
I COMPUTERS NEL LAVORO SUBACQUEO

ARCHIVIO RUOCCO

Prof.D.Zannini

CATTEDRA DI MEDICINA SUBACQUEA ED IPERBARICA
ISTITUTO MEDICINA DEL LAVORO - UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

L'uso dei decompressimetri digitali computerizzati (DCM) ha subito un progressivo incremento in questi ultimi 15 anni specie in rapporto alla diffusione dell'immersione amatoriale nelle vacanze turistiche organizzate, durante le quali i subacquei tendono a sfruttare tutto il tempo a disposizione con immersioni ripetitive giornaliere.

Per corrispondere a queste, sia pure non necessarie, esigenze e contemporaneamente ridurre al minimo il rischio incidenti le caratteristiche tecniche e gli algoritmi utilizzati per i DCM sono stati orientati verso criteri sempre più prudentiali e limitati alle immersioni amatoriali.

In questa sede ci interessa evidenziare i problemi che si pongono, volendo utilizzare o proporre questi strumenti in campo lavorativo.

I vantaggi caratteristici di questi strumenti per l'uso sportivo sono i seguenti:

- sostituire le tabelle di decompressione con indicazioni digitali dei soli dati che interessano l'immersione in atto e il comportamento da seguire al momento della lettura;
- calcolare la situazione dei tessuti anche nel corso delle immersioni multi-level;
- calcolare i dati e fornire le indicazioni per le immersioni ripetitive.
- porre dei limiti alla velocità di risalita o alle escursioni verso l'alto (ceiling);
- evitare errori di lettura o di interpretazione;
- evitare la necessità di una precisa programmazione dell'immersione.

Per garantire la massima sicurezza pur nella rapida ed esponenziale diffusione commerciale e nella impossibilità di sperimentare gradualmente l'affidabilità di questi strumenti, i costruttori hanno utilizzato basi di calcolo più

prudentiali possibili e limitato l'uso dei DCM ad immersioni in curva di sicurezza.

Tutte queste caratteristiche non collimano e per diversi motivi contrastano con i criteri che guidano l'immersione lavorativa che in generale è condotta nel modo seguente:

- nella maggior parte dei lavori si svolge alla stessa profondità;
- è programmata in precedenza e controllata dalla superficie;
- è raramente ripetitiva;
- non deve lasciar nulla al caso;
- può seguire regole più conservative del minimo necessario e norme di comportamento prudentiali;
- quando è più impegnativa l'operatore è collegato con la superficie, rifornito con narghilè, collocato in un basket, equipaggiato contro il freddo, munito di casco o mascherone, ecc. e quindi non ha premura di uscire.
- si svolge per lo più fuori curva di sicurezza sia per il tempo che per la profondità.

I vantaggi che i DCM possono apportare all'immersione lavorativa devono essere quindi esaminati nei confronti delle diverse modalità di immersione e precisamente del tipo di profilo (lavoro alla stessa profondità oppure unilevel), delle immersioni ripetitive e della affidabilità rispetto alle tabelle di decompressione di tipo tradizionale o precalcolate.

Un approccio alla problematica affrontata in questa relazione ci può essere fornito dal calcolo delle procedure di decompressione dettate dalla ricostruzione o riproduzione dagli algoritmi utilizzati dalle tabelle USN 1957, secondo la più recente versione del DCM Suunto ML "Solution" e secondo una tabella a 9 tessuti basata sulla curva di sicurezza di Spencer "Low-bubble".

Nella tabella 1 sono riportate le tappe di de-

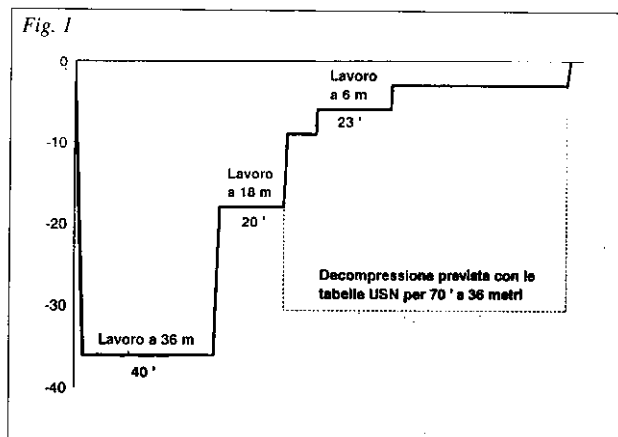
compressione previste dai diversi algoritmi in una serie di profili ML e nei corrispondenti profili quadrati, con tempi e profondità di immersioni più consoni ad una immersione lavorativa che ad una sportiva.

Si ricorda che il DCM non indica in realtà durante l'immersione le tappe di decompressione ma dei livelli di sosta a quote variabili (ceiling) fino alla superficie.

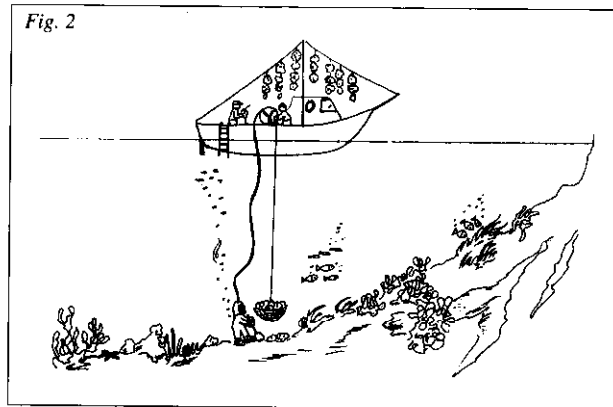
Altrettanto fittizia è l'indicazione di tempi di decompressione superiori a 90' che il DCM non è in grado di calcolare ma che abbiamo calcolato con gli algoritmi propri del DCM in esame.

Sostanzialmente i DCM digitali sono usati attualmente in campo lavorativo per le immersioni multilevel (lavori di ricerca o recupero) con l'intento di rimanere in curva di sicurezza, seguendo le indicazioni dello strumento sia nelle variazioni di quota che per ritornare in superficie. Tale procedura, seguita ormai da diversi anni, sembra priva di rischi di MDD, ma naturalmente limita la durata del tempo di esposizione.

Il metodo più sicuro e redditizio è quello di programmare l'immersione e le operazioni a partire dalla quota più profonda, come empiricamente e senza calcoli e tabelle, facevano i raccoglitori di spugne in Grecia ed Yugoslavia dall'inizio del secolo (vedi fig.1)



Un'altra procedura oggi largamente usata in Italia in campo petrolifero, è quella di sfruttare le tappe di decompressione per eseguire lavori a quote minori (controlli, manutenzioni, pulizie) (v. fig.2).



Veniamo ora ad illustrare il confronto tra le procedure stabilite dai DCM e dalle tabelle di decompressione a tappe in alcuni profili di immersione. Si può osservare nel primo profilo che l'algoritmo usato porta alla possibilità di risalire senza fermate. La tabella USN secondo l'immersione "quadrata" corrispondente avrebbe comportato una tappa di 24' a 3m., ma 44' di decompressione secondo un calcolo a 9TS. Se non si usa un DCM conviene in questo caso usare la tabella USN per 70' a 24m..

Nel 2 profilo, a parità di esposizione e a discendere anziché a salire, i tessuti non si scaricano nel corso dell'immersione e si impone una tappa a 3m. di 20' che non dissimila dalla tabella USN (24'), che pertanto potrebbe essere usata in luogo del DCM. Tabelle più prudentziali per profili quadrati ovviamente presentano sempre notevoli differenze con quelli USN, come si osserva anche nei successivi profili.

Nel 3 profilo valgono le stesse considerazioni: l'uso del DCM fa risparmiare solo 10' sulla tabella USN per immersioni di 50' a 30m.

Il profilo n 4 a saliscendi da 36 a 24 m. per un tempo di immersione totale di 50' a 36 m. mostra che il DCM è molto più prudentiale del calcolo 9TS le cui basi o limiti sono molto simili al DCM, e la decompressione persino più lunga di una corrispondente tabella 9TS per immersione "quadrata". La tabella USN "quadrata" è ancora più breve della 9TS e quindi tanto varrebbe non usare il DCM senza trascurare i criteri prudentziali da adottare per l'uso delle Tab.USN. Qui bisogna ricorda-

Tabella 1 - Tappe di decompressione previste da 3 diversi algoritmi in 6 diversi profili di immersione ML lavorativa
(Decompressimetro Suunto Multi level, Tab.USN-57 e una tabella a 9 tessuti "low bubble" per immersione quadra)

Profilo		Immersione livelli e tempi	Tempo totale in minuti	DECOMPRESSIONE			Tempo totale in minuti	
				ALGORITMO	Minuti a metri			
					9	6		3
1			70	DCMML			0	0
	T	24 18 12 6		USNUL			23	24
	P	20 20 20 10		9TSUL		6	36	44
2			70	DCMML			18	20
	T	6 12 18 24		USNUL			23	24
	P	10 20 20 20		9TSUL		6	36	44
3			50	DCMML			15	18
	T	30 18 6 18 30		USNUL		2	24	28
	P	10 10 10 10 10		9TSUL		9	34	46
4			50	DCMML		20	66	29
	T	36 24 36 24 36		USNUL		17	39	58
	P	10 10 10 10 10		9TSUL	3	22	47	75
5			40	DCMML	2	20	56	81
	T	30 42 30 42		USNUL	2	16	26	46
	P	10 10 10 10		9TSUL	5	22	44	75
6			70	DCMML			29	32
	T	30 18 6 24 6 30		USNUL		15	31	48
	P	10 10 10 20 10 10		9TSUL	3	23	61	90

re che il DCM si serve di aggiustamenti più prudenziali in considerazione, sia delle immersioni successive sia del suo uso limitato alla curva di sicurezza.

Nel profilo n 5 di 40' a 42 m. con escursione a 30 m., ancora il DCM impone tappe più lunghe nei confronti di tutte le tabelle calcolate per IML o quadrate.

L'ultimo profilo considerato è di tipo yo-yo dove il DCM farebbe invece risparmiare 15' sulla tabella USN e molto di più sulla 9TS.

Per un profilo così irregolare e un lavoro così lungo (70') peraltro del tutto sconsigliabile il vantaggio del DCM sulla tabella USN non è molto elevato.

Questi confronti e queste valutazioni ci portano alle seguenti conclusioni:

1 - I DCM non sono usati né raccomandati per immersioni fuori curva di sicurezza di tipo lavorativo, né sperimentati così da poterne garantire la sicurezza.

La loro versione attuale quand'anche sufficientemente provata in futuro, comporterebbe tempi di decompressione proibitivi rispetto alle tabelle correnti, o anche a tabelle più prudenziali, relativi a corrispondenti immersioni quadrate e pertanto necessiterebbero di diversi criteri di impostazione e di calcolo.

2 - l'esperienza in campo lavorativo e amatoriale consente di poterne accettare l'uso per immersioni uni-level o multilevel anche in campo professionale purché in curva di sicurezza.