

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-15-0029****Výskum komparatívnych zobrazovacích metód na báze magnetickej rezonancie na diagnostiku neurologických a muskuloskeletálnych ochorení**Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. Ivan Frollo, DrSc.**Príjemca **Ústav merania SAV****Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený**

Ústav merania SAV

Slovenská technická univerzita v Bratislave - Fakulta chemickej a potravinárskej technológie

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešeníMR Center, Highfield MR, Department of Radiology, Medical University of Vienna, Austria.
Univ.-Prof. Dr. Siegfried Trattnig.

Podpísaná zmluva o vedeckej spolupráci do 31. XII. 2020.

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

Neboli udelené žiadne patenty. Dosiahnuté výsledky sú v oblasti základného výskumu.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

Zoznam publikácií v roku 2019 s citovaním čísla projektu:

Vedecké práce v zahraničných karentovaných časopisoch impaktovaných:

- ANDRIS, Peter - EMERY, Earl F. - FROLLO, Ivan. Analysis of NMR Spectrometer Receiver Noise Figure. In Mathematical Problems in Engineering, 2019. Volume 2019, Article ID 1083706, pages 1-7, <https://doi.org/10.1155/2019/1083706>
- JURÁŠ, Vladimír – SCHREINER, M. – LAURENT, D. – ZBÝŇ, Š. – MLYNARIK, V. – SZOMOLÁNYI, Pavol – HAGER, B. – SCOTTI, C. – GOLDHAHN, J. – HEULE, R. – BIERI, O. – TRATTNIG, S. The comparison of the performance of 3 T and 7 T T2 mapping for untreated low-grade cartilage lesions. In Magnetic Resonance Imaging, 2019, vol. 55, p. 86-92. ISSN 0730-725X. (2.112-IF2018)
- KRAFČÍK, Andrej – BABINEC, M. – BABINCOVA, I. – FROLLO, Ivan. High gradient magnetic separation with involved Basset history force: Configuration with single axial wire. In Powder Technology, 2019, vol. 347, p. 50-58. ISSN 0032-5910. (3.413-IF2018)
- VALKOVIČ, Ladislav – CLARKE, W.T. – SCHMID, A.I. – RAMAN, B. – ELLIS, J. –

WATKINS, H. – ROBSON, M.D. – NEUBAUER, S. – RODGERS, C.T. Measuring inorganic phosphate and intracellular pH in the healthy and hypertrophic cardiomyopathy hearts by in vivo 7T 31P-cardiovascular magnetic resonance spectroscopy. In *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*, 2019, vol. 21, p. 19. ISSN 1097-6647. (5.070-IF2018)

• BRISTELA, M. – SKOLKA, A. – EDER, J. – SZOMOLÁNYI, Pavol – WEBER, M. – PIEHSLINGER, E. – SCHMID-SCHWAP, M. – TRATTNIG, S. T2 mapping with 3.0 T MRI of the temporomandibular joint disc of patients with disc dislocation. In *Magnetic Resonance Imaging*, 2019, vol. 58, p. 125-134. ISSN 0730-725X. (2.112-IF2018)

• ELLIS, J. – VALKOVIČ, Ladislav – PURVIS, L.A.B. – CLARKE, W.T. – RODGERS, C.T. Reproducibility of human cardiac phosphorus MRS (31P-MRS) at 7 T. In *NMR in Biomedicine*, 2019, vol. 32, no. 6, p. e4095. ISSN 0952-3480. (3.414-IF2018)

• HAGER, B. – WALZER, S.M. – DELIGIANNI, X. – BIERI, O. – BERG, A. – SCHREINER, M.M. – ZALAUDEK, M. – WINDHAGER, R. – TRATTNIG, S. – JURÁŠ, Vladimír. Orientation dependence and decay characteristics of T2* relaxation in the human meniscus studied with 7 Tesla MR microscopy and compared to histology. In *Magnetic Resonance in Medicine*, 2019, vol. 81, no. 2, p. 921-933. ISSN 0740-3194. (3.858-IF2018)

• PURVIS, L.A.B. – VALKOVIČ, Ladislav – ROBSON, M.D. – RODGERS, C.T. Feasibility of absolute quantification for 31P MRS at 7 T. In *Magnetic Resonance in Medicine*, 2019, vol. 82, no. 1, p. 49-61. ISSN 0740-3194. (3.858-IF2018)

• MURGOCI, Adriana-Natalia, BACIAK, Ladislav, CUBINKOVA, Veronika, SMOLEK, Tomas, TVRDIK, Tomas, JURANEK, Ivo, KAFKA, Jozef, CIZKOVA Dasa. Diffusion tensor imaging: tool for tracking injured spinal cord fibres in rat. *Neurochemical Research*, (in press).

Publikované príspevky na medzinárodných vedeckých konferenciách:

• Přibil, Jiří, Přibilová, A., Matoušek, J. Artefact determination by GMM-based continuous detection of emotional changes in synthetic speech. In 42th International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP 2019). – IEEE, 2019, p. 45-48. ISBN 978-1-7281-1864-2.

• Jiří Přibil, Anna Přibilová, Ivan Frollo. Automatic Calibration of Vibration Sensors for Measurement in a Weak Magnetic Field. MEASUREMENT 2019, Proceedings of the 12th International Conference, Smolenice, Slovakia. pp. 137-140.

• P. Latta, V. Juras, M. Kojan, Z. Starčuk Jr., X. Deligianni, O. Bieri, P. Szomolanyi, I. Frollo, S. Trattnig. The Experimental Setup for T2* Mapping in Achilles tendon and Entesis. MEASUREMENT 2019, Proceedings of the 12th International Conference, Smolenice, Slovakia. pp. 141-144.

• I. Frollo, A. Krafčík, D. Gogola, T. Dermek, L. Bačiak. Ions Flow Dynamics Research Using Fast Magnetic Resonance Imaging Method. MEASUREMENT 2019, Proceedings of the 12th International Conference, Smolenice, Slovakia. pp. 145-148.

• Daniel Gogola, Pavol Szomolányi, Ladislav Bačiak, Ivan Frollo. Gradient Offset Calibration Used for B0 Homogeneity. MEASUREMENT 2019, Proceedings of the 12th International Conference, Smolenice, Slovakia. pp. 167-171.

• Peter Andris, Tomáš Dermek, Ivan Frollo. Noise Matching of the NMR Scanner Receiver. MEASUREMENT 2019, Proceedings of the 12th International Conference, Smolenice, Slovakia. pp. 274-27

Ostatné publikácie sú uvedené v dokumentoch:

Výstupy a prínosy projektu za rok/obdobie: 2016, 2017, 2018, 2019.

Spolu počet vedeckých prác v zahraničných karentovaných časopisoch impaktovaných za roky 2016 až 2019 : 31

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky riešenia za celé obdobie riešenia projektu boli sú v súlade s cieľmi projektu:

1. Teoretický (modelový), experimentálny a aplikovaný výskum MR metód zobrazovania a merania prostredníctvom tvorby a výberu najvhodnejších meracích sekvencií a optimálneho prístrojového vybavenia s cieľom komparatívneho zobrazovania a mapovania organických a syntetických materiálov a objektov s použitím zobrazovacích zariadení s magnetickým poľom 0.1, 0.2, 4.7 a 7.0 Tesla.

- nové metódy NMR zobrazovania, uplatnenie v budúcich vedeckých projektoch, vybrané metódy našli uplatnenie v klinickom výskume.

2. Návrh novej metódy – diagnostického nástroja na skorú a presnú diagnostiku neurozápalových procesov, založenú na in-vivo rozpoznaní fyziologického a patologického feritínu. Ide o kvantifikáciu biogénneho železa, kde nová metodika umožní návrh ucelený vývoj originálnej diagnostickej metódy. Pridanou hodnotou tejto metodiky je jej neinvazívny prístup, ktorý môže nájsť uplatnenie pri skorej diagnostike neurozápalových procesov v medicínskom výskume a tiež v klinickej praxi.

- nové metódy na kvantifikáciu biogénneho železa, uplatnenie v budúcich vedeckých projektoch, vybrané metódy našli uplatnenie v klinickom výskume, v diagnostike neurozápalových procesov v medicínskom výskume.

3. V rámci výskumu metód zobrazovania chrupaviek a meniskov ide o vývoj nových diagnostík poškodení spojivových tkanív metódami magnetickej rezonancie, zobrazovanie a mapovanie relaxačných časov pri určovaní stavu kolagénovej štruktúry. Dôležitá je skorá diagnostika poškodení spojivových tkanív, ktorá by umožnila včas terapeuticky zasiahnuť a ušetriť tak nemalé ekonomické prostriedky potrebné na liečbu neskorších štádií.

- nové metódy zobrazovania chrupaviek a meniskov, uplatnenie v budúcich vedeckých projektoch, vybrané metódy našli uplatnenie v klinickom výskume, v diagnostike neurozápalových procesov v medicínskom výskume.

4. Výskum možností pri celení častíc zo superparamagnetického materiálu s použitím gradientných magnetických polí. Teoretický model a simulácia dynamiky pohybu sférických superparamagnetických microbeads v 3- D modeli cievnej bifurkácie bez/za prítomnosti paramagnetického stentu ako generátora lokálneho gradientového magnetického poľa.

Experimentálne určenie koeficientu magnetického tlmenia pre tento študovaný teoretický model, rozšírenie o príspevok magnetického tlmenia, a porovnanie s experimentom, s cieľom overenia správnosti metodiky. Obdobným spôsobom išlo o spresnenie modelu depozície aerosolu s magnetickými časticami v distálnom/proximálnom pľúcnom acíne.

- nové metódy možností pri celení častíc zo superparamagnetického materiálu s použitím gradientných magnetických polí, uplatnenie v budúcich vedeckých projektoch, výskum depozície aerosolu s magnetickými časticami v distálnom/proximálnom pľúcnom acíne.

5. Výskum artefaktov pre rôzne zobrazovacie sekvencie. Analýza spektrálnych vlastností akustických vibrácií a hluku vznikajúcich vplyvom činnosti gradientných systémov NMR tomografu pracujúceho so slabým magnetickým poľom; mapovanie rozloženia intenzity hluku a mechanických vibrácií v snímacom priestore NMR tomografu; návrh, testovanie, aplikácia a porovnanie účinnosti algoritmov pre potlačanie hluku pri simultánnom nahrávaní rečového signálu k 3D modelovania ľudského hlasového traktu ako aj pre odstránenie artefaktov v MR obrazov tenkých vrstiev a materiálových vzoriek.

- nové metódy v oblasti analýzy spektrálnych vlastností akustických vibrácií a hluku vznikajúcich vplyvom činnosti gradientných systémov NMR tomografu. Uplatnenie v oblasti odstránenia artefaktov v MR obrazov tenkých vrstiev a materiálových vzoriek, budúci

výskum.

Výsledky riešenia, vedecké práce boli publikované v zahraničných karentovaných časopisoch impaktovaných.

Rad publikácií bol zverejnený v ostatných zahraničných časopisoch neimpaktovaných, publikované príspevky na medzinárodných vedeckých konferenciách, prednášky a vývesky na medzinárodných vedeckých podujatiach a kapitoly vo vedeckých monografiách vydané v zahraničných vydavateľstvách.

Podrobnosti sú uvedené v správach o výsledkoch riešenia tohto projektu za každý rok.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Experimentálny a aplikovaný výskum MR metód zobrazovania a merania prostredníctvom tvorby a výberu najvhodnejších meracích sekvencií a optimálneho prístrojového vybavenia s cieľom komparatívneho zobrazovania a mapovania organických a syntetických materiálov a objektov s použitím zobrazovacích zariadení s magnetickým poľom 0.1, 0.2, 4.7 a 7.0 Tesla. Komparatívne zobrazovania umožňovali porovnať jednotlivé zobrazovacie metódy s cieľom interpretácie zobrazovaných objektov v experimentálnej aj v klinickej praxi.

Vyvinuté diagnostické nástroje na skorú a presnú diagnostiku neurozápalových procesov, založenú na in-vivo rozpoznaní fyziologického a patologického feritínu. Ide o kvantifikáciu biogénneho železa, kde nová metodika umožní návrh a ucelený vývoj originálnej diagnostickej metódy. Pridanou hodnotou tejto metodiky je jej neinvazívny prístup, ktorý nájde uplatnenie pri skorej diagnostike neurozápalových procesov v medicínskom výskume a tiež v klinickej praxi.

Metódy vývoja nových diagnostík poškodení spojivových tkanív metódami magnetickej rezonancie, zobrazovanie a mapovanie relaxačných časov pri určovaní stavu kolagénovej štruktúry. Významná je aplikácia pre skorú diagnostiku poškodení spojivových tkanív, ktorá umožňuje včas terapeuticky zasiahnuť a ušetriť tak nemalé ekonomické prostriedky potrebné na liečbu neskorších štádií. Experimentálne boli určené koeficienty magnetickeho tlmenia pre tento študovaný teoretický model. Ide o zvýraznenie príspevku magnetickeho tlmenia a porovnanie s experimentom. Bola overená správnosť metodiky. Tieto metódy nájdu uplatnenie v budúcich vedeckých projektoch, vybrané metódy už našli uplatnenie v klinickom výskume, v diagnostike neurozápalových procesov v medicínskom výskume.

Metódy výskumu dynamiky pohybu sférických superparamagnetických mikro-častíc v 3-D modeli cievnej bifurkácie bez/za prítomnosti paramagnetického stentu ako generátora lokálneho gradientového magnetickeho poľa. Metódy nájdu uplatnenie v budúcich vedeckých projektoch, výskum depozície aerosolu s magnetickými časticami v distálnom/proximálnom pľúcnom acíne.

Analýza spektrálnych vlastností akustických vibrácií a hluku vznikajúcich vplyvom činnosti gradientných systémov NMR tomografu pracujúceho so slabým magnetickým poľom; mapovanie rozloženia intenzity hluku a mechanických vibrácií v snímacom priestore NMR tomografu pracujúceho so slabým magnetickým poľom. Bolo vykonané testovanie mapovania rozloženia intenzity hluku a mechanických vibrácií v snímacom priestore NMR tomografu; návrh, testovanie, aplikácia a porovnanie účinnosti algoritmov pre potláčanie hluku pri simultánnom nahrávaní rečového signálu k 3D modelovania ľudského hlasového traktu ako aj pre odstránenie artefaktov v MR obrazov tenkých vrstiev a materiálových vzoriek. Uplatnenie v oblasti odstránenia artefaktov v MR obrazov tenkých vrstiev a materiálových vzoriek, budúci výskum.

Výsledky riešenia boli publikované v zahraničných karentovaných časopisoch impaktovaných: počet 31, a publikované v rade iných medzinárodných časopisoch a tiež prezentované na mnohých medzinárodných vedeckých konferenciách.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

Experimental and applied research MR imaging and methods of measurement through the development and selection of the most suitable measuring sequences and optimal instrumentation with the aim of comparative imaging and mapping of organic and synthetic of materials and objects using the imaging devices with the magnetic fields: 0.1, 0.2, 4.7 and 7.0 Tesla. Comparative imaging allows to compare the different imaging modalities to the interpretation of the imaging objects in experimental and clinical practice.

Developed diagnostic tools for early and accurate diagnosis of neuro-inflammatory processes, based on in-vivo detection of physiological and pathological ferritin. For the quantification of biogenic iron, where the new methodology will allow for the design and development of a complete original diagnostic method. The added value of this methodology is its non-invasive approach that finds application in early diagnosis of neuro-inflammatory processes in medical research and clinical practice.

The development of new methods of diagnostics of damaged connective tissues, methods of magnetic resonance imaging and mapping of the relaxation times in determining the status of the collagen structure. Important is an application for the early diagnosis of damages of connective tissues, which allows to save considerable economic resources in a timely manner to intervene necessary therapy to treat the late stages. Experimental magnetic damping coefficients have been determined for to study of the theoretical model. It is about highlighting the contribution of the magnetic damping and a comparison with the experiment. The accuracy of the methodology has been verified. These methods will find application in future scientific projects, selected methods already found application in clinical research, in the diagnosis of neuro-inflammatory processes in medical research.

Methods of research of dynamics of motion of spherical micro particles in superparamagnetic 3-D model of vascular stent without the presence of bifurcation of/using paramagnetic stent as the generator of the local gradient of the magnetic field. Methods for scientific research in future projects, the deposition of aerosol particles in the lung with magnetic distal/proximal acinus.

Analysis of spectral properties of acoustic vibration and noise of the emerging influence of the activities of the gradient systems with weak magnetic NMR tomograph; mapping the distribution of the intensity of the noise and vibration in the working of the sense of space with a weak magnetic field NMR tomograph. It was carried out the layout of the noise and mechanical vibration intensity mapping in the area of NMR tomograph. Design, testing, application and comparison the efficiency of the algorithms for noise suppression in the simultaneous recording of the audio signal to the 3D modeling of the human vocal tract, as well as for the removal of artifacts in MRI images of thin layers and material samples. Application in the field of removal of artifacts in MRI images of thin layers of material samples and future research.

The results were published in international journals: number 31 papers in Current Contents journals and a lot of papers published in other international journals and presented at numerous international scientific conferences.