

ზურაბ ვაშაძე¹, მარინა ციმაკურიძე¹, დავით თოფურია², მაია ციმაკურიძე¹, მაია მათოშვილი³

მანგანუმით დაბინძურებული გარემოს გავლენა მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე

ოსსუ - ¹კვების, ასაკობრივი მედიცინის, გარემოსა და პროფესიული ჯანმრთელობის დეპარტამენტი, ²ადამიანის ანატომიის დეპარტამენტი, ³კანისა და ვენერიულ სნეულებათა დეპარტამენტი; თბილისი, საქართველო

Doi: <https://doi.org/10.52340/jecm.2026.01.13>

ZURAB VASHADZE¹, MARINA TSIMAKURIDZE¹, DAVIT TOPURIA²,
MAIA TSIMAKURIDZE¹, MAIA MATOSHVILI³

THE IMPACT OF MANGANESE-POLLUTED ENVIROMENT ON POPULATION HEALTH

TSMU - ¹Department of Nutrition, Aging Medicine, Environmental and Occupational Health, ²Department of Human Anatomy, ³Department of Dermatology and Venerology; Tbilisi, Georgia

SUMMARY

One of the important challenges for the modern world is protecting public health from the effects of environmental pollution. Heavy metals, including manganese (Mn), is one of the most important environmental risk factors and has a significant impact on the health of the population, which is manifested by the development of various pathologies. Manganese is an essential microelement for the human body and at the same time, its excess has a toxic effect on the human body. People are exposed to the toxic effects of manganese during their professional activities. In addition, its high concentrations in air, water, and soil can cause health effects in the household environment.

Keywords: manganese, pollution, environment, population, health

გარემოს დაბინძურება მნიშვნელოვანი გამოწვევაა თანამედროვე მსოფლიოში. გარემოს დაბინძურება განსაკუთრებულად მძიმედ მოქმედებს მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე. გარემოში არსებული მძიმე მეტალები, მათ შორის მანგანუმი (Mn), სხვადასხვა პათოლოგიის განვითარების რისკის ფაქტორია [18,27,21,5].

მანგანუმი წარმოადგენს ადამიანის ორგანიზმისთვის აუცილებელ მიკროელემენტს, რომელიც მონაწილეობს მეტაბოლურ პროცესებში (სხვადასხვა ფერმენტისთვის კოფაქტორის ფუნქციას ასრულებს), ამასთან, მისი ჭარბი რაოდენობა ტოქსიკურად მოქმედებს ადამიანის ორგანიზმზე [22,2,11].

მანგანუმი ადამიანის ორგანიზმში ძირითადად სასუნთქი სისტემის საშუალებით ხვდება, თუმცა, შესაძლებელია მისი შეწოვა კუჭ-ნაწლავის ტრაქტიდანაც, ხოლო კანის გზით შეღწევა შედარებით უმნიშვნელოა. ორგანიზმიდან ნაწილობრივ ნაწლავებით გამოიყოფა, მანგანუმის ნაერთები, შესაძლოა, აღმოჩნდეს რძეში, ნერწყვსა და ნალველში. მისი გამოყოფა შარდით, შესაძლოა, გავრცელდეს თვეებისა და წლების განმავლობაში [3,4].

მანგანუმის სასარგებლო და ტოქსიკურ ზემოქმედებას განსაზღვრავს ორგანიზმში მოხვედრილი რაოდენობა. მოზრდილთათვის დასაშვები დოზის ზედა ზღვარი არ აღემატება 9-11 მგ/დღეში, ხოლო ბავშვებისთვის - 2-6 მგ/დღეში. აღნიშნული დასაშვები დონეები იცვლება ასაკის შესაბამისად [2,9]. კვლევებით დადგინდა, რომ ადამიანის ინტელექტუალურ განვითარებაზე უარყოფითი გავლენა შეიძლება ჰქონდეს როგორც მანგანუმის მაღალ, ასევე დაბალ კონცენტრაციებს [34].

მანგანუმის ტოქსიკურ ზემოქმედებას, შესაძლოა, ჯანმრთელობის გარკვეული ეფექტები ახლდეს იმ მოსახლეობაში, რომელიც მანგანუმის ექსპოზიციის რისკის ქვეშაა. ადამიანის ორგანიზმში მანგანუმის ნაერთების დიდი დოზებით მოხვედრისა და დაგროვების შედეგად ნეიროდეგენერაციული და სხვა პათოლოგიური ცვლილებები ვითარდება [35,17,1,10].

მანგანუმის ტოქსიკური ზემოქმედებისას ბავშვთა პოპულაციაში ვითარდება კოგნიტური და მოტორული განვითარების მნიშვნელოვანი დარღვევები, ზრდასრულ მოსახლეობაში კი რთული ნეიროინტოქსიკაცია, საბოლოოდ პარკინსონის განვითარებით [30,15,16,12,26,3,4].

მანგანუმის ტოქსიკური ეფექტი, შესაძლოა, განვითარდეს გამომყოფი სისტემის დარღვევის ან არასრულად ჩამოყალიბების, ტრანსპორტერების ფუნქციის დარღვევის, ან ჰაერში, საკვებში, წყალსა და მთლიანად საყოფაცხოვრებო თუ სამუშაო გარემოში მანგანუმის ნაერთების ჭარბი შემცველობის შედეგად [25,3,4].

მანგანუმი კუმულირდება ძვლებსა და ღვიძლ ორგანოებში და იწვევს მხოლოდ ქრონიკული ინტოქსიკაციის განვითარებას. მანგანუმის ნაერთებს შეუძლიათ ჰემატოენცეფალური ბარიერის გადალახვა და ახასიათებთ ტროპიზმი თავის ტვინის ქერქქვეშა კვანძებისადმი; გროვდება თავის ტვინის კონკრეტულ უბანში — შავ ბირთვში (Substantia nigra), რის შედეგადაც ვითარდება ოქსიდაციური სტრესი, მიტოქონდრიების დისფუნქცია და უანგბადის რეაქტიული სახეობების წარმოქმნა, რაც, თავის მხრივ, ქმნის ნეირონების აპოპტოზის, ნეიროანთებისა და სხვადასხვა ნეიროტოქსიკური ეფექტის განვითარების წინაპირობას [31,3,4,7,19,13,33,20]. ბაზალურ განვითარებაში მანგანუმის დაგროვების შედეგად ასევე ვითარდება ბრადიკინეზია, რიგილობა და ტრემორი [18,29,23,3,4].

ამას გარდა, კვლევების მონაცემები მიუთითებს, რომ მანგანუმი, შესაძლოა, წარმოადგენდეს რისკის ფაქტორს სხვა ნეიროდეგენერაციული დაავადებების (დემენციის, ალცჰაიმერისა და ჰანტინგტონის დაავადების) განვითარებისთვის [28]. პროფესიული ზემოქმედების გარდა [8], მანგანუმის ნაერთებთან კონტაქტის რისკი არსებობს იმ მოსახლეობაში, რომელიც ცხოვრობს ისეთ ტერიტორიებზე, სადაც მანგანუმის მოპოვება და გადამუშავება მიმდინარეობს. ასეთ პირობებში შესაძლებელია გარემოს (ჰაერის, წყლისა და ნიადაგის) დაბინძურება, რაც განაპირობებს წყლისა და საკვები პროდუქტებით მანგანუმის ჭარბ მოხმარებას. შესაბამისად, იზრდება მოსახლეობაში, საყოფაცხოვრებო პირობებში, მანგანუმის ზემოქმედების რისკთან დაკავშირებული ჯანმრთელობის ეფექტების განვითარების ალბათობა. ამასთანავე, არ არის გამოჩენილი, რომ ასეთი ზემოქმედებით გამოწვეული სუბკლინიკური ცვლილებები ან ჯანმრთელობის დარღვევები სხვადასხვა კლინიკური დიაგნოზის ფონზე დარჩეს შეუმჩნეველი [6,14,32].

წყლითა და საკვებით ორგანიზმში მოხვედრილი მანგანუმი ნაწლავებით კარგად შეიწოვება როგორც პასიური დიფუზიის, ისე აქტიური ტრანსპორტის გზით. გარდა ამისა, სხვადასხვა მინერალური ელემენტების, განსაკუთრებით რკინის დეფიციტის დროს იზრდება შეწოვილი მანგანუმის რაოდენობა [32].

კვლევებმა აჩვენა, რომ ისეთ ტერიტორიებზე, სადაც ნიადაგში მანგანუმის კონცენტრაცია განსაკუთრებით მაღალია, მისი დონე ტოქსიკური აღმოჩნდა წყალში და სანყის დასაშვებ ზღვარს 2-ჯერ აღემატებოდა [9].

დღესდღეობით, გარემოში სწორედ მანგანუმის ექსპოზიციის წყაროებისა და ნეიროტოქსიკურობის განვითარების მექანიზმების შეფასება წარმოადგენს მთავარ საკითხებს, რაც იძლევა პრევენციული სტრატეგიების დაგეგმვისა და გაუმჯობესების საფუძველს [7,24,30].

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. კვერნაძე გ., ანდრონიკაშვილი გ., ბავშვილი თ. და თანაავტ. მანგანუმური ტოქსიკური ენცეფალოპათიის მექანიზმების ექსპერიმენტული და კლინიკური გამოკვლევები. ბიომედიცინის სერია A. 2018 N3-4, ტომი 44. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მაცნე. თბილისი, 2018. 155-163;

2. პაპუაშვილი ნ., ჯორბენაძე თ., ბაგაშვილი თ. და თანაავტ. მანგანუმისმიერი ტოქსიკური ენცეფალოპათიის ექსპერიმენტული მოდელი. ბიომედიცინის სერია A. 2013 N5-6, ტომი 39. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მაცნე. თბილისი. 2013. 237-249
3. სააკაძე ვ., პროფესიული დაავადებები - სახელმძღვანელო უმაღლესი სასწავლებლებისათვის, თბილისი: ზეკარი, 2000
4. ციმაკურიძე მ., პროფესიული მედიცინა, თბილისი: დანი, 2022
5. ციმაკურიძე მარინა, ციმაკურიძე მაია, თოფურია დავით, ჯავახაძე რუსუდან, მათოშვილი მაია, მძიმე მეტალები გარემოში და ადამიანის ჯანმრთელობა, თსსუ, შრომთა კრებული, ტ.58, თბილისი, 2024, გვ. 120-127
6. ციმაკურიძე მ., ციმაკურიძე მაია, ხაჭაპურიძე ნ. და თანაავტ. მანგანუმისმიერი პათოლოგიის რისკის მენეჯმენტი. ექსპერიმენტული და კლინიკური მედიცინა. 2024. 118-119
7. ციმაკურიძე მ., ზურაშვილი დ. მანგანიზმის იმუნურ-გენეტიკური თავისებურებანი (კლინიკურ-ჰიგიენური შეპირისპირება), მონოგრაფია, თბილისი.: „თამარიონი-2002“, 2006, 118 გვ.
8. ჯავახაძე რ., ციმაკურიძე მ., რუხაძე ნ., შუბლაძე ს., თოდუა თ., ჭიათურმანგანუმის საბადოებზე დასაქმებულთა ქიმიური და ფიზიკური ფაქტორებით გამოწვეული პროფესიული პათოლოგიის რეტროსპექტული ანალიზი, თსსუ, შრომთა კრებული, ტ. 57, თბილისი 2023, გვ. 166-168
9. Aschner M., Erikson K. Manganese. Adv Nutr . 2017 May 15;8(3):520-521
10. Bjørklund G., Chartrand M. S., Aaseth J. Manganese exposure and neurotoxic effects in children. Environmental Research Volume 155, May 2017, Pages 380-384
11. Chen P., Bornhorst J., Michael A. Manganese metabolism in humans. Front Biosci (Landmark Ed). 2018 Mar 1;23(9):1655-1679
12. Coetzee D. J., McGovern P. M., Rao R. Measuring the impact of manganese exposure on children's neurodevelopment: advances and research gaps in biomarker-based approaches. Environ Health. 2016 Aug 30;15(1):91
13. Erikson K.M., Dorman D.C., Lash L.H., et al. Manganese inhalation by rhesus monkeys is associated with brain regional changes in biomarkers of neurotoxicity. Toxicol. Sci. 2007; 97:459-466
14. Erikson K. M., Aschner M. Manganese: Its Role in Disease and Health. Met Ions Life Sci. 2019 Jan 14:19:/books/9783110527872/9783110527872-016/9783110527872-016.xm
15. Evans G.R., Masullo L. N. Manganese Toxicity. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan. 2023 Jul 10
16. Fernández-Olmo I., Mantecón P., Markiv B. et al. A Review on the Environmental Exposure to Airborne Manganese, Biomonitoring, and Neurological/Neuropsychological Outcomes. Rev Environ Contam Toxicol. 2021:254:85-130
17. Gandhi D., Rudrashetti A. P., Rajasekaran S. The impact of environmental and occupational exposures of manganese on pulmonary, hepatic, and renal functions. J Appl Toxicol. 2022, Jan;42(1):103-129
18. Guilarte T. R. Manganese and Parkinson's disease: a critical review and new findings. Environ Health Perspect. 2010 Aug;118(8):1071-80
19. HaMai D., Rinderknecht A.L., Guo-Sharman K. et al. Decreased expression of inflammation-related genes following inhalation exposure to manganese. Neurotoxicology. 2006; 27:395-401
20. Harischandra D.S., Ghaisas S., Zenitsky G. et al. Manganese-Induced Neurotoxicity: New Insights Into the Triad of Protein Misfolding, Mitochondrial Impairment, and Neuroinflammation. Front. Neurosci. 2019;13
21. Hermes N., Schneider R.C. S., Molin D.D. et al., Environmental pathways and human exposure to manganese in south Brazil, Annals of the Brazilian Academy of Sciences, 2013, 85 (4): 1275-1288
22. Horning K. J., Caito S. W., Tipps K. G. et al. Manganese Is Essential for Neuronal Health. Annu Rev Nutr. Author manuscript; available in PMC: 2019 May 19. Published in final edited form as: Annu Rev Nutr. 2015 May 13;35:71-108
23. Kwakye G.F., Paoliello M.M., Mukhopadhyay S., Bowman A.B. et al. Manganese-Induced Parkinsonism and Parkinson's Disease: Shared and Distinguishable Features. Int. J. Environ. Res. Public Health. 2015;12:7519-40

24. Lucchini R., Placidi D., Cagna G. et al. Manganese and Developmental Neurotoxicity. *Adv Neurobiol.* 2017;18:13–34
25. Magro G., Laterza V., Tosto F. et al. Manganese Neurotoxicity: A Comprehensive Review of Pathophysiology and Inherited and Acquired Disorders. *J Xenobiot.* 2025 Apr 4;15(2):54
26. Menezes-Filho J. A., Novaes C. A., Moreira J. K. et al. Elevated manganese and cognitive performance in school-aged children and their mothers. *Environ Res.* 2010 Oct 12;111(1):156–163
27. Moreno T., Pandolfi L., Querol X. et al., Manganese in the urban atmosphere: identifying anomalous concentrations and sources. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.*, 2011, 18: 173-183
28. Nyarko-Danquah I., Pajarillo E., Digman A. Manganese Accumulation in the Brain via Various Transporters and Its Neurotoxicity Mechanisms. *Molecules*, 2020, Dec 12;25(24):5880
29. O'Neal S.L., Zheng W. Manganese Toxicity Upon Overexposure: A Decade in Review. *Curr. Environ. Health Rep.* 2015;2: 315–328
30. Ruiz-Azcona L, Fernández-Olmo I., Expósito A. impact of environmental airborne manganese exposure on cognitive and motor functions in adults: a systematic review and meta-analysis. *int j environ res public health.* 2021 apr 13;18(8):4075
31. Sidoryk-Wegrzynowicz M., Aschner M. Manganese toxicity in the central nervous system: the glutamine/glutamate-γ-aminobutyric acid cycle. *J Intern Med.* 2013 May;273(5):466-77
32. Thalita Gonçalves Soares A., Castro Silva A., Tinkov A.A. et al. The impact of manganese on neurotransmitter systems, *J Trace Elem Med Biol.* 2020 Sep;61:126554
33. Yan D., Yang Y., Lang J. et al. SIRT1/FOXO3-mediated autophagy signaling involved in manganese-induced neuroinflammation in microglia. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2023;256:114872
34. Vollet K., Haynes E. N., Dietrich K. N. Manganese Exposure and Cognition Across the Lifespan: Contemporary Review and Argument for Biphasic Dose-Response Health Effects. *Curr Environ Health Rep.* 2016 Dec;3(4):392-404
35. Саакадзе В.П., Цимакуридзе М.П., Зурашвили Д.Г.и др., Клинико-аллергологические и иммуно-генетические особенности профессиональной патологии, этиологически обусловленной марганцем, *J.Experimental and Clinical Medicine*, 2, 2012, сс. 38-51

გურაბ ვაშაძე¹, მარინა ციმაკურიძე¹, დავით თოფურია², მაია ციმაკურიძე¹, მაია მათოშვილი³
მანგანუმით დაბინძურებული გარემოს გავლენა მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე
 თსსუ - ¹კვების, ასაკობრივი მედიცინის, გარემოსა და პროფესიული ჯანმრთელობის
 დეპარტამენტი, ²ადამიანის ანატომიის დეპარტამენტი, ³კანისა და ვენერიულ სნეულებათა
 დეპარტამენტი;
 თბილისი, საქართველო

რეზიუმე

თანამედროვე მსოფლიოსთვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი გამოწვევაა საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის დაცვა გარემოს დაბინძურების ზეგავლენისგან. მძიმე მეტალები, მათ შორის მანგანუმი (Mn), ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი გარემოსმიერი რისკის ფაქტორია და მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე მნიშვნელოვანი გავლენის მქონეა, რაც სხვადასხვა პათოლოგიის განვითარებით გამოიხატება. მანგანუმი წარმოადგენს ადამიანის ორგანიზმისთვის აუცილებელ მიკროელემენტს, და ამავდროულად მისი ჭარბი რაოდენობა ტოქსიკურად მოქმედებს ადამიანის ორგანიზმზე. მანგანუმის ტოქსიკურ ზემოქმედებას ადამიანი განიცდის პროფესიული საქმიანობის დროს, ამასთანავე, მისი მაღალი კონცენტრაციები ჰაერში, წყალსა და ნიადაგში შეიძლება გახდეს საყოფაცხოვრებო გარემოში მოსახლეობის ჯანმრთელობის ეფექტების გამომწვევი.

