

# Hiperbár oxigénkezelés a toxikológiában

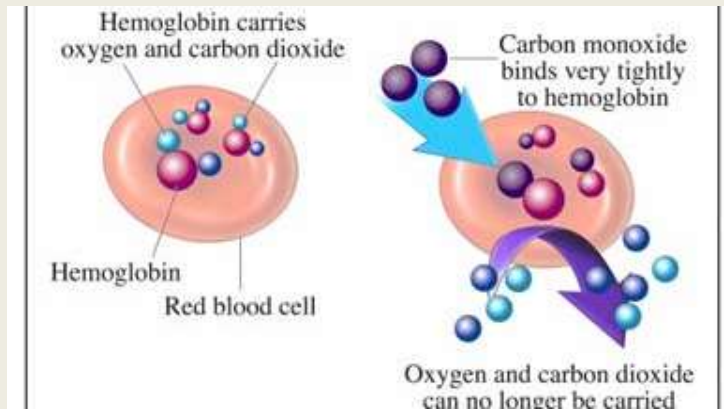
dr. Ágoston Viktor Antal  
Péterfy Sándor utcai Kórház  
Toxicológia

- *“physiological effects of carbon monoxide could be mitigated considerably by increasing the partial pressure of oxygen in the blood. “*
- *HALDANE, J. The action of carbonic oxide on man.*
- ***J. Physiol. 18: 430-462, 1895.***

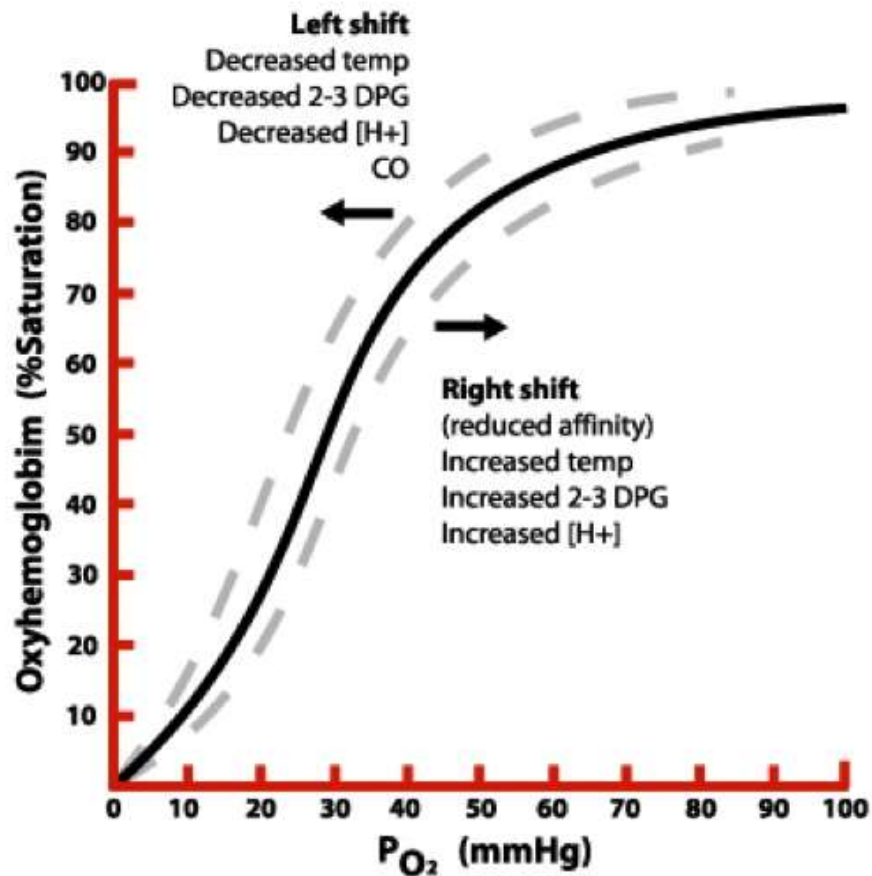
# CO intoxikáció hatásai

- Hipoxiás stressz
- Oxihemoglobin görbe balra tolódása
- Hemproteinek kötése (230x affinitás), ATP termelés csökken, celluláris metabolizmus zavara
- Mitokondrium diszfunkció
- Leukocytá aktiváció és adhézio fokozódása
- Kardiális károsodás
- Perivaszkuláris és neuronális károsodás

# CO-carboxyhemoglobin



- Stabil komplexet képez a hemoglobinnal
- A hemoglobin tetramer, 4 oxigénkötő hellyel
- A CO megkötése következtében megnő a maradék három hely oxigén affinitása
- Az oxigén nem tud leválni a tetramerről, így nem diffundál a szövetekbe (balra tolódik a disszociációs görbe)
- Hypoxiás szöveti károsodás jön létre



# CO-myoglobin

- A CO kötődik a myoglobinhoz is
- Kb. 60x affinitás
- Szívperctérfogat csökken, hipotenzió, következményes agyi ischaémia
- Késői hatások egyik tényezője: a myoglobinból felszabaduló CO kötődik a hemoglobinhoz

Delayed Neurologic Sequelae

Delayed

Demyelination

Neuronal Apoptosis

HBOT

Inflammatory Injury & Immune-mediated Injury

Anti-oxidants

Steroids

Acute

Hypoxic Injury

I/R Injury

**HYPOXIC STRESS    OXIDATIVE STRESS    LIPID PEROXIDATION    CATECHOLAMINE CRISIS**

*Target Temperature Management*

HBOT

Steroids  
Anti-oxidants

Sympatholytics

Impaired O<sub>2</sub> Delivery

CO binding to intercellular proteins

Formation of ROS/Free Radicals / Peroxynitrite

COHb Level Increase in Blood

NO Release by Endothelium and Platelet

Acute increase of Sympathetic Activities

Brain Injuries

Underlying Mechanisms

Classification

Injuries

Treatment

Pathophysiological mechanism

Risk factors

# HBO működési elve

- Atmoszférikus nyomásnál magasabb nyomás, 100% oxigén
- $PiO_2$  nő,  $PAO_2$  nő,
- $PiO_2$  nő, nő a fizikálisan oldódó  $O_2$  mennyisége a plazmában

1ATA: 0.3 ml/100 ml vér

3ATA: 6 ml/100 ml vér



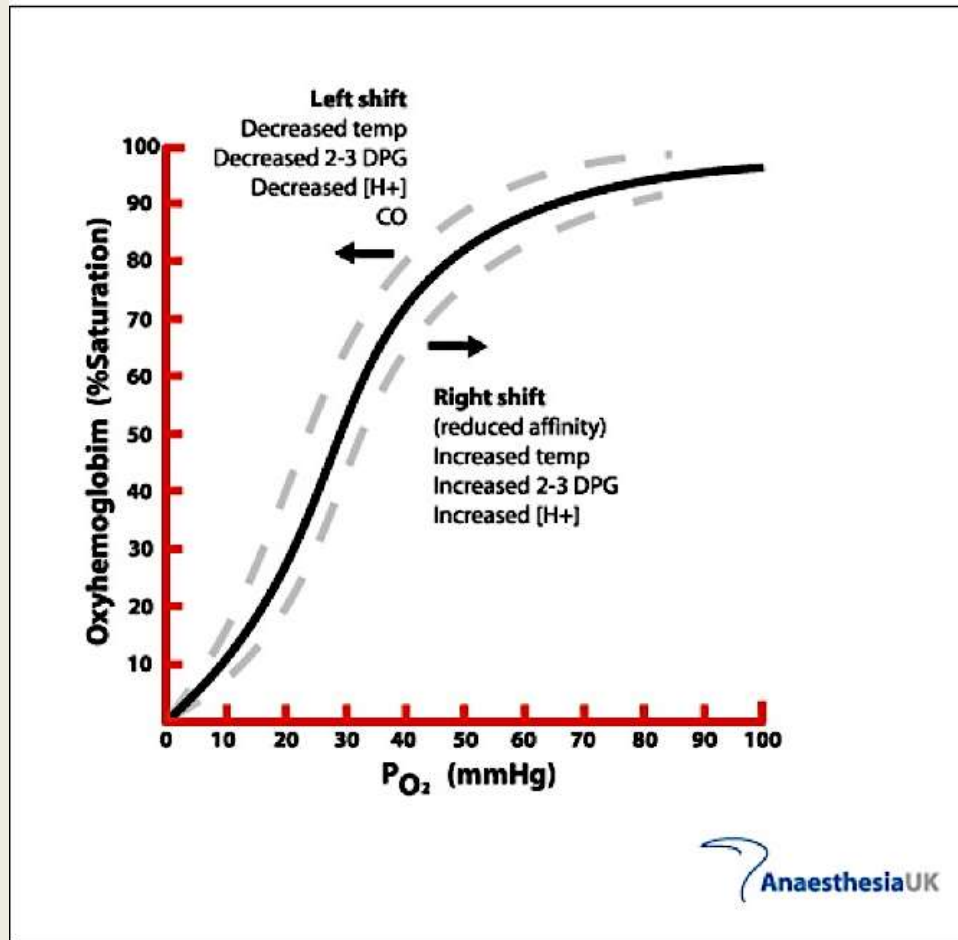
# HBO hatásai:

## Csökken a hipoxiás stressz ideje

COHb féléletideje:

- Levegőn: 5-6 óra
- Normobár 100% O<sub>2</sub>: 70-90 perc
- Hiperbár 100% O<sub>2</sub>: 25-30 perc

# HBO hatásai: oxihemoglobin telítődési görbe jobbra tolódása



Azaz HBO hatására csökken a hemoglobin O<sub>2</sub> affinitása, és könnyebben adja le azt a szövetek felé

# HBO hatásai: javul a szöveti oxigenizáció

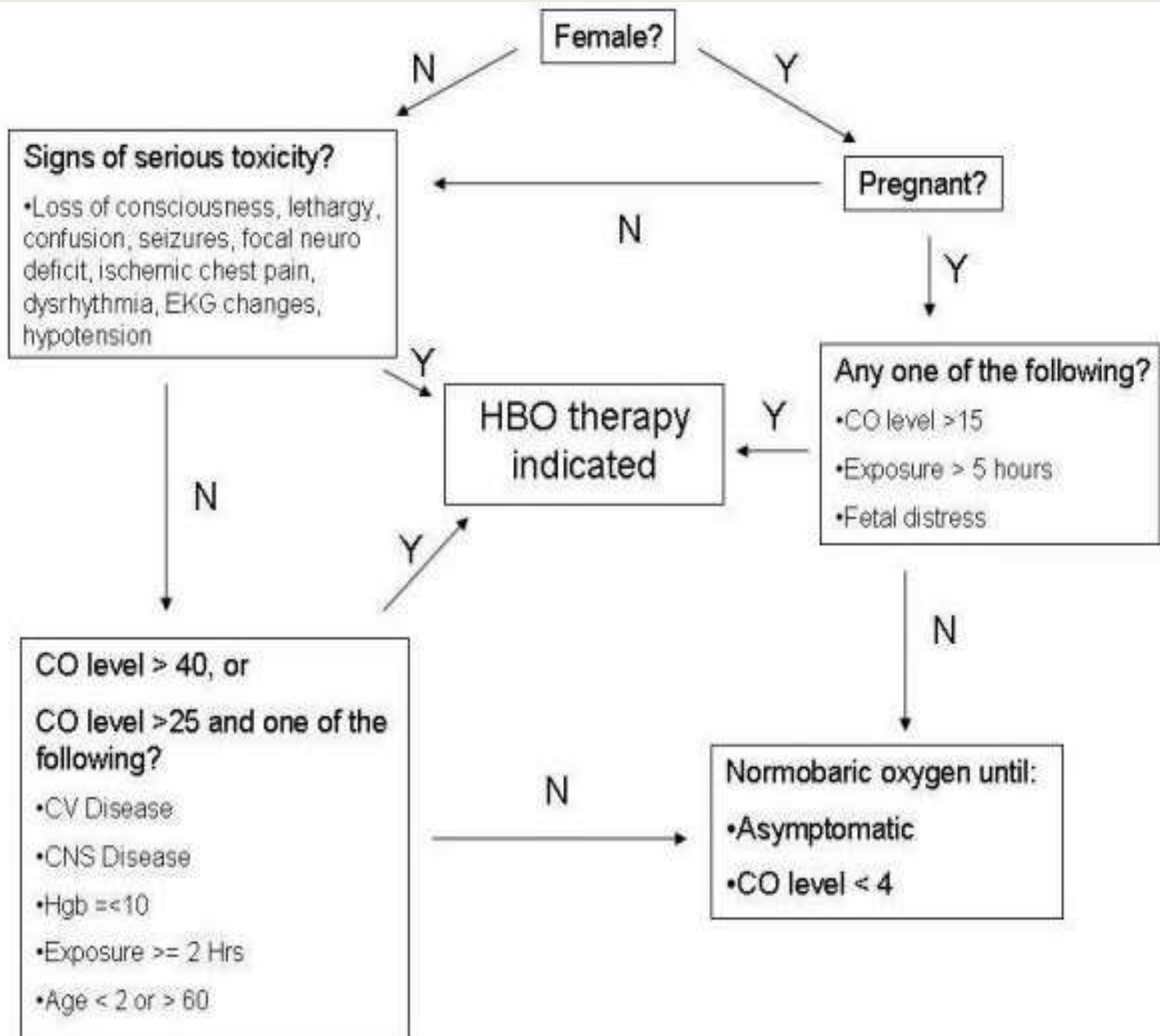
- Csökken a szöveti hipoxia
- Gátolja a lipid peroxidációt
- Csökken a leukocita adhézió a sérült területeken
- Gátolja a Myelin Basic Protein által indukált gyulladásos folyamatokat az agyban
- Csökken a nekrozis mértéke, és gátolja az apoptózis indukcióját

# HBO hatásai

- Csökken a mortalitás
- Csökken a hosszútávú neurógiiai szövődmények gyakorisága

# Ajánlások a HBO alkalmazására

- **COHb>25%**, bár a klinikai tünetek nem mindig korrelálnak a szinttel
- **Neurológiai tünetek**, eszméletvesztés
- **Kardiovaszkuláris diszfunkció**, emelkedett Troponin I, CK MB
- **Terhesség**, COHb>15%, még ha az anya tünetmentes is (a fetális COHb féléleteideje másfélszerese a felnőtteinek)



# HBO kezelés

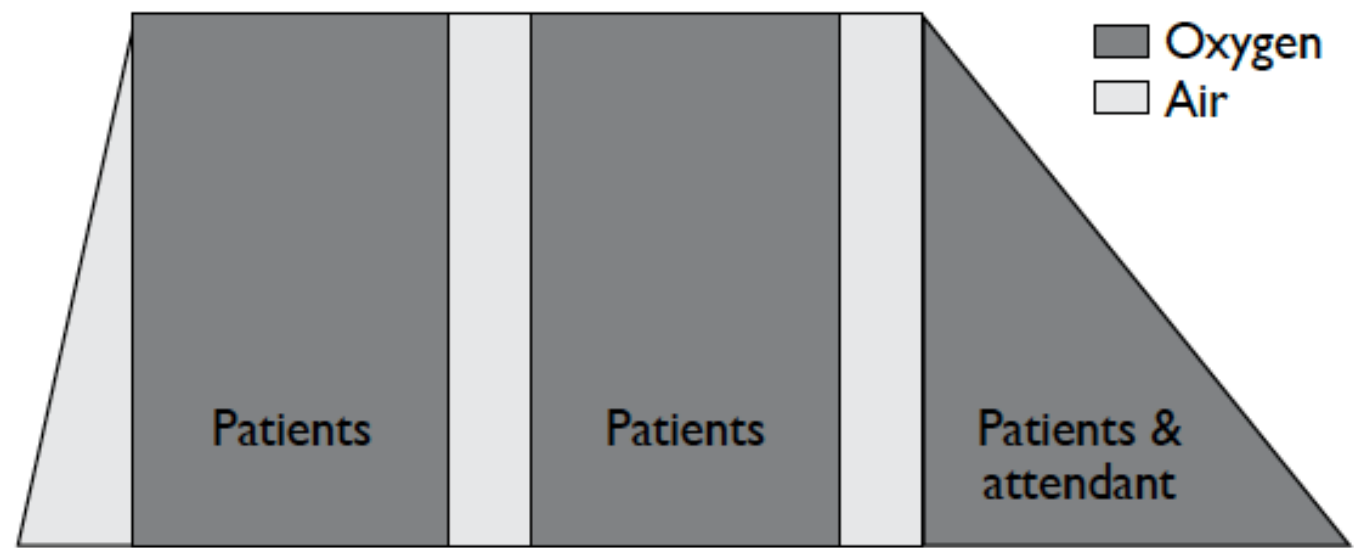
- 1992-2000 között 16000 CO mérgezettet kezeltek Észak-Amerikában HBO kezeléssel
- Ajánlott séma
  - 3 kezelés/24h
  - 2.5-3ATA abszolút nyomáson
  - A mérgezés kezdetétől számított **6 órán belül** megkezdve az első kezelést

2.8  
ATA

Pressure

1 ATA

■ Oxygen  
■ Air



5-7

25

5

25

5

30

Time (mins)



HBO előtt	HBO után
pH 7,29	pH 7.37
pO2 32 Hgmm	PO2 63 Hgmm
pCO2 32.7 Hgmm	pCO2 24,5 Hgmm
sO2 29,9%	sO2 84,8%
COHb 38%	COHb 1.9%
BE -6,9 mmol/l	BE -2.2 mmol/l
GCS E: 1 V:1 M:3	GCS E:3 V:3 M:5

Erdal Gunes et al Istanbul med J 2016;17:141-3

# Limitációk

- 6 órán belül
- transzport
- barotrauma
- drága
- nincs OEP finanszírozása

# HBO hazánkban



BAROMEDICAL

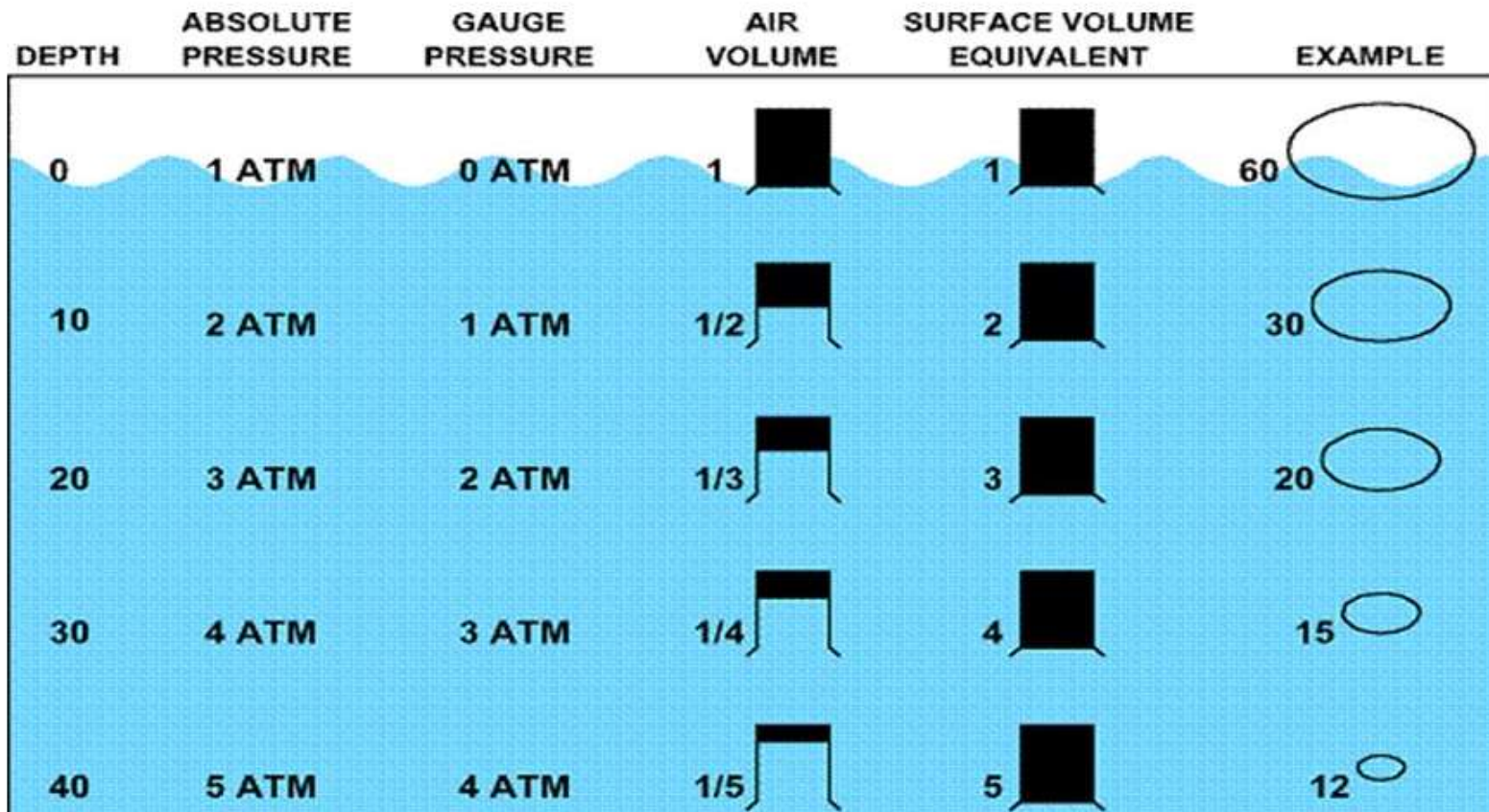


[www.baromedical.hu](http://www.baromedical.hu)

Országos Orvosi Rehabilitációs Intézet

A mérgezés nemcsak koncentráció,  
hanem **parciális nyomás** függő

# Depth, Pressure and Surface Equivalent



Surface	1 atm	.8 atm	.2 atm
33 ft	2 atm	1.6 atm	.4 atm
66 ft	3 atm	2.4 atm	.6 atm
99 ft	4 atm	3.2 atm	.8 atm
132 ft	5 atm	4 atm	1 atm
165 ft	6 atm	4.8 atm	1.2 atm
198 ft	7 atm	5.6 atm	1.4 atm
231 ft	8 atm	6.4 atm	1.6 atm

# A parciális nyomás jelentősége

- Oxigén toxicitás
- Nitrogén narkózis
- Hélium narkózis
- CO mérgezés

# CO a bűvároknál

- Kompresszor kipufogó gáz kontaminálja a légzőgázt
- A CO parciális nyomása egyenes arányban nő a környezeti nyomással
- Bűvároknál a CO mérgezés hirtelen alakul ki és rögtön súlyos formában jelentkezik
- Az CO koncentráció, ami a felszínen nem okoz tüneteket, mérgezést okoz akár 20 méteres mélységben is



# CO mérgezés nagy magasságban

ALTITUDE LEVEL	INSPIRED AIR PO2	Hb-SATURATION	EFFECTS
In feet (metre)	In mm of Hg	in %	Stages (if any)
0 (i.e.sea-level)	160	~ 97 %	NIL
Upto 10,000 (3,000)	110	~ 90 %	Usually none, +/- some nocturnal visual reduction ( of indifference)
10,000 – 15,000 (3,000 – 4,500)	98	~ 80 %	Mod. Hypoxic symptoms → Drowsiness, headaches ,Mental and muscle fatigue
15,000 – 20,000 (4,500 – 6,000)	70	< 70 %	Severe hypoxic symp → aggravated CNS involvement Seizures and muscle twitching
Above 20,000 & onwards	Further falls	below 60 %	Unconsciousness & alarming deterioration → survival impossible without supplemental O2 (critical survival altitude)



## Mount Everest

- 29,028 ft (8848m)
- P atmoszférikus = 255 Hgmm
- P O<sub>2</sub> = 53 Hgmm



Egy nem akklimatizálódott személy

- eszméletlen 45 másodpercen belül
- meghal a következő 6 percen belül

## MI AZ A MAGASHEGYI BETEGSÉG (AMS)

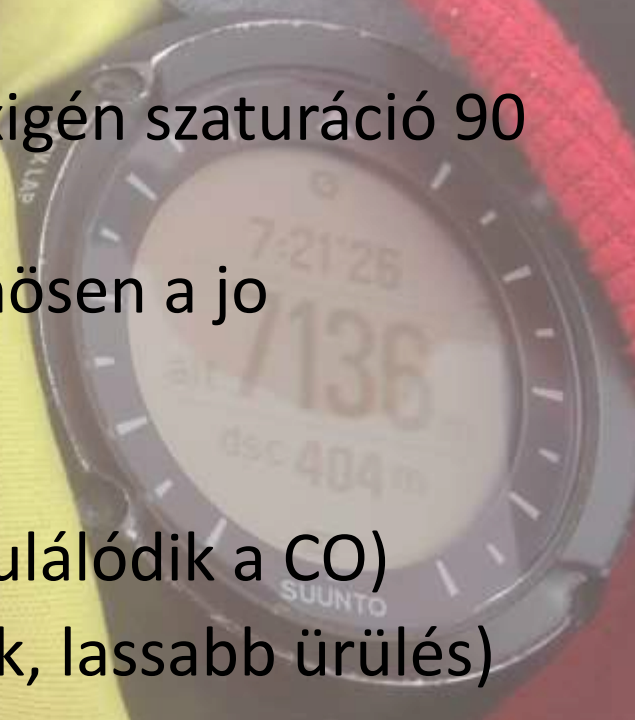
- fejfájás, dezorientáció
- általános diszkomfort
- hányinger
- hasmenés
- étvágyzavar
- szédülés
- mozgáskoordináció zavara (state trooper test)
- erőteljes légszomj a kisebb terhelésekre is
- periódikus légzés alvás közben
- alvászavar
- memóriazavar



# CO mérgezés nagy magasságban

## Rizikó faktorok

- Csökkent oxigén parciális nyomás
- Hipoxiás szervezet (4000 méteren oxigén szaturáció 90 %alatti)
- Sátorban, hóbarlangban főzés (különösen a jó szigetelésű expedíciós sátrakban)
- Hosszú expozíció
- Hiperventilláció (gyorsabban akkumulálódik a CO)
- Magasabb vvt-szám (több CO kötődik, lassabb ürülés)
- AMS szerű tünetek
- Provokálja az AMS-t



# A főzés veszélyei

- Alacsony nyomású főzés
- Az edény lángba helyezése
- Nagy átmérőjű edények
- Jeges sátorfal, gyenge szél
- Benzin főző

