

Unità di simulazione avanzata



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

IPOSSIA

ASPETTI FISIologici DEL VOLO

DOTT. FABIO BIGNAMI
(UFFICIALE MEDICO AM)



Ipossia

**Deficit di ossigeno a livello
tissutale sufficiente a determinare
un indebolimento delle funzioni e
un danneggiamento
(temporaneo o permanente)
anatomico.**

SCAMBI GASSOSI A LIVELLO POLMONARE

ARIA

$P_{O_2} = 152 \text{ mm Hg}$
 $P_{CO_2} = 0.3 \text{ mm Hg}$

$P_{O_2} = 110 \text{ mm Hg}$

$P_{CO_2} = 40 \text{ mm Hg}$

ALVEOLI

$P_{O_2} = 40 \text{ mm Hg}$
 $P_{CO_2} = 46 \text{ mm Hg}$

$P_{O_2} = 100 \text{ mm Hg}$
 $P_{CO_2} = 40 \text{ mm Hg}$

CAPILLARI
POLMONARI

ARTERIE

HEMS

FONDAZIONE
ALESSANDRO
VOLTA

CUORE
DESTRO

VENE



CUORE
SINISTRO

ALTITUDE

(x 1000 m) → 6

4.5

3

2

1.5

(x 1000 ft) → 20

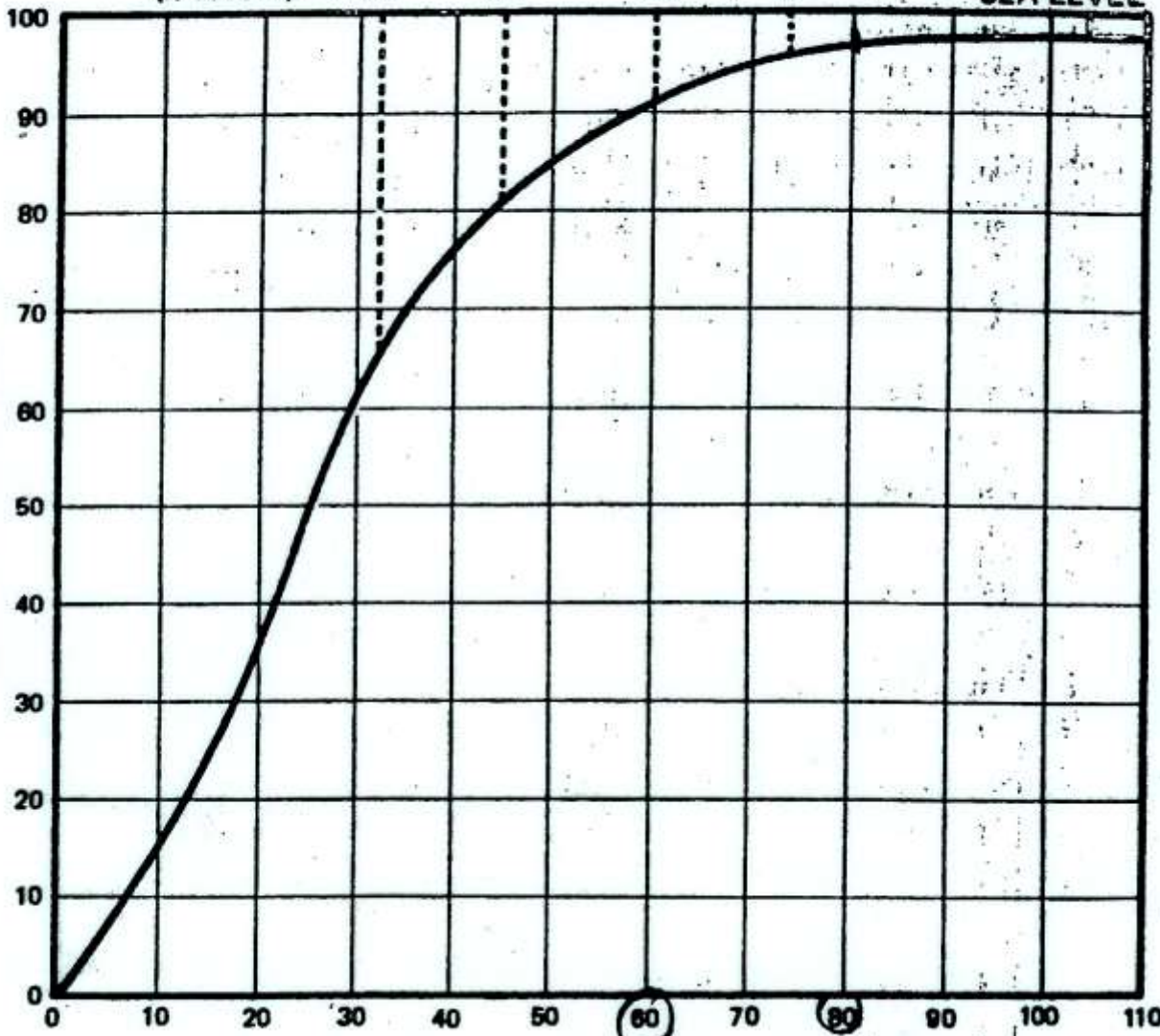
15

10

8

SEA LEVEL

PERCENTAGE SATURATION OF
HAEMOGLOBIN WITH OXYGEN



PARTIAL PRESSURE OF ALVEOLAR OXYGEN (mmHg)

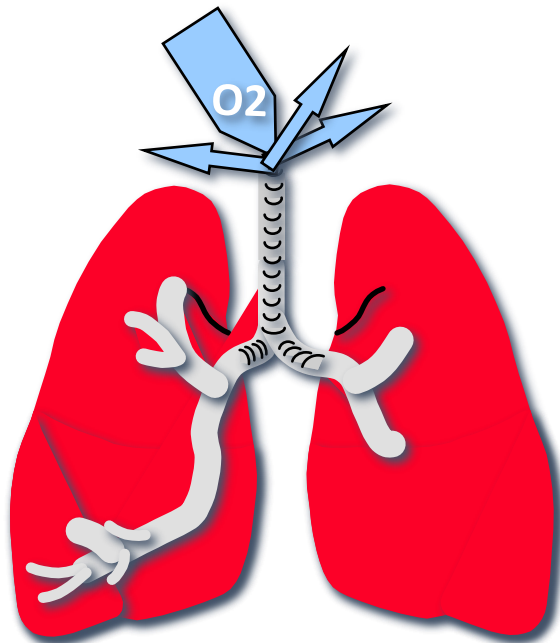
H7EMS

FONDAZIONI
ALESSANDRO
VOLTA



IPOSSIA IPOSSICA

Riduzione della tensione di O₂ nel sangue arterioso



Salita in alta quota

- **Malfunzionamento equipaggiamento**
 - **Inosservanza regole utilizzo O₂**
- **Diminuzione pressurizzazione abitacolo**

Edema polmonare

Ostruzione delle vie aeree

Paralisi dei muscoli respiratori

HEMS

FONDAZIONE
ALESSANDRO
VOLTA



ALTRI TIPI DI IPOSSIA

STAGNANTE: Da stasi a livello capillare (aumentata estrazione di ossigeno per aumentato tempo di circolo).

Tipica condizione da insufficienza cardiaca, da varici o trombosi venosa.

ANEMICA: da diminuzione della emoglobina circolante. (anemie acute e croniche)

Diminuzione funzionale dell'emoglobina

(intossicazioni da monossido di carbonio o idrogeno solforato)

ISTOTOSSICA: Da inibizione dei sistemi di utilizzazione endocellulare dell'ossigeno.

Ipossia Ipossica

(in base alla rapidità d'insorgenza)

FULMINANTE: a rapidissima insorgenza può essere causata dalla rottura del sistema di erogazione dell'ossigeno o da depressurizzazione

ACUTA: esposizione in un tempo relativamente breve da minuti (camera ipobarica) a ore/giorni (scalate alpinistiche).

Patologia da alta quota: acute mountain sickness

High altitude pulmonary edema

High altitude cerebral edema

CRONICA DISCONTINUA: interviene in soggetti che per lavoro o sport frequentemente salgono ripetutamente a quote elevate

CRONICA: causata da lunghi periodi di permanenza in alta montagna.

Patologia correlata: Malattia di Monge

Aria negli alveoli

<u>GAS</u>	<u>livello del mare</u>	<u>10.000 ft</u>	<u>25.000 ft</u>
N2	570	376	186
O2	103	65	23
CO2	40	35	27
H2O	47	47	47
Totale	760	523	283

O₂Hb SAT

98%

87%

50%



O₂ supplementare è richiesto sopra i 10.000ft



Effetti fisiologici dell'ipossia

4 STADI

Altitudine (feet)

- | | |
|---------------------|-------------------|
| • Fase Indifferente | • 0 - 10.000 |
| • Fase di Compenso | • 10.000 - 15.000 |
| • Fase di disturbo | • 15.000 - 20.000 |
| • Fase critica | • 20.000 - 23.000 |

Effetti fisiologici dell'ipossia

4 STADI

- **Fase Indifferente** ⇒ **Nessun disturbo**
- Fase di Compenso
- Fase di disturbo
- Fase critica

Effetti fisiologici dell'ipossia

4 STADI

- Fase Indifferente
- **Fase di Compenso** ⇒
 - + vent. polmonare
 - + attività cardiaca
 - + fatica
 - + irritabilità
 - cefalea
 - capacità di giudizio
- Fase di disturbo
- Fase critica

Effetti fisiologici dell'ipossia

4 STADI

- Fase Indifferente
- Fase di Compenso
- **Fase di disturbo** ⇒
 - comparsa sintomi
soggettivi
 - compromissione abilità
fisica
 - = sensi speciali
 - = processi mentali
 - = tratti della personalità
- Fase critica

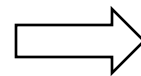


Effetti fisiologici dell'ipossia

4 STADI

- Fase Indifferente
- Fase di Compenso
- Fase di disturbo

• **Fase critica**



Perdita di coscienza

Fattori influenzanti la velocità di insorgenza dell'ipossia

- **Altitudine di cabina**
- **Rapidità di ascesa**
- **Durata di esposizione**
- **Temperatura ambientale**
- **Tolleranza individuale**
- **Attività fisica**
- **Fumo**
- **Acclimatazione**
- **Lavoro mentale**
- **Farmaci (depressori del SNC)**
- **Uso di sostanze alcoliche**



Ipossia : Sintomatologia

- Sensazione di stanchezza, di “testa leggera”, sonnolenza;
- Euforia, ilarità, pensieri ed azioni inappropriate;
- Atti respiratori più frequenti e profondi;
- Aberrazioni visive, perdita della visione periferica, offuscamenti, diminuzione della visione notturna;
- Risposte inadeguate ai comandi verbali, dimenticanze, errori di valutazione, perdita di autocritica, depressione, lentezza del pensiero;
- Pallore, cianosi, sincope “vaso-vagale”;
- Perdita di coordinazione dei movimenti, vertigini;
- Cefalea e nausea se l’esposizione è moderata e prolungata;
- Tremori alle mani e ai piedi;
- Convulsioni, spasmi muscolari, perdita di coscienza;
- Morte.

Tempo di coscienza utile

(Time of Useful Consciousness - TUC)
(Effective performance time - EPT)

E il tempo durante il quale un individuo, dal momento in cui gli viene a mancare l'apporto di O₂, rimane orientato, attivo e agisce con buona efficienza fisica e mentale.

Tempo di coscienza utile

- 43.000 ft e oltre 9 - 12 Secondi
- 40.000 ft 15 - 20 Secondi
- 35.000 ft 30 - 60 Secondi
- 30.000 ft 1 - 2 Minuti
- 28.000 ft 2,5 - 3 Minuti
- 25.000 ft 3 - 5 Minuti
- 21.000 ft 8 - 10 Minuti
- 18.000 ft 20 - 30 Minuti

Effetti durante la decompressione rapida

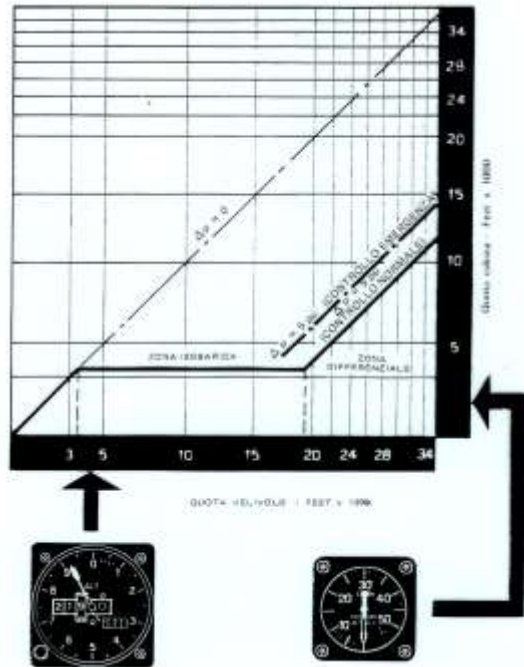
35.000 feet: TUC medio 30-60 sec.

Dopo decompressione rapida TUC 15-30 sec

TUC è ridotta di $1/3$ o $1/2$ durante la decompressione rapida

Prevenzione

**CABINA PRESSURIZZATA
INALATORI DI OSSIGENO
(possibilmente a P positiva)**





ANES

