

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ZA SPECIJALNU
EDUKACIJU I REHABILITACIJU

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF SPECIAL EDUCATION
AND REHABILITATION

12.

MEĐUNARODNI
NAUČNI SKUP
„SPECIJALNA
EDUKACIJA I
REHABILITACIJA
DANAS”

12th

INTERNATIONAL
SCIENTIFIC
CONFERENCE
“SPECIAL
EDUCATION AND
REHABILITATION
TODAY”

ZBORNIK RADOVA

PROCEEDINGS

Beograd, Srbija
27-28. oktobar 2023.

Belgrade, Serbia
October 27-28th, 2023



UNIVERZITET U BEOGRADU – FAKULTET ZA
SPECIJALNU EDUKACIJU I REHABILITACIJU

UNIVERSITY OF BELGRADE – FACULTY OF
SPECIAL EDUCATION AND REHABILITATION

12. MEĐUNARODNI NAUČNI SKUP
SPECIJALNA EDUKACIJA I REHABILITACIJA DANAS
Beograd, 27–28. oktobar 2023. godine

Zbornik radova

12th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
SPECIAL EDUCATION AND REHABILITATION TODAY
Belgrade, October, 27–28th, 2023

Proceedings

**12. MEĐUNARODNI NAUČNI SKUP
SPECIJALNA EDUKACIJA I REHABILITACIJA DANAS
Beograd, 27–28. oktobar 2023. godine
Zbornik radova**

**12th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
SPECIAL EDUCATION AND REHABILITATION TODAY
Belgrade, October, 27–28th, 2023
Proceedings**

Izdavač / Publisher

Univerzitet u Beogradu – Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju
University of Belgrade – Faculty of Special Education and Rehabilitation

Za izdavača / For publisher

Prof. dr Marina Šestić, dekan

Glavni i odgovorni urednik / Editor-in-chief

Prof. dr Svetlana Kaljača

Urednici / Editors

Prof. dr Ljubica Isaković
Prof. dr Sanja Ćopić
Prof. dr Marija Jelić
Doc. dr Bojana Drljan

Recenzenti / Reviewers

Prof. dr Tina Runjić
Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, Hrvatska
Prof. dr Amela Teskeredžić
Univerzitet u Tuzli, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, Bosna i Hercegovina
Prof. dr Slobodanka Antić, prof. dr Milica Kovačević, doc. dr Nevena Ječmenica
Univerzitet u Beogradu – Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju, Srbija

Lektura i korektura / Proofreading and correction

Dr Maja Ivanović
Maja Ivančević Otanjac

Dizajn i obrada teksta / Design and text processing

Biljana Krasić
Zoran Jovanković

Zbornik radova biće publikovan u elektronskom obliku / Proceedings will be
published in electronic format

Tiraž / Circulation: 200

ISBN 978-86-6203-174-7

Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije učestvovalo
je u sufinansiranju budžetskim sredstvima održavanje naučnog skupa (Ugovor o
sufinansiranju – evidencioni broj 451-03-1657/2023-03).

NEUROPLASTIČNOST KOD OSOBA S NEURORAZVOJNIM POREMEĆAJIMA*

Aleksandra Pavlović, Aleksandra Đurić Zdravković**, Milica Gligorović

Univerzitet u Beogradu – Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju, Srbija

Uvod: *Kritičnim fazama neuroplastičnosti smatraju se periodi u kojima je razvoj funkcionalnih svojstava mozga izrazito modulisan iskustvom, a razdoblje ranog detinjstva se naglašava kao jedan od krucijalnih činilaca razlika u njenim mehanizmima, koji mogu da utiču na pojavu nekih neurorazvojnih poremećaja.*

Cilj: *Cilj rada je analiza podataka o ustrojstvu neuroplastičnosti kod pojedinih neurorazvojnih poremećaja (intelektualna ometenost, poremećaj iz spektra autizma i poremećaj pažnje s hiperaktivnošću), kao i mogućoj stimulaciji u ovom domenu.*

Metode: *U svrhu ostvarivanja cilja izvršen je pregled literature objavljene u recenziranim akademskim publikacijama.*

Rezultati: *Rezultati niza studija ukazuju na to da se izmenjena neuroplastičnost može smatrati osnovom nekih od ovih poremećaja. Rana intervencija usmerena na facilitaciju mehanizama neuroplastičnosti poboljšava razvojne ishode kod dece s neurorazvojnim poremećajima.*

Zaključak: *Potvrđena je efikasnost više različitih oblika tretmana u ovom domenu, koji podrazumevaju obogaćivanje životne sredine, primenu neinvazivnih stimulativnih protokola i kognitivni trening.*

Ključne reči: *neuroplastičnost, neurorazvojni poremećaji, intervencije*

* Rad je nastao kao rezultat istraživanja na projektu koji je odobrilo Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (broj ugovora 451-03-47/2023-01/200096).

** aleksandra.djuric.aa@gmail.com

UVOD

Termin *plastičnost mozga* ili neuroplastičnost odnosi se na sposobnost centralnog nervnog sistema da modifikuje svoju strukturu i funkciju putem sinaptičkog orezivanja i mijelinizacije (Tseng et al., 2023), kao odgovor na stimuluse iz okruženja (Sale et al., 2014). Jedan od fundamentalnih principa neuroplastičnosti je fenomen sinaptičkog orezivanja: u mozgu postoji stalan proces uništavanja i stvaranja veza između neurona (Ismail et al., 2017).

Iako se neuroplastičnost dešava tokom života, mozak mladih ljudi pokazuje veći potencijal prema ovom fenomenu zahvaljujući istaknutim mehanizmima mijelinizacije, stvaranju i nicanju neuronskih projekcija neophodnih za razvoj mozga i modeliranju kortikalnih neuronskih veza. Kritični periodi plastičnosti mozga definišu se kao oni periodi u kojima je razvoj funkcionalnih svojstava mozga snažno zavisin od iskustva i stimulusa i oblikovan njima. Strukturni raspored neuronskih veza, uključujući i topologiju veze, može da pretrpi značajne i brze izmene i u dendritskom i u aksonskom odeljku kao odgovor na stimuluse iz okoline (npr. senzorna deprivacija ili promene u senzornom unosu ili motoričkom učenju) (Berardi et al., 2000; Berardi et al., 2015).

Smatra se da razlike u mehanizmima neuroplastičnosti kod pojedinih osoba mogu da utiču na pojavu nekih neurorazvojnih poremećaja (NRP), posebno u pojedinim razvojnim dobima. U tom smislu, kao posebno osetljivo, ističe se razdoblje ranog detinjstva (Poljaković, 2019).

CILJ

Cilj rada je analiziranje podataka o specifičnostima neuroplastičnosti kod pojedinih NRP (intelektualna ometenost, poremećaj iz spektra autizma i poremećaj pažnje s hiperaktivnošću), kao i o mogućoj stimulaciji u ovom domenu.

METODE

U svrhu realizacije cilja rada izvršen je pregled literature objavljene u recenziranim akademskim publikacijama. Pretraživanje je vršeno preko elektronskih baza podataka koje su dostupne putem servisa Konzorcijuma biblioteka Srbije za objedinjenu nabavku (KoBSON).

Inkluzivnim kriterijumima bili su obuhvaćeni originalni istraživački radovi, pregledni radovi i metaanalize. Ekskluzivni kriterijumi podrazumevali su obuhvat radova i recenziranog sadržaja: sa konferencija, iz udžbenika, iz poglavlja u tematskim zbornicima, sa neodgovarajućom temom vezanom za neuroplastičnost i starijih od 25 godina. U razmatranim člancima nije bilo izjava o sukobu interesa.

Izmenjena neuroplastičnost kod osoba s neurorazvojnim poremećajima

Patološka stanja mogu poremetiti razvojnu homeostazu i/ili izazvati aberantnu razvojnu neuroplastičnost koja doprinosi pojavi izmenjenog neurofiziološkog i bihevioralnog fenotipa. Obrasci izmenjene neuroplastičnosti prepoznati su kao osnova mnogih NRP, kao što su: intelektualna ometenost (IO), poremećaj iz spektra autizma (PSA) i poremećaj pažnje s hiperaktivnošću (ADHD) (Ismail et al., 2017). Izmenjena plastičnost i disfunkcija neuronskih veza utvrđena je kod brojnih kliničkih slika koje, kao integrativnu specifičnost, nose poremećaj intelektualnog razvoja. To su: Retov sindrom, Daunov sindrom, fragilni X-sindrom, kompleks tuberozne skleroze, Angelmanov sindrom i Phelan McDermid sindrom. Kod ovih kliničkih slika evidentirane su oštećene sinaptičke formacije i smanjena sinaptička gustina, što dovodi do disfunkcije sinaptičke plastičnosti (Ismail et al., 2017).

Značajno povećanje snage inhibitornih neuronskih veza može dovesti do prekomerne inhibicije koja se vrlo često povezuje sa intelektualnim smetnjama, te se, pritom, uočavaju karakteristični deficiti u sinaptičkoj plastičnosti i neuralnom razvoju, kao, na primer, kod Daunovog sindroma (Sale et al., 2014). Tada se narušava sposobnost podvrgavanja procesima plasticiteta koji se smatraju neophodnim za uobičajeno učenje i pamćenje (Bandeira et al., 2021).

U radovima se navodi zanimljivo zapažanje koje se odnosi na Retov i Daunov sindrom. Oba sindroma mogu imati zajednički ključni etiološki mehanizam, koji se sastoji od opšte disregulacije cerebralne ravnoteže između ekscitatornog i inhibitornog potencijala, što dovodi do poremećene sinaptičke plastičnosti u nekoliko moždanih struktura (Fernandez & Garner, 2007).

Analizom literature koja se bavi sa PSA uočava se pojava disfunkcije u medijatorskim sistemima tokom razmene aminokiselina i njihovih derivata (glutamat, glicin, GABA, serotonin, dopamin, noradrenalin) koji učestvuju u procesima sinaptičke plastičnosti (Alfawaz et al., 2018; Anashkina & Erlykina, 2021). Radovi ističu da treba priznati očiglednu implikaciju nekih aminokiselina i biogenih amina u razvoju PSA, koji su evidentirani kao izuzetno relevantni u održavanju ravnoteže između inhibitornog i ekscitatornog sistema koji reguliše neuroplastičnost (Al-Otaish et al., 2018). Postoji mišljenje o ulozi mikroRNK u formiranju izmenjene neuroplastičnosti kod PSA, jer je mikroRNK sposobna da inhibira sintezu proteina represijom transkripcije, kao i destabilizacijom i destrukcijom mRNK. Ipak, autori jasno naglašavaju neophodnost nastavka istraživanja u ovom pravcu (Xiong et al., 2020). Epigenetski faktori i faktori spoljašnje sredine u stanju su da na različite načine aktiviraju konverziju nervnog sistema kod PSA. Ovi faktori moraju delovati u ranim fazama formiranja nervnog sistema, dakle, u perinatalnom i ranom postnatalnom periodu, odnosno može se govoriti o izmenjenoj neuroplastičnosti u kritičnim trenucima razvoja nervnog sistema. Ipak, mehanizmi pomoću kojih ovi faktori utiču na pojavu izmenjene neuroplastičnosti kod PSA takođe zahtevaju dalja istraživanja (Anashkina & Erlykina, 2021).

ADHD karakteriše se interakcijom mnoštva neurobioloških i sredinskih činilaca (Archer et al., 2011). Polimorfizam gena ne dovodi nužno do pojave nekog od

poremećaja u ponašanju, ali nepovoljni uslovi života, posebno tokom ranog detinjstva, mogu da uslove epigenetsku regulaciju gena koji učestvuju u inhibitorskim procesima povezanim s ponašanjem, reagovanjem na stres i kognitivno-emocionalnim mehanizmima, što se odražava u vidu problema kontrole impulsa, neselektivnog socijalnog ponašanja i poremećaja u ishrani (Tarver et al., 2014).

Stimulacija neuroplastičnosti kod osoba s neurorazvojnim poremećajima

Strategija zasnovana na konceptu izazivanja dugotrajnih adaptivnih promena u neuronskim vezama kod osoba s intelektualnim deficitom koristi prirodnu sposobnost mozga da se prilagodi kao odgovor na iskustvo. Antagonisti GABAA receptora mogu da izazovu pseudorazvojno plastično stanje u kojem prethodno neaktivne veze mogu ponovo da modifikuju svoju povezanost i tako služe kao mehanizam za poboljšanje kognitivne funkcije kod osoba s poremećajem intelektualnog razvoja (Fernandez & Garner, 2007; Rissman & Mobley, 2011). Studija koja je istraživala efekte obogaćene sredine na NRP sprovedena je kod novorođenčadi sa Daunovim sindromom. Rezultati su pokazali da obogaćeno okruženje (u smislu senzorno-motoričke stimulacije) može uspešno da se koristi kako bi se favorizovao kognitivni boljitak, stimulisala smanjena sinaptička plastičnost i delovalo na vizuelne deficite (Begenisic et al., 2011). U radovima se pominje primena neinvazivnih neurološko-stimulativnih protokola koji kod dece s NRP imaju minimalne rizike, dobru toleranciju i ukazuju na potencijalne mogućnosti za razvojnu stimulaciju. Smatra se da indukcija kognitivno-bihevioralnih promena kroz neinvazivne protokole, u kontekstu podsticanja neuroplastičnosti, ima potencijal da proizvede korisne razvojne efekte kod dece ove populacije (Bandeira et al., 2021).

Ciljani kognitivni trening zasnovan na mehanizmu neuroplastičnosti pojavio se kao obećavajući pristup u tretmanu funkcionalnih deficita kod dece i adolescenata sa ADHD (Mishra, et al., 2013). Auditivni kognitivni trening-program zasnovan na neuroplastičnosti i sproveden kod dece s PSA sastojao se od više nivoa, tj. kompjuterizovanih vežbi dizajniranih da poboljšaju brzinu i tačnost obrade auditivnih informacija uz angažovanje neuromodulatornih sistema. Ovaj trening pokazao je kognitivnu korist od angažovanja u odabranim vežbama (Tseng et al., 2023).

UMESTO ZAKLJUČKA

Rana intervencija koja forsira korišćenje mehanizama neuroplastičnosti poboljšava razvojne ishode kod dece s NRP. Iako se jasno naglašava da su potrebna dodatna detaljna istraživanja specifičnih intervencija koje utiču na pojavu izmenjene neuroplastičnosti i poboljšavaju razvojne ishode kod dece s NRP, dokazano postoji više efikasnih tretmana u ovom domenu i oni uključuju obogaćivanje životne sredine, primenu neinvazivnih stimulativnih protokola i kognitivni trening.

LITERATURA

- Alfawaz, H., Al-Onazi, M., Bukhari, S. I., Binobeat, M., Othman, N., Algahtani, N., Shafi Bhat, R., Moubayed, N. M. S., Alzeer, H. S., & El-Ansary, A. (2018). The independent and combined effects of omega-3 and vitamin B12 in ameliorating propionic acid induced biochemical features in juvenile rats as rodent model of autism. *Journal of Molecular Neuroscience*, *66*, 403-413. <https://doi.org/10.1007/s12031-018-1186-z>
- Al-Otaish, H., Al-Ayadhi, L., Bjørklund, G., Chirumbolo, S., Urbina, M. A., & El-Ansary, A. (2018). Relationship between absolute and relative ratios of glutamate, glutamine and GABA and severity of autism spectrum disorder. *Metabolic Brain Disease*, *33*, 843-854. <https://doi.org/10.1007/s11011-018-0186-6>
- Anashkina, A. A., & Erlykina, E. I. (2021). Molecular mechanisms of aberrant neuroplasticity in autism spectrum disorders. *Sovremennye tehnologii v medicine*, *13*(1), 78-91. <https://doi.org/10.17691/stm2021.13.1.10>
- Archer, T., Oscar-Berman, M., & Blum, K. (2011). Epigenetics in developmental disorder: ADHD and endophenotypes. *Journal of Genetic Syndromes & Gene Therapy*, *2*(1), 1000104. <https://doi.org/10.4172/2157-7412.1000104>
- Bandeira, I. D., Lins-Silva, D. H., Barouh, J. L., Faria-Guimarães, D., Dorea-Bandeira, I., Souza, L. S., Alves, G. S., Brunoni A. R., Nitsche, M., Fregni, F., & Lucena, R. (2021). Neuroplasticity and non-invasive brain stimulation in the developing brain. *Progress in Brain Research*, *264*, 57-89. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2021.04.003>
- Begenisic, T., Spolidoro, M., Braschi, C., Baroncelli, L., Milanese, M., Pietra, G., Fabbri, M. E., Bonanno, G., Cioni, G., Maffei, L., & Sale, A. (2011). Environmental enrichment decreases GABAergic inhibition and improves cognitive abilities, synaptic plasticity, and visual functions in a mouse model of Down syndrome. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, *5*, 29. <https://doi.org/10.3389/fncel.2011.00029>
- Berardi, N., Pizzorusso, T., & Maffei, L. (2000). Critical periods during sensory development. *Current Opinion in Neurobiology*, *10*(1), 138-145. [https://doi.org/10.1016/S0959-4388\(99\)00047-1](https://doi.org/10.1016/S0959-4388(99)00047-1)
- Berardi, N., Sale, A., & Maffei, L. (2015). Brain structural and functional development: genetics and experience. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *57*(s2), 4-9. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12691>
- Fernandez, F., & Garner, C. C. (2007). Over-inhibition: a model for developmental intellectual disability. *Trends in Neurosciences*, *30*(10), 497-503. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2007.07.005>
- Ismail, F. Y., Fatemi, A., & Johnston, M. V. (2017). Cerebral plasticity: Windows of opportunity in the developing brain. *European Journal of Paediatric Neurology*, *21*(1), 23-48. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2016.07.007>
- Mishra, J., Merzenich, M. M., & Sagar, R. (2013). Accessible online neuroplasticity-targeted training for children with ADHD. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, *7*(1), 1-3. <https://doi.org/10.1186/1753-2000-7-38>
- Poljaković, Z. (2019). Utjecaj tjelesne aktivnosti na neuroplastičnost mozga i neurorehabilitaciju nakon moždanog udara. *Medicus*, *28*(2), 205-211. <https://hrcak.srce.hr/227116>
- Rissman, R. A., & Mobley, W. C. (2011). Implications for treatment: GABAA receptors in aging, Down syndrome and Alzheimer's disease. *Journal of Neurochemistry*, *117*(4), 613-622. <https://doi.org/10.1111/j.1471-4159.2011.07237.x>

- Sale, A., Berardi, N., & Maffei, L. (2014). Environment and brain plasticity: towards an endogenous pharmacotherapy. *Physiological Reviews*, *94*(1), 189-234. <https://doi.org/10.1152/physrev.00036.2012>
- Tarver, J., Daley, D., & Sayal, K. (2014). Attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD): an updated review of the essential facts. *Child: Care, Health and Development*, *40*(6), 762-774. <https://doi.org/10.1111/cch.12139>
- Tseng, A., DuBois, M., Biagiante, B., Brumley, C., & Jacob, S. (2023). Auditory domain sensitivity and neuroplasticity-based targeted cognitive training in autism spectrum disorder. *Journal of Clinical Medicine*, *12*(4), 1635. <https://doi.org/10.3390/jcm12041635>
- Xiong, C., Sun, S., Jiang, W., Ma, L., & Zhang, J. (2020). ASDmiR: A stepwise method to uncover miRNA regulation related to autism spectrum disorder. *Frontiers in Genetics*, *11*, 562971. <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.562971>

NEUROPLASTICITY IN PERSONS WITH NEURODEVELOPMENTAL DISORDERS*

Aleksandra Pavlović, Aleksandra Đurić Zdravković, Milica Gligorović

University of Belgrade – Faculty of Special Education and Rehabilitation, Serbia

Introduction: *Critical phases of neuroplasticity are considered to be periods in which the development of the brain's functional properties is strongly modulated by experience, and the period of early childhood is emphasized as one of the crucial factors of differences in its mechanisms, which can influence the appearance of some neurodevelopmental disorders.*

Aim: *The aim of the paper is to analyze data on the structure of neuroplasticity in persons with certain neurodevelopmental disorders (intellectual disability, autism spectrum disorder, and attention deficit hyperactivity disorder), as well as on possible stimulation in this domain.*

Methods: *To achieve this goal, a review of the literature published in peer-reviewed academic publications was carried out.*

Results: *Results from a number of studies indicate that altered neuroplasticity may underlie some of these disorders. Early intervention aimed at facilitating neuroplasticity mechanisms improves developmental outcomes in children with neurodevelopmental disorders.*

Conclusion: *Several effective treatments have been confirmed in this domain, including environmental enrichment, application of noninvasive stimulation protocols, and cognitive training.*

Keywords: *neuroplasticity, neurodevelopmental disorders, interventions*

* This paper is part of a project supported by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia (No. 451-03-47/2023-01/ 200096)