

СТУДИЈЕ ПРИ УНИВЕРЗИТЕТУ
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

ВЕЋЕ ЗА СТУДИЈЕ ПРИ УНИВЕРЗИТЕТУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидаткиње Сузана Дедијер Дујовић

Одлуком Већа за студије при Универзитету, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидаткиње **Сузана Дедијер Дујовић** под насловом:

„Процена хода након примене селективне функционалне електричне стимулације у рехабилитацији пацијената након можданог удара“

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидаткињом, Комисија подноси Већу за студије при Универзитету у Београду следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1 Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидаткиња Сузана Дедијер Дујовић је школске 2014/2015. године уписала докторске академске студије при Универзитету, модул Биомедицинско инжењерство и технологије. Током студија је положила све испите и испунила све обавезе везане за студијски истраживачки рад предвиђене планом и програмом.

Кандидаткиња је пријавила тему докторске дисертације под насловом „Процена хода након примене селективне функционалне електричне стимулације у рехабилитацији пацијената након можданог удара“, а Веће за студије при Универзитету је на седници одржаној 06. јуна 2019. године донело одлуку о именовању чланова комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације под насловом „Процена хода након примене селективне функционалне електричне стимулације у рехабилитацији пацијената након можданог удара“

На седници Већа за студије при Универзитету одржаној 08. новембар 2021. године усвојен је извештај Комисије за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације под насловом „Процена хода након примене селективне функционалне електричне стимулације у рехабилитацији пацијената након можданог удара“ а за менторе ове докторске дисертације именоване су Проф. Др Љубица Константиновић и Проф. Др Милица Јанковић.

Веће за студије при Универзитету на седници одржаној 06. децембра 2021. године донело је одлуку о именовању Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидаткиње Сузана Дедијер Дујовић под називом „Процена хода након

примене селективне функционалне електричне стимулације у рехабилитацији пацијената након можданог удара“ у следећем саставу:

1. Др Љубица Константиновић, редовни професор, Медицински факултет у Београду
2. Др Милица Јанковић, ванредни професор, Електротехнички факултет у Београду
3. Др Александра Видаковић, доцент, Медицински факултет у Београду
4. Др Коста Јовановић, ванредни професор, Електротехнички факултет у Београду
5. Др Саша Радовановић, научни саветник, Институт за медицинска истраживања Универзитета у Београду.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада ужој научној области Биомедицинско инжењерство, а како тема има мултидисциплинарни карактер, поред медицинских наука (област физикална медицина и рехабилитација) укључује и техничке науке. Ментори докторске дисертације су Проф. Др Љубица Константиновић, редовни професор, Медицинског факултета у Београду (ужа област физикална медицина и рехабилитација) и Проф. Др Милица Јанковић, ванредни професор, Електротехничког факултета у Београду (ужа област биомедицинска техника). Наведени ментори су аутори великог броја научних радова у истакнутим међународним часописима и испуњавају све формалне и законске услове за менторе ове дисертације. Релевантни радови ментора су наведени приликом пријаве теме докторске дисертације.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Сузана Дедијер Дујовић, рођена 30. септембра 1988. године у Осијеку, Хрватска, уписала је Медицински факултет Универзитета у Београду 2007 године. Дипломирала је 2013 године и стекла звање доктора медицине. Запослена је у Клиници за рехабилитацију „Др Мирослав Зотовић“ у Београду на одељењу за неурорехабилитацију. Од 2014 године је докторанд мултидисциплинарних докторских студија Универзитета у Београду- студијски програм: Биомедицинско инжењерство и технологије.

Током докторских студија учествовала је у истраживањима мултидисциплинарног тима при Клиници за рехабилитацију „Др Мирослав Зотовић“ у Београду у сарадњи са Електротехничким факултетом у Београду, која су обухватила испитивања праћења опоравка и примене нових технологија у рехабилитацији пацијената након можданог удара. Као доктор медицине допринела је у тим истраживањима свакодневним радом са тешко онеспособљеним пацијентима, детаљним дизајнирањем протокола рехабилитације, као и у евалуацији примењене терапије. Резултате остварене током ових истраживања презентовала је на домаћим и страним научним скуповима.

На конгресу физијатара Србије 2018 године, који има међународно учешће, изабрана је од стране научног одбора за најбољег младог истраживача са радом: Електромиографске мапе као параметар у праћењу опоравка хода након можданог удара. Члан је Српског удружења за неурорехабилитацију.

Специјалистичке студије из области Физикалне медицине и рехабилитације на Медицинском факултету Универзитета у Београду уписала 2017 године. Дана 12.04.2021 положила специјалистички испит са одличном оценом и стекла звање специјалисте физикалне медицине и рехабилитације.

Сузана Дедијер Дујовић објавила је до сада укупно 38 публикација, 11 радова у целини и 27 извода, од којих је у 2 рада и 9 извода први аутор. Од укупно 11 радова у целини 4 су штампана у категорији оригиналних радова са JCR листе (M22, M21a), са укупним ИФ 10,309, 1 у часописима који нису индексирани у JSR (Medline) и 6 радова у целини у зборницима са међународних скупова штампаних у часописима са рецензијом. Радови произашли из истраживања спроведених у оквиру рада на докторској дисертацији су наведени у поглављу 4.3. Верификација научних пориноса. Библиографија кандидаткиње обухвата следеће публикације:

Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M21a)

- Malešević J, **Dedijer Dujović S**, Savić AM, Konstantinović L, Vidaković A, Bijelić G, Malešević N, Keller T. A decision support system for electrode shaping in multi-pad FES foot drop correction. J Neuroeng Rehabil. 2017;14(1):66.

Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M22)

- Popović Maneski L, Topalović I, Jovičić N, **Dedijer S**, Konstantinović L, Popović DB. Stimulation map for control of functional grasp based on multi-channel EMG recordings. Med Eng Phys. 2016;38(11):1251-1259.
- **Dujović SD**, Malešević J, Malešević N, Vidaković AS, Bijelić G, Keller T, Konstantinović L. Novel multi-pad functional electrical stimulation in stroke patients: A single-blind randomized study. NeuroRehabilitation. 2017;41(4):791-800.

Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M23)

- Malešević J, Štrbac M, Isaković M, Kojić V, Konstantinović L, Vidaković A, **Dedijer Dujović S**, Kostić M, Keller T. Temporal and Spatial Variability of Surface Motor Activation Zones in Hemiplegic Patients During Functional Electrical Stimulation Therapy Sessions. Artif Organs. 2017; 41(11):E 166-E177.

Радови објављени у научним часописима међународног значаја који нису ранжирани

- Malešević J, Štrbac M, Isaković M, Kojić V, Konstantinović L, Vidaković A, **Dedijer S**, Kostić M, Keller T. Evolution of Surface Motor Activation Zones in Hemiplegic Patients during 20 Sessions of FES Therapy with Multi-pad Electrodes. Eur J Transl Myol. 2016;26(2):6059.

Радови објављени у целости зборницима међународних научних скупова (M33)

- **Dedijer Dujović S**, Malešević J, Popović M, Konstantinović Lj. Improvement of Gait Speed in Patients with Stroke Related Foot Drop by combined FESIA WALK system with conventional therapy, 4th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, IcETRAN Kladovo, Serbia, June 5 – 8, 2017; BTI 1.2.1-3.
- Popović DB, Topalović I, **Dedijer-Dujović S**, Konstantinović L. Wearable System for the Gait Assessment in Stroke Patients. In: Masia L, Micera S, Akay M, Pons J. (eds) Converging Clinical and Engineering Research on Neurorehabilitation III. Proceedings

of the 4th International Conference on NeuroRehabilitation 16-20.Oct. ICNR 2018, Pysa Italy. Springer Nature Switzerland AG, 2019; 989-993.

- Topalović I, **Dedijer Dujović S**, Konstantinović Lj, Popović D. Surface EMG for the Assessment of the Gait Performance in Hemiplegic Patients, 7th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETAN 2020, Belgrade, Serbia, BT 1.1.1-5.

Радови објављени у целости зборницима међународних научних скупова (M53)

- Milovanović N, Pavlović A, Sekulić A, Vidaković A, **Dedijer S**, Konstantinović Lj. Korelacija između najvažnijih elemenata kliničke slike i funkcionalne procene i NMR kod pacijenata sa lumbalnim sindromom. 17. Kongres fizijatara Srbije sa međunarodnim učešćem, maj 2017, Kopaonik, Balneoclimatologia 2017; 41(2):193-196.
- Vidaković A, Đorđević O, **Dedijer Dujović S**, Rosić S, Milovanović N, Konstantinović Lj. Selekcija funkcionalnih skala i testova-opšte skale procene funkcionalnosti. 18. Kongres fizijata Srbije sa međunarodnim učešćem, Zlatibor, Balneoclimatologija 2018; 42(2): 103-109.
- Stevanović S, Krstić J, **Dedijer Dujović S**, Pavlović S. Funkcionalne sekvele kod dece sa kraniocerebralnim povredama. 19. Kongres fizijatata Srbije sa međunarodnim učešćem, Zlatibor, Balneoclimatologija 2019; 43(2):341-348.

Изводи у зборницима међународних научних скупова

- **Dedijer Dujović S**, Malešević J, and Konstantinovic Lj. Clinical effects of low level laser therapy in patients with low back pain in relation with applied dose. 3rd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETAN 2016, Zlatibor 13-16 june, 2016; p 51.
- Malešević J, **Dedijer S**, Vidaković A, Malešević N, Thierry K. Novel estimation of the gait restoration based on step-by-step variability analysis. 3rd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, IcETAN 2016, Zlatibor 13-16 june, 2016; p 49.
- **Dedijer S**, Sekulić A, Stevanović S, Stojanović B, Konstantinović Lj. Primena funkcionalne električne stimulacije u korekciji visećeg stopala nakon kraniocerebralne povrede kod dece- prikaz slučaja. 16. Kongres fizijatara Srbije sa međunarodnim učešćem, maj 2016, Aranđelovac, Balneoclimatologia 2016; 40(2):336.
- Sekulić A, Stevanović S, Milićević S, Milovanović N, Gavrilović M, **Dedijer S**. Upotreba vrednosti F talasa i H refleksa kod pacijenata sa lumbosakralnom radikulopatijom. 16. Kongres fizijatara Srbije sa međunarodnim učešćem, maj 2016, Aranđelovac, Balneoclimatologia 2016; 40(2): 253-254.
- Stevanović S, **Dedijer S**, Sekulić A. Ultrazvučna procena ahilove tetive kod pacijenata sa hemiplegijom različitog stepena pokretljivosti. 16. Kongres fizijatara Srbije sa međunarodnim učešćem, maj 2016, Aranđelovac, Balneoclimatologia 2016; 40(2): 278-279.
- Sekulić A, Stevanović S, Milićević S, Vukićević D, **Dedijer S**. Prikaz slučaja pacijenta sa sindromom monozomija 1P36. 16. Kongres fizijatara Srbije sa međunarodnim učešćem, maj 2016, Aranđelovac, Balneoclimatologia 2016; 40(2):313.

- **Dedijer Dujović S**, Malešević J, Malešević N, Vidaković A, Bijelić G, Keller T, Konstantinović Lj. Long-term Effects of the FESIA WALK System in Stroke-related Foot-drop Treatment- clinical trial. 21st Annual IFESS Conference at the RehabWeek 2017, London, UK, 17-20 July 2017, poster 305.
- **Dedijer Dujović S**, Malešević J, Gavrilović M, Vidaković A, Konstantinović Lj. Elektro stimulacija matričnim elektrodama u korekciji padajućeg stopala. 17. Kongres fizijatara Srbije sa međunarodnim učešćem, maj 2017, Kopaonik, Balneoclimatologia 2017; 41(2):216-217.
- Milovanović T, Kovač M, **Dedijer Dujović S**, Mastilović G, Rosić S. Efekat tretmana jezičkih sposobnosti kod pacijenata nakon moždanog udara. 17. Kongres fizijatara Srbije sa međunarodnim učešćem, maj 2017, Kopaonik, Balneoclimatologia 2017; 41(2):227-229.
- Rodić S, Vidaković A, Rosić S, **Dedijer S**, Mastilović G, Konstantinović Lj. Uticaj bola i spasticiteta donjih ekstremiteta na funkcionalnu sposobnost i kvalitet života kod pacijenata obolelih od primarno progresivne i sekundarno progresivne multiple skleroze. 17. Kongres fizijatara Srbije sa međunarodnim učešćem, maj 2017, Kopaonik, Balneoclimatologia 2017; 41(2):236-238.
- Vidaković A, Mastilović G, Rosić S, **Dedijer Dujović S**, Lješević B. Zastupljenost bola kod pacijenata nakon moždanog udara na stacionarnoj rehabilitaciji. 17. Kongres fizijatara Srbije sa međunarodnim učešćem, maj 2017, Kopaonik, Balneoclimatologia 2017; 41(2):242-243.
- Gavrilović M, Vidaković A, **Dedijer S**, Đukić S, Mastilović G, Konstantinović Lj. Procena funkcionalnog oporavka bolesnika sa posledicama moždanog udara posle sprovedene intrahospitalne rehabilitacije. 17. Kongres fizijatara Srbije sa međunarodnim učešćem, maj 2017, Kopaonik, Balneoclimatol 2017; 41(2):243-244
- Stévanović S, Sekulić A, **Dedijer S**. Prvi slučaj pridružene periferne neuropatije kod pacijenta sa kraniocerebralnom povredom u našoj praksi. 17. Kongres fizijatara Srbije sa međunarodnim učešćem, maj 2017, Kopaonik, Balneoclimatologia 2017; 41(2):288-289.
- **Dedijer Dujović S**, Vidaković A, Đorđević O, Gavrilović M, Rosić SS, Popović D, Konstantinović L. Poster 89: The Effects of Foot Drop Stimulator on the Parameters of Functional Locomotion in Subjects with Stroke-Related Foot Drop. PM&R 2018; 10(9), S35.
- Rodić S, Vidaković A, Gavrilović M, **Dedijer Dujović S**, Rosić S, Dimkić Tomić T, Dabetić I, Konstantinović L. Poster 102: The Impact of Pain on Lower Limb Spasticity and Quality of Life in Patients with Progressive Forms of Multiple Sclerosis. PM&R, 2018; 10(9), S38.
- Rodić S, Filipović S, Vidaković A, Jelić M, Milanović S, **Dedijer Dujović S**, Dimkić Tomić T, Konstantinović L. Effect of repetitive transcranial magnetic stimulation on leg spasticity in primary progressive and secondary progressive form of multiple sclerosis. Annals of Physical and Rehabilitation Medicine 2018; 61, e245.
- **Dedijer Dujović S**, Milovanović T, Vidaković A, Konstantinović Lj. Prikaz efekata cerebrolizina na oporavak govora nakon moždanog udara-prikaz slučaja. 18. Kongres fizijata Srbije sa međunarodnim učešćem, Zlatibor, Balneoclimatologija 2018 42(2): 356-357.
- **Dedijer Dujović S**, Topalović I, Vidaković A, Popović D, Konstantinović Lj. Elektromiografske mape kao parameter u praćenju oporavka hoda nakon moždanog

udara-prikaz slučaja. 18. Kongres fizijata Srbije sa međunarodnim učešćem, Zlatibor, Balneoclimatologija 2018 42(2): 357-358.

- Rodić S, **Dedijer Dujović S**, Rosić S, Dimkić Tomić T, Vidaković A, Konstantinović Lj. Funkcionalnost osoba sa multiplom sklerozom u odnosu na forme bolesti. 18. Kongres fizijata Srbije sa međunarodnim učešćem, Zlatibor, Balneoclimatologija 2018 42(2): 362-363.
- Rodić S, Vidaković A, **Dedijer Dujović S**, Dimkić Tomić T, Konstantinović Lj. The impact of pain and lower limb spasticity to functionality and quality of life in patients with progressive forms of multiple sclerosis. The 35th Congress of the European Committee for Treatment and Research in Multiple Sclerosis. Septembar 2019, Stockholm, Sweden. Multiple Sclerosis Journal 2019; 25: (S2) 603.
- **Dedijer Dujović S**, Đorđević O, Vidaković A, Rosić A, Popović D, Konstantinović Lj. Primena funkcionalne električne stimulacije tokom vožnje stacionarnog bicikla kod pacijenata sa moždanim udarom-prikaz slučaja. 19. Kongres fizijatara Srbije sa međunarodnim učešćem, Zlatibor, Balneoclimatologija 2019; 43(2):349.
- Mastilović G, Rodić S, **Dedijer Dujović S**, Rosić S, Tomić T, Konstantinović Lj. Uticaj kognitivnih funkcija na funkcionalni oporavak pacijenata nakon moždanog udara. 19. Kongres fizijatata Srbije sa međunarodnim učešćem, Zlatibor, Balneoclimatologija 2019; 43(2):248.
- Gavrilović M, Vidaković A, Rosić S, **Dedijer Dujović S**, Dimkić Tomić T, Konstantinović Lj. Povezanost faktora rizika i oporavak funkcije hoda kod pacijenata nakon moždanog udara. 19. Kongres fizijatata Srbije sa međunarodnim učešćem, Zlatibor, Balneoclimatologija 2019; 43(2):283-284.
- Rodić S, **Dedijer Dujović S**, Rosić S, Vidaković A, Konstantinović Lj. Povezanost depresije i funkcionalnog oporavka kod obolelih od progresivne forme multiple skleroze. 19. Kongres fizijatata Srbije sa međunarodnim učešćem, Zlatibor, Balneoclimatologija 2019; 43(2):317-318.
- **Dedijer Dujović S**, Malešević J, Đorđević O, Vidaković A, Radenković M, Konstantinović Lj. An evaluation of gait parameters after the utilization of novel multipad functional electrical stimulation in stroke patients. 22nd European congress of physical and rehabilitation medicine, 19-23-Sept. Belgrade 2020; p 357.
- Dimkić Tomić T, Savić A, Isaković M, **Dedijer Dujović S**, Pjanović A, Konstantinović Lj. Armassist robotic system for arm training in subacute stroke patients. 22nd European congress of physical and rehabilitation medicine, 19-23.Sept.Belgrade 2020; p 362.
- Milovanović T, Malešević J, Kovač M, Vidaković A. **Dedijer Dujović S**, Konstantinović Lj. Effects of a tablet practice program for aphasia in patients with stroke. 22nd European congress of physical and rehabilitation medicine, 19-23.Sept.Belgrade 2020; p 640.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација под насловом „Процена хода након примене селективне функционалне електричне стимулације у рехабилитацији пацијената након можданог

удара“ је написана на српском језику на 97 страна (112 страна са насловним странама, сажецима, списковима слика и табела, биографијом и изјавама) куцаног текста латиничним писмом и садржи 20 слика, 9 табела и 214 референци наведене по редоследу цитирања у тексту дисертације. Текст дисертације је организован у оквиру следећих поглавља:

1. Увод
2. Циљ истраживања
3. Хипотезе
4. Материјал и методе
5. Резултати
6. Дискусија
7. Закључци
8. Референце
9. Прилози

На почетку дисертације су дати: насловна страна на српском и енглеском језику, подаци о менторима и члановима комисије, захвалница и сажетак дисертације на српском и енглеском језику. Након поглавља Прилози приказан је списак скраћеница, списак слика и табела, биографија кандидата и три писане изјаве (изјава о ауторству, изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјава о коришћењу)

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У уводном поглављу је дат приказ дефиниције, етиологије, класификације као и клиничка симптоматологија можданог удара. Приказан је концепт неурорехабилитације пацијената након можданог удара и истакнут значај сложеног процеса рехабилитације у обнови и унапређењу функције хода као главног циља рехабилитационог поступка. Објашњени су основни принципи неуромишићне контроле покрета и хода као и последице настале услед неуромоторног дефицита изазваног можданим ударом. Посебан акценат је стављен на немогућност вољног подизања стопала током хода код пацијената након можданог удара и утицај таквог обрасца хода на обављање свакодневних животних активности. Приказани су досадашњи терапијски приступи, клиничка ограничења као и потенцијална решења за унапређење досадашњих терапијских модалитета у циљу корекције пада стопала.. Поред конвенционе терапије истакнут је значај функционалне електричне стимулације (ФЕС) у корекцији пада стопала и рехабилитацији хода пацијената након можданог удара. Наведена су ограничења досадашњих ФЕС система као и опис иновативног решења за спољашњу активацију мишића покретача стопала уз коришћење нове вишепољне електроде која омогућава селективну мишићну активацију. Од пресудног значаја истакнута је функционална процена и анализа хода у циљу дефинисања неуромишићног дефицита и прецизног сагледавања утицаја примењених терапијских модалитета.

У поглављу 2. и 3. наведени су циљеви истраживања и радне хипотезе. Основни циљ овог истраживања био је да испита ефикасност функционалне електричне стимулације примењене посебним протоколом који обезбеђује селективну стимулацију на моторни

опоравак хода након можданог удара у односу на конвенционалне методе, праћењем функционалних и моторних карактеристика параметара хода. Наведене хипотезе базиране су на испитивању безбедности примене унапређеног ФЕС система, на утицају примене селективне ФЕС као додатне терапије конвенционалној на опоравак функције хода, на прецизнијој процени ефеката примењене терапије на параметре хода као и на обједињавању клиничких и унапређених метода за процену хода код пацијената након можданог удара.

У поглављу 4. приказана је коришћена методологија. У Клиници за рехабилитацију „Др Мирослав Зотовић“ у Београду спроведено је рандомизовано клиничко истраживање које је обухватило седамдесет пацијената са неурорадиолошки верификованим можданим ударом. Функционалан процена пацијената вршена је пре започињања терапије и по завршетку терапије односно након четири недеље. Примарни параметар праћења била је брзина хода на дистанци од 10 метара. Поред брзине хода праћени су и секундарни параметри функционалног опоравка: Фугл-Мејер тест за доње екстремитете, Бергову скалу баланса и Бартел индекс. Поред функционалне процене бележени су и кинематички подаци помоћу троосних акцелерометара, жироскопа и помоћу *Walky система* за мерење расподеле притисака стопала. Прецизна визуелизација просторно-временске расподеле параметара мишићне активности током хода мерена је површинском електромиографијом. Сигнали су бележени помоћу две правоугаоне матрице електрода (6x15cm) са по 24 електроде у свакој матрици уз два *Smarting* појачавача (*mBrainTrain, Beograd, Srbija*). Једноструко слепом рандомизацијом пацијенти су распоређени у две групе односно ФЕС групу и контролну групу. Пацијенти у ФЕС групи поред конвенционалне терапије добијали су додатну ФЕС терапију помоћу *FESIA walk система* (*Tecnalia, Španija*). За статистичку анализу података коришћен је статистички програм *SPSS 20.0* (*SPSS Inc., Chicago, IL, USA*).

У поглављу 5. приказани су резултати истраживања. У првом делу резултата приказани су општи и демографски подаци пацијената обухваћени студијама. Указано је на безбедност коришћења унапређеног ФЕС система у свакодневном клиничком окружењу. У другој делу приказани су резултати утицаја селективне стимулације на опоравак брзине хода. Статистички значајније побољшање брзине хода постигнуто је код пацијената у ФЕС групи. Такође, добијени резултати су у складу са фокусиранијим просторно-временским распоредом мишићне активности приказан ЕМГ мапом. У трећем делу приказан је утицај коришћеног селективног ФЕС система на опоравак секундарних праћених параметара хода. Потврђена је хипотеза да комбинована примена конвенционалне терапије и ФЕС терапије значајније доприноси унапређењу функције хода него примена самосталне конвенционалне терапије. У четвртом делу приказани су резултати утицаја селективне стимулације на опоравак праћених кинематичких параметара.

У поглављу 6. приказана је дискусија. Указано је на незадовољавајуће резултате опоравка пацијената након можданог удара и на неопходност унапређења како самих рехабилитационих техника тако и на евалуацију постигнутих ефеката. Истакнут је значај процене хода кроз клиничке тестове и скале до савремених лабораторија са 3Д анализом хода у циљу постизања заједничког главног циља опоравка функције хода. Приказани су до сада коришћени системи базирани на функционалној електричној стимулацији у рехабилитацији пацијената након можданог удара. Посебан акценат је стављен на предности и недостатке ФЕС система за корекцију пада стопала. Дискутовани су и поређени резултати добијени коришћењем унапређеног ФЕС

система за корекцију пада стопала и коришћених метода за процену хода са другим доступним системима и методама.

У поглављу 7 дати су закључци истраживања.

Поглавље 8. садржи списак референци цитираних у докторској дисертацији.

У поглављу 9. дати су прилози: образац Фугл-Мејер скале, образац Бергове скале баланса, образац Бартел индекса, тест процене хода на 10 метара, слика компонената *FESIA Walk* система.

Након поглавља Прилози приказан је списак скраћеница, списак слика и табела, биографија кандидата и три писане изјаве (изјава о ауторству, изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјава о коришћењу)

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

У докторској дисертацији је Сузана Дедијер Дујовић разматрала веома актуелан проблем процене и рехабилитације функције хода код пацијената након можданог удара. Немогућност вољног подизања стопала је најчешћа манифестација поремећаја хода код ових пацијената. И поред примењиване терапије више од трећине ових пацијената и даље није самостално у извођењу свакодневних животних активности. Сузана Дедијер Дујовић је клинички имплементирала нови систем за селективну функционалну електричну стимулацију у циљу корекције пада стопала код пацијената након можданог удара. Систем је базиран на електроди са 16 проводних поља чиме се обезбеђује селективна активација мишића и смањује настанак мишићног замора. Основни научни допринос кандидаткиње, поред клиничке имплементације система, јесте примена унапређених метода за прецизнију процену функције хода и ефеката примењене терапије чиме се значајније доприноси функционалном опоравку пацијента након можданог удара.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Кандидаткиња је опсежним прегледом литературе показала да је проучила радове у области неурорехабилитације функције хода код пацијената након можданог удара. Излагање у тези показује да је Сузана Дедијер Дујовић одлично разумела проблеме који нису били решени претходним истраживањима и терапијским приступима у циљу корекције пада стопала почевши од 1961 године. Истовремено, избор литературе који је коришћен у креирању терапијских протокола, избора клиничких и кинематичких параметара функције хода показује зрелост и способност кандидаткиње да се самостално у будућности бави научним радом и дисеминацијом резултата тог рада.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Теза је написана на начин који омогућује да заинтересовани могу да понове и провере резултате, ако поседују одговарајућу опрему. Излагање у тези је јасно и довољно детаљно, а укључује и елементе који показују зрелост кандидаткиње која је развијена

током докторских студија. Примењене методе истраживања су поштовале све норме рада заснованог на доказима, а сва клиничка испитивања су обављена након добијања дозвола етичког одбора. Приказ клиничких испитивања и дискусија резултата су дати на начин који омогућава заинтересованим клиничарима и истраживачима у области биомедицине да наставе и унапређују методе и терапијске поступке за пацијенте након могућег удара.

3.4. Примењивост остварених резултата

У тези је дат детаљан приказ примене научних резултата, и то на начин који даје другим клиничарима и истраживачима да примене наведену методологију и инструментацију на оптималан начин. Такође, остварени резултати се могу даље надоградити интеграцијом коришћене инструментације у система за свакодневну клиничку анализу и процену параметара хода и код пацијената са другим лезијама централног нервног система.

3.5 Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Сузана Дедијер Дујовић је недвосмислено показала да је у стању да се самостално, али и у тиму бави научним радом у области биомедицинског инжењерства и медицинских наука. Ова тврдња следи из личног познавања кандидаткиње, али много више из прегледа резултата које је кандидаткиња публиковала у часописима и зборницима интернационалних научних часописала који имају строгу анонимну рецензију. Истичемо да је Сузана на конгресу физијатара Србије који има међународно учешће од стране научног одбора изабрана за најбољег младог истраживача из области физикалне медицине и рехабилитације.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

У тези је у првом делу представљен проблем недовољно успешне рехабилитације функције хода код пацијената који имају пад стопала након могућег удара. Приказани су досадашњи терапијски приступи и предности у примени функционалне електричне стимулације у ресторацији хода. У тези је приказана клиничка имплементација унапређеног система за спољашњу активацију ослабљених мишића подизача стопала који се огледа у: 1) примени нове електроде са више поља којом се селективно активирају мишиће групе и смањује мишићни замор, 2) стимулатору са алгоритмом асинхроне активације мишића агониста и антагониста кроз модел просторно-временске дистрибуције електричне активности, и 3) обједињавању метода за детекцију промена положаја стопала током циклуса хода и процену примењене терапије на функцију хода. У тези је истакнута погодност примене наведеног система јер је неинвазиван и прилагодљив пацијету, обезбеђујући продужено трајање терапије уз већи број понављања покрета и каснији настанак мишићног замора.

Тези посебну тежину даје обједињено сагледавање клиничких и кинематичких параметара хода чиме се прецизно идентификују одступања од нормалног обрасца хода и идентификују фазе опоравка од реституције и компензације. Занимљив и важан је приказ визуелизације промене просторно-временске мишићне активности кроз формирање ЕМГ мапа чија интерпретација олакшава планирање и контролисање терапијских протокола. Такође, наведена методологија и инструментација може се користити и за процену и анализу обнове и унапређења селективних покрета горњих екстремитета.

На крају, као важну ставку, потребно је нагласити мултидисциплинарни приступ у реализацији овог клиничког истраживања.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Резултати приказани у тези директно потичу од одлично планираног прегледа постојећих резултата у процени хода и примени доступних терапијских протокола у циљу максималног опоравка функције хода код пацијената након можданог удара. Кроз мултидисциплинарни приступ уз стручно познавање функционисања висококоординисаног система моторне контроле, клинички је имплементиран унапређени систем функционалне електричне стимулације који поновљиво и прецизно решава моторни задатак. Резултати су директно применљиви, а методологија рада омогућава и проширење на друге системе примене асистирања покрета који су компромитовани услед различитих повреда централног нервног система.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни допринос докторске дисертације верификовани су у следећим радовима:

Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M21a)

- Malešević J, **Dedijer Dujović S**, Savić AM, Konstantinović L, Vidaković A, Bijelić G, Malešević N, Keller T. A decision support system for electrode shaping in multi-pad FES foot drop correction. J Neuroeng Rehabil. 2017;14(1):66.

Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M22)

- **Dujović SD**, Malešević J, Malešević N, Vidaković AS, Bijelić G, Keller T, Konstantinović L. Novel multi-pad functional electrical stimulation in stroke patients: A single-blind randomized study. NeuroRehabilitation. 2017;41(4):791-800.

Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M23)

- Malešević J, Štrbac M, Isaković M, Kojić V, Konstantinović L, Vidaković A, **Dedijer Dujović S**, Kostić M, Keller T. Temporal and Spatial Variability of Surface Motor Activation Zones in Hemiplegic Patients During Functional Electrical Stimulation Therapy Sessions. Artif Organs. 2017; 41(11):E 166-E177.

Радови објављени у целости зборницима међународних научних скупова (M33)

- **Dedijer Dujović S**, Malešević J, Popović M, Konstantinović Lj. Improvement of Gait Speed in Patients with Stroke Related Foot Drop by combined FESIA WALK system

with conventional therapy, 4th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, IcETLAN Kladovo, Serbia, June 5 – 8, 2017; BTI 1.2.1-3.

- Popović DB, Topalović I, **Dedijer-Dujović S**, Konstantinović L. Wearable System for the Gait Assessment in Stroke Patients. In: Masia L, Micera S, Akay M, Pons J. (eds) Converging Clinical and Engineering Research on Neurorehabilitation III. Proceedings of the 4th International Conference on NeuroRehabilitation 16-20.Oct. ICNR 2018, Pysa Italy. Springer Nature Switzerland AG, 2019; 989-993.
- Topalović I, **Dedijer Dujović S**, Konstantinović Lj, Popović D. Surface EMG for the Assessment of the Gait Performance in Hemiplegic Patients, 7th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETLAN 2020, Belgrade, Serbia, BT 1.1.1-5.

Изводи у зборницима међународних научних скупова

- **Dedijer Dujović S**, Malešević J, Gavrilović M, Vidaković A, Konstantinović Lj. Elektro stimulacija matičnim elektrodama u korekciji padajućeg stopala. 17. Kongres fizijatara Srbije sa međunarodnim učešćem, maj 2017, Kopaonik, Balneoclimatologia 2017; 41(2):216-217
- **Dedijer Dujović S**, Topalović I, Vidaković A, Popović D, Konstantinović Lj. Elektromiografske mape kao parameter u praćenju oporavka hoda nakon moždanog udara-prikaz slučaja. 18. Kongres fizijata Srbije sa međunarodnim učešćem, Zlatibor, Balneoclimatologija 2018 42(2): 357-358.
- **Dedijer Dujović S**, Malešević J, Đorđević O, Vidaković A, Radenković M, Konstantinović Lj. An evaluation of gait parameters after the utilization of novel multipad functional electrical stimulation in stroke patients. 22nd European congress of physical and rehabilitation medicine, 19-23-Sept. Belgrade 2020; p 357.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ


Докторска дисертација коју смо прегледали показује потпуну научну зрелост кандидаткиње Сузана Дедијер Дујовић. У тези су прецизно, али истовремено и концизно и јасно приказани резултати вишегодишњег истраживања који укључују доприносе базичним разумевањима концепта неурорехабилитације функције хода код пацијената након можданог удара. Целовитост истраживања је потврђена у клиничким испитивањима. Основни доприноси су од значаја за: 1) детаљан увид у концепт неурорехабилитације и примену нових технологија у циљу опоравка функције хода пацијената након можданог удара, 2) истицање важности прецизне анализе и процене функције хода у унапређењу процеса неурорехабилитације, 3) боље разумевање утицаја унапређених система за функционалну електричну стимулацију у рехабилитацији пацијената након можданог удара.


Низ резултата који су основа ове тезе је приказан у научним часописима у којима постоји анонимна рецензија бар два експерта. Теза је према правилима која сада важе на Универзитету у Београду контролисана и софтверски проверена (iThenticate), и није установљен плагијаризам. Комисија сматра да је теза оригиналан научни допринос који би према правилима која важе на препознатим светским универзитетима задовољио критеријуме да буде прихваћен као докторска дисертација. Кандидаткиња је положила све испите и задовољила све услове за стицање доктората на Универзитету у Београду.

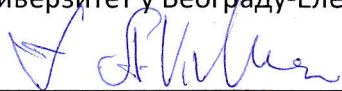
На основу свих претходних чињеница и директног праћења рада кандидаткиње доле потписана Комисија са великим задовољством предлаже већу Универзитета у Београду да се докторска дисертација под називом “Процена хода након примене селективне функционалне електричне стимулације у рехабилитацији пацијената након можданог удара“ кандидаткиње Сузана Дедијер Дујовић прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање надлежним органима.

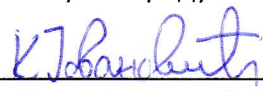
У Београду, 21.01.2022. године

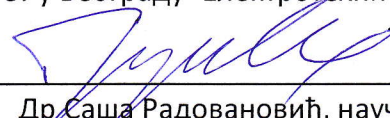
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:


Проф. Др Љубица Константиновић, редовни професор
Универзитет у Београду- Медицински факултет


Проф. Др Милица Јанковић, ванредни професор
Универзитет у Београду-Електротехнички факултет


Доц. Др Александра Видаковић, доцент
Универзитет у Београду- Медицински факултет


Проф. Др Коста Јовановић, ванредни професор
Универзитет у Београду- Електротехнички факултет


Др Саша Радовановић, научни саветник
Институт за медицинска истраживања Универзитета у Београду