

testo di R. Pyle

Prima di cominciare voglio chiarire una cosa: io studio i pesci, sono un ittiologo. Per l'intento di quest'articolo, questo significa due cose: ho passato un sacco di tempo sott'acqua e, anche se sono un biologo e di fisiologia animale ne so abbastanza, non sono un esperto di fisiologia della decompressione. Tenete presente queste due cose quando leggerete quanto ho da dirvi. Prima che nascesse il concetto di "immersione tecnica", facevo più immersioni tra i 50 e i 70 metri di quante riesca a ricordare. Grazie alla notevole quantità d'immersioni fatte ho casualmente notato alcune costanti; frequentemente dopo queste immersioni accusavo una certa fatica e malessere. Era chiaro che questi sintomi post-immersione avevano più a che fare con l'accumulo di gas inerte che con l'affaticamento muscolare o l'esposizione termica, visto che i sintomi erano più forti dopo aver passato meno di un'ora in acqua a 50 m piuttosto che dopo 4 o 6 ore in acque meno profonde. Il fatto più interessante è che questi sintomi non erano eccessivamente gravi; a volte era difficile rendersene conto, a volte ero così stanco ed assennato dopo un'immersione, che avevo difficoltà a rimanere sveglio guidando verso casa.

Ho provato a correlare la gravità dei sintomi con una moltitudine di fattori, come l'ammontare dell'esposizione, la quantità di tempo supplementare passata alla tappa dei 3 m, la forza della corrente, la limpidezza dell'acqua, la temperatura, quanto avevo dormito la notte precedente, il livello di disidratazione .. fate voi, ma nessuno di questi fattori aveva a che fare col mio problema. Alla fine ci sono arrivato... pesci! sì, proprio loro, nelle immersioni in cui raccoglievo pesci non ero affaticato dopo le immersioni. Nelle immersioni dove non raccoglievo nulla i sintomi tendevano ad essere abbastanza forti. Ero stupito da quanto fosse forte la correlazione. Il problema tuttavia, era che non aveva proprio senso. Perché i sintomi avrebbero dovuto avere qualche relazione con il raccogliere pesci? In effetti, mi sarei aspettato sintomi più pesanti, dopo aver raccolto pesci, a causa del maggior livello d'affaticamento sul fondo (non è sempre facile raccogliarli); ma c'era ancora una differenza. La maggior parte dei pesci ha un organo interno pieno di gas, chiamato vescica natatoria - fondamentalmente il GAV dei pesci. Se un pesce viene portato da 60 m, direttamente in superficie, la vescica si espande circa 7 volte il suo volume iniziale e comprime gli altri organi. Siccome voglio che i pesci raccolti arrivino in superficie vivi, devo fermarmi ad un certo punto della risalita e inserire temporaneamente un ago ipodermico nella loro vescica, per far uscire il gas in eccesso. Generalmente, la profondità a cui dovevo farlo era molto più profonda della mia prima tappa di deco. Per esempio, in un'immersione tipo a 60 m, la mia prima tappa di deco sarebbe più o meno intorno ai 18 m, ma la profondità cui fermarmi per i pesci è circa a 40 m. Così nelle immersioni in cui raccoglievo pesci il mio profilo includeva una tappa di 2-3 minuti, molto più fonda della mia prima tappa "obbligatoria". Sfortunatamente neppure questo aveva senso. Quando si pensa solo in termini di tensione del gas dissolto nel sangue e nei tessuti (come virtualmente fanno tutti gli algoritmi in uso al momento), ci si aspetterebbe più problemi di decompressione aggiungendo tappe profonde a causa del maggior tempo passato in profondità. Io sono uno di quelli che crede di più

a quel che succede nel mondo reale piuttosto che a quanto dovrebbe accadere in teoria. Così, ho deciso di aggiungere delle tappe fonde in tutte le mie immersioni con decompressione, a prescindere dalla raccolta di pesci o meno.

Sapete cos'è successo? I miei sintomi d'affaticamento sono in sostanza scomparsi! Niente meno che strabiliante! Voglio dire, il pomeriggio e la sera dopo che facevo immersioni profonde al mattino riuscivo a lavorare. Ho cominciato a raccontare la mia scoperta ma le risposte erano sempre scettiche, e a volte mi consigliavano di leggere libri degli "esperti" che spiegavano quanto fosse sbagliato quello che facevo. "Ovviamente" mi dicevano "dovresti andartene dall'acqua profonda più velocemente possibile per minimizzare l'accumulo di gas".

Siccome non mi piace lo scontro, ho smesso di raccontare in giro che facevo "tappe fonde di decompressione". Con il passare degli anni, mi sono convinto sempre più del valore di queste tappe fonde nel ridurre la probabilità di MDD. Ogni volta che ho avuto sintomi post-immersione, dalla spossatezza al dolore ad una spalla, fino alla quadriplegia in un caso, è stato sempre quando non ho fatto le tappe fonde.

Sono studioso di professione, sento il bisogno di capire i meccanismi che sottostanno ai fenomeni fisici. Di conseguenza, sono sempre stato preoccupato dall'apparente paradosso dei miei profili di decompressione. Poi, ho assistito ad una presentazione del dottor David Yount durante il meeting del 1989 dell'American Academy of Underwater Sciences (AAUS). Per quelli di voi che non sanno chi sia, il dottor Yount è docente di fisica presso l'Università delle Hawaii, ed è uno dei creatori del "Modello a Permeabilità Variabile" del calcolo della decompressione. Questo modello prende in considerazione la presenza di micronuclei (bolle in fase gassosa presenti nel sangue e nei tessuti), ed i fattori che fanno crescere o implodere queste bolle durante la decompressione. Il risultato è che il Modello a Permeabilità Variabile richiede tappe iniziali di decompressione molto più profonde di quelle suggerite dai modelli neo-haldaniani (basati sui compartimenti). Siccome già sapete che non sono un esperto di fisiologia della deco, lasciatemi spiegare cosa io penso succeda, con parole comprensibili a tutti. Primo, la maggior parte dei lettori dovrebbe sapere che bolle intravascolari vengono individuate praticamente dopo ogni immersione, anche dopo immersioni in curva. Le bolle ci sono, semplicemente non sempre causano MDD. Ora... la maggior parte delle immersioni con decompressione condotte da subacquei tecnici (in opposizione a subacquei commerciali e militari) sono molto al di sotto dei livelli di saturazione. In altre parole sono immersioni con tempi di fondo molto limitati (io considero due ore a 90 metri un tempo di fondo "breve").

A secondo della profondità, della durata dell'esposizione e delle miscele usate, c'è di solito una lunga parte di risalita diretta (una tirata unica) dal fondo fino alla prima tappa secondo qualsiasi modello di calcolo della deco basato sulla teoria haldaniana dei compartimenti. Minore è il tempo di fondo e più lunga è la tirata fino alla prima tappa. La mentalità classica è "scappa dall'acqua fonda" più velocemente possibile per minimizzare l'accumulo addizionale di gas. Molti credono che bisognerebbe tenere velocità maggiori durante la parte più profonda della risalita. Il punto è che i subacquei fanno risalite con drammatici sbalzi nella pressione ambientale in pochissimo tempo - così possono "scappare dall'acqua fonda". E' questo, credo, il vero problema.

Forse, ha a che fare col tempo necessario al sangue per passare attraverso il sistema circolatorio di un subacqueo, o con le microbolle che si formano, quando il sangue passa

attraverso le valvole cardiache, e che crescono a causa della diffusione del gas nel sangue circostante. A prescindere dalla base fisiologica, credo che le bolle si formino o s'ingrandiscano durante la fase iniziale della risalita senza tappe.

Ho imparato molto sulla fisica delle bolle quest'ultimo anno, più di quanto voglia dire in questa sede - lascio la palla a chi veramente conosce l'argomento.

Per ora, basti dire che l'implodere o l'ingrossarsi delle bolle dipende da una serie complessa di fattori, tra i quali la stessa dimensione delle bolle in ogni momento della risalita. Bolle piccole probabilmente imploderanno durante la deco, quelle più grandi è più probabile che crescano e portino a MDD. Quindi per ridurre il rischio di malattia da decompressione, è importante mantenere le bolle più piccole possibile; risalite relativamente rapide dal fondo, fino alla prima tappa obbligatoria, non aiutano a farle rimanere di volume ridotto! Rallentando la fase iniziale di risalita fino alla prima tappa (per esempio inserendo una o più tappe fonde di decompressione), forse le bolle rimarrebbero di dimensioni minime, tanto da implodere durante la risalita e nelle tappe di decompressione rimanenti. Se questo è vero, sospetto che l'enorme variabilità nell'incidenza di MDD abbia più a che fare con lo schema di risalita dal fondo alla prima tappa, che con il resto del profilo decompressivo.

La MDD è un fenomeno straordinariamente complesso, più di quanto qualunque fisiologo dell'immersione avanzata sia stato capace di spiegare. Probabilmente non capiremo mai interamente la questione; i nostri corpi sono ambienti estremamente caotici e questo caos nasconderà ogni tentativo di previsione della deco minima necessaria per evitare MDD. Credo però che noi, che facciamo immersioni con deco, ma non in saturazione, possiamo significativamente ridurre la probabilità di MDD alterando il modo in cui effettuiamo la parte iniziale della risalita. Alcuni di voi ora potrebbero pensare *"Ma ha detto che non è un esperto di fisiologia dell'immersione, perchè dovrei credergli?"*

" Se lo pensate, bene - è esattamente quello che voglio pensate perché non dovrete fidarvi di quello che dico io. Allora, perché non tirate fuori il vostro numero del settembre '95 di DeepTech e leggete l'articolo di Bruce Weinke? Copre alcuni aspetti interessanti e complicati su quest'argomento, ma rileggete finché non capite.

Perché non chiamate la redazione di AquaCorps, vi ordinate la videocassetta numero 9 ("Bubble Decompression Strategies") tratta dalla Tek Conference 1995 e vi ascoltate Erik Maiken che vi spiega qualcosa sulla fisica dei gas, di cui probabilmente non avevate mai sentito prima?

Già che ci siete, prendete anche la cassetta audio della sessione "Understanding Trimix Tables" della Tek Conference 1996. Potete ascoltare Andre Galerne (il padre del trimix) che spiega come l'incidenza di MDD sia stata ridotta drasticamente aggiungendo tappe di deco più fonde di quelle richieste dalle tabelle. Sulla stessa cassetta c'è anche Jean-Pierre Imbert della COMEX (la compagnia francese d'immersione commerciale che compie lavori tra i più profondi al mondo) che parla di un modo assolutamente nuovo di vedere i profili decompressivi che prevede tappe iniziali più profonde di quelle richieste da qualsiasi tabella. Perché non chiedete a George Irvine cosa intende quando scrive su DeepTech che include "nel piano d'immersione tre o quattro brevi tappe più fonde di quelle imposte da qualsiasi software di previsione della deco"? Se non è abbastanza, leggete l'editoriale del dottor Peter Bennett di Gennaio/Febbraio 96 su Alert Diver; dove dice fondamentalmente le stesse cose ma in un contesto d'immersione ricreativa. Se volete leggere un articolo, che fa davvero aprire gli occhi, vedete se riuscite a trovare l'articolo sui pescatori subacquei di Torres Strait, scritto da LeMessurier e Hills. La lista

continua. Il punto è che non sono solo io a dirle queste cose. Siete ancora scettici?

Lasciate che vi faccia una domanda: Secondo voi le tappe di sicurezza dopo immersioni "in curva" sono utili a ridurre la probabilità di MDD?

Se la risposta è no, date un'occhiata alle statistiche del DAN; se, invece, pensate di sì, allora state già facendo "tappe fonde". Se vi fa sentire meglio chiamatele "tappe fonde di sicurezza" che vanno fatte prima di arrivare al tetto decompressivo. Vedetela così: la vostra prima tappa obbligatoria è l'equivalente della superficie in un'immersione "in curva", portata al limite della tabella.

Non è importante secondo voi fare una tappa di sicurezza prima di emergere da un'immersione in non-decompressione in cui il modello è stato portato al limite? Alcuni potrebbero pensare, *"Io già faccio tappe di sicurezza nelle mie immersioni con deco, faccio sempre una tappa a 3 o 6 m, più fonda della mia prima tappa*

". E' un passo nella direzione giusta, ma non è quello di cui parlo. "

Perché no?

" mi chiedete? "

Faccio tappe di sicurezza a 6 m in immersioni senza deco. Perché non dovrei fare una tappa 6 m più fonda del ceiling, nelle immersioni con decompressione?

" Vi dirò il perché - perché la tappa di sicurezza ha a che fare col tentativo di ridurre la crescita delle bolle, e questa avviene in funzione di un cambiamento nella pressione ambientale, non è una funzione lineare in relazione con la profondità in sé. Supponiamo di fare un'immersione a 33 m e tappa di sicurezza a 6 m. Bene, la pressione ambientale a 6 m è 1,6 ATA, circa la media tra la pressione sul fondo e quella in superficie -3,3 ATA sul fondo ed 1 ATA in superficie.

Ora, supponiamo di fare un'immersione a 60 m (7 ATA) con la prima tappa obbligatoria a 21 m. Il punto medio, in termini di pressione ambientale, è circa 5 ATA cioè 40 m. Dunque, in questa immersione la tappa di sicurezza andrebbe fatta a 40 m, esattamente la profondità a cui mi fermavo per forare la vescica natatoria dei miei pesci. Ma, ovviamente, fisica e fisiologia sono molto più complesse. Può darsi che i punti medi di pressione ambientale non siano la soluzione migliore; in effetti, posso dirvi con certezza che non lo sono. Da quanto capisco dei modelli di decompressione basati sulle bolle, le prime tappe dovrebbero essere in funzione delle variazioni nella pressione assoluta, non in funzione delle variazioni nella pressione relativa e quindi dovrebbero essere anche più fonde dei punti medi.

Sfortunatamente, dubito che i computer cominceranno ad utilizzare modelli basati sulla formazione delle bolle, o almeno non li adotteranno completamente. Fino ad allora, dovremo utilizzare una regola empirica che non richiede la potente elettronica dei computer.

Forse la soluzione migliore sarebbe risalire lentamente durante la fase iniziale di risalita.

Purtroppo è molto difficile farlo, soprattutto in acque libere; credo sia necessario aggiungere alcune brevi tappe intermedie per interrompere le lunghe risalite. Che sia fisiologicamente corretto, o no, consideratele come soste ai box che permettono al vostro corpo d'adeguarsi ai cambi di pressione. Questo è il mio metodo:

1. calcolare un profilo di decompressione per l'immersione che voglio fare, con qualsiasi software
2. prendere nota della distanza tra profondità di stacco dal fondo e prima tappa di

decompressione "obbligatoria" quindi, trovare il punto medio. Potete usare la pressione espressa in atmosfere ma, per la maggior parte delle immersioni "tecniche", il punto medio espresso come distanza lineare si avvicinerà molto allo stesso risultato e sarà più facile da calcolare. Questa profondità sarà quella della prima tappa fonda di sicurezza, e dovrebbe avere una durata di 2-3 minuti.

3. ricalcolate il profilo decompressivo, includendo la tappa fonda nel piano
4. se la distanza tra la tappa fonda e la prima tappa "obbligatoria" è maggiore di 9 m, aggiungete una tappa a metà tra le due
5. ripetete lo stesso procedimento, finché tra l'ultima tappa fonda e la prima tappa "obbligatoria" la distanza sia minore di 9 m.

Per esempio, supponiamo vogliate fare un'immersione a trimix a 90 m (300 piedi), e il vostro computer vi pianifica una prima tappa "obbligatoria" a 27 m (100 piedi). Dovreste ricalcolare la deco aggiungendo nel piano una tappa di 2 min a 60 m, 50 m e 40 m (200,150 e 125 piedi).

Naturalmente, siccome il computer considera che si stia ancora accumulando gas inerte durante queste tappe, il resto della decompressione calcolata sarà leggermente più lungo rispetto ad una deco senza tappe fonde.

Comunque, secondo la mia esperienza e quella di molti altri, la riduzione di probabilità d'incorrere in MDD bilancia abbondantemente qualche minuto in più di deco. In effetti, i vantaggi ottenibili facendo tappe fonde sono tali che, si potrebbe anche ridurre il tempo totale di decompressione, accorciando le tappe meno profonde e si avrebbe ancora una probabilità di MDD minore rispetto alla teoria classica - ma finché qualcuno non darà prove concrete su questo punto prendetela con le pinze e fate qualche minuto in più di decompressione. In conclusione:

Chiunque legga le mie e-mail sa che sono un forte sostenitore della responsabilità personale in immersione; se decidete di seguire i miei suggerimenti e fare tappe fonde, bene. Se continuerete a fare la deco seguendo i vostri computer, va bene uguale. In ogni caso siete completamente, ed interamente, responsabili per quello che vi succede sott'acqua! Per dirla chiara, siete mammiferi terrestri e non avete niente a che fare con l'andar sott'acqua; se non accettate la responsabilità statevene fuori dall'acqua. Se vi beccate una MDD dopo un'immersione in cui avete fatto tappe fonde usando il mio metodo, avete fatto un grave errore ad ascoltare le idee sulla deco di uno che studia pesci! **Bibliografia**

- Bennett, P.B., 1996. *Rate of ascent revisited*. Alert Diver, January/February: 2.
- Hamilton, B. & Irvine G., 1996. *A hard look at decompression software*. DeepTech, 4, January: 19- 23.
- LeMessurier, D.H. & Hills, B.A., 1965. *Decompression sickness: A thermodynamic approach arising from a study of Torres Strait diving techniques*. Scientific Results of Marine Biological Research, 48: Essays in Marine Physiology, OSLO Universitetsforlaget: 54-84.
- Weinke, B., 1995. *The reduced gradient bubble model and phase mechanics*. DeepTech, 3, September: 29-37.
- Yount, D.E. 1988. Chapter 6. Theoretical considerations of Safe Decompression. In: Hyperbaric Medicine and Physiology (Y-C Lin and A.K.C. Niu, eds.), Best Publishing Co., San Pedro, pp. 69-97.

