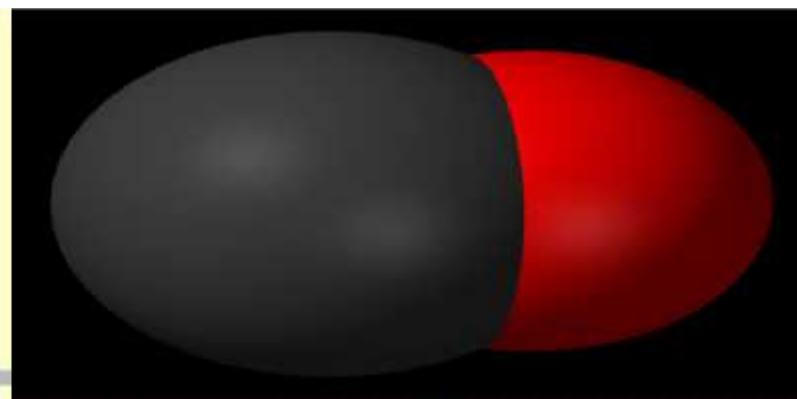




Intoxikace oxidem uhelnatým

**Michal Hájek
Centrum hyperbarické medicíny
Městská nemocnice Ostrava**

13. PG kurz Sepse a MODS
Ostrava, 25.-28. leden 2011



Systematický název	Oxid uhelnatý	Vzhled	Bezbarvý plyn bez zápachu, lehčí než vzduch
Latinský název	Monoxidum Carbonis	Identifikace	
<u>Anglický název</u>	Carbon monoxide	<u>Registrační číslo CAS</u>	630-08-0
Německý název	Kohlenstoff monoxid	<u>Číslo EC</u>	{{{Číslo EC}}}
<u>Sumární vzorec</u>	CO	<u>PubChem</u>	{{{PubChem}}}
		<u>ChEBI</u>	{{{ChEBI}}}
		Vlastnosti	
		<u>Molární hmotnost</u>	28,0101 g/mol
		<u>Teplota tání</u>	-205 °C (68 K)
		<u>Teplota varu</u>	-192 °C (81 K)
		<u>Hustota</u>	1,145 g/L při 25°C, 1 atm.

Otrava oxidem uhelnatým- charakteristika, incidence

Závažné

- **stovky mrtvých** v Evropě (pouze 1-2% sebevražd)
- **tisíce mrtvých** v USA (až 50% sebevražd)
- mnoho trvale těžce neurologicky postižených

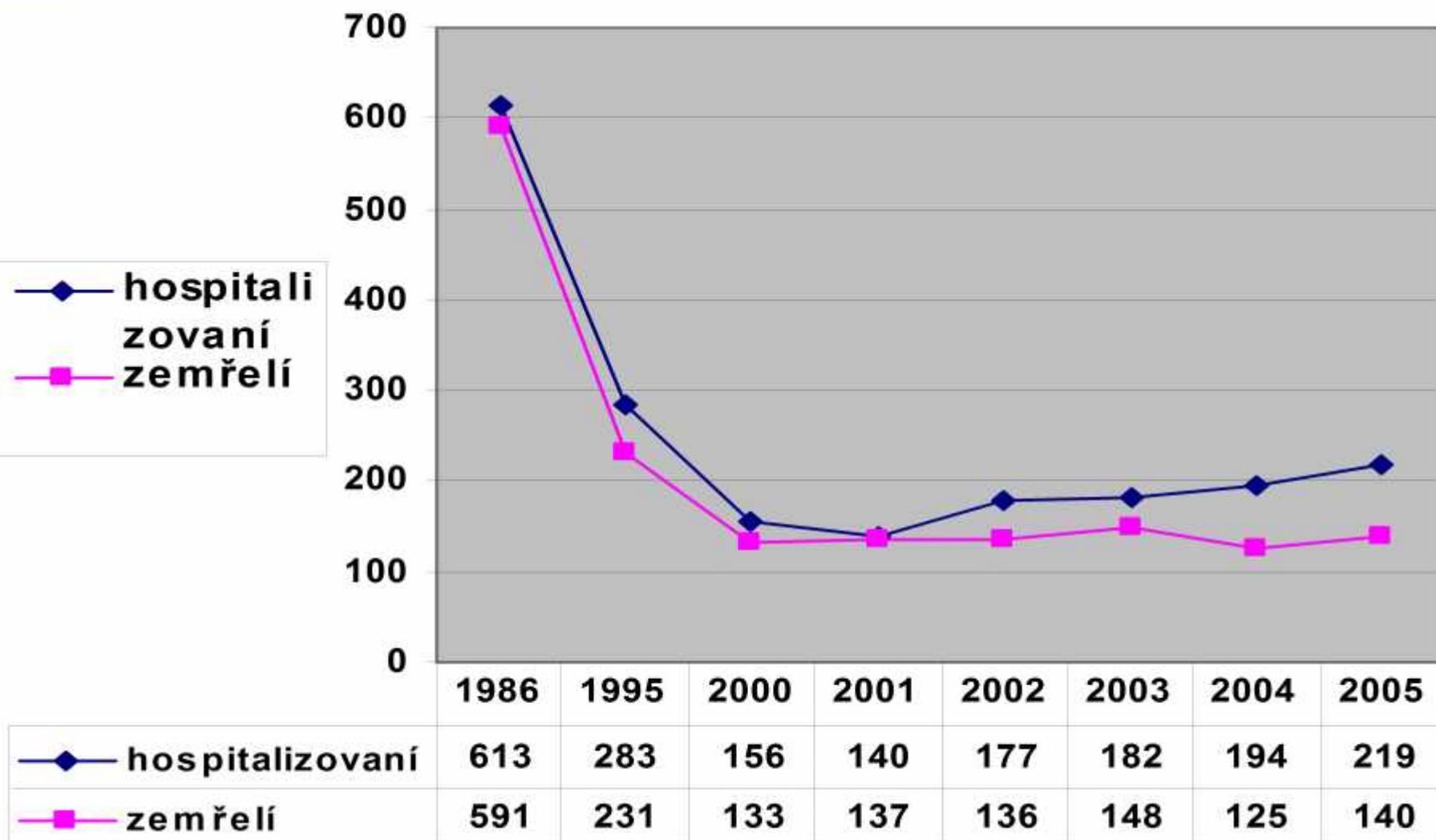
Frekventní

- zaujímá **1. místo** mezi náhodnými otravami v Evropě i Severní Americe
- ročně **30 000- 56 000** ošetřených v USA, 5000 - 8000 ve Francii, 25 000 ve Velké Británii
- **Polsko- 46.500** , incidence 12,2 na 10.000 obyvatel, HBO cca 400 pts/rok (Warszawa 169, Gdynia 159pts), tedy cca 0,4% všech pts

Chybně diagnostikované

- **30% otrav nezjištěno** během prvního vyšetření v nemocnici či u PL
- nejčastější záměna- chřipková onemocnění, deprese, otrava jídlem, gastroenteritida, CMP, únavový syndrom, migréna, intoxikace alkoholem atd.

Hospitalizovaní a zemřelí v ČR (zdroj ÚZIS)



Epidemiologie ČR

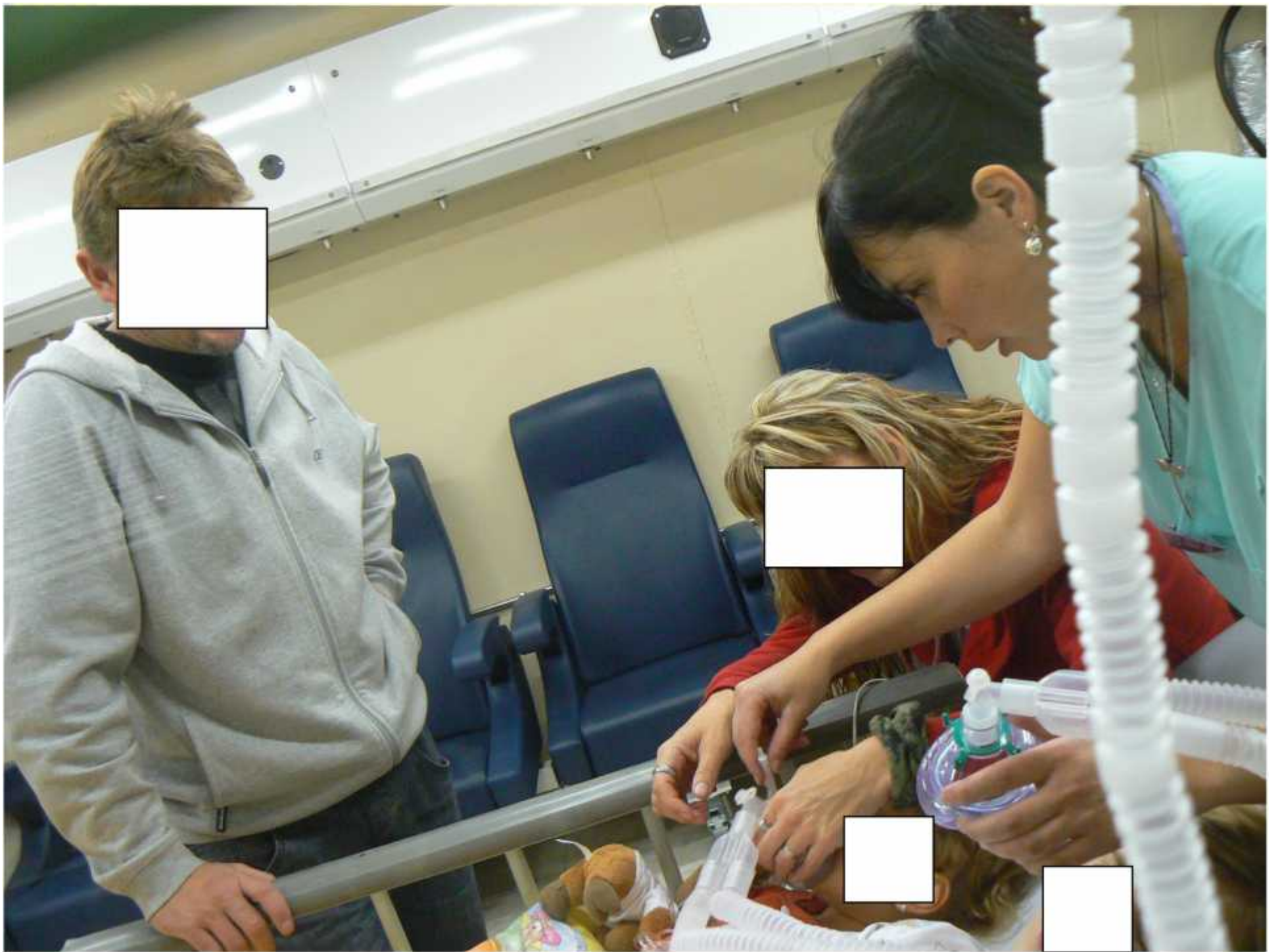
- Od 2001-2005 celkově 1128 pacientů ošetřených pro dg T 58, v průměru 225/rok(pouze pojištěnci VZP)
- Nejčastěji muži 26-40 let (192- 17%), dále muži 41-60 let (188- 16%) a ženy nad 60 let (139- 12%)
- hospitalizováno 133 pacientů(12%)
- nejčastěji postižení v okrese Praha (240x), Brno-město (68x), Plzeň-město a Karviná (46x), Karlovy Vary (43x)
- přepočet postižených na počet pojištěnců v daném okrese-
Karlovy Vary a Plzeň-město 0,05 %, Karviná 0,04 %, Praha-
město, Kladno, Plzeň-jih, Česká lípa, Liberec, Brno-město,
Kroměříž a Opava 0,03 %, ostatní 0,01 až 0,02%
- zdroj VZP ČR(pro účely výzkumného záměru IGA MZ)

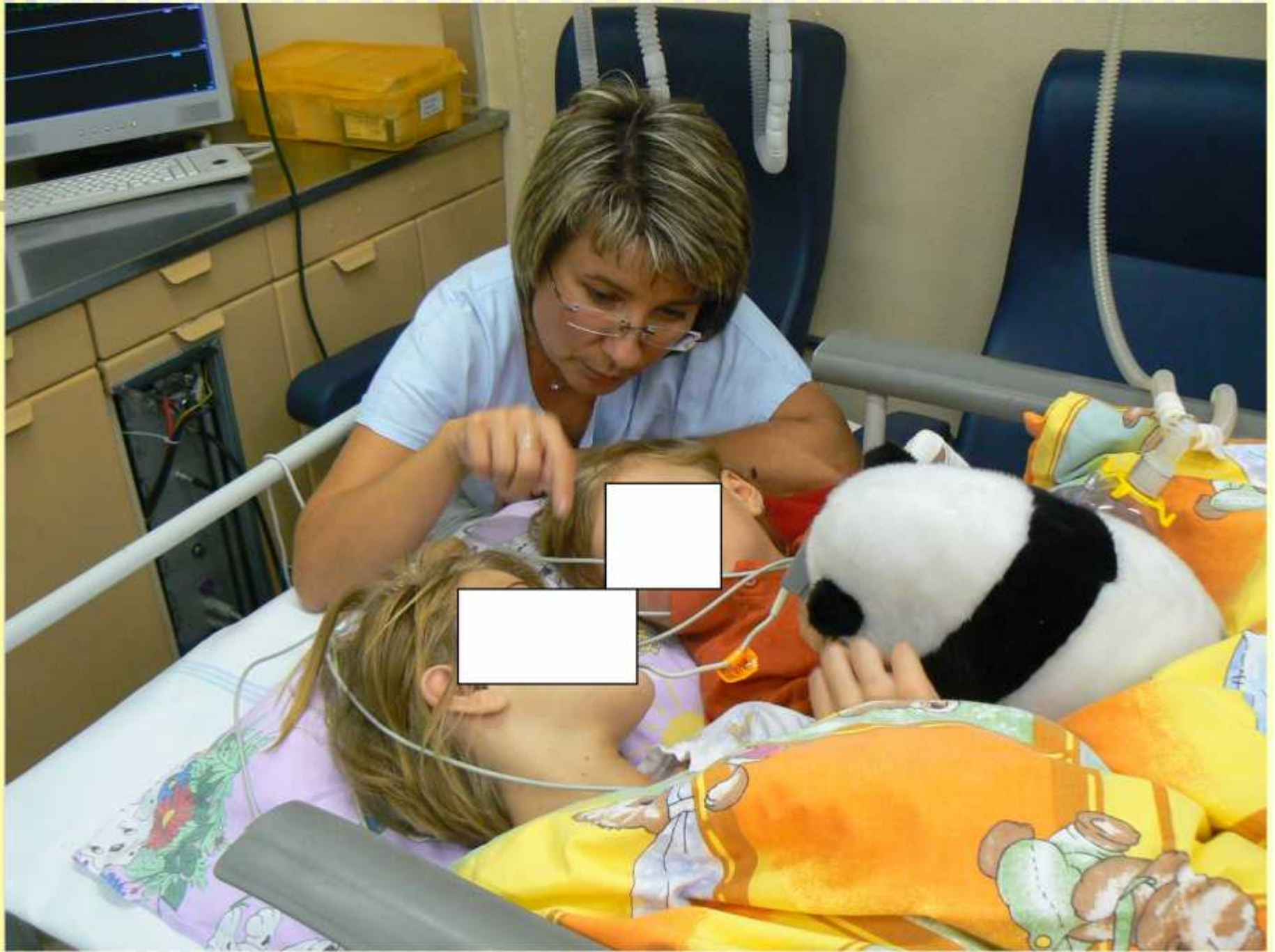
Dotazník diagnostiky a léčby ČR 2009

- Možnosti diagnostiky COHb, metodiky vyšetření, celkového počtu pacientů, počtu hospitalizovaných, počtu léčených metodou HBO včetně lokalizace příslušného léčebného centra
- Obesláno 108 nemocnic, vráceno 53 dotazníků, 50 zařazeno do analýzy, chybí některé významné nemocnice- FN Královské Vinohrady, FN Plzeň-Lochotín
- **17 nemocnic (34 %) nemá možnost vyšetření COHb metodou spektrofotometrie či jinou metodou**, mezi nimi i nemocnice s velkou spádovou oblastí a dokonce jedna fakultní nemocnice!
- Krevní vzorky pacientů s podezřením na otravu CO jsou odesílány do laboratoře nejbližší nemocnice s dostupností tohoto vyšetření (**průměrná vzdálenost do nejbližší laboratoře je 40 km**, zdržení diagnostiky i definitivní léčby v řádu 1–2 h)
- Některé fakultní nemocnice (FN Motol, Hradec Králové, Olomouc) naopak mají „nadstandardní“ možnosti vyšetření spektrofotometrickým přístrojem bedside – přímo u lůžka (POCT – point of care testing) na minimálně jednom oddělení
- **Počet pacientů ošetřených pro otravu CO 493, z toho 201 hospitalizovaných (41%)**
- 67 bylo léčeno HBO (13,5% ošetřených a 33% hospitalizovaných), 31 v Ostravě
- průměrná vzdálenost do HBO centra v ČR je 46 km!
- Hájek M., Diagnostika a léčba otravy oxidem uhelnatým. STANDARDY LÉČEBNÝCH POSTUPŮ A KVALITA VE ZDRAVOTNÍ PÉČI, Nakladatelství Verlag-Daserhofer, v tisku.

Hromadné a epidemické otravy CO

- letní období, horké počasí, bezvětrí (smogová plomba, neodvětrané garáže, kotelny)
- zimní období- sněhové bouře
- Durnham, NC - 12/02 – 1 milión lidí bez elektřiny **30 pacientů s otravou CO** - 65% Hispánci, 31% Afroameričané, 2x koma, 1x neurologické následky při dimisi (Reed WL, Epidemic of carbon monoxide poisoning caused by severe weather, Annual Meeting of the UHMS 2003, Québec City, Canada)
- **V roce 2005 během hurikánu Katrina bylo 51 osob postiženo otravou, z toho 5 smrtelně**
- důvodem byl výpadek elektřiny a hromadné užívání dieselových agregátů a nevhodných zařízení typu barbecue na ohřev uvnitř obytných prostor
- V USA byly popsány hromadné otravy osob v hotelech a motelech různých typů, na zimním stadionu ze zplodin vadného motoru zařízení na úpravu ledu
- v roce **1996 došlo v Ostravě k hromadné otravě a úmrtí celkově 5 osob** bydlících dokonce v různých bytových jednotkách ve staré činžovní zástavbě (porucha odtahu spalin mrtvým ptákem zapadlým do průduchu komína)





Zdroje CO

- vzniká jako vedlejší produkt nekompletního (nedokonalého) spalování uhlíkatých látek
- při hoření spotřebičů na zemní plyn, P-B – ohřívače vody, kotle (nedostatečně větrané místnosti)
- ve výfukových plynech spalovacích motorů benzínových či diesellových (garáže, studny, sportovní haly)
- jako součást kouřových zplodin při hoření v ohništích a krbech, při nedokonalém odvodu spalin komínem v nedostatečně větraných místnostech dochází k jeho hromadění
- vzniká při požárech, přítomnost dalších toxinů z různorodých hořících látek modifikuje a komplikuje průběh (fosgen, kyanidy)
- vzniká v průmyslových provozech, u vysokých pecí, může se hromadit v nedokonale odvětraných důlních provozech
- v atmosféře CO obsažen v koncentraci nižší než 0,001% (neboli 10 ppm)- centrum Mexico City 100-200 ppm, kouřový plyn v ústí komínů cca 5000 ppm

Původ otravy CO- Severní Francie, 4902 případů za 5 let (cca 5 mil. obyvatel)



	kamna, plynové spotřebiče	požár	výfukové zplodiny	sebevražda
Severní Francie	4 365,0	390,0	73,0	74,0

Severní Francie

HBO Therapy for CO Intoxication

Vienna Fire Brigade Statistics

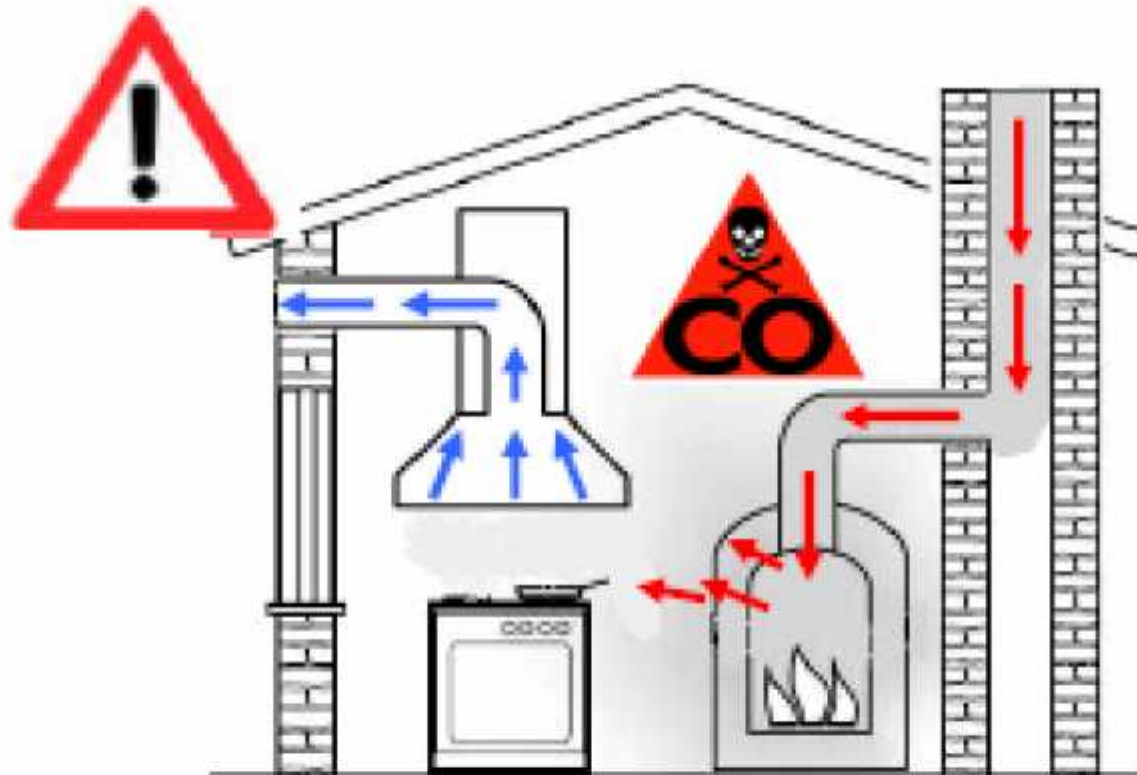
(without suicides)	injuries	casualties
2007	99	7
2008	72 (+2)	9
2009	41	2
2010 (1-4)	40	6

Sources

gas heater or gas-fired boiler

100%

HBO Therapy for CO Intoxication



Prohaska R., HBO Therapy for CO Intoxication, Proceedings of the 1st Central European Conference of Hyperbaric and Diving Medicine , Velke Karlovice 2010

Patofyziologie- Tkáňová hypoxie a celulární asfyxie

- **vdechnutý CO** přestupuje přes alveolární membránu a **rozpouští se v plazmě**, minimálně se v organismu metabolizuje (méně než 1 procento)
- velmi silně se váže na tzv. **hemoproteiny a blokuje jejich funkci** – **Hb v krvi, myoglobin** v srdečním svalu a **cytochromy dýchacích řetězců** v mitochondriích
- vzniklý COHb blokuje vazebná místa hemoglobinu pro kyslík, současně posunuje disociační křivku hemoglobinu doleva, blokuje proces oxidativní fosforylace a snižuje srdeční výdej
- **rozvoj tkáňové hypoxie kombinovaného původu- těžké neurologické postižení až smrt postiženého**
- u těžkých otrav po zahájení léčby kyslíkem a obnovení jeho dodávky do tkání dochází k rozvoji **I-R poranění** a spuštění mnoha patofyziologických kaskád- **aktivaci neutrofilů, adhezi k endotelu kapilár a jeho následnému poškození** (rozvoj PNP)

Těhotenství a otrava CO

- obzvláště toxický je CO vůči těhotným, resp. plodu- těhotné matky mají o **10-15% nižší hodnoty COHb než plod díky silnější afinitě fetálního Hb vůči CO** při o 3-4 kPa nižším parciálním tlaku kyslíku v arteriální krvi plodu
- **disociační křivka fetálního hemoglobinu je posunuta silně doleva** již za fyziologických podmínek, při otravě CO dochází k jejímu dalšímu posunu a k **sníženému uvolňování kyslíku ve tkáních**

Klinický obraz

- Klinický obraz otravy je velmi nespecifický, příznaky jsou obvyklé i u jiných onemocnění, a proto ji lze velmi snadno zaměnit
- souvisí s koncentrací CO ve vdechované směsi, délkou expozice, alveolární ventilací, tělesnou aktivitou a individuální vnímavostí
- Obecně má mírnější průběh krátká expozice vyšší koncentraci CO než dlouhodobá expozice nižší koncentraci CO
- Obvyklé jsou mírnější příznaky jako nevolnost, zvracení, bolesti hlavy nebo na hrudi, závratě, palpitace, slabost, psychické příznaky
- Při závažnějším stupni přistupují neurologické příznaky (extrapyramidová, pyramidová symptomatologie), dochází k poruše vědomí všech stupňů (somnia, sopor až koma)
- Klinický obraz může být dále modifikován dalšími okolnostmi (pobyt ve vaně naplněné vodou, podchlazení nebo naopak popáleniny, tlakové nekrózy, aspirace apod.)
- v literatuře popisované „charakteristické“ růžové zbarvení kůže bývá zřídka viditelné (COHb 50-60%)

Karboxylhemoglobin HbCO

CO ve vzduchu ppm	%HbCo	Příznaky
< 35 ppm	5%	Žádné (kouření cigaret)
50 ppm	10%	Bolesti hlavy, dušnost, dyskomfort neklid
100 ppm	20%	Intenzivní bolest hlavy, dušnost, neklid
200 ppm	30%	Intenzivní bolesti hlavy, poruchy vidění, spavost
300 – 500 ppm	40–50%	Tachykardie, zmatenost, letargie, kolaps
800 – 1200 ppm	60-70%	Kóma, křeče
1900 ppm	80%	Náhlá smrt

Hodnocení závažnosti- Ostravská klasifikace I-IV - důraz na kliniku a orgánové systémy

Stádium	Vědomí	Neurologický nálezn	Vegetativní poruchy	Oběh	Dýchání
I.	při vědomí	Negativní	bolest hlavy, nauzea, zvracení	bez změn	bez změn
II.	při vědomí	pozitivní extrapyramidové a pyramidové příznaky	bolest hlavy, nauzea, zvracení	bez změn	bez změn
III.	somnolence sopor	pozitivní extrapyramidové a pyramidové příznaky	zvracení	hypertenze tachykardie	hyperventilace
IV.	kóma	pozitivní extrapyramidové a pyramidové příznaky	nelze	hypertenze tachykardie hypotenze, brady kardie Asystolie	hyperventilace hypoventilace

Diagnostika oxidu uhelnatého

- *ve výdechu*
- jednoduchá, levná, orientační metoda, interference s alkoholem- 50 ppm odpovídá 6% COHb, 80 ppm hladině 10% COHb
- *cooxymetrie (spektrofotometrie)*- krev - přesná metoda, není bohužel dostupná v některých nemocnicích (FM, Jeseník, FNUSA)
- *Kontinuální neinvazivní měření COHb v krvi*
- Transportní přístroj k použití v jakémkoli prostředí (hasiči, RZP, emergency, ARO)
- Nastavitelné alarmy - 8 hodin životnost baterií
- přesnost měření 10%

- Pulsní CO-oxymetr
- nenvazivní, jednoduché, kontinuální v reálném čase, dostatečně přesné

COHb Detection in VICTIMS



Normal SPO₂ Devices cannot detect COHb !



Incidence of positive carbon monoxide measurements in prehospital care – prospective epidemiological survey 2010, Šeblová J., Rybáček V., Beer M., Proceedings of the 1st Central European Conference of Hyperbaric and Diving Medicine , Velke Karlovice 2010

- Od 21.12. 2009-28.2. 2010 byly měřeny hodnoty COHb u všech pacientů ÚZSSK(Kladno) bez ohledu na charakter výzvy
- Neinvazivní měření metodou pulsní cooximetrie Masimo RAD 57 (vybavené 2 vozy RLP, zapůjčeno spol. Hoyer Praha s.r.o.)
- Jako pozitivní byla považována hodnota 9% COHb a více
- **Výsledky- 395 měření, 18 pozitivních (4,6%) – většina z nich byla překvapivá a neočekávaná (pouze 1 případ byl primárně dg jako otrava CO)**
- Pouze 3 pacienti léčeni metodou HBO, 1 z těchto 3 pacientů neměl příznaky otravy navzdory hodnotě COHb 28%, resp. 32% z krve
- **8 pacientů z 18 pozitivních NEDOSTALO kyslík vůbec!!!!**

Diagnostika oxidu uhelnatého II

- k nutným vyšetřením patří vyšetření krevních plynů
- krevní obraz a kompletní **biochemický skrining včetně hodnoty glykémie** a myoglobinu je vhodný z hlediska diferenciální diagnostiky, hodnota **laktátu** bývá nežádoucí zvýšena a je spojována s dlouhou expozicí
- toxikologický skrining z moči
- **vyšetření TnI a EKG** může identifikovat poškození myokardu, ke kterému dochází až v 37% případů závažné otravy CO
- CT, MRI nebo SPECT mozku nepatří mezi rutinní vyšetření s ohledem na oddálení definitivního způsobu léčby a jsou indikovány zpravidla v případech dlouhodobé poruchy vědomí, při předpokladu mozkového otoku, vývoje PNP apod.
- neurologické vyšetření je doporučeno včetně **baterie neuropsychologických** (např. Carbon Monoxide Neuropsychological Screening Battery - CONSB) k odhalení zvýšeného rizika PNP, nesmí však vést k výraznému oddálení definitivní léčby
- je doporučeno kontrolní neurologické vyšetření s odstupem 2-3 týdnů po propuštění z nemocnice s cílem identifikovat rozvoj PNP

Komplikace časně fáze

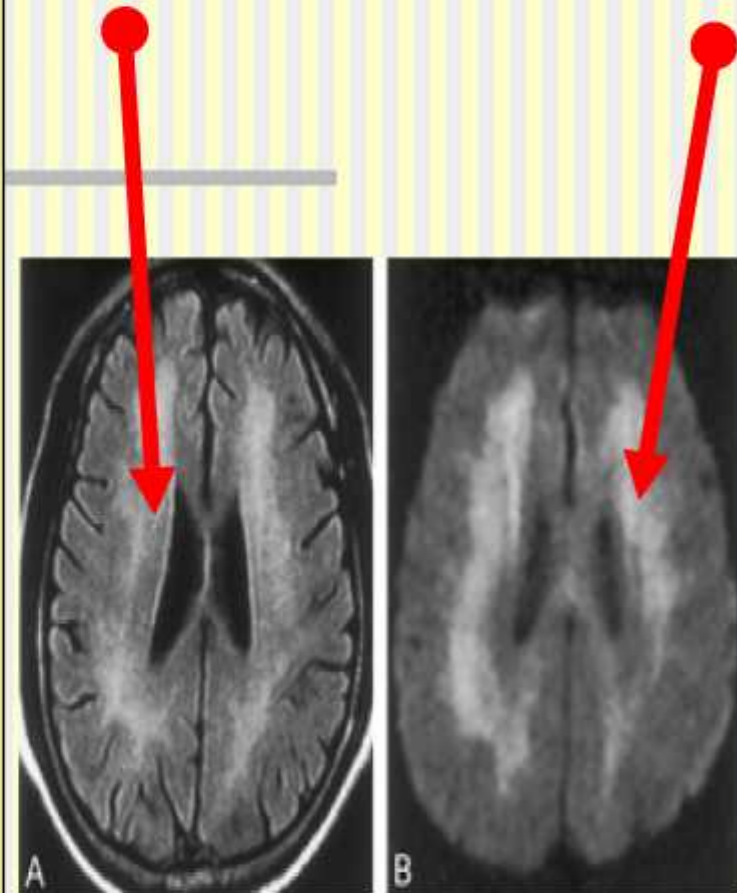
- kardiiovaskulární systém - dysrytmie, koronární ischemie, akutní plicní edém, stenokardie a infarkt myokardu, a to nejen pacientů s postižením koronárních tepen, ale i u mladých, dosud zdravých osob
- Pacienti s poškozením myokardu v rámci otravy CO mají téměř trojnásobně vyšší dlouhodobou kardiiovaskulární mortalitu (38 %) ve srovnání s pacienty bez poškození myokardu (15 %)
- významnými prediktory jsou věk, diabetes mellitus, hypertenze a ICHS
- dále při výrazné rhabdomyolýze hrozí riziko akutního renálního selhání

Komplikace pozdní

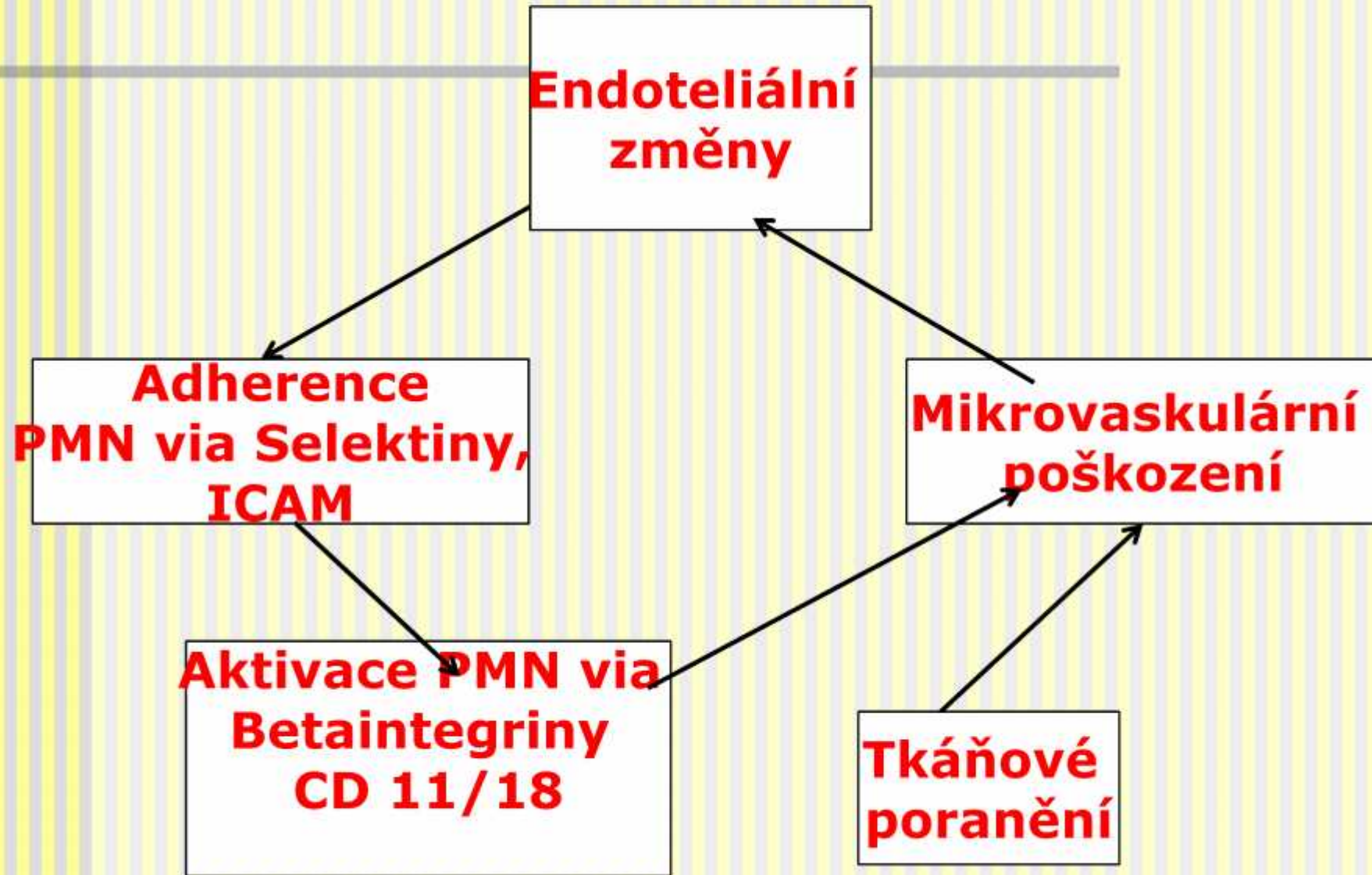
- 1) **Persistentní neurologické postižení** (koma, PVS, mozková dysfunkce) v důsledku těžkého průběhu otravy, obzvláště v kombinaci s protražovanou hypoxií, kdy má pacient od počátku a trvale neurologický deficit
- 2) **Pozdní neuropsychické postižení** (synonymum pozdní neurologické postižení, následek nebo pozdní leukoencephalopatie, anglicky delayed neuropsychologic sequelae), ke kterému dochází s určitou latencí u pacientů s normalizací jejich mozkových a neurologických funkcí

PNP-pozdní neuropsychické postižení

- v řádu dnů až měsíců (3-240 dnů, průměr 20 dnů) po otravě u 15-40% zdánlivě uzdravených
- Přetrvává i více než 1 rok, 75% případů odezní zcela nebo s minimálními následky
- Extrapyramidové př., snížení IQ, zmatenost, poruchy paměti, osobnosti
- zobrazovací metody- CT, MRI, PET- léze v periventrikulární bílé hmotě- corpus calosum, fr.laloky, centrum semiovale
- Bazální ganglia-globus pallidum
- příčiny- Ischemicko-reperfuzní sy, lipidová peroxidace, porucha rovnováhy a hladin neurotransmitterů, spuštění apoptózy
- imunitní podklad- adaptační imunitní reakce- tíže otravy nekoreluje s COHb



Interakce polymorfonukleárů(PMN) a endotelu v průběhu I-R poranění

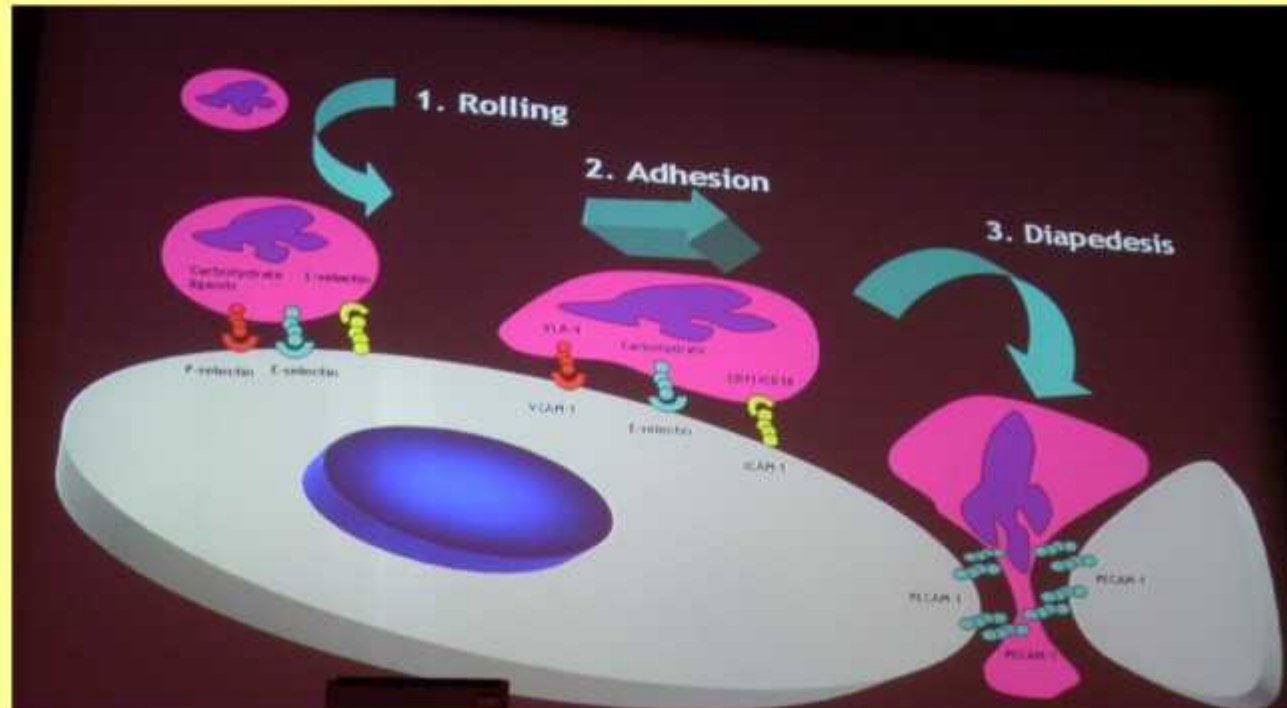


Patofyziologie PNP-poškození endotelu, lipidová peroxidace

- I-R syndrom- aktivace PMN \Rightarrow adheze na endotel kapilár za pomoci beta-integrinů (CD-11 a CD-18) \Rightarrow proteázy a volné O_2 radikály \Rightarrow lipidová peroxidace \Rightarrow funkční a strukturální poškození mozku

Smith JS, Morbidity from acute carbon monoxide poisoning at three- year follow-up, Br.Med.J. 1973;1:318-21

Thom SR, Carbon monoxide-mediated brain lipid peroxidation in the rat, J Appl Physiol 1990;68:997-1003



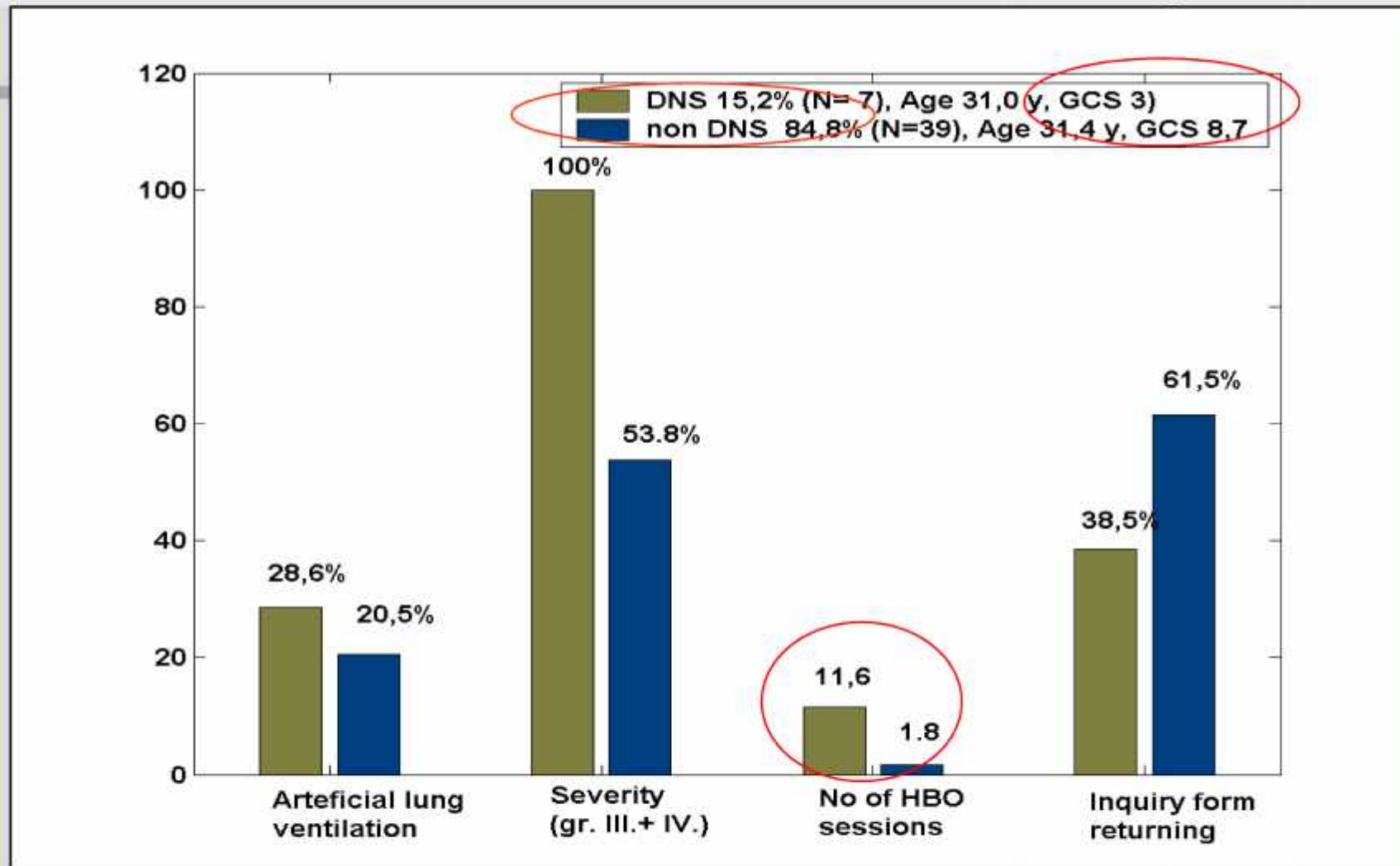
PMN-endoteliální interakce se podílí na patofyziologii

- Poškození mozku u otravy CO *Toxicol.Appl.Pharm.*,123:248,93
- I-R poranění mozku- *Undersea Hyper. Med.*,27:185,01
- Odhojení kožních transplantátů- *Zamboni WA, Roth AC, Russell RC, et al: The effect of acute hyperbaric oxygen therapy on axial pattern skin flap survival . J Reconst Microsurg 1989;5 (4):343-347.*
- Jaterní reperfuze- *Hepato-Gastroent.* 46:1798,99
- DCS- *Aviat. Space Env.Med.* 73:565,02
- Sepse- *Imperatore et al, HBOT prevents vascular derangement during zymosan-induced MOFS, Intensive Care Med.* 2004 Jun;30(6):1175-81. Epub 2004 Feb 12.
- Pankreatitida- *Isik et al, The effect of combination therapy of HBO,meropenem, and selective nitric oxide synthase inhibitor in experimental acute pancreatitis. Pancreas.* 2004 Jan;28(1):53-7.

Delayed neuropathology after carbon monoxide poisoning is immune-mediated, **Thom SR** et al, Proc Natl Acad Sci U S A. 2004 Sep 14;101(37):13660-5. Epub 2004 Sep 1

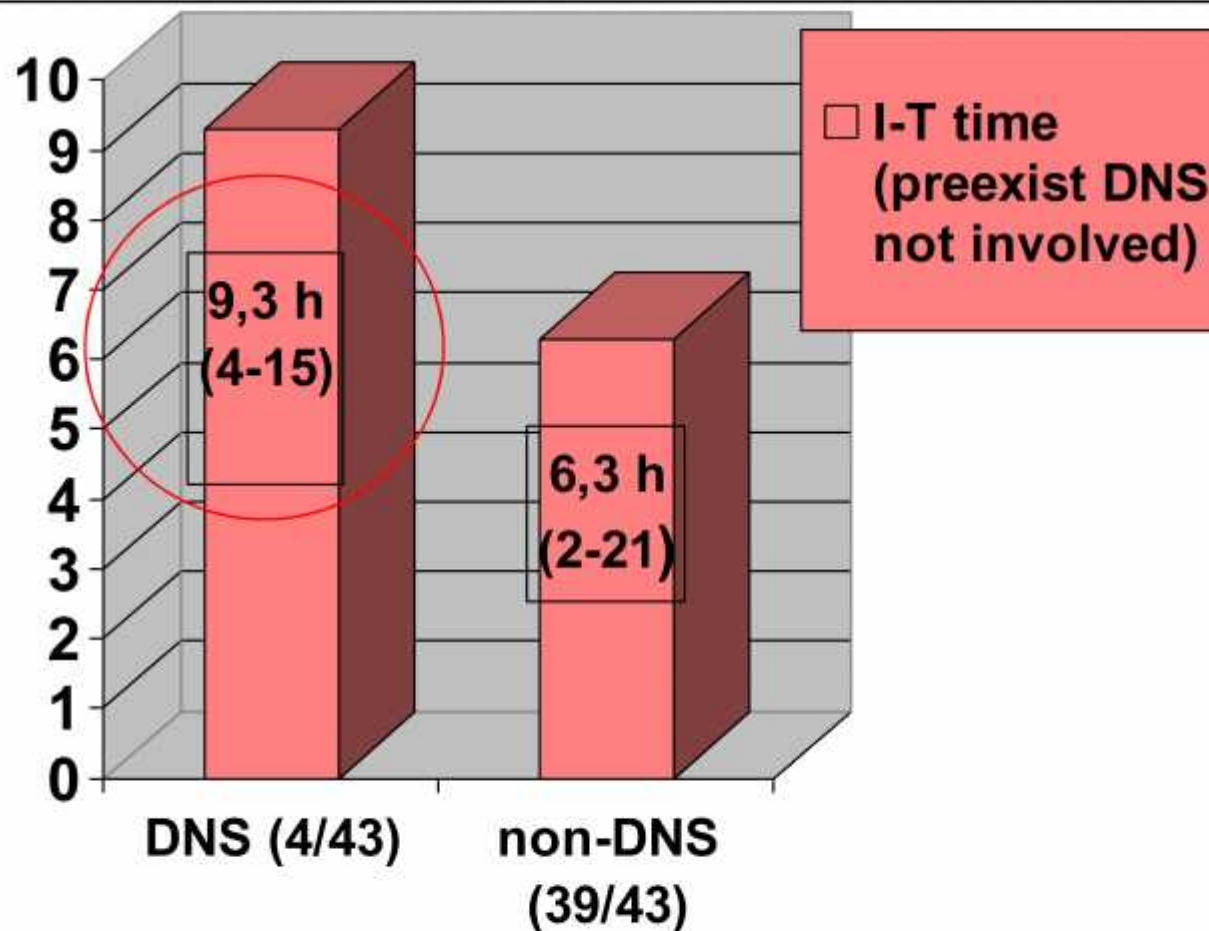
- **Imunitní podklad- expozice CO způsobí reakci mezi MBP (myelinový basický protein) a MDA (produkt peroxidace)**
- **Konformační změna MBP- influx makrofágů a CD-4 lymfocytů- autoreaktivní proliferační odpověď a aktivace mikroglie**
- **Myši s genetickým potlačením schopnosti imunitní reakce proti MBP- po expozici CO měly změnu ve struktuře MBP, ale bez autoimunitní odpovědi a normálním neurologickým výsledkem(bludiš' tový test)**
- **Trombocytopenie, L-NAME**
Imunosupresíva, antiflogistika,
Kortikosteroidy ???

Pozdní neuropsychický postižení- okolnosti-1995-2004 - 46 pts



HAJEK, M.: Hyperbaric oxygen for treatment of Carbon Monoxide poisoning: our experience from the last decade (1995-2004). Proceedings of a Joint Meeting of the ICHM and the EUBS, 7-10 September 2005, Barcelona, s.117.

Pozdní neuropsychický postižení- čas od otravy do zahájení HBO-46pts



Léčba -na místě nehody a během transportu do nemocnice

- okamžité vytažení pacienta ze zamořeného prostředí
- zahájení KPCR v případě zástavy oběhu
- kyslík maskou se zásobním vakem s vysokým průtokem O₂ (15 l/min) nebo orotracheální intubace a UPV s FiO₂ 1,0 v případě poruchy vědomí (GCS pod 8)
- symptomatická orgánová podpora (tekutinová resuscitace, inotropní podpora) dle klinického stavu

Normobarická oxygenoterapie(NBO)

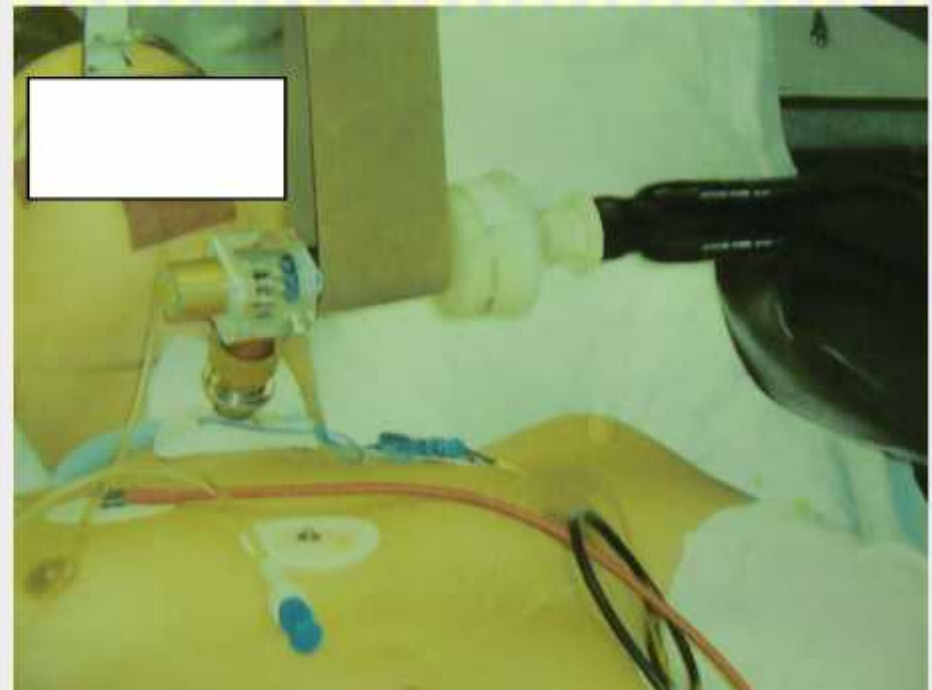
- rozumí se jí aplikace 100% kyslíku za normálního atmosférického tlaku vzduchu (100kPa)
- je vyčleněná pro lehčí případy s nevýraznou symptomatologií (st. I. Ostravské klasifikace)
- aplikace kyslíku po dobu minimálně 12-ti hodin systémem, kterým lze dosáhnout FiO_2 blížící se 1,0 buď průtokovým systémem (obličejová maska s rezervoárem a vysokým průtokem kyslíku 15 l/min) nebo systémem bez zpětného vdechování (těsnící obličejová maska, CPAP maska/CPAP helma, Rubenův ventil či jeho modifikace) s nádechovou/výdechovou chlopní
- v žádném případě nelze užít běžnou masku s bočními otvory bez rezervního vaku!

NOT suitable

PROVISORY suitable

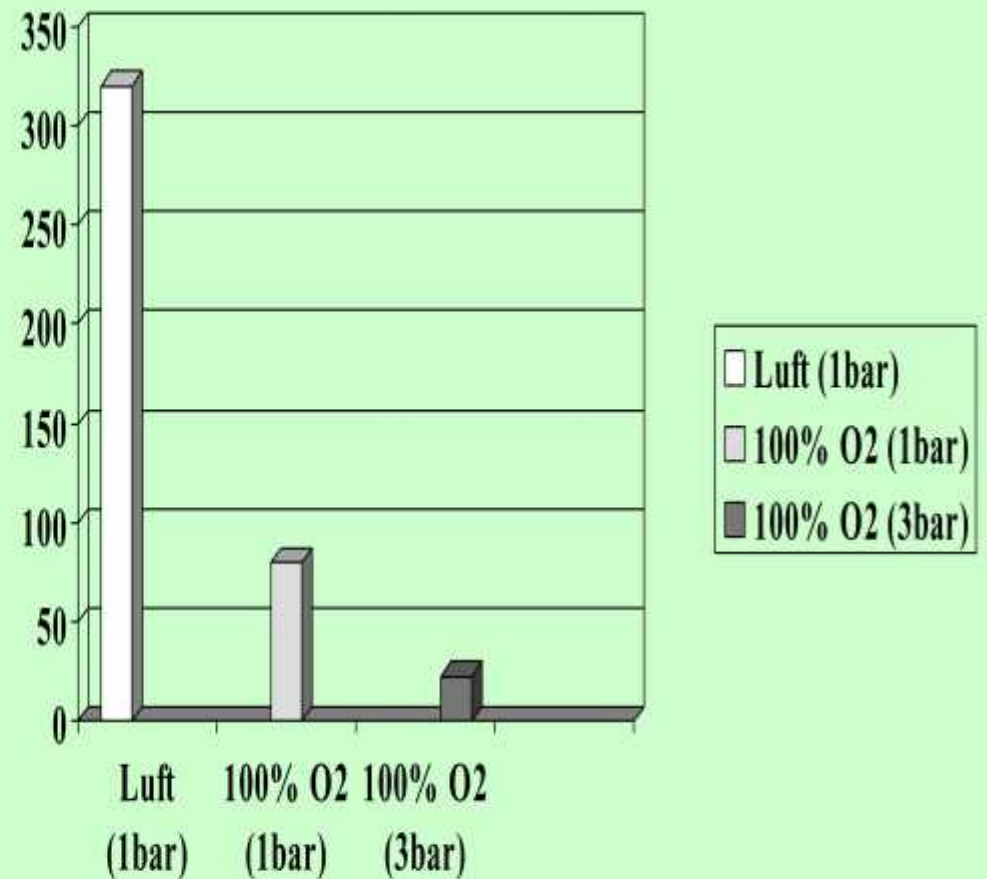
Constant Flow
pressure regulator
with simple
mask
O₂ concentration
ca. 30 - 40%

Constant Flow
pressure regulator with
„high concentration“
mask
- with reservoir bag
- with expiration valves
O₂ concentration
ca. 60 - 70%



Hyperbarická oxygenoterapie (HBO)

- Okamžitá saturace plasmy O_2 navzdory vysoké hodnotě COHb
- Rychlé odstranění CO z krve
- Rychlé vyvázání CO z vazby na cytochrom oxidázu
- Redukce mozkového otoku
- Zmírnění průběhu I-R poranění a lipidové peroxidace mozku

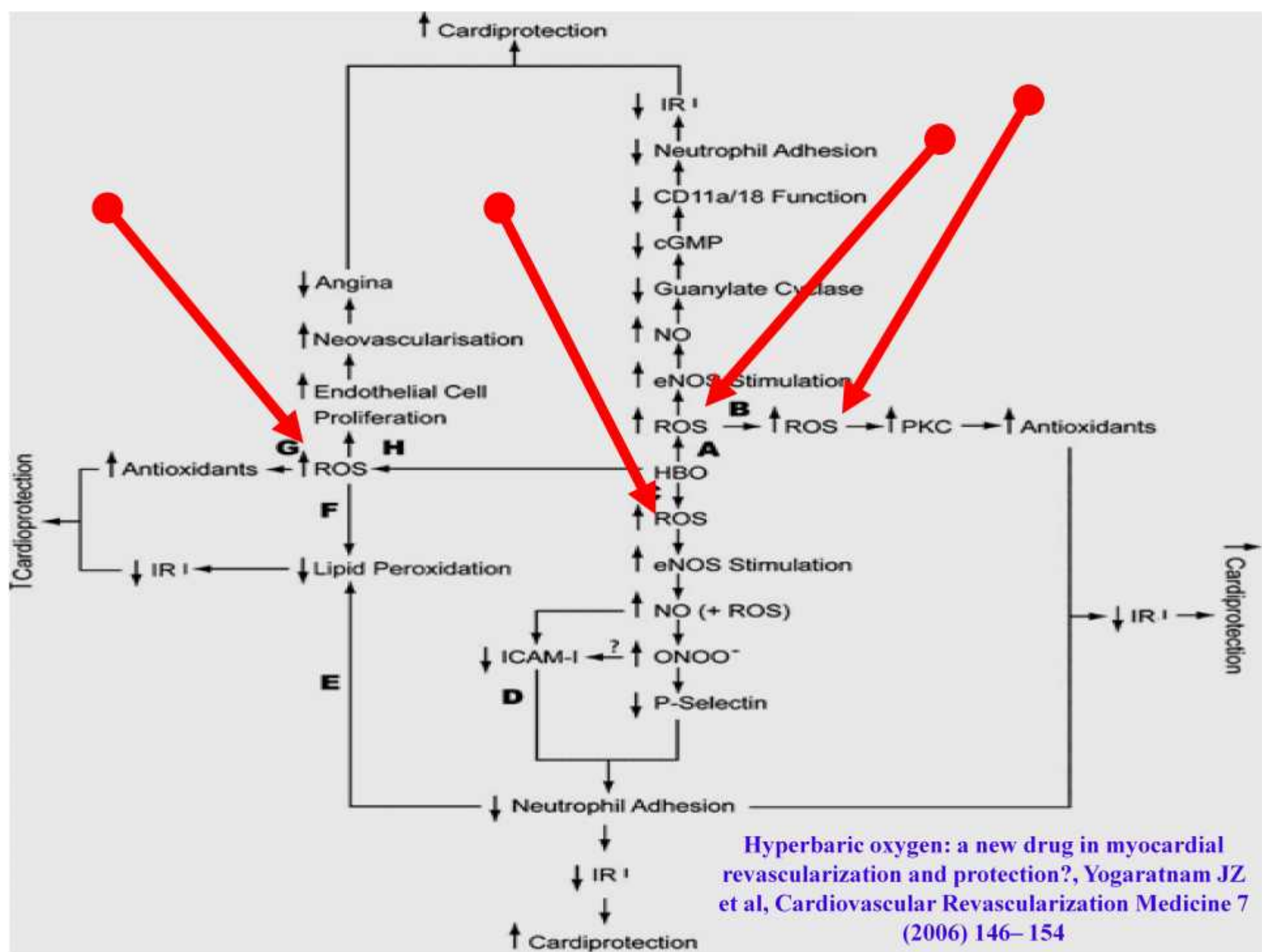


Important:

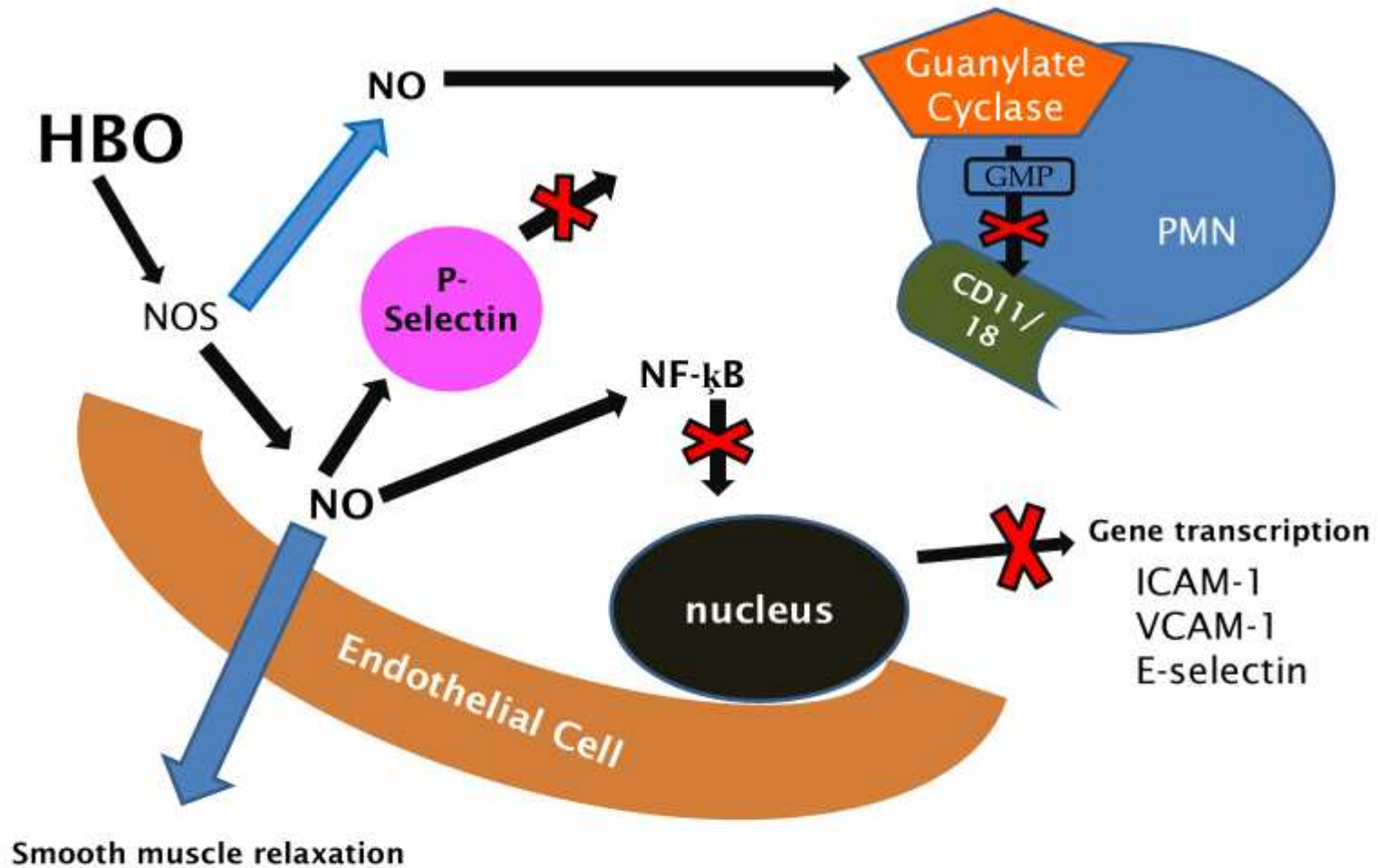
Dissociation of CO and tissue enzymes (Cytochrome a/a3, Cytochrome P 450) is much slower!
CO detoxication needs 48-72 hours!

Utlumení průběhu ischemicko-reperfuzního poranění

- patofyziologický mechanismus působení HBO je zde víceúrovňový-
výchozím bodem je však nadprodukce reaktivních kyslíkových
substancí (ROS), které stimulují endoteliální syntetázu oxidu
dusnatého(eNOS) se zvýšenou produkcí oxidu dusnatého (NO),
jehož patřičná hladina může inhibovat guanylátcyklázu a redukovat
syntézu cyklického guanosinmonofosfátu (cGMP) a **alterovat funkci
adhesivních molekul neutrofilů CD11a/18**
- zvýšená produkce peroxynitritu, jenž vzniká reakcí superoxidu a NO,
vede k **downregulaci adhezivních molekul endotelu typu ICAM-1 a
P-Selektinu**
- dochází k **zvýšené produkci antioxidačních enzymatických systémů**
jak přímou cestou, tak časnou aktivací proteinkinázy C (PKC)
- dochází k **snížení lipidové peroxidace**



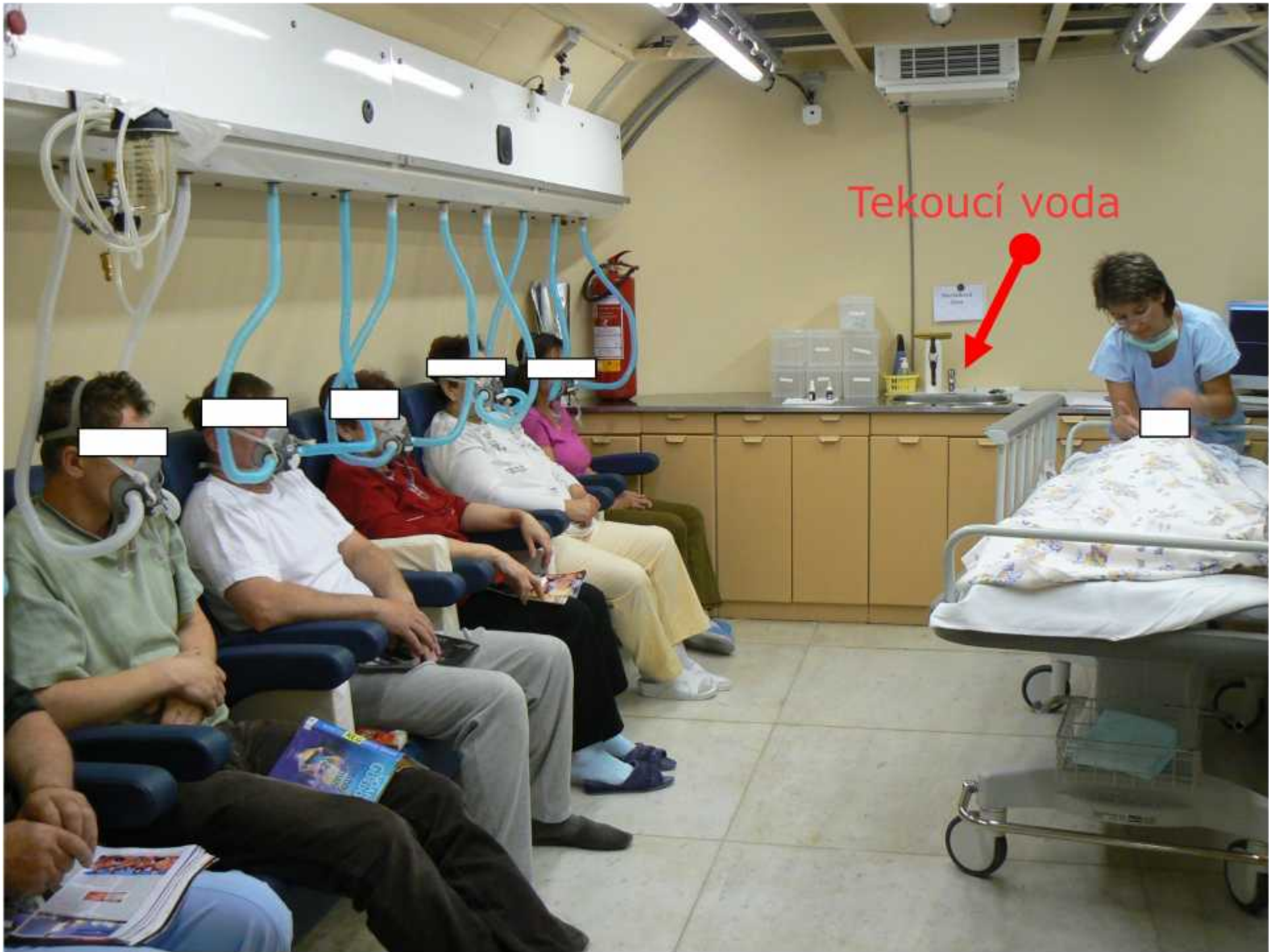
Endothelial -neutrophil interaction during ischemia and I/R injury



Vybavení - UPV,
lineární dávkovač,
odsávačka, monitor



Tekoucí voda



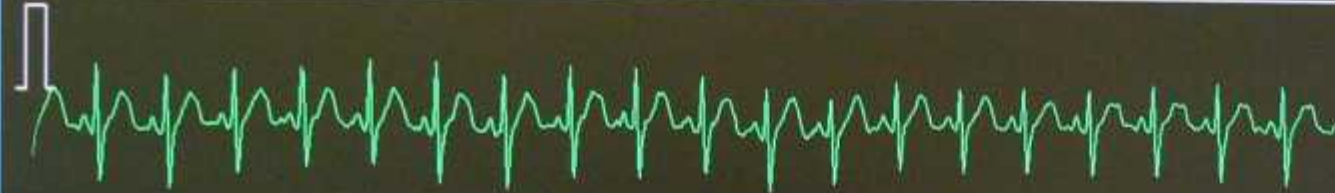
seat 1



ECG II amplification 1

128
bpm

tachycardia



ECG II amplification 1

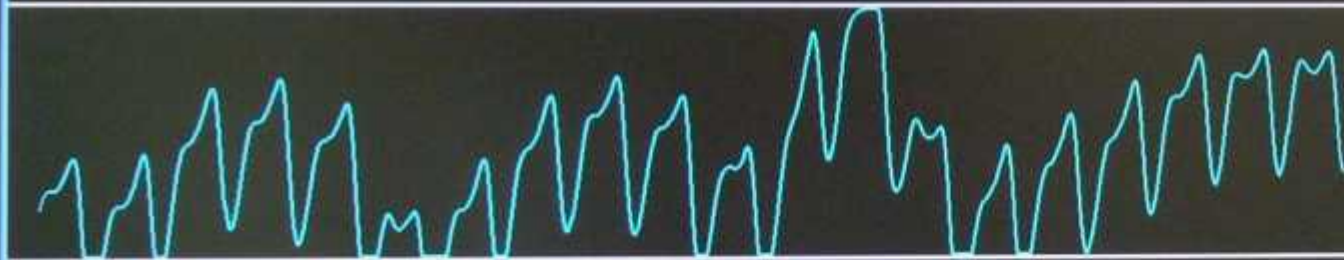
122
bpm

tachycardia

NIBP auto10

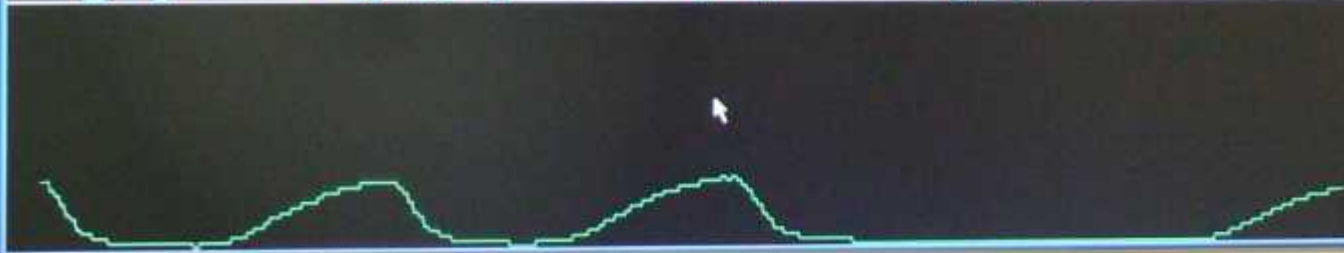
Time	SBP	DBP	MAP
7:57Uhr	140	68	(87)
8:07Uhr	142	65	(92)
8:17Uhr	159	70	(107)
8:27Uhr	150	76	(96)
8:37Uhr	132	76	(90)
8:47Uhr	122	79	(92)
Current	122	79	(92)

mmHg



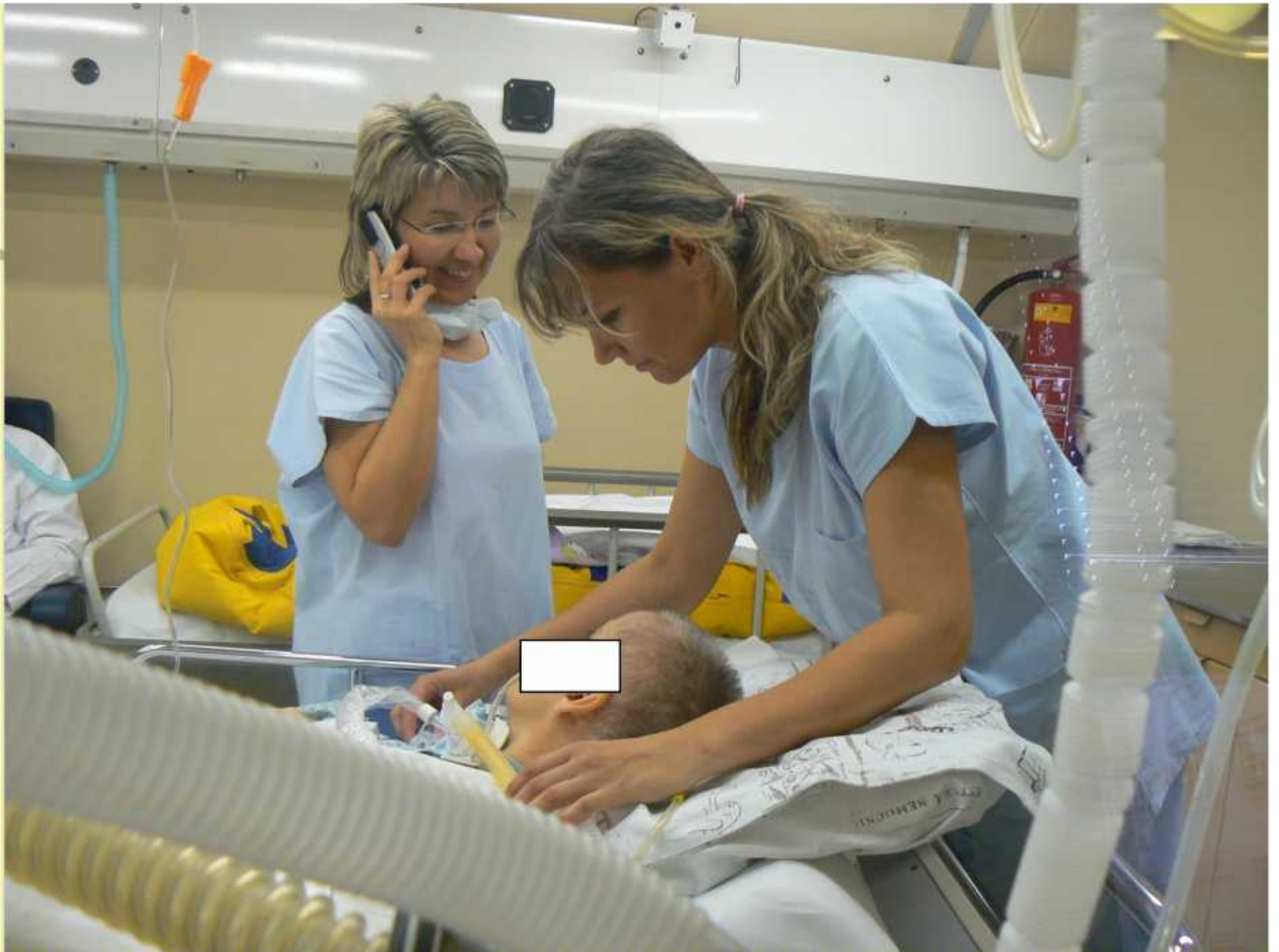
SpO2

100 **118**
% bpm



EtCO2 1,0 bar

28 **22**
mmHg / min

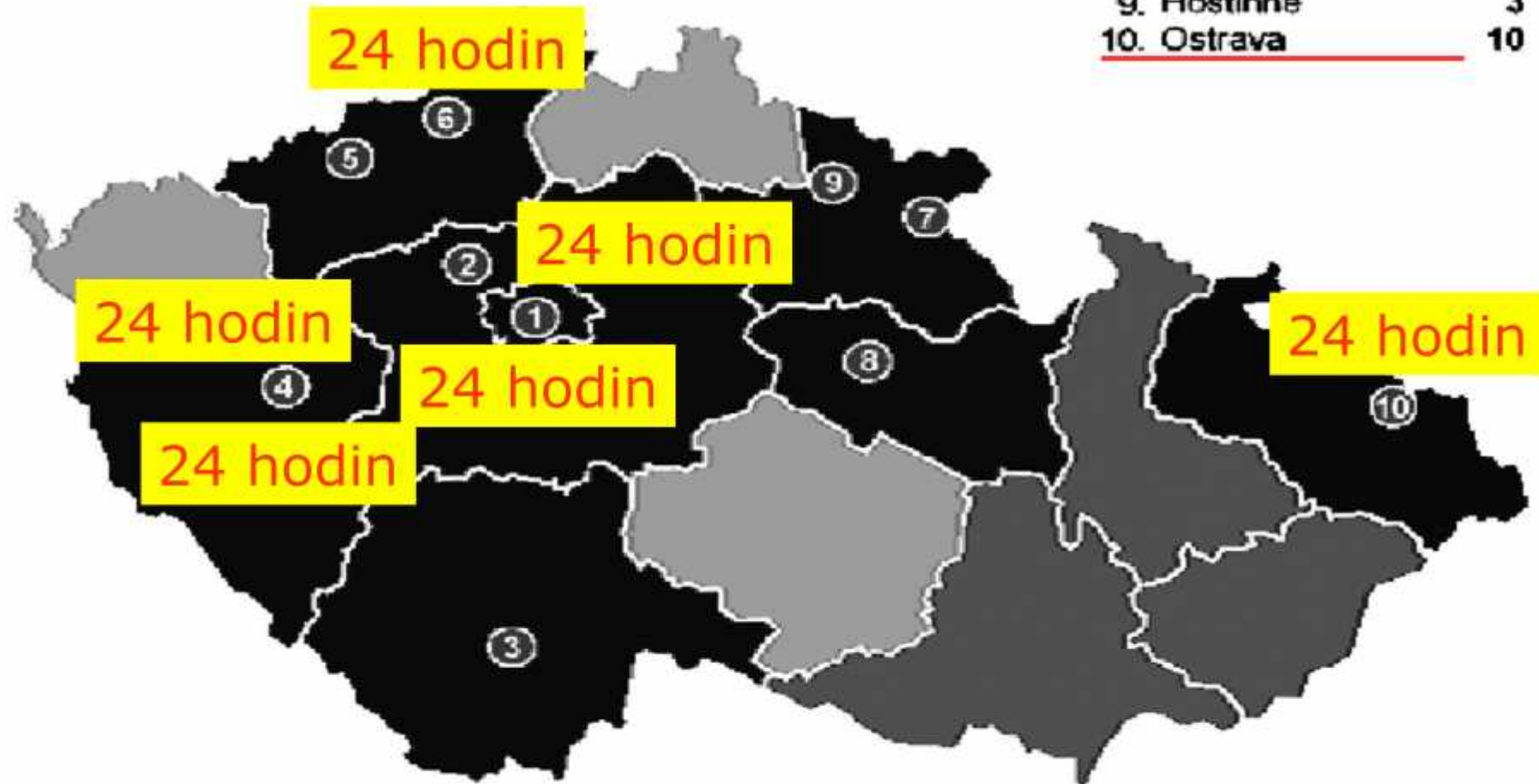




Zevní komorová drenáž

**13 center-5 vicemístných,
zbytek 1-2 místné**

1. Praha VFN	2	4. Plzeň-Bory	2
<u>Praha Na Homolce</u>	1	<u>Plzeň-Lochotín</u>	2
Praha Ústav letecké medicíny Střešovice	5	5. Most	6
2. Kladno	12	<u>6. Ústí nad Labem</u>	12
<u>3. České Budějovice</u>	2	7. Hronov	2×1
		8. Pardubice	2×1
		9. Hostinné	3
		<u>10. Ostrava</u>	10



HYPERBARICKÉ KOMORY JEDNOMÍSTNÉ



Vícemístné komory

- Tlakované vzduchem
- **EN 14931** (od 1.7.2006)

Hlavní komora
Předkomora
Podávací komůrka
Osvětlení
Komunikace
Systém dýchání O₂
Hasicí zařízení
Výdech mimo komoru
Strojovna



EBM u otravy CO-proti HBO

- **87 pts NBO kontinuálně 3 dny vs. 104 pts HBO 2,8 ATA 1xd po 3 dny, mezi nimi NBO kontinuálně**
- **Vyloučení- těhotné, děti, popáleniny**
- **UPV 18% pacientů**
- **Výsledky: PNP po 30 dnech - NBO 0% vs.4,8% HBO**
- **Komplikace léčby NBO 1% vs. 9% HBO**
- **Mortalita NBO 3% vs. 3% HBO**
- **Nesignifikantní výsledky**
- **Význam- zastavení proplácení pojišť'ovenským systémem v Austrálii**
- **Kritika- 1) léčebné protokoly jak HBO, tak NBO, které nemají v běžné praxi obdobu, HBO pouze o 7% více OTU než NBO(vysoká dávka 02), 2) interval do zahájení léčby delší než 7h(velké vzdálenosti), 3)follow-up 30 dnů a jen u 46% pacientů(54 % pacientů vypadlo ze studie), 4) 69% sebevrahů s abusem alkoholu a jiných drog !**

Scheinkestel CD, Bailey M., Myles PS, Jones K., Cooper DJ, Millar IL, Tuxen DV, Hyperbaric or normobaric oxygen for acute carbon monoxide poisoning:a randomised controlled clinical trial. Medical Journal of Australia 1999; 170:203-210. Med. J. of Australia 1999;170:203-10

EBM u otravy CO-pro HBO

- **76 pts NBO 1 ATA 150 min+ další 2 exp. vzduch 1 ATA 150 min. vs. 76 pts HBO 3/2 ATA 150 min + další 2 HBO 2ATA během 24h, interval mezi exp. 6-12h**
- **Vyloučení- moribundní, pod 16 let, zdržení léčby déle než 24h**
- **Výsledky: incidence PNP:**
- **6 týdnů NBO 46% vs. 25% HBO p=0.007**
- **6 měsíců 38% vs. 21% p=0.02**
- **12 měsíců 33% vs. 18% p=0.04**
- **Statistický odhad počtu HBO k prevenci PNP(NNT)-5**
- **Kvalitní studie s dobrými parametry**

Weaver LK, Hopkins RO, Chan KJ et al. Hyperbaric oxygen for acute carbon monoxide poisoning, N Engl J Med 2002; 347:1057-67.

Léčebná doporučení pro HBO dle 7.ECC 2004

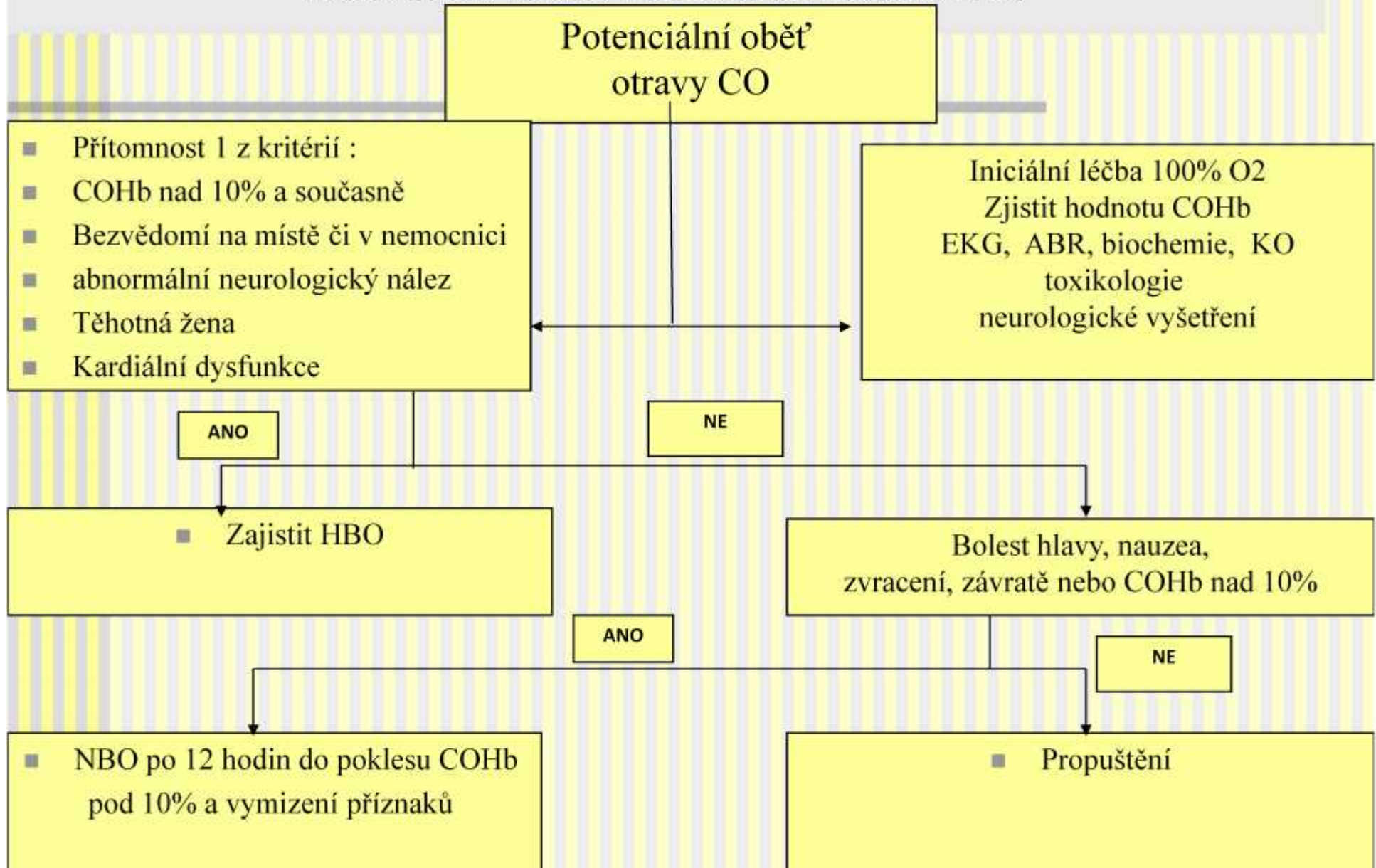
- indikováni k HBO by měli být pacienti s vyšším rizikem PNP
- **bezvědomí**
- **abnormální neurologický nález**
- **těhotenství**
- Léčebný režim:
 - 2,5-3 ATA na 90 minut
 - 1-3 sezení
 - **Podobná kritéria platí v Severní Americe**
- (COHb nad 25%, MAC, kardiální dysfunkce, vyšší věk?)

Doporučení pro léčbu otravy CO

- na základě výše uvedených kontroverzních výsledků není HBO rutinně favorizována před NBO, zůstává však vyčleněna pro otravy CO se závažnějším průběhem
- **Tímto jsou míněny** následující stavy:
 - ztráta vědomí na místě nehody či v nemocnici,
 - abnormální neurologický nález,
 - těhotná žena
 - kardiální dysfunkce
- U ostatních pacientů bez vyššího rizika PNP je možnost použít NBO po dobu 12 hodin kvalitním systémem, umožňujícím co nejvyšší FiO₂
- Je však nutné si uvědomit, že dle některých studií až 50 % pacientů správný doporučený léčebný režim NBO z nejrůznějších důvodů neobdrží (organizační, technické důvody), což může vést k závažné morbiditě a socioekonomickým dopadům.

Algoritmus užití NBO a HBO pro otravu CO

(volně podle O'Brien a Manakera, Carbon monoxide and smoke inhalation. The Intensive Care Manual.
Hanson, Lancken, Manaker, W.B. Saunders, Philadelphia, 2001)



Otrava oxidem uhelnatým

Michal Hájek, Vladimír Černý

Zdroj/citace:

Diagnostický a léčebný standard otravy oxidem uhelnatým

Odborné společnosti:

Česká společnost hyperbarické a letecké medicíny

www.cshlm.cz www.vnitrnilekarstvi.cz www.urgmed.cz

VYBRANÉ DOPORUČENÉ POSTUPY V INTENZIVNÍ MEDICÍNĚ

Vladimír Černý, Martin Matějovič, Pavel Dostál

- | | | |
|---------------------|---|------------------|
| Karel Balihar | • | Nad'a Mallátová |
| Ivo Bernat | • | Ivan Novák |
| Jakub Čech | • | Renata Pařízková |
| Jan Haber | • | Miroslav Penka |
| Michal Hájek | • | Zdeněk Ráčil |
| Ivan Herold | • | Richard Rokyta |
| Václav Chýlek | • | Andrea Stoszková |
| Aleš Kroužeký | • | Michal Šmíd |
| Roman Kula | • | Anatolij Truhlář |
| Kateřina Linhartová | • | Zdeněk Turek |



maxdorf • jessenius

Reálná situace v aplikaci HBO u otravy CO 2001-2005

Zdroj VZP ČR

- V průměru 1-4,5% všech pacientů je léčeno HBO
- PLZEŇ-MĚSTO 13,0%
- OSTRAVA 13,0%
- KROMĚŘÍŽ 12,5%
- BEROUN 11,1%
- PRAHA ZÁPAD 10,0%
- PLZEŇ-SEVER 10,0%
- FRÝDEK MÍSTEK 8,3%
- ŠUMPERK 8,3%
- VSETÍN 7,7%
- PLZEŇ-JIH 7,1%
- BRNO VENKOV 4,5%
- PRAHA HL. MĚSTO 2,9%
- BRNO MĚSTO 1,5%

HBO u otravy CO neindikovaná(nedostupná?)

zdroj VZP ČR

- BENEŠOV 0 5 0,0%
- Kladno 0 25 0,0%
- KOLÍN 0 6 0,0%
- KUTNÁ HORA 0 7 0,0%
- MĚLNÍK 0 12 0,0%
- MLADÁ BOLESLAV 0 6 0,0%
- NYMBURK 0 6 0,0%
- PRAHA VÝCHOD 0 6 0,0%
- PŘÍBRAM 0 21 0,0%
- RAKOVNÍK 0 4 0,0%
- ČESKÉ BUDĚJOVICE 0 12 0,0%
- ČESKÝ KRUMLOV 0 5 0,0%
- JINDŘICHŮV HRADEC 0 13 0,0%
- PELHŘIMOV 0 6 0,0%
- PÍSEK 0 8 0,0%
- PRACHATICE 0 2 0,0%
- STRAKONICE 0 3 0,0%
- TÁBOR 0 4 0,0%
- DOMAŽLICE 0 1 0,0%
- CHEB 0 5 0,0%
- KARLOVY VARY 0 43 0,0%
- KLATOVY 0 11 0,0%
- ROKYCANY 0 2 0,0%
- SOKOLOV 0 11 0,0%
- TACHOV 0 5 0,0%
- ČESKÁ LÍPA 0 22 0,0%
- DĚČÍN 0 3 0,0%
- CHOMUTOV 0 19 0,0%
- JABLONEC NAD NISOU 0 10 0,0%
- LIBEREC 0 35 0,0%
- LITOMĚŘICE 0 8 0,0%
- LOUNY 0 8 0,0%
- MOST 0 7 0,0%
- TEPLICE 0 19 0,0%
- ÚSTÍ NAD LABEM 0 6 0,0%
- HAVLÍČKŮV BROD 0 6 0,0%
- HRADEC KRÁLOVÉ 0 8 0,0%
- CHRUDIM 0 12 0,0%
- JIČÍN 0 8 0,0%
- NÁCHOD 0 9 0,0%
- PARDUBICE 0 22 0,0%
- RYCHNOV NAD KNĚŽNOU 0 3 0,0%
- SEMILY 0 3 0,0%
- SVITAVY 0 7 0,0%
- TRUTNOV 0 3 0,0%
- ÚSTÍ NAD ORLICÍ 0 7 0,0%
- BLANSKO 0 4 0,0%
- BŘECLAV 0 12 0,0%
- HODONÍN 0 10 0,0%
- JIHLAVA 0 4 0,0%
- PROSTĚJOV 0 1 0,0%
- TŘEBÍČ 0 10 0,0%
- UHERSKÉ HRADIŠTĚ 0 4 0,0%
- VYŠKOV 0 3 0,0%
- ZLÍN 0 9 0,0%
- ZNOJMO 0 6 0,0%
- ŽDÁR NAD SÁZAVOU 0 10 0,0%
- OPAVA 0 10 0,0%
- KARVINÁ 0 46 0,0%
- NOVÝ JIČÍN 0 6 0,0%
- OLOMOUC 0 12 0,0%
- OPAVA 0 25 0,0%
- PŘEROV 0 9 0,0%
- ŠUMPERK 0 5 0,0%

Přehled indikací v ČR 2001-2005

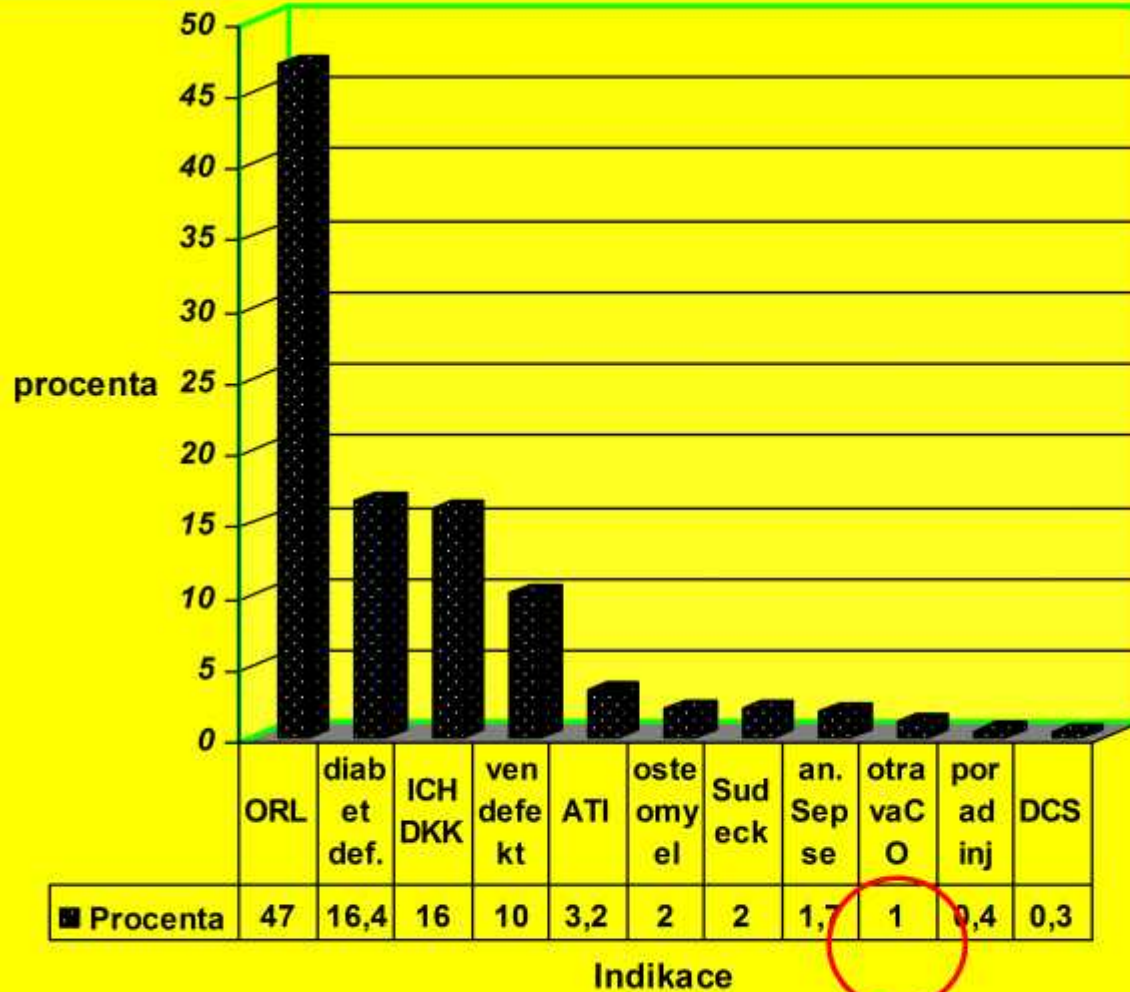
Průzkum léčebných aktivit u 10 barokomor na území ČR v letech 2001 - 2005

PARAMETRY	Praha ÚLZ	Praha VFN	Praha Homol.	Ostrava	FN Plzeň Loch.	FN Plzeň Bory	Most	Ústí n. Labem	České Bud.	Hronov
počet pacientů/rok 2005	179	135	55	402	78	198	171	375	53	83
počet expozičních/1 pacient	12	14	9	12	10	10	15	25	12	29
rok uvedení do provozu	1966	1993	1993	1965	1986	1995	2001	1995	2002	1994
počet ventilovaných za rok	0	0	18	12	1	0	0	2	0	0
otrava CO	0	0	13	26	14	16	0	0	0	0
anaerobní sepse	6	1	5	89	12	0	0	8	6	0
šokový stav	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
vzduch.embolie	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
dekompresní choroba	1	1	1	12	3	6	0	1	0	0
polytrauma	4	0	0	212	14	5	1	3	0	0
defekty žilní etiolo.	72	46	0	275	8	102	32	55	18	134
defekty u ICHDK	108	187	81	310	3	83	153	440	33	81
diabet.noha	215	119	1	222	9	35	88	310	38	165
poruchy sluchu	821	215	14	786	293	553	258	435	5	34
osteomyelitis	11	40	1	19	0	0	5	55	8	3
Sudeckův syndrom	1	0	0	43	3	5	3	78	0	1
Postradiační poškození	1	18	0	2	0	0	0	2	6	2

Průměrný počet nemocných na barokomoru jakéhokoliv typu = 173
 Průměrný počet expozičních na kúru pro jednoho nemocného = 15

69 pacientů za 5 let = 14 pacientů/rok

Srovnání indikací v ČR 2001-2005



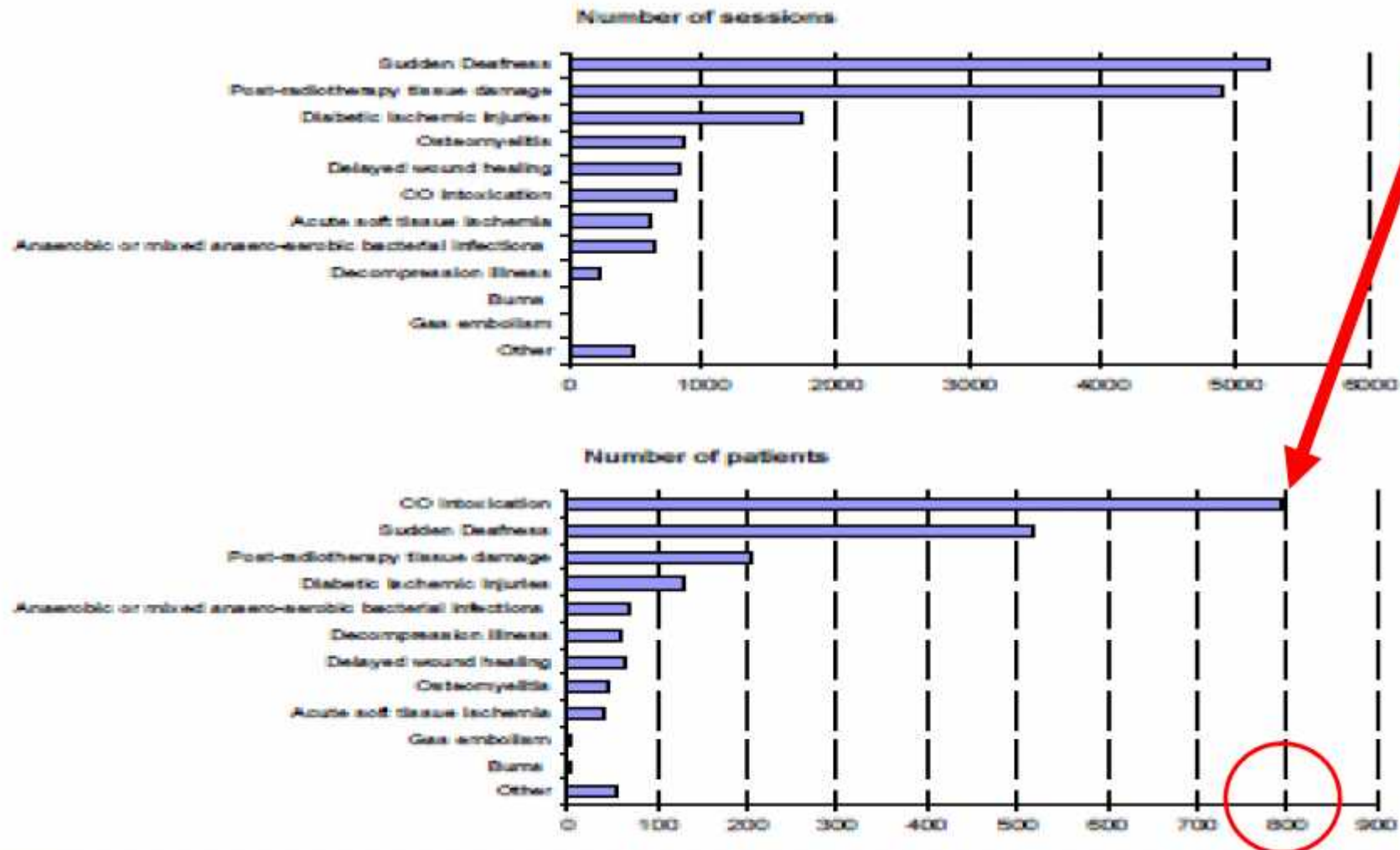
- **ORL**
- **diabet def.**
- **ICH DKK**
- **ven defekt**
- **ATI**
- **osteomyel**
- **Sudeck**
- **an. Sepse**
- **otravaCO**
- **porad inj**
- **DCS**

Dotazník diagnostiky a léčby ČR 2009

- Možnosti diagnostiky COHb, metodiky vyšetření, celkového počtu pacientů, počtu hospitalizovaných, počtu léčených metodou HBO včetně lokalizace příslušného léčebného centra
- Obesláno 108 nemocnic, vráceno 53 dotazníků, 50 zařazeno do analýzy, chybí některé významné nemocnice- FN Královské Vinohrady, FN Plzeň-Lochotín
- 17 nemocnic (34 %) nemá možnost vyšetření COHb metodou spektrofotometrie či jinou metodou, mezi nimi i nemocnice s velkou spádovou oblastí a dokonce jedna fakultní nemocnice!
- Krevní vzorky pacientů s podezřením na otravu CO jsou odesílány do laboratoře nejbližší nemocnice s dostupností tohoto vyšetření (průměrná vzdálenost do nejbližší laboratoře je 40 km, zdržení diagnostiky i definitivní léčby v řádu 1–2 h
- Některé fakultní nemocnice (FN Motol, Hradec Králové, Olomouc) naopak mají „nadstandardní“ možnosti vyšetření spektrofotometrickým přístrojem bedside – přímo u lůžka (POCT – point of care testing) na minimálně jednom oddělení
- Počet pacientů ošetřených pro otravu CO 493, z toho 201 hospitalizovaných (41%)
- 67 bylo léčeno HBO (13,5% ošetřených a 33% hospitalizovaných), 31 v Ostravě
- průměrná vzdálenost do HBO centra v ČR je 46 km!
- Hájek M., Diagnostika a léčba otravy oxidem uhelnatým. STANDARDY LÉČEBNÝCH POSTUPŮ A KVALITA VE ZDRAVOTNÍ PÉČI, Nakladatelství Verlag-Daserhofer, v tisku.

2006 Belgie- 12 center, 1980 pts, 16402 sezení-ztráta sluchu (32% všech sezení), postrad. postižení tkání (30% sezení),
intoxikace CO tvoří 40% všech pacientů

Figure 26. National use of HBOT in 2006: overview by indication (in number of patients and sessions)



AKUTNÍ MEDICÍNA DO KAPSY

na základě medicíny založené na důkazech

OTRAVA OXIDEM UHELNATÝM

Hyperbarický kyslík

Vyhnete se používání hyperbarického kyslíku, ^A není prokazatelně lepší než kyslík pod atmosférickým tlakem a může způsobit další komplikace (ušní barotrauma, toxicita, těžká klaustrofobie).

Výsledky

- Časně neurologické poruchy jsou časté, ale většinou se do měsíce upraví. ^B
- Pouze málo pacientů zemře. ^C

Prevence

- *Občanská* - zdroje CO, iniciační příznaky otravy, čemu se vyhnout, postup...
- *Životní, pracovní prostředí, ovzduší*- profesionální technický dohled- kontrola zdrojů CO-pečlivá instalace a *údržba, pravidelný servis zařízení, kotlů, komínů*
- *ochrana veřejného zdraví* - na nebezpečí otravy by mělo být upozorňováno příslušným zařízením nebo orgánem-toxikologickým centrem, zdravotním ústavem, znalost epidemiologických dat, nebezpečí, *přijetí preventivních programů*
- *v USA kampaně v TV(v angličtině a španělštině)*- prevence otravy CO, postup v případě příznaků
- *detektory výskytu CO (baterie)*- mohou zabránit až 50% případů otrav

CO Detection in ATMOSPHERE



Dräger PAC 5500
350 EUR (rechargeable)

Dräger PAC 3500
210 EUR (single use over 2 years)

Návod k prevenci otravy oxidem uhelnatým (volně podle CDC, USA)

- zajistěte kontrolu a servis topného systému, karmy a jiných systémů na tuhá, tekutá či plynná paliva oprávněnou osobou 1x ročně
- **instalujte detektor oxidu uhelnatého v domácnosti a vyměňujte baterie 2x ročně při změně letního a zimního času**
- **pokud zazní alarm detektoru, urychleně opusťte obytné prostory a zavolejte 112**
- při podezření na otravu (bolesti hlavy, závratě, nevolnost) okamžitě vyhledejte odbornou lékařskou pomoc
- nepoužívejte dieselový agregát, gril na dřevěné uhlí, kempingový vaříč nebo jiné podobné zařízení uvnitř domu
- nenechte běžet motor auta uvnitř garáže ani při otevřených vratech
- nespalujte nic v kamnech ani krbu, pokud není zajištěn odvod spalin komínem
- nevytápějte dům plynovou troubou

Rozdíly v prevenci a léčbě ve světě

		Europe		USA		Australia	
Preventive actions	Campaigns, media sufficiency	NO	NO	NO	Partial	Partial	Partial
	CO detectors extension sufficiency	NO	NO	NO	Partial	NO	Partial
	Mandatory instalment of CO detectors	YES	YES	YES	YES	NO	NO
Treatment	HBO start until 6 hrs?	YES	YES	YES	YES	YES	Unclear
	HBO start 6-24 hrs?	YES	YES	YES	YES	Unclear	Unclear
	HBO start over 24 hrs?	NO	Unclear	Unclear	Unclear	NO	NO

Minimální prevence v ČR-pouze články v médiích, bez zájmu státních orgánů

- **Dva mrtvé mohla mít na svědomí karma 20. 12. 2004**
- **Karmy přiotrávily kvůli horku v Praze pět lidí 29. 7. 2005**
- **Plyn z kotle otrávil rodinu, přežila jen dcera 3.12. 2006**
- **Matka se synem se otrávil oxidem uhelnatým 10. 2. 2007**
- **Chlapce v Klatovech zřejmě zabily zplodiny unikající z karmy 30. 10. 2008**
- **Mladíka ve vaně otrávil plyn unikající z karmy 12. 7.2008**
- **Unikající plyn z karmy zabil v Třebíči otce se synem 26. 11. 2008**
- **Brněnským nemocnicím chybí speciální komora. Otrávenou dívku vezli až do Ostravy 24.1.2009**
- **Mladé ženě v koupelně unikal oxid uhelnatý, skončila na přístrojích 21. ledna 2009**

Závěr

- Otrava CO je významný zdravotní, sociální a ekonomický problém
- stále vysoká incidence v celém světě přes pokles v minulých dvou desetiletích
- u přeživších pacientů je problémem pozdní neurologické postižení
- Je doporučeno HBO aplikovat u těžkých forem otravy CO k snížení rizika PNP
- NBO je vyčleněná pro lehčí případy s nevýraznou symptomatologií po dobu 12 hodin systémem, umožňujícím co nejvyšší FiO₂

Děkuji za pozornost!

