

UTICAJ TEŠKIH METALA NA ZDRAVLJE LJUDI I POJAVU AUTIZMA

Miroslav Marković¹, Olivera Marković²

¹ Vojnomedicinska akademija Beograd, Srbija

² Osnovna škola „Momčilo Živojinović”, Mladenovac, Srbija

THE INFLUENCE OF HEAVY METALS ON HUMAN HEALTH AND THE OCCURRENCE OF AUTISM

Miroslav Marković¹, Olivera Marković²

¹ Military Medical Academy, Belgrade, Serbia

² Elementary School “Momčilo Živojinović”, Mladenovac, Serbia

Sažetak

Toksikologija hrane objašnjava načine unosa toksina iz hrane, raspodelu u organizmu, kao i metabolizam i izlučivanje. Toksini se mogu prirodno naći u namirnicama, dospeti iz spoljne sredine, ali je značajan i ljudski faktor. Dijagnostički kriterijumi i skrining, porast svesti šire stručne i društvene javnosti, kao i brojne defektološke metode rada su inicirali veću osetljivost za poremećaje iz spektra autizma (PSA). Ovaj pregled prisustva teških metala u hrani, govori o njihovim toksikološkim osobinama i štetnosti po zdravlje ljudi. Kako je prevalenca broja dece iz spektra autizma sve veća, a etiologija nepoznata, može se skrenuti pažnja i na uticaj teških metala kao spoljnjih faktora (koji se unose hranom) na pojavu ovog razvojnog poremećaja.

Ključne reči: toksikologija, teški metali, autizam

Abstract

Food toxicology explains the ways of intake of toxins from food, distribution in the body, as well as metabolism and excretion. Toxins can occur naturally in food, arrive from the outside environment, but the human factor is also significant. Diagnostic criteria and screening, increased awareness of the wider professional and social public, as well as numerous defectological work methods have initiated a greater sensitivity for autism spectrum disorders (ASD). This overview of the presence of heavy metals in food talks about their toxicological properties and harm to human health. As the prevalence of the number of children on the autism spectrum is increasing, and the etiology is unknown, attention can also be drawn to the influence of heavy metals as external factors (which are ingested with food) on the occurrence of this developmental disorder.

Key words: toxicology, heavy metals, autism

Uvod

Zdravstvena bezbednost hrane je oduvek bila od značaja, ali se intenzivirala sa napretkom čovečanstva. Kvalitet života savremenog društva možemo procenjivati i kroz spremnost za proizvodnjom zdravstveno bezbedne hrane. Imperativ toga je sama činjenica da je hrana nešto što svakodnevno unosimo. Kvalitet hrane možemo proceniti kroz dve grupe zahteva i to: primarne i sekundarne. Primarni zahtevi se odnose na prevenciju zdravlja potrošača i ostvaruju se brojnim propisanim zakonima. Ljudi daju prednost hrani za koju znaju da je bezbedna po zdravlje, a sve češće se informišu i edukuju o tome. Najčešći vid navedenog se bazira na garancijama

(manjih i većih) proizvođača, koji poseduju dokumentaciju u vidu sertifikata od ovlašćenih institucija. Kod potrošača je bitno i poverenje u kontrolu od strane državnih institucija. Kada govorimo o sekundarnim zahtevima, oni treba da zadovolje brojne specifične potrebe potrošača. Navodimo nutritivna, toksikološka, tehnološka, etnička i senzorna svojstva hrane kao najčešća. Sve više ljudi daje značaj organski proizvedenoj hrani, hrani sa dokazanim geografskim poreklom, te onoj koja potencijalno može biti genetski modifikovana. Tržište je postalo bogato dijetetskom hranom, onom za trudnice, dojilje, decu, sportiste, starija lica i sl. Tu možemo pomenuti vegetarijansku i vegansku ishranu, kao i etničko-religijske nutritivne potrebe ljudi. Razvojem

čovečanstva kroz istoriju, čovek je svojim uticajem na okolinu uveliko promenio ekosistem u vidu zagađenja okoline i smanjenja resursa potrebnih za život. Sintetizovane su mnoge nove materije koje mogu biti toksične, a samim tim povećan je rizik njihovog delovanja na ljudski organizam. Zbog toga se nacionalni programi bezbednosti i toksikologije hrane fokusiraju na celokupni proces "od njive do trpeze". To je utoliko značajnije jer je primećena tendencija rasta broja dece koja se nalaze u spektru autizma, a čiji uzrok nije otkriven. Neki autori navode mogućnost uticaja i toksičnih materija.

Cilj

Cilj ovog rada je da ukaže na prisustvo teških metala u hrani, vodi i vazduhu. Takođe, njihova toksikološka štetnost na zdravlje ljudi je dokazana. Nema mnogo naučnih dokaza o direktnom uticaju teških metala na nastanak autizma, ali se vrlo često pominju kao mogući spoljni faktor koji može uticati na nastanak ovog neurorazvojnog poremećaja, uz genetske predispozicije, ekološke faktore i sl.

Metodologija

Metodologija ovog istraživanja uključuje pretragu relevantnih naučnih radova u nekoliko velikih elektronskih baza podataka (M. M). Relevantne informacije o autizmu i razmišljanjima roditelja dobijene su u terapijskom radu i psihosocijalnoj podršci (O. M).

Toksikologija hrane

Uz vodu i kiseonik, hrana je najvažniji uslov za život. Toksini koji se unose u organizam uglavnom su uneseni putem hrane i vode. Hrana, voda i vazduh mogu sadržati čitav niz hemijskih i bioloških supstanci koje mogu da prouzrokuju negativne efekte na ljudsko zdravlje. Toksikologija hrane kao grana toksikologije proučava i analizira toksične uticaje bioaktivnih supstanci koje se nalaze u hrani. Hrana se može kontaminirati prirodnim putem, kontaminirajući agensima iz okoline, tokom proizvodnje, obrade ili skladištenja. Toksične materije u hrani mogu poticati iz različitih izvora, poput industrijskog otpada, koji sadrži razne štetne hemikalije (1). Ostaci pesticida, veterinarskih lekova kojima su tretirane biljke i životinje, te mikroorganizmi koji mogu naštetiti zdravlju potrošača. Kako bi se namirnicama produžio rok upotrebe, pojačao ukus, miris i boja, hrani se dodaju prehrambeni aditivi koji u prevelikim koncentracijama imaju različite dejstvo

na organizam. Sigurnost hrane i prehrambenih proizvoda temelji se na identifikaciji i kontroli biološki opasnih materija u hrani kako bi se osigurala njena zdravstvena ispravnost. Razni zakoni i institucije kontrolišu i omogućavaju proizvođačima hrane da identifikuju i procene opasnosti koje mogu uticati na sigurnost i kvalitet njihovih proizvoda (2).

Otrovi u organizmu

Toksična supstanca neće imati negativan efekat na organizam osim ako se ne unese gutanjem. Otrovi se mogu uneti na tri načina: kroz kožu, pluća i gastrointestinalni trakt. Toksična supstanca koja se unese mora proći kroz procese apsorpcije, distribucije u telu, metabolizma i izlučivanja. Neke supstance se mogu izlučiti iz tela bez prethodnog prolaska kroz metaboličke procese.

Apsorpcija

Pošto se unese toksična supstanca, počinje proces apsorpcije toksina – nepovratan proces u kojem on ulazi u krvotok kroz različite mehanizme. Apsorpcija toksina zavisi od nekoliko faktora kao što su: koncentracija i doza toksina, vreme izlaganja, način na koji toksin ulazi u organizam i fizičko-hemijska svojstva toksina. Apsorpcija toksina unetih hranom počinje u ustima i može se odvijati duž celog digestivnog trakta. U kom delu digestivnog sistema će doći do apsorpcije zavisi od fizičko-hemijskih svojstava toksina, stanja organizma u koji je unet i vremena koliko ostaje unutar organizma. Usna duplja je obložena sluzokožom, što znači da je veoma dobro prokrvljena i propustljiva za ulazak toksina. Međutim, hrana i piće se zadržavaju u ovom području relativno kratko vreme, pa je apsorpcija toksina veoma niska. Deo digestivnog sistema u kome najčešće počinje apsorpcija toksina je želudac. Kao i usna duplja, želudac je obložen želudačnom sluzokožom koja je dobro perfuzirana i omogućava apsorpciju toksina pasivnom difuzijom kroz membrane (5). Nasuprot tome, tanko crevo, zahvaljujući svojim crevnim resicama, ima veliku apsorpcionu površinu te je glavno mesto apsorpcije dijetetskih toksina. Debelo crevo je poslednji glavni apsorpcioni deo digestivnog trakta, koji sadrži širok spektar transportnih proteina. Apsorpcija je relativno niska u poređenju sa tankim crevom, zbog manje površine i smanjene dužine debelog creva. Količina toksina koju digestivni sistem može da apsorbuje zavisi od pH otpornosti želuca, enzima, mikroorganizama u crevima, molekulske težine, lipofilnosti i rastvorljivosti u tečnostima tankog creva (1,3).

Distribucija toksina

Distribucija toksina u telu je proces kojim se apsorbovana supstanca udaljava od mesta apsorpcije i ulazi u druga ciljna mesta u telu. Toksin se može distribuirati u telu u telesne tečnosti, (intersticijalnu i intracelularnu) (7). Nakon što se toksin apsorbira u krvotok, nalazi se u najvišim koncentracijama u plućima, bubrezima i jetri, a u nižim koncentracijama u masnom i mišićnom tkivu. Njihova visoka koncentracija može se akumulirati u telu vezivanjem štetne supstance za proteine ili fosfolipide.

Metabolizam toksina

Metabolizam toksina (biotransformacija) su enzimske reakcije koje pretvaraju jedno hemijsko jedinjenje u drugo sa ciljem lakšeg izlučivanja iz organizma. Biotransformacija menja fizičko-hemijska i biološka svojstva toksične supstance pretvaranjem lipofilnih jedinjenja u metabolite rastvorljive u vodi tako da se mogu izlučiti urinom. Najvažniji organ u telu za metabolizam toksina je jetra, kroz koju prolazi krv sa apsorbovanim štetnim supstancama.

Izlučivanje toksina

Izlučivanje toksina iz organizma je veoma važno za sprečavanje njihovog nagomilavanja u organiz-

mu, što može izazvati trovanje. Proces izlučivanja toksina iz organizma obuhvata niz koraka koji dovede do eliminacije otrova iz organizma. Većina toksina se izlučuje putem bubrega, a nešto manje putem jetre i pluća. Mehanizam izlučivanja ili eliminacije toksične supstance zavisi od hemijskih svojstava jedinjenja, njegove isparljivosti i rastvorljivosti u vodi i mastima. Isparljive supstance i supstance koje su slabo rastvorljive u krvi izlučuju se izdahnutim vazduhom. Pluća izlučuju sve toksine koji se nalaze u gasovitoj fazi u krvi pasivnom difuzijom u alveolama. Izlučivanje kroz urinarni trakt, koje uključuje eliminaciju kroz bubrege, najvažniji je put izlučivanja u organizmu. Na ovaj način se eliminiše većina toksina rastvorljivih u vodi. Mogući načini su i izlučivanje fecesom, putem žuči, znoja, majčinog mleka, suza i semene tečnosti. Izlučivanje putem majčinog mleka može biti opasno zbog prenosa toksina sa majke na odojče jer su mnogi toksini lipofilni i mogu se akumulirati u mlečnim mastima (4).

Izvori toksičnih materija u hrani

Sa brzim rastom svetske populacije, raste i potreba za proizvodnjom hrane, a samim tim se povećava i rizik od kontaminacije hrane i vode. Upotreba raznih pesticida, veštačkih đubriva i drugih zaštitnih sredstava u poljoprivredi je neophodna za očuvanje kvaliteta i poljoprivrednih proizvoda (1,5). Zagađenje životne sredine uopšte ima veliki uticaj na zagađenje hrane.

1.	Toksini iz industrijskog otpada i prirodne okoline
2.	Ostaci od tretiranja biljnih i životinjskih namirnica
3.	Prirodni toksini iz biljnih i životinjskih namirnica
4.	Toksini mikrobnog porekla
5.	Aditivi u hrani i materije koje su u dodiru s hranom i vodom
6.	Toksini koji nastaju obradom hrane i vode

Tabela 1. Podela toksina koji uzrokuju zagađenje hrane i vode

Teški metali

Termin teški metali odnosi se na metale koji imaju relativno visoku gustinu i koji su toksični za životinjski i ljudski organizam u niskim koncentracijama. Oni se nalaze u prirodi u vodi, zemljištu, biljkama i životinjama, iz kojih se lako mogu apsorbovati u ljudski organizam putem hrane. Teški metali su važni za ljudski organizam i prirodu, ali mogu biti i veoma opasni i štetni. Mogu biti esencijalni (bakar, cink, mangan, gvožđe, molibden,

selen) i neesencijalni teški metali (olovo, živa, kadmijum, arsen, aluminijum, kalaj, kobalt, paladijum, platina). Izvori teških metala mogu biti prirodni i antropogeni. Teški metali su prisutni u prirodi od nastanka Zemlje i nalaze se u Zemljinoj kori i rudama (6,1). Najveći prirodni izvori teških metala su erozija stena, ispiranje zemljišta i vulkani (Tabela 2). Većina teških metala završava u morima, rekama i okeanima gde se talože ili vraćaju u atmosferu i transportuju vazduhom.

Teški metal	Izvor teškog metala
Arsen	Morski proizvodi, biljke, dodatni minerali
Kadmijum	Mineralni dodaci, stočna hrana, žitarice, izmet, fosfatna gnojiva, kanalizacija, mulj
Olovo	Onečišćeno tlo, olovne boje, baterije, olovo je prirodni onečišćivač kalcijeva karbonata
Živa	Antropogeno onečišćenje, riblje brašno

Tabela 2. Izvori pojedinih teških metala (8)

Vulkanska erupcija može stvoriti veliku količinu vulkanske prašine i pepela koji sadrže teške metale. Vulkanska aktivnost nije toliko česta, ali ni zanemarljiva (7). Antropogeni izvori teških metala su oni koji su posljedica ljudskog napretka. Povećanjem populacije raste potreba za razvojem naselja, puteva, industrije, i drugih aktivnosti, što sve uzrokuje povećanje koncentracije teških metala (1, 2, 6) Industrijski pogoni, putevi i izduvni gasovi automobila najveći su zagađivači životne sredine olovom. Biljke koje se gaje u blizini puteva mogu taložiti olovo, intenzivnije u korenu nego u nadzemnom delu biljke. U većim koncentracijama, olovo može uticati na rast i razvoj same biljke i inhibirati proces fotosinteze (3,4). Biljke imaju različitu toleranciju na koncentracije olova. Pšenica i soja se ubrajaju u grupu biljaka visoko tolerantnih na olovo, dok je zelenilo veoma osjetljivo. Najveće količine olova akumuliraju se u utrobi životinja i školjki. Stanovništvo duž obala mora i okeana, čija se ishrana zasniva na ribi i morskim plodovima, unosi veće količine teških metala u svoj organizam, među kojima je živa najčešća. Živa je veoma opasan metal koji se skladišti u mozgu, bubrezima i jetri i veoma ga je teško ukloniti iz organizma. U hrani za životinje najčešće se nalazi u obliku metilžive i neurotoksična je. Mozak u razvoju je organ najosjetljiviji na metilživu. Akumulacija žive u ribama i morskim plodovima posljedica je ispuštanja zagađenih otpadnih voda iz industrijskih postrojenja u mora i okeane. Još jedan teški metal koji se akumulira u ribama i školjkama je arsen. U prirodi se nalazi u mineralima. Ako je podzemna voda u kontaktu sa ovim mineralima, visoke koncentracije arsena mogu se naći u vodi za piće u kojoj je rastvoren neorganski arsen, koji je mnogo toksičniji od organskog arsena (1,3,7).

Olovo

U prirodi se olovo nalazi u elementarnom stanju, u malim količinama. U zemljištu je u obliku svo-

jih ruda. Olovo se ne rastvara u destilovanoj vodi, dok se u prirodnim vodama, koje sadrže karbonatne jone, proces rastvaranja brzo zaustavlja stvaranjem zaštitnog sloja. Olovo je mek metal, velike gustine, koji ne podleže koroziji – na vazduhu potamni jer se prevuče sivim slojem oksida. Može se reći da se olovo i njegova jedinjenja smatraju otrovnim. U okolinu dospeva putem njegove upotrebe za izradu baterija, goriva, pesticida, kao i u vojnoj industriji i proizvodnji boja. Biljke ga apsorbuju iz zemljišta, a nakupljaju se u životinjama. U industrijskim oblastima, kao i u blizini saobraćajnica u biljkama ga ima deset puta više nego u seoskim oblastima. Olovo nalazimo u iznutricama, žitaricama, ribi, školjkama, mesu. Na dnevnom nivou se najviše unosi kroz žitarice, voće, povrće, (bez)alkoholna pića. Za decu je bitna napomena da na unos spolja utiče prašina, preko vode migrira iz posuda (često služi za glaziranje posuda). Toksičnost olova je utvrđena kod neuroloških oboljenja, anemija, kardiovaskularnih oboljenja, hroničnih bolesti bubrega, imunosupresija, kancera. Rizične grupe su fetus, mala deca, trudnice, dojilje, stariji ljudi, osobe na dijeti. Ovde izdvajamo uticaj na razvoj mozga kod male dece, što navodi neke naučnike na povezivanje sa nastankom autizma (6,9,10). Štetni efekti olova ne mogu biti isključeni kod dece od 1 do 7 godina (9,10). Poslednjih godina zabranom korišćenja antidetonatora u benzinu i pesticida na bazi olova, ustanovljen je trend smanjenja prisustva olova poreklom iz okoline.

Živa

Živa je metal koji je na sobnoj temperaturi u tečnom stanju, lako se kombinuje sa drugim metalima, pravilno se širi i skuplja pri temperaturnim promenama. Živa ima primenu u domaćinstvu, medicini i industriji. Neorganska živina jedinjenja su manje opasna po zdravlje, od organskih. Samo u velikim koncentracijama neorganska živina jedinjenja utiču na nervni sistem. Pod utica-

jem bakterija, neorganska živina jedinjenja prelaze u organska (jezera, reke i mora). Organska živina jedinjenja su veoma štetna po zdravlje i oštećuju nervni sistem i bubrege. Živa je snažan neurotoksin, što znači da remeti funkcije nervnih ćelija. Trovanje živom umanjuje sposobnosti čula vida i sluha, razgovora i hoda, promene mentalnog zdravlja – depresiju, razdražljivost, nervozu i nesposobnost koncentracije. Živa može oštetiti mozak, bubrege i pluća, a posebno je opasna po trudnice i decu. Fetusi i mala deca su najrizičnija grupa jer je njihov nervni sistem još uvek u fazi razvoja i 4 do 5 puta su osetljiviji na živu u odnosu na odrasle (10). Živa dospeva u okolinu iz: hemijske i metalne industrije, medicine (timerosal kao antiseptik u vakcinama i amalgamske zubne plombe), primenom u baterijama, termometrima, barometrima, sagorevanjem fosilnih goriva i smeća). Morska hrana – riba i školjke imaju visoku koncentracije ovog metala (metilživa), dok je u biljkama i gljivama živa uglavnom u anorganskom obliku. Metilživa se potpuno resorbuje i raspodeljuje u organizmu, a najviše su ciljani mozak i embrion. Pored navedenog, toksična je za bubrege, digestivni trakt, reproduktivne organe. Jedinjenja žive su kancerogena, izazivaju alergije i autoimune bolesti. Osetljive grupe su fetusi, odojčad, mlađa deca, ljudi sa visokim unosom ribe. (6,7,9). Riba koja se najčešće pominju su sabljarka i tuna. Preventivno, trudnice u ribarskim krajevima ne bi trebalo da konzumiraju ribu više od jednom nedeljno. Antioksidansi, a posebno selenit može biti koristan jer vezuje živu u anorgansko jedinjenje (10).

Kadmijum

Kadmijum u prirodi nastaje razlaganjem stena, kao i prilikom požara i erupcije vulkana. Kao posledica ljudskog faktora, ističe se industrija baterija, spaljivanje smeća i fosilnog goriva. Zemljište i voda koji sadrže kadmijum nalaze se u prehrambenom lancu. Mogu se navesti sledeći izvori visoke koncentracije kadmijuma: riba, meso, povrće (gljive), orašasti plodovi, čokolada, žitarice. Duvan difunduje kadmijum iz zemljišta, pa su pušači dvostruko izloženiji od nepušača, ovom metalu. Deca apsorbuju više kadmijuma od odraslih (5% iz hrane), jer su izloženi i prašini u kojoj se može naći. On prvenstveno negativno deluje na bubrege (nefrotoksičan je). Ukoliko se ne unosi dovoljno kalcijuma, može dovesti do demineralizacije koštanog tkiva (10,11). Masovno je bilo trovanje rudara u Japanu, 1950. godine usled visoke količine

kadmijuma u pirinču koji je navodnjavan kontaminiranom vodom. Brojna ispitivanja industrijskih radnika govore u prilog kancerogenosti ovog metala. Posebnu osetljivost na toksične efekte kadmijuma pokazuju embrioni i deca, stariji ljudi, bubrežni bolesnici, vegetarijanci, ljudi iz primorskih krajeva, te osobe sa smanjenim unosom gvožđa i kalcijuma (11). Preventivno, treba uticati na rizične grupe (trudnice, dojilje pušači, vegetarijanci, deca) da redukuju konzumiranje pojedinih vrsta morskih plodova ili organa divljači (10).

Arsen

Arsen je metaloid koji se nalazi u zemlji i vodi. U obliku neorganskih jedinjenja je u obliku arsenata i arsenita, a može biti i u obliku organskih jedinjenja. Neorganska jedinjenja arsena se uglavnom nalaze u vodi za piće, koja dolazi u kontakt sa podzemnim vodama koje imaju povišenu koncentraciju arsena. Takođe, može se naći u žitaricama, posebno pirinču, ako se gaje na zemljuštu koje je kontaminirano. Visoke koncentracije su ponekad posledica industrijskih nezgoda tokom proizvodnje hrane. Riba, morske trave i školjke uglavnom nakupljaju organske komplekse arsena. Prirodna kontaminacija podzemnih voda je glavni problem vezan za izloženost neorganskim jedinjenjima arsena. Organska jedinjenja su manje toksična ili netoksična. Toksičnost anorganskog arsena uključuje: promene na koži, čak i rak kože, neurotoksičnost i kancerogenost, a postoje indicije da bi mogao delovati na reproduktivne organe, te izazivati dijabetes. Kardiovaskularna toksičnost arsena se povezuje sa hipertenzijom i bolešću "crnih stopala". Izdvajamo ugroženost fetusa i odojčadi (koja nisu na prirodnoj ishrani), siromašnije slojeve ljudi čija pothranjenost utiče na slabiju detoksikaciju arsena, kao i nasledne sklonosti pojedinih ljudi da lošije metabolišu arsen. Selen je element koji zaštitno deluje kod blago povišene koncentracije arsena u organizmu (6,12,13). Smanjenje rizika za prisustvo arsena u vodi postoji. To su metode flotacije, primena zeolita, aktivnog uglja, nanočestica i sličnih apsorbenasa. Efikasno su se pokazale i neke oksidacijske metode uz vodoničkov peroksid, ozon, hlor ili izlaganje sunčevom svetlu u prisustvu feri jona. Moguće je uklanjanje arsena iz vode uz pomoć pojedinih mikroorganizama, te različite kombinacije gorenavedenih metoda. Priprema hrane može uticati na promenu vrste i količine jedinjenja arsena u namirnicama – uklanjanje omotača zrna pirinča može veoma sniziti koncentracije (6,12,13,14).

Autizam (poremećaj iz spektra autizma – PSA)

Autizam ili poremećaj autističnog spektra složen je poremećaj koji karakterišu odsustvo društvene interakcije i komunikacije, zaostajanje u razvoju govorno-jezičkih sposobnosti, kao i ograničeni i ponavljajući obrasci ponašanja. To je kompleksan neurorazvojni poremećaj koji počinje u ranom djetinjstvu, a posebno ga karakteriše ozbiljno oštećenje pojedinih aspekata funkcionisanja: socijalna interakcija, jezik, komunikacija i simbolička igra, te širina interesovanja i aktivnosti (15,16). Prevalencija autizma je u stalnom porastu. U Sjedinjenim Američkim Državama u poslednjih 40 godina, došlo je do povećanja prijavljene prevalencije 20 puta. Danas se smatra da ga ima 1 od 44 dece, odnosno više od 2% dece. Osim istinskog povećanja prevalencije, i niz drugih razloga doprinose povećanom broju dijagnostikovanih slučajeva, poput proširenja definicije autizma, promene dijagnostičkih kriterijuma i alata za skrining, promena u metodama istraživanja i povećane svesti o ovom poremećaju (17). Za njegovu tačnu dijagnozu koriste se takozvani psihometrijski instrumenti koji su “zlatni standard”, odnosno standardizovani intervjui sa roditeljima (Autism Diagnostic Interview-Revised, ADI-R), u kombinaciji sa polustrukturiranim, standardizovanim posmatranjem (16). Trenutni standard lečenja dece sa autizmom su rane intervencije, koje se fokusiraju na poboljšanje društvenog funkcionisanja, jezičkih i komunikacijskih veština, te su efikasne u poboljšanju dugoročnog ishoda. Shodno tome, identifikacija male dece sa autizmom i pristup ranim intervencijama za ovu decu je od suštinskog značaja. U većini zapadnih zemalja pravovremena dijagnoza autizma takođe omogućava osobama iz spektra autizma i njihovim porodicama pristup zdravstvenim i socijalnim uslugama specifičnim za ovaj poremećaj (17).

Etiologija autizma

Epidemiološke studije ukazuju da u etiologiji autizma mnogobrojni faktori mogu uzeti učešće. Autizam se ne može dovesti u vezu ni sa jednim etiološkim činiocem samostalno, već tu nailazimo na čitav niz genetskih i negenetskih uzročnika. U faktore koji mogu uticati na pojavu autizma spadaju, pre svega, prenatalne infekcije (rubeola, citomegalovirus), hormonalni poremećaji majke, različite druge komplikacije tokom trudnoće, uzimanje lekova, perinatalne povrede (težak porođaj, asfiksija), trovanja teškim metalima, ali i mnogi drugi faktori koji, kao ni pomenuti, nisu specifični za ovaj po-

remećaj (18). Zahvaljujući savremenim genetičkim analizama, genetsku etiologiju autizma danas je moguće utvrditi kod 30–40% slučajeva, jer je autizam deo kliničke slike desetina različitih sindroma, a otkriveno je više stotina gena koji predstavljaju faktore rizika za njegov nastanak (19). Etiologiju možemo posmatrati kao splet neurobioloških faktora, genetskih komponenti, te uticaja životne sredine na gene. Dezorganizacija korteksa mozga postoji u delovima koji su u vezi sa socijalnim, emocionalnim, jezičkim i komunikacijskim sposobnostima. Ovakve abnormalnosti su moguće i u prenatalnom periodu (20). Uzroci autizma i dalje nisu sasvim jasni. Oni mogu biti kombinacija ekoloških, bioloških i genetskih faktora. Zbog ove nepoznanice, roditelji dece sa autizmom često pribegavaju neispitanim i potencijalno štetnim alternativnim metodama lečenja. Veliki problem za roditelje autistične dece čini nešto što možemo nazvati “iskrene neistine” koje često dolaze od drugih roditelja dece sa autizmom. Proces kojim one nastaju je jednostavan, jer autizam, u većini slučajeva, nije bolest koja stoji u mestu, već stanje. Dete nastavlja da se razvija određenim tempom i u većini slučajeva napreduje bar malo iz meseca u mesec i iz godine u godinu, uz pomoć naučno zasnovanih metoda rada sa decom. Kada se napredak desi, to često bude u naglim koracima, u trenutku kada mozak dođe u neki novi razvojni stadijum (20,21). Istovremeno, roditelji na svoju ruku isprobavaju razne preparate i pristupe, kako medicinske, tako i nemedicinske. Ponekad se prelazak u novi razvojni stadijum poklopi sa korišćenjem nekog od pomenutih preparata te se odatle čini kao da imaju nekog učinka. Ali, većina takvih preparata ne pravi pravu razliku. Brojna udruženja roditelja dece iz spektra autizma, kao i lakša povezanost putem društvenih mreža, doprinose brzom širenju (dez)informacija.

Teški metali i autizam

Porast broja dece sa autizmom je evidentan i u našoj zemlji. Nepoznavanje njegovog uzroka, nedostatak stručnih informacija u medijima i strah od ovog celoživotnog stanja doveo je do toga da roditelji gube poverenje u zdravstveni sistem, uskraćuju deci vakcinaciju, određenu hranu, daju suplemente i pribegavaju neispitanim i potencijalno štetnim alternativnim metodama lečenja. Istovremeno, roditelji isprobavaju razne preparate i pristupe, kako medicinske tako i nemedicinske. Jedan od često pominjanih uzroka su i teški metali. Naveli smo njihovu neurotoksičnost, iz koje se izvode pretpostavke da mogu biti jedan od faktora nastanka ovog stanja (22). Sa

razvojem industrije javlja se sve veći broj zapisa o neurotoksičnosti olova i drugih teških metala. Posebno se ističe aluminijum koji u organizam dospeva hranom, vodom, vazduhom, lekovima. Aluminijum je u vrhu metala i jedinjenja koji se smatraju neurotoksičnim. Povezuje se sa razvojem neurodegenerativnih bolesti, uključujući autizam i poremećaje pažnje (23,24). Postoji lista od deset hemikalija koje su vrlo rasprostranjene u okolini, a sumnja se da uzrokuju neurotoksičnost. To su: olovo, metil-živa, organofosforni pesticidi, organohlorini pesticidi, izduvni gasovi motornih vozila, aromatični ugljikovodici, bromirani usporivači plamena i sl. Toksične hemikalije uzrokuju oštećenja ljudskog mozga tokom razvoja direktno ili kroz interakcije s genima. Navodi se kako je 3% neurobiheviornalnih poremećaja, pa i autizam, uzrokovano direktnom izloženošću toksinima, a 25% je uzrokovano interakcijama okolinskih uzročnika i genetskih faktora (25). Metali su dugo bili predmet razmatranja u potrazi za uzročnikom koji utiče na pojavu poremećaja iz spektra autizma. Kao rizični najčešće se navode olovo, aluminijum, živa, bakar i cink. Svest o potencijalnoj štetnosti olova na nervni sistem datira još od antičkih vremena. Iz tog perioda pronađeni su prvi zapisi o merenju olova i žive i povećane prevalencije PSA (24). Živa je istaknuta kao dominantni toksični uzročnik etiologije PSA (26). Zbog svega iznetog, često roditelji posežu za helatima, odnosno susptancama koje vezuju teške metale i pomažu organizmu u procesu detoksikacije. Zeoliti se upotrebljavaju u medicini, kozmetičkoj industriji, za dekontaminaciju raznih teških metala i radioaktivnih materija, u procesima omekšavanja i pročišćavanja vode, kao katalizatori u industrijskoj proizvodnji, te u proizvodnji građevinskog materijala (27). Ističu se, ipak prirodni detoksikatori – zeolit, hlorofil i zelena glina, kao manje kontraindikovani. Uvek postoji napomena o konsultacijama sa stručnjacima.

Zaključak

Teški metali u hranu dospevaju iz spoljašnje sredine. Među ove metale se ubrajaju oni koji nisu biogeni i deluju isključivo toksično kao što su: olovo, živa, kadmijum, arsen, talijum i uranijum. Neki teški metali su neophodni za žive organizme (biogeni) kao što su: cink, gvožđe, molibden, mangan, kobalt i selen. Značajniji izvori zagađivanja teškim metalima su: saobraćajna sredstva, metalna industrija, rudnici, topionice metala, organska i mineralna đubriva i urbani otpad. Danas je sve teže proizvesti zdravu hranu, pa je kontrola kvaliteta hrane od velikog značaja. Unos teških metala može

dati akutno trovanje, ali je mnogo opasnije ono koje traje duži vremenski period, (kumulativno). Istraživanja govore u prilog neurotoksičnosti, posebno za fetuse, trudnice, decu.

Kao što se nazire u ovom radu, priroda poremećaja iz spektra autizma izuzetno je kompleksna i možda je želja za pronalaskom jedinstvenog uzroka ipak nerealistična. Poremećaj iz spektra autizma bi zato trebalo posmatrati kao multifaktorski poremećaj na koji utiče više gena i spoljnih faktora. Potrebna su dalja usavršavanja u ranoj detekciji, intervencijama i tretmanima, koji mogu pomoći u funkcionalnosti dece i odraslih. Svakako, ističemo oslanjanja na naučno utemeljena saznanja, a ne na popularna objašnjenja koja se često nekritički zagovaraju u medijima i na društvenim mrežama.

Literatura:

1. Đulančić N. Toksikologija hrane. Sarajevo: Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu; 2016.
2. Jakanović M. Toksikologija. Beograd: Mikro knjiga; 2010.
3. Klapac T. Toksikologija hrane. Osijek: Prehrambeno-tehnološki fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera; 2023.
4. Sofilić T, Makić H. Toksikologija. Zagreb: Metalurški fakultet, Sveučilište u Zagrebu; 2019.
5. Jokić N, Tešanović B. Bezbednost ishrane i kvaliteta života. Vojno delo. 2017;69(6):180–195.
6. Marković M. Bezbednost hrane – interna skripta. Beograd: Škola rezervnih oficira Vojske Srbije; 2020.
7. Bišćan V, Cindrić I. Teški metali u hrani. Zaštita na radu i zaštita zdravlja. Karlovac: Sveučilište u Karlovcu; 2010. p. 153–160.
8. Vasić-Rački Đ, Galić K, Delaš F. Kemijske i fizikalne opasnosti u hrani. Osijek: Hrvatska agencija za hranu; 2010. p. 21.
9. Danilović B, Potić V, Stamenković S, Savić N. Pregled prisustva nekih kontaminanata hrane na teritoriji Republike Srbije. Adv Technol. 2017;6(2):84–95.
10. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for lead. Atlanta (GA): U.S. Department of Health and Human Services; 2007 [cited 2024]. Available from: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp13.html>
11. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for cadmium. Atlanta (GA): U.S. Department of Health and Human Services; 2008 [cited 2024]. Available

- from: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5.html>
12. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for arsenic. Atlanta (GA): U.S. Department of Health and Human Services; 2008 [cited 2024 Apr 19]. Available from: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp2.html>.
 13. Choong TSY, Chuah TG, Robiah Y, Koay FLG, Azni I. Arsenic toxicity, health hazards and removal techniques from water: an overview. *Desalination*. 2007;217:139–66.
 14. Tasić Ž, Bogdanović G, Antonijević M. Prime-na prirodnih zeolita u tretmanu otpadnih voda. *J Min Metall A Min*. 2019;55(1):67–79.
 15. Maksimović N, Kisić Tepavčević D. Autizam i MMR vakcina. In: *Stremljenja i novine u medicini*; 46. simpozijum. Beograd: Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Institut za epidemiologiju; 2017.
 16. Tomić K, Jurišić V, Muratović M, Jevtović I. Značaj serotonina u etiologiji autizma. *PONS Med J*. 2010;:64–69.
 17. Kogan MD, Vladutiu CJ, Schieve LA, Ghandour RM, Blumberg SJ, Zablotsky B, et al. Prevalence of parent-reported autism spectrum disorder among US children. *Pediatrics*. 2018;142(6):e20174161.
 18. Rühl D, Bölte S, Feinein-Matthews S, Poustka F. ADOS: Diagnostische Beobachtungsskala für autistische Störungen. 1st ed. Bern: Hans Huber; 2004.
 19. National Institute for Health and Care Excellence. Autism: recognition, referral and diagnosis of children and young people on the autism spectrum (NICE guideline CG128). London: NICE; 2011 [cited 2025]. Available from: <https://www.nice.org.uk/guidance/cg128>
 20. Marić N, Predojević J, Malčić D. Genetika autizma. *Trendovi u molekularnoj biologiji*. 2024;(4):44–55.
 21. McNamara IM, Borella AW, Bialowas LA, WhitakerAzmitia PM. Further studies in the developmental hyperserotonemia model (DHS) of autism: social, behavioral and peptide changes. *Brain Res* 2008;1189: 203–14.
 22. Stoner R, Chow Boyle MP, Sunkin SM, Mouton PR, Roy S. Patches of disorganization in the neocortex of children with autism. *N Engl J Med*. 2012;370(13):1209–1219.
 23. Babić M. Uzroci autizma. *Nauka u Srbiji* [Internet]. 2021 [cited 2025 Feb 9]. Available from: portal Kleiner FS, Mamiya CJ, Tansey RG.
 24. Harris JC. Autism spectrum disorder. In: Zigmond MJ, Rowland LP, Coyle JT, editors. *Neurobiology of brain disorders: biological basis of neurological and psychiatric disorders*. Cambridge: Academic Press; 2015. p. 78–96.
 25. Aschner M, Costa LG. Environmental factors in neurodevelopmental and neurodegenerative disorders. Cambridge: Academic Press; 2015.
 26. Landrigan PJ, Lambertini L, Birnbaum LS. A research strategy to discover the environmental causes of autism and neurodevelopmental disabilities. *Environ Health Perspect*. 2012;120:258–260.
 27. Bojanić N, Milenković J, Stojanović D, Milojković M, Đindić N. Patofiziološki mehanizmi aluminijumske toksičnosti. *Acta Medica Mediana*. 2020;59(1):100–109.
 28. Sealey LA, Hughes BW, Sriskanda AN, Guest JR, Gibson AD, Johnson-Williams L, Pace DG, Bagasra O. Environmental factors in the development of autism spectrum disorders, *Environ Int*. 2016;88:288–298.
 29. Chauhan V, Chauhan A. Contribution of oxidative stress to the pathophysiology of autism spectrum disorders: impact of genetic and environmental factors. In: Dietrich-Muszalska A, Chauhan V, Grignon S, editors. *Studies on psychiatric disorders*. New York: Humana Press; 2015.
 30. Ljutić P. Upotreba i primjena zeolita. Zagreb: Zdravstveno veleučilište; 2022. Available from: urn:nbn:hr:139:316854

Korespondent / Corresponding author: Olivera Marković, E-mail: oliveratarmar@gmail.com