



OVE MANCA L'ARIA

DR. FLAVIO DI LUCA

# DOVE MANCA L'ARIA



## SOTTO L'ACQUA

- L'**apnea subacquea** si svolge in acqua, quindi in un ambiente speciale, e per definizione è caratterizzata dalla totale assenza di ventilazione polmonare durante la performance.
- Non va quindi confusa con l'immersione provvista di autorespiratore.
- Le specialità dell'apnea subacquea sono molte ed abbastanza eterogenee: apnea **statica**, **dinamica**, **profonda**

**Apnea Statica:** è considerata la forma più pura di apnea subacquea. Consiste nel raggiungimento del tempo massimo di assenza respiratoria; l'allenamento specifico è costituito soprattutto da training mentale (guidato e/o autogeno), respirazione prana-yama (estrapolata dallo yoga).

**Apnea Dinamica:** come si intuisce dal termine stesso, rappresenta la disciplina di apnea subacquea che si sviluppa "in movimento". Consiste nel raggiungimento della maggior distanza possibile e misurabile in verso "orizzontale" (con pinne o a rana subacquea).

**Apnea Profonda:** che misura il raggiungimento della profondità massima misurabile per mezzo di un cavo guida (perpendicolare al fondo); a sua volta si differenzia in 3 discipline: **assetto costante, variabile, variabile no limits.**

- Controllo chimico della respirazione assicura l'adattamento della ventilazione al fabbisogno metabolico dell'organismo.
- **Chemocettori centrali:** Neuronii situati bilateralmente al di sotto della superficie ventro - laterale del bulbo sensibili alle variazioni di  $p\text{CO}_2$ .
- **Chemocettori periferici:** Glomi aortici e carotidei sensibili alle variazioni di  $p\text{O}_2$ ,  $p\text{CO}_2$  e  $\text{pH}$ .
- L'incremento di ventilazione, stimolato dalla riduzione di  $p\text{O}_2$  arteriosa, è frenato in condizioni acute, a livello centrale, dall'inibizione della ventilazione provocata dalla diminuzione di  $p\text{CO}_2$  che segue l'iperventilazione.
- Lo stimolo primario per la respirazione, durante l'immersione, è la concentrazione di anidride carbonica.

- La ventilazione è senz'altro la componente più importante nella preparazione della performance apneistica. L'atleta deve conoscere e padroneggiare a sufficienza le tecniche di respirazione pranayama (ventilazione profonda, diaframmatica e controllata) che consentono di raggiungere un livello eccellente di ossigenazione (O<sub>2</sub>) e di rilassamento psico-fisico, mentre dovrebbe ripudiare totalmente la pratica dell'iperventilazione forzata (frequente ed innaturale).
- Il prana-yama determina un rallentamento della frequenza cardiaca, un massaggio viscerale diaframmatico che favorisce la circolazione sistemica (spremitura della milza e del fegato) ed un atteggiamento mentale adeguato alla gestione della propria autonomia durante l'apnea.



- L'iperventilazione, invece, provoca una riduzione drastica della pressione parziale dell'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) del sangue, un aumento delle pulsazioni cardiache ed un senso di ebbrezza a causa dell'alcalinizzazione del sangue; tutto ciò favorisce un aumento del dispendio energetico e dell'ossigeno a riposo (riducendo anche l'autonomia dell'apnea), e **POSTICIPA** eccessivamente la percezione della "fame d'aria" e delle contrazioni respiratorie diaframmatiche" **VANIFICANDONE** l'azione di "campanello fisiologico".
- In parole povere, mentre la ventilazione prana-jama favorisce l'autonomia e la consapevolezza della propria condizione fisica, l'iperventilazione determina un'alterazione del ph ematico, induce stordimento e compromette la naturale interpretazione dei segnali fisici **AUMENTANDO LE POSSIBILITA' DI INFORTUNIO PER APNEA ECCESSIVAMENTE PROTRATTA.**

- Quando un corpo viene messo in acqua, grazie all'aumento della pressione atmosferica, si attiva il cosiddetto **“blood shift”**, anche conosciuto dagli apneisti come **“emocompensazione”**: il sangue presente alla periferia (soprattutto negli arti inferiori, e in minor misura anche negli arti superiori) viene spinto nel torace e va a sostituire il volume occupato dalla quota aerea, impedendo così l'implosione delle parti aeree del polmone a causa dell'aumento della pressione. Questo fenomeno avviene sempre ed è grazie ad esso che è possibile effettuare immersioni così profonde come quelle stabilite nei record mondiali. I medici della US Navy iniziarono gli studi riguardanti il **blood shift** alla fine degli anni '60 sull'apneista Robert Croft, e da allora si è sempre cercato di quantificare la quota di sangue che entra nel torace. Un valore esatto non è mai stato definito, ma si possono fare dei calcoli matematici per stimare quale sia una quota minima di **blood shift** necessaria per arrivare ad una certa quota, anche se nella realtà è probabilmente maggiore.



- A questo punto non possiamo dimenticarci di parlare del **diving reflex**. Questo riflesso di immersione è comune nei mammiferi e si attiva con l'immersione della faccia in acqua, in particolare, nell'uomo, grazie all'attivazione dei recettori periorali del nervo trigemino. L'acqua fredda sollecita in maggior misura le risposte riflesse. Inizialmente si ha una bradicardia importante, seguita da una massiva vasocostrizione periferica e aumento della pressione arteriosa. Queste risposte sono finalizzate a garantire la perfusione e l'apporto di ossigeno agli organi nobili, come cervello e cuore. La vasocostrizione periferica dovuta al **"diving reflex"** contribuisce, insieme all'aumento della pressione atmosferica, all'entrata di sangue nel torace responsabile del **blood shift** di cui abbiamo parlato precedentemente.



# L'ARIA NELLE BOMBOLE DA IMMERSIONE

- Le **bombole subacquee** sono i contenitori ad alta pressione che consentono a chi fa immersioni di portare con sé una **riserva di gas respirabile**. All'interno della bombola generalmente si trova **aria**, ma si è diffuso sempre di più l'utilizzo di gas puri e **miscele binarie o ternarie**.
- L'**aria** respirata naturalmente nell'atmosfera è una miscela composta dal 78% di **azoto**, il 21% di **ossigeno** e da l'1% di **altri gas**. Le bombole subacquee **non vengono caricate con ossigeno puro** perché questo ad alte pressioni diventa **tossico** e se viene superato un certo dosaggio può causare **crisi convulsive** improvvise. Per questo nell'ambito della subacquea il suo utilizzo è limitato alle profondità **inferiori ai 10 metri**.

- Per immersioni entro i **40 metri** le bombole subacquee possono essere caricate con **Nitrox**, una miscela che contiene una **percentuale di ossigeno maggiore** rispetto a quella presente nell'aria che respiriamo normalmente: in questo modo si riducono gli effetti causati dalla **narcosi da azoto** (la cosiddetta ebbrezza da alti fondali).
- Per chi vuole andare anche **oltre i 50 metri** la soluzione più diffusa è la miscela **Trinix**, che è composta, oltre che dall'ossigeno e dall'azoto, anche dall'**elio**, che è in grado di ridurre ulteriormente l'effetto narcotico dell'azoto; questo effetto viene eliminato del tutto se le bombole subacquee vengono caricate con la miscela **Eliox**, composta solo da elio e ossigeno, ma in questo caso il corpo viene esposto alla **sindrome da alta pressione**, quindi non andrebbe utilizzato se non in caso di **immersioni in saturazione**.





# L'ALTA MONTAGNA





# MAL DI MONTAGNA

DOVUTO AD UNA SCARSA TOLLERANZA ALL'IPOSSIA.  
DIVENTA EVIDENTE OLTRE I 3000 METRI E SI MANIFESTA DOPO QUALCHE  
ORA DI PERMANENZA IN QUOTA E SPESSO DURANTE LA NOTTE

- QUADRO LIEVE: INAPPETENZA  
NAUSEA  
MAL DI TESTA  
SENSO DI STORDIMENTO  
VERTIGINI  
STANCHEZZA ECCESSIVA  
INSONNIA
  
- QUADRO GRAVE: EDEMA POLMONARE  
DIFFICOLTA' RESPIRATORIE  
TACHICARDIA  
TOSSE  
OPPRESSIONE TORACICA  
GRAVE PROSTAZIONE  
EDEMA CEREBRALE  
MAL DI TESTA  
VOMITO  
DIFFICOLTA' A CAMMINARE  
PROGRESSIVO TORPORE  
COMA

- Il **"mal di montagna"** è una patologia causata dal mancato adattamento dell'organismo alle alte quote. Può assumere forma più o meno grave e, se non trattata, può essere addirittura letale.
- Va subito chiarito tuttavia, che non è tanto l'altitudine ad essere determinante, quanto invece la velocità con cui è stata raggiunta.
- E' difficile stabilire chi può sviluppare mal di montagna in quanto non esistono fattori specifici come l'età, il sesso o le condizioni fisiche , da cui dipende la suscettibilità del singolo soggetto.
- La principale causa del mal di montagna è **l'andare troppo in alto troppo rapidamente.**

- La percentuale di ossigeno nell'aria al livello del mare è di circa il 21%, e la pressione atmosferica è di circa 760 mm. Hg.
- Aumentando l'altezza, la percentuale di ossigeno nell'aria rimane la stessa, ma diminuisce il numero di molecole di questo gas introdotte con ogni atto respiratorio: a 3600 mt la pressione atmosferica scende intorno ai 480mmHg, e quindi ci sarà circa il 40% in meno di ossigeno nell'aria inspirata con ogni atto respiratorio, così che il corpo deve adattarsi all'abbassamento del grado di ossigenazione del sangue.
- In aggiunta, la diminuzione della pressione atmosferica favorisce il rilascio di liquidi negli spazi extracircolatori, soprattutto a livello polmonare e cerebrale, dove può verificarsi un accumulo di tali liquidi.

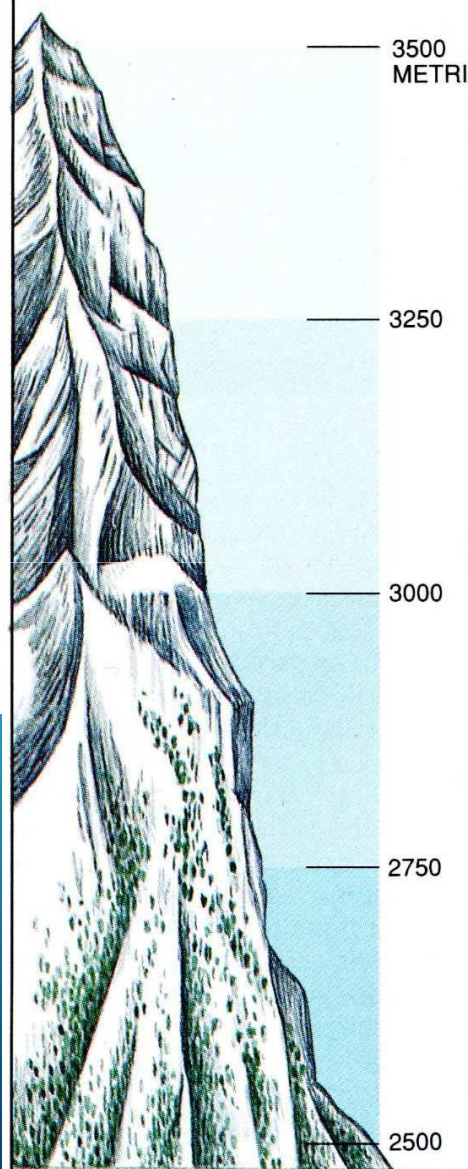
- Il processo che permette all'organismo di poter funzionare correttamente a minori livelli di ossigenazione ematica viene definito **“adattamento”**, ed abitualmente impiega da uno a tre giorni per avvenire ( per es.se dopo aver raggiunto i 3000 mt si passa qualche giorno a quell'altezza, il corpo si adatterà a quell'altezza, ma se poi si sale a 5000 mt, sarà necessario un ulteriore adattamento).
- In condizioni di diminuzione dei livelli di ossigeno circolante avvengono le seguenti modificazioni corporee: **aumento della profondità degli atti respiratori il midollo osseo produce più globuli rossi per permettere un miglior trasporto di ossigeno aumenta la pressione nella rete capillare polmonare, così che il sangue arriva anche in zone del polmone normalmente non utilizzate a livello del mare viene prodotta una maggiore quantità di un enzima che aiuta il rilascio di ossigeno ai tessuti.**



# PORTATORI NEPALESI (SHERPA – SHERPANI)



## La distribuzione delle patologie da alta quota



3500 METRI  
Il mal di montagna cronico colpisce gli individui che perdono la tolleranza all'alta quota o che non riescono ad acclimatarsi. È caratterizzato da affaticamento e dolori toracici oltre che da un aumento del numero dei globuli rossi e, talvolta, da collasso cardiocircolatorio. Il mal di montagna cronico può essere alleviato scendendo a livello del mare.

3250

L'edema cerebrale da alta quota può manifestarsi verso i 2750 metri, ma è molto più comune a quote superiori ai 3000 metri. Caratterizzato da confusione mentale, allucinazioni e incedere barcollante, l'edema cerebrale spesso si presenta nel giro di 36 ore dall'arrivo ad alta quota.

3000

L'edema polmonare da alta quota può verificarsi al di sopra dei 2750 metri, anche se può talvolta manifestarsi a un'altitudine minore. I sintomi, fra cui difficoltà di respirazione, forte tosse, espettorato striato di sangue, dolori al capo, letargia e lieve febbre, si manifestano di solito dopo 36-72 ore di permanenza ad alta quota.

2750

Il mal di montagna acuto colpisce il 15-17 per cento di coloro che raggiungono o superano troppo rapidamente i 2500 metri. È caratterizzato da dolori al capo, affaticamento, difficoltà di respirazione, disturbi del sonno e talvolta nausea. È raro che richieda altri trattamenti oltre al ritorno a quote più basse.

2500



- Molti soggetti, ad altezze di circa 3000 mt, sperimentano durante il sonno un ritmo respiratorio particolare, detto di **Cheyne –Stokes**, che inizia con qualche respiro superficiale che poi aumenta progressivamente di profondità fino ad un singulto, a cui segue qualche secondo di apnea, dopo la quale comincia nuovamente il ciclo con respiri superficiali.
- Durante l'apnea il soggetto può perdere i sensi o, viceversa, svegliarsi di soprassalto con la sensazione di soffocamento, e questo porta ad una eccessiva stanchezza dello scalatore.
- Questo tipo di respiro non è necessariamente patologico a determinate altezze, **ma l'uso dell'acetazolamide è utile alla risoluzione del problema.**

- Il test diagnostico migliore per evidenziare una **AMS** moderata è quello di far camminare il soggetto su una linea dritta (simile al test di sobrietà): se la persona non riesce, sicuramente è necessario farle iniziare la discesa, prima che non riesca più a camminare da sola.
- Il soggetto non riesce più a camminare con il gruppo, e, a questo livello, la situazione migliora solo con la **somministrazione di farmaci o con la discesa**, che determina un iniziale miglioramento dopo essere scesi di circa 300 mt, e 24 ore dopo essere rimasti a quell'altezza la situazione migliora decisamente.

- Non raggiungere le notevoli altitudini in macchina o in aereo: fermarsi sotto i 3000 mt ed iniziare la salita a piedi se siete obbligati ad arrivare in macchina od in aereo sopra i 3000 mt, non salite ulteriormente nelle prime 24 ore andando sopra i 3000 mt, non salite più di 300 mt al giorno, e fermatevi almeno 24 ore ogni 900 mt raggiunti, per permettere al vostro corpo di adattarsi “salire in alto e dormire in basso”! Non salire ulteriormente fino alla loro scomparsa se un sintomo peggiora, scendere giù il più presto possibile ricordare che ogni organismo si adatta in modo diverso: prima di continuare la salita, assicurarsi che ogni persona del gruppo sia ben adattata bere sempre molto (almeno 4-6 lt al giorno) per evitare la disidratazione da perdita di liquidi circolanti non esagerare mai con gli sforzi fisici, soprattutto se è la prima volta che si va a certe altezze, ma una modica attività fisica è sempre meglio del dormire, perché durante il sonno diminuisce la frequenza respiratoria evitare alcol, tabacco o altre sostanze sedative che diminuiscono ulteriormente la frequenza respiratoria durante il sonno seguire un'alimentazione ipercalorica finché ci si trova molto in alto ricordare sempre che l'adattamento è ostacolato dagli sforzi fisici eccessivi, dall'alcol e dalla disidratazione.

## • PREVENZIONE FARMACOLOGICA

- **Acetazolamide** (Diamox): è il farmaco più testato ed usato nella prevenzione e nella terapia del mal di montagna: non copre, come i cortisonici, i sintomi, ma rappresenta un vero trattamento causale.
- Sembra che agisca aumentando l'escrezione renale di bicarbonati, rendendo quindi il sangue più acido (acidosi metabolica), il che stimola la respirazione, che è la chiave dell'adattamento.
- Per la profilassi si utilizzano dai **125 ai 250 mg due volte al di**, iniziando due o tre giorni prima e continuando per tre giorni dopo aver raggiunto la massima altitudine.

- Le uniche terapie efficaci per il mal di montagna sono l'adattamento o la discesa.
- Il trattamento farmacologico con **acetazolamide o desametasone** è efficace per ridurre i sintomi, ma va sempre ricordato che ridurre i sintomi non equivale a curare la malattia, e può anzi peggiorare il problema mascherandone altri sintomi.
- Altri farmaci utilizzati sono **l'ibuprofene (600 mg tre volte al di)** per alleviare la cefalea, **(20 mg di nifedipina lento rilascio tre- quattro volte al di)** per diminuire la pressione arteriosa polmonare (ma attenzione all'abbassamento di pressione arteriosa), **la furosemide (120 mg al di)** per aiutare il drenaggio di liquido dai polmoni (ma attenzione alla disidratazione), e **l'ossigeno gassoso**. Un capitolo a parte va fatto per la recente introduzione della **camera iperbarica portatile (Gamow bag)** nell'attrezzatura di soccorso alpino.



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

