině.

Bylo vytvořeno celkem 7 různých typů děložních fantomů určených pro nácvik hysteroskopie: 1) fyziologický stav, 2) myom, 3) septum, 4) adheze, 5) píštěl, 6) ztracené nitroděložní tělísko a 7) polyp. Modely byly zhodnoceny gynekoložkou s desítkami let praxe, která potvrdila jejich vyšší anatomickou přesnost a celkovou věrohodnost oproti komerčně dostupným modelům. Cena materiálu pro tvorbu jednoho fantomu je méně než 10 % ceny komerčního fantomu. Další výhodou je snadná reprodukovatelnost fantomů. Verze s polypem umožňuje jeho snadnou výměnu a možnost opakovaného nácviku jeho ablace.

V době narůstajícího počtu studentů, klesající možnosti vyzkoušet si jednotlivé úkony v klinické praxi a s nimi spojeném rozmachu simulační medicíny představuje 3D tisk hodnotný doplněk pro oblast vzdělávání budoucích lékařů.

Tato práce vznikla s podporou grantového projektu IGA_LF_2026_004.

TERMOGRAFIKÉ HODNOCENÍ SVALOVÉ ASYMETRIE PŘI PRACOVNÍCH ČINNOSTECH

Sochorová H.¹, Barnet P.², Knociková J.¹

¹Ústav lékařské biofyziky a lékařské informatiky, Ústav laboratorní medicíny, Lékařská fakulta, Ostravská univerzita

²Katedra rehabilitace a sportovní medicíny, Lékařská fakulta, Ostravská univerzita

Opakovaná jednostranná zátěž a neoptimální držení těla při pracovních činnostech přispívají k rozvoji muskuloskeletální dysbalance. Infračervená termografie (IRT) představuje bezkontaktní metodu pro sledování rozložení teploty kůže, která odráží podkladové fyziologické procesy, jako je svalová aktivita, perfuze a metabolická zátěž. Malé teplotní rozdíly mezi odpovídajícími oblastmi těla mohou indikovat funkční asymetrii spojenou se svalovým přetížením.

Cílem této studie bylo zhodnotit, zda infračervená termografie dokáže detekovat segmentově specifickou a časově závislou svalovou asymetrii během pracovní směny a zda cílená pohybová intervence ovlivňuje tyto termální vzorce.

Do studie bylo zařazeno dvacet žen pracujících ve výrobním prostředí. Účastnice byly rozděleny do skupiny s cvičením (n = 11) a kontrolní skupiny (n = 9). Termografická měření byla prováděna pomocí kamery VarioCAM® HD před začátkem směny, uprostřed směny a po jejím ukončení. Měření byla opakována na začátku studie, po čtyřech týdnech a po sedmi týdnech intervence. Teplotní rozdíly mezi levou a pravou stranou byly hodnoceny ve čtyřech svalových segmentech horní části těla a předloktí.

Termografie odhalila segmentově specifické a časově závislé vzorce termální asymetrie. Ve skupině s cvičením byl pozorován postupný pokles asymetrie a snížení interindividuální variability, zatímco kontrolní skupina vykazovala přetrvávající nebo zvyšující se asymetrii, zejména ve svalech předloktí.

Infračervená termografie se ukázala jako citlivý a praktický nástroj pro monitorování svalové zátěže v pracovním prostředí. Termální asymetrie může sloužit jako neinvazivní biomarker pro ergonomické hodnocení a evaluaci preventivních intervencí.

NÁVAZNOST VÝUKY BIOFYZIKY NA PREKLINICKÉ A KLINICKÉ DISCIPLÍNY: BIOMEDICÍNSKÁ DATA A JEJICH ZPRACOVÁNÍ

Knociková J.¹Sochorová H.¹, Závodná E.²

¹Ústav lékařské biofyziky a lékařské informatiky, Ústav laboratorní medicíny, Lékařská fakulta, Ostravská univerzita

²Ústav fyziologie a patofyziologie, Lékařská fakulta, Ostravská univerzita

Návaznost výuky mezi základními, preklinickými a klinickými disciplínami je klíčová pro vytváření smysluplného a funkčního porozumění medicíně jako celku. Umožňuje studentům propojit teoretické poznatky s jejich praktickým využitím, lépe chápat klinické souvislosti a rozvíjet schopnost interpretovat data v kontextu reálných zdravotních problémů. Právě biofyzika může sehrát významnou roli jako most mezi přírodními vědami a klinickou praxí, zejména v oblasti práce s biomedicínskými daty.

Na tento koncept navazujeme zařazením nového tématu „Biomedicínská data a jejich zpracování“ do výuky biofyziky. Cílem je posílit porozumění významu dat v medicíně, jejich správné interpretaci a využití v diagnostice i terapii. Ve spolupráci s Ústavem fyziologie prohlubujeme mezioborové propojení výuky a zdůrazňujeme fyziologický kontext získávaných dat. Téma je nově realizováno formou samostatné přednášky doplněné o praktické cvičení, které umožní studentům osvojit si základní principy práce s biomedicínskými daty a jejich aplikaci v klinické praxi.

Součástí výuky je také přehled základních typů biosignálů, jejich fyzikální podstata a principy jejich snímání. Studenti se seznámí s procesem vzorkování, kvantování a digitalizace, které jsou nezbytné pro správné získávání a zpracování biomedicínských dat. Dále se zaměříme na základní metody analýzy biosignálů, včetně amplitudové a frekvenční analýzy, a na parametry, které z nich vyplývají a jsou klíčové pro další studium fyziologie. Zvláštní pozornost bude věnována interpretaci EEG a EKG záznamů i dalších fyziologických signálů a pochopení jejich významu pro diagnostiku a klinické rozhodování.

DIGITALIZÁCIA A EDUKAČNÉ PRÍSTUPY V MEDICÍNSKEJ METROLÓGII

Starinský G.¹, Rybář J.¹, Halaj M.¹, Vranský D.², Král Š.^{1,3}

¹Ústav automatizácie, informatizácie a merania, SjF STU v Bratislave

²Ústav energetických strojov a zariadení, SjF STU v Bratislave

³Slovenská národná akreditačná služba, Bratislava

Konferenčný príspevok sa zaoberá implementáciou digitalizácie do vzdelávacieho procesu v oblasti medicínskej metrológie so zameraním na kontrolu lekárskeho prístrojov s meracou funkciou. V súčasnosti predstavujú digitálne technológie, vrátane elektronickej správy meracích dát a digitálnych kalibračných certifikátov, významný nástroj na zvýšenie efektivity, transparentnosti a sledovateľnosti metrologických procesov v zdravotníctve.

Cieľom je poukázať na možnosti využitia digitalizovaných metrologických postupov vo výučbe technicky orientovaných predmetov a ich prínos pre rozvoj odborných aj mäkkých zručností vysokoškolských študentov. Dôraz je kladený najmä na rozvoj kritického myslenia, tímovej spolupráce, schopnosti interpretácie meracích výsledkov a práce s digitálnymi dátami v kontexte zabezpečenia metrologickej nadväznosti.

Príspevok zároveň reflektuje aktuálne trendy vo výskume a validácii etalónov pre meracie prístroje používané v zdravotníctve, ktoré sú nevyhnutné pre zabezpečenie správnosti a spoľahlivosti meraní. Integrácia týchto poznatkov do edukačného procesu umožňuje študentom lepšie pochopiť význam metrológie v klinickej praxi a pripravuje ich na požiadavky digitálne transformovaného pracovného prostredia.

Navrhnuté edukačné prístupy tak predstavujú prepojenie teoretických poznatkov s praktickými zručnosťami, pričom využitie digitálnych nástrojov podporuje aktívne učenie a zvyšuje pripravenosť absolventov na prax v oblasti medicínskej metrológie.

Táto práca vznikla s podporou Strojníckej fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave v rámci projektov KEGA 025STU-4/2024 „Rozvoj mäkkých zručností vysokoškolských študentov v technicky orientovaných predmetoch“ a CAC-01-26 „Výskum a validácia etalónov pre účely zabezpečenia metrologickej nadväznosti prístrojov s meracou funkciou v zdravotníctve“. Poďakovanie za podporu tohto konferenčného príspevku patrí aj Slovenskej národnej akreditačnej službe.

FOTOPOLYMÉRNE MIKROŠTRUKTÚRY AKO NÁSTROJ NA ŠTÚDIUM MEDZIBUNKOVÉHO TRANSPORTU HYPERICÍNU

Strejčková A.¹, Benická A.¹, Gális M.², Kubacková J.³, Naďová Z.², Tomková S.⁴, Huntošová V.⁴, Bánó G.²

¹Katedra chémie, biochémie a biofyziky, UVLF v Košiciach

²Katedra biofyziky, Ústav fyzikálnych vied, PF UPJŠ v Košiciach

³Oddelenie biofyziky, Ústav experimentálnej fyziky SAV, v.v.i., Košice

⁴Centrum interdisciplinárnych biovied, Technologický a inovačný park, UPJŠ v Košiciach

Dynamický pohyb voľných buniek v *in-vitro* podmienkach signifikantne komplikuje kontinuálne sledovanie ich vzájomných interakcií, vrátane medzibunkového transportu liečiv. Medzi systémom izolovaných buniek adherentných na dne Petriho misky a komplexným 3D multicelulárnym systémom existujú dva medzistupne, ktoré zostávajú menej preskúmané: lineárny 1D reťazec susediacich buniek a 2D rovina vyplnená tesne usporiadanými bunkami. Na imobilizáciu prilahlých buniek sme v našej práci využili fotopolymérne mikrokontajnery s lineárnou (podlhovastou) geometriou. Pomocou optickej pinzety sme kontajnery naplnili bunkami, čím sme vytvorili podmienky pre detailné štúdium transportných procesov medzi susednými bunkami v lineárnom 1D usporiadaní.

Konfokálna fluorescenčná mikroskopia umožnila vysoko citlivú detekciu signálu hypericínu v systéme buniek adenokarcinómu prsníka (SK-BR-3), z ktorých len jedna obsahovala fotocitlivé liečivo hypericín na začiatku experimentu. Výsledky meraní transportu hypericínu do susedných buniek sme popísali jednoduchým modelom.

Táto práca bola podporená Slovenskou agentúrou pre výskum a vývoj na základe zmluvy č. APVV-21-0333, a Vedeckou grantovou agentúrou MŠVVaM SR prostredníctvom grantu VEGA 2/0055/25. Výskum bol financovaný z programu Európskej únie NextGenerationEU v rámci Plánu obnovy a odolnosti SR pod číslom projektu 09I03-03-V04-00007.

VÝVOJ A POUŽITÍ KOKULTIVAČNÍHO IN VITRO MODELU PRO TESTOVÁNÍ NOVĚ VYVINUTÝCH MATERIÁLŮ

Svobodová L.¹, Buchar Klinovská O.¹, Pavlišáková V.², Hřebíček T.³, Havlová K.¹, Mrózek M.^{1,4}, Hubálek Kalbáčová M.¹

¹Fakulta zdravotnických studií, Oddělení vědy a výzkumu

v biomedicínských aplikacích, Technická univerzita v Liberci

²CEITEC – Středoevropský technologický institut, Vysoké učení technické, Pokročilé biomateriály, Brno

³nanoSPACE Technology s.r.o., Roudnice and Labem

⁴Fakulta strojní, Katedra materiálu, Technická Univerzita v Liberci

Infekce kožních ran spojená s tvorbou biofilmu představuje závažnou komplikaci v moderní medicíně, zejména u chronických ran a při použití biologických materiálů či implantátů.

Studovali jsme moderní koncept testování biologických vlastností materiálů pomocí společné kultivace savčích a bakteriálních buněk. Snažili jsme se přiblížit model přirozeným podmínkám *in vivo*, které by maximálně simulovaly klinicky relevantní podmínky tak, aby se předešlo nebo snížilo množství těchto infekcí.

Současné protokoly pro testování biokompatibility a antiseptických vlastností materiálu pro infekce kožních ran používají odděleně vybrané buněčné typy a určité bakteriální kmeny. Naše strategie spočívala v jedinečném pohledu na sledování vzájemných interakcí komenzálních a patogenních organismů s eukaryotickými buňkami na testovaném materiálu v rámci jednoho experimentu. Studie sledovala společnou kultivaci keratinocytů s bakteriemi podmíněného patogena (*Pseudomonas aeruginosa*), který patří do skupiny patogenů představujících vysoké riziko infekcí získaných během pobytu ve zdravotnických zařízeních, s komenzálními buňkami (*Staphylococcus epidermidis*), který v našem modelu představoval přirozenou součást kožní mikroflóry, na materiálu vhodném pro hojení ran. Použití *in vitro* modelu společné kultivace prokaryotních a eukaryotních buněčných typů pro testování materiálu představuje přirozenější přístup k monitorování těchto interakcí a hodnocení povahy nově připravené vlákněné hydrogelové membrány pro biomedicínské aplikace.

Tato práce vznikla s podporou projektu č. SGS-2025-7582, který je spolufinancován ze státního rozpočtu prostřednictvím Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky v rámci programu Studentské grantové soutěže a dále prostřednictvím projektu č. TQ03000309, který je spolufinancován ze státního rozpočtu prostřednictvím Technologické agentury České republiky v rámci programu SIGMA.

OPTIMALIZÁCIA METODÍK SEPARÁCIE NK BUNIEK

Šulíková M.¹, Siváková B.^{1,2}, Kl'oc D.³, Šarišský M.³, Marcin M.¹, Marcin M.⁴, Kacírová M.¹, Sabo J.¹

¹ Ústav lekárskej a klinickej biofyziky, Lekárska fakulta UPJŠ, Košice, SR

² ThermoFisher Scientific, Brno, ČR

³ Ústav farmakológie, Lekárska fakulta UPJŠ, Košice, SR

⁴ CKPV Medipark, Lekárska fakulta UPJŠ, Košice, SR

Z analýzy periférnej krvi vieme zistiť metabolický a imunologický stav pacienta. Súčasťou analýzy imunologického profilu periférnej krvi sú mononukleárne leukocyty, z ktorých rozlišujeme šesť základných subpopulácií. Cytotoxické T-lymfocyty s CD8+ znakom, pomocné T-lymfocyty s CD4+ znakom, monocyty s CD14+ znakom, B-lymfocyty s CD19+ znakom, NK bunky s CD56+ znakom a dendritické bunky s CD1c, CD141 a CD303 znakmi. Cytotoxické T-lymfocyty predstavujú hlavnú obrannú líniu proti rozvoju vírusových infekcií a nádorov. Pomocné T-lymfocyty zabezpečujú špecifickú imunitu voči antigénom a súčasne uľahčujú aktiváciu B-lymfocytov a cytotoxických T-lymfocytov. Monocyty sú súčasťou nešpecifickej imunity, pričom vykazujú schopnosť fagocytózy. B-lymfocyty sú zložkou humorálnej imunity. NK bunky majú schopnosť ničiť bunky infikované vírusmi a nádorové bunky. Dendritické bunky sú zodpovedné za zahájenie a vývoj adaptívnej imunity. Takýto imunologický profil z periférnej krvi je nápomocný pri diagnostike autoimunitných ochorení, karcinómov, imunodeficiencií alebo chronických infekcií. V práci sme sa zaoberali na skompletizovanie metodiky izolácie NK buniek. Úspešnosť pracovných postupov bola verifikovaná pomocou prietokovej cytometrie, kde najpresnejší výsledok vykazoval 98% prítomnosť NK buniek. Napokon bola vykonaná proteomická analýza NK buniek pomocou vysokoúčinnnej kvapalinovej chromatografie (HPLC) v spojení s hmotnostným spektrometrom Orbitrap (MS).

Táto práca vznikla s podporou projektu VV-MVP-24-0135

EXPOZÍCIA PACIENTA MONOMÉRNYM ZLOŽKÁM DENTÁLNYCH FOTOKOMPOZITOV BEZPROSTREDNE PO APLIKÁCII VÝPLNE

Tkáčiková S.¹, Sinčák Konečná A.,² Sabo J.¹

¹Ústav lekárskej a klinickej biofyziky, LF UPJŠ v Košiciach

²1. stomatologická klinika LF UPJŠ v Košiciach

Od 1. januára 2025 je v Európskej únii výrazne obmedzené používanie amalgámových zubných výplní, predovšetkým z dôvodu ich environmentálnej záťaže. Ako alternatíva sa v klinickej praxi úspešne uplatňujú najmä dentálne fotokompozitné výplne. Vzhľadom na to, že stupeň konverzie používaných monomérov na polyméry nikdy nedosahuje 100%, nespolymerizované monoméry sa následne z výplne uvoľňujú do slín.

Elúcia monomérov z pripravených kompozitných diskov sledovaná *in vitro* bola potvrdená viacerými štúdiami vrátane našich. Prezentovaná štúdia je zameraná na reálnu situáciu v slinách pacientov po aplikácii rutinne používaných kompozitných výplní. Monitorované boli reziduálne hladiny najčastejšie používaných monomérov UDMA, HEMA, TEGDMA, BisEMA a BisGMA pomocou vysokoúčinnnej kvapalinovej chromatografie v spojení s tandemovou hmotnostnou spektrometriou (HPLC-MS/MS) s iónovým analyzátorom typu trojitý kvadrupól (QQQ), ktoré boli prítomné v slinách pacientov krátko po aplikácii novej výplne. Zároveň bola stanovená hladina týchto rezidií v slinách pacienta aj tesne pred zákrokom.

Analýzou slín bolo potvrdené, že po každej aplikácii kompozitnej výplne dochádza k významnému nárastu rezidií monomérov v slinách pacienta. Zastúpenie jednotlivých monomérov súviselo so zložením aplikovaného kompozitu a ich celkové množstvo korelovalo s veľkosťou výplne. Zároveň boli v slinách detegované aj rezidiá monomérov pochádzajúcich z predtým aplikovanej a počas ošetrovania odstraňovanej výplne. V prípade monoméru UDMA niektoré namerané hodnoty presahovali hodnoty genotoxicity uvádzané v literatúre na bunkách ľudskej priušnej žľazy a lymfocytoch.

Monitorovanie rezidií monomérov v slinách pacientov poukazuje na súvislosť medzi veľkosťou dentálnej výplne a nameranými koncentraciami monomérov. Tento efekt bol výraznejší pri ošetrovaní viacerých kavit v rámci jednej intervencie. Vzhľadom na možné genotoxické účinky by mali byť tieto hladiny dôslednejšie sledované v časovom kontexte a v prípade nevyhnutnosti ošetrovania viacerých kavit by sa malo zväziť ich časové rozloženie.

Táto práca vznikla s podporou projektu Vega 1/0186/25.

ULTRAZVUKOVÝ IN-AIR REVEBERAČNÍ OBRAZ A JEHO ZMĚNY V DŮSLEDKU ZAHŘÍVÁNÍ VYŠETŘOVACÍ SONDY

Vachutka J.¹, Balážová K.¹

¹Ústav lékařské biofyziky, LF UP v Olomouci

Ultrazvukový in-air reveberační obraz je možné získat v případě, kdy vyšetřovací sonda diagnostického přístroje vysílá ultrazvukové paprsky do vzduchu a na vazební vrstvě sondy a akustické čočce dochází k násobným odrazům ultrazvukového vlnění. Je-li zaznamenán ve standardizovaných podmínkách (sonda má čistý povrch bez naneseného gelu a parametry ultrazvukového systému jsou nastaveny tak, aby nedocházelo k přesycení obrazu a zároveň je v maximální míře potlačen post-processing), může být využitý pro hodnocení kvality samotné sondy, případně funkčnosti celého zobrazovacího řetězce. Cílem této práce je poukázat na změny, které v tomto typu obrazu vznikají v důsledku zahřívání sondy.

In-air reveberační obrazy byly získány prostřednictvím ultrazvukového systému Sonix RP vybaveného lineární, konvexní a fázově řízenou sondou. Po aktivaci sondy byly obrazy ukládány po dobu 5 min v 10 s intervalech a současně byla monitorována povrchová teplota sondy termovizní kamerou VarioCAM HD Head 800. Vyhodnocovanými parametry byly změny stupňů šedi v ultrazvukových obrazech a průměrný růst teploty povrchu sondy.

Výsledky našich měření prokázaly, že v důsledku zahřívání konstrukčních vrstev ultrazvukové sondy dochází ke kvalitativním změnám in-air obrazu, které se u lineární a konvexní sondy projeví posunem reveberačních linií a u fázově řízené sondy komplexní změnou celého reveberačního obrazce. Změny v ultrazvukových obrazech se ustálí po dosažení tepelné rovnováhy mezi sondou a okolním prostředím. Míru změny povrchové teploty sondy i míru změn stupňů šedi lze modelovat pomocí klesající exponenciální funkce a z jejích parametrů predikovat časový vývoj. Obecně lze konstatovat, že míra změn v povrchové teplotě sondy vykazuje rychlejší pokles než míra změn v ultrazvukových obrazech. K ustálení změn docházelo nejrychleji v případě lineární sondy a nejpomaleji v případě fázově řízené sondy.

Z analýzy získaných dat vyplynulo, že pro získání standardizovaného in-air ultrazvukového obrazu je vedle skutečností uváděných v literatuře důležitým faktorem i doba, která uplyne mezi aktivací sondy a uložením snímku.

Tato práce vznikla s podporou projektu IGA_LF_2026_004.

STUDIUM ÚČINKU METHYLENOVÉ MODŘI PRO ANTIMIKROBIÁLNÍ FOTODYNAMICKOU A SONODYNAMICKOU TERAPII

Válková L.¹, Kolaříková M¹, Bajgar R.¹, Večeřová R.², Bartoň Tománková K.¹, Dilenko H.¹, Kolář M.², Kolářová H.¹

¹Ústav lékařské biofyziky, LF UPOL, Olomouc, Česká republika

²Ústav mikrobiologie, LF UPOL, Olomouc, Česká republika

Vývoj neantibiotických antimikrobiálních strategií vyžaduje systematické preklinické hodnocení látek se širokospektrální aktivitou a příznivým bezpečnostním profilem. Methylenová modř (MB), fotosenzitizer ze skupiny fenothiazinových barviv, představuje perspektivní látku díky své silné absorpci v červené oblasti spektra a vysoké schopnosti generovat reaktivní formy kyslíku po aktivaci.

Cílem této práce bylo zhodnotit antimikrobiální potenciál MB a optimalizovat její využití ve fotodynamické (PDT) a sonodynamické terapii (SDT). Bylo provedeno komplexní in vitro hodnocení na klinicky relevantních Gram-pozitivních i Gram-negativních bakteriálních kmenech. Antibakteriální aktivita byla stanovena pomocí minimálních inhibičních a baktericidních koncentrací za podmínek bez ozáření i po fotodynamické aktivaci. Současně byla hodnocena cytotoxicita a kompatibilita s modely lidské kůže pro zajištění translační relevance.

Zatímco za podmínek bez aktivace vykazovala MB omezenou antimikrobiální aktivitu, po fotodynamické aktivaci došlo k výraznému zvýšení účinnosti napříč všemi testovanými kmeny. Účinné koncentrace se významně snížily, což vedlo k rychlé a efektivní inaktivaci mikroorganismů. Tyto výsledky potvrzují, že MB má po aktivaci výrazný širokospektrální antimikrobiální účinek, a to i vůči obecně odolnějším gramnegativním bakteriím. Další experimenty prokázaly, že kombinace PDT a SDT zvyšuje antibakteriální účinnost ve srovnání s jednotlivými metodami, což naznačuje synergický efekt pravděpodobně související se zlepšenou penetrací senzibilizátoru a zvýšenou tvorbou reaktivních forem kyslíku.

Methylenová modř se tak jeví jako účinný a univerzální senzibilizátor se širokospektrálním antimikrobiálním potenciálem a přijatelným bezpečnostním profilem. Tyto výsledky představují základ pro její následné in vivo hodnocení a klinickou aplikaci prezentovanou v navazující studii.

Tato práce byla podpořena Ministerstvem zdravotnictví České republiky, grant č. NU21-09-00357.

MĚNÍ STUDENTI STRATEGII PŘI PŘÍPRAVĚ KE ZKUŠEBNÍM TESTŮM?

Vlk D.¹

¹Biofyzikální ústav, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita, Brno

V posledních nejméně deseti letech pozorujeme změny v úrovni výsledků závěrečných zápočtových testů. Tyto změny dokládají průměrné bodové hodnoty testů u českých i zahraničních studentů programů všeobecného lékařství.

Nejlepších výsledků dosahovali studenti v letech 2018, 2019, poté došlo k poměrně rychlému zhoršení, aby v následujících letech průměrné bodové hodnoty kolísaly. Stále jsou ovšem výrazně horší než ve výše uvedených letech. Zásadním přelomem se tak zdá být především pandemie onemocnění Covid-19. Kolísání v pozdějších letech naznačuje také vliv nástupu chatbotů AI. Pravděpodobně se také projevuje i jistý pokles využívání kolektivních platforem typu klasických sociálních sítí, ke kterému, dle mnohých diskusí se studenty, v posledních letech dochází.

Z tohoto jednoduchého srovnání se zdá, že studenti poněkud mění způsob přípravy k testům. Domníváme se, že méně kolaborují a využívají více individualizované přístupy k získávání informací. Změna těchto přístupů by mohla znamenat i nové možnosti ve formách předávání informací ve smyslu učitel-student. Proto by nás velmi zajímaly zkušenosti a názory kolegů z jiných fakult a škol.

KONSTRUKCE TKÁŇOVÉHO PROCESORU PRO PŘÍPRAVU BIOLOGICKÝCH VZORKŮ

Bezrouk A.¹, Voda P.¹,

¹Ústav lékařské biofyziky, LF UK v Hradci Králové

Poster popisuje konstrukci jednoduchého laboratorního tkáňového procesoru určeného pro automatizaci přípravy biologických vzorků před elektronovou mikroskopií a dalšími histologickými metodami. Představujeme snadné konstrukční řešení přístroje a poskytujeme volně jeho technickou dokumentaci umožňující snadnou stavbu v běžných podmínkách i jeho další modifikace pro různorodé využití ve výzkumných i výukových laboratořích.

Přístroj je navržen jako nízkonákladová open-source stavebnice využívající běžně dostupné komponenty, 3D tisk a otevřený software. Mechanická část zařízení je tvořena rotačním karuselem pro 20 reagentových zkumavek a pohyblivým závěsem se čtyřmi košíčky pro preparáty. Pohyby systému zajišťuje kombinace krokových motorů a převodových mechanismů řízených mikrokontrolérem Arduino. Konstrukce většiny mechanických dílů byla realizována technologií 3D tisku, u některých dílů z chemicky odolných polymerních materiálů. Ovládání přístroje pomocí displeje a sady tlačítek umožňuje definovat jednotlivé kroky procesu, dobu ponoření vzorků i pořadí použitých činidel. Protokoly jsou ukládány na paměťovou kartu SD a mohou být upravovány prostřednictvím mobilní aplikace. Zařízení dále podporuje vzdálené notifikace o průběhu procesu a detekovaných chybových stavech. Zařízení je napájeno z el. sítě či vestavěných baterií zálohujících výpadek sítě.

Poster popisuje mechanické uspořádání, elektroniku, řídicí systém a způsoby ovládání a programování pracovních protokolů.

UMĚLÁ INTELIGENCE VE VÝUCE A AKADEMICKÉM PROSTŘEDÍ

Zeman J.¹

¹ Ústav biofyziky a informatiky 1. LF UK

Umělá inteligence (AI) zásadně mění způsob, jakým vznikají, předávají se a hodnotí znalosti v medicínském vzdělávání. Lékařské fakulty stojí před úkolem nejen reagovat na rychle se měnící technologický kontext, ale rovněž aktivně připravovat studenty, pedagogy i nepedagogické pracovníky na práci s AI nástroji. Cílem příspěvku je shrnout zkušenosti se systematickým začleňováním AI do akademického prostředí, které v posledních letech rozvíjíme na našem pracovišti.

Aktivity se postupně rozvíjejí v několika navzájem propojených oblastech. Mezi ně patří cílené vzdělávání v podobě seminářů a workshopů pro různé skupiny v rámci fakulty — pregraduální studenty, akademické i vědecké pracovníky a zaměstnance děkanátu — a to jak v základní orientaci, tak v pokročilejších aplikacích. Důraz je kladen na praktické pracovní toky účastníků, kritické hodnocení výstupů AI nástrojů a etické, právní i bezpečnostní aspekty jejich využití v akademickém kontextu.

Souběžně využíváme AI nástroje pro reflexi a iterativní zlepšování vlastní pedagogické práce — například formou digitálního náslechu vlastních přednášek pomocí záznamových zařízení a navazující AI analýzy. Dalšími příklady jsou postupné začleňování AI do osnov cvičení (zejména ze zdravotnické informatiky), tvorba a revize výukových materiálů, asistence při hodnocení studentských prací a další scénáře, které vyplývají z konkrétních potřeb pracoviště.

V příspěvku budou prezentovány vybrané zkušenosti, předběžná pozorování i ohlasy účastníků, včetně zkušeností s tím, jak studenti AI nástroje využívají při zpracování zadaných úkolů. Diskuze se zaměří na limity, etické aspekty, otázky udržitelnosti a možnosti přenositelnosti popsaného přístupu na další pracoviště.

Hlavný sponzor

HERMES
L a b S y s t e m s

Partneri a sponzori



MERCK



Elektronický zborník abstraktov DLB2026



XLVII. Dni lekárskej biofyziky

Zborník abstraktov

Editori: doc. RNDr. Ján Sabo, CSc., univerzitný profesor
RNDr. Imrich Géci, PhD.
doc. Ing. Jaroslav Majerník, PhD.

Vydavateľ: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach
vo Vydavateľstve ŠafárikPress

Rok vydania: 2026
Počet strán: 63
Rozsah: 3,37 AH
Vydanie: prvé



ISBN 978-80-574-0520-7 (e-publikácia)
DOI: <https://doi.org/10.33542/ZAD-0520-7>