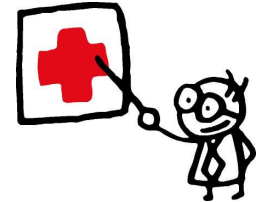




CROCE ROSSA ITALIANA
COMITATO LOCALE AGROPOLI e del CILENTO

O.P.S.A.
Operatori Polivalenti Salvamento in Acqua



MEDICINA IPERBARICA

Ultimo aggiornamento 18 febbraio 2011

bibliografia:

- MANUALE FEDERALE D'IMMERSIONE - FIPSAS;
- THE ENCYCLOPEDIA OF DIVING - PADI;
- INTERVENTI D'EMERGENZA - MC GRAW – HILL;
- SOCCORSO IN AZIONE - MC GRAW HILL.



Pasquale ANNUNZIATO
VdS Gruppo di Agropoli

- . Istruttore P.S.T.I. - CRI
- . Istruttore M.D.V.A.E.P. - CRI
- . Delegato Tecnico Regionale VdS Settore Emergenza - CRI
- . O.P.S.A. Operatore Subacqueo - CRI
Elisoccorritore abilitato AB 412
Istruttore Attività Subacquee PADI
- . Istruttore Emergency First Responce - PADI



CROCE ROSSA ITALIANA **COMITATO LOCALE AGROPOLI e del CILENTO**

O.P.S.A.

Operatori Polivalenti Salvamento in Acqua

Obiettivo della lezione è promuovere la conoscenza e le abilità per essere in grado di riconoscere e valutare i casi di emergenza iperbarica e le patologie ad esse correlate

Che cos'è la Medicina Iperbarica

Iperbarico, composizione di iper- e barico

iper-: dal gr. hypér 'sopra', grado superiore al normale; barico: relativo alla pressione atmosferica (Zanichelli 2007).

La Medicina Iperbarica studia gli effetti fisiopatologici provocati sul corpo umano da una pressione atmosferica alterata

Per poter meglio comprendere gli effetti che una pressione atmosferica di grado superiore al normale può causare, dobbiamo per forza di cose, ripassare alcune nozioni di fisica elementare.

Nozioni di Fisica Elementare

LA MATERIA

In fisica classica, con materia genericamente si indica qualsiasi cosa che abbia massa e occupi spazio. La materia può presentarsi in tre stadi:

.stato solido
volume e forma propria

.stato liquido
volume proprio e forma del contenitore

.stato gassoso
volume e forma che dipendono dal contenitore

Cambiando alcuni parametri un corpo può modificare il suo stato.

In natura tutto è in equilibrio



CROCE ROSSA ITALIANA
COMITATO LOCALE AGROPOLI e del CILENTO

O.P.S.A.

Operatori Polivalenti Salvamento in Acqua

UNITÀ DI MISURA

le grandezze di base sono:

.massa: kg = chilogrammi

.lunghezza: m = metri

.tempo: sec = secondi

.temperatura: °c = gradi centigradi

.pressione: ATM = atmosfera o bar (ATR = atmosfera relativa; ATA = atmosfere assolute)

.volume

spazio che occupa un corpo - litri = l

.peso

forza con la quale un corpo è attratto verso il centro della terra - chilogrammi = kg

.temperatura

gradi centigradi = °c

.pressione

rapporto tra una forza e la superficie sulla quale tale forza si esercita – ATM o bar

.densità

rapporto tra peso e volume - kg/l

La pressione a livello del mare (l/m) è di 1 ATM (vedi E. Torricelli), di conseguenza, il peso della colonna d'aria che ci sovrasta pesa 1 kg per ogni cm² di superficie su cui agisce.

Il peso di una colonna d'acqua di 10 metri è uguale a 1 kg per ogni cm², ossia a 1 ATM, che chiameremo ATR (atmosfere relative).

La pressione aumenta di una ATR ogni 10 m di profondità:

- 10 m = 1 ATR

- 20 m = 2 ATR

- 40 m = 4 ATR

. pressione sl/m ATM atmosfera

. pressione sotto l/m ATR atmosfere relative

Atmosfera ATM + atmosfere relative ATR = atmosfere assolute

ATM + ATR = ATA

- l/m = 0 ATR + 1 ATM = 1 ATA

- 10 m = 1 ATR + 1 ATM = 2 ATA

- 20 m = 2 ATR + 1 ATM = 3 ATA

- 50 m = 5 ATR + 1 ATM = 6 ATA



CROCE ROSSA ITALIANA COMITATO LOCALE AGROPOLI e del CILENTO

O.P.S.A.

Operatori Polivalenti Salvamento in Acqua

La **densità** è il rapporto tra peso e volume - kg/l

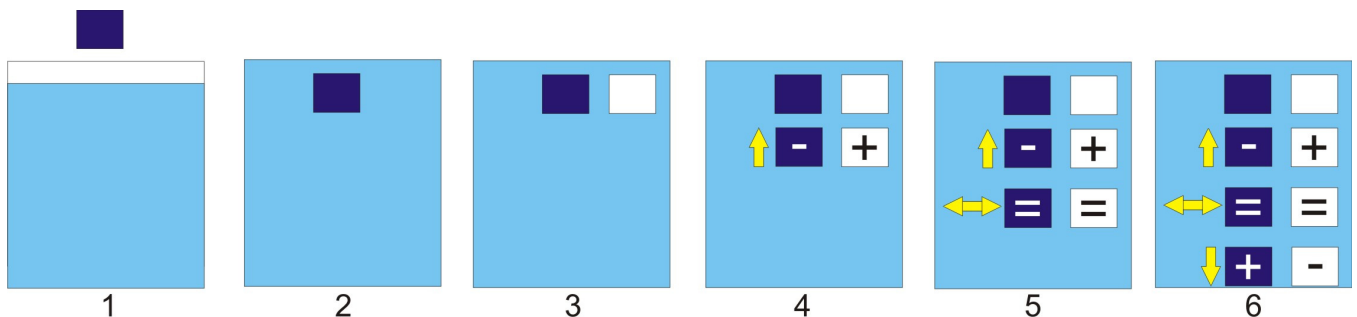
- 1 litro di acqua dolce pesa 1 kg. densità 1 kg/l
- 1 litro di acqua di mare pesa 1,03 kg. densità 1,03 kg/l
- 1 litro di olio pesa 0,8 kg. densità 0,8 kg/l
- 1 litro di aria pesa 0,0013 kg. densità 0,0013 kg/l, 1,3 kg/m³

Nei fluidi, i corpi con densità minore galleggiano su quelli a densità maggiore, se sottoposti ad un campo gravitazionale. Questa proprietà è alla base del principio di Archimede.

PRINCIPI E LEGGI

Il Principio di Archimede

Un corpo immerso in un fluido riceve una spinta dal basso verso l'alto pari al peso del volume del fluido spostato.



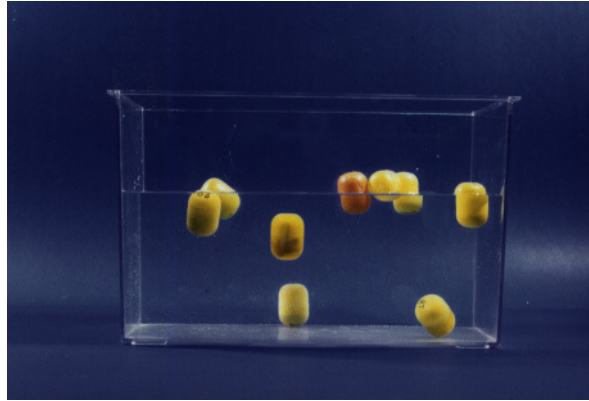
Nella prima figura abbiamo un contenitore d'acqua, con un corpo da immergere;
la seconda figura mostra il corpo immerso nell'acqua. Da notare che il livello dell'acqua nel contenitore è aumentato;
lo spazio bianco nella terza figura simula il volume d'acqua spostato. Questo volume d'acqua ha un peso;
se il volume d'acqua spostato pesa più del corpo immerso, il corpo tenderà al galleggiamento, segno negativo, figura 4; al contrario, se il volume d'acqua spostato è più leggero del corpo immerso, il corpo tenderà ad affondare segno positivo, figura 6; naturalmente, se i due pesi si equivalgono, il corpo assumerà una condizione neutra, per cui se non sottoposto a forze, il corpo immerso rimarrà in sospensione, figura 5.



CROCE ROSSA ITALIANA **COMITATO LOCALE AGROPOLI e del CILENTO**

O.P.S.A.

Operatori Polivalenti Salvamento in Acqua

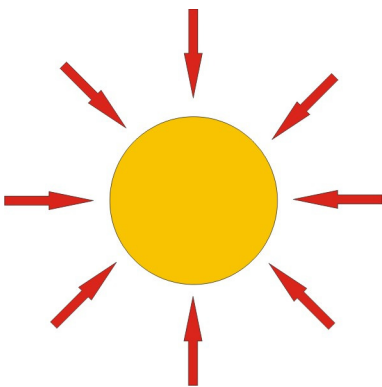


In questo contenitore sono immerse delle capsule di uguale volume. Quello che cambia è il peso delle capsule, nel cui interno sono stati introdotti dei pesi di grammatura diversa. Essendo tutti dello stesso volume, spostano tutti lo stesso peso del volume di acqua. Tuttavia, essendo di pesi diversi, hanno comportamenti differenti: alcuni affondano, altri assumono una posizione neutra, altri galleggiano, anche se in assetto diverso.

Questo principio è applicato alla progettazione e alla costruzione di grandi navi. Che spostando enormi volumi d'acqua, garantiscono il galleggiamento della struttura.

Il Principio di Pascal

La pressione esercitata su un fluido si distribuisce uniformemente per tutto il fluido in tutte le direzioni con uguale intensità.



Un corpo immerso in un fluido è avvolto dalla pressione che comprime in tutti i punti con la stessa forza

Un fluido compresso (liquido o gas) esercita sulle pareti di un contenitore e sugli oggetti che vi sono immersi forze sempre perpendicolari alle superfici con cui è a contatto, qualunque sia l'orientamento delle superfici.



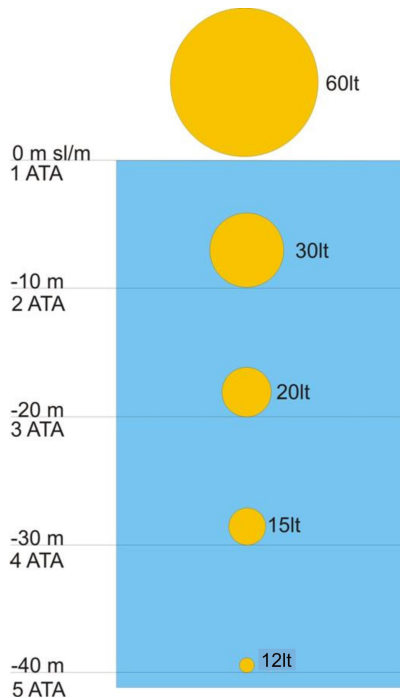
CROCE ROSSA ITALIANA COMITATO LOCALE AGROPOLI e del CILENTO

O.P.S.A.

Operatori Polivalenti Salvamento in Acqua

Legge di Boyle e Mariotte

A temperatura costante il volume di un gas è inversamente proporzionato alla pressione esercitata.



Prendiamo un palloncino con 60 litri d'aria e lo immergiamo. Notiamo che, per effetto della pressione idrostatica, il volume diminuisce e, a -10mt (2 ATA) il palloncino ha addirittura dimezzato il suo volume ($60\text{lt}/2\text{ATA}=30\text{lt}$). Continuando con l'immersione il palloncino subisce sempre la riduzione di volume, in relazione alla formula lt/ATA ($30\text{mt} = 60\text{lt}/4\text{ATA}=15\text{lt}$).

Se gonfiassimo il palloncino a -10mt con 60lt d'aria, risalendo in superficie, se non scoppia prima, avrebbe un aumento di volume pari a $60\text{lt} \times 2\text{ATA} = 120\text{lt}$.

Importante da ricordare che per effetto del raddoppio della pressione, i primi 10 metri sono i più pericolosi ai fini della sicurezza.

Alcune conseguenze della legge di Boyle e Mariotte:

. consumi respiratori

con ara, autorespiratore ad aria, più l'immersione è profonda, più è elevato il consumo di aria. Infatti, in superficie, a 1 ATM, si consumano circa 20lt/min di aria; alla profondità di -10mt si consumano sempre 20lt/min di aria, ma a 2 ATA, che corrispondono ad un consumo reale di 40lt/min di aria ($20\text{lt} \times 2\text{ATA}$). A -20mt il consumo sale a 60lt/min ($20\text{lt}/\text{min} \times 3\text{ATA}$) e così via. Quindi, più è profonda l'immersione più aria si consuma.

. volumi gas toracici

il volume del gas contenuto nel torace di un apneista diminuisce con la discesa; in un sub con ara resta costante, perché gli erogatori forniscono aria a pressione ambiente, che corrisponde alla profondità in cui si trova, che mantengono inalterato il volume dei polmoni.

Questa legge è fondamentale per la sicurezza dell'immersione perché spiega l'importanza di queste manovre:

- . compensazione dell'orecchio medio
- . compensazione della maschera
- . espirazione in fase di risalita



CROCE ROSSA ITALIANA COMITATO LOCALE AGROPOLI e del CILENTO

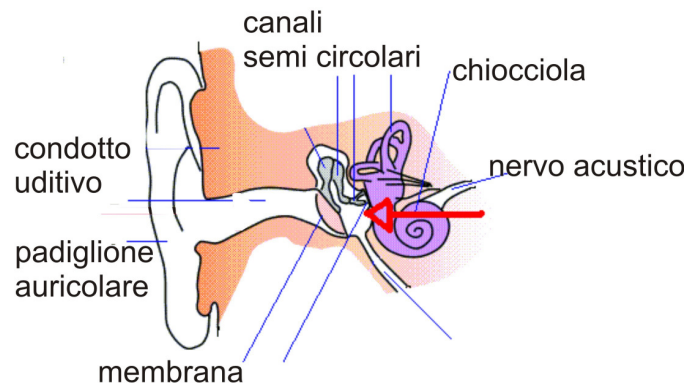
O.P.S.A.

Operatori Polivalenti Salvamento in Acqua

.Compensazione dell'orecchio medio

Sottacqua, in aereo, in montagna si avverte fastidio alle orecchie e a volte dolore.

Questo è provocato da un mancato equilibrio della pressione dell'aria nell'orecchio medio, separata dal condotto uditivo esterno da una membrana timpanica di forma circolare.



Il volume dell'aria contenuta nell'orecchio medio diminuisce all'aumentare della pressione (in discesa) e questo avviene attraverso l'introflessione della membrana timpanica, che prima provoca fastidio, ma che poi continuando a scendere provocherà forte dolore e, insistendo, la lacerazione del timpano. Fortunatamente la nostra anatomia ci aiuta: nella parte inferiore dell'orecchio medio parte un piccolo canale, chiamato Tuba di Eustachio, che termina nel retrobocca. Per cui basta insufflare un piccolo quantitativo d'aria in questo canale che la membrana timpanica riassumerà la posizione originaria.

La manovra di insufflazione è chiamata Manovra di Compensazione, e può essere praticata con varie tecniche.

È buona norma, iniziare a compensare in superficie, e successivamente ogni qual volta è necessario, possibilmente anticipando il sopraggiungere del fastidio all'orecchio.

I barotraumi all'orecchio si manifestano con:

.Vertigine calorica, conseguente all'allagamento della cavità dell'orecchio medio per la rottura della membrana timpanica e quindi dovuta alla stimolazione termica del labirinto anteriore.

.Vertigine alternobarica, conseguente alla stimolazione meccanica del labirinto anteriore, ha una evoluzione benigna, sparisce in un breve arco di tempo senza lasciare strascichi, anche se raramente, la sintomatologia può persistere a tempo indeterminato dopo l'emersione;

.Acufene, percezione di un suono, in assenza di sorgente sonora;

.Ipoacusia neurosensoriale, improvviso deficit della funzione uditiva post immersione, che si manifesta in un breve arco di tempo (da poche ore ad alcuni giorni).

È possibile assistere alla remissione spontanea della sintomatologia, così come possono rivelarsi inutili tutti i tentativi terapeutici, per quanto opportuni possano essere stati.



CROCE ROSSA ITALIANA **COMITATO LOCALE AGROPOLI e del CILENTO**

O.P.S.A.

Operatori Polivalenti Salvamento in Acqua

In caso di sintomi quali il calo d'udito, percezione di un rumore di fondo, sensazione di orecchio pieno, vertigine persistente insorti dopo una immersione, ricorrere, per una valutazione clinica, allo specialista otorinolaringoiatra.

La **compensazione dei seni paranasali** avviene, in assenza di patologie, spontaneamente. Non è però infrequente avvertire dolore alla fronte o al viso per mancata compensazione delle cavità sinusali, in caso di infiammazioni alle vie respiratorie.

Il barotrauma dei seni paranasali può manifestarsi sia in fase di discesa che in fase di risalita. Interessa di solito i seni mascellari o i seni frontali. I seni etmoidali e i seni sfenoidali sono coinvolti solo di rado.

La mancata compensazione dei seni paranasali si annuncia fin da subito con una sensazione di dolore pungente riferita alla cavità interessata.

Nel caso di forti raffreddori o congestioni dovute a infiammazioni, è possibile che i seni non vengano compensati, causando forti dolori. In questi casi è altamente consigliabile evitare l'immersione.

È possibile che nella discesa possa sopraggiungere un dolore a un dente, questo è dovuto a carie mal trattate o che intrappolano all'interno della otturazione dell'aria.

Eventuali vertigini nella risalita, possono essere imputabili ad una non equilibrata compensazione fra i due orecchi medi (**Vertigine Alternobarica**)

Un forte colpo, che potrebbe danneggiare il timpano, dovuto all'ingresso di acqua nel condotto uditivo, potrebbe essere imputabile a dell'aria rimasta intrappolata nel condotto stesso, che liberatasi in seguito a movimenti della testa ha facilitato l'ingresso violento di una certa quantità d'acqua, provocando di fatto il trauma (**Colpo d'Ariete**). È buona norma appena in acqua, allagare il cappuccio eliminando residui di aria.

Il **colpo di ventosa** è il barotrauma conseguente alla mancata compensazione della maschera, è un evento di modesta entità, ma molto appariscente.

L'infortunato presenta diffuse soffusioni emorragiche alle sclere e alle congiuntive conseguenti alle rotture per suzione dei capillari, assumendo un aspetto inquietante con occhi gonfi e iniettati di sangue.

Astenersi dalle immersioni, proteggere li occhi da vento e polvere.



CROCE ROSSA ITALIANA **COMITATO LOCALE AGROPOLI e del CILENTO**

O.P.S.A.

Operatori Polivalenti Salvamento in Acqua

Composizione dell'aria inspirata

N₂ azoto 78
O₂ ossigeno 21
CO₂ diossido di carbonio 0,033
altri gas

Composizione dell'aria espirata

N₂ azoto 78 %
O₂ ossigeno 16 %
CO₂ diossido di carbonio 4 %
H₂O vapore acqueo 1 %
altri gas

Legge di Dalton

La pressione totale di una miscela di gas è la somma delle pressioni parziali dei singoli gas.

$$p = pp1 + pp2 + pp3$$

p: pressione totale; pp: pressione parziale

$$ppO_2 + ppN_2 = 0,21 + 0,79 = p \text{ aria } 1$$

l/m mt	1 ATA	pp O ₂	0,21 ATM.	ppN ₂	0,79 ATM
-10 mt	2 ATA	pp O ₂	0,42 ATM.	ppN ₂	1,58 ATM
-20 mt	3 ATA	pp O ₂	0,63 ATM.	ppN ₂	2,37 ATM

Legge di Henry

Un gas che esercita una pressione sulla superficie di un liquido, vi entra in soluzione finché avrà raggiunto in quel liquido la stessa pressione che esercita sopra di esso.



Se sottoponiamo a pressione dei gas sulla superficie di un liquido, questi vi entrano in

soluzione. Esempio lampante è il gas disciolto nelle bibite gassate. Infatti il gas, nelle bottiglie a riposo, non viene rilevato fino a quando non la agitiamo. Agitando la bottiglia, il gas perde la stabilità raggiunta ed esce dalla soluzione con le classiche bollicine visibili nella bottiglia stessa. All'interno della bottiglia la pressione però rimane costante. Questa si equilibrerà, con la pressione atmosferica, solo quando verrà stappata.



CROCE ROSSA ITALIANA **COMITATO LOCALE AGROPOLI e del CILENTO**

O.P.S.A.

Operatori Polivalenti Salvamento in Acqua

L'acqua è 800 volte più densa dell'aria

Questa diversità è alla base di molte differenze rispetto al nostro normale vivere in aria.

La **luce** è una forma di energia, costituita da onde elettromagnetiche, e nell'acqua viene assorbita con più intensità che nell'aria, per cui scendendo la luminosità diminuirà rapidamente. Poiché la luce bianca è composta da diversi colori che hanno energia diversa, scendendo li vedremo attenuarsi e sparire, con priorità ai colori con minore energia. Il colore rosso è il primo a sparire. I raggi luminosi cambiano direzione passando dall'aria all'acqua, e quindi anche attraverso il vetro della maschera.

Il **calore** è l'energia termica contenuta in un corpo e si misura in calorie (cal), chilocalorie (kcal), oppure in BTU, British Thermal Unit, pari a 252 calorie.

Il calore può venire trasmesso da un corpo all'altro in tre modi differenti:

- . **conduzione**, trasmissione del calore attraverso il contatto diretto. Esempio classico il cucchiaino freddo immerso nel tè caldo. Il cucchiaino diventa caldo a contatto col liquido;
- . **convezione**, trasmissione attraverso fluidi caldi. I fluidi riscaldati diventano meno densi e tendono a salire verso l'alto, lasciando il posto a fluidi più freddi. Questo ciclo che si crea tende a stabilire un flusso che tende a sottrarre calore a qualsiasi corpo circondato dal flusso;
- . **irraggiamento**, trasmissione del calore attraverso le onde magnetiche. Il calore del sole, oppure il calore della stufa o del caminetto acceso.

Per conduzione si perde calore tra il nostro corpo e il contatto diretto con l'acqua, e perché si riscalda, prima di disperderla, l'aria che respiriamo dalle bombole.

Se si sta in acqua ad una temperatura di 22°C, dopo un po' si avrà freddo, mentre in aria alla stessa temperatura non sentiremo nulla. Questo succede perché nell'acqua si ha una dispersione di calore maggiore, circa 25 volte più dell'aria.

Il **suono** è una vibrazione che si propaga a velocità maggiore in mezzi ad elevata densità.

Nel vuoto il suono non si trasmette, nell'acqua, 4 volte più che nell'aria.

La velocità del suono cresce all'aumentare la salinità, della temperatura e della pressione. Questo comporta nella propagazione del suono traiettorie irregolari con deviazioni verso le zone più fredde o maggiori concentrazioni saline.

Questo è il motivo per cui non si riesce a capire la provenienza di una fonte sonora in acqua, per cui in aria il nostro cervello misura la differenza di tempo di arrivo della vibrazione tra un orecchio e l'altro, in acqua tale differenza diminuendo di quattro volte, rende difficile la localizzazione.

Riepilogando, i fenomeni più importanti sono:

- .cambio di direzione dei raggi luminosi
- .il colore rosso e' il primo colore a sparire
- .sott'acqua tutto ci sembra più grande di 1/3
- .l'acqua sottrae calore 25 volte più dell'aria
- .la trasmissione del suono in acqua e' 4 volte più veloce



CROCE ROSSA ITALIANA
COMITATO LOCALE AGROPOLI e del CILENTO

O.P.S.A.

Operatori Polivalenti Salvamento in Acqua

Incidenti Subacquei

. Respirazione di gas in iperbarismo

La respirazione di miscele gassose in condizioni iperbariche, comporta un incremento della quantità dei singoli gas (pp) presenti a livello del sangue e dei tessuti, tale da rendere possibile l'insorgenza di fenomeni di tossicità. Questi possono dipendere da uno specifico effetto farmacologico, oppure da un'insufficiente smaltimento del gas in eccesso durante la fase di decompressione (ripristino alla pressione normale).

Riguardo il primo caso parleremo di

- . tossicità dell'ossigeno**
- . narcosi da azoto**

Riguardo il gas in eccesso parleremo di

- . Patologie da Decompressione – PDD**

distinta nelle due forme

- . Malattia da decompressione - MDD**
- . Embolia Gassosa arteriosa – EGA**

La respirazione in ambiente iperbarico comporta anche un notevole aumento della fatica respiratoria, dovuto alla elevata resistenza al flusso dei gas, nelle vie aeree superiori e inferiori, che diviene più denso per l'aumento della pressione. Questo può comportare l'instaurarsi di una condizione di affanno.

La tossicità dell'ossigeno

Ad elevata pressione parziale (pp) l'ossigeno è tossico per i tessuti. La pressione limite al di là del quale si manifesta la tossicità è di 1,8 atm. Questa pp si raggiunge alla quota di -80m respirando aria. Infatti $-80m = 9 \text{ ATA}$ per 20% di $O_2 = 0,2 \text{ atm}$ presente nella miscela aria, comporta una pressione parziale di ossigeno di 1,8 atm ($9 \times 0,2 = 1,8$).

Questa profondità è il limite massimo oltre il quale non si può scendere in aria compressa.

Con apparecchi a ossigeno puro, la pressione di 1,8 atm si raggiunge a -8m.

Sintomi

- . estesi tremori al volto e agli arti
- . disturbi visivi
- . contrazioni muscolari
- . tetania
- . perdita di coscienza

I sintomi da intossicazione da ossigeno regrediscono se il colpito ritorna a respirare aria a pressione atmosferica, e non presenta danni residui.



CROCE ROSSA ITALIANA **COMITATO LOCALE AGROPOLI e del CILENTO**

O.P.S.A.

Operatori Polivalenti Salvamento in Acqua

L'ossigeno ad elevata pressione è dannoso anche per il tessuto polmonare. Se respirato a lungo provoca bronchiti irritative che possono sfociare in lesioni polmonari permanenti. Si considera dannosa una esposizione a una pressione parziale superiore a 0,5 atm. Il danno è proporzionale al tempo di esposizione.

Sintomi

- . dolore al torace
- . tosse
- . progressiva dispnea. difficoltà di respiro accompagnata da senso di affanno

La Narcosi da Azoto - NdA

Il 78% della miscela aria è composta da azoto, gas dotato di proprietà narcotiche. Come per l'ossigeno, la respirazione a pressioni parziali superiori di azoto comporta l'insorgenza di una particolare condizione psico-fisica chiamata narcosi da azoto o ebbrezza di profondità, dovuta all'effetto farmacologico esercitato dal gas sul sistema nervoso centrale SNC.

La narcosi da azoto comporta un deterioramento delle condizioni psichiche, intellettive e coordinative del subacqueo, caratterizzato dall'insorgenza di una sintomatologia multiforme.

Per limitare i problemi derivanti dalla narcosi da Azoto, le didattiche subacquee hanno imposto un limite di profondità massima per le immersioni sportive: -40m.

Sintomi

- .leggerezza mentale
- .euforia
- .ubriacatura depressione
- .ansia
- .risa
- .pianto
- .stupore
- .allucinazioni e/o disturbi visivi e/o acustici
- .visione a tunnel
- .alterazione della coordinazione muscolare
- .Ritardo dei riflessi
- .vertigini
- .nausea
- .vomito
- .insensibilità e formicolii
- .amnesia perdita di coscienza
- .perdita di coscienza

I sintomi della narcosi da azoto, come elencati, possono essere quanto mai eterogenei, e la sintomatologia può presentarsi tanto lieve da non essere notata o addirittura violenta che può comportare in immersione azioni tali da provocare incidenti.



CROCE ROSSA ITALIANA **COMITATO LOCALE AGROPOLI e del CILENTO**

O.P.S.A.

Operatori Polivalenti Salvamento in Acqua

La narcosi da azoto può manifestarsi in qualunque momento dell'immersione, anche se la parte più a rischio è legato alle alte profondità, i sintomi potrebbero presentarsi con intensità progressivamente crescente con l'aumentare di quest'ultima, ma anche esplodere all'improvviso senza preavviso.

Questi alcuni fattori che possono favorire e/o scatenare la NdA:

- .aumento della ppCO₂
- .freddo
- .alcol e farmaci
- .malessere
- .stanchezza
- .velocità di discesa
- Scarsa visibilità
- .Assenza di punti di riferimento
- .stress

Interventi in immersione si limitano alla assistenza da parte del compagno effettuando una risalita controllata senza ritornare in profondità.

Interventi di Primo Soccorso si limitano all'intervento secondo eventuale incidente riscontrato, conseguente alle azioni e alle risposte del corpo.

PDD - PATOLOGIE DA DECOMPRESSIONE

la PDD è una sindrome dovuta alla formazione di bolle di gas nel sangue e nei tessuti a seguito di immersioni subacquee con autorespiratore.

la PDD viene classificata in:

- .tipo 1** forma lieve localizzazione unica articolare;
- .tipo 2** forma grave tutti gli altri casi compresa la tipo 1 insorta in decompressione;

PDD tipo 1

- cutanea** prurito, rash, pomfi orticarioidi;
- articolare** dolore articolare associato a tumefazione e arrossamento (spalla, gomito, caviglia, ginocchio);
- linfatica** edemi prevalentemente agli arti;



CROCE ROSSA ITALIANA
COMITATO LOCALE AGROPOLI e del CILENTO

O.P.S.A.

Operatori Polivalenti Salvamento in Acqua

PDD tipo 2

polmonare tosse, dispnea, dolori retro-sternali, emottisi;

cerebrale cefalea, perdita di coscienza, memoria, equilibrio, disorientamento, disturbi vista e udito,

midollare parestesie (formicolio o vellicamento), para e tetra paresi, perdita del controllo sfinterico. Bilaterale;

labirintica vertigini, acufene (ronzio, fischio), ipoacusia (indebolimento del senso dell'udito).

Cause della PDD

. MDD malattia da decompressione

embolizzazione del sangue venoso e dei tessuti per insufficiente decompressione.

Vera e propria sindrome correlata a insufficiente decompressione, si realizza a causa del ritorno in fase gassosa dell'azoto che si è disciolto nei tessuti per la respirazione di aria in ambiente iperbarico.

. EGA embolia gassosa arteriosa

embolizzazione del sangue arterioso con conseguente coinvolgimento degli organi bersaglio.

È conseguente al barotrauma polmonare da mancata espirazione in fase di risalita, ma può manifestarsi anche in ambito di una MDD (immersione in apnea dopo immersione in ara, FOP forame ovale pervio).

Trattamento della PDD

si cura sottoponendo il soggetto a ricompressione terapeutica in camera iperbarica; tempestività e adeguatezza del primo soccorso.

Primo soccorso PDD

- . riconoscimento dell'emergenza
- . immediato allertamento
- . realizzazione confort ambientale
- . liberare dall'attrezzatura
- . posizione su lato sx, con testa in basso
- . somministrare acqua
- . somministrare ossigeno 100%
- . manovre di rianimazione
- . non trasportare al di sopra dei 300 mt

RICORDATE SEMPRE DI RECUPERARE IL COMPUTER E CONSEGNARLO AI TECNICI IPERBARICI



CROCE ROSSA ITALIANA **COMITATO LOCALE AGROPOLI e del CILENTO**

O.P.S.A.

Operatori Polivalenti Salvamento in Acqua

. AFFANNO

sensazione di fame d'aria ad evoluzione ingravescente che fa perdere il controllo della respirazione. L'affanno è dovuto alla impossibilità di smaltire tutta la CO₂ prodotta e accumulata a causa di attività fisica intensa o per una respirazione non corretta. L'affanno, se non corretto con un appropriato controllo della ventilazione, può portare al panico con conseguenti azioni pericolose.

. CONTAMINAZIONE DA MONOSSIDO DI CARBONIO - CO

gas incolore, inodore, affinità con l'emoglobina - hb, che vi si lega in modo difficilmente reversibile rendendola incapace di trasportare ossigeno (carbodiossiemoglobina - cohb).

L'avvelenamento si può verificare se le bombole vengono ricaricate in un ambiente ricco di CO, come per esempio se la presa d'aria del compressore è posta vicino allo scarico di un motore a scoppio.

Sintomi

- .dispnea
- .confusione mentale
- .crampi
- .sincope

trattamento: ossigeno puro 100%, possibilmente in camera iperbarica.

. Incidenti correlati alla pressione ambiente. I Barotraumi

Le cavità presenti nel nostro corpo sono influenzate dalla pressione ambiente, a differenza dei tessuti organici fluidi o solidi che sono incompressibili. Le cavità andranno a modificare il volume del gas in esse contenuto in armonia di quanto enunciato dalla legge fisica di Boyle e Mariotte. Ricordate che i gas in discesa vengono compressi, mentre in risalita si espande.

Queste cavità vanno compensate. Alcune come quelle dell'orecchio medio con delle manovre appropriate, tutte le altre spontaneamente.

Qualora non sia possibile una tempestiva compensazione delle cavità o che siano impossibilitate a cedere il gas in eccesso, si assisterà all'insorgenza di una particolare forma di barotrauma.

. Barotrampa polmonare

Incidente grave che può colpire durante la risalita di una immersione con autorespiratori ARA, nel caso in cui i gas respiratori, in fase di espansione dovuta alla diminuzione della pressione, trovino chiuse o ostruite le vie aeree di afflusso.

La possibilità di incorrere in questo incidente non dipende dalla profondità, né dal tempo di immersione. Questa precisazione è d'obbligo, in quanto il barotrauma polmonare è la principale causa di Embolia Gassosa Arteriosa, la più grave forma di PDD, conseguenza della lacerazione per esplosione degli alveoli polmonari.

Sintomi

- .tosse
- .dispnea



CROCE ROSSA ITALIANA
COMITATO LOCALE AGROPOLI e del CILENTO

O.P.S.A.

Operatori Polivalenti Salvamento in Acqua

- .emottisi
- .enfisema cutanea per lo più al collo
- .pneumotorace
- .coma
- .morte

. Barotrauma dell'orecchio medio

Incidente da mancata compensazione.

Si presenta durante la discesa, presentandosi da difficoltà di compensazione e dolore all'orecchio.

Durante la discesa si fa fatica a compensare e all'uscita si accusa

- .dolore all'orecchio ad evoluzione ingravescente;
- .sensazione di orecchio chiuso.

Se la discesa avviene velocemente il dolore si presenta subito in modo violento, a volte con vertigini. Si interrompe l'immersione e all'uscita si accusa

- .persistenza di forte dolore
- .sensazione di orecchio chiuso
- .progressiva scomparsa delle vertigini.

Le vertigini risultano essere conseguente all'allagamento della cavità dell'orecchio medio per la rottura della membrana timpanica (stimolazione termica del labirinto anteriore).

Nessuna di queste eventualità, di solito, è tale da compromettere la funzionalità dell'organo.

. Barotrauma dell'orecchio interno

Stimolazione meccanica dell'orecchio interno che può avvenire in conseguenza di variazioni di pressioni ambientale a causa di una alterata funzionalità tubarica o di errata esecuzione di una manovra di esecuzione delle manovre di compensazione.

Il rischio di incorrere in un barotrauma dell'orecchio interno viene amplificato in presenza di una ermetica occlusione del condotto uditivo esterno, come tappi auricolari, tappi ceruminosi, o più frequentemente la copertura del cappuccio della muta posto in ventosa sul padiglione auricolare.

Sintomi

- .vertigine
- .acufene
- .ipoacusia neurosensoriale

Gli insulti all'orecchio interno sono assai più gravi potendo lasciare reliquiari permanenti (ipoacusia e/o acufene)



CROCE ROSSA ITALIANA
COMITATO LOCALE AGROPOLI e del CILENTO

O.P.S.A.

Operatori Polivalenti Salvamento in Acqua

. Barotrauma dei seni paranasali

Si manifesta sia in fase di discesa sia in fase di risalita, di solito interessa i seni mascellari e frontali, mentre i seni etmoidali e sfenoidali sono coinvolti solo di rado.

La mancata compensazione dei seni paranasali si manifesta da subito con sensazione di dolore pungente riferita alla cavità interessata. L'intensità del dolore è progressiva con l'aumentare della discesa o della risalita.

Sintomi

dolore alle aree delle cavità sinusali:

Seno Mascellare.	Regione mascellare, denti canini e premolari superiori
Seno frontale	sovrorbitale
Seno sfenoidale	vertice del capo
Seno etmoidale	regione occipitale

. Colpo di ventosa

Mancata compensazione della maschera.

Evento di modesta entità anche se assai appariscente.

Si presenta con diffuse soffusioni emorragiche alle sclere e alle congiuntive conseguenti alle rotture dei vasi capillari.

Sintomi

- .occhi gonfi e iniettati di sangue
- .lacrimazione
- .bruciore

Trattamento

- .proteggere gli occhi.

. Impatto fisiologico acqua / organismo

L'immersione del corpo in acqua può essere causa di inconvenienti per due principali motivi

.impossibilità di respirare sott'acqua

.elevata termodispersione.

Il primo motivo è responsabile del rischio annegamento;

il secondo è responsabile di idrocuzione ipotermia.

L'**annegamento** è definito come la morte avvenuta per immersione in un liquido e conseguente asfissia dovuta all'ostruzione delle vie aeree secondarie a laringospasmo e/o aspirazione di liquidi nei polmoni.

Il **pre-annegamento** è definito come episodio di immersione da cui risulta una sopravvivenza della vittima oppure un quadro clinico che conduce alla morte in un secondo momento.



CROCE ROSSA ITALIANA **COMITATO LOCALE AGROPOLI e del CILENTO**

O.P.S.A.

Operatori Polivalenti Salvamento in Acqua

L'annegamento e il pre-annegamento in acqua dolce o salata hanno meccanismi diversi, ma il trattamento di primo soccorso è lo stesso.

I fattori che agiscono riguardo la sopravvivenza sono correlati

- .all'età della vittima
- .al periodo d'immersione
- .alle condizioni generali di salute
- .al tipo e alla pulizia del liquido inalato
- .alla temperatura dell'acqua

Il 10/12% dei pre-annegati non aspira acqua in quanto l'ipossia (diminuita utilizzazione dell'ossigeno da parte dei tessuti) è causata dal laringospasmo serrato che evita l'ingresso di liquido nei polmoni.

In questi casi, è necessario un intervento mirato al rapido ripristino dell'attività cardiorespiratoria BLS, al fine di evitare danni irreversibili causati dall'ipossia. In genere la percentuale di sopravvivenza è molto alta.

Tuttavia la maggior parte del pre-annegamento porta ad inalare acqua, con conseguente dilavamento del liquido surfattante (surfattante), agente tensioattivo che ricopre gli alveoli e li mantiene dilatati.

Inoltre per il fenomeno dell'osmosi, l'annegamento evolve con rapidità diversa:

i liquidi inalati causano lesioni e squilibri sia che si tratti di liquidi ipertonici (acqua salata) che ipotonici (acqua dolce), a cui seguono danni generalizzati ad altri organi e variazioni della volemia (volume totale del sangue presente nell'organismo).

Per ulteriori approfondimenti trova: **osmosi e meccanismi correlati**.

.Annegamento in acqua dolce

L'acqua dolce, ipotonica rispetto al sangue, viene rapidamente assorbita dal sistema dei capillari polmonari e in pochi istanti penetra nel torrente circolatorio, fino al raddoppio del volume totale del sangue. Questo determina

- | | |
|------------------|---|
| .ipervolemia | aumento del volume totale del sangue |
| .emodiluzione | diluzione del sangue |
| .emolisi | rottura dei globuli rossi con fuoriuscita |
| .iperpotassiemia | aumento del potassio |
| .anemia | diminuzione nel sangue del contenuto di emoglobina e/o di globuli rossi |

L'anossia (mancanza di O₂ ai tessuti), lo squilibrio plasmatico e l'eccesso di potassio causano alterazioni cardiache per cui insorge la fibrillazione ventricolare pochi minuti dopo l'immersione, con rapido arresto del cuore.

.Annegamento in acqua salata

L'acqua di mare ipertonica provoca un passaggio di plasma e di proteine dai capillari verso gli alveoli. Ne consegue una ipovolemia, emocostrazione senza emolisi e senza marcate alterazioni della potassiemia, per cui non si instaura la fibrillazione ventricolare, ma un graduale indebolimento dell'attività cardiaca con collasso cardiovascolare e asistolia irreversibile, dovuta all'anossia del miocardio e all'ipovolemia.



CROCE ROSSA ITALIANA **COMITATO LOCALE AGROPOLI e del CILENTO**

O.P.S.A.

Operatori Polivalenti Salvamento in Acqua

.Ipotermia

L'immersione di un corpo in acqua a temperature inferiori a 33°C ne provoca il progressivo raffreddamento, a causa della elevata capacità termica dell'elemento liquido.

Un corpo che tende al raffreddamento va incontro a molteplici inconvenienti.

I sintomi dell'ipotermia in relazione al valore della temperatura corporea possono manifestarsi in svariati modi.

Sintomi:

- .37 °C - sensazione di freddo, vasocostrizione, aumento della tensione muscolare e di ossigeno;
- .36 °C - brivido continuo non controllabile, perdita di sensibilità e dolore periferico;
- .35 °C - confusione mentale, ridotta capacità di ragionamento e di resistere, rischio annegamento;
- .34 °C - perdita di memoria, dislessia;
- .33 °C - allucinazioni;
- .32 °C - aritmie e gravissime compromissioni della mobilità;
- .31 °C - cessazione del brivido, confusione mentale;
- .30 °C - rigidità muscolare. Nessuna reazione al dolore;
- .29 °C - perdita di coscienza;
- .28 °C - fibrillazione ventricolare, morte.

Trattamento

- .monitorare parametri vitali;
- .evitare ulteriori perdite di calore;
- .favorire il riscaldamento del corpo;
- .portare l'fortunato in ambiente asciutto, riparato e moderatamente caldo, 25 °C;
- .spogliarlo;
- .asciugarlo;
- .vestirlo con indumenti asciutti;
- .fare assumere bevande calde e zuccherate;

Non fare assumere alcolici e non usare borse o altri presidi caldi sulle mani o sui piedi.

Entrambi i provvedimenti inducono a vasodilatazione periferica sottraendo calore al nucleo interno.

Si noti che in condizioni di ipotermia i tempi di sopravvivenza in condizioni di anossia possono dilatarsi considerevolmente, quindi non si dovrà desistere da attuare un primo intervento anche in condizioni disperate.



CROCE ROSSA ITALIANA **COMITATO LOCALE AGROPOLI e del CILENTO**

O.P.S.A.

Operatori Polivalenti Salvamento in Acqua

.Cenni di apnea

Apnea significa sospensione del respiro.

Trattenendo volontariamente il respiro si può rimanere in immersione per un certo tempo sfruttando l'aria immagazzinata nei polmoni.

Nell'immersione in apnea l'apparato cardiocircolatorio e respiratorio modificano il loro funzionamento per far fronte alla condizione di immersione in assenza di respiro. Questi adattamenti, presenti maggiormente nei mammiferi marini, si manifestano già all'immersione del corpo in acqua.

Il più grave incidente a cui è esposto l'apneista è la sincope.

La sincope è una perdita di coscienza con arresto respiratorio e, successivamente o contemporaneamente, cardiaco, causata dalla mancanza di ossigenazione cerebrale (ipossia).

La sincope, manifestandosi con la perdita di coscienza, pone l'apneista in una situazione in cui può andare incontro ad annegamento.

Dopo il recupero il sincopato presenta

Sintomi

- .immobilità;
- .arresto respiratorio;
- .rigidità muscolare;
- .trisma (muscoli mandibolari contratti);
- .colorito scuro, cianosi. L'arresto respiratorio ha preceduto l'arresto cardiaco;
- .colorito biancastro. L'arresto respiratorio è avvenuto contemporaneamente all'arresto cardiaco;
- .midriasi. Pupille dilatate senza reazione. È un grave segno di sofferenza del cervello;

.trattamento

- .BLS
- .monitoraggio parametri vitali

CONCLUSIONI

questa non è che un assaggio di una materia vastissima, specifica per la sua applicazione in un campo che risulta essere ancora lontano dall'essere del tutto compreso, perché spesso ridotta alla conoscenza solo degli addetti ai lavori.

questa lezione serve per far cominciare a comprendere che bisogna conoscere queste tipologie di incidenti in un territorio come il nostro con tanto mare e altrettanti subacquei