

L'OSSIGENAZIONE NORMOBARICA: MISURA IMMEDIATA IN CASO DI INCIDENTE DI DECOMPRESSIONE

J. Wendling

Resp. Commission Scientifique SSMSH -

ARCHIVIO RUOCCO

INTRODUZIONE

Il trattamento degli incidenti subacquei con l'ausilio della camera di ricompressione è una pratica ormai nota anche ai non subacquei. I subacquei adeguatamente aggiornati conoscono anche l'importanza dell'ossigeno normobarico come misura immediata di pronto intervento. Le attrezzature per la somministrazione di ossigeno normobarico non sempre sono tecnicamente adeguate alle necessità e pertanto nella maggioranza dei casi si provvede al più sollecito trasporto alla camera iperbarica commettendo l'errore di non provvedere nel frattempo ad una adeguata ossigenazione dell'infortunato. Ciò è un errore, ed è quanto voglio dimostrarvi presentandovi nel contempo mezzi tecnici di somministrazione dell'ossigeno iperbarico adeguati alle esigenze del subacqueo infortunato e che possono essere impiegati sul luogo stesso dell'incidente.

PERCHÈ L'OSSIGENO È PIÙ IMPORTANTE DELLA RICOMPRESSIONE

I sintomi della malattia da bolle gassose, sia la malattia di decompressione (MDD) o sia l'embolia gassosa, sono provocati da piccole bolle, per la maggior parte situate nella circolazione del sangue che vanno a finire nelle arterie terminali degli organi occludendole. I tessuti retrostanti quindi, diventano ischemici a causa del deficit di trasporto. In seguito a ciò il tessuto non è più in grado di mantenere le sue funzioni biologiche, provocando dopo un tempo di latenza, la sofferenza e la morte cellulare. È dunque chiaro che l'obiettivo di ogni terapia deve essere l'eliminazione più immediata possibile di queste bolle, evitando così la morte cellulare prima della scadenza del tempo di latenza. La maggior parte degli organi però non sono direttamente minacciati dalla necrosi ischemica. Infatti numerosi vasi sanguigni collaterali garantiscono il rifornimento d'ossigeno indispensabile al metabolismo cellulare. Altri organi però, soprattutto il cervello e il midollo spinale, non sono muniti d'un tale sistema di vasi collaterali e il rifornimento d'ossigeno ha luogo solo mediante così dette arterie terminali. È quindi evidente che in tal caso la formazione di bolle gassose rappresenta un grave pericolo.

Le bolle invece, situate nel tessuto stesso, in parte perfino al di fuori dei vasi sanguigni, provocano sintomi differenti a quelli sopra menzionati. Infatti a causa dell'effetto di compressione che provoca irritazioni alle parti terminali dei nervi, si manifestano dolori. Questi sintomi, detti "bends", sono ben noti ai subacquei e diagnosticati spesso prima di quelli neurologici.

Trattamenti in camere iperbariche pressurizzate ad aria si realizzano già da quasi cent'anni e sin dall'inizio

si osservavano gli effetti immediati e convincenti della ricompressione per la terapia dei "bends". Anche le MDD gravi vennero trattate con le sedute di ricompressione in saturazione di durata di più giorni. Da circa dieci anni tuttavia, si riconosce, che la sola ricompressione riducendo la bolla, non porta al successo terapeutico definitivo e che altri fattori sono decisivi per un buon risultato.

LA FINESTRA D'OSSIGENO

La frazione di N₂ dell'aria ambiente nella camera iperbarica pressurizzata ad aria ammonta a 80% della pressione totale, pertanto il sangue periferico, in equilibrio con l'aria, è pure saturato all'80%. Il volume delle bolle invece, è quasi al 100% di N₂, poiché le frazioni di O₂ sono subito disciolte a causa della bassa pressione parziale dell'O₂ nel tessuto.

La frazione di O₂ nell'aria ambiente (20%) respiratoria crea una differenza di pressione parziale tra l'azoto contenuto nelle bolle (100%) e quello disciolto nei tessuti circostanti (80%). È questo rappresenta la cosiddetta "finestra d'ossigeno" che facilita la dissoluzione dell'azoto nel sangue attraverso la superficie della bolla. Ciò comporta una progressiva riduzione del volume della bolla fintantoché raggiunge un diametro critico al di sotto del quale le forze della tensione superficiale fanno sì che la bolla scompaia del tutto. Riassumendo si può dunque dire che più la frazione di azoto nell'aria respiratoria è piccola, ovvero quella dell'O₂ è più grande, più questo meccanismo è efficace.

OSSIGENAZIONE DEL PLASMA

La pressione parziale dell'O₂ aumenta, aumentando la pressione totale nella camera iperbarica. Per esempio a 40 m di profondità la pressione parziale è 5 volte più alta di quella atmosferica. La saturazione dell'emoglobina è comunque al massimo del 95% sia in condizioni normobariche che iperbariche. Con la respirazione di O₂ al 100%; anche in condizioni normobariche una ulteriore, anche se modesta quantità di O₂ si discioglie nel plasma. Questa modesta quantità però; in certi casi, può avere una importanza vitale per il tessuto ipossico soprattutto in caso di ridotta perfusione.

IL FATTORE TEMPO

a) Un'interruzione improvvisa del trasporto di ossigeno nel tessuto provoca dapprima un'inattività cellulare, seguita, dopo un certo tempo di sofferenza, dalla morte. Questo corso di devitalizzazione del tessuto può essere frenato, iniziando al più presto possibile la terapia dell'ossigenazione e ristabilendo così le funzioni biologiche.

b) Mancando questa ossigenazione precoce, sulla superficie delle bolle gassose si forma in poco tempo una barriera di depositi organici, dovuti all'attività del sistema di coagulazione. Di conseguenza, già 2 ore dopo l'inizio dei sintomi, la diffusione comincia a diminuire e dopo circa sei ore una dissoluzione delle bolle non sarà più probabile.

Una terapia adeguata impone quindi il seguente protocollo:

- iniziare la terapia al più presto possibile, e cioè nelle prime due ore dalla comparsa dei sintomi
- massima pressione parziale dell'ossigeno inspirato
- minima pressione parziale dell'azoto inspirato

Ciò dimostra che la terapia con ricompressione ad aria, effettuata fino a pochi anni fa, ha un'efficacia moderata e che indubbiamente un'immediata ricompressione con ossigeno puro (OTI), a una pressione di 2-3 ATA per alcune ore, rappresenta la terapia adeguata. Su questi principi infatti si basa il protocollo terapeutico della US-Navy ("Tavola 6") e dei nostri centri svizzeri ed italiani. L'esperienza mostra che il tempo tra incidente ed inizio effettivo della terapia in camera iperbarica ammonta da 3 a 10 ore. E' dunque importante usare questo spazio di tempo con un'immediata somministrazione di ossigeno puro (non iperbarico), il quale rappresenta una terapia efficace in attesa dell'ossigenoterapia iperbarica. I criteri tempo ed eliminazione dell'azoto sono ottimamente realizzati, mentre per l'ossigenazione del tessuto la pressione parziale dell'ossigeno è aumentata di 5 volte in condizioni normobariche in paragone a 15 volte in quelle iperbariche. Evidentemente, in questo caso la compressione delle bolle, effetto poco importante, non ha luogo.

COME E' POSSIBILE REALIZZARE LA RESPIRAZIONE CON OSSIGENO PURO?

Necessita un sistema autonomo atto ad offrire il 100% d'O₂ per la respirazione da 2 a 6 ore. L'apparecchio in questione deve avere misure minime, adeguate per un'attrezzatura da sub e deve avere un prezzo d'acquisto ragionevole. Oggi sono a disposizione le seguenti soluzioni tecniche:

- a) Maschera con flusso continuo d'ossigeno
- b) Maschera compatta con sacco-serbatoio secondo un sistema aperto
- c) Sistema "on demand" come per esempio l'erogatore sub
- d) Sistema semiaperto con sacco per lo scarico espiratorio
- e) Sistema chiuso con filtro assorbente per il CO₂

La maschera con flusso continuo d'ossigeno, il sistema più propagato nelle ambulanze, ha lo svantaggio di offrire solo il 40% d'O₂, perchè durante l'inspirazione, l'aria ha la tendenza ad entrare tra maschera e viso. Questo sistema è dunque da sconsigliare per il trattamento di incidenti sub. Tutti gli altri sistemi menzionati hanno la capacità di offrire 100% d'O₂, nonostante le diverse quantità di consumo d'O₂. I sistemi b) e c) necessitano di 10-15 l/minuto, vale a dire ca. 600-900 l/ora. Il siste-

ma d) è molto più economico, ma assai più difficile da applicare e deve restare nelle mani di medici esperti in anestesia o rianimazione.

Nel sistema a circuito chiuso (e) necessita solo la quantità di O₂ consumato dal corpo ed è dunque indipendente dal volume respiratorio al minuto. Il consumo è di 0,5-1 l/per minuto, vale a dire di 30-60 l/ora. Una bombola di O₂ di 2 litri di volume e 3 Km di peso, contiene 400 l di O₂ compresso e basterebbe per soli 30 minuti con gli apparecchi b) e c), mentre con quello e) fino a 6 ore.

Riassumendo si può dire che tutte le soluzioni tecniche proposte all'infuori della maschera con flusso continuo (a), adempiono ai criteri tecnici e medicali qui richiesti. Nella pratica poi, si dovrà decidere quale sistema soddisfa i propri bisogni.

CONCLUSIONI

Sia le conoscenze del principio su cui basa questa terapia, come pure le analisi dei risultati ottenuti dai trattamenti, confermano univocamente l'uso immediato dell'O₂ puro, quale gas respiratorio usato il più presto possibile dopo la comparsa dei sintomi. Se ciò non è possibile in una camera iperbarica, la somministrazione d'ossigeno deve essere effettuata in condizioni normobariche mediante un apposito apparecchio, ininterrottamente durante il trasporto.

L'analisi delle soluzioni tecniche offerte attualmente sul mercato, mostrano chiaramente che i criteri pretesi non sono affatto soddisfatti. Per questa ragione abbiamo sviluppato un nuovo sistema a circuito chiuso.

