

## **ARTICOLO DI PUNTOSICURO**

**Anno 24 - numero 5267 di Mercoledì 2 Novembre 2022**

# **Attività subacquee: dispendio energetico ed esposizione iperbarica**

*Due interventi si soffermano sulla sicurezza nelle attività subacquee. Focus sul dispendio energetico in attività lavorative di archeologia subacquea e sull'esposizione iperbarica durante le immersioni.*

Brescia, 2 Nov ? Come ricordato in diversi articoli, ad esempio nell'articolo "[Linee di indirizzo per la sicurezza nelle attività subacquee](#)", l'**ambiente subacqueo** può essere un ambiente estremo dove eventuali standard operativi e norme procedurali per la prevenzione dei rischi devono essere necessariamente condivisi e rigorosamente applicati.

Per soffermarci sulle attività subacquee e sulle ricerche e indicazioni che possono migliorare la prevenzione dei rischi, riprendiamo alcuni documenti pubblicati sul [Portale Agenti Fisici](#) (PAF), un portale realizzato dal Laboratorio di Sanità Pubblica dell'Azienda Sanitaria USL Toscana Sud Est (ex Azienda USL 7 Siena) con la collaborazione dell'INAIL e dell'Azienda USL di Modena con l'obiettivo di mettere a disposizione uno strumento informativo che orienti gli attori aziendali della sicurezza e gli operatori della prevenzione ad una risposta corretta ai fini della prevenzione e protezione da agenti fisici.

I documenti sono stati presenti nella sezione "**atmosfere iperbariche**" e - come indicato nel portale PAF - per lavoratori esposti ad [atmosfere iperbariche](#) si intendono "tutti i lavoratori che effettuano la loro attività in condizioni iperbariche, cioè in ambienti in cui la pressione è del 10% superiore alla pressione a livello del mare".

Si segnala anche che fattore specifico di **rischio da esposizione ad atmosfere iperbariche** "è introdotto dal [Decreto legislativo 81/2008](#) e viene inserito tra i fattori di rischio fisici" nel Titolo VIII, articolo 180: '*ai fini del presente Decreto Legislativo per agenti fisici si intendono il rumore, gli ultrasuoni, gli infrasuoni, le vibrazioni meccaniche, i campi elettromagnetici, le radiazioni ottiche, di origine artificiale, il microclima e le atmosfere iperbariche che possono comportare rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori*'.

Si ricorda anche che l'esposizione ad [ambiente iperbarico](#) "può causare sia effetti di tipo acuto che di tipo cronico (barotrauma, intossicazione da gas inalati, patologie decompressive), con conseguenze più o meno gravi, che vanno dall'irritazione cutanea alla morte".

Nell'articolo ci soffermiamo sui seguenti argomenti:

- [L'attività subacquea e la misura della spesa metabolica totale](#)
- [L'attività subacquea e la stima del dispendio energetico](#)
- [L'attività subacquea e l'esposizione iperbarica](#)

## L'attività subacquea e la misura della spesa metabolica totale

Un primo documento pubblicato sul Portale fa riferimento ad un intervento - dal titolo "**Stima del dispendio energetico in attività lavorative di archeologia subacquea**" - curato da Cristian Ieno e Luigi Fattorini (Sapienza, Università di Roma), Giovanna Tranfo, Maria Concetta D'Ovidio e Enrico Marchetti (Inail, Dimeila) e Corrado Costanzo (Centro di medicina Subacquea e Iperbarica G. S. C. Srl) e presentato al 38° Congresso Nazionale di Igiene Industriale e Ambientale che si è tenuto dal 22 al 24 giugno 2022 a Cagliari.

Nell'intervento si ricorda che nel progetto BRIC 2019 (ID31 INAIL) volto a determinare gli effetti dell'esposizione all'ambiente iperbarico (AI) sul soggetto lavoratore, "un punto qualificante è la definizione del carico di lavoro dei lavoratori allo scopo di quantificare anche gli effetti di questo cofattore". E nella letteratura scientifica è stato, infatti, ampiamente descritto che "esiste una **sinergia** tra l'AI e altri cofattori e che questa si ripercuote sui conseguenti effetti sull'uomo. Malgrado ciò, molto pochi sono i lavori che riportano indagini quantitative in tal senso".

Per superare i possibili limiti sperimentali di precedenti esperienze, nel presente studio "si è considerato il carico a livello del sistema cardio-circolatorio come misura indiretta di spesa metabolica totale". E questa relazione, "normalmente utilizzata in studi sulla fisiologia dell'esercizio fisico, che si basa sulla relazione lineare esistente, in condizioni aerobiche, tra la frequenza cardiaca (FC) e il dispendio metabolico, trova la sua prima applicazione in questo ambito della medicina occupazionale".

## L'attività subacquea e la stima del dispendio energetico

Riguardo ai risultati dello studio, si indica che "dai dati di FC misurati durante il lavoro subacqueo e utilizzando la relazione tra FC e consumo metabolico ottenuta dal test incrementale, si è potuto valutare il **consumo metabolico totale** (espresso in consumo di ossigeno) durante le attività sub-archeologiche monitorate per ciascun soggetto" monitorato (quattro archeologi subacquei professionisti, due donne e due uomini). E quindi "è stato stimato il totale consumo di ossigeno e quindi si è proceduto alla conversione in equivalenti calorici".

Nelle conclusioni si segnala che in termini di impegno fisico, "dai valori di spesa energetica calcolati, si può definire l'attività monitorata come di **livello impegnativo**. Infatti i valori di costo energetico sono paragonabili a quelli di un'attività fisica, in condizioni normobariche, di un soggetto di 60 kg che corre a 12 km/h per circa 1 ora [Pendergast et al., 0215]".

Questo studio "getta le basi verso altre ricerche volte a determinare, attraverso una chiara definizione delle singole operazioni, il costo metabolico delle attività per unità di tempo per una previsione dello sforzo e per l'identificazione e pianificazione del corretto reintegro nutrizionale".

Rimandiamo alla lettura integrale dell'intervento che riporta altri dettagli e si sofferma anche sui metodi utilizzati nello studio.

# L'attività subacquea e l'esposizione iperbarica

Riprendiamo poi brevi indicazioni relative ad un articolo, dal titolo "**Hyperbaric Exposure of Scuba Divers Affects the Urinary Excretion of Nucleic Acid Oxidation Products and Hypoxanthine**", pubblicato su "*International Journal of Environmental Research and Public Health*" (2022, 19, 3005) e a cura di Enrico Marchetti, Daniela Pignini, Mariangela Spagnoli e Giovanna Tranfo (Inail, Dimeila), Flavia Buonauro, Fabio Sciubba, Ottavia Giampaoli, Alfredo Miccheli, Alessandro Pinto, Nazzareno De Angelis e Luigi Fattorini (Sapienza, Università di Roma).

Nell'abstract si indica che in studi recenti, lo stress ossidativo dopo un' immersione subacquea è stato esplorato misurando i biomarcatori urinari in volontari in condizioni controllate. La profondità e la durata dell'immersione, la temperatura dell'acqua e il carico di lavoro sono tutte variabili che possono provocare risposte metaboliche.

In particolare è stato eseguito un esperimento di immersione controllata in una piscina coperta a 20, 30 e 40 m di profondità e a una temperatura dell'acqua di 32 C, in tre giorni diversi. Campioni di urina di cinque subacquei maschi sono stati prelevati prima dell'immersione e in quattro punti temporali dopo l'immersione, per poi essere analizzati per la concentrazione di cinque diversi biomarcatori dello **stress ossidativo**.

I risultati non hanno mostrato variazioni nei cinque biomarcatori dopo l'immersione, ma è stata, tuttavia, osservata una tendenza alla diminuzione nei tre giorni, senza differenze tra le tre profondità. L'assenza di effetti sui biomarcatori dello stress ossidativo è stata attribuita alla temperatura confortevole dell'acqua e all'assenza di esercizio fisico nei subacquei durante l'esperimento.

Invece, dopo l'immersione è stato riscontrato un aumento dell'escrezione di ipoxantina, che può essere considerata un biomarcatore sensibile all'**esposizione iperbarica**.

In conclusione i risultati suggeriscono un meccanismo fisiologico di adattamento metabolico a una nuova condizione.

Anche in questo caso rimandiamo alla lettura integrale dell'articolo che non solo racconta con molti più dettagli i risultati, ma si ferma ampiamente anche sulle approfondisce metodologie utilizzate.

RTM

## **Consulta i documenti da cui è tratto l'articolo:**

" Stima del dispendio energetico in attività lavorative di archeologia subacquea", è stato curato da Cristian Ieno e Luigi Fattorini (Sapienza, Università di Roma), Giovanna Tranfo, Maria Concetta D'Ovidio e Enrico Marchetti (Inail, Dimeila) e Corrado Costanzo (Centro di medicina Subacquea e Iperbarica G. S. C. Srl). intervento al 38° Congresso Nazionale di Igiene Industriale e Ambientale, 2022 (formato PDF, 2.86 MB)

" Hyperbaric Exposure of Scuba Divers Affects the Urinary Excretion of Nucleic Acid Oxidation Products and Hypoxanthine", Marchetti, E.; Pigni, D.; Spagnoli, M.; Tranfo, G.; Buonauro, F.; Sciubba, F.; Giampaoli, O.; Micheli, A.; Pinto, A.; De Angelis, N.; Fattorini, L. - pubblicato su "International Journal of Environmental Research and Public Health" (2022, 19, 3005) (formato PDF, 2.37 MB).



Licenza Creative Commons

---

[www.puntosicuro.it](http://www.puntosicuro.it)