Cosa racconta il database DAN sulla Malattia da Decompressione

Se sei un lettore abituale di questa rivista, sai bene che la decompressione personalizzata rappresenta uno dei principali obiettivi di ricerca a lungo termine del team scientifico DAN. Si tratta di un progetto di ampio respiro, guidato dal Prof. Alessandro Marroni.

Non si tratta di una missione semplice. Gli studi di medicina iperbarica si basano spesso su campioni numericamente ridotti, rendendo estremamente difficile isolare i singoli fattori di rischio con una significatività statistica adeguata.

Da questo punto di vista, DAN dispone di una risorsa unica: un database di 127.957 immersioni reali, di cui 628 con Malattia da Decompressione (MDD), corredate dai dati provenienti da computer subacquei e raccolte nell'arco di 15 anni. Accumulare una tale quantità di informazioni e armonizzare dati provenienti da dispositivi di marche diverse per renderli confrontabili ha richiesto un notevole sforzo da parte dei ricercatori.

I dati provengono da 5.907 subacquei, circa l'80% uomini e il 20% donne. Ogni partecipante ha contribuito con un numero di profili compreso tra 1 e 1.432 immersioni (in media 3).

Ogni immersione è accompagnata da un questionario compilato dal subacqueo, con informazioni personali di base come età, sesso, altezza e peso, oltre a dati sullo stato fisico percepito e sull'esperienza vissuta durante l'immersione.

In uno studio pubblicato di recente, i ricercatori hanno sottoposto l'intero database a una complessa analisi statistica per individuare i parametri in grado di influenzare la probabilità di sviluppare una MDD. Le immersioni sono state suddivise in due gruppi principali: quelle concluse con una MDD e quelle senza incidenti. I ricercatori hanno quindi confrontato i due gruppi rispetto a una serie di variabili potenzialmente rilevanti.

Vediamo cosa è emerso.

Il profilo d'immersione

I profili sono stati analizzati per identificare il compartimento guida, ovvero quale dei 16 compartimenti teorici del modello Bühlmann ZHL-16C presentasse la maggiore sovra-saturazione, e il relativo Gradient Factor (GF) al momento dell'emersione, cioè la tensione dei gas rispetto al valore massimo teorico tollerabile (M-value), espressa in percentuale.

Poiché non tutti i computer subacquei usano l'algoritmo Bühlmann né registrano il GF all'emersione, i ricercatori hanno dovuto ricostruire retroattivamente questi valori a partire dai profili registrati. La nuova metrica, denominata **DAN Surface Supersaturation Gradient (DSSG)**, è stata usata come parametro di confronto.

Le immersioni associate a MDD presentavano un DSSG significativamente più elevato rispetto a quelle concluse senza problemi (86,6% contro 74,3%). Inoltre, il rischio risultava maggiore quando il compartimento guida era caratterizzato da una costante temporale più breve, il cosiddetto *tessuto veloce*. Entrambi questi fattori di rischio possono essere influenzati dal sub, prolungando le soste in acque poco profonde prima della risalita ed emersione.

Nel complesso, il profilo d'immersione è risultato il fattore più importante nel determinare il rischio di MDD.

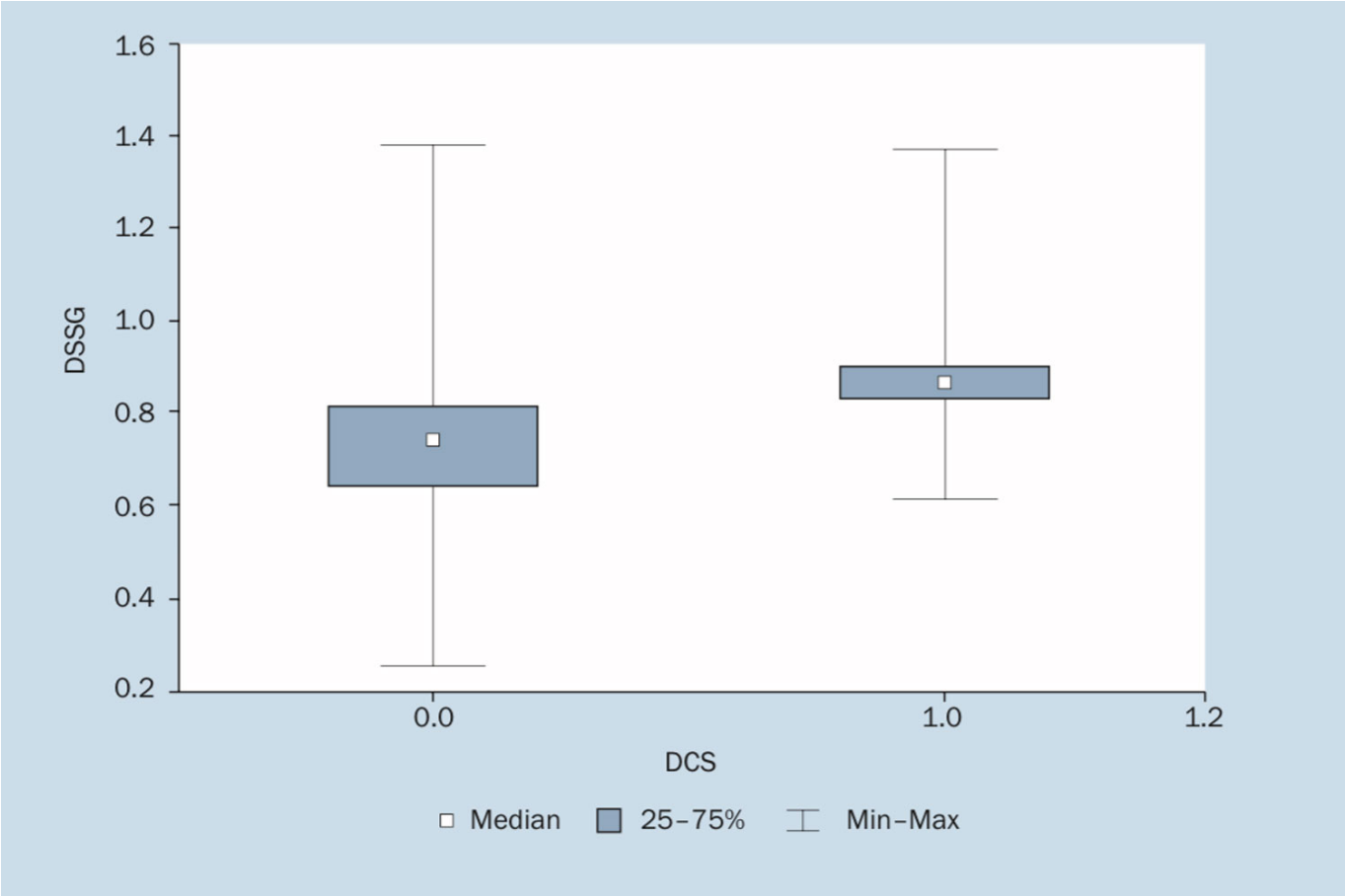

Figura 4. *DSSG nelle immersioni con MDD (a destra) e senza MDD (a sinistra). Il riquadro scuro rappresenta i due quartili centrali (50% dei profili); le barre indicano gli estremi della distribuzione.*

Il fattore donna

In media, le subacquee sembrano presentare un rischio maggiore di sviluppare una MDD, circa quattro volte superiore rispetto agli uomini.

Le cause di questa differenza non sono ancora del tutto chiare. Alcune ipotesi sono: differenze a livello di funzione endoteliale, coagulazione del sangue e risposta infiammatoria allo stress decompressivo. Studi di laboratorio hanno dimostrato che, nei ratti, i meccanismi che determinano la resistenza alla MDD differiscono tra maschi e femmine. È possibile che lo stesso valga anche per gli esseri umani.

In uno scambio email con Alert Diver, i ricercatori hanno precisato che lo studio non distingue tra donne in età prepuberale, fertile o post-menopausale. Questa distinzione potrebbe fornire ulteriori indicazioni sui meccanismi coinvolti.

È importante tuttavia contestualizzare questi risultati: la MDD grave rimane un evento estremamente raro per entrambi i sessi. Moltiplicare un numero molto piccolo per quattro produce comunque un numero molto piccolo. Quindi continuate a immergervi e non appendete le pinne al chiodo!

Immersioni tecniche

Le immersioni tecniche risultano più rischiose di quelle ricreative. A parità di altre condizioni, un'immersione classificata come tech comporta un rischio di MDD superiore del 36%.

Nello studio, il numero di gas è stato usato come indicatore della complessità dell'immersione tecnica e il rischio di MDD è risultato correlato a questo parametro. Gli autori riconoscono però che, con la crescente diffusione dei rebreather a circuito chiuso (CCR), il numero di miscele perde parte della sua efficacia come indicatore.

Indice di massa corporea (BMI)

I ricercatori DAN hanno suddiviso i partecipanti in otto categorie di BMI, dal sottopeso patologico all'obesità grave. È emerso che la categoria di BMI (non il valore numerico in sé) è correlata al rischio di MDD. Uno dei risultati più sorprendenti è che il rischio aumenta non solo nei soggetti sovrappeso o obesi.

La relazione ha infatti una forma a "U": il rischio cresce sia agli estremi inferiori che a quelli superiori della distribuzione. In altre parole, anche una marcata sottoponderalità (essere fortemente sottopeso) sembra aumentare il rischio di MDD (+15%). La rilevanza statistica è stata dimostrata solo per i casi estremi, cioè per soggetti patologicamente magri o patologicamente obesi.

Immersioni ripetitive e intervalli di superficie

Un risultato particolarmente interessante riguarda le immersioni ripetitive, associate a un rischio inferiore

rispetto alle immersioni precedenti. Questo dato supporta ulteriormente l'ipotesi che l'organismo umano sia in grado di adattarsi allo stress decompressivo. Nello studio sono state considerate ripetitive tutte le immersioni effettuate entro 48 ore dalla precedente.

Inoltre, ogni ora aggiuntiva di intervallo di superficie è risultata associata a una riduzione del rischio di MDD pari al 6%. Questi dati suggeriscono che effettuare un numero limitato di immersioni al giorno, con lunghi intervalli di superficie e distribuite su più giorni consecutivi, potrebbe rappresentare l'approccio più prudente per la gestione del rischio decompressivo.

Fatica, esercizio fisico, carico di lavoro e comfort termico

Nel questionario ai subacquei è stato chiesto se avessero svolto attività fisica prima dell'immersione, se si sentissero affaticati o infreddoliti e come valutassero il carico di lavoro durante l'immersione. L'esercizio fisico pre-immersione è risultato correlato al rischio di MDD. Gli autori invitano però a interpretare questo dato con grande cautela, poiché l'attività fisica è un fenomeno complesso e difficilmente descrivibile con un unico parametro. Inoltre, studi specifici hanno mostrato che un leggero esercizio di precondizionamento prima dell'immersione può contribuire a ridurre il rischio decompressivo.

Sorprendentemente, sia la sensazione di affaticamento sia quella di freddo sono risultate associate a una riduzione del rischio. Questo risultato può apparire contro-intuitivo. In particolare, un noto studio del 2007 della US Navy Experimental Diving Unit (NEDU) ha dimostrato che avvertire freddo durante la fase di fondo e percepire caldo durante la risalita riduce il rischio di MDD. Una possibile spiegazione è che un disagio percepibile e dichiarato dal subacqueo induca comportamenti più prudenti.

Al contrario, un elevato carico di lavoro durante l'immersione, anche questo auto-valutato, è risultato associato a un aumento del rischio, in linea con quanto già noto in letteratura.

Prossime ricerche

Per loro natura, parametri come affaticamento, esercizio fisico, carico di lavoro e stato termico non possono essere misurati oggettivamente in questo tipo di studio, rendendo le conclusioni meno solide rispetto a quelle ottenute per il profilo d'immersione o le differenze tra i sessi.

Per comprendere meglio queste interazioni sarà necessario usare sistemi di bio-monitoraggio in grado di registrare frequenza cardiaca, frequenza respiratoria, saturazione dell'ossigeno, temperatura cutanea e temperatura corporea. DAN lavora da anni in questo ambito attraverso il sistema DANA Health e prevede di ampliare ulteriormente le attività di ricerca mediante un nuovo dispositivo *indossabile* di monitoraggio del sub, capace di acquisire un elettrocardiogramma completo anche sott'acqua.

Cosa dicono i ricercatori: uno sguardo al futuro

Invitato a sintetizzare i risultati dello studio, il Prof. Costantino Balestra sottolinea come molti risultati siano indicativi, piuttosto che definitivi:

> *"Lo studio fornisce numerosi indizi su due categorie di parametri, alcuni dipendenti e altri indipendenti dal rischio di MDD, che non sempre coincidono con le convinzioni tradizionali. Ad esempio, il BMI è risultato associato a un aumento del rischio solo agli estremi della distribuzione, cioè nei soggetti molto magri o molto grassi. Il parametro con il maggiore potere predittivo identificato nello studio è stato il DSSG."*

Il fondatore e Presidente di DAN Europe, Prof. Alessandro Marroni, guarda invece alle prospettive future:

> *"Questo studio rappresenta un primo e importante passo verso la personalizzazione del rischio subacqueo in funzione delle caratteristiche individuali, della propensione al rischio (alta, media o bassa), delle modalità di immersione, del tipo di attrezzatura utilizzata e del numero di gas impiegati. Combinare questi risultati con il crescente volume di dati sulle risposte fisiologiche all'immersione consentirà di compiere il secondo passo verso una reale personalizzazione delle pratiche sub: lo sviluppo di un modello fisiologico probabilistico in grado di mitigare e controllare il rischio individuale."*

Per noi subacquei, lo studio non fornisce ancora indicazioni definitive su come pianificare la decompressione o impostare il computer, se non l'opportunità di adottare Gradient Factor più conservativi e di effettuare una risalita lenta dopo l'ultima tappa decompressiva o di sicurezza.

Tuttavia, è probabile che i computer sub del futuro integrino un numero sempre maggiore di funzioni biometriche. Ricerche come quella presentata in questo articolo saranno fondamentali per interpretare tali dati e trasformarli in indicazioni utili per migliorare la sicurezza individuale in immersione.

Traduttore: Cristian Pellegrini