

MEDICINA SUBACQUEA: *cenni sulle principali patologie trattate da personale specializzato in terapia iperbarica*

A cura di Emiliano BOI

Dottore in Scienze Infermieristiche, studente del Corso di Laurea Specialistica in Biotecnologie Mediche (indirizzo medico-diagnostico) presso la Facoltà di Medicina e Chirurgia di Firenze, in forza presso il Servizio Sanitario Militare Interforze in qualità di Maresciallo Infermiere della Marina Militare Italiana.



La **medicina subacquea** consiste nella diagnosi, trattamento e prevenzione delle condizioni patologiche causate dall'entrata dell'essere umano nell'ambiente subacqueo. Include lo studio degli effetti sul corpo umano della pressione sui gas, la diagnosi e il trattamento degli infortuni marini e come la sicurezza del subacqueo sia influenzata dalla sua idoneità fisica.

La medicina iperbarica è una branca di questa, relativa all'esperienza subacquea sul campo, dal momento che la decompressione in camera iperbarica viene utilizzata come trattamento delle due patologie più diffuse in questo sport: la malattia da decompressione e l'embolia gassosa arteriosa.

L'ossigenoterapia iperbarica (OTI) è l'utilizzo terapeutico di ossigeno, puro al 100%, a pressione superiore a quella atmosferica. La terapia avviene in particolari costruzioni apposite per tale somministrazione chiamate *stanze iperbariche*.



CLASSIFICAZIONE EZIOLOGICA

Incidenti meccanici

- sovrappressione polmonare: rottura degli alveoli la quale si complica con l'embolia gas traumatica arteriosa EGT (la più frequente),
- pneumomediastino (iniezione d'aria nei tessuti circostanti) e pneumotorace 10%,
- barotraumi dell'orecchio, dei seni e altri barotraumi.

Infortuni biochimici

(intossicazione da CO₂, CO, iperossia, Narcosi da gas inerte, ipossia)

CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLA FASE DI IMMERSIONE

Possibili in Discesa:

otopatie barotraumatiche, sinusopatie barotraumatiche, colpo di ventosa, vertigine calorica, ipopressione polmonare, artralgia iperbarica, hpns, lesioni traumatiche, perdita di coscienza, annegamento;

In Quota:

narcosi d'azoto, intossicazione da O₂, intossicazione da CO₂, ipossia, ustioni da sostanza chimica, lesioni traumatiche, perdita di coscienza, annegamento;

Risalita:

sovrappressione polmonare, otopatia barotraumatica, sinusopatia barotraumatica, vertigine alternobarica, sovrappressione del tubo digerente, intossicazione da CO, patologia acuta da decompressione, lesione traumatica, perdita di coscienza, annegamento.

Dopo la risalita:

sindrome da sovrappressione polmonare, patologia acuta da decompressione, intossicazione da CO, lesione traumatica, perdita di coscienza.

MALATTIA DA DECOMPRESSIONE

La **malattia da decompressione** è una patologia da decompressione (le PDD sono due: MDD e EGA) derivante dalla formazione di bolle all'interno del circolo ematico o dei tessuti e provocata dalla mancata eliminazione di gas inerti (azoto) in seguito ad un'immersione subacquea oppure all'esposizione a pressioni elevate. La malattia da decompressione può verificarsi anche in seguito alla rapida perdita di pressione nella cabina di un velivolo.

In soggetti predisposti la malattia da decompressione può insorgere anche dopo un'immersione in curva oppure nonostante il rigoroso rispetto delle soste di decompressione, questo perché i fattori che possono provocare un eccessivo assorbimento (o un insufficiente smaltimento) di gas inerti sono diversi e dipendenti sia dalle condizioni del subacqueo sia dall'ambiente esterno.

Ogni evento di MDD richiede un trattamento di ricompressione di tipo diverso a seconda della gravità dei sintomi e del tipo di MDD.

SINTOMI E FORME

I sintomi della MDD sono variabili a seconda del tipo di tessuto colpito, talvolta sono talmente lievi da rendere l'individuazione della MDD difficoltosa ad un'analisi superficiale.

A seconda della gravità dell'evento e allo scopo della corretta individuazione del tipo di intervento di ricompressione da effettuare si distingue fra una forma più lieve detta MDD di primo tipo e una forma più grave detta MDD di secondo tipo.

MDD di primo tipo (forma lieve)

I sintomi di una MDD di primo tipo possono essere:

- cutanei, presenza di prurito, tumefazioni simili all'orticaria e arrossamenti, i sintomi di tipo cutaneo spariscono con il tempo e non richiedono solitamente interventi di ricompressione. Particolare attenzione va però prestata in presenza di chiazze bluastre (cosiddetta *cutis marmorata*) che possono precedere manifestazioni di MDD di secondo tipo.
- osteoarticolari: il sintomo più diffuso è dolore articolare sordo, persistente, intenso e circoscritto, solitamente a carico delle articolazioni degli arti quindi ginocchia, gomiti, caviglie e polsi e articolazioni della mano. Il dolore inizia gradualmente e può aumentare muovendo l'articolazione coinvolta, per contro non si riduce immobilizzandola. Va prestata attenzione in caso di dolore intenso in area toracica, addominale, al bacino o alle spalle in quanto può essere sintomo di un coinvolgimento midollare e richiedere un trattamento per MDD di secondo tipo.
- linfatici: derivanti dall'ostruzione dei vasi linfatici e manifestantisi sotto forma di tumefazioni o rigonfiamenti nel sottocutaneo in corrispondenza dei linfonodi o dei tessuti attraversati dai vasi stessi. Il rigonfiamento può persistere anche dopo un eventuale trattamento di ricompressione.

MDD di secondo tipo (forma grave)

I sintomi della forma più grave di MDD i sintomi sono di tipo:

- neurologico: derivanti dalla presenza di bolle nel cervello o nel midollo spinale.
 - cervello: i sintomi sono diversi a seconda dell'area del cervello coinvolta, si va da disturbi della visione, difficoltà motorie, difficoltà nella parola, paralisi di metà del corpo fino alla morte nel caso in cui le bolle coinvolgano il tronco encefalico). I danni possono essere permanenti.
 - midollo spinale: anche in questo caso i sintomi sono diversi a seconda del tratto di midollo coinvolto, si possono avere formicolio o insensibilità nelle gambe, paraplegia, tetraplegia o altri sintomi intermedi. :Anche in questo caso i danni possono essere permanenti.

Di norma qualunque manifestazione di tipo neurologico, compreso un eventuale senso di spossatezza sproporzionato al tipo di sforzo affrontato nell'immersione, deve far presumere la possibile insorgenza di una MDD di secondo tipo e deve pertanto essere trattato come tale.

- polmonari: la produzione cospicua di bolle intravascolari può provocare una congestione dei capillari polmonari e quindi la riduzione dello scambio gassoso. I sintomi sono dolore al torace che si intensifica inspirando, difficoltà respiratorie e/o aumento della frequenza respiratoria e tosse stizzosa (chiamata *chokes*), può aversi drastico peggioramento delle condizioni fino al collasso respiratorio, perdita di conoscenza e morte.
- a carico dell'orecchio interno: la MDD è provocata dalla formazione di bolle nell'endolinfa, i sintomi sono violente vertigini, nausea e vomito, perdita di equilibrio, difficoltà uditive, acufeni. La comparsa dei sintomi è spesso tardiva (24/36 ore dall'immersione).

Prevenzione e cura

L'immersione conservativa da parte dei subacquei dovrebbe essere effettuata utilizzando le tabelle di decompressione rispettando i tempi indicati o, nel caso si utilizzi un computer subacqueo, prestando attenzione a non avvicinarsi mai troppo ai limiti di non-decompressione, soprattutto nel caso l'immersione si sia estesa oltre i 30 metri di profondità. Sforzi continuati o improvvisi durante l'immersione, così come dopo l'emersione, aumentano il rischio di una MDD. Per quanto riguarda la cura il metodo più opportuno è l'uso della camera iperbarica che, tramite la elevata pressione, fa sì che le bolle di gas presenti nei vasi sanguigni tornino allo stato liquido.

BAROTRAUMI

Si definisce **barotrauma** una lesione ai tessuti provocata dal mancato equilibrio fra la pressione dell'aria contenuta in una cavità corporea e la pressione dell'ambiente circostante.

I barotraumi si hanno quando il corpo si muove in modo troppo repentino da o verso una condizione in cui la pressione è più elevata.

I danni originano dal fatto che mentre l'aria è comprimibile i tessuti non lo sono quindi all'aumentare della pressione esterna l'aria contenuta nei tessuti offre una resistenza minore alla pressione mentre al diminuire della pressione esterna l'aria contenuta nel corpo umano tende a espandersi danneggiando, se non sono rispettati i tempi e i modi di espulsione, i tessuti nella quale è contenuta.

La patologia barotraumatica è comune a tutti i tipi di immersione, sia con ausili di respirazione che in apnea, ed è comunque possibile in tutte le esposizioni ad ambienti iper o ipobarici.

I più frequenti barotraumi sono quelli dell'**orecchio** (manovre di compensazione di Valsava e Mercante-Odaglia per evitare lesioni timpaniche), dei **seni paranasali** (determina problemi flogistici con acuto dolore soprattutto frontale) e da **effetto ventosa della maschera sul volto** (soffusioni emorragiche del volto e congiuntive e possibilità di indurre a soffocamento; ideale soffiare aria dal naso in caso di ventosa).

Gli organi che possono subire dei danni da barotrauma sono:

- l'orecchio medio
- i seni paranasali e frontali
- gli occhi
- i denti
- i polmoni - (rischio di sovradistensione polmonare)

Barotraumi da mancata compensazione

Possono capitare sia durante le immersioni in apnea sia durante le immersioni con autorespiratore ad aria.

- **Orecchio medio:** la mancata compensazione dell'orecchio medio provoca danni che vanno dalla cosiddetta otite barotraumatica fino alla rottura del timpano. Questa può avvenire:
 - in discesa per eccessiva introflessione, in questo caso l'acqua penetra attraverso il timpano nella finestra ovale e per differenza di temperatura stimola i canali semicircolari provocando intenso dolore, violente vertigini e senso di nausea. Il segnale tipico è la fuoriuscita di bolle d'aria miste a sangue dall'orecchio.
 - in salita per eccessiva estroflessione: se l'aria contenuta nell'orecchio non riesce a defluire oltre alla lacerazione del timpano si possono avere casi di rottura della finestra ovale o della finestra rotonda. I sintomi sono vertigine fortissima con perdita d'udito e impossibilità di mantenere la posizione eretta.
- **Seni paranasali e frontali:** la mancata compensazione dei seni paranasali provoca la cosiddetta sinusite barotraumatica che consiste nella rottura dei capillari della mucosa con conseguente stravasamento di sangue nei seni, si manifesta con forti emorragie dal naso.
- **Occhi:** durante un'immersione, sia in apnea sia con autorespiratore ad aria, l'aria che si trova all'interno della maschera deve essere compensata per evitare il cosiddetto "colpo di

ventosa" che può provocare emorragie sottocongiuntivali, rotture di capillari ed ematomi alle palpebre.

- Denti: in presenza di otturazioni difettose con intrappolamento d'aria si può verificare la cosiddetta "implosione" del dente.

Prevenzione

Gli infortuni sopradescritti possono essere prevenuti effettuando la compensazione cioè riequilibrando la pressione dei gas presenti nelle cavità corporee con la pressione esterna. La necessità di compensazione in realtà riguarda solo l'orecchio medio, le altre cavità sono in costante comunicazione con le cavità nasali per cui, a meno di congestioni da raffreddore o simili, si riequilibrano da sole.

Per la compensazione dell'orecchio medio esistono diverse manovre, le più note sono la manovra di Valsalva, la manovra di Marcante-Odaglia e la manovra di Toynbee, tutte sono finalizzate a permettere il passaggio di aria attraverso le tube di Eustachio.

La compensazione deve essere effettuata prima dell'insorgenza di senso di fastidio o peggio di dolore alle orecchie o ai seni paranasali, di solito si consiglia di effettuare la prima manovra già a un metro di profondità.

Per evitare traumi all'occhio deve essere compensata anche l'aria contenuta nella maschera: la manovra di compensazione consiste nell'esprire una piccola quantità d'aria nella maschera durante la discesa. Nell'immersione con ARA è assolutamente da evitare l'utilizzo di occhialini da nuoto, è indispensabile usare una maschera che racchiuda anche il naso.

Trattamento

Nessuno di questi barotraumi è di per sé letale. Occorre fornire assistenza immediata a chi subisce un barotrauma all'orecchio medio in quanto il senso di vertigine e di disorientamento potrebbe scatenare reazioni di panico con conseguente risalita rapida ed eventuale insorgenza di barotraumi molto più gravi o letali.

Sovradistensione polmonare

La sovradistensione polmonare è un incidente che si verifica nell'attività subacquea con autorespiratore, durante la risalita e solitamente negli ultimi 15 metri della stessa. L'aria respirata in profondità è a pressione ambiente e aumenta di volume al diminuire della pressione ambientale, si espande quindi durante la risalita. L'aumento di volume può essere tale da causare la rottura degli alveoli polmonari provocando il passaggio d'aria nella cavità pleurica con conseguente collasso del polmone (pneumotorace) o più raramente nel mediastino (pneumomediastino) o, nell'eventualità peggiore, direttamente nel circolo venoso polmonare (embolia gassosa arteriosa- EGA).

I sintomi sono senso di vertigine, senso di debolezza, problemi alla vista, dolore al torace, disorientamento, alterazioni della personalità o paralisi e si manifestano immediatamente, l'insorgenza di una EGA si manifesta con fuoriuscita di schiuma rossastra da bocca o naso, debolezza muscolare o paralisi, convulsioni, perdita di coscienza, arresto respiratorio e morte.

Prevenzione

La causa principale della sovradistensione polmonare è la risalita in apnea, anche solo interrompere la respirazione per pochi metri di risalita espone al rischio di sovradistensione. Altre cause possono essere eventuali stati patologici che provocano "intrappolamento" d'aria in zone polmonari circoscritte ad esempio la bronchite o l'asma, o eventuali malformazioni anatomiche.

Può aversi sovradistensione polmonare nelle immersioni in apnea, nel caso in cui l'apneista inspiri aria da un autorespiratore ad aria in profondità ed effettui poi la risalita senza espellerla.

Trattamento

Il trattamento di una sovradistensione polmonare è di pertinenza medica e prevede l'utilizzo di Ossigenoterapia iperbarica.

EMBOLIA GASSOSA ARTERIOSA

L'**embolia gassosa arteriosa (EGA)**, è una grave patologia da decompressione a cui può andare incontro un subacqueo, e si manifesta con la presenza di bolle di gas all'interno della circolazione sanguigna.

Cause

La principale causa dell'EGA è una estrema **sovradistensione polmonare** che arriva al punto di causare lacerazioni nel tessuto polmonare, facendo quindi penetrare nella circolazione arteriosa emboli gassosi. Quindi normalmente l'EGA è indice di mancato rispetto delle norme di sicurezza durante l'attività subacquea, come una risalita troppo veloce rispetto alla velocità di sicurezza di 10 metri al minuto oppure l'interruzione dell'attività respiratoria sempre durante la risalita, in particolare durante gli ultimi metri prima dalla superficie, e la conseguente dilatazione dell'aria contenuta nei polmoni col diminuire della pressione.

In casi più rari, l'EGA è causata dall'intrappolamento dell'aria all'interno del polmone, generalmente causato dalla presenza di altre patologie polmonari o da particolari conformazioni anatomiche.

Persone che soffrono o hanno sofferto di disfunzioni polmonari, sia barotraumi sia altre patologie come enfisemi o asma, sono particolarmente esposti al rischio di EGA durante la risalita.

Una ulteriore causa di EGA può essere la presenza di un FOP (forame ovale pervio) associato all'uso della Manovra di Valsalva durante un'immersione ripetuta

Sintomi

L'EGA si manifesta solitamente in forma traumatica, generalmente appena raggiunta la superficie o anche pochi attimi prima di aver terminato la risalita.

I sintomi consistono in vertigini, disorientamento, difficoltà respiratorie, disturbi cardiaci, pallore, cianosi, visione offuscata. È possibile che l'infortunato avverta un forte dolore al petto durante la risalita, sintomo della rottura del tessuto polmonare.

Da notare che solitamente la risalita è effettuata con la testa verso l'alto, quindi le bolle di sangue tenderanno verso i tessuti nella parte alta del corpo: quindi perdita di coscienza o la comparsa di altri sintomi neurologici all'uscita dall'acqua o nei minuti immediatamente successivi devono sempre far sospettare una possibile EGA e quindi richiedono un intervento immediato.

Segni

I segni di questa patologia consistono in sanguinamento dalla bocca o dal naso, debolezza, paralisi, perdita di coscienza, convulsioni, arresto respiratorio e, nei casi più gravi, morte.

Terapia

In caso di diagnosi dei sintomi dell'EGA, il trattamento in camera iperbarica deve essere il più rapido possibile per limitare i danni. Da tener presente sempre i principi base del pronto soccorso in caso di incidente in acqua nel soccorrere l'infortunato. Il trattamento con ossigeno può essere utile durante il trasporto per cercare di ridurre i possibili danni.

Il trasporto in un ambiente idoneo per la ricompressione ha la precedenza su tutte le procedure non essenziali. Il trasporto per via aerea può essere giustificato solo nel caso in cui faccia risparmiare molto tempo, ma l'esposizione a basse pressioni in volo va ridotto al minimo. Oggigiorno, nel sospetto di un'embolia gassosa, non si posiziona più il paziente in Trendelenburg, mentre un tempo era fortemente raccomandata tale manovra per il trasporto.

Bibliografia:

- *Fisiopatologia Subacquea Ed. Marina Militare Italiana*
- *Manuale per Infermieri specialisti in tecniche di terapia iperbarica, Ed Marina Militare Italiana.*
- *Emergency First response and Rescue Diver, Ed. P.A.D.I.*

Articolo del g. 18.07.08

Pubblicato in Infermierionline.net il g. 16.08.08