

**Appunti dr. Pasquale Longobardi**

**"I problemi della Medicina Sportiva fra clinica e patologia per l'idoneità all'attività subacquea". Ravenna, 30 settembre 2011**

**L'Abbate A. "Advances nella fisiologia dell'immersione subacquea"**

**Marabotti C. "Fisiopatologia dell'apnea: lo stato dell'arte"**

**Longobardi P. "L'immersione profonda in sicurezza: circuito aperto, autorespiratori a riciclo"**

L'immersione tecnica si intende il cambio di più miscele respiratorie durante la stessa immersione. Si distingue l'immersione con circuito aperto (che ha un'autonomia limitata) e con autorespiratore a riciclo chiuso (ARR-C) o semichiuso (ARR-SC). L'ARR-C garantisce una pressione parziale dell'ossigeno costante per tutta l'immersione mentre l'ARR-SC ha una maggiore variabilità e criticità di gestione della reale pressione parziale di ossigeno presente nel sacco polmone dell'apparecchio. Ai fini della sicurezza è necessario considerare come inseparabile il binomio uomo-macchina.

L'epidemiologia evidenzia che dopo immersioni tecniche vi è un più elevato grado doppler di bolle (grado 3-4) ma l'incidenza dell'incidente da decompressione è inferiore all'immersione con respirazione in aria. Probabilmente la maggiore pressione parziale dell'ossigeno, nell'immersione tecnica, riduce il danno infiammatorio causato dalle bolle.

Stephen Thom (2011) ha riportato che l'immersione tecnica (74 mt/2,5 ore con ARR-C a pressione parziale di ossigeno costante di 1,2) è correlata con un maggior numero di micro particelle pro-infiammatorie nel sangue ma di dimensioni inferiori (< 1 micron) rispetto ai valori presenti dopo immersione con respirazione in aria, ciò è importante poiché sono le micro particelle più grandi (circa 3 micron) che scatenano la reazione infiammatoria.

La prevenzione dell'incidente da decompressione nell'immersione tecnica si applica prima dell'immersione:

L'attività fisica, la preossigenazione, la sauna, la vibrazione, gli antiossidanti proteggono dal danno ossidativo.

La preossigenazione, la vibrazione, la cioccolata prima dell'immersione aumentano la sintesi di monossido di azoto (NO) che protegge dal danno infiammatorio.

E' essenziale una adeguata idoneità all'attività subacquea eseguita da un medico specialista in medicina subacquea, così come la corretta scelta delle miscele respiratorie (pressione parziale di ossigeno sul fondo 1,2 bar e di 0,5 bar alla quota cambio).

La discesa deve essere rapida per ridurre le dimensioni delle bolle pre-esistenti all'immersione e compattare le molecole di surfattante ("piccole molle") collocate sull'interfaccia bolla liquido.

Il calcolo della decompressione si avvale di software compartimentali (impostare il Gradient Factor Low su 0,3) o a controllo delle bolle come VPM e RGBM (impostare un fattore di conservatorismo uguale o superiore a 2 e, per i più esperti, un radius critico di azoto di 1,1 e di elio di 0,9). Le tendenze future nel settore dei computer subacquei sono gli Open Source Diving Computer (OSDC): si acquista l'hardware e si può inserire il software di propria scelta oppure, durante la stessa immersione, si possono leggere le differenze tra i profili di decompressioni elaborati dai diversi software che siano stati caricati nel computer. Inoltre è innovativo il Divephone, una custodia che permette di portare in immersione un telefonino nel quale siano stati caricati i software decompressivi di propria preferenza e che dispone dei contatti per i sensori ossigeno, anidride carbonica, umidità. Il Divephone può anche registrare parametri fisiologici quali l'elettrocardiogramma. All'emersione i dati dell'immersione possono essere inviati, via sms, a distanza - incluso, in caso di incidente, al Centro sanitario di riferimento.

Molti subacquei, ai computer, preferiscono calcolare mentalmente l'immersione con protocolli quali la Ratio Deco che ottimizza il concetto della finestra di ossigeno. Il Master in Medicina Subacquea e Iperbarica della Scuola Superiore S. Anna di Pisa ha eseguito una ricerca (ancora da pubblicare) che confronta due gruppi di dieci subacquei che hanno eseguito la decompressione secondo un profilo calcolato da V-Planner o tramite Ratio Deco. Sono stati rilevati, prima e dopo l'immersione, il grado doppler di bolle (ecocolordoppler), le citochine (prelievo di sangue), l'esame delle urine. Nonostante che, prima dell'immersione, i valori delle citochine pro-infiammatorie siano stati molto più alti nel gruppo Ratio Deco (che includeva un subacqueo portatore sano di diabete e uno affetto da lieve enfisema), i risultati sembrano evidenziare che la Ratio Deco riduca significativamente ( $p < 0,005$ ) diverse citochine e chemiochine pro-infiammatorie (quindi aumenta la sicurezza).

Per quanto riguarda la tecnologia degli autorespiratori a riciclo è importante la ridondanza dell'elettronica e dei sensori ossigeno (la loro affidabilità varia significativamente in rapporto allo stato di usura); la corretta gestione del filtro

dell'assorbente per l'anidride carbonica (la capacità assorbente varia significativamente in rapporto alla temperatura dell'acqua, a come è caricato il filtro e all'usura). Sarebbe importante disporre, nel boccaglio dell'ARR, di un sensore per l'ossigeno e per l'anidride carbonica che siano realmente ventilate dal subacqueo; oltre che di una scatola nera per la rilevazione delle reali cause meccaniche in caso di incidente.

### ***Marroni A. "Advances nella fisiologia dell'immersione subacquea"***

Nell'immersione ricreativa (entro trenta metri, tempo di fondo prolungato) si saturano prevalentemente i compartimenti veloci. Il grado doppler di bolle è elevato in caso di risalita diretta alla superficie o con sosta alla profondità di tre metri mentre la sicurezza aumenta introducendo una sosta aggiuntiva di due minuti circa a metà della profondità. L'obiettivo è mantenere la saturazione dei compartimenti veloci all'80% della massima saturazione permessa dal modello di calcolo della decompressione. In questo modo si riduce l'insacco delle bolle. Il DAN sta elaborando un software (DPN8) che tiene conto di queste considerazioni.

#### *La prevenzione dell'incidente da decompressione*

Su 2105 immersioni, il DAN ha notato che il grado doppler di bolle aumenta significativamente in particolare dopo immersioni ripetitive. A questo dato si correla un aumento significativo dell'ematocrito (indice di disidratazione) dopo immersioni ripetitive. Ai fini della sicurezza è importante la tensione superficiale delle bolle che è correlata con la densità delle urine: maggiore è la diluizione delle urine (minore densità) maggiore è la sicurezza dell'immersione (minore probabilità di incidente da decompressione). Quindi è essenziale, per la sicurezza dell'immersione, bere dopo l'immersione.

La preossigenazione, la sauna, la vibrazione, gli antiossidanti proteggono dal danno ossidativo.

La preossigenazione, la vibrazione, la cioccolata prima dell'immersione aumentano la sintesi di monossido di azoto (NO) che protegge dal danno infiammatorio.

L'aria arricchita di ossigeno (OEA "nitrox") riduce il grado doppler di bolle (ricerca effettuata con OEA 36 fino a 30 metri, OEA 26 fino a 50 metri) e la narcosi da gas inerte.

L'utilizzo di polietilenglicole e dell'anticorpo anti-annessina 8 riduce significativamente, nell'animale, il danno infiammatorio causato dalle bolle.

### ***Brauzzi M. "Prevenzione e primo soccorso degli incidenti da immersione"***

La causa principale dell'incidente, nell'esperienza del Centro iperbarico dell'Ospedale di Grosseto e dall'analisi della statistica degli incidenti subacquei elaborata dalla Società Italiana Attività Subacquea, risulta la errata programmazione e gestione dell'immersione. In particolare c'è correlazione significativa tra incidente da decompressione e immersioni ripetitive, per più giorni consecutivi, errata scelta del compagno di immersione (compagno con esperienza molto inferiore a quella del subacqueo incidentato e non in grado di superare eventi critici che accadano in immersione); scarsa forma fisica (disidratazione, scarso allenamento, patologie della colonna vertebrale, altre patologie intercorrenti).

La terapia degli incidenti da decompressione sul luogo dell'incidente si basa sulla somministrazione dell'ossigeno normobarico da somministrare fino all'arrivo in struttura sanitaria, idratazione (se l'infortunato è cosciente), evitare di somministrare antinfiammatori (tipo aspirina) perché possono mascherare i sintomi dell'incidente da decompressione e alterare la decisione sulla appropriata tabella di ricompressione in camera iperbarica. Il trasporto con elicottero deve essere limitato solo nei casi dove sia realmente necessario, si tende a preferire il trasporto su gomma (ambulanza).

### ***Parmigiani S., Lugli M. "un nuovo approccio empirico per la cura personalizzata dell'acufene"***

L'acufene può essere, impropriamente, definito come un rumore fantasma in assenza di una fonte acustica esterna. Ce ne sono di diversi tipi: il peggiore è il rumore fisso generato da un danno nell'area cocleare corrispondente alle frequenze superiori a 6000 Hz; poi c'è il ronzio. E' presente nel 15% della popolazione italiana (nel 3% di essi è invalidante).

La ossigenoterapia iperbarica è ritenuta, dai relatori, inefficace e potenzialmente dannosa (baro trauma).

La Tinnitus Retraining Therapy (TRT) genera un suono che maschera l'acufene (viene associata al consueing). C'è un miglioramento psicologico (agisce sulla componente emotiva) ma non riduce l'acufene di per sé.

Presentata la Windowed Sound Therapy (WST), una evoluzione della TRT che risulta efficace nella cura di diverse forme di acufene (relatore: Marco Lugli tel. 0521-905680).

### ***Sella G. "Idoneità all'attività subacquea"***

## **Schiavon M. "Problemi adolescenziali: dalla patologia alla performance"**

Per la valutazione della capacità di svolgere un lavoro fisico in immersione si utilizza il test da sforzo con valutazione del Metabolic Equivalent of Tasks (MET). I valori normali sono superiori a tre per l'immersione in massima sicurezza; sette per una immersione di media difficoltà (normale); dieci per immersioni impegnative (come quelle tecniche).

L'attività subacquea in apnea è suggerita a partire dai quindici anni. Per l'attività con autorespiratore ad aria non vi è accordo sull'età iniziale: suggeriti dodici anni, compatibilmente con la capacità fisica di indossare attrezzatura.

## **Casadio C. "Alimentazione e apnea"**

La dieta mediterranea è associata con una maggiore longevità e con la riduzione delle patologie cardiovascolari. Include cereali, legumi, frutta e verdura, mandorle e nocciole, olio di oliva, pesce e pollame con moderate quantità di alcool e di carni rosse. Poche persone rispettano correttamente tale dieta (p.es. mangiare pesce tre volte per settimana).

C'è l'evidenza di un significativo calo del peso (non comune negli altri sport) in coloro che praticano attivamente l'apnea. Un fattore potrebbe essere che durante gli allenamenti in mare non sia semplice cibarsi, è necessario portarsi dietro – per esempio - sufficiente quantità di acqua. il calo del peso potrebbe dipendere non solo dalla ridotta alimentazione (e bere) ma principalmente dall'intenso impegno fisico e, forse, da modificazioni metaboliche indotte da tale pratica sportiva.

L'Autore ha eseguito una ricerca per valutare il calo del peso e la capacità di eseguire sforzo fisico dopo allenamento di apnea in un gruppo controllo comparato con apneisti esperti (team OMER).

	Gruppo controllo		Apneisti OMER
	statica	dinamica	
<b>Apnee progressive</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>50 ± 5</b>
<b>profondità</b>		<b>2-4 metri</b>	<b>15-50 metri</b>
<b>Tempo apnea</b>	<b>30''-45''-60''- 90''-120''</b>	<b>30'' ± 5''</b>	<b>2 minuti ± 15''</b>
<b>Tempo intervallo superficie</b>	<b>x 2 volte il tempo dell'apnea</b>	<b>1 minuto ± 15''</b>	<b>xxx</b>
<b>Tempo totale allenamento</b>		<b>2 ore</b>	

E' stato previsto controllo al tempo 0 (dopo 24 ore di riposo) e dopo 2 - 24 ore dall'allenamento. I risultati preliminari evidenziano che negli apneisti OMER, dopo 24 ore, non vi era completo recupero del peso. Anche il test della pedana di Bosco evidenzia che, dopo 24 ore, non vi era ancora il completo recupero della capacità di lavoro.

### **Margheri M. "Problematiche cardiologiche e immersione subacquea"**

Ai fini dell'idoneità all'attività subacquea è necessario – dal punto di vista cardiologico - prestare attenzione alle aritmie, alle patologie della coagulazione (in particolare per i pazienti portatori di protesi vascolare, stent, in seguito ad angioplastica per patologia ischemica cardiaca).

L'attività subacquea è controindicata nei soggetti con ipertensione arteriosa che non risponda adeguatamente alla terapia farmacologica; con pressione diastolica di 105/110 mmHg o superiore; con segni di danno agli organi.

#### *Pervietà Forame Ovale (PFO)*

In letteratura vi sono pareri discordi sulla correlazione tra PFO e probabilità di incidente da decompressione (pDCI). Un'indagine statistica ha evidenziato che la pDCI ha una incidenza del 0.05% nella popolazione senza PFO, del 0,25% in quella con PFO. Tedeschi (2005) ritiene che sia significativo valutare la presenza del PFO solo se vi siano stati episodi di DCI. La Società svizzera di

medicina subacquea e iperbarica (SUHMS) ritiene che in presenza di PFO di grado I-III sia sufficiente raccomandare al subacqueo di immergersi rispettando regole restrittive (low bubble diving). In Italia, la Federazione Medico Sportiva nelle linee guida cardiologiche (COCIS) autorizza l' idoneità all'immersione solo in apnea. Il DAN ritiene che la presenza di PFO controindichi l'attività subacquea solo negli operatori tecnici subacquei (OTS) perché per i subacquei ricreativi la percentuale di complicanze dell'intervento di chiusura del PFO è superiore alla pDCI (che è bassa) cioè la cura sarebbe più pericolosa del problema stesso.

Il Centro iperbarico Ravenna in collaborazione con il Reparto di cardiologia dell'Ospedale di Ravenna (dr.sa Elisabetta Varani, primario Massimo Margheri) ritiene che sia importante valutare quanto sia grande il PFO e se sia aperto costantemente oppure solo occasionalmente.

Il percorso adottato a Ravenna per la diagnosi e cura degli shunt destra sinistra (nei quali rientra il PFO) è il seguente:

- Emogasanalisi durante respirazione in ossigeno puro, con maschera a elevato flusso, per trenta minuti. Il valore normale della pressione arteriosa dell'ossigeno deve essere compatibile con quella prevista per l'età (in genere, superiore a 400 millimetri di mercurio).
- Ossimetria transcutanea durante respirazione in ossigeno puro (per controllare attendibilità del valore dell'emogasanalisi)
- Ecodoppler transcranico con contrasto sonografico (correttamente eseguito: conteggio delle bolle da entrambi i lati del cranio, a riposo e dopo manovra di compressione addominale correttamente eseguita).
- Qualora la pressione dell'ossigeno nel sangue, l'ossimetria transcutanea e il grado doppler di bolle siano ai limiti della norma: idoneità all'immersione senza o con limiti restrittivi
- Qualora invece i tre valori indichino la presenza di un significativo shunt destra sinistra costantemente aperto: ecocardiografia transesofagea.
- Se l'ecocardiografia transesofagea rilevasse un PFO ampio, coerente con i dati precedentemente acquisiti: chiusura del PFO (o controindicazione all'attività subacquea)
- Se l'ecocardiografia transesofagea rilevasse PFO assente, piccolo o incostante: angioTC polmonare per la ricerca di eventuale shunt destra sinistra extracardiaco.

In definitiva la chiusura del PFO è eseguita, in Ravenna, solo in subacquei con sintomi di DCI, danno ischemico cerebrale (stroke) ricorrente criptogenetico (cioè da causa non precisata) che non guarisca nonostante terapia medica. DCI immeritate e ripetute, operatori tecnici subacquei (OTS), subacqueo sportivo che non desideri immergersi limitato da misure restrittive.

Il percorso elaborato in Ravenna prevede un programma di riabilitazione, con immersioni con profilo predefinito, dal primo al sesto mese dopo l'applicazione del device per la chiusura del PFO. Quindi visita di idoneità al ritorno all'immersione eseguita dal medico subacqueo.

Nel periodo 2005-2011 presso il Centro iperbarico Ravenna si sono sottoposti al percorso per la ricerca del PFO circa cinquanta subacquei per anno, di questi dodici (nell'intero periodo di osservazione) sono stati sottoposti a chiusura del PFO presso il Reparto di cardiologia dell'Ospedale di Ravenna.

***Giovannini M. "Problematiche respiratorie, attualità sulla crisi asmatica"***

***Sara Zucchini (primario: Claudio Vicini) "Problematiche ORL e immersione subacquea: quali e perché così frequenti?"***

La principale patologia dell'orecchio che affligge i subacquei è a carico dell'orecchio medio e comporta la difficoltà alla compensazione. Anche se, recentemente, Friederich (2011) ha segnalato che l'incidenza del danno barotraumatico nei subacquei pare abbia un'incidenza simile a quella della popolazione generale.

Per la prevenzione del barotrauma all'orecchio medio è importante la valutazione endoscopia delle fosse nasali, per valutare la funzionalità del naso e delle tube (che collegano il naso all'orecchio medio).

In caso di danno traumatico all'orecchio medio (barotrauma) la terapia prevede:

- Stadio I-II: lavaggio nasale con fisiologica (solo necessario: antibiotici). L'eventuale terapia locale deve preferire l'utilizzo di spray. L'aerosol non è indicato nelle patologie nasali perché le particelle di farmaco sono molto piccole, bypassano il naso e arrivano direttamente in faringe e laringe.



- Stadio III-IV: antibiotici e cortisone per via sistemica, in associazione con la terapia locale nasale. Se necessario, timpanocentesi (perforazione terapeutica del timpano per favorire il drenaggio del catarro).
- Stadio V: antibiotici e altri farmaci necessari, somministrati per via sistemica. Dopo sei mesi, rivalutazione per chiusura del foro timpanico. In caso di sordità improvvisa è importante la terapia farmacologica e l'ossigenoterapia iperbarica eseguita tempestivamente (entro 72 ore). In caso di vertigini è necessario escludere il danno all'orecchio interno (fistola perilabirintica), anche in questo caso è importante la terapia farmacologica e l'ossigenoterapia iperbarica eseguita tempestivamente.

### ***Bonomo M. "Problemi metabolici: il diabete"***

Il diabete è una patologia sociale in progressivo aumento. Interessa il 4% della popolazione dell'Emilia Romagna.

L'attività subacquea è permessa per i portatori sani di diabete (in terapia sia con alcuni farmaci orali quali la metformina e le creatine che con insulina). E' previsto un controllo della glicemia 60, 30 e 10 minuti prima dell'immersione. La glicemia ottimale pre-immersione è tra 150-300 mg/dl. Tra 120-150 mg/dl l'immersione è permessa solo se il trend della glicemia fosse in salita (con un trend in discesa non è mai permessa l'immersione). Sotto 120 mg/dl: divieto di immersione. Tra 300 e 350 mg/dl è possibile immergersi solo se non ci siano chetoni. Oltre 350 mg/dl oppure tra 300 e 350 mg/dl con trend in aumento c'è divieto di immersione.

In caso di ipoglicemia in immersione è stato inventato il segnale (L – Low). In tal caso è consigliata l'assunzione, già in immersione, di gel iperglicemico e la risalita in emergenza controllata; quindi adozione degli adeguati provvedimenti in superficie.

Il profilo dell'immersione consentito è: immersione singola in curva di sicurezza, profondità massima trenta metri (per evitare confusione con la narcosi da gas inerte); profilo di decompressione calcolato aumentando fittiziamente la profondità massima di 4 metri rispetto a quella reale; sosta profonda per 2,5 minuti alla profondità di 9-10 metri e di 5 metri.

Sono stati brevettati finora circa settanta subacquei portatori sani di diabete. Il monitoraggio delle loro immersioni ha dimostrato un calo medio, in immersione, del 20% della glicemia basale (non significativo). Non ci sono stati episodi di ipo- o iperglicemia, anche se circa trenta subacquei hanno avuto bisogno di assumere gel iperglicemico in immersione.

Per l' idoneità all' immersione del subacqueo portatore sano di diabete è necessario il parere del diabetologo (esclusione di danno d'organo; valutazione dello stato di compenso e della consapevolezza da parte del diabetico del proprio problema). Questa serve per l' idoneità che deve essere rilasciata dal medico specialista in medicina subacquea. L' età minima per l' inizio dell' attività subacquea è dodici anni.