

Rivediamo le basi

La malattia da decompressione condiziona i pensieri dei subacquei; l'idea delle possibili conseguenze si annida nelle nostre menti, ci ricorda quanto siamo vulnerabili, modera la nostra spinta all'esplorazione. Sia che risaliamo dalle profondità o ci dirigiamo in alta quota, mentre ci muoviamo verso il fuori e l'alto dal centro della Terra la pressione ambiente diminuisce. Nella situazione adatta, questa diminuzione innesca tra fisica e fisiologia complesse interazioni che possono produrre danni.

I subacquei rischiano due tipi di lesioni legate alla decompressione: la malattia da decompressione (MDD) e l'embolia gassosa arteriosa (EGA). Spesso si accomunano queste diverse condizioni definendole patologia da decompressione (PDD). L'origine comune è il processo decompressivo, ma le cause sottostanti sono ben diverse.

EGA

L'EGA è la lesione invalidante nel 29% delle morti da immersione ed è spesso associata a una riserva insufficiente di gas, causa che scatena il 41% circa degli incidenti da immersione. Gli emboli sono ostruzioni reali o potenziali dei vasi sanguigni da parte di materiale estraneo. Possono essere composti da gas, grumi di sangue, grasso, tumori, liquido amniotico o vegetazioni batteriche. Nell'EGA dei subacquei, gli emboli sono costituiti da gas nel sangue arterioso e sono dovuti a sovradistensione (barotrauma) polmonare - una lesione fisica del tessuto polmonare dovuta a variazioni di pressione, che consente al gas di uscire dagli alveoli e di entrare nelle arterie.

La legge di Boyle spiega la sovradistensione polmonare in risalita: il volume di una data quantità di gas aumenta se la pressione ambiente diminuisce. Viceversa, durante la discesa il volume di una data quantità di gas diminuirà mentre la pressione ambiente aumenta. Per i subacquei, il rischio maggiore di barotrauma polmonare è in acque poco profonde. Rispetto alla pressione ambiente in superficie, nella colonna d'acqua il differenziale di pressione più alto si trova nei primi tre-quattro metri.

L'espansione del gas oltre al punto fino al quale gli alveoli possono contenerlo lede il tessuto polmonare e consente all'aria di passare nelle vene polmonari, che portano il sangue ossigenato al cuore. Se ciò accade, l'aria può entrare nel cuore ed essere pompata fino al cervello, dove può dar luogo a gravi danni neurologici. La velocità con la quale questo avviene spiega la rapida insorgenza dei sintomi dopo un'immersione - l'EGA si verifica entro pochi minuti.

Il barotrauma polmonare può manifestarsi anche con aria nel mediastino (lo spazio tra i polmoni), condizione nota come pneumomediastino, o con aria nella cavità toracica, o pneumotorace. Il pericolo più grande per i subacquei è un'EGA che arriva al cervello, condizione nota come embolia cerebrale.

I sintomi dell'embolia cerebrale si manifestano in superficie, o vicino alla superficie, subito dopo un'immersione. Circa il 50% dei subacquei che la subiscono hanno improvvise perdite di conoscenza. In altri casi si possono avere stati mentali sensibilmente alterati, o perdita di coordinazione o di forza: tutti segni e sintomi di ictus, risultato di un ridotto flusso ematico a parti del cervello. Coloro che sopravvivono alla prima lesione possono riprendersi spontaneamente in pochi minuti e mostrare danni neurologici di diversi livelli o persino un ritorno alla normalità.

Nonostante l'apparente normalità, tutti coloro che hanno subito un barotrauma polmonare, EGA o EGA cerebrale, devono essere visitati con urgenza in ospedale. È noto che i sintomi neurologici possono ripresentarsi in pazienti apparentemente del tutto ristabiliti. I medici iperbarici concordano che chiunque

mostri segni di danni neurologici dopo un'immersione debba essere sottoposto a una visita accurata. Le persone con un'EGA andranno trattate con ossigenoterapia in camera iperbarica.

Una TAC al cranio viene spesso effettuata nella prima visita, quando il paziente arriva al pronto soccorso. È importante stabilire se sono presenti lesioni cerebrali o un ictus prima di iniziare il trattamento iperbarico - non perché il trattamento peggiorerebbe la situazione, ma perché un'emorragia cerebrale richiede un intervento chirurgico immediato. È importante escludere un'emorragia intracranica e coaguli di sangue, anch'essi all'origine di gravi danni neurologici; l'assenza di tali fattori avvalora la diagnosi di EGA dovuta a un'immersione e l'uso dell'ossigenoterapia iperbarica.

MDD: un problema di bolle

La MDD è associata all'assorbimento di gas inerte (azoto o elio) nei tessuti unitamente a un'ascesa a una minore pressione ambiente, dove il rilascio del gas può produrre bolle. Ciò favorisce infiammazioni e traumi tissutali.

Per capire questa malattia è necessario conoscere le leggi dei gas di Boyle, di Henry e di Dalton. La legge di Boyle spiega perché dobbiamo inalare un numero crescente di molecole di gas man mano che scendiamo e mantenere così la pressione nel torace uguale a quella dell'ambiente circostante. L'aumento della quantità di molecole di gas nei polmoni rispetto a quella nel sangue e nei tessuti crea un gradiente di diffusione che, secondo la legge di Henry, spinge le molecole di gas in soluzione. Quali e quante molecole assorbiamo è definito dalla legge di Dalton e dipende anche dalle differenze del flusso ematico nelle diverse parti del nostro organismo.

Più l'immersione è lunga e profonda, più gas assorbiamo. Se una quantità sufficiente di gas inerte esce dalla soluzione e forma bolle durante la risalita, possono prodursi reazioni vascolari e infiammatorie locali e sistemiche con un'ampia gamma di possibili manifestazioni cliniche. Diversamente dall'EGA, le bolle della MDD si trovano soprattutto nel sangue venoso e nei tessuti, e i sintomi possono presentarsi dopo diverse ore.

La MDD è associata ad un'elevata quantità di gas inerte (stress decompressivo) e alla presenza di bolle nella circolazione sanguigna. Grandi quantità di bolle (rilevate con gli ultrasuoni) non bastano per diagnosticare la MDD, ma sono comunque indice di un elevato livello di stress decompressivo e correlate con l'insorgenza dei sintomi di MDD più di quantità inferiori. Il tempo che passa fino all'insorgenza dei sintomi è grossomodo collegato col carico di gas inerte: carichi maggiori sono associati con una più rapida insorgenza e progressione dei sintomi. Un aspetto affascinante della MDD è che i sintomi spesso appaiono molto tempo dopo che le bolle sono rilevabili. Quindi, le bolle indicano uno stress decompressivo ma non sono un criterio diagnostico.

Attualmente, la ricerca sulla MDD focalizza sui marcatori biologici che possono essere rilevati nel sangue. I ricercatori stanno investigando le potenziali associazioni tra lo stress decompressivo e la presenza nel sangue di microparticelle (vescicole rilasciate dalla membrana di diversi tipi di cellule). I livelli di microparticelle aumentano in associazione con molti stati patologici, ed anche con lo stress da attrito causato dalle bolle nel sangue. L'ipotesi di lavoro è che alcune microparticelle (verosimilmente stimulate da bolle di gas inerte) possano innescare, essere un marcatore o contribuire alla risposta infiammatoria che porta alla MDD. Questa ricerca va oltre il modello basato puramente sulle bolle. Mentre le bolle nel sangue hanno sicuramente un ruolo chiave nello sviluppo della MDD, la loro presenza o assenza non consente di prevedere con certezza lo sviluppo di sintomi di MDD. Una ricerca a livello molecolare di questo processo potrebbe dirci molto di più sulla MDD, fornendoci informazioni che speriamo possano

migliorare sia la prevenzione che la cura.

Trattamento

L'ossigenoterapia iperbarica (OTI) è il trattamento risolutivo per MDD ed EGA. Prima della cura risolutiva, respirare ossigeno al 100% può accelerare l'eliminazione del gas inerte, ridurre i sintomi e migliorare l'efficacia del trattamento.

Il primo protocollo terapeutico più comunemente utilizzato in camera iperbarica è l'US Navy Treatment Table 6. A seconda dello stato del paziente, i trattamenti possono essere estesi o ripetuti. La PDD è trattata con uguale efficacia sia in camere monoposto che in camere multiposto. Nelle camere monoposto viene trattata una persona per volta e i pazienti non sono accompagnati da staff medico. Le camere multiposto consentono il trattamento simultaneo di più pazienti e la presenza di personale medico, cosa importante per persone in condizioni gravi.

Trasporto

Gli incidenti subacquei possono mettere paura, e se i sintomi fanno sospettare una PDD molti subacquei non prendono in considerazione altre spiegazioni. Per essere certi che vengano considerate anche altre gravi lesioni, malattie e condizioni, il DAN consiglia che i subacquei infortunati si rivolgano al più vicino ospedale o struttura sanitaria per una valutazione medica. Se la diagnosi è effettivamente per una PDD il personale, e se necessario, il DAN potrà organizzare tempestivamente il trasporto a una struttura iperbarica adatta e disponibile.

Gli incidenti subacquei sollecitano molte domande. Dopo aver contattato i servizi medici di emergenza locali, contattate la hotline di emergenza DAN al +39 06 4211 5685, o chiedete alla struttura sanitaria di farlo. Il DAN può fornire sia informazioni mediche specialistiche che assistenza per pianificare e coordinare un trasferimento.

Le leggi dei gas utili per capire la PDD

Legge di Boyle: a temperatura costante, il volume di un dato gas è inversamente proporzionale alla pressione ambiente.

Mentre scendiamo con un autorespiratore, con ogni respiro manteniamo costante il volume polmonare inalando proporzionalmente più molecole di gas.

Legge di Dalton: la pressione totale esercitata da una miscela di gas è uguale alla somma delle pressioni parziali dei singoli gas nella miscela.

Mentre respiriamo più molecole di gas durante la discesa, il potenziale impatto delle elevate pressioni parziali diviene significativo. La narcosi da azoto dipende da un'elevata pressione parziale dell'azoto.

Legge di Henry: a temperatura costante, la quantità di un dato gas che si scioglie in un liquido è direttamente proporzionale alla pressione parziale di tale gas sopra il liquido. In termini fisiologici, tale pressione è quella del gas nei polmoni rispetto alla pressione del gas nel sangue.

Maggiore è la pressione del gas nei polmoni, maggiore è la quantità di gas che si scioglierà nel sangue e nei tessuti. Questa è la base della malattia da decompressione.