

Spingere oltre il limite: una nuova ricerca sulla fisiologia dell'immersione profonda con Rebreather

I subacquei che fanno immersioni profonde in rebreather non solo esplorano siti d'immersione nuovi e poco frequentati, ma si avventurano in territori inesplorati anche dal punto di vista fisiologico, sperimentando gli effetti di immersioni così impegnative. Due recenti studi realizzati da ricercatori in campo iperbarico, tra cui il Prof. Costantino Balestra (VP Research, DAN Europe) vanno ad ampliare un piccolo ma crescente tesoro di dati.

A differenza dei subacquei in circuito aperto, limitati dalle miscele di gas fisse delle loro bombole, i subacquei in rebreather a circuito chiuso (CCR) hanno la possibilità di gestire la composizione del gas respiratorio durante l'immersione. Ciò serve a mantenere la pressione parziale dell'Ossigeno (PpO_2) ad un livello ottimale e quindi a ridurre al minimo il carico di gas inerte. Di conseguenza, l'utilizzo del rebreather permette tempi di decompressione più brevi rispetto al circuito aperto.

Inoltre usare il circuito chiuso riduce drasticamente la quantità di gas che un subacqueo utilizza - un fattore importante, considerando i costi e le difficoltà di reperibilità dell'elio in molte zone del mondo. Tutti questi aspetti hanno contribuito a rendere il passaggio da circuito aperto a circuito chiuso una tendenza significativa nella subacquea tecnica degli ultimi due decenni. Nuovi produttori di rebreather e di centraline elettroniche sono entrati nel mercato, la tecnologia legata al circuito chiuso si sta evolvendo, diventa sempre più affidabile, e di conseguenza le immersioni profonde in circuito chiuso sono sempre più diffuse.

Eppure c'è ancora qualcosa che non va. La nostra conoscenza sulla teoria decompressiva e su altri aspetti fisiologici legati all'immersione si basa sui dati di un numero estremamente elevato di immersioni, la maggior parte delle quali effettuate a profondità relativamente basse. Fino a 50 metri abbiamo un'idea abbastanza precisa di cosa funziona e cosa no, sulla persona media. Ma con l'aumento della profondità i dati si fanno più scarsi. Sebbene esista un buon numero di ricerche fatte su immersioni commerciali e in saturazione a profondità elevate, le condizioni alle quali questi subacquei sono sottoposti risultano essere molto diverse da quelle dei subacquei tecnici in una classica immersione (cioè da superficie a superficie), per cui queste ricerche hanno un'applicazione limitata.

Le decisioni su quali procedure decompressive dovrebbero adottare i subacquei tecnici in circuito chiuso sono alquanto ipotetiche, visto che gli algoritmi decompressivi che vengono usati sono stati verificati a profondità minori.



Disidratazione, funzionalità polmonare ridotta, bolle impreviste

Nel tentativo di cambiare questa situazione, due studi sulla fisiologia, pubblicati nel 2021, hanno ampliato un piccolo ma crescente bagaglio di conoscenze. Il [primo studio](#) è stato condotto nel corso di una spedizione a Tahiti, che aveva come obiettivo primario quello di raccogliere campioni da una barriera corallina scoperta recentemente nella zona mesofotica, tra i 90 e i 120 metri. I subacquei erano uomini fisicamente in forma, la maggior parte sui 30 anni, con una vasta esperienza. Le immersioni in totale sono state 16. I ricercatori hanno misurato una serie di parametri fisiologici, inclusa spirometria (prestazione polmonare), massa corporea (indicatore di idratazione), ematocrito, variabilità della frequenza cardiaca (HRV) a breve termine, e Critical Flicker Fusion Frequency (CFFF) come potenziale indicatore di deficit cognitivo.

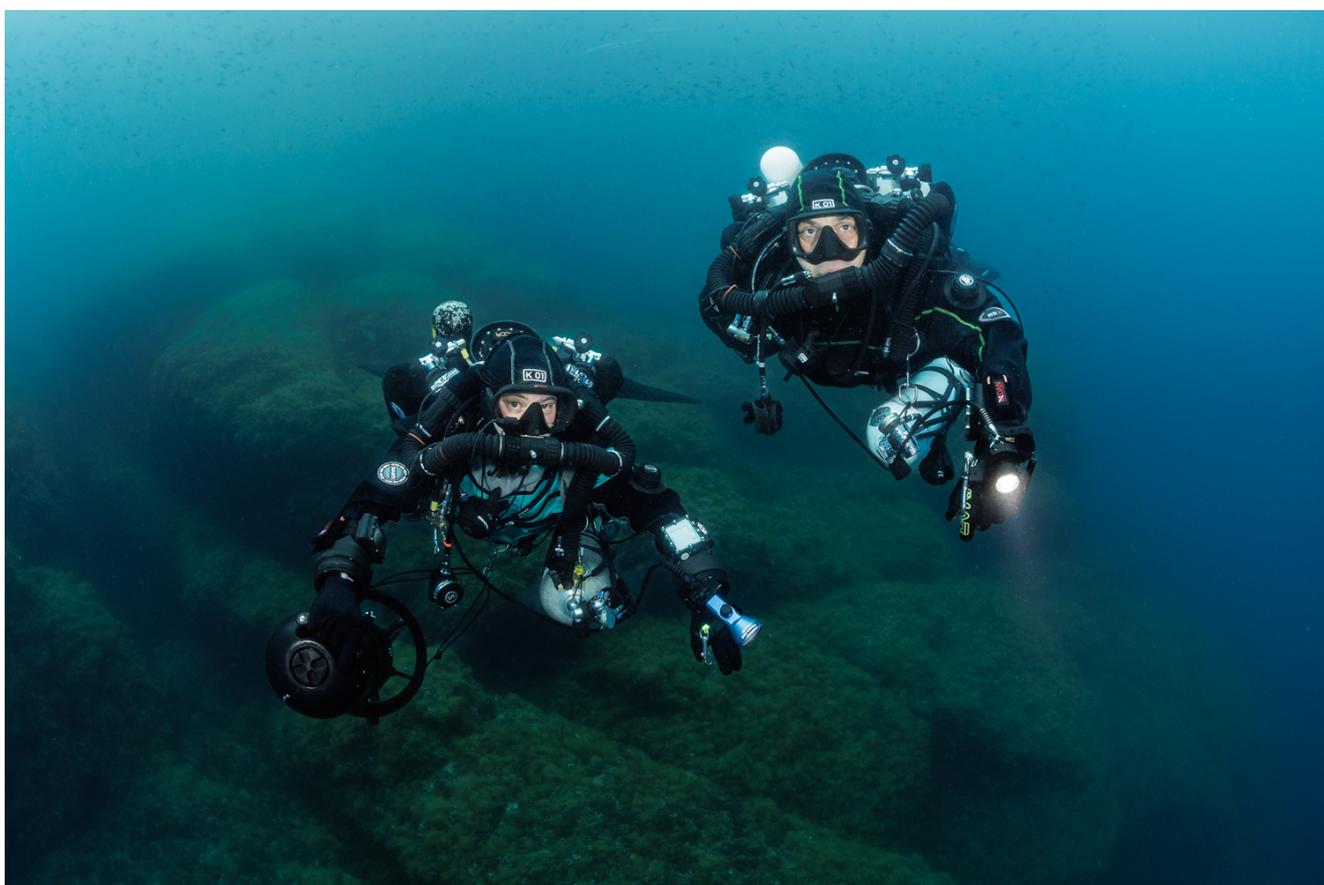
I ricercatori hanno osservato un considerevole calo della massa corporea legato alla disidratazione - una diminuzione di 3.5 kg, in media da 73.5 a 70.0 kg - così come una significativa riduzione della funzione polmonare subito dopo l'immersione, in seguito recuperata dai subacquei. Sebbene la validità del test CFFF sia ancora discussa [come indicatore delle prestazioni cognitive](#), il fatto che non sia stato osservato alcun cambiamento è coerente con le conoscenze che abbiamo sull'uso dell'elio per ridurre la narcosi, e con gli effetti eccitanti del respirare ossigeno iperbarico.

Nel [secondo studio](#) i ricercatori hanno accompagnato una spedizione subacquea sui relitti nel Mar Rosso, con immersioni a profondità tra 65 e 123 metri. Anche stavolta il gruppo era composto unicamente da uomini, ma era comunque più diversificato del primo in termini di età, composizione corporea e forma fisica. Questo studio era incentrato sullo stress decompresso, con misurazione di bolle attraverso l'uso di doppler, 30 e 60 minuti dopo l'emersione.

Costantino 'Tino' Balestra è Professore di Fisiologia presso la Haute École de Bruxelles-Brabant, oltre ad essere il vice-presidente di DAN Europe Research. Ha partecipato a entrambe le spedizioni ed ha gentilmente condiviso con *Alert Diver* alcune sue analisi riguardo i due studi.

“Sta diventando sempre più chiaro che è molto difficile prevedere la formazione di bolle nel singolo subacqueo basandosi su saturazione e desaturazione, anche se si tengono in considerazione fattori come età, forma fisica e IMC (Indice di Massa Corporea)”, spiega Balestra. “In alcune persone notiamo formazione di bolle dove non dovrebbero essercene. In altri soggetti non vediamo molte bolle, anche se si immergono con profili d’immersione relativamente aggressivi. I fattori individuali sembrano giocare un ruolo importante”.

Riguardo allo studio condotto a Tahiti, Balestra afferma: “I nostri risultati chiave in questo caso sono stati la riduzione temporanea della funzione respiratoria e la disidratazione dopo immersioni molto profonde. Possiamo dedurre che queste immersioni mettono a dura prova il corpo dei subacquei”.



Soggetti umani ed etica della ricerca

Fare ricerca sulle immersioni profonde in circuito chiuso presenta una serie di sfide. “Le immersioni profonde in circuito chiuso non sono così comuni e tendono a svolgersi lontano dai laboratori universitari. Le opportunità per fare ricerca sono limitate e ci stiamo muovendo su territori inesplorati”, afferma Balestra. “E ci sono altre limitazioni. Come ricercatore posso osservare e prendere misurazioni, ma non posso dire alle persone come immergersi. Questo non sarebbe etico. Le immersioni profonde in circuito chiuso sono rischiose, gli individui mettono in gioco il proprio corpo e deve essere una loro scelta al cento per cento”.

Previsioni e consigli

C'è una chiara tendenza all'aumento dell'uso di rebreather per le immersioni profonde, e Balestra crede che il trend continuerà. "Ci sono così tante cose interessanti da vedere, e le persone sono affascinate dalla tecnologia", dice. Ma quale consiglio sente di dare a coloro che stanno prendendo in considerazione questo tipo di subacquea? L'invito è alla cautela. "Per prima cosa dovrete chiedervi quante immersioni fate in un anno. I rebreather sono più complicati da usare rispetto al circuito aperto e richiedono molta pratica, semplicemente per mantenere ben affinate le proprie capacità. Inoltre un rebreather è una macchina molto costosa. Se fate meno di cinquanta immersioni l'anno, dubito ne valga la pena sia in termini di rischi che di costi".

E per coloro che decidono di fare il grande passo?

"Dal punto di vista della scienza iperbarica, non siate troppo sicuri che il vostro protocollo decompresso vi tenga alla larga dal rischio di MDD. C'è molto altro. Quello che fate nella vita di tutti i giorni e anche immediatamente prima di immergervi può essere importante, così come la scelta dei Gradient Factor adottato. Su questo esistono ricerche interessanti, e non vale solo per chi va a 120 metri.

Fate movimento. Fate esercizio fisico. Qui al DAN Europe assistiamo ad un crescente aumento di incidenza di casi di MDD che crediamo correlati a persone che hanno condotto uno stile di vita più sedentario durante la pandemia".

Bibliografia

Dugrenot, E., Balestra, C., Gouin, E. et al. [Physiological effects of mixed-gas deep sea dives using a closed-circuit rebreather: a field pilot study](#). *Eur J Appl Physiol* **121**, 3323–3331 (2021).

Balestra, C., Guerrero, F., Theunissen, S. et al. [Physiology of repeated mixed gas 100-m wreck dives using a closed-circuit rebreather: a field bubble study](#). *Eur J Appl Physiol* **122**, 515–522 (2022).

Sull'autore

Tim Blömeke è istruttore di immersioni ricreative e tecniche a Taiwan e nelle Filippine. È un subacqueo con una grande passione per le grotte, i relitti e il circuito chiuso, nonché collaboratore e traduttore per Alert Diver. Vive a Taipei, in Taiwan. Puoi seguirlo su Instagram [@timblmk](#).

Traduttrice: Cristina Condemi