



# **“La camera iperbarica e l’ossigeno-terapia nel SUEm 118”**

di

**\*Dott. Pavone Michele**

**\*Laurea in Infermieristica – Infermiere Esperto SSUEm 118 – MSA - SANITA'SERVICE srl /ASL/FG – Specialista in ( Master Universitario di I° livello) Management e funzioni di Coordinamento delle professioni sanitarie – Esperto in Gestione del Rischio Clinico nelle Strutture Sanitarie .**

## INDICE

<b>1</b>	<b>COS'È L'OSSIGENOTERAPIA IPERBARICA</b> .....	<b>3</b>
1.1	CENNI STORICI.....	4
<b>2</b>	<b>L'IMPIANTO IPERBARICO</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>IL TECNICO IPERBARICO</b> .....	<b>6</b>
3.1	ESECUZIONE DELLA TERAPIA IPERBARICA.....	8
<b>4</b>	<b>COME AVVIENE UN TRATTAMENTO</b> .....	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>QUALI SONO GLI EFFETTI DELL'OSSIGENO IPERBARICO ALLE DOSI TERAPEUTICHE</b> .....	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>INDICAZIONI</b> .....	<b>10</b>
6.1	INDICAZIONI URGENTI O PER LE QUALI L'IMPIEGO DELL'OTI È DETERMINANTE.....	10
6.2	INDICAZIONI NON URGENTI PER LE QUALI L'IMPIEGO DELL'OTI È CONSIGLIATO A FIANCO DI ALTRE TERAPIE.....	11
<b>7</b>	<b>CONTROINDICAZIONI</b> .....	<b>12</b>
7.1	CONTROINDICAZIONI ASSOLUTE.....	12
7.2	CONTROINDICAZIONI RELATIVE .....	12
<b>8</b>	<b>L'IMMERSIONE SIMULATA IN CAMERA IPERBARICA</b> .....	<b>13</b>
<b>9</b>	<b>PRIMO SOCCORSO ED ASSISTENZA PER LE EMERGENZE SUBACQUEE. IL PROTOCOLLO DAN</b> .....	<b>15</b>

## 1 Cos'è l'Ossigenoterapia Iperbarica

L'Ossigenoterapia iperbarica (OTI) consiste nella somministrazione di ossigeno puro in ambienti ermeticamente chiusi (camere iperbariche) entro cui, con l'introduzione di aria dall'esterno, si porta la pressione interna a valori superiori rispetto alla pressione atmosferica (1 ATA). In tal modo si ottiene che una maggior quantità di O<sub>2</sub> sia trasportata nel sangue e venga spinta dai capillari alle cellule con più facilità, grazie alla maggior pressione alla quale viene a trovarsi nei capillari stessi.

I principi su cui si basa questa terapia derivano da leggi fisiche dei gas che regolano l'assorbimento e la diffusione tissutale (Dalton, Henry), da principi di fisiologia e dalla conoscenza della farmacologia dell'ossigeno. La somministrazione di ossigeno, soprattutto in condizioni iperbariche, viene effettuata con schemi terapeutici caratteristici per ogni terapia, sufficienti a riattivare processi metabolici depressi senza indurre effetti collaterali da iperdosaggio.

La pressione parziale dell'O<sub>2</sub> alveolare di un individuo che respiri aria ambiente (1 ATA) è di poco superiore a 100 mmHg e può raggiungere, durante la respirazione di O<sub>2</sub> iperbarico a 2.2-2.8 ATA (pressione equivalente ad una profondità di 12-18 metri), i valori di 1500 - 2200 mmHg. Corrispondentemente, a livello ematico i valori dell'O<sub>2</sub> fisicamente disciolto si innalzano da 0.32 ml.% cc. di sangue (in aria a pressione ambiente) a 4 - 6 ml.% circa. Tale quantità di ossigeno è sufficiente a soddisfare le richieste metaboliche cellulari indipendentemente dal contenuto di ossigeno legato all'emoglobina, che si eleva in condizioni ossiperbariche solo da 19.5 a 20.1 cc.%.

L'OTI, se correttamente eseguita, può essere determinante per risolvere patologie acute, migliorandone la prognosi sia per quanto riguarda la sopravvivenza che l'entità dei postumi. L'OTI, riattivando i processi metabolici deficitari, può portare alcune malattie croniche a guarigione o ad evidente miglioramento. Tuttavia, non va vista come l'ultimo rimedio "eroico" quando le condizioni del paziente sono ormai quasi o del tutto compromesse, ma va utilizzata ogni volta che esista un rationale terapeutico. L'OTI mostra le caratteristiche di un farmaco dotato di alto coefficiente terapeutico; richiede, pertanto, adeguati dosaggi, controllo della

risposta, prevenzione di evitabili effetti collaterali. Per queste ragioni va praticata da specialisti con specifica preparazione professionale.

### **1.1 Cenni storici**

La medicina iperbarica è presente nella letteratura medica fin dal 1664. Bisogna però giungere ai lavori di Prestey e Lavoisier alla fine del diciottesimo secolo ed a quello di Paul Bert alla fine del diciannovesimo secolo per poter conoscere gli effetti dell'ossigeno iperbarico e le basi fisiologiche dell'iperbarismo.

Datano al 1830 le prime applicazioni cliniche documentate dell'aria compressa (i "bagni di aria compressa") in Francia e in Italia, ed agli studi di Paul Bert e di Haldane le prime applicazioni della ricompressione terapeutica in aria per la "malattia dei cassoni".

Solo intorno alla prima metà del ventesimo secolo però, in concomitanza con lo sviluppo delle attività subacquee ed in conseguenza a queste, si può assistere ad una differenziazione fra le applicazioni terapeutiche della pressione di per sé e quelle dell'ossigeno respirato in una camera iperbarica a pressione superiore a quella atmosferica.

Infatti, la terapia iperbarica in aria, tipicamente applicata alle forme di malattia da decompressione, si evolve e si rivolge ad altre applicazioni. Nasce così la "ossigenoterapia iperbarica" (O.T.I.) applicata prima a forme di Malattia da Decompressione poi a patologie diverse da quelle di origine disbarica come l'embolia gassosa iatrogena, l'intossicazione da ossido di carbonio, la gangrena gassosa.

Dal 1950 ad oggi sono stati pubblicati migliaia di articoli sulla O.T.I. nella letteratura mondiale. La maggioranza di questi lavori ne ha confermato l'utilità ed ha portato all'attuale consapevolezza che l'ossigenazione iperbarica è una terapia riconducibile a precisi criteri farmacologici e fisiopatologici.

## 2 L'impianto iperbarico

Le camere iperbariche sono dunque utilizzate sia per la cura delle patologie connesse all'attività subacquea (malattia da decompressione ed embolia gassosa arteriosa), sia per il trattamento di specifiche patologie (ulcere, intossicazioni da monossido di carbonio, sindromi da schiacciamento, osteomieliti ecc...).

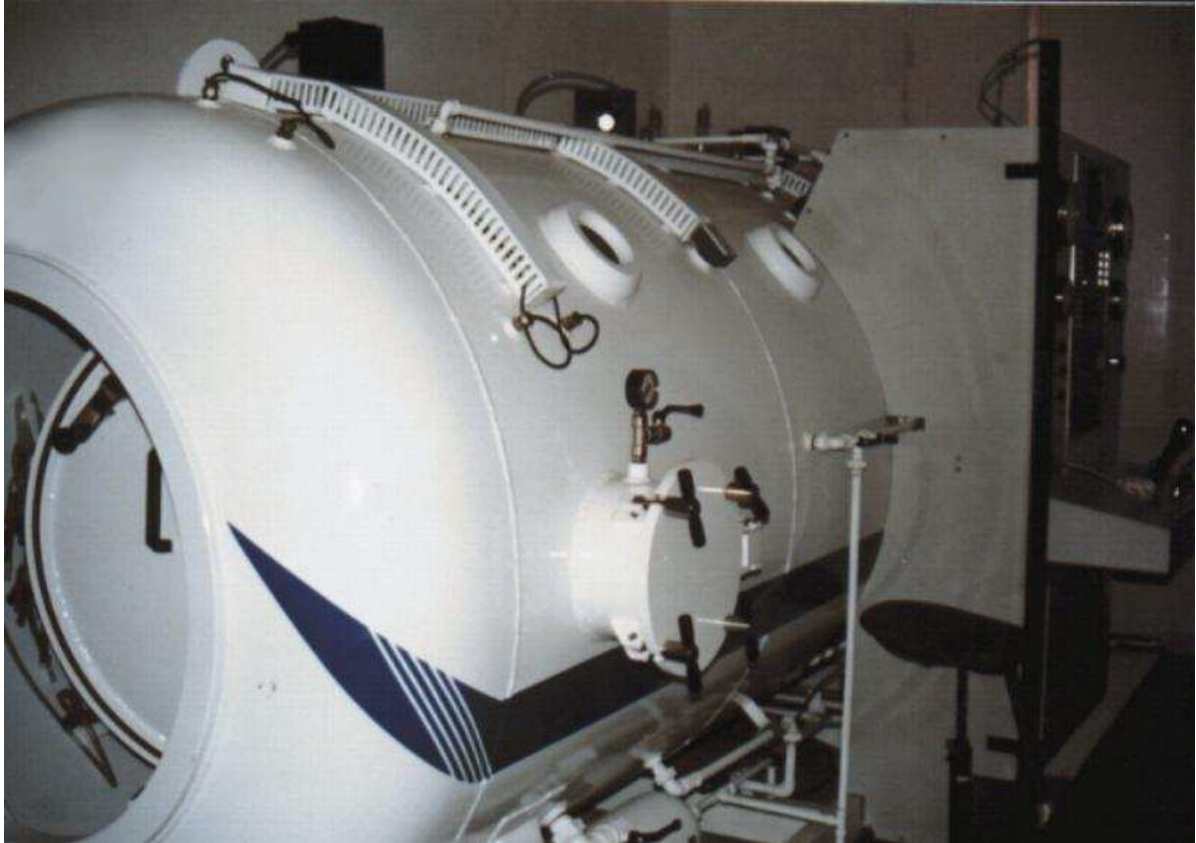


Fig. 1 La camera iperbarica (esterno)

La figura seguente mostra una camera iperbarica multiposto composta da 2 ambienti pressurizzabili fino a 6 atmosfere assolute. Alla camera principale si accede attraverso un portellone che permette l'entrata di pazienti deambulanti, in carrozzina e in barella; la camera di equilibrio, pressurizzabile indipendentemente dalla camera principale, consente l'entrata e l'uscita del personale medico e paramedico per l'assistenza ai pazienti durante il trattamento. La camera iperbarica è dotata di un sistema antincendio azionabile dall'interno e dall'esterno, di un sistema di comunicazione con l'esterno (interfono e passaoggetti), di un circuito

televisivo interno, di un sistema di emissione all'esterno dei gas espirati. L'ossigeno può essere somministrato con maschera e con caschetto. Per ogni postazione è possibile dosare, con approssimazione dello 0.1%, la quantità di ossigeno realmente erogata al paziente. L'uso di miscele precostituite consente di trattare contemporaneamente patologie diverse con un diverso dosaggio ossi-iperbarico.



Fig. 2 La camera iperbarica (interno)

### 3 Il Tecnico Iperbarico

Il Tecnico Iperbarico è un Operatore Sanitario che esplica le proprie mansioni nell'ambito dei servizi specialistici e si occupa della gestione delle camere iperbariche site nelle unità di emergenza, dove, insieme al personale Medico, partecipa attivamente alla terapia predisposta per la salvaguardia della vita degli infortunati, sia negli incidenti occorsi durante la pratica delle immersioni subacquee (MDD1, MDD2 ed EGA), sia nelle intossicazioni da Metaemoglobinizzanti (cianuri, anidride carbonica, monossido di carbonio, aniline, tossine da

funghi, ecc.), sia nella terapia di routine O.T.I., utilissima e/o determinante in alcuni tipi di patologie come: fratture ossee, ustioni, gangrene gassose di origine diabetica, crush syndrom (sindrome da schiacciamento), retiniti pigmentose ecc..

Inoltre al Tecnico iperbarico è affidato il compito della gestione e manutenzione delle camere di compressione in alto fondale installate nelle navi e piattaforme off-shore.

Il Tecnico iperbarico:

- Controlla il corretto funzionamento delle camere iperbariche e dei sistemi ausiliari come i compressori, lo stoccaggio dell'aria compressa e delle miscele, i circuiti pneumatici, i sistemi di filtraggio e del condizionamento dell'aria, verificando in particolare che tutto questo sia operante in piena condizione di sicurezza;
- Riferisce al Medico responsabile le eventuali cause di inefficienza dell'impianto;
- Sovrintende alla manutenzione ordinaria e straordinaria dell'impianto, aggiornando il Medico responsabile sull'esecuzione dei lavori, prendendo in consegna il materiale sostituito;
- Controlla tutte le linee dei gas, il sistema antincendio e la loro tenuta alla pressione;
- Esegue la manutenzione ordinaria dei sistemi ausiliari, piccoli lavori di manutenzione o interventi tecnici che possano rendersi necessari;
- Effettua la pulizia, la lubrificazione ed eventualmente la sostituzione delle guarnizioni di tenuta delle porte delle Camere Iperbariche;
- Effettua il controllo e la piccola manutenzione dell'impianto di illuminazione, del sistema di comunicazione audio (interfono) e video (sistema a circuito chiuso) della C.I.;
- Tara ed eventualmente sostituisce gli erogatori di ossigeno e miscele mal funzionanti per la respirazione dei pazienti;
- Esegue la messa a punto del circuito di respirazione dell'ossigeno;
- Controlla l'efficienza degli scarichi automatici di condensa;
- Verifica il funzionamento dei compressori ed eventualmente effettua la ritaratura del sistema pressostatico automatico;
- Verifica ed eventualmente ripristina il livello dell'olio dei compressori, curando la manutenzione dei filtri dell'olio stesso e dei filtri dell'aria compressa;

- Effettua periodicamente le prove di compressione sino alla massima pressione di esercizio, collaudando la Camera Iperbarica e le sue valvole di sicurezza;
- Regola i riduttori di pressione di O<sub>2</sub> e miscele alla giusta pressione di esercizio;
- Prepara la linea delle miscele nelle percentuali richieste per l'esecuzione delle tabelle terapeutiche;
- Predisporre l'aspiratore chirurgico ed i cavi di connessione delle apparecchiature esterne di monitoraggio;
- Segnala tempestivamente al Medico responsabile gli interventi straordinari ritenuti necessari per la sicurezza dell'impianto.
- Sovrintende alla pulizia e disinfezione della camera iperbarica da parte del personale addetto.

Il Tecnico Iperbarico inoltre, è responsabile delle riserve dei gas medicali (miscele, ossigeno, elio ed aria compressa) ed informa il Medico di eventuali condizioni che rendano parzialmente o totalmente inattuabile un particolare trattamento iperbarico.

### **3.1 Esecuzione della terapia iperbarica**

Il Tecnico Iperbarico addetto alla manovra della camera iperbarica, in base alle tabelle prescritte dal Medico responsabile, attua il seguente protocollo:

- Nel corso della terapia controlla ed applica le norme concernenti i rischi derivanti dalla tossicità dell'ossigeno e/o il pericolo di incendi.
- Manovra la camera di equilibrio consentendo l'ingresso e l'uscita del personale medico e paramedico impegnato per l'assistenza ai pazienti all'interno della camera iperbarica;
- Durante la terapia controlla e modifica i parametri del microclima e la % di O<sub>2</sub> nella miscela aria presente in camera iperbarica;
- Istruisce il paziente nelle manovre di compensazione, sull'adattamento all'ambiente pressurizzato e sulla corretta ventilazione dei gas medicali;
- Programma, analizza ed attua i profili decompressivi del personale di assistenza, valuta le ulteriori possibilità d'impiego del predetto personale, avuta l'autorizzazione dal Medico cui compete la valutazione globale del trattamento;



- Elabora l'anamnesi tecnica dei pazienti affetti da malattia da decompressione, evidenziandone gli eventuali errori commessi e la riferisce al Medico quale ulteriore elemento per la scelta terapeutica;
- Quando necessario, ha la facoltà di intervenire in camera iperbarica per controllare il corretto funzionamento di tutti i circuiti gassosi e/o delle apparecchiature; è da evidenziare che la presenza del personale tecnico all'interno della camera iperbarica durante la seduta è strettamente limitata alle situazioni di emergenza riferite a possibili problemi di natura tecnica. Al Tecnico iperbarico, inoltre, compete l'esclusiva valutazione sull'introduzione e/o l'ingresso di materiali ed attrezzature all'interno della camera iperbarica e sulla compatibilità all'ambiente pressurizzato del vestiario dei pazienti da trattare.



Fig. 3 Il trattamento in camera iperbarica

#### 4 Come avviene un trattamento

L'aumento di pressione all'interno della camera iperbarica si ottiene immettendovi aria compressa. La fase di compressione (o di "discesa") avviene a velocità non superiore ai 3 mt/min. per permettere il superamento delle differenze di pressione con semplici manovre di compensazione. Raggiunta la quota prestabilita (12 o 18 mt, secondo la patologia da trattare) i

pazienti indossano la mascherina oronasale e cominciano a respirare ossigeno puro erogato ad una pressione corrispondente a quella della camera. Salvo il trattamento di particolari patologie, i pazienti respirano ossigeno iperbarico per tre periodi di 20 o 25 minuti, intervallati da un periodo di 3 o 5 minuti in cui respirano aria. La fase di decompressione (o di risalita) avviene ad una velocità di circa 0,7 - 1 mt/min. ed i pazienti continuano a respirare ossigeno sino alla quota di 6 mt.

## **5 Quali sono gli effetti dell'ossigeno iperbarico alle dosi terapeutiche**

- Aumento della tensione di O<sub>2</sub> nel sangue arterioso e venoso.
- Aumento della tensione tissutale di O<sub>2</sub>.
- Riassorbimento di edemi per la vasocostrizione da O<sub>2</sub>.
- Migliore funzione delle cellule deputate alla formazione di osso e tessuto fibroso (osteociti e fibroblasti), facilitata neoformazione microvascolare.
- Ripristino funzionale di cellule o apparati sofferenti.
- Effetto batteriostatico e/o battericida nei confronti di microorganismi anaerobi e non.
- Ripristino funzionale di alcuni enzimi deputati alla "ripulitura" in casi di intossicazione da CO, fumo, cianuri e ritenzione respiratoria di CO<sub>2</sub>.

## **6 Indicazioni**

(secondo le società scientifiche del settore - SIAARTI, SIMSI)

### **6.1 Indicazioni URGENTI o per le quali l'impiego dell'OTI è determinante**

1- Embolia gassosa arteriosa

-traumatica

-iatrogena (ovvero provocata da manovre mediche)

2- Malattia da decompressione

3- Intossicazioni acute da:

- monossido di carbonio
- cianuri e sostanze metaemoglobinizzanti

4- Infezioni acute:

- gangrena gassosa di origine batterica
- infezioni da aerobi o da anaerobi dei tessuti molli (sottocute, fascia, muscoli) ad evoluzione necrotica
- vasculiti necrotizzanti acute

5- Gangrena umida acuta delle estremità nel diabetico

6- Lesioni traumatiche:

- lesioni da schiacciamento
- sindrome compartimentale
- ischemia traumatica

7- Sordità improvvisa

8- Danni cutanei od ossei provocati da radiazioni

9- Patologie retiniche acute

**6.2 Indicazioni NON URGENTI per le quali l'impiego dell'OTI è consigliato a fianco di altre terapie**

1- Infezioni osteo-articolari, quali:

- osteoartirite settica
- osteomielite acuta e cronica
- infezione in sede di protesi in situ o rimossa

2- Ferite o piaghe di difficile o lenta guarigione, come nei casi di :

- insufficienza arteriosa o venosa
- diabete
- complicanze post-chirurgiche settiche
- ustioni termiche o elettriche
- decubiti

3- Patologie ossee a lento decorso, quali:

- osteoporosi post-traumatiche (Sudek)
- ritardi di consolidamento di frattura
- osteonecrosi asettica
- fratture a rischio
- reimpianto di arti o segmenti

4- Trapianti cutanei a rischio

5- Insufficienze arteriose periferiche

6- Patologie retiniche croniche, quali:

- retinopatia diabetica e pigmentosa
- distrofie retiniche (maculopatie degenerative)

## **7 Controindicazioni**

### **7.1 Controindicazioni assolute**

- 1- Otite
- 2- Sinusite
- 3- Ostruzione o restrizione respiratoria
- 4- Enfisema bolloso
- 5- Pneumotorace spontaneo
- 6- Epilessia

### **7.2 Controindicazioni relative**

- 1- Glaucoma (manovre di compensazione)
- 2- Distacco della retina (manovre di compensazione)
- 3- Primi due mesi di gravidanza
- 4- Anamnesi di chirurgia dell'orecchio

## 8 L'immersione simulata in camera iperbarica

La camera iperbarica si rivela di fondamentale importanza non solo, come visto, per il trattamento di patologie mediche ma anche ai fini dello studio degli effetti della profondità sul corpo umano. E' innegabile infatti l'utilità dell'immersione simulata in camera iperbarica, nel corso della quale è possibile tenere sotto controllo tutti i parametri vitali dell'individuo, in condizioni di totale controllo medico.

L'immersione simulata in camera iperbarica consente, anche a profondità non elevate (15-18 metri) di sperimentare direttamente una serie di principi e leggi fisiche e di fenomeni fisiologici di cui il subacqueo sente spesso parlare ma di cui forse non si rende ben conto nel corso delle immersioni in acqua.

Fenomeni caratteristici dell'immersione in camera iperbarica:

- necessità di compensare già dai primi metri.
- aumento della densità dell'aria all'aumentare della pressione: man mano che aumenta la pressione nella camera iperbarica, si ha la sensazione di una certa difficoltà nella respirazione, l'impressione che l'aria sia più "spessa". E' interessante osservare che questa sensazione non si avverte in immersione, grazie agli accorgimenti adottati dai costruttori di erogatori per rendere minimo lo sforzo inspiratorio.
- legge di Charles: le variazioni di temperatura, a volume costante, sono direttamente proporzionali alle variazioni di pressione. Durante la "discesa" in camera iperbarica, ovvero all'aumentare della pressione, si ha una sensazione di caldo; per contro, si avrà una sensazione di freddo al diminuire della pressione ("risalita").
- legge di Boyle-Mariotte: le variazioni di volume, a temperatura costante, sono inversamente proporzionali alle variazioni di pressione. La legge è facilmente verificabile osservando, nella camera iperbarica, le variazioni di volume di un palloncino, di un pezzo di neoprene.
- voce "a paperino".
- diminuzione dei riflessi (narcosi da azoto): nel caso di immersioni simulate a profondità di 30 metri ed oltre, è possibile effettuare alcuni test (in genere proposti dal personale della

camera iperbarica) per verificare la diminuzione di attenzione e di riflessi dovuta alla narcosi da azoto.

Riassumendo, per sfruttare appieno le possibilità offerte da un'immersione simulata in camera iperbarica, si consiglia di portare:

- maglione per coprirsi in risalita;
- palloncini, viti e bulloni per prove in profondità;
- termometro (subacqueo, deve poter resistere alla pressione!)
- profundimetro, orologio, computer per controllare e registrare l'immersione e per verificare il corretto comportamento degli strumenti.

Da evitare assolutamente tutto ciò che può causare problemi in quanto non resistente alla pressione: penne stilografiche e a sfera, orologi non subacquei, termometro di casa, accendini, abbigliamento in lana o sintetico, ecc.

## 9 Primo soccorso ed assistenza per le emergenze subacquee. Il protocollo DAN

Gli incidenti subacquei sono rari, assai più di quanto non si creda, e quasi sempre ascrivibili all'errore umano, anche se vi sono casi apparentemente inspiegabili.

Quando, però, l'incidente decompressivo, nonostante tutto, avviene, quello che più conta è riconoscerlo come tale ed intervenire tempestivamente. Solo così, infatti, sarà possibile ottenere un recupero totale e senza postumi.

Purtroppo, l'esperienza del DAN mostra che uno dei problemi maggiori è proprio il mancato riconoscimento dei sintomi o dei segni di un incidente da decompressione, sia da parte delle stesse vittime che di chi presta i soccorsi e, in certi casi, anche da parte di personale sanitario. La conseguenza di questo mancato riconoscimento è il ritardo nell'allerta e nell'avvio di soccorsi specializzati e, spesso, l'inizio di procedure di soccorso e di terapia inadeguate, che non hanno altro effetto che quello di ritardare ulteriormente le cure necessarie.

Anche nei casi in cui l'incidente da decompressione viene sospettato, raramente la chiamata di soccorso specializzato avviene prima di 4 ore dopo l'insorgenza dei sintomi. In oltre il 50% dei casi, addirittura, la chiamata si è avuta dopo oltre 12 ore [3 - 11].

Questo indica due cose: che l'informazione sulle cause e sulle manifestazioni degli incidenti da decompressione è ancora insufficiente e che c'è una tendenza alla rimozione ed al non riconoscimento del problema (*a me non succede di certo!*) da parte dei subacquei che sono colpiti da un incidente da decompressione.

Questo può essere dovuto al fatto che, al contrario di quanto comunemente si crede, la stragrande maggioranza degli incidenti da immersione (più dell'85%) si presenta con *sintomi non gravi e preoccupanti*, che possono essere malinterpretati, o addirittura ignorati, se il sub non è stato adeguatamente informato.

I sintomi iniziali più comuni sono *senso di spossatezza ingiustificato, malessere generale, pruriti e/o formicolii, vaghi dolori, senso di intorpidimento o debolezza degli arti*. Gli altri segni e sintomi, di cui più spesso si parla, come paralisi, dolori, vertigini, disturbi della vescica urinaria,

perdita di coscienza, etc. sono molto meno frequenti, nelle fasi iniziali, ma possono insorgere successivamente, specie se non è stato avviato un adeguato primo soccorso ed un trattamento specializzato.

Essi, infatti, spesso rappresentano la complicazione delle situazioni patologiche iniziali, che si erano manifestate in modo più lieve e subdolo.

Wolkiewiez [12] ha dimostrato, già nel 1978 in Costa Azzurra, che un protocollo assistenza mediante la respirazione di ossigeno al 100% e la somministrazione di liquidi durante il trasporto verso il centro iperbarico era in grado di migliorare il successo del trattamento di incidenti da decompressione di oltre il 70%.

Il DAN raccomanda che tutti i subacquei siano opportunamente informati e che, ogni volta che il quadro dei segni e dei sintomi giustifichi il sospetto di incidente da immersione subacquea, venga eseguito il primo soccorso con ossigeno al 100%, sul luogo stesso dell'incidente e mentre si allertano i soccorsi sanitari specializzati. [11- 13]

Tipo di soccorso	Ossigeno SI	Ossigeno NO	Dati Cumulativi
Numero dei casi	119 (58,9%)	83 (41,1%)	202 (100%)
Asintomatici all'arrivo al Centro Iperbarico	14 (11,76%)	1 (1,2%)	15 (7,43%)
Migliorati all'arrivo al Centro Iperbarico	66 (55,46%)	0	66 (32,67%)
Invariati all'arrivo al Centro Iperbarico	39 (32,77%)	82 (98,8%)	121 (59,9%)
Successo della Terapia Iperbarica	114 (95,8%)	58 (70%)	172 (85,15%)
Postumi dopo la Terapia Iperbarica	5 (4,2%)	25 (30%)	30 (14,85%)

A questo scopo il DAN ha messo a punto un programma di addestramento che è stato adottato dalle principali organizzazioni subacquee Italiane, Europee ed Internazionali e che è insegnato, in oltre 70 paesi del mondo, da più di 2000 istruttori qualificati dal DAN.



Dall'inizio del programma, nel 1992, l'uso dell'ossigeno nel primo soccorso di incidenti da immersione è aumentato dal 18% al 37%, con un importante riflesso sui risultati clinici finali.

In Italia, nel periodo dal Maggio 1993 all'Aprile 1994, Istruttori o Subacquei qualificati secondo il programma di Primo Soccorso con Ossigeno negli Incidenti da Immersione del DAN, hanno assistito 13 casi di Patologie da Decompressione, alcuni dei quali con importanti sintomi neurologici.

Tipo e numero dei casi		Situazione clinica all'arrivo al centro iperbarico			Risultato trattamento	
		asintomatici	migliorati	invariati	positivo	negativo
sintomi seri	6	2	4	-	6	-
sintomi lievi	5	5	-	-	4	-
EGA	1	1	-	-	1	-
annegamento	1	-	1	-	1	-
<b>TOTALI</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>-</b>

Tutti e 13 i casi hanno mostrato notevoli miglioramenti durante il trasporto al centro iperbarico ed in 8 casi i sintomi erano pressochè scomparsi all'arrivo in ospedale. Il successivo trattamento iperbarico ha avuto pieno e rapido successo in tutti e 13 i casi. [14]

Gli operatori di emergenza delle Centrali del DAN raccomandano sempre la somministrazione di ossigeno al 100% e di acqua, se la vittima è in grado di bere da sola, tutte le volte che viene ricevuta una chiamata per un incidente da decompressione e mentre vengono attivati i soccorsi specializzati ed il trasporto verso un centro iperbarico.

Anche nei casi in cui le Centrali DAN vengano chiamate dal personale sanitario dei presidi di Pronto Soccorso, come accade frequentemente, la prima misura raccomandata è sempre la somministrazione di ossigeno al 100% e di liquidi (in questi casi attraverso fleboclisi con soluzioni farmacologiche adeguate).

E' di grande importanza sottolineare che la somministrazione di ossigeno deve essere eseguita al 100%. Questo, infatti, condiziona la scelta della strumentazione necessaria, che non può essere quella normalmente utilizzata per la ossigenoterapia domiciliare, ma deve essere specificamente progettata per l'erogazione di ossigeno ad alta concentrazione.

Solo così, infatti, si potrà intervenire efficacemente per minimizzare, o rimuovere, uno dei problemi principale delle patologie da decompressione, cioè la presenza di bolle gassose nei tessuti e nel sangue.

Queste bolle sono formate quasi esclusivamente di azoto, mentre la respirazione di ossigeno al 100% porta rapidamente ad una saturazione di ossigeno del sangue.

Questa, a sua volta, porta ad una elevata differenza di concentrazione gassosa fra sangue (carico di ossigeno) e tessuti corporei (carichi di azoto).

Il risultato, in forza delle leggi fisiche che regolano gli scambi gassosi, è la diffusione di azoto verso il sangue e di ossigeno verso i tessuti, con una conseguente eliminazione dell'azoto tissutale, che viene portato via dal sangue per essere eliminato all'esterno durante il nuovo passaggio del sangue stesso attraverso i polmoni.

Qui il ciclo si ripete: il sangue riassume ossigeno, respirato al 100%, e ritorna ai tessuti del corpo.

In questo modo si ottiene quello che viene chiamato, in gergo tecnico, *il lavaggio dell'azoto dai tessuti*.

Le bolle gassose, che, a causa della non corretta risalita da un'immersione subacquea, si erano formate nel sangue e nei tessuti, sono composte principalmente di azoto e vengono a trovarsi, in questo modo, circondate da un ambiente saturo di ossigeno.

Il risultato finale è che le bolle cedono azoto e si riducono di volume, fino anche a scomparire. Poichè le bolle sono la causa prima e scatenante delle patologie da decompressione, è comprensibile come un primo soccorso che ne riduca il volume e che le possa, addirittura, eliminare, rivesta un'importanza basilare per il risultato finale della cura.

L'ossigeno ad elevata concentrazione, inoltre, contribuisce a correggere le situazioni di ipossia tissutale (scarso apporto di ossigeno ai tessuti) che accompagnano la patologia da decompressione e che sono scatenate dalla presenza delle bolle gassose.

Riassumendo, i punti fondamentali del Primo Soccorso in caso di sospetto di Patologia da Decompressione sono i seguenti:

- 1. Mettere la vittima in posizione orizzontale ed assicurarsi dell'efficienza delle sue funzioni vitali (il cosiddetto ABC: cioè A= airway - libertà delle vie aeree, B= breathing - respirazione, C= Circulation - circolazione del sangue).**
- 2. Somministrare Ossigeno al 100% per almeno 40-60 minuti, meglio se fino all'arrivo ad un presidio sanitario o ad un Centro Iperbarico.**
- 3. Se la vittima è pienamente cosciente ed è in grado di bere da sola, dare circa un litro d'acqua da bere (non di colpo, ma nell'arco di 10-15 minuti circa).**
- 4. Allertare i Soccorsi Sanitari Territoriali o il DAN per organizzare il trasporto assistito verso un centro di cura specializzato.**

## **Bibliografia**

- 1- A. Marroni, DAN Europe. Diving Habits and Diving Accidents in a Recreational Diving Population in Italy. Proceedings of the XVIII Annual Meeting of the EUBS, Basel 1992, ISBN:3-908229-00-6, page 197.
- 2- R. Cali Corleo, Hyperbaric Unit, St. Luke's Hospital, Malta and DAN Europe Malta. Analysis of Diving and Diving Related Illness in Maltese Registered Divers during the period 1979-1991. Proceedings of the XVIII Annual Meeting of the EUBS, Basel 1992, ISBN:3-908229-00-6, page 45.
- 3- DAN report on 1987 Diving Accidents. Divers Alert Network, Durham, 1988
- 4- DAN report on 1988 Diving Accidents. Divers Alert Network, Durham, 1989
- 5- DAN 1989 report on Diving Accidents and Fatalities. Divers Alert Network, Durham, 1990
- 6- DAN 1990 report on Diving Accidents and Fatalities. Divers Alert Network, Durham, 1991
- 7- P.B. Bennett, DAN USA. DAN, Sports Diving Accidents and Deaths in the USA. First DAN Europe Workshop. Proceedings of the III European Conference on Hyperbaric Medicine. Acta Anesth. Italica, suppl. 2/91, 1991;42:119

- 8- A. Marroni, DAN Europe. Le emergenze subacquee trattate dal DAN Europe nel 1990. Seminario DAN Europe sul primo intervento nella Malattia da Decompressione dell'immersione sportiva. DAN Europe, 1991
- 9- A. Marroni, DAN Europe. Chiamate d'emergenza alla centrale DAN Europe nel 1991, valutazioni statistiche ed epidemiologiche. DAN Europe News 1992;1(1):4
- 10- A. Marroni, G. Catalucci, et Al. Some observations on 551 cases of sport diving Decompression Sickness treated in Italy during the period 1978-1983. Proceedings of the XII Annual Meeting of the EUBS, Palermo 1987.
- 11- A. Marroni, DAN Europe. Il protocollo DAN per la gestione sul campo delle emergenze da decompressione nell'immersione sportiva. In: The Realm of Hyperbaric Therapy, E.M. Camporesi, G. Vezzani and A. Pizzola Eds. Dept. of Anesthesiology, Suny Health Science Center at Syracuse, 1992.
- 12- J. Wolkiewiez. Bilan de 10 ans d'évacuation sous réanimation médicale d'accidentés de plongée. CR Journées Médecine de la Plongée, EASM-CERB Ed. Toulon Naval 1983:38
- 13- DAN Underwater Diving Accident Manual, Divers Alert Network USA and Europe, 1991-1992
- 14- A. Marroni. Chiamate d'emergenza alla centrale operativa del DAN Europe. Valutazioni statistico-epidemiologiche sugli incidenti subacquei assistiti dal 1989 al 1993. In: Problemi Comuni di Medicina Subacquea Sportiva, N. De Angelis Ed., DAN Europe 1994