



Approfondimento sull'utilizzo dell'indicatore di stress termico ambientale “*Universal Thermal Climate Index* (UTCI)” a fini previsionali

Benessere e disagio termico

La condizione di benessere o di disagio termo-fisiologico, sia in presenza di caldo che di freddo, non dipende esclusivamente dalla temperatura dell'aria, ma è il risultato dell'interazione tra molteplici variabili ambientali e individuali.

Per descrivere in modo sintetico tale complessità sono stati sviluppati diversi indici biometeorologici, basati su modelli termo-fisiologici e su algoritmi che riproducono il bilancio energetico del corpo umano. Questi indici forniscono informazioni di tipo potenziale riferite a un soggetto “standard”, in buona salute e con attività fisica predefinita. Risultano pertanto utili per una valutazione generalizzabile per la popolazione, ma non direttamente applicabile al singolo individuo.

La risposta fisiologica al caldo o al freddo varia, infatti, in funzione di numerosi fattori personali, tra cui l'età, lo stato di salute, le caratteristiche psicofisiche, il livello e la tipologia di attività fisica, il tipo di abbigliamento indossato, la durata dell'esposizione e il grado di acclimatazione.

Quando il risultato di tali modelli è espresso sotto forma di temperatura, si ricorre comunemente al concetto di temperatura percepita (Perceived Temperature), derivato da specifici modelli di stress termico razionale. A livello internazionale sono impiegati anche altri indicatori equivalenti, come la temperatura equivalente utilizzata nell'Universal Thermal Climate Index (UTCI).

L'interpretazione dei diversi indici di stress termico può risultare complessa, poiché a livello nazionale e internazionale si ricorre a indicatori eterogenei e non sempre direttamente confrontabili. Per rendere la comunicazione più efficace, è quindi consigliabile affiancare al valore numerico dell'indice una descrizione testuale della corrispondente classe di disagio termico (ad esempio: debole, moderato, intenso, da caldo o da freddo). Pur riferendosi a un soggetto con caratteristiche e condizioni di attività standardizzate, questa modalità comunicativa migliora la chiarezza interpretativa e riduce la possibilità di ambiguità o fraintendimenti nella comunicazione del rischio biometeorologico.

Il disagio termo-fisiologico

Le previsioni numeriche dell'atmosfera consentono, attraverso l'impiego di indici biometeorologici, di stimare il livello di disagio termo-fisiologico per un soggetto di riferimento con caratteristiche "standard". Poiché tale stima è basata sul modello meteorologico, essa può essere generalizzata a livello di popolazione con un dettaglio temporale e spaziale coerente con quello del modello locale utilizzato (MOLOCH, risoluzione 2 km, orizzonte previsionale 72 ore).

Le mappe previsionali dell'UTCI forniscono una rappresentazione territoriale ad alta risoluzione del livello di comfort termico previsto, classificato in dieci categorie di disagio. La descrizione sintetica che caratterizza queste categorie risulta particolarmente utile per valutare i potenziali rischi per la salute, soprattutto per le persone maggiormente esposte agli agenti atmosferici, come alcune categorie di lavoratori.

L'informazione fornita dall'UTCI consiste in una "temperatura equivalente", espressa in °C e suddivisa in diverse categorie di disagio termico.

Nelle mappe previsionali, disponibili sia per condizioni di esposizione al sole sia per situazioni in ombra, le classi rappresentate con colorazioni gialla, arancione, rossa e viola indicano condizioni di disagio da caldo, con intensità crescente dal moderato all'estremo. Le classi raffigurate con tonalità che variano dal verde scuro, celeste e fino al blu scuro descrivono invece condizioni di disagio da freddo, distribuite su livelli che vanno dal disagio leggero a quello estremo.

Intervalli di UTCI (°C)	Categorie di disagio termico
oltre +46	Disagio da caldo estremo
da +38 a +46	Disagio da caldo molto forte
da +32 a +38	Disagio da caldo forte
da +26 a +32	Disagio da caldo moderato
da +9 a +26	Nessun disagio termico
da +9 a 0	Disagio da freddo debole
da 0 a -13	Disagio da freddo moderato
da -13 a -27	Disagio da freddo forte
da -27 a -40	Disagio da freddo molto forte
sotto -40	Disagio da freddo estremo

Categorie di disagio termico sulla base dell'indicatore Universal Thermal Climate index (UTCI)

L'UTCI rappresenta lo stato dell'arte degli indici biometeorologici per gli ambienti outdoor sia in condizione di esposizione alla radiazione solare che in condizioni d'ombra. Il valore di questo indicatore è ottenuto integrando simultaneamente vari parametri previsti dai modelli meteorologici, in particolare: temperatura dell'aria, velocità del vento (a 10 m), umidità relativa e radiazione solare. La sua formulazione empirica deriva da un'ampia serie di simulazioni condotte con un modello termo-fisiologico umano multinodo, in grado di rappresentare gli scambi di calore tra le diverse parti del corpo, combinato con un modello di vestiario capace di stimare l'isolamento termico in un vasto intervallo di condizioni termiche.

Riferimenti

- ❖ Blazejczyk K, Epstein Y, Jendritzky G, Staiger H, Tinz B. Comparison of UTCI to selected thermal indices. *Int J Biometeorol* 2012;56:515-35.
- ❖ Epstein Y, Moran DS (2006) Thermal comfort and heat stress indices. *Ind. Health* 44:388–398
- ❖ Siple P, Passel CF (1945) Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures. *Proc Am Philos Soc* 89:177–199.
- ❖ Steadman RG. Indices of windchill of clothed persons. *J Appl Meteorology*. 1971; 10:674-683.
- ❖ Santee WR. Windchill index and military applications. *Aviat Space Environ Med*. 2002 Jul;73(7):699-702.
- ❖ Yaglou CP, Minard D (1957) Control of heat casualties at military training centers. *Am Med Assoc Arch Ind Health* 16:302–316.
- ❖ Budd G.M. Wet-bulb globe temperature (WBGT)—its history and its limitations. *Journal of Science and Medicine in Sport* (2008) 11, 20—32.
- ❖ ISO 7243:2017. Ergonomics of the thermal environment -- Assessment of heat stress using the WBGT (wet bulb globe temperature) index. International Organization for Standardization; 2017; Edition 3, pp.18.
- ❖ Jendritzky G, de Dear R, Havenith G. UTCI--why another thermal index? *Int J Biometeorol* 2012;56:421-8.
- ❖ Fiala D, Havenith G, Bröde P, Kampmann B, Jendritzky G. UTCI-Fiala multi-node model of human heat transfer and temperature regulation. *Int J Biometeorol* 2012;56:429-41.
- ❖ Havenith G, Fiala D, Blazejczyk K, Richards M, Bröde P, Holmér I, Rintamaki H, Benshabat Y, Jendritzky G. The UTCI-clothing model. *Int J Biometeorol*. 2012 May;56(3):461-70.
- ❖ Staiger H, Laschewski G, Grätz A (2012) The Perceived Temperature – A versatile index for the assessment of the human thermal environment. Scientific Basics. *Int J Biometeorol, Part A*. 2012 Jan;56(1):165-76.