

613.1[546.21]:628.834.45:615.835.35

**KYSLÍKOVÉ MIKROKLIMA V PŘETLAKOVÉ KOMOŘE**

MUDr. M. NEŠPŮREK, ing. M. DVORÁK, MUDr. B. HAVELKA

Chirurgické oddělení vojenské nemocnice v Brně.

(náčelník plk. MUDr. Miroslav Nešpůrek, CSc.)

Katedra lékařské elektroniky FE VÚT v Brně

(vedoucí doc. ing. V. Vrána, CSc.)

Interní oddělení vojenské nemocnice v Brně

(náčelník pplk. MUDr. O. Čáp)

Provoz léčebné činnosti v hyperbarické komoře při závažných poruchách zdraví se neobejde bez elektronického měření vitálních funkcí a bez pohybu obsluhujícího personálu či nemocného uvnitř komory. Léčebné pomůcky, ústrojí nemocného i personálu a elektronické přístroje jsou takového charakteru, že nemůžeme úplně vyloučit ani případné jiskření na přístrojích, ani výboj způsobený elektrostatickým napětím, které může dosáhnout úrovně několika tisíc voltů.

Zprávy o požárech uvnitř hyperbarických komor se množí. Podle literárních údajů z poslední doby (1) je této otázce věnována stále větší pozornost. Snažíme se zabránit tomu, aby oheň vznikl a mohl se šířit. Tato snaha se zakládá na čtyřech základních principech:

1. vyloučit možné zdroje požáru (jiskření, výboje elektrostatického náboje, horká tělesa apod.),

2. vyloučit hořlavé materiály z prostoru komory,
3. používat při práci za zvýšeného tlaku pokud možno atmosféru s nižším procentem kyslíku,
4. zajistit odpovídající hasicí zařízení.

Je zřejmé, že pokud by mohly být splněny body 1. a 2. beze zbytku, body 3. a 4. by pouze zvyšovaly bezpečnost práce v barokomoře. Vyloučit stoprocentně hořlavé materiály však není možné, (přítomnost hořlavého lidského organismu apod.), a proto se hodnota procentního obsahu kyslíku stává kritickou pro možnost vzniku požáru v prostoru zvýšeného tlaku.

Jiní autoři prováděli pokusy se zápalností papíru a froté tkaniny při různých tlacích a měřili čas, za který došlo k zapálení materiálu, a dále rychlost hoření materiálu. Výsledky ukazuje tabulka 1. Bylo zjištěno, že v atmosféře  $N_2 + O_2$  dochází rychleji k zapálení materiálu

Tabulka 1 (podle Hartera)

Atmosféra	Tlak (ata)	Materiál			
		papír		froté tkanina	
		doba do vznícení (s)	rychlost hoření cm/s	doba do vznícení (s)	rychlost hoření cm/s
79 % $N_2$ 21 % $O_2$	1,02	6,5	0,23	8,4	0,20
	2,04	6,0	0,28	6,6	0,61
	3,06	7,2	0,28	ihned	VR
	4,08	6,0	0,35	4,8	1,17
79 % He 21 % $O_2$	5,10	4,8	0,30	4,9	0,89
	1,02	NE	NE	ihned	VR
	2,04	NE	NE	ihned	VR
	3,06	NE	NE	ihned	VR
69 % $N_2$ 31 % $O_2$	4,08	NE	NE	ihned	VR
	5,10	18,0	0,48	18,0	0,40
	1,02	6,0	0,43	8,4	1,67
	2,04	5,6	0,45	5,2	1,57
69 % He 31 % $O_2$	4,08	ihned	VR	ihned	VR
	5,10	ihned	VR	ihned	VR
	1,02	17,0	0,76	22,5	1,27
	2,04	14,3	0,69	27,0	1,02

NE — nenastalo vznícení při daných podmínkách

VR — velká rychlost hoření

než v atmosféře He + O<sub>2</sub>, v níž v některých případech nedošlo ke vznícení vůbec, zato v některých případech byla rychlost hoření materiálu vyšší než v prostředí N<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>. Vzorky materiálu byly upevněny horizontálně a vznícení bylo podporováno elektricky zahříváním cívky z niklchromového drátu, která se dotýkala proužků vzorků.

NE — nenastalo vznícení při daných podmínkách

VR — velká rychlost hoření

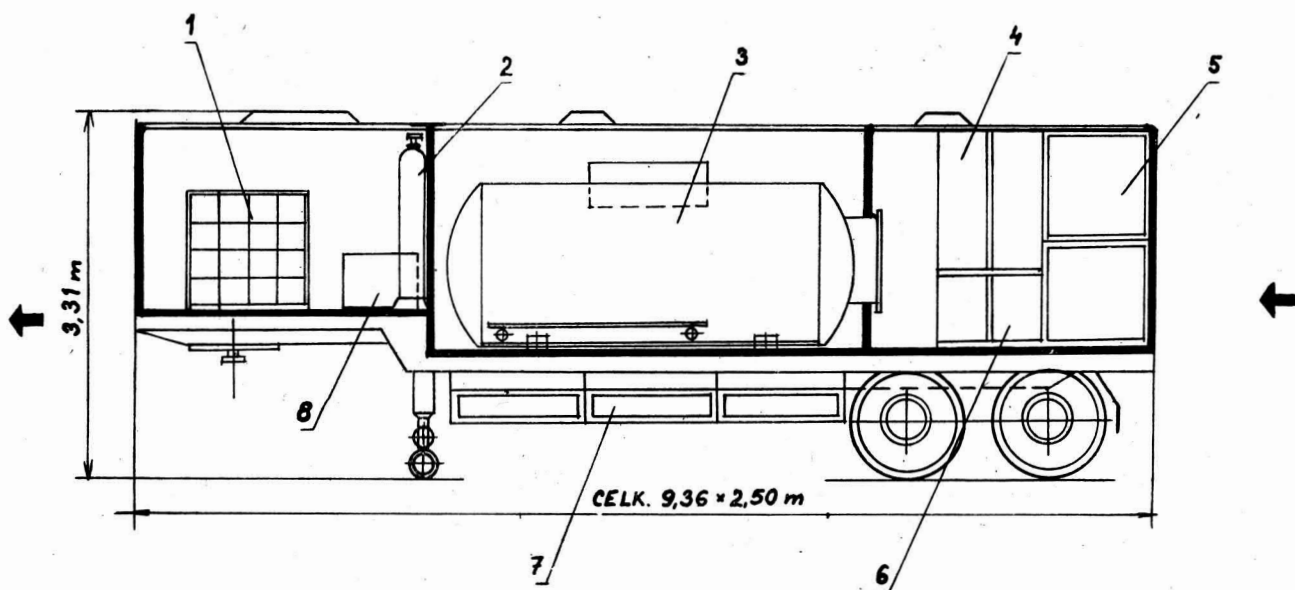
Z uvedených testů by bylo možno udělat tyto obecné závěry:

1. V atmosféře He + O<sub>2</sub> je obtížnější zapálit uvedené organické látky než v atmosféře N<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>. Naopak rychlost hoření v některých případech byla v He + O<sub>2</sub> atmosféře vyšší.
2. Tkanina se vznítla a hořela za všech uvedených podmínek. Rychlost hoření tkaniny byla obvykle větší než u papíru.

V naší práci jsme vzali v úvahu všechny čtyři základní podmínky bezpečného provozu v hyperbarické komoře. Současný technický stav měřidel prakticky stoprocentně nevylučuje možnost jiskření. Bude-li na příklad v budoucnu — pro nadějně závěry dosavadních prací o úspoře energie srdečního svalu při hyperbarii — využito hyperbarické terapie při léčbě poruch srdeční činnosti, pak musíme počítat s možností kardioverze s použitím defibrilátoru a kardiostimulátoru, která s sebou ponese nebezpečí vzniku požáru. Přítomnost organických látek a ošetřovatelských pomůcek potvrzuje, že nemůžeme zcela odstranit nebezpečí plynoucí z druhého bodu podmínek.

Z uvedené tabulky 1 vyzvedneme několik zajímavých dat. Při 21 % O<sub>2</sub> a 79 % N<sub>2</sub> bylo třeba v rozsahu 1—5 ata doby 6,5 sec až 4,8 sec zahřívát papír, aby vzplanul. U tkanin se tato doba pohybovala od 8,4 do 4,9 sec. Málo pochopitelným údajem je údaj při 3 ata, kdy se papír musel do vzplanutí zahřívát 7,2 sec, zatím co tkanina vzplanula ihned. Při 31 % O<sub>2</sub> a 69 % N<sub>2</sub> se doba ohřívání do vzplanutí jak u papíru, tak u froté tkaniny poněkud zkracuje. Nejvýraznější jsou však rozdíly v rychlosti hoření, které jsou u zvýšené koncentrace O<sub>2</sub> až 8krát větší.

Během léčby našeho pacienta v mobilní přetlakové komoře (obr. 1), [2] při tlaku 2,5 ata a při přidýchávání kyslíku pacientem bylo provedeno procentní měření obsahu kyslíku v různých částech barokomory. Před dosažením kritických hodnot procentního obsahu kyslíku je nutno barokomoru větrat čistým stlačeným vzduchem. V různých částech barokomory jsme naměřili po 30 minutách provozu a při konstantním mírném větrání komory čistým vzduchem různé hodnoty procentního obsahu O<sub>2</sub>, obr. 2. Jak je vidět, nejkritičtějších hodnot dosahuje procentní obsah O<sub>2</sub> v okolí hlavy nemocného, a je proto nutné vstup kyslíkového čidla umístit do této oblasti. Nevhodné je umístění čidla pod lůžkem pacienta, kde bylo naměřeno 24 objemových procent kyslíku proti 28 až 29 objemovým procentům kyslíku v okolí hlavy pacienta. Při provozu je tedy nutné počítat s určitou korekcí a je nutné nastavit alarmující zařízení, ohlašující nutnost proplachu komory, na hodnoty příslušně nižší. Zdánlivě nelogická hodnota 22 % kyslíku, naměřená uprostřed komory nahore, byla získána v blízkosti vstupu proplachujícího vzduchu.

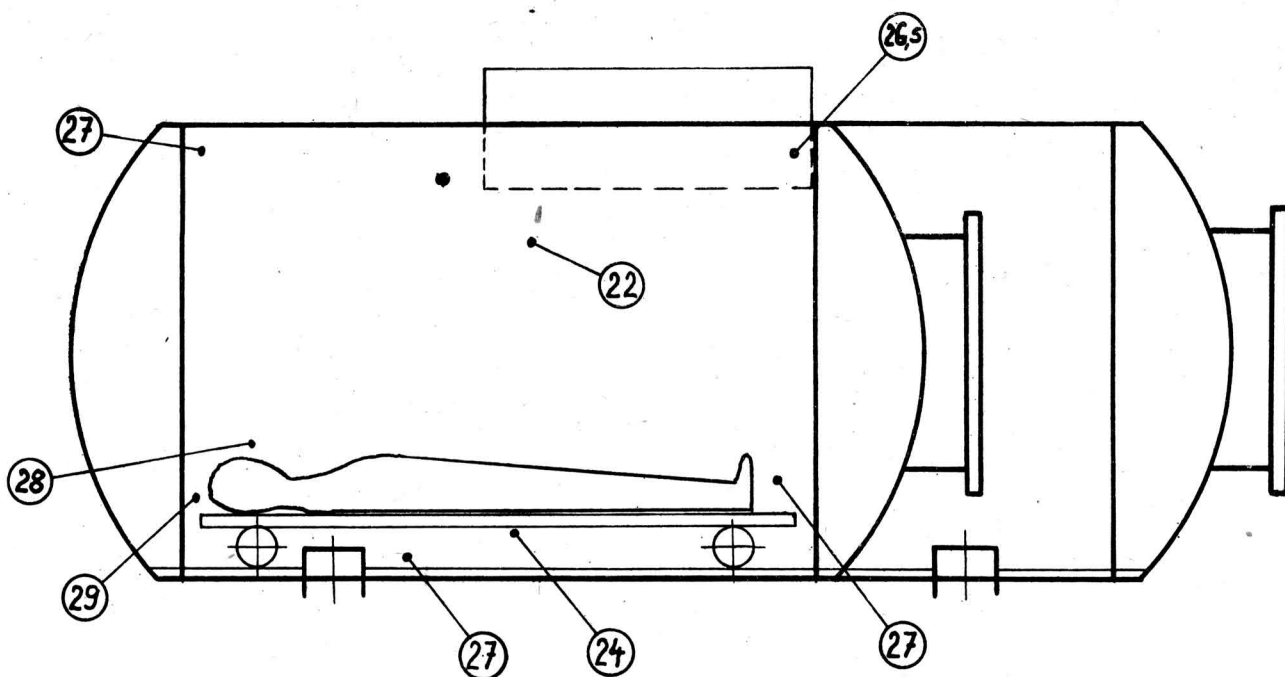


Obr. 1

Mobilní přetlaková komora  
1 — baterie tlakových lahví  
2 — lékařský kyslík

3 — hyperbarická komora  
4 — panel urgentní pomoci  
8 — vzduchový kompresor

7 — návěs N 10 S  
6 — stolek s EKG  
5 — elektrický rozvaděč



Obr. 2  
Hyperbarická komora s předkomorou  
Čísla v kroužcích udávají procento kyslíku v daném místě komory.

Naše měření prokazuje, že v zájmu bezpečnosti pacienta i obsluhujícího personálu je opravdu nutné dodržet všechny čtyři výše uvedené podmínky pro bezpečný provoz. Měření totiž ukazuje, že se i při 2,5 ata pohybuje na procentních hodnotách kyslíku, jež nevylučují snadný vznik požáru.

#### Literatura

1. Harter, J. V.: Fire at High Pressure, Proceedings of the Third Symposium on Underwater Physiology, Washington, D. C. 1966, 497 s.
2. Mobilní přetlaková komora — nauka, Výzkumný ústav potravinářské a chladicí techniky, Praha 1971.