



Immersione profonda

(da Wikipedia)

immersione profonda:

è una immersione subacquea praticata ad una profondità compresa tra i 25-30 e i 40 metri, per quanto riguarda l'ambito delle immersioni sportive.

Lo stesso tipo di definizione viene applicato, anche se con minor frequenza, nell'ambito delle immersioni tecniche (oltre i 60 metri di profondità) e per le immersioni supportate dalla superficie (oltre i 100 metri).

Problematiche:

Vi sono alcuni problemi derivanti dalla maggiore profondità da affrontare nel caso di immersioni profonde.

Inerenti all'attrezzatura:

Temperatura inferiore dell'acqua

Man mano che si scende in profondità la luce solare riesce a scaldare sempre meno l'acqua; se in superficie l'acqua ha la temperatura sopportabile è però plausibile pensare che a 30-40 metri di profondità sia invece ben più bassa, con l'effetto di provocare una maggiore dispersione termica.

La muta subacquea, i calzari e i guanti rivestono quindi una grande importanza, e devono essere adatti per il tipo d'immersione.

Una muta umida di pochi millimetri di spessore non è più indicata, e bisognerà quindi orientarsi verso mute semistagne (spesse anche 7 millimetri) corredate di sottomuta o, ancora, verso una muta stagna. Lo stesso vale per calzari e guanti.

Minore spinta positiva

La maggior pressione dell'acqua causa una diminuzione del volume della muta subacquea comprimendo il tessuto di cui questa è composta (in particolare nel caso del neoprene).

Questo porta a dover compensare a questa minor spinta positiva tramite GAV adeguati, con un maggior volume.

Per lo stesso motivo la pesata della zavorra andrà valutata correttamente, in modo da non esser troppo pesanti per la risalita.

Inerenti alla programmazione:

Elevato consumo di gas

Il consumo di gas è proporzionale alla pressione; ad esempio a 50 metri il consumo è di 6 volte superiore a quello in superficie, come diretta conseguenza della legge di Boyle-Mariotte che obbliga a respirare aria alla pressione ambientale.

Bisogna quindi programmare con particolare cura l'immersione, tenendo conto dei consumi in modo scrupoloso.

Tappe di decompressione

Vi è la necessità di effettuare tappe di decompressione, per via della legge di Henry: un subacqueo a 6 metri di profondità può rimanere immerso per molte ore, fino a 325 minuti in curva di sicurezza (riserve d'aria permettendo), senza avere la necessità di fermarsi per la decompressione.

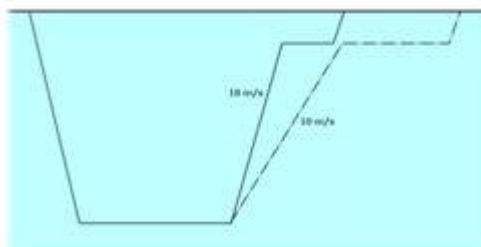
A profondità di oltre 40 metri un sub ha solo pochi minuti a disposizione (10 al massimo senza estensioni della sosta prudenziale) per rimanere alla massima profondità prima di dover effettuare necessariamente delle tappe di decompressione.

Questo avviene anche a quote inferiori, a seconda del tempo di permanenza in pressione che aumenta l'assorbimento di gas: è ad esempio necessaria una sosta di 15 minuti a 3 metri nel caso di una permanenza di 40 minuti a 30 metri.

In caso di emergenza quindi il sub non può risalire immediatamente in superficie senza rischiare un malessere da decompressione.

Bisogna anche in questo caso programmare accuratamente l'immersione e preparare riserve d'aria adeguate alle fermate previste prima di poter risalire in sicurezza. La soluzione è quella di portare con sé più gas respirabile, in modo da poter effettuare le tappe di decompressione in sicurezza.

Velocità di risalita e programmazione:



La differente velocità di risalita rispetto a quella teorica delle tabelle porta a modifiche sostanziali nella programmazione.

Le tabelle della United States Navy, ma anche le altre disponibili, sono state realizzate tenendo conto di una velocità di risalita di 18 m/minuto, diversa da quella oggi consigliata di 10 m/minuto.

Questo porta a dover calcolare attentamente il tempo di permanenza alla massima profondità e, soprattutto, la durata delle tappe di decompressione, per via del differente assorbimento dei gas causato dalla maggior permanenza a quote profonde.

Si può ovviare a questo problema:

- diminuendo il tempo di permanenza alla massima profondità in misura pari alla penalizzazione;
- calcolando il tempo di permanenza alla massima profondità aggiungendo anche quello impiegato per la discesa;
- aumentando la durata della sosta di decompressione in misura pari alla penalizzazione.

In particolare, con una velocità di risalita di 10 m/s, lo scarto con le tabelle si assume pari a 30 secondi ogni 10 metri di profondità.

Per convenzione l'arrotondamento verrà sempre fatto per eccesso all'intero superiore (ad esempio a 30 metri, invece di 1 minuto e mezzo, la penalizzazione sarà di 2 minuti).

Inerenti alla miscela respiratoria:

Rischio di narcosi da azoto

Aumentando la profondità si rischia di incappare nella narcosi da azoto. Per questo motivo è consigliato limitare le immersioni con aria a 40 metri di profondità massima e a scendere lentamente in profondità (pare infatti che la velocità di discesa eccessiva oltre i 30 metri sia una delle cause scatenanti la narcosi).

Maggior sforzo respiratorio

Il gas compresso è più denso man mano che la profondità aumenta, e di conseguenza è necessario un maggior sforzo respiratorio per poter respirare, che potrebbe portare all'affanno e a consumi d'aria maggiori.

Tossicità dell'ossigeno

A pressione parziale maggior di 1,6 bar l'ossigeno risulta tossico per l'organismo, perlomeno nel caso di immersioni prolungate.

La legge delle pressioni parziali obbliga quindi a calcolare con cura quanto ossigeno sarà contenuto nella miscela respiratoria, e ad utilizzare una differente miscela (ad esempio trimix) che riduca sia il rischio di narcosi che di tossicità dell'ossigeno.

Rischio di deriva

Se la decompressione avviene in corrente c'è la possibilità che il subacqueo vada alla deriva, allontanandosi così dalla barca d'appoggio o dalla riva. Va quindi fornita, da parte della barca, una piattaforma sommersa (detta *trapezio*) o una cima a cui il subacqueo possa aggrapparsi durante la decompressione.

Note:

Legge delle pressioni parziali:

In fisica e in chimica, la **legge delle pressioni parziali di Dalton** è la legge che afferma che:

“La pressione totale esercitata da una miscela ideale di gas ideali è uguale alla somma delle pressioni parziali che sarebbero esercitate dai gas se fossero presenti da soli in un eguale volume”.

La **pressione parziale** p_i di un componente di una miscela di gas è la pressione che questo avrebbe qualora occupasse, da solo, il volume a disposizione dell'intera miscela.

Più precisamente, la pressione P di una miscela di n gas può essere definita come la somma

$$P = p_1 + p_2 + \dots + p_n$$

dove p_1, p_2, p_n rappresentano la pressione parziale di ogni componente.

Questo significa che ogni gas in una miscela ideale agisce come se l'altro gas non fosse presente e pertanto le pressioni di ciascun gas possono essere semplicemente sommate.

Si presume che i gas non reagiscano od interagiscano mediante forze intermolecolari (Van Der Waals, London) l'uno con l'altro.

La legge di Dalton prende il nome dal chimico John Dalton, che la formulò nel 1801.

Esempi

Pressione atmosferica

I componenti principali dell'aria sono:

- azoto (nella percentuale molare del 78%)
- ossigeno (nella percentuale molare del 20,96%)
- anidride carbonica (nella percentuale molare dello 0,03%)
- argon (nella percentuale molare dello 0,8%)
- Altri gas (nella percentuale molare dello 0,21%)

Secondo la legge di Dalton, la somma delle corrispondenti pressioni parziali deve essere uguale alla pressione atmosferica (1 atm = 101,3 kPa) e infatti:

- azoto: 79,014 kPa
- ossigeno: 21,232 kPa
- anidride carbonica: 0,0304 kPa
- argon: 0,8104 kPa
- altri gas: 0,2127 kPa

Totale (aria): 101,3 kPa

Gas ideali

La legge di Dalton può essere estesa nei gas ideali alla seguente relazione:

$$P = \frac{RT}{V} \sum n_i$$

dove:

- P : pressione totale

- R : costante dei gas
- T : temperatura assoluta (in kelvin o K)
- V : volume del contenitore
- n_1, n_2, \dots, n_i : moli di ciascun gas

In tal senso è possibile calcolare la pressione totale anche con variazioni di temperatura e volume. Considerando tuttavia che:

$$P = \sum p_i$$

dove

$$p_i = n_i \frac{RT}{V}$$

e sapendo che la frazione molare x_i è il rapporto tra le moli n_i del gas e la somma delle moli di ciascun gas, ossia:

$$x_i = \frac{n_i}{\sum n_i}$$

ne deriva che la pressione parziale di ciascun componente è uguale alla pressione totale per la propria frazione molare:

$$p_i = n_i \frac{P}{\sum n_i} = x_i P$$

Immersioni subacquee:

La legge di Dalton ed i principi su esposti sono di fondamentale importanza nell'attività subacquea.

Infatti la quantità di gas (principalmente azoto e ossigeno) disciolti nel sangue è proporzionale alla pressione atmosferica.

Ciò significa che all'aumentare della pressione aumenta anche la quantità dei gas disciolti nel sangue. Quindi se ipoteticamente alla pressione di 1 atm (a livello del mare) è presente un litro di azoto disciolto nel sangue, a 10 atm saranno presenti 10 litri di azoto disciolti nel sangue.

La camera iperbarica emula un ambiente come quello dei fondali marini, soggetto a pressione e simulando una "risalita" (cioè diminuendo costantemente la pressione) facilita il riequilibrio tra i gas disciolti e la pressione esterna.

Tossicità dell'ossigeno:

La **tossicità dell'ossigeno** sul corpo umano, i cui sintomi emergono in caso di **iperossiemia**, è stata studiata a lungo dalla medicina iperbarica per via delle sue implicazioni sulle immersioni subacquee, specie ad alta profondità o con miscele respiratorie arricchite in ossigeno, e sulle terapie iperbariche.

Storia (Paul Bert)



Il primo a descrivere una tossicità dell'ossigeno fu nel 1878 il fisiologo francese Paul Bert.

Egli dimostrò infatti che l'ossigeno ad alte concentrazioni era tossico per molte forme di vita.

La tossicità CNS viene anche chiamata "effetto Paul Bert".

Iperossiemia:

L'iperossiemia è letteralmente una concentrazione eccessiva di ossigeno nel sangue. Un'esposizione prolungata all'ossigeno ad alte pressioni parziali è tossica, e può provocare, a seconda della pressione e del tempo di esposizione, conseguenze a livello polmonare e neurologico.

Tossicità CNS:

È detta "tossicità CNS" la tossicità dell'ossigeno sul sistema nervoso centrale (*Central Nervous System*).

Gli effetti neurologici possono comprendere convulsioni, cecità e coma.

Di solito non si presenta a meno che la pressione parziale dell'ossigeno non si avvicini o superi 1,6 bar. Tuttavia questo tipo di tossicità può essere molto insidiosa per un operatore subacqueo per via delle improvvise convulsioni che scatena e che sott'acqua possono portare alla perdita dell'erogatore.

Tossicità polmonare:

Gli effetti polmonari includono perdita di capacità e danni ai tessuti.

Questo tipo di tossicità però emerge solo nelle lunghe esposizioni che superano 1 bar di pressione parziale di ossigeno.

Ad esempio oltre 240 minuti a 1,3 bar o 320 minuti a 1,1 bar di ppO₂.

Tollerabilità:

L'organismo tollera abbastanza bene per tempi di esposizione non lunghi l'ossigeno a pressioni parziali fino 1,6 bar ed è per questo che le didattiche subacquee indicano valori simili come limite di esposizione massimo consigliato.

Tuttavia è stato dimostrato che esistono grandi differenze nella tolleranza individuale all'ossigeno iperbarico. Inoltre si è osservato che alcuni fattori, primo fra tutti l'accumulo di anidride carbonica (sforzi o malfunzionamenti del rebreather), ma anche farmaci a base di efedrina / pseudo-efedrine (alcuni decongestionanti) e altri fattori non ancora chiariti, possono aumentare la sensibilità all'ossigeno e favorire l'insorgenza di sintomi.