

CHEMICKÁ VÝROBA KYSLÍKU: VYHODNOCENÍ TÉTO MOŽNOSTI

Kyslík je základním prostředkem první pomoci pro zvládnutí dekompresní nemoci po potápění se stlačeným plynem.¹ Zajištění jeho dostatečných dodávek v odlehlých lokalitách může být problematické vzhledem k zákazu přepravy tlakových lahví v běžných letadlech a kvůli obtížím i vysokým nákladům při jejich dopravě pozemní.

Alternativním řešením ke zdrojům stlačených plynů jsou, mimo jiné, kyslíkové koncentrátory a chemická zařízení na výrobu (uvolňování) kyslíku.

Kyslíkové koncentrátory jsou závislé na elektrické energii – ze sítě nebo z baterie. Chemické uvolňování kyslíku nevyžaduje žádnou energii z vnějšku. O systému na chemické uvolňování kyslíku jsme psali již dříve, ten však nezajišťoval dostatečný objem dodávek pro využití přímo v terénu.² Tento článek je zaměřen na vyhodnocení novějšího zařízení pro chemické uvolňování kyslíku. Podrobnější informace na toto téma jsou k dispozici v již zveřejněné zprávě.

Popis systému a základní provoz

Zařízení emOx pro výrobu kyslíku pro naléhavé (emergency) případy je přenosný netlakový přístroj vyvinutý a vyráběný společností Green Dot Systems, Inc. (Jižní Afrika). Tato jednotka se nabízí na trhu jako zařízení vhodné pro použití při první pomoci do doby, než se postižené osobě dostane profesionální zdravotní pomoci. V reklamě se zdůrazňují následující výhody: neexistence tlakové nádoby, vysoká čistota dodávaného kyslíku, průběžná výroba kyslíku až do úplného vyčerpání reagujících složek a dlouhodobá skladovatelnost zmíněných reagujících složek.

Výkonnost a účinnost systému emOx jsme hodnotili v laboratorních podmínkách. Přístroj emOx se podobá asi 40 cm vysoké termosce o průměru 13 cm. (Obr. 1). Pružná přívodní hadice vychází z horní části zařízení a vede do jednoduché masky pro pacienta. Jednorázové dávky (balíčky) obsahující dvě chemikálie se smíchají s vodou ve velké komoře a jednotlivé součásti se sestaví dohromady. Začne probíhat chemická reakce, při které se uvolňuje teplo a kyslík. Kyslík proudí tak dlouho, dokud jsou vidět bubliny průhledným uzávěrem. Jinou variantou balení reagujících složek jsou vícenásobné balíčky pro opakované použití.

Metody

Provedli jsme celkem sedm testů (ne na lidech) za stabilních a standardních laboratorních podmínek. Přístroj jsme použili přesně podle návodu od výrobce. Jednoduchou obličejovou masku nahradilo monitorovací zařízení pro měření výkonu.

Měření probíhala během všech fází testu a pro každý další test se provedla aktivace zařízení stejným způsobem znovu od začátku. Výsledky testu se zachycovaly a ukládaly systémem počítačového získávání a zpracovávání dat. Průběžně se měřil tok plynu a každých 60 vteřin se vypočítávala jeho průměrná hodnota, dokud tok neklesl až na nulu.

Z údajů o průměrných průtocích naměřených v jednominutových odstupech se vypočetl celkový objem vyrobeného plynu. Na vnější stěně reakční komory se měřila teplota. Z proudu plynu se v poloze přibližně u pacientovy masky odebíraly vzorky pro zjišťování teploty a vlhkosti dodávaného plynu. Získané hodnoty se uváděly jako střední \pm standardní odchylka s mezními hodnotami uvedenými v závorkách.

Výsledky

Celková váha zařízení s jednou náplní reagujících složek (včetně vody) činila 2,65 kg. Každá další náplň reagujících složek znamenala přibližně 0,9 kg. Průměrná rychlost průtoku (měřená k poslednímu

minutovému průměru před konečnou nulou) byla $1,75 \pm 1,58$ ($0,05-6,75$) $L \cdot \text{min}^{-1}$ (za okolní teploty a tlaku při saturaci vodní parou = vyjádřeno zkratkou ATPS) (Obr. 2). Kyslík se uvolňoval 23 ± 6 (18-35) minut. Čas potřebný k překročení rychlosti průtoku byl $2,0 L \cdot \text{min}^{-1}$ byl $15,7 \pm 6,4$ (11-29) minut.

Rychlost průtoku zůstala nad $2,0 L \cdot \text{min}^{-1}$ ATPS pouze po dobu $6,4 \pm 1,0$ (5-8) minut (přechodně dosahující až $5,93 \pm 0,56$ ($5.23-6.75$) $L \cdot \text{min}^{-1}$ ATPS, než rychle klesala až na nulu). Celkový zisk kyslíku byl $40,4 \pm 2,6$ ($37.7-44.4$) litrů.

Teplota vnější stěny reakční nádoby dosahovala $54,7 \pm 7,4$ ($46,4-64,9$) °C. Teplota plynu naměřená v poloze přibližně u pacientovy masky se v kterékoliv fázi reakčního cyklu jen velmi málo lišila od okolní teploty.

Diskuse

Systémy dodávající kyslík pro první pomoc musí být spolehlivé, snadno ovladatelné, snadno přepravovatelné a musí poskytovat dodávky dostatečného objemu plynu o průtokové rychlosti odpovídající podmínkám záchranařského zásahu.

Nominální průtokové rychlosti doporučované pro léčbu (zásah) pomoci kontinuálních průtokových systémů se pohybují v rozsahu $10-15 L \cdot \text{min}^{-1}$.

Rychle dostupné, ale rozsahem omezené dodávky kyslíku, se mohou hodit pro některé městské nebo příměstské oblasti, kde lze poměrně brzy zajistit profesionální zdravotní záchrannou službu. Vzdálené lokality nebo situace, kde se nelze spolehnout na brzkou zdravotní záchrannou službu, však vyžadují větší zdroje kyslíku.

Spoléhání se na tradiční tlakové zdroje kyslíku mohou působit potíže kvůli dopravě. Koncepce chemické výroby kyslíku je zajímavá i přitažlivá, neboť při ní není zapotřebí tlakových nádob, ani energetických zdrojů. Stabilní a bezpečné reagující složky dokáží vyrobit velmi čistý kyslík. Jedinými problémy zde zůstávají omezená průtoková rychlost kyslíku a jeho celkový vyrobený objem.

Přenosný netlakový systém emOx na výrobu kyslíku je kompaktní, pevný a snadno použitelný přístroj, pokud jsou k dispozici všechny tři reagující složky. Celkový objem vyrobeného kyslíku z jedné dávky reagujících složek je však velmi omezený – přibližně 10% ve srovnání s jednou kyslíkovou lahví velikosti "D".



Tato velice omezená kapacita by byla pravděpodobně nedostačující při většině zdravotních zásahů. Navíc pomalý a nepravidelně se zrychlující průběh výroby kyslíku (navzdory pečlivě dodržnému postupu při aktivaci) vyvolává pochyby o možnosti účinného a rychlého použití tohoto zařízení před příjezdem zdravotní záchranné služby. A konečně – čas strávený aktivací a obsluhou tohoto přístroje a nevěnovaný dalším potřebám pacienta neodpovídá omezeným výhodám, které může toto zařízení nabídnout.

Na závěr je třeba ještě dodat, že dodávaný plyn nebyl ohřátý dostatečně vysoko nad okolní teplotu – v rozporu s prohlášením od výrobce. Navzdory velmi vysokým teplotám v reakční komoře, doprava standardní trubicí téměř vyrovnala teplotu dopravovaného plynu s teplotou okolní. Tím se vylučuje jakákoliv možnost/výhoda léčby pomoci ohřátého plynu.

Závěry

Rozšíření možností účinných dodávek kyslíku pro první pomoc jako alternativního řešení oproti dodávkám z tlakových zdrojů je velmi žádoucí. Naše testy systému emOx bohužel prokázaly velice omezenou průměrnou průtokovou rychlost kyslíku, velmi omezený celkový objem jeho výroby a také nepravidelný časový průběh jeho uvolňování. Na základě dosažených výsledků jsme dospěli k závěru, že přístroj emOx není adekvátním zdrojem kyslíku potřebného při první pomoci. Naše zkušenosti nás přiměly konstatovat, že praktické výhody kyslíku vyrobeného chemickou reakcí z práškových reagujících složek mohou být při zásazích první pomoci pouze marginální povahy. Domníváme se, že další snahy nahradit zdroje stlačeného

plynu by měly větší naději na úspěch, pokud by se zaměřovaly na zdokonalování technologie kyslíkového koncentrátoru

| | |
|---|---|
| Fig. 1 | Fig. 2 |
|  |  |

O autorovi

Neal W. Pollock, Ph.D., je ředitelem výzkumu u DAN a dlouholetým členem výzkumného týmu ve Středisku pro hyperbarickou medicínu a environmentální fyziologii Zdravotního centra Univerzity Duke ve městě Durham ve státě Severní Karolína.