

616—099[:546.262.3]—085.836

OTRAVY CO A ICH LIEČENIE PRETLAKOVÝM KYSLÍKOM

Major MUDr. Ivan ČERKALA,
náčelník anesteziologického a resuscitačného oddelenia
vojenskej nemocnice v Košiciach

Už Gréci a Rimania používali kysličník uhoľnatý ako prostriedok na trestanie zločincov a na páchanie samovrážd. Mechanizmus jeho účinku však dlho unikal pozornosti vedeckých pracovníkov. Až Cl. Bernard r. 1870 objavil afinitu CO k Hb a súčasne poukázal na poruchy prenosu kyslíka. O niekoľko rokov neskôr (1895) Haldane dokázal, že tvorba COHb je reakcia, ktorá závisí na parciálnych tlakoch CO a O₂ vo vdychovanom vzduchu.

Disociácia COHb sa deje na podklade tých istých zákonov ako disociácia O₂Hb a disociačná krivka je ovládaná tými istými faktormi teploty, pH a obsahom O₂Hb. Hlavný rozdiel medzi nimi tkvie vo výškach parciálnych tlakov. Kým Hb v ľudskej krvi je do polovice saturovaný kyslíkom pri parciálnom tlaku asi 30 mm Hg, naproti tomu je Hb polovične saturovaný CO už pri tlaku 0,12 mm Hg, čiže vdychovanie vzduchu, obsahujúceho 0,1 % CO, spôsobí už syndróm intoxikácie za 30—60 min. Prejaví sa to aj na posune disociačnej krivky O₂Hb doľava v prítomnosti CO a toto spôsobuje výrazné zníženie parciálneho tlaku, pri ktorom je kyslík k dispozícii tkanivám. Teda i napriek prítomnosti 2—3krát väčšieho množstva kyslíka, nutného pre tkanivá, vyvinie sa hlboká hypoxia pri uvedenej koncentrácii CO. Napr. nemocný s anémiou sa môže cítiť ešte relatívne dobre pri zníženom Hb na 50 %, avšak pri saturácii CO na 50 % by bol prakticky mŕtvy.

Liečenie otravy kysličníkom uhoľnatým sa zameriava na skrátenie doby hypoxie a na jeho urýchléné vylučovanie z organizmu. V ľudskom organizme rýchlosť príjmu CO závisí na jeho parciálnom tlaku vo vdychovanom vzduchu a na objeme a obehovej rýchlosti.

Reakcia HbO — CO, HbCO — O₂ je reverzibilná a CO sa postupne vylúči z krvi, ak otrávený dýcha čistý vzduch. Proces eliminácie CO sa urýchlí každým faktorom, ktorý zvyšuje objem pľúcnej ventilácie, objem obiehajúcej krvi, alebo ktorý zvyšuje parciálny tlak kyslíka v alveoloch. Hill a Flack (1908) zistili významné zvýšenie pľúcnej ventilácie po CO₂ a Henderson a Haggard (1920—1922) využili tohoto pri resuscitácii ľudí. Iní sa prikláňajú radšej k aplikácii čistého kyslíka. Niektorí autori mysleli, že použitie CO₂ nepôsobí len hyperventiláciu, ale že zároveň znižuje pH krvi a tým sa posúva disociačná krivka Hb doprava. Porovnávali:

1. Dýchanie vzduchu pri konštantnom objeme.
2. Zníženie pH pomocou 10% CO₂ pri konštantnej rýchlosti ventilácie.

3. Podávali zriedenú HCl i.v. pri konštantnej ventilácii.

4. Hyperventillovali vzduchom.

Zistili, že zníženie pH akýmkoľvek spôsobom veľmi významne urýchlí vylučovanie CO z krvi. Zníženie pH zo 7,4 na 7,0 by vyžadovalo 20% vzostup v P_{CO}, aby Hb zostal saturovaný kysličníkom uhoľnatým z 50 %. A tak má CO₂ dvojaký účinok, a to hyperventilačný a spôsobujúci acidózu. Mnohé námietky proti používaniu CO₂ boli preto, že organizmus pri hypoxii je ohrozený acidózou z metabolicky rozvrátenej tkani, ktorú CO₂ zvyšuje. Zdá sa však, že toto sú viacmenej iba teoretické úvahy, nepodložené dostatočne experimentálne.

Resuscitácia pomocou pneumoxydu (CO₂).

Killich a Marchand dokázali, že inhalácia zmesi kyslíka s 5% CO₂ — pneumoxydom — znižuje hladinu COHb u otrávených psov omnoho rýchlejšie ako čistý kyslík a pritom nevznikajú žiadne postranné reakcie. Preto bolo oficiálne uznané znovuzavedenie 5% pneumoxydu ako metódy voľby, avšak s tým, že sa nebudú používať koncentrácie CO₂ vyššie ako 5% (niektorí však užívali 7%). Pracovníci z Glasgowa porovnávali relatívnu účinnosť inhalácie zmesi O₂ s 5% a 7% CO₂ v resuscitácii v dlhodobom pokuse, v ktorom dokázali, že niet rozdielu vo vylučovaní CO medzi obidvoma koncentraciami.

Resuscitácia pomocou kyslíka za tlaku 3 ATA.

Smith a Sharp (1960) používali k resuscitácii kyslík pri pretlaku 3 ATA pri otravách CO u dvoch otrávených. Celý rad iných prác sa zaoberal problémom, či kyslík za pretlaku zbaví rýchlejšie krv CO ako zmes pneumoxydu. Na základe pokusov sa prišlo k záveru, že kyslík, podávaný pri pretlaku 3 ATA, odstráni CO z krvi omnoho rýchlejšie ako podávaný pneumoxyd. Pri otrave kysličníkom uhoľnatým je životne dôležité zbaviť Hb od CO čo najrýchlejšie, aby sa predišlo poškodeniu organizmu z hypoxie. Hyperbarické okysličenie splňuje tieto požiadavky, ale bezprostredná korekcia tkaňovej hypoxie je tým najdôležitejším faktorom, ktorý svedčí pre tento typ terapie. Fyzikálne rozpustený kyslík v plazme obchádza hemoglobínový mechanizmus a okysličuje priamo tkane.

Boerema (1959—1960) dokázal, že život zvierat sa dá udržať aj bez hemoglobínu, ak podávame kyslík za tlaku 3 ATA. Rýchla redukcia COHb s reštauráciou normálnych pomerov v prenosoch kyslíka hemoglobínom je veľmi dôležitá, ale bezprostredný význam má úprava tkaňovej hypoxie. Už počas prvej hodiny resuscitácie pretlakovým kyslíkom sa uvoľní z hemoglobínu 60

až 70 % CO, ktorý sa dá zistiť vo vydychovanom vzduchu. Podľa niektorých autorov sa CO viaže i na tkaňové bunky mimo cievneho riečiska. Ide o proces pomalý. Je možné očakávať, že vylučovanie takto viazaného kyslíčnika uhoľnatého záleží priamo na množstve COHb v krvi.

Hladina COHb má pre prognózu malú hodnotu. Stanovenie COHb nie je veľmi užitočné, pretože mnohí nemocní, ktorých rýchle a dokonale resuscitovali pretlakovým kyslíkom, mali vysoké hladiny COHb a pri prijatí boli v hlbokom bezvedomí s ťažkými poruchami obehovými a respiračnými. Jediná informácia, ktorá sa zdá byť hodnotnou, je doba pobytu v prostredí s vysokou koncentráciou CO a to sa dá v mnohých prípadoch pomerne ťažko zistiť. Pri liečbe pretlakovým kyslíkom bolo zistené, že otrávení, vystavení vysokým koncentráciám CO krátky čas, reagovali na liečbu veľmi rýchlo, čo sa prejavilo nadobúdaním vedomia napriek vysokým hladinám COHb, kým otrávení, exponovaní nízkymi koncentráciami CO počas niekoľkých hodín, vylučovali CO pomaly a bezvedomie pretrvávalo značne dlhšiu dobu. Z toho vyplýva dôležitá požiadavka, že sa nemá váhať a vyčkávať s pretlakovou kyslíkovou liečbou. Časté exity otrávených počas prevozu v sanite, alebo ireverzibilné poškodenie CNS logicky indukujú potrebu pretlakovej kyslíkovej liečby už počas prevozu do nemocnice v malej pretlakovej komore. Výhodou tejto malej pretlakovej komory je časová úspornosť pre otráveného na záchranu jeho života. Diagnóza otravy kyslíčnikom uhoľnatým predstavuje určitý problém, komplikovaný inými patologickými obrazmi, predovšetkým prípadmi samovražednej otravy kyslíčnikom uhoľnatým, spojenými s predávkovaním barbiturátov. Tak tiež u starých ľudí sa stretávame s tým, že sa pri náhlych mozgových cievnych príhodách sekundárne otrávia kyslíčnikom uhoľnatým nešťastnou náhodou v dôsledku zapnutého plynového spotrebiča.

Otrava inými látkami, napr. barbiturátmi, zle diagnostikovaná ako otrava CO a liečená pretlakovým kyslíkom, nepredstavuje pre nemocného kontraindikáciu hyperbarickej terapie, ale naopak, táto liečba dáva v uvedených prípadoch dobré výsledky. Podmienkou je, aby pacient spontánne dýchal.

Ostáva otázka, aký najvhodnejší kyslíkový pretlak možno použiť pri otravách kyslíčnikom uhoľnatým. Smith dokázal, že v kyslíkovom tlaku 2—2,5 ATA dôjde pomerne k malému skráteniu polčasu vylučovania kyslíčnika uhoľnatého z väzby na COHb v krvi. Donald píše o otrave kyslíkom u zdravých ľudí pri tlaku 3,7 ATA. Po dobu 6—96 min. expozície a Sluijter [1963] videl otravu kyslíkom u nemocného, otráveného kyslíčnikom uhoľnatým pri liečbe hyperbarickým kyslíkom 3 ATA, preto teraz užíva pri liečbe hyperbarickým kyslíkom iha 2 ATA. Haldane zistil už v roku 1927, že prímies CO₂ do atmosféry, kde krysy dýchali pretlakový kyslík 3 ATA, vznikla hyperventilácia, spojená s celkovými

kŕčami a smrťou, ku ktorej nedošlo, keď sa pridal dusík.

Na základe četných pokusov autori prichádzajú k záveru, že hyperbaroxia 2—2,5 ATA dovoľuje dokonalú saturáciu plazmy kyslíkom vtedy, keď je hemoglobín vyradený. Táto saturácia postačuje k tomu, aby sa zlepšila hypoxia tkaní, respirácia a krvný obeh.

Pokiaľ ide o toxicitu kyslíka, uvádza sa, že kyslík je priamym enzymatickým jedom s predilekciou enzýmov, obsahujúcich sulfhydrilové skupiny (SH) a koenzýmy v Krebsovom cykle. Kyslík v nadmerných množstvách ovplyvňuje početné metabolické procesy skôr, než by mal nejaký samostatný mechanizmus toxického pôsobenia. SH skupiny v podobe redukovaného glutathionu zabraňujú toxickému vplyvu vysokého tlaku kyslíka na metabolizmus v bunkách.

V súvislosti s hyperbarickou liečbou treba pamätať aj na dekompresívnu chorobu (v angličtine označovanú ako „bends“). Uvádza sa, že tento stav vzniká pri vyvádzaní z pretlaku, pri dekompresii tým, že dusík sa uvoľňuje v tkanách i v krvi z roztoku v podobe bubliniek. Príznaky tohoto stavu predstavuje bolesť, neurologická symptomatológia, respiračný, alebo kardiovaskulárny kolaps. Inhalácia kyslíka pri dekompresii, spojená s prestávkami, ktoré sa doporučujú v mnohých dekompresívnych tabuľkách, vyriešila i tento problém lekárskej indikovanej hyperbaroxie, pokiaľ nepresahuje viac ako 2,5—3 ATA. Účinky hyperbarického kyslíka so môžu prejavíť na CNS zvlášť pri tlakoch, prevyšujúcich 3 ATA. Sú to predovšetkým kŕče, ktoré ale nespôsobujú trvalé škody, keď sa rýchlo liečia. Najpravdepodobnejší výklad vychádza zo skutočnosti, že kyslík spôsobuje vasokonstrikciu mozgových ciev a tým ischemizáciu mozgových oblastí. Kauzálnym liečením je prerušenie prívodu kyslíka a v prípade dlhšieho trvania je nutné použiť symptomatických liekov. Citlivosť organizmu na ich vznik je individuálna a pri hyperbaroxii nepresahujúcej 3 ATA a trvajúcej nie viac ako 2 hodiny sa skoro nevyskytujú.

Niekoľko praktických skúseností z liečby otráv kyslíčnikom uhoľnatým hyperbarickým kyslíkom na našom oddelení:

Z celkového počtu 182 pacientov, liečených v pretlakovej komore na našom oddelení pre rôzne indikácie, ako sú anaerobné infekcie, dlhotrvajúce hnisavé osteomyelitídy, infarkty myokardu, obliterujúce onemocnenia ciev dolných končatín a iné, bolo 25 prípadov otravy kyslíčnikom uhoľnatým. Otrávení pacienti boli poukázaní do hyperbarickej komory z rôznych zdravotníckych zariadení. Pred zahájením liečby hyperbarickým kyslíkom bola u každého nemocného vykonaná paracentéza a 8 z uvedeného počtu boli intubovaní. Vo všetkých prípadoch išlo o stredne ťažký a ťažký stupeň otravy kyslíčnikom uhoľnatým so všetkými klinickými príznakmi, ako je bezvedomie, spojené s tonickými kŕčmi, s poklesom krvného tlaku, rýchlym tepom, s mydriázou zreníc a s ich veľmi spomalenou re-

akciou na svetlo. Neurologická symptomatológia bola spojená s ťažkým poškodením mozgu, pri ťažkých otravách s pretrvávajúcim neurologickým zmiernením senzorických, vegetatívnych i motorických. Prejavovali sa i poruchy dýchania a vymiznuté boli reakcie na algické podnety.

V 16 prípadoch po jednej aplikácii hyperbarického kyslíka po dobu 1—2 hodín pri 2—2,5 ATA sme dosiahli veľmi dobré výsledky. Už počas liečby hyperbarickým kyslíkom sme nadviazali s otrávenými vizuálny i sluchový kontakt. Na otázky odpovedali ťažkopádne, na začiatku neadekvátne, avšak pri ukončení hyperbarickej kyslíkovej liečby otrávení vychádzali z hyperbarickej komory temer na vlastných nohách bez nutnosti akejkoľvek ďalšej terapie. Nemocní boli ďalej pozorovaní a psychiatricky vyšetrení.

V 7 prípadoch ťažkej otravy kysličníkom uhoľnatým bolo nutné liečbu opakovať 2—3krát u jednotlivca pre neuspokojujúci výsledok prvého liečebného pobytu otráveného v hyperbarickej komore.

V dvoch prípadoch otravy kysličníkom uhoľnatým, v ktorých bola hyperbarická liečba kyslíkom použitá po dvojdňovom odstupe, keď po túto dobu boli otrávení liečení na internom a potom na resuscitačnom oddelení riadeným dýchaním, bol výsledok napriek opakovanej aplikácii hyperbarického kyslíka neúspešný.

Výsledky laboratórnych vyšetrení karboxyhemoglobínu v krvi po hyperbarickej liečbe nepokladáme za rozhodujúce, pretože hyperbarický kyslík vytlačí CO z krvi. Vzhľadom na to, že osud otráveného pacienta závisí na rozsahu a stupni zvrátnosti neurologických príznakov, vzniknúcich v dôsledku hypoxického poškodenia mozgu (ktoré je v priamej súvislosti s dĺžkou doby pôsobenia kysličníka uhoľnatého), preto návrat vedomia pokladáme za dobrý prognostický príznak hyperbarickej liečby kyslíkom. Myslíme si, že po hyperbarickej liečbe kyslíkom i väčší pokles obsahu kysličníka uhoľnatého v krvi nám ešte v žiadnom prípade nedáva dostatočný podklad pre prognózu celkového stavu. Rozhodujúcim faktorom je dĺžka doby pôsobenia kysličníka uhoľnatého na organizmus a stupeň poškodenia CNS hypoxiou a samotným kysličníkom uhoľnatým.

Záver

Článok uvádza teoretické a praktické možnosti liečby otráv kysličníkom uhoľnatým pomocou hyperbarického kyslíka. Na vlastnom pracovisku bolo liečených 25 nemocných otrávených CO, z ktorých 16 bolo vyliečených jedným pobytom v hyperbarickej komore pri 2—2,5 ATA, 7 nemocných po 2—3 pobytach v komore a u 2 bola liečba neúspešná.

Literatúra

1. Berka, I., Kadlec, K.: Kysličník uhoľnatý. Praha, SZdN 1956.
2. Čerkala, I.: Skúsenosti s hyperbarickým kyslíkom pri liečbe otráv kysličníkom uhoľnatým. Prednesené na odbornom zasadnutí voj. anesteziológov v Košiciach dňa 2. XI. 1967.
3. Kadlec, K.: Liečenie akútnej otravy kysličníkom uhoľnatým. Prakt. Lék., 36, 1956, 85.
4. Kožoušek, V.: Nové možnosti léčení otrav kysličníkem uhoľnatým s pomocí přetlaku kyslíku. Prac. Lék., 6, 1954, 93.
5. Navrátil, M.: Několik poznámek k otázce užívání směsi kyslíku a kysličníku uhoľnatého (karbogen, pneumoxid) při akutních otravách CO. Prakt. Lék., 9, 1957, 50.
6. Boerema, I., Meijne, N. G., Brummelkamp, W. H., Bouma, S.: Life without blood. Arch. chir. neerl., 11, 1959, 70.
7. Donald, K. W. and Paton, W. D. M.: Gases administered in artificial respiration with particular reference to the use of carbon dioxide. Brit. med. J., 1, 1955, 313.
8. Haggard, H. W. and Henderson, Y.: Treatment of carbon-monoxide asphyxia by means of oxygen and carbon dioxide inhalation method for rapid elimination for carbon-monoxide from the blood. J. Amer. med. Ass., 79, 1922, 1137.
9. Haldane, J. S.: The action of carbonic oxide on man. J. Physiol., 18, 1895 a, 430.
10. Hill, L. and Flack, M.: The effect of excess of carbon dioxide and of want of oxygen upon the respiration and the circulation. J. Physiol., 37, 1908, 77.
11. Killick, E. M. and Marchand, J. V.: Resuscitation of dogs from severe acute carbon-monoxide poisoning. J. Physiol., 147, 1959, 274.
12. Smith, G. and Sharp, G. L.: Treatment of carbon-monoxide poisoning with oxygen under pressure. Lancet, II, 1960, 905.
13. Sluijter, M. E.: Doctoral thesis. University of Amsterdam, 1963.

ZN ev. č.

18 HT/ZS—69

Název ZN:

AUTOMATICKÝ OHŘÍVAČ TEKUTIN PRO ORL ÚČELY

Autoři:

MUDr. V. Vondrová, ing. J. Stopka, Ústřední vojenská nemocnice, Praha

Stručný popis:

Návrh jednoduchým způsobem řeší optimální ohřívání tekutin používaných např. k vypláchnutí paranasálních a trepančních dutin. Zařízení je jednoduché, odborníkem snadno zhotovitelné. Celkové náklady na výrobu 1 kusu činí cca 400 Kčs + 105 hodin konstruktéra. V praxi se ohříváč plně osvědčil.

Odměna v místě realizace: Kčs 500,—.

Informace: MUDr. V. Vondrová, Ústřední vojenská nemocnice.