

РЕФЕРАТ

О ЗАВРШЕНОЈ ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ КАНДИДАТА

МИХАЈЛА Д. РАДМИЛОВИЋА

Веће за студије при Универзитету у Београду, на седници одржаној 16. септембра 2024. године именовало нас је у комисију за преглед и оцену докторске дисертације под насловом **„Интеракција ултракратких ласерских импулса са молекулом хемоглобина и примена савремених техника нелинеарне микроскопије у осликовању еритроцита“**, кандидата Михајла Д. Радмиловића (мултидисциплинарне докторске студије при Универзитету, студијски програм: Биофотоника). Након прегледа и анализе приложене докторске дисертације, подносимо Већу следећи извештај:

Основни подаци о кандидату

Михајло Радмиловић рођен је 6. августа 1993. године у Београду. Основне и мастер студије је завршио на Биолошком факултету Универзитета у Београду 2018. године на модулу Молекуларна биологија и физиологија, мастер Биофизика, са просечном оценом 9,13, одбравивши мастер рад под насловом “Анализа АТФ-зависних струја кроз појединачне канале на мембрани цитоплазматичних капи из гљиве *Phycomyces blakesleeanus* “. Током основних и мастер студија волонтерски је радио у Институту за биолошка истраживања „Синиша Станковић”, Институту од националног значаја за Републику Србију. Докторске академске студије из Биофотонике при Универзитету у Београду уписао је 2018. године. Звање истраживач приправник је стекао 16. априла 2019. године, а од 1. маја 2019. запослен је у Институту за физику Београд Универзитета у Београду, Институту од националног значаја за Републику Србију. Од 15. маја 2022. изабран је у звање истраживач сарадник. Од септембра 2020. године до септембра 2022. године, Михајло Радмиловић је учествовао на пројекту који је финансирао Фонд за науку Републике Србије из позива за извршне пројекте младих истраживача (ПРОМИС): *„Hemoglobin-based spectroscopy and nonlinear imaging of erythrocytes and their membranes as emerging diagnostic tool“*, акроним НЕММАГИНЕРО. Поред тога, био је и учесник на пројекту из програма научне и технолошке билатералне сарадње Републике Србије са Републиком Немачком за 2020-2021. годину, под насловом *„Осликавање и временски разложена спектроскопија у терахерцној, блиској инфрацрвеној и видљивој области за будуће биомедицинске примене“*, као и пројекту из програма научне и технолошке билатералне сарадње Републике Србије са Републиком Словенијом за 2020-2021. годину, под насловом *„Нано-спектрално нелинеарно флуоресцентно осликовање хемоглобина без коришћења обележивача за потенцијалну дијагностичку примену“*. Током 2023. године, провео је три месеца на усавршавању за примену флуоресцентне корелационе спектроскопије у биомедицинским истраживањима на Каролинска институту

(Стокхолм, Шведска), под руководством проф. др Владане Вукојевић, у Центру за молекуларну медицину. Ангажован је на пројекту Фонда за науку Републике Србије под називом: „*Advanced BioPhysical Methods for Soil Targeted Fungi-Based Biocontrol agents*“, акроним BioPhysFUN, 2022-2024, из позива Зелени програм сарадње између науке и привреде.

Из резултата своје докторске дисертације Михајло Д. Радмиловић је публикувао 2 научна рада, 1 у међународном часопису изузетних вредности категорије M21a и 1 рад у истакнутом међународном часопису M22, док је један рад чији су резултати део докторске дисертације тренутно на рецензији у врхунском међународном часопису категорије M21.

Библиографија кандидата обухвата следеће научне радове и конгресна саопштења из докторске дисертације:

Научни радови из докторске дисертације:

1. **Radmilović, M. D.**, Drvenica, I. T., Rabasović, M. D., Ilić, V. L., Pavlović, D., Oasa, S., Vukojević, V., Perić, M., Nikolić, S. N., & Krmpot, A. J. (2023). Interactions of ultrashort laser pulses with hemoglobin: Photophysical aspects and potential applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 244, 125312 <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.125312> (IF (2022) 8,2; M21a)
2. **Radmilović, M. D.**, Ilić, V. L., Trivanović, D., Petakov, A., Lalić, K., Rabasović, M. D., Krmpot, A.J & Drvenica, I. T. (2024). Elongation index derivative as a potential hemorheological parameter in a diffraction analysis of diabetes mellitus patients' erythrocytes. *Optical and Quantum Electronics*, 56(7), 1225. <https://doi.org/10.1007/s11082-024-06973-9> (IF (2023) 3,3; M22)
3. **Radmilović M. D.**, Ilić V. Lj., Vučetić D., Trivanović D., Rabasović M. D., Krmpot A. J., Drvenica I.T. (2024) Light on abnormal red blood cell subpopulations: label-free optics-based approach for studying in vitro rigidified blood cells. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* (у процесу рецензије) (IF (2023) 4,3; M21)

Саопштења са међународних скупова штампана у изводу из дисертације (M34):

1. **M. D. Radmilović**, V. Lj. Ilić, D. Trivanović, A. Petakov, K. Lalić, M. D. Rabasović, A. J. Krmpot, I. T. Drvenica, Elongation index derivative as a new mechanobiological parameter in Diabetes mellitus patients, P1, pp 39. 10th Regional Biophysics Conference & 15th International Summer School of Biophysics, 26-30 August 2024, Split, Croatia, ISBN 978-953-7941-53-6 (online), <http://rbc2024.biofizika.hr>
2. I.T. Drvenica, **M. D. Radmilović**, V. Lj. Ilić, D. Trivanović, A. Petakov, K. Lalić, M.D. Rabasović, A.J. Krmpot, Elongation index derivative: a promising hemorheological

- parameter in Diabetes mellitus erythrocyte analysis, Book of Abstracts of 8th Eurosummer School on Biorheology and Symposium on Micro and Nanomechanics and Mechanobiology of Cells, Tissues and system, August 28 - 30, 2024, Varna, Bulgaria, pp. 32-33. ISBN: 978-619-279-025-7, <http://www.biorheo2024.bsb-bg.eu>
3. **M.D. Radmilović**, I.T. Drvenica, M.D. Rabasović, V.Lj. Ilić and A.J. Krmpot, Fluorescent products upon heme degradation as potential biomarkers: Understanding their formation via Hemoglobin oxidation, B25, Book of abstracts of IX International School and Conference on Photonics PHOTONICA2023 pp. 95, Belgrade, 28 August-1 September 2023, Belgrade, Serbia, ISBN 978-86-7306-165-8
 4. I. Drvenica, D. Trivanović, **M. Radmilović**, D. Vučetić A. Krmpot, V. Ilić, Optical methodologies in the analysis of erythrocyte deformability and heterogeneity, Book of abstracts of 16th Photonics Workshop 2023, pp.27, March 12-15, 2023, Kopaonik, Serbia, ISBN 978-86-82441-59-5
 5. **M. Radmilović**, I. Drvenica, M. Rabasović, V. Ilić, D. Pavlović, S. Oasa, M. Perić, A. Krmpot, Ultrashort laser pulses interaction with hemoglobin: micro-patterning and label-free imaging, P35, L54, Regional Biophysics Congress 2022 RBC2022, August 22-26, 2022, Pécs, Hungary, <https://www.rbc2022.hu/i-authors.php>
 6. I. Drvenica, **M. Radmilović**, D. Pavlović, M. Rabasović, S. Nikolić, D. Trivanović, D. Vučetić D, Ilić V, Krmpot A. Characterizing red blood cells deformability by ektacytometry. Book of Abstracts of 15th Photonics Workshop (Conference), page 18, March 13-16, 2022, Kopaonik, Serbia, ISBN 978-86 -82441-55-7
 7. **M. Radmilović**, I. Drvenica, M. Rabasović, V. Ilić, D. Pavlović, S. Nikolić, A. Krmpot. Two - photon microscopy as a tool for the studying erythrocyte morphology in a Diabetes mellitus type 1 patients. Book of Abstracts of 15th Photonics Workshop (Conference), page 46, March 13-16, 2022, Kopaonik, Serbia. ISBN 978-86 -82441-55-7
 8. **M. D. Radmilović**, I. Drvenica, A. Krmpot, M. Rabasović. Photophysics and photochemistry of hemoglobin interaction with ultrashort laser pulses. Book of Abstracts 14th Photonics Workshop, pp. 27, 14–17 March, 2021, Kopaonik, Serbia. ISBN 978-86-82441-52-6
 9. **M.D. Radmilović**, I. Drvenica, M.D. Rabasović, V. Ilić, D. Pavlović, S. Nikolić, M. Matić, A. Krmpot. Interaction of ultrashort laser pulses with hemoglobin as a tool for selective erythrocytes photo-labeling. Book of Abstracts of VIII International School and Conference on Photonics & HEMMAGINERO workshop PHOTONICA2021, pp. 107 - 107, 23 - 27 August 2021, Belgrade, Serbia, ISBN 978-86-82441-53-3
 10. M. Matić, D. Pavlović, **M.D. Radmilović**, M.D. Rabasović, V. Ilić, A. Krmpot, I. Drvenica. Discovering abnormal erythrocyte membranes - optical approaches. Book of Abstracts of VIII International School and Conference on Photonics & HEMMAGINERO workshop PHOTONICA2021, pp. 108 - 108, 23 - 27 August 2021, Belgrade, Serbia, ISBN 978-86-82441-53-3.

Предмет и циљеви докторске дисертације

Предмет ове докторске дисертације је испитивање интеракције ултракратких ласерских импулса са унутарћелијским и изолованим молекулом хемоглобина. Истраживање у оквиру ове дисертације се надовезује на претходну студију у којој је показано да приликом ове интеракције долази до формирања флуоресцентног једињења, односно фотопродукта пореклом од хемоглобина. Природа процеса формирања фотопродукта изучавана је применом технике нелинеарне ласерске скенирајуће микроскопије-ТРЕФ (*енгл.* Two photon emission fluorescence), док су његове фотофизичке особине одређене користећи различите микроскопске и спектроскопске технике. Такође, дизајнирање одговарајућег протокола за генерисање овог фотопродукта као и његова фотофизичка карактеризација представља истраживачку основу ове докторске дисертације. Да би се успешно реализовала планирана истраживања, ова докторска дисертација је урађена кроз три фазе.

Прва фаза истраживања је за основни циљ имала развијање протокола за ТРЕФ осликавање еритроцита и хемоглобина. Да би се овај основни циљ остварио постављено је неколико специфичних циљева.

Први специфични циљ је био изучавање интеракције ултракратких ласерских импулса са изолованим молекулима хемоглобина из еритроцита (тзв. ванћелијским хемоглобином), као и фотофизичку и фотохемијску карактеризацију насталог флуоресцентног фотопродукта, мерењем UV/VIS апсорпционог и двофотонског емисионог спектра. Анализом спектра било је могуће стећи увид у структурне промене које настају услед интеракције ултракратких ласерских импулса са хемоглобином, а промене на карактеристичним спектралним линијама хемоглобина (промена интензитета и положаја максимума као и промене релативног односа пикова) су приказане као маркери структурних промена индукованих ултракратким ласерским импулсима, с обзиром да је фотофизички механизам формирања фотопродукта био потпуно непознат. Да би се утврдило да ли јон гвожђа у оквиру хемоглобина утиче на формирање фотопродукта одређене су фотофизичке особине протопорфирина IX (PpIX), простетичне групе која у свом саставу нема јон гвожђа. Показано је да PpIX има исте особине ТРЕФ емисионог спектра фотопродукта хемоглобина у погледу положаја максимума и изгледа спектра, што имплицира да је фотопродукт највероватније пореклом од хем функционалне групе.

Други специфични циљ је био развој протокола за ТРЕФ осликавање еритроцита без примене обележивача, само на основу индуковане флуоресценције унутарћелијског хемоглобина. Реализацијом ових активности омогућено је просторно и временско праћење фото-обележених еритроцита у пуној крви *in vitro*. На основу приказаних фотофизичких карактеристика хемоглобина изван и унутар еритроцита, показано је да примена оптичких техника које се заснивају на употреби ласера као извора побудне светлости имају перспективне биомедицинске примене. Иако су фото-обележавање еритроцита и праћење изведени *in vitro*, ова метода базирана на ТРЕФ микроскопији може потенцијално да омогући дуготрајно праћење појединачних еритроцита у крвним судовима у различитим ткивима.

Трећи специфични циљ је био ласерско гравирање различитих флуоресцентних образаца (*енгл.* pattern) на изолованом хемоглобину, што у ствари подразумева

просторно локализовано формирање фотопродукта, што је додатно омогућило испитивање фотостабилности фотопродукта, и његовог коришћења за различите примене као што су: креирање био-оптичких меморија, фотодинамичку терапију, формирање флуоресцентних обележивача.

Друга фаза истраживања је реализована са циљем да се одреде оптичке карактеристике *in vitro* оксидованих еритроцита и анализирају механичке особине оксидованих еритроцита. За реализацију првог циља у овој фази истраживања тј. за одређивање оптичких карактеристика *in vitro* оксидованих еритроцита оптички одговор третираних еритроцита оксидансом (0,5 mM tert-бутил хидропероксид, ТВНП) је анализиран применом проточне цитометрије, ектацитометрије и TPEF микроскопије. Анализа дистрибуције FSC (енглески: forward scatter) и SSC (енглески: side scatter) расејане светлости оксидованих и контролних еритроцита одређена је проточном цитометријом. Интензитет аутофлуоресценције оксидованих и нетретираних еритроцита је анализиран као параметар оксидације и измерен је проточном цитометријом. Први пут у научној литератури је уведена анализа флуоресцентног пика, одређеног проточном цитометријом као могућег параметра за праћење оксидације *in vitro* оксидованих и нетретираних еритроцита. Оксидација хемоглобина је потврђена мерењем апсорпционих спектра лизата еритроцита, при чему је анализом спектра потврђено присуство пикова карактеристичних за оксидовани хемоглобин, док је TPEF микроскопијом локализована дистрибуција хемоглобина у околини унутрашње стране ћелијске мембране у оксидованим еритроцитима. Други циљ у оквиру ове фазе истраживања је био анализа механичких особина оксидованих еритроцита, где је успостављена директна веза између оксидације и смањења деформабилности мембране еритроцита.

У трећој фази истраживања примењена су знања стечена у претходне две фазе за разумевање оптичких карактеристика еритроцита особа оболелих од дијабетес мелитуса (DM). Анализа механичких особина еритроцита здравих донора и особа оболелих од DM подразумевала је анализу дифракционих слика популације еритроцита снимљених при различитим напонима смицања и увођење новог реолошког параметра, по први пут описаног у литератури, који представља први извод напона смицања на половини криве деформабилности еритроцита (dEI/dSS).

Описани интегрисани приступ заснован на оптичким техникама у овој докторској дисертацији пружа нове могућности када је у питању дијагностика и анализа различитих морфолошких и механичких карактеристика еритроцита. На овај начин отвара се нови правац истраживања који омогућава примену различитих биофотоничких метода у циљу анализе како физиологије, тако и патофизиологије еритроцита и хемоглобина. Овај правац истраживања у будућности ће подразумевати уједно и развој нових уређаја који би симултано могли да прате и биофизичке и биохемијске карактеристике еритроцита. На овај начин ће се постићи не само боље разумевање физиологије еритроцита, већ и увид у индивидуалну варијабилност еритроцита како здравих, тако и људи оболелих од различитих болести, чиме се може постићи нови развојни аспект персонализоване медицине.

Кратак опис садржаја докторске дисертације

Докторска дисертација под насловом „Интеракција ултракратких ласерских импулса са молекулом хемоглобина и примена савремених техника нелинеарне микроскопије у осликовању еритроцита“ написана је на српском језику на **90 страна рачунајући текст дисертације**. Дисертација је структурирана кроз следећа поглавља: **Увод (стр. 1-15), Циљеви и хипотезе (стр. 16-17), Материјал и методе (стр. 18-32), Резултати (стр. 33-57), Дискусија (стр. 58-69), Закључци (стр. 70-71), Литература (стр. 72-89) и Прилози (стр. 90)**, укупно 234 библиографских јединица наведених по абecedном реду). Дисертација садржи **44 слике** (7 слика у поглављу Увод, 13 слика у поглављу Материјал и методе, 24 слике у поглављу Резултати и 1 слика у поглављу Дискусија) и **3 табеле** (1 табела у поглављу Увод, 1 табела у поглављу Резултати и 1 Табела у поглављу Прилози). Дисертација има **укупно 105 страна** рачунајући уобичајене уводне и завршне елементе са неопходним информацијама о докторској дисертацији: Насловну страну на српском и енглеском језику, Страну са подацима о менторима и члановима комисије, Страну са изјавама захвалности, Сажетак докторске дисертације на српском и енглеском језику и Садржај. На крају докторске дисертације се налазе Биографија аутора, Изјава о ауторству, Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјава о коришћењу.

Увод се састоји се из 8 потпоглавља у којима је дат преглед досадашњих сазнања из литературе која се тичу ове докторске дисертације. На почетку уводног поглавља је дат опис функције еритроцита, молекулске структуре хемоглобина и морфологије еритроцита, опис њихове физиологије, имунолошке улоге, улога у одржавању хомеостазе организма, њихов метаболизам и утицај оксидативног стреса на њихову физиологију. Даље је дат општи преглед нелинеарне оптичке микроскопије и посебно истакнуте њене јединствене предности у односу на остале микроскопске технике када је осликовање еритроцита и хемоглобина у питању. У уводу је дат преглед литературе о осликовању еритроцита користећи нелинеарну микроскопију. Такође је дат преглед литературе у којој су описане оптичке особине еритроцита користећи проточну цитометрију, а пре свега се односе на анализу FSC и SSC сигнала као њихових аутофлуоресцентних карактеристика. Преглед литературе у вези са механичким особинама еритроцита је приказан на крају Увода.

У оквиру поглавља **Циљеви и хипотезе**, јасно су дефинисана три основна циља и дате су хипотезе као основ за планирана истраживања.

У поглављу **Материјал и методе** кандидат детаљно описује све протоколе и истраживачке методе коришћене за реализацију експеримената у оквиру ове докторске дисертације. У почетном делу је наведено да су у раду коришћени еритроцити здравих особа, који су давали крв у Институту за трансфизиологију и хемобиологију Војномедицинске академије у Београду за шта је добијено одобрење Етичког одбора ове установе (Број 9/2021). У раду су коришћени и еритроцити периферне крви особа са DM, а који су били на редовним прегледима у Клиници за ендокринологију, дијабетес и метаболичке болести Универзитетског Клиничког центра Србије. Етичка дозвола бр. 1332/VII-5, 7. јула 2020. године издата је од стране Медицинског факултета Универзитета у Београду. У даљем тексту су наведене методе и реагенси коришћени у раду и описан је протокол припреме еритроцита и хемоглобина за осликовање

нелинеарном микроскопијом. У наставку су описани експериментални протоколи, инструменталне поставке и припреме еритроцита и хемоглобина за проточну цитометрију и ектацитометрију. Кандидат је детаљно описао инструменталну поставку за нелинеарну ласерску скенирајућу микроскопију и параметре по којима су вршена снимања хемоглобина и еритроцита. На крају овог поглавља је описана је статистичка обрада резултата.

У поглављу **Резултати**, кандидат је јасно и прегледно приказао резултате својих истраживања у оквиру 13 потпоглавља груписаних у три основне тематске целине, који су адекватно илустровани кроз одговарајуће микрографије, графичке и табеларне приказе. Поглавља у потпуности одговарају постављеним циљевима и из њих се изводе закључци дисертације.

У поглављу **Дискусија** је дат преглед и описан је значај остварених резултата, а изнет је и критички осврт на добијене резултате.

Закључци су изведени према претходно наведеним циљевима, а формирану су на основу добијених резултата.

У поглављу Литература наведено је 234 библиографске јединице, што указује да је кандидат темељно и студиозно приступио изучавању научних проблема који су решавани током реализације ове докторске дисертације.

Остварени резултати, оцена докторске дисертације и научни допринос

Научни допринос ове докторске дисертације је пре свега у разумевању фотофизичке природе интеракције ултракратких ласерских импулса са хемоглобином која до сада није била у потпуности разјашњена. Тиме ће се унапредити развој нелинеарних ласерских микроскопија које се заснивају на овом феномену са циљем њихове примене за детекцију присуства ванћелијског хемоглобина у ткивима, праћење дистрибуције заменика за крв заснованих на хемоглобину, праћење дистрибуције постојећих система за испоруку лекова заснованих на хемоглобину, као и за развој нових система за испоруку лекова заснованих на хемоглобину.

Поред тога, научни допринос ове докторске дисертације проистиче и из успостављеног *in vitro* протокола који ће омогућити селективно двофотонско осликавање морфологије еритроцита који нису претходно фиксирани и обележени флуорохромима у различитим симулацијама физиолошких и патолошких стања. Осим поменутог, на основу добијених резултата о новооткривеним фотофизичким особинама хемоглобина, проширена је употреба оптичких техника као што су проточна цитометрија и ектацитометрија на изучавање нефиксираних и необележених еритроцита здравих донора намењених за трансфузију, као и еритроцита пацијената оболелих од дијабетеса. У том смислу, новоразвијени методолошки приступи могли би допринети развоју нових дијагностичких метода заснованих на коришћењу биофизичких карактеристика еритроцита као биомаркера, другачијих од конвенционалних метода анализе еритроцита у биохемијским дијагностичким тестовима.

Закључак и предлог

Анализа докторске дисертације кандидата Михајла Д. Радмиловића под насловом: „Интеракција ултракратких ласерских импулса са молекулом хемоглобина и примена савремених техника нелинеарне микроскопије у осликавању еритроцита“ показује да је кандидат у својој докторској дисертацији успешно реализовао постављене циљеве истраживања кроз свеобухватан и на одговарајући начин конципиран експериментални рад. Ова докторска дисертација представља оригиналан научно-истраживачки рад у области биофотонике који доприноси развоју интегрисаног приступа који обухвата неколико оптичких техника за дијагностику и анализу различитих морфолошких и механичких детерминанти еритроцита, а који се заснивају на новооткривеним фото-физичким карактеристикама хемоглобина након озрачивања ултракратким ласерским импулсима. Кандидат је овим истраживањем показао самосталност у раду, научну зрелост и креативност који потврђују спремност за даљи самостални научно-истраживачки рад. У свом истраживању кандидат је коришстио савремен и мултидисциплинаран приступ, доследно је примењивао научне методе, а резултати које је добио имају висок научни значај и јасну примењивост.

У овој докторској дисертацији су представљени оригинални научни резултати, који су анализирани и протумачени на одговарајући начин, и који дају значајан допринос истраживањима у области биофотонике. На основу свега наведеног, Комисија за оцену докторске дисертације предлаже Већу за студије при Универзитету да прихвати позитивну оцену докторске дисертације кандидата Михајла Д. Радмиловића под насловом „Интеракција ултракратких ласерских импулса са молекулом хемоглобина и примена савремених техника нелинеарне микроскопије у осликавању еритроцита“ и одобри јавну одбрану.

У Београду, 2. октобар 2024.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Весна Илић, научни саветник
Универзитета у Београду,
Институт за медицинска истраживања

др Михаило Рабасовић, виши научни сарадник
Универзитета у Београду, Институт за физику

др Дренка Тривановић, виши научни сарадник
Универзитета у Београду,
Институт за медицинска истраживања

Оцена извештаја о провери оригиналности докторске дисертације

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду и налаза у извештају из програма iThenticate којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације „**Интеракција ултракратких ласерских импулса са молекулом хемоглобина и примена савремених техника нелинеарне микроскопије у осликовању еритроцита**”, аутора **Михајла Д. Радмиловића**, који је добијен 20. септембра 2024. године, констатујемо да утврђено подударање текста износи 7%. Овај степен подударности последица је цитата, личних имена, библиографских података о коришћеној литератури, тзв. општих места и података, као и претходно публикованих резултата докторандових истраживања, који су проистекли из његове дисертације, што је у складу са чланом 9. Правилника.

На основу свега изнетог, а у складу са чланом 8. став 2. Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду, изјављујем да извештај указује на оригиналност докторске дисертације, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

У Београду, 24. септембар 2024. године

Ментори

Др Александар Крмпот, научни саветник,
Универзитет у Београду-Институт за физику

Др Ивана Дрвеница, виши научни сарадник,
Универзитет у Београду-Институт за медицинска истраживања