



სისხლში ტყვიის სახიფათო კონცენტრაციის შედეგებისა და მისი პრევენციის სტრატეგიათა მიმოხილვა

ბიწკინაშვილი ა.^{1,2}, გორგაძე გ.², გაბუნია ლ.³, გიორგობიანი მ.⁴

¹თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, მედიცინის ფაკულტეტი

²თსსუ-ს სამეცნიერო უნარ-ჩვევების ცენტრის სტუდენტური სამეცნიერო-კვლევითი ორგანიზაცია „ენდეგორი“

³თსსუ-ის სამეცნიერო უნარ-ჩვევების ცენტრი

⁴თსსუ-ის ჰიგიენისა და სამედიცინო ეკოლოგიის დეპარტამენტი

აბსტრაქტი

არსებული მონაცემებით, ტყვია ზემოქმედებს ქოლინერგულ და დოფამინერგულ გზებზე, რითაც ხელს უშლის ნეიროტრანსმისიის ნორმალურ ფუნქციონირებას. არსებული ლიტერატურის ანალიზის საფუძველზე მიღებული შედეგები გვჩვენებს, შევისწავლოთ და განვსაზღვროთ ტყვიით მოწამვლის სიმპტომების ფართო სპექტრი. ბავშვები კარგად ითვისებენ ტყვიას პერორულად (-50%), მოზრდილები შედარებით-ცუდად(-10%). ტყვიის შემცველობა ხშირად საკმაოდ დიდია სათამაშოებში,საკვებ პროდუქტში,ტყვიაზე მომუშავე ქარხანებთან ახლოს მდებარე რეგიონებში,ტექნიკურად გაუმართავი მანქანების მიერ გამოყოფილ გამონაბოლქვში,რომელიც აეროგენული გზით აღწევს ორგანიზმში. ტყვიის შეწოვა გაუმჯობესებულია, თუ დღის საკვები რაციონი ღარიბია რკინით ან კალციუმით. ტყვია საკმაოდ მნიშვნელოვანი კონცენტრაციით ჯერ კიდევ არსებობს გარემოში, განსაკუთრებით კი თანამედროვე, მჭიდროდ დასახლებულ ქალაქის ცენტრებში. 2019 წელს ჩატარებული კვლევით, რომელიც გულისხმობდა საქართველოში ბავშვების სისხლში ტყვიის დონის განსაზღვრას, გამოვლინდა, რომ საქართველოში ბავშვების 41%-ის სისხლში ტყვიის შემცველობა 5 µg/dL ან უფრო მაღალი იყო. პრობლემების აღმოსაფხვრელად საქართველოს მთავრობამ დაიწყო ახალი წესების დანერგვა,საბავშვო ბაღებისათვის სამშენებლო სტანდარტების გამკაცრება, იმპორტირებული სათამაშოების შემოწმება,მანქანების ტექნიკური დათვალიერება. მნიშვნელოვანია დანერგილი წესებისა და სტანდარტების სრულყოფილი განხორციელება და მონიტორინგი.

ინდუსტრიულ ქვეყნებში ადამიანზე ტყვიის ზემოქმედება ბოლო ათწლეულების განმავლობაში მნიშვნელოვნად შემცირდა. მიუხედავად ამისა, მისი ტოქსიკური ეფექტის გამო, ეს მძიმე მეტალი საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის პრობლემად რჩება, განსაკუთრებული რისკის ქვეშ კი არიან ბავშვები და მოზარდები.

გამოვლენილია ტყვიასთან ასოცირებული მრავალი დარღვევა, მათ შორის გულ-სისხლძარღვთა, იმუნური, საყრდენ-მამოძრავებელი, რეპროდუქციული, შარდ-გამომყოფი, კუჭ-ნაწლავისა და ნერვული სისტემების.

ტყვიის მოლეკულური სამიზნეები ბოლომდე არ არის აღწერილი, თუმცა ჩატარებულია მრავალი კვლევა, რომელთა ძირითადი მიზანი იყო ტყვიით მოწამვლისას დაქვეითებული მეტაბოლური გზების რუქის აგება, იმის შეფასებით, თუ რომელ ბიომოლეკულებზე ახდენს ტყვია უშუალო ზემოქმედებას.

არსებული მონაცემებით, ტყვია ზემოქმედებს ქოლინერგულ და დოფამინერგულ გზებზე, რითაც ხელს უშლის ნეიროტრანსმისის ნორმალურ ფუნქციონირებას. ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში ტყვიის ნეიროტოქსიკური ზემოქმედების შედეგად ვხვდებით აპოპტოზსა და აგზნებადობას. ასევე, აღმოჩენილია ცილები, რომლებიც ურთიერთქმედებენ ტყვიასთან - საერთო ჯამში, იდენტიფიცირდა 23 ცილა, რომელიც მონაწილეობს ჰემის სინთეზში, კალციუმის მეტაბოლიზმში, ნეიროტრანსმისიაში. აღნიშნული ურთიერთქმედების შედეგად წარმოქმნილი თავისუფალი რადიკალები იწვევს ცილებისა და დნმ-ის ოქსიდაციურ დაზიანებას. მძიმე მეტალების დაგროვება საბოლოოდ წარმოქმნის ჟანგბადის რეაქტიულ სახეობებს, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ოქსიდაციური სტრესი და მასთან დაკავშირებული მრავალი მანკიერი პროცესი.

არსებული ლიტერატურის ანალიზის საფუძველზე მიღებული შედეგები გვჩვენებს, შვეისწავლოთ და განვსაზღვროთ ტყვიით მოწამვლის სიმპტომების ფართო სპექტრი:

მწვავე ენცეფალოპათია, ტყვიით მოწამვლის ყველაზე სერიოზული გამოხატულება, გვხვდება სისხლში ტყვიის $10 \mu\text{g}/\text{DL}$ (მკგ/დლ) -ზე მეტი კონცენტრაციით არსებობისას მოზრდილებში და $8-10 \mu\text{g}/\text{dL}$ კონცენტრაციით არსებობისას ბავშვებში. ზოგიერთი კვლევა ამტკიცებს, რომ კოგნიტური დაქვეითება და დაბალი IQ შეიძლება გამოვლინდეს ტყვიის სისხლში $10 \mu\text{g}/\text{dL}$ -ზე დაბალი კონცენტრაციით არსებობის დროსაც კი. ტყვიის ნეიროტოქსიკურობის ადრეული სიმპტომები მოიცავს გაღიზიანებადობას, თავის ტკივილს და კონცენტრირების გაძნელებას როგორც ბავშვებში, ასევე მოზრდილებში. ბავშვებში ტყვიის მუდმივი ტოქსიკური მოქმედება იწვევს კონცენტრაციის უნარის დაქვეითებას, ინსტრუქციების შესრულების შეუძლებლობას, თამაშის გაძნელებასა და ინტელექტის ხარისხის დაქვეითებას. მოზრდილებში ყველაზე გავრცელებული სიმპტომია პერიფერიული ნეიროპათია. ტყვიის პრენატალური ზემოქმედება დაკავშირებულია ანტისოციალურ ქცევასთან და შიზოფრენიასთან.

ტყვიის საშუალო კონცენტრაციის ხანგრძლივ ზემოქმედებასთან დაკავშირებულია დეპრესია, შფოთვისითი აშლილობა და ქცევის სხვა დარღვევები. სისხლში მაღალი დონის კონცენტრაციის შედეგად კი სხვა უფრო მძიმე ფსიქოზური სიმპტომები გვევლინება.

მართალია, ტყვიის ნეიროტოქსიკური პოტენციალი ძალზე მნიშვნელოვანია, მაგრამ სამწუხაროდ მისი ზუსტი უსაფრთხო დონის კონცენტრაცია სისხლში კვლავ უცნობია.

ტყვია გავლენას ახდენს როგორც კაცის, ისე ქალის რეპროდუქციულ სისტემებზე. მამაკაცებში, როდესაც სისხლში ტყვიის დონე აღემატება 40 µg/dL-ს, სპერმის რაოდენობა მცირდება და ვითარდება ცვლილებები სპერმატოზოიდების მოძრაობისუნარიანობასა და მორფოლოგიაში. ორსული ქალის სისხლში ტყვიის მომატებულმა დონემ შეიძლება გამოიწვიოს სპონტანური აბორტი, ნაადრევი მშობიარობა, ნაყოფის დაბალი წონა და ბავშვის განვითარების პრობლემები. დაფიქსირებულია კავშირი ტყვიით დაბინძურების რისკ-ფაქტორების ზემოქმედებასა და ახალშობილებში ჭიპლარის სისხლში ტყვიის შემცველობის დონეს შორის. როგორც აღმოჩნდა, ახალშობილის ჭიპლარის სისხლში ტყვიის არსებობა 5.0-10.5 µg/dL კონცენტრაციით დაკავშირებული იყო მოტორული განვითარების შკალის ყველაზე დაბალ შეფასებასთან. დედის მიერ კალციუმის დანამატების რეგულარული მიღება ანტენატალურ პერიოდში კი ამცირებდა სისხლში ტყვიის კონცენტრაციის დონეს.

საინტერესოა ტყვიის გავლენა სისხლზე: სისხლში ჰემოგლობინის დონე მცირდება პლაზმური ტყვიის მატებასთან ერთად. უჯრედებსა და პლაზმას შორის ტყვიის განაწილების საერთო ვარიაციის 84% შეიძლება მიეკუთვნებოდეს ინდივიდუალურ ფაქტორებს. ერითროციტების მოცულობის ფრაქციის კორექტირების შემდეგ კი შესაძლოა მაჩვენებელი შემცირდეს 67%-მდე.

პლაზმური ტყვიის კონცენტრაცია საათების მანძილზე მნიშვნელოვნად არ იცვლება, შესაბამისად, დღის გარკვეული პერიოდის არჩევა არ არის გადამწყვეტი სინჯის ასაღებად, თუმცა პლაზმური ტყვია დაკავშირებული არის ჰემოგლობინთან და ზომიერმა (თვალთ უხილავმა) ჰემოლიზმა ნიმუშში პლაზმური ტყვია შეიძლება გაზარდოს 30%-მდე.

ტყვიის მაღალი კონცენტრაციის ზემოქმედებისას ზიანდება თირკმელებიც, თუმცა მტკიცებულებების საფუძველზე ივარაუდება, რომ დაზიანება, შესაძლოა, გამოიწვიოს დაბალმა კონცენტრაციამაც. ტყვიის ტოქსიკური ეფექტი იწვევს ნეფროპათიასა და ფანკონის სინდრომს (რომელიც გულისხმობს თირკმლის პროქსიმალური მილაკოვანი ფუნქციის დარღვევას). თირკმლის ტყვიით მოწამვლა აფერხებს ურატების გამოყოფას და იწვევს პოდაგრისადმი მიდრეკილებას. ეს მდგომარეობა მოიხსენიება როგორც *ტყვიისმიერი პოდაგრა*.

მტკიცებულებების საფუძველზე ივარაუდება, რომ ტყვიის ზემოქმედება ასოცირებულია მაღალ არტერიულ წნევასთან. ასევე, ნაჩვენებია კავშირი ტყვიის ექსპოზიციასა და გულის კორონარული დაავადების, გულისცემის ცვალებადობასა და ინსულტით სიკვდილს შორის.

ბავშვები კარგად ითვისებენ ტყვიას პერორულად (-50%), მოზრდილები შედარებით-ცუდად(-10%). ტყვიის შემცველობა ხშირად საკმაოდ დიდია სათამაშოებში,საკვებ პროდუქტში,ტყვიაზე მომუშავე ქარხანებთან ახლოს მდებარე რეგიონებში,ტექნიკურად გაუმართავი მანქანების მიერ გამოყოფილ გამონაბოლქვში,რომელიც აეროგენული გზით

აღწევს ორგანიზმში. ტყვიის შეწოვა გაუმჯობესებულია, თუ დღის საკვები რაციონი ღარიბია რკინით ან კალციუმით.

მიუხედავად იმისა, რომ ტყვიის შემცველობა აიკრძალა ბენზინში, საღებავებსა და სხვა მრავალ საყოფაცხოვრებო ნივთში, ტყვია საკმაოდ მნიშვნელოვანი კონცენტრაციით ჯერ კიდევ არსებობს გარემოში, განსაკუთრებით კი თანამედროვე, მჭიდროდ დასახლებულ ქალაქის ცენტრებში.

2019 წელს ჩატარებული კვლევით, რომელიც გულისხმობდა საქართველოში ბავშვების სისხლში ტყვიის დონის განსაზღვრას, გამოვლინდა, რომ საქართველოში ბავშვების 41%-ის სისხლში ტყვიის შემცველობა 5 $\mu\text{g}/\text{dL}$ ან უფრო მაღალი იყო. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ტყვიის შემცველობის უსაფრთხო დონე სისხლში არ არის დადგენილი, მაგრამ ერთ-ერთი ნიმუშის შედეგი - 13.2 $\mu\text{g}/\text{dL}$ საკმაოდ მაღალი აღმოჩნდა იმ საბაზისო ზღვრულ დონეზე, რა შემთხვევაშიც, მსოფლიო ჯანდაცვის რეკომენდაციების შესაბამისად, საზოგადოებრივი ჯანდაცვითი ღონისძიებები უნდა დაიგეგმოს. შესაბამისად, გაეროს ბავშვთა ფონდმა საქართველოს სტატისტიკის ეროვნულ სამსახურთან ერთად მოამზადა და განახორციელა წარმომადგენლობითი კვლევა ქვეყნის მასშტაბით, რომლის ფარგლებშიც მოხდა 2-7 წლის ასაკის ბავშვებში სისხლის დაახლოებით 1570 სინჯის აღება.

სისხლის ნიმუშები გაიგზავნა რომში, იტალიის ჯანმრთელობის ეროვნულ ინსტიტუტში და შემოწმდა ტოქსიურ ლითონებზე. შედეგები შემაშფოთებელი აღმოჩნდა: ბავშვთა ერთ მეოთხედს სისხლში ტყვიის შემცველობა 5-10 $\mu\text{g}/\text{dL}$ ის ფარგლებში ჰქონდა, 16 %-ს კი - 10 $\mu\text{g}/\text{dL}$ ან მეტი.

პრობლემების აღმოსაფხვრელად საქართველოს მთავრობამ დაიწყო ახალი წესების დანერგვა, საბავშვო ბაღებისათვის სამშენებლო სტანდარტების გამკაცრება, იმპორტირებული სათამაშოების შემოწმება, მანქანების ტექნიკური დათვალიერება.

საინტერესოა პრევენციის სხვა მექანიზმებიც:

- უნივერსალური კითხვარი;
- მასიური EPA გარემოსდაცვითი პროგრამა;
- ძველი ნაგებობების გაყიდვისას დოკუმენტების გაცემა, რომლებიც შეიცავს გაფრთხილებას მოსალოდნელი რისკების შესახებ.

მნიშვნელოვანია დანერგილი წესებისა და სტანდარტების სრულყოფილი განხორციელება და მონიტორინგი.

დასკვნა: პათოლოგიათა სპექტრი, რომლებიც დაკავშირებულია ტყვიის არამართო მაღალ კონცენტრაციებთან, საკმაოდ ფართო და საგანგაშოა. შესაძლო გართულებებისაგან თავის ასარიდებლად, მნიშვნელოვანია რისკ-ფაქტორების სიღრმისეული ანალიზი და საპრევენციო ღონისძიებათა დროული განხორციელება.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Bergdahl IA, Gerhardsson L, Liljelind IE, Nilsson L, Skerfving S. Plasma-lead concentration: investigations into its usefulness for biological monitoring of occupational lead exposure. *Am J Ind Med.* 2006 Feb;49(2):93-101. doi: 10.1002/ajim.20253. PMID: 16419091.
2. Cleveland LM, Minter ML, Cobb KA, Scott AA, German VF (October 2008). "Lead hazards for pregnant women and children: part 1: immigrants and the poor shoulder most of the burden of lead exposure in this country. Part 1 of a two-part article details how exposure happens, whom it affects, and the harm it can do". *The American Journal of Nursing.* 108 (10): 40–9, quiz 50. doi:10.1097/01.NAJ.0000337736.76730.66
3. Ekong EB, Jaar BG, Weaver VM (December 2006). "Lead-related nephrotoxicity: a review of the epidemiologic evidence". *Kidney International.* 70 (12): 2074–84. doi:10.1038/sj.ki.5001809
4. Fu Z, Xi S. The effects of heavy metals on human metabolism. *Toxicol Mech Methods.* 2020 Mar;30(3):167-176. doi: 10.1080/15376516.2019.1701594. Epub 2019 Dec 17. PMID: 31818169.
5. Grant LD (2009). "Lead and compounds". In Lippmann M (ed.). *Environmental Toxicants: Human Exposures and Their Health Effects* (3rd ed.). Wiley-Interscience. ISBN 978-0-471-79335-9.
6. Impact of early term and late preterm birth on infants' neurodevelopment: evidence from a cohort study in Wuhan, China. 2022, *BMC Pediatrics*
7. Inputs and sources of Pb and other metals in urban area in the post leaded gasoline era. 2022, *Environmental Pollution*
8. Lin JL, Huang PT (April 1994). "Body lead stores and urate excretion in men with chronic renal disease". *The Journal of Rheumatology.* 21 (4): 705–9.
9. Navas-Acien A, Guallar E, Silbergeld EK, Rothenberg SJ (March 2007). "Lead exposure and cardiovascular disease--a systematic review". *Environmental Health Perspectives.* 115 (3): 472–82. doi:10.1289/ehp.9785
10. Rubin R, Strayer DS, eds. (2008). "Environmental and nutritional pathology". *Rubin's Pathology: Clinicopathologic Foundations of Medicine* (5th ed.). Lippincott Williams & Wilkins. ISBN 978-0-7817-9516-6
11. Unicef for every child - GEORGIA
12. Vorvolakos T, Arseniou S, Samakouri M. There is no safe threshold for lead exposure: A literature review. *Psychiatriki.* 2016 Jul-Sep;27(3):204-214. doi: 10.22365/jpsych.2016.273.204. PMID: 27837574.
13. Wright LF, Saylor RP, Cecere FA (August 1984). "Occult lead intoxication in patients with gout and kidney disease". *The Journal of Rheumatology.* 11 (4): 517–20.

A review of the consequences of dangerous blood lead concentrations and strategies for its prevention

Bitskinashvili A.^{1,2}, Gorgadze G.², Gabunia L.³, Giorgobiani M.⁴

¹Tbilisi State Medical University, Faculty of Medicine

²Student Scientific-Research Organization ENDEAVOR of TSMU

³Scientific Research-Skills Center of TSMU

⁴Department of Hygiene and Medical Ecology of TSMU

abstract

According to the available data, lead affects the cholinergic and dopaminergic pathways, thereby preventing the normal functioning of neurotransmission. Based on the analysis of existing literature, the results help us to study and define a wide range of symptoms of lead poisoning. Children absorb lead well orally (-50%), adults relatively poorly (-10%). The content of lead is often quite high in toys, in food products, in regions close to lead-based factories, in the exhaust emitted by technically defective vehicles, which enters the body through air. Lead absorption is enhanced if the daily diet is poor in iron or calcium. Lead still exists in significant concentrations in the environment, especially in modern, densely populated city centers. A 2019 study of blood lead levels among children in Georgia found that 41% of children in Georgia had blood lead levels of 5 µg/dL or higher. In order to eliminate the problems, the government of Georgia started introducing new rules, tightening the construction standards for kindergartens, inspecting imported toys, technical inspection of cars. It is important to fully implement and monitor the introduced rules and standards.