

Postupak zbrinjavanja adolescenata otrovanih ugljičnim monoksidom i njihovo liječenje u barokomori – prikaz slučaja

Treatment Procedure for Adolescents with Carbon Monoxide Poisoning and Treatment in a Hyperbaric Chamber – a Case Report

Mia Radošević^{1*}, Kristina Lah Tomulić²

Sažetak. Cilj: Prikaz nenamjernog trovanja ugljičnim monoksidom adolescenata, čije zbrinjavanje još uvijek nije u potpunosti razrađeno te zahtijeva razvoj profesionalnog algoritma zbog učinkovite prevencije i pravovremenog liječenja. Detaljno je prikazana dijagnostika, kao i postupci zbrinjavanja akutnog trovanja ugljičnim monoksidom. **Prikaz slučaja:** 16-godišnji bolesnik zaprimljen je na odjel intenzivne njege zbog poremećaja svijesti nejasne etiologije. Heteroanamnestički se doznaje da je bolesnik pronađen u obiteljskoj kući bez svijesti. Bio je pothlađen uz drhtavicu i pjenu na ustima. Tijekom primarne obrade bolesnik je postavljen na monitoring vitalnih funkcija uz potporu kisikom na masku te parenteralnu hidraciju. Pri prijemu reagirao je jedino na bolni podražaj. Laboratorijski nalaz ukazivao je na kombiniranu acidozu, uz povišenu razinu karboksihemoglobina, zbog čega je nastavljena terapija 100-postotnim kisikom te je postavljena dijagnoza akutnog trovanja ugljičnim monoksidom. Iz laboratorijskih nalaza očitovala se povišena razina upalnih i bubrenih parametara uz blago povišenu razinu laktata. Na radiogramu grudnih organa nije bilo znakova pneumotoraksa, ali su bili prisutni inicijalni znakovi respiratornog distresa. U svrhu liječenja bio je organiziran transport u barokomoru. Uz liječenje u barokomori te mnogobrojne suportivne mjere liječenja, pacijent je uspješno izliječen. **Zaključak:** Intoksikacija ugljičnim monoksidom predstavlja dijagnostički izazov te je i kod našeg bolesnika opisano opsežno i složeno liječenje. Faktori koji značajno pridonose smrtnosti jesu vrijeme proteklo od dolaska bolesnika na hitni prijam do početka liječenja te stanje u kojem pacijent pristiže na hitni prijam i koncentracija karboksihemoglobina u krvi pacijenta.

Cljučne riječi: gubitak svijesti; hiperbarična oksigenacija; karboksihemoglobin; pedijatrija; trovanje; ugljični monoksid

Abstract. Aim: presentation of unintentional carbon monoxide poisoning in adolescents, whose care is still underdeveloped and requires a professional algorithm for effective prevention and timely treatment. Diagnostics as well as treatment procedures for acute carbon monoxide poisoning are presented in detail. **Case report:** A 16-year-old patient was admitted to the intensive care unit due to a disorder of consciousness of unclear aetiology. Heteroanamnesis data indicated that the patient was found unconscious in the family home, he was also hypothermic, shivering and foaming at the mouth. During the primary treatment, the patient was placed on monitoring of vital functions with oxygen on a mask and parenteral hydration. On admission, he reacted only to a painful stimulus. The laboratory findings indicated combined acidosis, with an elevated level of carboxyhaemoglobin, for the stated reason therapy with 100% oxygen was continued and the patient was diagnosed with acute carbon monoxide poisoning. The laboratory analyses revealed an elevated level of inflammatory and renal parameters with slightly elevated lactate level. No signs of pneumothorax were present on the X-ray, but initial signs of respiratory distress were present. With treatment in hyperbaric chamber and numerous supportive treatment measures, the patient was successfully cured. **Conclusion:** Carbon monoxide intoxication represents a diagnostic challenge, and extensive and complex

¹ Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet, Rijeka, Hrvatska

² Klinički bolnički centar Rijeka, Klinika za pedijatriju, Zavod za intenzivno liječenje i neonatologiju, Rijeka, Hrvatska

***Dopisni autor:**

Mia Radošević
Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet
Braće Branchetta 20, 51000 Rijeka, Hrvatska
E-mail: mia.radosevic15@gmail.com

<http://hrcak.srce.hr/medicina>

treatment was described in our patient as well. Factors that significantly contribute to mortality are: the time elapsed from the patients' arrival at the emergency department to the start of treatment, the condition in which the patient arrives at the emergency department and the concentration of carboxyhaemoglobin in the patients' blood.

Keywords: carbon monoxide; carboxyhaemoglobin; hyperbaric oxygenation; paediatrics; poisoning; unconsciousness

Dijagnostika trovanja ugljičnim monoksidom predstavlja profesionalni izazov. Hitno zbrinjavanje i liječenje kisikom ključni su za preživljavanje, a profesionalni algoritam za prevenciju i pravovremeno liječenje još uvijek nije u potpunosti razrađen.

UVOD

Ugljični je monoksid (engl. *carbon monoxide*; CO) plin bez mirisa, boje i okusa te kao takav predstavlja opasnost koju je gotovo nemoguće detektirati. U kontekstu pedijatrijske populacije, mlađa djeca najčešće stradavaju prilikom prirodnih katastrofa poput požara te sagorijevanjem drva u pećima koje nisu adekvatno postavljene, održavane ili ventilirane¹. U adolescentskoj populaciji u porastu je korištenje lula i nargila koje mogu biti uzrok nenamjernog trovanja². Plin CO lako se apsorbira i ostaje nepromijenjen u plućima. Nakon apsorpcije većim se dijelom, gotovo 90 %, veže za hemoglobin, a preostalih 10 % za mioglobin i citokrom C-oksidadu. Manje od 1 % otopljeno je u plazmi i oksidirano u ugljični dioksid. Prilikom trovanja može doći do ozljede srčanog tkiva, kao i do nepovoljnog utjecaja na središnji živčani sustav (SŽS). Također, dokazano je da neurološke i perivaskularne ozljede nastaju kao posljedica oksidativnog stresa (reoksigencije) sekundarnog izlaganja plinu CO. Nadalje, hipoksija može dovesti do oštećenja SŽS-a i kardiovaskularne disfunkcije¹. Istraživanje provedeno na 480-ero djece primljene na hitni prijam uz dijagnozu slučajnog trovanja pokazuje da su etiološki dominantni faktori bili kemikalije u kućanstvu, ugljični monoksid i insekticidi. Smrtnost uzrokovana slučajnim trovanjem iznosila je 0,62 % među ispitanim pacijentima³, dok je glavni uzrok smrti bilo nepravovremeno prepoznavanje i izostanak liječenja. Identificiranje epidemioloških aspekata slučajnih trovanja mora

biti glavni cilj zdravstvenog sustava, s obzirom na to da se navedena patologija može barem djelomično izbjeći, a njezina učestalost i ozbiljnost smanjiti odgovarajućim mjerama³. Trovanje ugljičnim monoksidom jedan je od češćih uzroka trovanja, no slučajevi gdje se kao etiološki čimbenik spominje peć koja koristi drvo za ogrijev, rijetko se bilježe u jedinicama hitnog prijama. U znanstvenoj literaturi spominje se samo jedan takav slučaj⁴. Cilj je ovog rada prikaz nenamjernog trovanja ugljičnim monoksidom adolescenata, čije zbrinjavanje još uvijek nije u potpunosti razrađeno te zahtijeva razvoj profesionalnog algoritma zbog učinkovite prevencije i pravovremenog liječenja.

PRIKAZ SLUČAJA

Pacijent u dobi od 16 godina zaprimljen je na odjel intenzivnog liječenja zbog poremećenog stanja svijesti nejasne etiologije. Heteroanamnestički doznalo se da je pronađen u obiteljskoj kući bez svijesti, bio je pothlađen uz drhtavicu i pjenu na ustima. Također, u obiteljskoj je kući postojala peć na drva uz koju je svakodnevno bila prisutna značajna emisija dima. Tijekom primarne obrade pacijent je postavljen na monitoring vitalnih funkcija uz potporu kisikom na masku te parenteralnu hidraciju. Pri prijemu reagirao je jedino na bolni podražaj. Nakon učinjenih laboratorijskih nalaza rezultat je bio sljedeći; acidobazni status ukazivao je na kombiniranu acidozu, pH krvi iznosio je 7,2, razina HCO₃ bila je snižena 12,3 mmol/L uz povišenu razinu karboksihemoglobina od 24,8 %. Nakon prispjeća nalaza postavljena je konačna dijagnoza akutnog trovanja ugljičnim monoksidom te je nastavljena terapija 100-postotnim kisikom putem maske sa spremnikom. Iz laboratorijskih nalaza očitovale se povišena razina upalnih i bubrežnih parametara uz blago povišenu razinu laktata. Nalaz mokraće ukazivao je na leukocituriju, eritrocituriju, hijaline cilindre i bakteriuriju. Nakon terapije kisikom došlo je do pada koncentracije CO uz oporavak acidoze te uz blago poboljšanje stanja svijesti. Na radiogramu grudnih organa bili su prisutni inicijalni znakovi respiratornog distresa. Također, iz nalaza bila je vidljiva povišena razina troponina uz uredan nalaz EKG-a. U svrhu liječenja bio je organiziran transport i liječenje u hiperbaričnoj komori. Slje-

dećeg jutra pacijent je bio u pogoršanju, nekontaktilan, nemiran, dispnoičan, tahipnoičan uz saturaciju od 80 % na 16 L kisika, zbog čega je bio analgosediran, intubiran i postavljen na respirator. Drugog dana boravka učinjen je i MSCT mozga čiji je nalaz sugerirao ishemijske lezije koje su se nalazile supratentorialno te desno i straga parijetalno. Mjerile su u promjeru do 10 mm. Idućeg dana bio je u poboljšanju te je ekstubiran, ali samo do idućeg jutra kada je ponovno saturacija bila snižena te se ponovno intubira. Učinjen je EKG na kojem su uočeni negativni T-valovi, što je ukazivalo na znakove ishemije u lijevim prekordijalnim odvodima. Također, bile su praćene i vrijednosti srčanih enzima koji su bili u padu. Učinjen je i ultrazvuk srca koji je pokazivao smanjenu kontraktilnost uz ejijsku frakciju 46 % i odsustvo perikardijalnog izljeva. Upalni parametri bili su i dalje povišeni te je uzeta hemokultura i aspirat tubusa. Pri aspiraciji bio je prisutan obilan gusti zeleni sadržaj. U prethodno postavljenoj želučanoj sondi bio je prisutan tamnozeleni do crni sadržaj, te su ordinirani antibiotici. Šestog dana boravka u bolnici pacijent je bio hemodinamski stabilno. U nekoliko navrata bio je prisutan porast arterijskog tlaka na 160/80 mmHg uz febrilitet do 38 °C. Pacijent je i dalje bio intubiran uz analgosedaciju dormicumom i sufentanilom čije su se doze postupno snižavale sve do ukidanja sljedećeg dana. Također, učinjen je i EEG koji je pokazao niskovoltažnu aktivnost sa sporim valovima, generalizirano, što je ukazivalo na ishemiju moždanog parenhima. Ponovljeni su laboratorijski nalazi te je bio vidljiv pad kreatinin-kinaze uz porast CRP-a. Idućeg dana pacijent je bio izrazito nemiran te je u više navrata primio sedative, međutim kardiocirkulatorno bio je stabilan uz dobro održanu respiraciju, što je potaklo proces buđenja i ekstubaciju. Sedmog dana boravka pacijent je bio pri svijesti po prvi put te je bio spreman odgovarati na pitanja. Devetog dana dogovorno je premješten na odjel neuropedijatrije. Čitavo vrijeme boravka, nakon buđenja, imao je kisik na masku te je bio pri svijesti, afebrilan, urednih vitalnih funkcija, dobrog apetita. Ponovljeni su laboratorijski nalazi u kojima se bilježio pad upalnih parametara uz povišene vrijednosti jetrenih proba. Također, žalio se na slabiji sluh te je bio pregledan

od specijalista otorinolaringologije. Postavljena je sumnja kako je do blagog oštećenja sluha došlo prilikom bušenja membrane bubnjića zbog liječenja u barokomori. Tijekom boravka u bolnici dovršena je antimikrobna terapija i neurološka obrada. Pacijent je ukupno na klinici bio hospitaliziran 13 dana te je uspješno izliječen od akutnog trovanja ugljičnim monoksidom koje je bilo praćeno poremećajem svijesti. Iscrpno liječenje uključivalo je hiperbaričnu oksigenaciju te terapiju 100-postotnim kisikom, nakon čega je bolesnik otpušten kući uz ordinirane povremene kontrole neuropedijatra i psihologa.

RASPRAVA

Nenamjerna trovanja predstavljaju učestalu patologiju u pedijatrijskoj populaciji, s globalnom rasprostranjenošću, uključujući i zemlje visoke ekonomske razvijenosti⁵. Trovanje ugljičnim monoksidom može dovesti do toksičnosti središnjeg živčanog sustava i srca, što ovo stanje čini prilično složenim te predstavlja izazov zdravstvenim djelatnicima u inicijalnom pružanju pomoći i stabilizaciji pacijenta⁶. Provedena su mnoga istraživanja vezana uz trovanja plinom CO, a utvrđeno je da smrtnost pacijenata koji su primljeni na odjel intenzivne njege ovisi o inicijalnoj koncentraciji karboksihemoglobina (COHb) u krvi. Pacijenti koji imaju razinu COHb veću od 30 %, značajnije su ugroženi, kao i pacijenti koji su zaprimljeni u stanju šoka i akutnog respiratornog zatajenja⁷. Naš pacijent imao je razinu COHb manju od 30 %, međutim RTG grudnih organa pokazivao je inicijalne znakove respiratornog distresa. Također, pacijenti u kojih je Glasgowska ljestvica kome (*Glasgow coma scale*, GCS) tri te oni s akutnim zatajenjem bubrega i disfunkcijom ili zatajenjem više od triju organskih sustava, bili su mnogo više ugroženi⁷. U našem slučaju iz laboratorijskih nalaza vidljiva je povišena razina uree i kreatinina što ukazuje na bubrežnu ozljedu. Nadalje, pacijenti s niskim pH krvi te niskim razinama HCO₃, uz povišenu razinu kalija i visoku razinu glukoze, skloniji su smrtnom ishodu⁷. Pacijent kojeg smo zaprimili imao je nizak pH krvi, kao i niske razine HCO₃. Razina kalija bila je na gornjoj granici, dok je glukoza tijekom drugog dana boravka u bolnici bila blago povišena. Čak i ako su vrijednosti COHb u granicama

normale, povećana razina laktata u serumu bolji je pokazatelj hipoksije tkiva⁷. Također i u našem slučaju pacijent je imao povišenu razinu laktata. Potpuna analiza urina može otkriti proteinuriju ili glukozuriju⁷. Nakon odrađene pretrage urina kod pacijenta je uočeno prisutstvo proteinurije. Teško trovanje može dovesti do mioglobinurije, albuminurije, oligurijskog ili neoligurijskog zatajenja bubrega⁷. Definitivna dijagnoza trovanja plinom CO postavlja se na temelju postotka COHb u krvi. Kod djece koja su bez svijesti, a uzrok takvog stanja nije prepoznat, potrebno je uvijek izmjeriti razinu COHb što je prije moguće. U procjeni vrijednosti COHb treba imati na umu da je početna razina u pušača viša, te ako je pacijent kasno doveden na hitni prijam i primio je čak i malu količinu kisika tijekom transporta, razina COHb može biti niža od početno visokih vrijednosti prije primjene kisika. Jaka korelacija između težine trovanja i razine COHb ne postoji, međutim postotak COHb može se koristiti za praćenje liječenja. Povišena razina važna je za dijagnozu i praćenje, ali niža razina ne isključuje dijagnozu. Dakle, dijagnozu treba postaviti klinički. Zasićenost kisikom prati se pulsni oksimetrom, međutim, budući da će pulsni oksimetar apsorbirati oksihemoglobin i COHb u jednakim omjerima, izmjerena vrijednost predstavlja zbroj. Također, valja biti na oprezu jer postoji mogućnost prikaza lažno referentne koncentracije¹. Istraživanje provedeno na zdravim pojedincima sugerira da pulsni CO-oksometar Radical-7 točno detektira hipoksemiju s niskim i povišenim razinama COHb te točno detektira COHb, ali isključivo očitava parcijalni tlak ugljikovog monoksida (SpCO) kada je parcijalni tlak kisika (SpO₂) veći od približno 85 %, na što je potrebno obratiti pažnju⁸. Nadalje, mjerenje SpCO ne može se koristiti kao zamjena za standardno mjerenje COHb u krvi. Međutim, pulsna CO-oksimetrija može biti korisna kao test prve linije probira, omogućujući brzo otkrivanje i liječenje pacijenata, naročito na terenu i u kolima hitne pomoći⁹. Elektrokardiogram potrebno je napraviti u svim slučajevima, s obzirom da trovanje plinom CO može uzrokovati oštećenje srčanog mišića. Kod gotovo 35 % pacijenata na EKG-u se uočavaju promjene u smislu ishemije miokarda (inverzija T-vala i/ili elevacija spojnice ST). Me-

đutim, te su lezije smrtonosne u manje od 5 % pacijenata¹. Kod našeg pacijenta uočeni su negativni T-valovi u lijevim prekordijalnim odvodima. Nadalje, ako je prisutna elevacija ST, trombolitičko liječenje nije prikladno jer uzrok srčane ishemije nije trombotička okluzija koronarnih arterija, već je uzrok povezan s ozljedama miokarda izravnim djelovanjem CO¹. Iako se aritmije koje utječu na hemodinamski status rijetko viđaju, poremećaji ritma, uključujući ventrikularne ekstrasistole i ventrikularnu fibrilaciju, mogu biti prisutni¹. Također, tijekom obrade pacijenta potrebno je učiniti neuroslikovnu obradu, MR mozga, zbog toksičnog učinka CO na moždani parenhim. Najčešće uočeni znakovi unutar prvih šest sati uključuju lezije niske gustoće na *globus pallidus* i duboke lezije bijele tvari kao sekundarne štetne učinke plina CO posredovane slobodnim radikalima kisika¹. Kod našeg pacijenta bili su prisutni hipodenzni areali supratentorijalno te desno i straga parijetalno promjera do 10 mm. Nakon obrade slijedi i liječenje bolesnika. U svrhu liječenja razlikujemo dvije vrste oksigenacije: normobaričnu terapiju kisikom i hiperbaričnu terapiju kisikom (engl. *hyperbaric oxygen therapy*; HBOT)¹⁰. Obje su metode primijenjene u liječenju našeg pacijenta. Liječenje kisikom na masku sa spremnikom uključuje isporuku kisika s hermetičkom maskom koja tijesno prianja uz lice te isporučuje kisik brzinom 10 – 15 L/min dok klinički simptomi ne nestanu ili razina COHb ne padne ispod 5 % (u slučaju kardiovaskularnih ili plućnih simptoma < 2 %). Ako je pacijent bez svijesti ili spašen od požara, može biti potrebna endotrahealna intubacija ili mehanička ventilacija. Vrlo je važno kontinuirano pratiti pacijenta te ako se ukaže potreba za hiperbaričnom oksigenacijom, organizirati je u najkraćem mogućem vremenu. Mehanizam djelovanja HBOT-a jest takav da se skraćuje poluživot COHb, smanjena je proizvodnja i koncentracija slobodnih radikala kisika te je inhibirana peroksidacija lipida što nepovoljno djeluje na već prethodno oštećene mitohondrije i agregaciju trombocita u kapilarama¹. Hiperbarična terapija je metoda liječenja koja uključuje korištenje plinskih smjesa, a one sadrže visoke koncentracije kisika u uvjetima povišenog tlaka. Proizvode se unutar posebno konstruiranih hiperbaričnih komora, koje su spo-

jene na sustave za održavanje pritiska. Zbog posebno konstruiranih respiratornih uređaja ove se komore koriste kako za pacijente pri svijesti tako i za one koji se mehanički ventiliraju u jedinicama intenzivne medicine. To se ostvaruje pomoću hiperbaričnog respiratora i opreme za održavanje života. Cjelokupni tretman odvija se u uvjetima koji odgovaraju onima u dubokom moru, a navedeni se uvjeti postižu korištenjem odgovarajućih mješavina plinova. Unutar hiperbarične komore moguće je postići parcijalne tlakove kisika znatno iznad onih koje je moguće postići u atmosferskim uvjetima¹⁰. Upravo je taj mehanizam zaslužan za vrlo brz oporavak pacijenata nakon primjene HBOT-a. Da bi se postigli što bolji rezultati, potrebno je zadovoljiti određene kriterije, zato je vrlo važan podatak vremensko razdoblje između prvog kontakta s pacijentom intoksiciranim plinom CO i početka liječenja u barokomori te se to može definirati kao „vrijeme do komore“ (engl. *time to chamber*; TTC). Taj se interval sastoji od vremena potrebnog za prijevoz pacijenta od mjesta intoksikacije do hitnog prijama, postavljanja sumnje dijagnoze trovanja plinom CO, prijevoza bolesnika u najbližu komoru i pripreme hiperbarične komore. Svaka od ovih faza, ako nije odmah provedena, može značajno odgoditi početak liječenja i stoga utjecati na prognozu bolesnika. Međutim, kako točno reducirati vrijeme do početka liječenja, još je uvijek izazovno i slabo ocijenjeno u literaturi¹¹. Multicentrične metaanalize dokazuju da je hiperbarična oksigenacija bolja metoda liječenja od normobaričnog liječenja. Razlog je taj što sprječava kasne neurološke posljedice kao što su glavobolje, poremećaji pamćenja, poteškoće s koncentracijom i poremećaji spavanja¹². Kod našeg bolesnika, unatoč liječenju u barokomori, uočeni su zaostali poremećaji uzrokovani trovanjem CO u smislu poteškoća s koncentracijom i poremećaja spavanja. Unatoč tome, dokazano je da je hiperbarična terapija kisikom u bolesnika s teškim trovanjem plinom CO visoko učinkovita i sigurna metoda liječenja te može rezultirati potpunim oporavkom već nakon prvog izlaganja hiperbaričnoj oksigenaciji¹². Na temelju dosadašnjih saznanja, djecu sa simptomima teške intoksikacije (tj. nakon gubitka svijesti, neurološke disfunkcije ili hemodinamskih poremećaja) treba

odmah uključiti u liječenje HBOT-om¹². Naš bolesnik pripada kategoriji teške intoksikacije te je bez odgode liječen u hiperbaričnoj komori. Međutim, nije uvijek lako procijeniti u kojem trenutku treba započeti liječenje u hiperbaričnoj komori. Za sada su glavni prediktivni čimbenici temeljit klinički pregled i laboratorijski nalazi, a u skladu s njima liječnik donosi odluku o liječenju¹³. U istraživanju provedenom na 83 bolesnika s prosjekom godina od 56 mjeseci, utvrđeno je da su bolesnici liječeni u hiperbaričnoj komori bili izlo-

U opisanom slučaju 16-godišnji pacijent uspješno je izliječen kombinacijom liječenja kisikom i terapijom u hiperbaričnoj komori. Smjernice za buduća istraživanja uključuju razvoj protokola za brzu dijagnostiku i liječenje kako bi se smanjila smrtnost i posljedice trovanja.

ženi djelovanju plina CO znatno dulje od bolesnika liječenih normobaričnim kisikom, što može biti jedan od kriterija ako je taj podatak dostupan. U prosjeku bolesnici liječeni HBOT-om bili su izloženi djelovanju plina CO dulje od pet sati¹³. U bolesnika liječenih normobaričnim kisikom utvrđena je srednja razina laktata u vrijednosti od 1,5 (1,0-2,15) mmol/L, dok je u bolesnika koji su primali HBOT srednja vrijednost iznosila 3,7 (3,17-4,62) mmol/L. Razlika u rezultatima bila je statistički značajna ($P < 0,001$)¹³. Ovakvi rezultati istraživanja još su jedan dokaz velike potrebe razvoja preciznih kliničkih i laboratorijskih kriterija koji bi liječnicima olakšali proces liječenja i zbrinjavanja bolesnika. Simptomi trovanja plinom CO vrlo su nespecifični i u obzir diferencijalno-dijagnostički dolaze brojna stanja poput infektivnih bolesti SŽS-a, kardiopulmonalnih stanja, kao i hematoloških oboljenja. U inicijalnom procesu pružanja pomoći uvijek treba imati na umu trovanja i pacijenta adekvatno zbrinuti. U slučaju trovanja plinom CO vrlo je važno pacijentu dostaviti kisik, a one bez svijesti poželjno je intubirati te ventilirati sve do dolaska u bolnicu.

ZAKLJUČAK

Intoksikacija ugljičnim monoksidom predstavlja dijagnostički izazov s nedostatkom potpuno razrađenog protokola za liječenje pacijenata. Važno

je naglasiti da je u djece trovanje češće nego u odraslih, stoga je ključno razumjeti opasnosti koje nosi. Iako smrtnost u tim slučajevima ostaje niska, brzina dijagnoze i liječenja, kao i uvjeti dolaska pacijenta na hitni prijam utječu na ishod. Ključni koraci u liječenju uključuju ranu primjenu kisika te brz početak hiperbarične terapije. Educirano osoblje i organizacija transporta od vitalne su važnosti za osiguravanje najboljeg mogućeg ishoda u liječenju trovanja ugljičnim monoksidom.

Izjava o sukobu interesa: Autori izjavljuju kako ne postoji sukob interesa.

LITERATURA

1. Gozubuyuk AA, Dag H, Kacar A, Karakurt Y, Arica V. Epidemiology, pathophysiology, clinical evaluation, and treatment of carbon monoxide poisoning in child, infant, and fetus. *North Clin Istanb* 2017;4:100-107.
2. Rostron BL, Wang B, Liu ST. Waterpipe or Hookah-Related Poisoning Events Among U.S. Adolescents and Young Adults. *J Adolesc Health* 2019;64:800-803.
3. Nistor N, Frasinariu OE, Rugină A, Ciomaga IM, Jităreanu C, Ștreangă V. Epidemiological study on accidental poisonings in children from northeast romania. *Medicine* 2018;97:11469.
4. Tiess D, Hammer U, Rummel J, Stamm E. Fatal and survived acute carbon monoxide poisoning caused by wood burning stoves as a source of warmth. *Z Arztl Fortbild* 1989;83:1179-81.
5. Lingeswaran A. Patterns of accidental poisoning in children in Puducherry. *Paripex Indian J Res* 2016;5:301-2.
6. Chung-Shun W, Ying-Chin L, Li-Yee H, Tzu-Ting C, Hon-Ping M, Yung-Ho H et al. Increased Long-Term Risk of Dementia in Patients With Carbon Monoxide Poisoning: A Population-Based Study. *Medicine* 2016;95:2549.
7. Wei-Chih L, Wen-Chien C, Biing-Ru W, Wei-Chun C, Chih-Yu C, Chia-Hung C et al. Outcome and prognostic factors of patients treated in the intensive care unit for carbon monoxide poisoning. *J Formos Med Assoc* 2019;118: 821-827.
8. Feiner JR, Rollins MD, Sall JW, Eilers H, Au P, Bickler PE. Accuracy of carboxyhemoglobin detection by pulse CO-oximetry during hypoxemia. *Anesth Analg* 2013;117: 847-858.
9. Sebbane M, Claret PG, Mercier G, Lefebvre S, Théry R, Dumont R et al. Emergency department management of suspected carbon monoxide poisoning: role of pulse CO-oximetry. *Respir Care* 2013;58:1614-20.
10. Siewiera J, Mews J, Królikowska K, Kalicki B, Jobs K. Hyperbaric oxygenation in pediatrics: indications in the light of evidence – based medicine. *Dev Period Med* 2019;23:142-148.
11. Martani L, Cantadori L, Paganini M, Camporesi EM, Bosco G. Carbon monoxide intoxication: prehospital diagnosis and direct transfer to the hyperbaric chamber. *Minerva Anestesiol* 2019;85:920-922.
12. Siewiera J, Mews J, Królikowska K, Kalicki B, Jobs K. Hyperbaric oxygenation in pediatrics: indications in the light of evidence – based medicine. *Dev Period Med* 2019;23:142-148.
13. Uysalol M, Gümüş S, Yıldız R. How to Decide Oxygen Therapy in Childhood Carbon Monoxide Poisoning? *Turk Arch Pediatr* 2023;58:282-288.