



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ZA SPECIJALNU
EDUKACIJU I REHABILITACIJU

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF SPECIAL EDUCATION
AND REHABILITATION

11.

MEĐUNARODNI
NAUČNI SKUP
„SPECIJALNA
EDUKACIJA I
REHABILITACIJA
DANAS”

11th

INTERNATIONAL
SCIENTIFIC
CONFERENCE
“SPECIAL
EDUCATION AND
REHABILITATION
TODAY”

ZBORNIK RADOVA

PROCEEDINGS

Beograd, Srbija
29-30. oktobar 2021.

Belgrade, Serbia
October, 29-30th, 2021



UNIVERZITET U BEOGRADU – FAKULTET ZA
SPECIJALNU EDUKACIJU I REHABILITACIJU

UNIVERSITY OF BELGRADE – FACULTY OF
SPECIAL EDUCATION AND REHABILITATION

11. MEĐUNARODNI NAUČNI SKUP
SPECIJALNA EDUKACIJA I REHABILITACIJA DANAS
Beograd, 29–30. oktobar 2021. godine

Zbornik radova

11th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
SPECIAL EDUCATION AND REHABILITATION TODAY
Belgrade, October, 29–30th, 2021

Proceedings

**11. MEĐUNARODNI NAUČNI SKUP
SPECIJALNA EDUKACIJA I REHABILITACIJA DANAS
Beograd, 29-30. oktobar 2021. godine
Zbornik radova**

**11th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
SPECIAL EDUCATION AND REHABILITATION TODAY
Belgrade, October, 29-30th, 2021
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 Gordana Odović, v.d. dekana

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK / EDITOR-IN-CHIEF

Prof. dr Branka Jablan

UREDNICI / EDITORS

Prof. dr Irena Stojković
Doc. dr Bojan Dučić
Doc. dr Ksenija Stanimirov

RECENZENTI / REVIEWERS

Prof. dr Sonja Alimović
Sveučilište u Zagrebu – Edukacijsko rehabilitacijski fakultet, Zagreb, Hrvatska
Doc. dr Ingrid Žolgar Jerković
Univerzitet u Ljubljani – Pedagoški fakultet Ljubljana, Slovenija
Prof. dr Vesna Vučinić, prof. dr Goran Jovanić, doc. dr Aleksandra Pavlović
Univerzitet u Beogradu – Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju

LEKTURA I KOREKTURA / PROOFREADING AND CORRECTION

Maja Ivančević Otanjac, predavač

DIZAJN I OBRADA / DESIGN AND PROCESSING

Biljana Krasić
Mr Boris Petrović
Zoran Jovanković

Zbornik radova biće publikovan u elektronskom obliku

Proceedings will be published in electronic format

Tiraž / Circulation: 200

ISBN 978-86-6203-150-1

ZNAČAJ CINKA U RADU MOZGA I RAZVOJU DECE – NARATIVNI PRIKAZ

Dragan Pavlović^{**},^{***1}, Aleksandra Pavlović¹, Marija Milenković²

¹Univerzitet u Beogradu – Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju, Srbija

²Univerzitetski klinički centar Srbije, Srbija

Uvod: *Cink je drugi najzastupljeniji esencijalni metal u organizmu i jedini koji je prisutan u svim klasama enzima. Cink se resorbuje u tankom crevu. Nema depoa cinka u organizmu. On se izlučuje putem bubrega, kože i creva. Hrana životinjskog porekla ima manje cinka ali nema fitata pa je dobar izvor cinka.*

Cilj: *Cilj rada je da se pregledom relevantne literature izdvoje istraživanja koja potvrđuju značaj cinka u radu mozga i razvoju dece.*

Metod: *Izvršeno je pretraživanje baze podataka Pub Med korišćenjem ključnih reči cink, mozak, kognicija, deca.*

Rezultati: *Cink je neophodan za funkcionisanje centralnog nervnog sistema, učestvuje u neurotransmisiji, posebno u hipokampusu gde reguliše glutamate i gamaaminobuternu kiselinu koji su najzastupljeniji neurotransmiteri u mozgu. Ovim se omogućuju normalne kognitivne funkcije. Osim u prenosu informacija, cink u mozgu omogućava i metabolizam DNK, rast moždanog tubulina i fosforilaciju. Cink stabilizuje ćelijske membrane i druge ćelijske komponente i bitan je za transkripciju polinukleotida u procesu genetske ekspresije. Cink omogućava deobu, rast i diferencijaciju ćelija, što je bitno za intrauterini razvoj ploda, stimuliše rast i razvoj organizma, a važan je i za čulo ukusa i mirisa. Cink je kritičan za rast i razvoj mozga, u sintezi DNK, RNK i proteina, pa nedostatak cinka u intrauterinom periodu može da dovede do malformacija mozga, a kod dece do sporijeg i slabijeg razvoja. Smatra se da kao posledica nedostatka cinka u svetu godišnje umre oko 800.000 dece. Manjak cinka dovodi do usporenja rasta i razvoja kod dece, usporenja seksualnog razvoja, gubitka apetita, poremećaja imuniteta, dijareje, muškog hipogonadizma, infertiliteta i oštećenja oka.*

Zaključak: *Cink je ključan mikronutrijent za rad neurona i veoma je bitan u normalnom razvoju dece. Balans cinka je neophodno postići tokom celog života čoveka kako bi se omogućio normalan razvoj i kognicija.*

Ključne reči: *cink, mozak, kognicija, deca*

** dpavlovic53@hotmail.com

*** redovni profesor, u penziji

UVOD

Cink je posle gvožđa najzastupljeniji esencijalni metal u organizmu i jedini metal koji je prisutan u svim klasama enzima (Osredkar & Sustar, 2011). Cinka ima najviše u mišićima, kostima, koži, mozgu, bubrezima i jetri, dok su najveće koncentracije zabeležene u prostati i u oku (Oyagbemi et al., 2021; Pfeiffer & Braverman, 1982). Količina cinka u organizmu čoveka iznosi 1,4-2,3 g, od toga 85% u mišićima i kostima, 11% u koži itd. dok se u plazmi nalazi samo 0,1% ukupnog cinka (Oyagbemi et al., 2021).

CILJ

S obzirom na značaj cinka za zdravlje ljudi, pristupili smo pretraživanju i analizi relevantnih studija koje su izučavale cink i njegove fiziološke funkcije kao i efekte nedostatka i terapijsku primenu.

METOD

Pretražena je baza podataka PubMed i Google uz primenu ključnih reči: zinc, human, physiology, health, disease.

REZULTATI

Unos cinka

Cink se resorbuje u tankom crevu. Resorpcija je najbolja u vodenim rastvorima (60-70%) i olakšavaju je rastvorene aminokiseline (Sandström, 1997). Nema posebnih depoa cinka u organizmu. Ovaj metal se izlučuje putem bubrega, kože i creva.

Među hranom najveću koncentraciju cinka imaju crvena mesa, žitarice punog zrna i leguminoze (mahunarke). Inozitol heksafosfat (fitat) koji se nalazi u pomenu-tim vrstama hrane vezuje divalentne katjone i negativno utiče na resopciju cinka (Sandström, 1997). Hrana životinjskog porekla ima manje cinka ali nema fitata pa je ona isto dobar izvor cinka.

Uloga u organizmu

Cink je neophodan za funkcionisanje preko 300 enzima iz svih šest klasa (Vallee & Falchuk, 1993) i bitan je za sintezu proteina, receptora, hormona i DNK, rad imunskog sistema, ubrzavanje zarastanje rana, omogućava deobu, rast i diferencijaciju ćelija, stimuliše rast i razvoj organizma, održava kataboličke procese, učestvuje u intraćelijskoj komunikaciji, a važan je i za čulo ukusa i mirisa (Narayanan et al., 2020; Osredkar & Sustar, 2011). Organizam reguliše metabolizam cinka uglavnom preko transportera.

Cink i mozak

Cink je neophodan za funkcionisanje centralnog nervnog sistema, učestvuje u neurotransmisiji, posebno u hipokampusu gde reguliše glutamat i gamaaminobuternu kiselinu koji su najzastupljeniji neurotransmiteri u mozgu, prvi ekscitatorni, a drugih inhibitorni (Narayanan et al., 2020). Ovim se omogućuju normalne kognitivne funkcije. Impulsi koji pristižu u sinaptičke vezikule izazivaju njihovo pražnjenje i omogućavaju neurotransmisiju (Kawahara et al., 2018). Najveća koncentracija cinka je u hipokampusu, u sinaptičkim vezikulama, terminalnim završecima i mahovinastim vlaknima kao i u horoidnom sloju retine (Osredkar & Sustar, 2011).

Cink i razvoj dece

Smatra se da kao posledica nedostatka cinka u svetu godišnje umre oko 800.000 dece (Prasad, 2004). Cink omogućava deobu, rast i diferencijaciju ćelija, što je bitno za intrauterini razvoj ploda, stimuliše rast i razvoj organizma (Narayanan et al., 2020; Osredkar & Sustar, 2011). Cink je kritičan i za rast i razvoj mozga u sintezi DNK, RNK i proteina, pa nedostatak cinka u intrauterinom periodu može da dovede do malformacija mozga, a kod dece do sporijeg i slabijeg razvoja, usporenja seksualnog razvoja, gubitka apetita, poremećaja imuniteta, dijaree, muškog hipogonadizma, infertiliteta i oštećenja oka (Osredkar & Sustar, 2011).

Dnevne potrebe cinka

Preporučeni dnevni unos cinka je dat u Tabeli 1.

Tabela 1

Preporučeni dnevni unos cinka (Recommended nutrient intakes – RNIs) u mg/dan (World Health Organization, International Atomic Energy Agency & Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1996)

Uzrast	Pretpostavljena telesna težina, kg	Visoka bio-raspoloživost mg/dan	Umerena bio-raspoloživost mg/dan	Niska bio-raspoloživost mg/dan
Novorođenčad i deca				
0-6 meseci	6	1,1	2,8	6,6
7-12 meseci	9	0,8	-	-
7-12 meseci	9	2,5	4,1	8,4
1-3 godine	12	2,4	4,1	8,3
4-6 godina	17	2,9	4,8	9,6
7-9 godina	25	3,3	5,6	11,2
Adolescenti				
Žene, 10-18 godina,	47	4,3	7,2	14,4
Muškarci, 10-18 godina	49	5,1	8,6	17,1
Odrasli				
Žene, 19- 65 godina	55	3,0	4,9	9,8

Uzrast	Pretpostavljena telesna težina, kg	Visoka bio-raspoloživost mg/dan	Umerena bio-raspoloživost mg/dan	Niska bio-raspoloživost mg/dan
Muškarci, 19-65 godina	65	4,2	7,0	14,0
Žene, 65+ godina	55	3,0	4,9	9,8
Muškarci, 65+ godina	65	4,2	7,0	14,0
Trudnice				
Prvi trimestar	-	3,4	5,5	11,0
Drugi trimestar	-	4,2	7,0	14,0
Treći trimestar	-	6,0	10,0	20,0
Dojilje				
0-3 meseca	-	5,8	9,5	19,0
3-6 meseci	-	5,3	8,8	17,5
6-12 meseci	-	4,3	7,2	14,4

Uzroci nedostatka cinka

Procenjuje se da je skoro dve milijarde ljudi na svetu deficijentno u pogledu cinka (Black, 2003). Nedostatak nastaje usled neadekvatne ishrane, poremećaja re-sorpcije, povećanog gubitka iz organizma ili usled pojačanih potreba (Prasad, 2004). Stanja koja su praćena nedostatkom cinka su npr. malapsorpcija, hirurške resekcije creva, Kronova bolest, hronična dijareja, acrodermatitis enteropathica, alkoholizam, hronične bolesti jetre, dijabetes melitus, maligniteti i drugo. Stanja povećanih potreba su trudnoća i laktacija. Deficijencija cinka je naročito prisutna u zemljama u razvoju kao i u starijoj populaciji u svim zemljama (Haase et al., 2008).

Ispoljavanja deficita

Kod nedostatka cinka dolazi do poremećaja apetita, manjka energije, gubitka telesne težine, osteoporoze, kognitivnih i bihevioralnih poremećaja, usporenja rasta i razvoja kod dece, usporenja seksualnog razvoja, gubitka apetita, poremećaja imuniteta, dermatitisa, gubitka kose, dijaree, usporenog zarastanja rana, impotencije, muškog hipogonadizma, infertiliteta, oštećenja oka, poremećaja imuniteta i rada kardiovaskulnog sistema (Gać et al., 2021; Osredkar & Sustar, 2011; Santos et al., 2020). Meta-analiza adekvatnih studija je pokazala da postoji značajna veza između niskog serumskog cinka i srčane insuficijencije (Yu et al., 2018).

Klinička ispoljavanja nedostatka cinka data su u Tabeli 2.

Tabela 2

Klinička ispoljavanja nedostatka cinka

• Poremećaj pažnje, učenja, pamćenja i ponašanja	• Urođeni defekti nepca, srca, pluća, očiju, prstiju, urinarnog sistema, spina bifida, hiatus hernija i umbilikalna hernija
• Anoreksija	• Viša smrtnost novorođenčadi
• Bulimija	• Dijareja, malapsorpcija
• Pike	• Uvećanje prostate
• Depresija	• Impotencija, infertilitet, smanjena funkcija testisa i ovarijuma
• Apatija	• Poremećaj zarastanja rana
• Iritabilnost	• Poremećaji kože, kose i noktiju
• Gubitak mirisa i ukusa	• Anemija, hiperlipoproteinemija, zamor
• Paranoja	• Pad imuniteta
• Poremećaj pažnje	• Zaostajanje u rastu, odsustvo puberteta
• Smetnje učenja i pamćenja	
• Poremećaji ponašanja	
• Fotofobija	
• Noćno slepilo	

Snižen nivo cinka je nađen kod osoba sa depresijom, bipolarnim poremećajem, poremećajem pažnje sa hiperaktivnošću, poremećajima ponašanja i shizofrenijom (Osredkar & Sustar, 2011). Važan je balans cinka i bakra. Poremećaj homeostaze cinka je uključen u nastanak neurodegenerativnih bolesti kao što su Alchajmerova bolest (AB), vaskulna demencija, Parkinsonova bolest, depresija, shizofrenija, amiotrofična lateralna skleroza (ALS) i prionske bolesti (Kawahara et al., 2018; Narayanan et al., 2020).

Terapijska primena

Za oralnu primenu suplemenata u opštoj populaciji koriste se doze (Mayo Clinic, 2017): odrasli muškarci i tinejdžeri 15 mg dnevno, odrasle žene i tinejdžerke 12 mg dnevno, trudnice 15 mg dnevno, dojilje 16 do 19 mg dnevno. Doze za decu su od 0 do 3 godine 5 do 10 mg dnevno, a od 4 do 10 godina 10 mg dnevno. Hrana nije pogodan izvor cinka za starije osobe zbog lošijeg varenja i povećane osetljivosti na pojedine vrste hrane u kojima se nalazi cink (Santos et al., 2020). Sve doze veće od 40 mg dnevno elementarnog cinka koriste se samo za medicinsku primenu jer je to gornja granica tolerancije unosa (Santos et al., 2020). U različitim studijama je davano od 220 mg do 660 mg heliranog cinka dnevno što je ekvivalent 50 mg do 150 mg elementarnog cinka.

Cink se koristi rutinski u lečenju Vilsonove bolesti (Squitti et al., 2020). Davanje cinka bolesnicima sa AB smanjuje slobodni bakar i pokazuje potencijalno poboljšanje kognitivnih sposobnosti (Brewer, 2012). Makularna degeneracija je područje za primenu cinka (Newsome et al., 1988), kao i muški hipogonadizam (Santos et al., 2020). Nema dovoljno dokaza da primena cinka poboljšava ishod trudnoće, odnosno zdravlje majki i novorođenčadi (Carducci et al., 2021), kao ni osoba bez deficita cinka (Haase et al., 2008). Cink pokazuje pozitivne efekte kod depresije kod primene 30 mg elementarnog cinka dnevno tokom 12 nedelja (Solati et al., 2015).

Najčešće korišćeni oblici cinka su cink sulfat koji sadrži oko 23% elementarnog cinka (npr. 200 mg cink sulfata sadrži 45 mg elementarnog cinka) (National Institutes of Health, 2021) i cink glukonat koji sadrži 14,35% elementarnog cinka (Saper & Rash, 2009). U terapijske svrhe koriste se još cink sulfat i cink acetat (National Institutes of Health, 2021).

Za lečenje deficijencija doze cinka su individualne i potrebno ih je prilagoditi konkretnim situacijama (Santos et al., 2020).

Neželjena dejstva i toksičnost

Doze do 40 mg elementarnog cinka su bezbedene i one se nalaze u suplementima. Veće doze se daju u slučajevima dokazane insuficijencije i uglavnom se dobro podnose (Santos et al., 2020). Višak cinka, međutim, može da bude štetan, a povećana suplementacija može da omete resorpciju bakra i gvožđa, a u manjoj meri selen, kalcijuma i mangana (Osredkar & Sustar, 2011; Santos et al., 2020). Poremećaj resorpcije bakra sa deficitom može da se javi kod upotrebe cinka u dozama većim od 50 mg elementarnog cinka dnevno tokom više meseci (Porter et al., 1977). Kod akutnog trovanja (nekoliko grama cinka) mogu da se jave mučnina, povraćanje, gubitak apetita, grčevi u truhu, dijareja i glavobolje (Sandstead, 1994). Iako kod AB postoji manjak cinka, duža terapijska primena velikih doza može da deluje negativno, dakle potrebna je balansirana primena (Narayanan et al., 2020). Ako se duže uzimaju veće doze tj. od 150-450 mg cinka, u nekim slučajevima čak i 60 mg dnevno nastaje nedostatak bakra, gvožđa, poremećaj imunskog sistema i sniženje nivoa lipoproteina velike gustine, a osobe mogu da imaju mučninu, povraćanje, bol u epigastrijumu, letargiju i zamor (National Institutes of Health, 2021; Santos et al., 2020).

ZAKLJUČAK

Cink je metal visoko zastupljen u organizmu čoveka i prisutan u svim klasama enzima što jasno pokazuje njegov veliki značaj. Cink je neophodan u funkciji centralnog nervnog sistema, pre svega za najznačajnije neurotransmitere, glutamat i gamaaminobuternu kiselinu, pa je tako bitan za kogniciju. Osim toga, cink je esencijalni element u rastu i razvoju dece, sa ulogama u metabolizmu DNK, rastu tubulina i fosforilaciji proteina. Osim već poznatih bolesti sa poremećajem metabolizma cinka kao što su Alchajmerova bolest, depresija i druge, neophodno je ispitati ulogu cinka i u drugim patološkim stanjima. Dalja istraživanja treba da ispituju ulogu cinka kako u normalnom razvoju dece, tako i dalje tokom života, kako bi se našli načini održavanja optimalnih koncentracija ovog elementa i tako sprečio razvoj različitih bolesti.

LITERATURA

- Black, R. E. (2003). Zinc deficiency, infectious disease and mortality in the developing world. *The Journal of Nutrition*, 133(5), 1485-9. <https://doi.org/10.1093/jn/133.5.1485S>
- Brewer, G. J. (2012). Copper excess, zinc deficiency, and cognition loss in Alzheimer's disease. *Biofactors*, 38(2), 107-113. <https://doi.org/10.1002/biof.1005>
- Carducci, B., Keats, E. C., & Bhutta, Z. A. (2021). Zinc supplementation for improving pregnancy and infant outcome. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 3(3), CD000230. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000230.pub6>
- Gać, P., Czerwińska, K., Macek, P., Jaremków, A., Mazur, G., Pawlas, K., & Poręba, R. (2021). The importance of selenium and zinc deficiency in cardiovascular disorders. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 82, 103553. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2020.103553>
- Haase, H., Overbeck, S., & Rink, L. (2008). Zinc supplementation for the treatment or prevention of disease: Current status and future perspectives. *Experimental Gerontology*, 43(5), 394-408. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2007.12.002>
- Kawahara, M., Tanaka, K., & Kato-Negishi, M. (2018). Zinc, carnosine, and neurodegenerative diseases. *Nutrients*, 10(2), 147. <https://doi.org/10.3390/nu10020147>
- Mayo Clinic (2017, March 1), Zinc Supplement (Oral Route, Parenteral Route). Drugs and supplements. <https://www.mayoclinic.org/drugs-supplements/zinc-supplement-oral-route-parenteral-route/proper-use/drg-20070269>
- Narayanan, S. E., Rehuman, N. A., Harilal, S., Vincent, A., Rajamma, R. G., Behl, T., Uddin, M. S., Ashraf, G. M., & Mathew, B. (2020). Molecular mechanism of zinc neurotoxicity in Alzheimer's disease. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(35), 43542-43552. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10477-w>
- National Institutes of Health (2021, March 26). Office of dietary supplements. Zinc – fact sheet for health professionals. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Zinc-HealthProfessional>
- Newsome, D. A., Swartz, M., Leone, N. C., Elston, R. C., & Miller, E. (1988). Oral zinc in macular degeneration. *Archives of Ophthalmology*, 106(2), 192-198. <https://doi.org/10.1001/archophth.1988.01060130202026>
- Osredkar, J., & Sustar, N. (2011). Copper and zinc, biological role and significance of copper/zinc imbalance. *Journal of Clinical Toxicology*, 53, 001. <http://dx.doi.org/10.4172/2161-0495.S3-001>
- Oyagbemi, A. A., Ajibade, T. O., Aboua, Y. G., Gbadamosi, I. T., Adedapo, A. D. A., Aro, A. O., Adejumobi, O. A., Thamahane-Katengua, E., Omobowale, T. O., Falayi, O. O., Oyagbemi, T. O., Ogunpolu, B. S., Hassan, F. O., Ogunmiluyi, I. O., Ola-Davies, O. E., Saba, A. B., Adedapo, A. A., Nkadimeng, S. M., McGaw, L. J., ... & Yakubu, M. A. (2021). Potential health benefits of zinc supplementation for the management of COVID-19 pandemic. *Journal of Food Biochemistry*, 45(2), e13604. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jfbc.13604>
- Pfeiffer, C. C., & Braverman, E. R. (1982). Zinc, the brain and behavior. *Biological Psychiatry*, 17, 513-532.

- Porter, K. G., McMaster, D., Elmes, M. E., & Love, A. H. G. (1977). Anæmia and low serum copper during zinc therapy. *The Lancet*, *310*, 774. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(77\)90295-1](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(77)90295-1)
- Prasad, A. S. (2004). Zinc deficiency: Its characterization and treatment. *Metal Ions in Biological Systems*, *41*, 103-137.
- Sandstead, H. H. (1994). Understanding zinc: Recent observations and interpretations. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, *124*, 322-327.
- Sandström, B. (1997). Bio-availability of zinc. *European Journal of Clinical Nutrition*, *51*(S1), S17-S9.
- Santos, H. O., Teixeira, F. J., & Schoenfeld, B. J. (2020). Dietary vs. pharmacological doses of zinc: A clinical review. *Clinical Nutrition*, *39*(5), 1345-1353. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.06.024>
- Saper, R. B., & Rash, R. (2009). Zinc: An essential micronutrient. *American Family Physician*, *79*(9), 768-772.
- Solati, Z., Jazayeri, S., Tehrani-Doost, M., Mahmoodianfard, S., & Gohari, M. R. (2015). Zinc monotherapy increases serum brain-derived neurotrophic factor (BDNF) levels and decreases depressive symptoms in overweight or obese subjects: A double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *Nutritional Neuroscience*, *18*, 162e8. <https://doi.org/10.1179/1476830513y.0000000105/>
- Squitti, R., Pal, A., Picozza, M., Avan, A., Ventriglia, M., Rongioletti, M. C., & Hoogenraad, T. (2020). Zinc therapy in early Alzheimer’s disease: Safety and potential therapeutic efficacy. *Biomolecules*, *10*(8), 1164. <https://dx.doi.org/10.3390%2Fbiom10081164>
- Vallee, B. L., & Falchuk, K. H. (1993). The biochemical basis of zinc physiology. *Physiological Reviews*, *73*, 79-118. <https://doi.org/10.1152/physrev.1993.73.1.79>
- World Health Organization, International Atomic Energy Agency & Food and Agriculture Organization of the United Nations (1996). Trace elements in human nutrition and health. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/37931>
- Yu, X., Huang, L., Zhao, J., Wang, Z., Yao, W., Wu, X., Huang, J., & Bian, B. (2018). The relationship between serum zinc level and heart failure: A meta-analysis. *BioMed Research International*, 2739014. <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2018/2739014/>

THE IMPORTANCE OF ZINC IN BRAIN FUNCTION AND CHILD DEVELOPMENT – A NARRATIVE REVIEW

Dragan Pavlović^{***1}, Aleksandra Pavlović¹, Marija Milenković²

¹University of Belgrade – Faculty of Special Education and Rehabilitation, Serbia

²University Clinical Center of Serbia, Serbia

Introduction: Zinc is the second most abundant essential metal in the body and the only one present in all classes of enzymes. Zinc is absorbed in the small intestine. There is no zinc depot in the body. It is excreted through the kidneys, skin and intestines. Foods of animal origin have less zinc but no phytate so they are a good source of zinc.

*** Full Professor, in retirement

Aim: *The aim of this paper is to examine the importance of zinc in brain function and child development.*

Method: *The Pub Med database was searched using the keywords zinc, brain, cognition, children.*

Results: *Zinc is necessary for the functioning of the central nervous system, it participates in neurotransmission, especially in the hippocampus, where it regulates glutamate and gamma-aminobutyric acid, which are the most common neurotransmitters in the brain. This allows for normal cognitive functions. In addition to transmitting information, zinc in the brain also enables DNA metabolism, brain tubulin growth and phosphorylation. Zinc stabilizes cell membranes and other cell components and is essential for the transcription of polynucleotides in the process of genetic expression. Zinc balance disorder occurs in Alzheimer's disease, depression, etc. Zinc enables cell division, growth and differentiation, which is important for the intrauterine development of the fetus, stimulates the growth and development of the organism, and is also important for the sense of taste and smell. Zinc is critical for the growth and development of the brain, in the synthesis of DNA, RNA and proteins, so the lack of zinc in the intrauterine period can lead to brain malformations, and in children to slower and weaker development. It is estimated that around 800,000 children die each year as a result of zinc deficiency in the world. Zinc deficiency leads to growth retardation and development in children, slowing of sexual development, loss of appetite, immune disorders, diarrhea, male hypogonadism, infertility and eye damage.*

Conclusion: *Zinc is a key micronutrient for the work of neurons and is very important in the normal development of children. Zinc balance is necessary to be achieved throughout a person's life in order to enable normal development and cognition.*

Keywords: *zinc, brain, cognition, children*