

IL RISCHIO DA STRESS TERMICO PER GLI OPERATORI SANITARI IMPEGNATI IN ATTIVITÀ ANTI-COVID ALL'APERTO

A. Merlino, G. Gambino, D. Meda, G. Quadrio
CeSNIR srl

N. Pasqualini, P. D'Aloia, G. Pellicciotta, P. Zani
IRCCS Ospedale San Raffaele

Questo lavoro prende in esame gli operatori sanitari addetti all'effettuazione del tampone naso-faringeo al pubblico, operazione condotta all'aperto, presso un'area "drive-in" dell'Ospedale San Raffaele di Milano, denominata *pit stop tamponi*.

Il servizio HSE dell'ospedale San Raffaele ha infatti condotto una valutazione sullo stress termico da caldo degli stessi durante la stagione estiva con il supporto tecnico di CeSNIR.



sulla scelta dei DPI

- **INAIL**, 28 Febbraio 2020: *COVID-19 e Protezione degli operatori sanitari*
- Rapporto dell'**Istituto Superiore di Sanità** n. 2/2020, revisione 2 del 10 Maggio 2020: *Indicazioni ad interim per un utilizzo razionale delle protezioni per infezione da SARS-CoV2 nelle attività sanitarie e socio-sanitarie (assistenza a soggetti affetti da COVID-19) nell'attuale scenario emergenziale SARS-CoV2*
- Rapporto dell'**Istituto Superiore di Sanità** n. 11/2020, revisione 2 del 29 Maggio 2020: *Raccomandazioni ad interim per il corretto prelievo, conservazione e analisi sul tampone rino/orofaringeo per la diagnosi di COVID-19*
- il Decreto di **Regione Lombardia** - DGW 9853 con aggiornamento del 06.08.2020: *Aggiornamento degli indirizzi per l'organizzazione delle attività sanitarie in relazione all'andamento dell'epidemia da COVID-19*

DPI adottati

Per l'esecuzione del tampone per la ricerca di SARS-CoV2, in accordo con le disposizioni normative, il personale indossa:

- facciale filtrante FFP2/FFP3
- tuta idrorepellente o in alternativa camice idrorepellente
- visiera o in alternativa occhiali di protezione
- guanti
- calzari

metodi

metodologia della valutazione

Ergonomia dell'ambiente termico

Determinazione analitica ed interpretazione dello stress termico da calore mediante il calcolo della sollecitazione termica prevedibile

UNI EN ISO 7933

metodologia PHS

FEBBRAIO 2005

Ergonomics of the thermal environment

Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain

Versione bilingue
del febbraio 2007

SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente norma internazionale specifica un **metodo per la valutazione analitica e per l'interpretazione dello stress termico cui è soggetta una persona in un ambiente caldo**. Essa descrive un metodo per prevedere la quantità di sudore e la temperatura interna del nucleo che caratterizzeranno il corpo umano in risposta alle condizioni di lavoro.

[...] Nella forma attuale, **questo metodo di valutazione non è applicabile nei casi in cui il soggetto indossa un abbigliamento protettivo speciale** (abbigliamento riflettente, con raffrescamento attivo, ventilato, impermeabile, con dispositivi di protezione individuale).

metodologia della valutazione

Nel caso in esame, il personale adotta una tuta idrorepellente

- **impermeabile**
- **incapsulante** (priva di aperture, con elastici ai polsi ed alle caviglie).

Questi due aspetti rendono i risultati delle previsioni compiute con il metodo ISO (PHS) **suscettibili di importanti sottostime** perché il metodo assume che l'abbigliamento sia tale da garantire l'efficacia di tutti i meccanismi di scambio termico tra uomo e ambiente, compresa l'**evaporazione** e il **pumping effect** che, nel nostro caso, sono invece limitati.



possibile soluzione n. 1

BS 7963:2000 Guide to the assessment of heat strain in workers wearing personal protective equipment

Ergonomics of the thermal environment — Guide to the assessment of heat strain in workers wearing personal protective equipment

Questo standard non definisce un nuovo indice di esposizione, ma propone dei metodi per correggere le procedure esistenti (WBGT e PHS) così da ottenere una valutazione degli effetti dello stress termico da caldo anche per i lavoratori che devono indossare abbigliamento protettivi o altri DPI che possono incidere criticamente sugli scambi termici uomo-ambiente.

Guide to the assessment of heat strain in workers wearing personal protective equipment

4.3 Effect of PPE on heat balance

PPE is worn to protect against physical, chemical, biological and thermal hazards. Although PPE is essential in some conditions, it can affect the heat balance of the body in several ways. These include the following.

5.4.2 Increase in metabolic rate due to wearing PPE

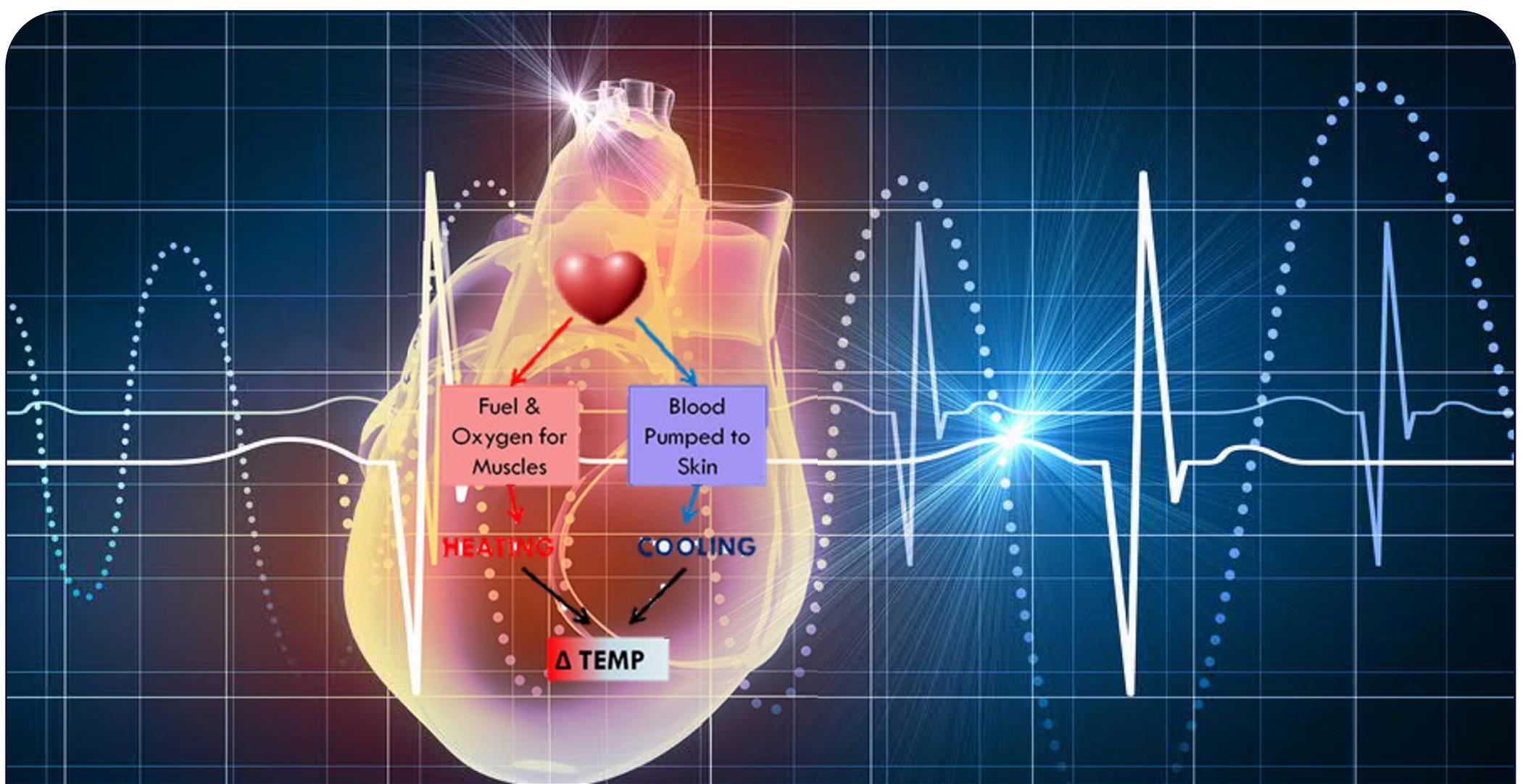
5.4.4 The evaporative resistance of the material covering the body

5.4.5 Closure of garments to the body

Guide to the assessment of heat strain in workers wearing personal protective equipment

Correzioni al metodo PHS per il caso in esame:

- A. utilizzo dei reali valori di permeabilità al vapore al posto del valore standard ($i_{mst}=0.38$) (tuta impermeabile)
- B. riduzione o cancellazione delle correzioni per gli effetti dinamici al valore dell'isolamento termico e a quello della permeabilità al vapore (tuta è incapsulante)
- C. riduzione della velocità dell'aria al valore di 0.1 m/s, quando (tuta impermeabile)
- D. correzione dei valori di metabolismo al fine di tenere conto della maggior fatica dei movimenti quando si indossa abbigliamento di tipo protettivo



possibile soluzione n. 2

M. J Buller et al. (2013) *Estimation of human core temperature from sequential heart rate observations*, *Physiological Measurement*, 34, 781-798

temperatura interna calcolata a partire dalla frequenza cardiaca

https://www.usariem.army.mil/index.cfm/modeling/cbt_algorithm#estimate

ARMY.MIL AFC USAMRDC TRICARE

ABOUT | PARTNERING | VOLUNTEER | RESEARCH | MODELING | MEDIA | PUBLICATIONS



U.S. ARMY RESEARCH INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL MEDICINE

Home > USARIEM Modeling > Core Body Temperature Estimation From Heart Rate

All Publications Search

CORE BODY TEMPERATURE ESTIMATION FROM HEART RATE

What: Uses minute by minute measures of heart rate to estimate core body temperature

Performance: Bias = -0.03 °C, SD = 0.32, LoA = ± 0.63 °C, RMSE = $0.30 \pm$ °C

Uses: Use the algorithm with simple heart rate monitors to estimate core body temperature. Can be used to help prevent thermal injury and better manage work rest schedules.

Comprehensive details of the development and validation can be found in:

- Buller MJ, Tharion WJ, Cheuvront SN, Montain SJ, Kenefick RW, Castellani J, Latzka WA, Roberts WS, Richter M, Jenkins OC, Hoyt RW. (2013) [Estimation of human core temperature from sequential heart rate observations](#). *Physiological Measurement* 34 781-798.



temperatura interna calcolata a partire dalla frequenza cardiaca

Physiological Measurement



PAPER

Estimation of human core temperature from sequential heart rate observations

To cite this article: Mark J Buller *et al* 2013 *Physiol. Meas.* **34** 781

View the [article online](#) for updates and enhancements.

Related content

- [Non-invasive continuous core temperature measurement by zero heat flux](#)
L P J Teunissen, J Klewer, A de Haan et al.
- [Note](#)
Mark J Buller, William A Latzka, Miyo Yokota et al.
- [Intestinal temperature does not reflect rectal temperature during prolonged intense running with cold fluid ingestion](#)
Félix A Savoie, Tommy Dion, Audrey Asselin et al.

temperatura interna calcolata a partire dalla frequenza cardiaca

Procedura non standardizzata elaborata nell'ambito delle forze armate statunitensi, basata su misurazioni della frequenza cardiaca (Buller et al, 2013, 2015).

Per valutare la performance del metodo sono state esaminate le differenze tra le temperature misurate direttamente mediante termometri in forma di pillola ingeribile e quelle stimate dall'algoritmo che elabora i dati sulla frequenza cardiaca. Il sistema si è confermato affidabile e utilizzabile anche nei casi in cui gli addetti indossino abbigliamento protettivo di tipo CBRNE (Chemical Biological Radiological Nuclear and Explosive Equipment).



soluzione impraticabile dall'igienista

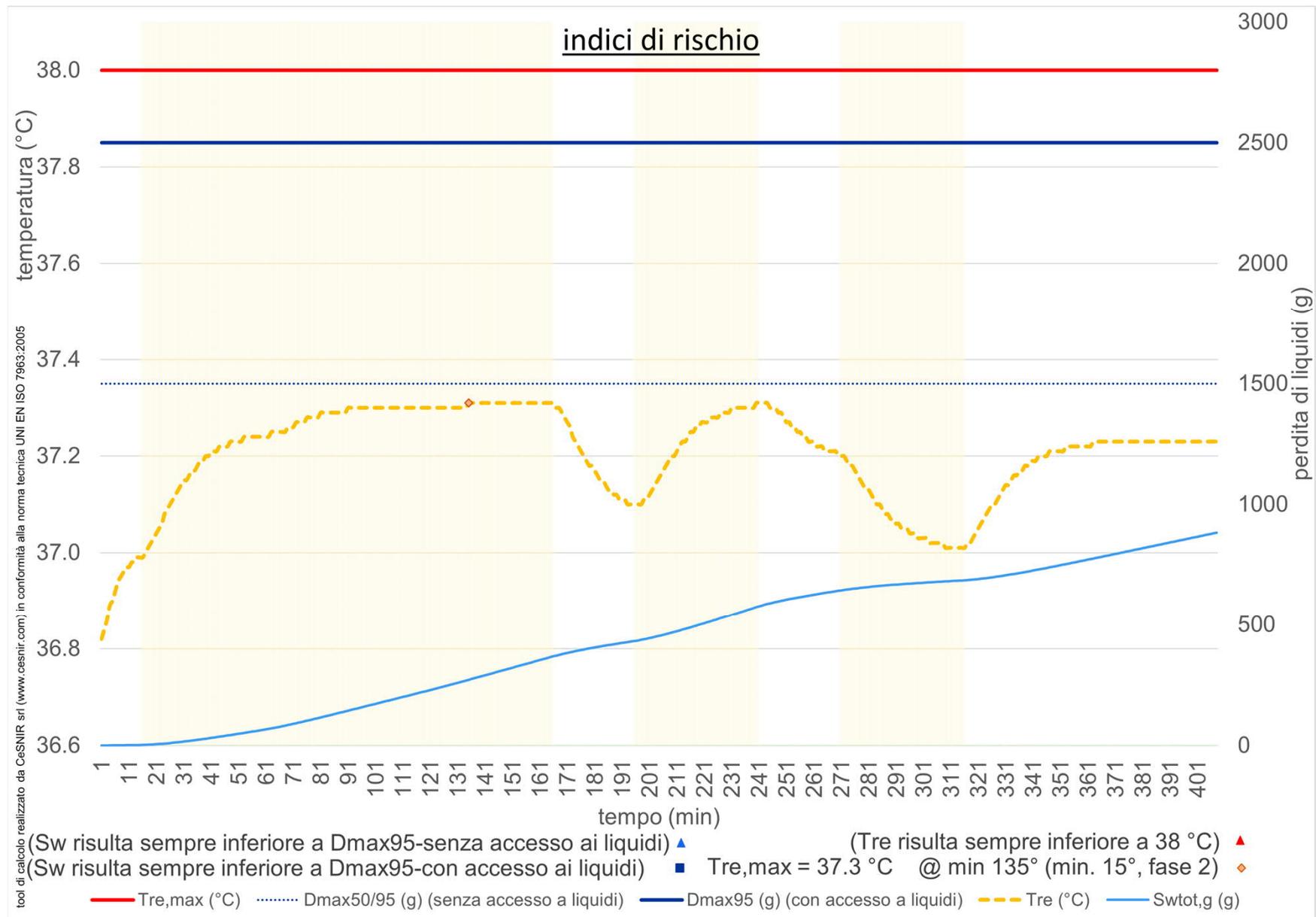
UNI EN ISO 9886:2004 *Ergonomia - Valutazione degli effetti termici (thermal strain) mediante misurazioni fisiologiche*

risultati adottando la soluzione 1

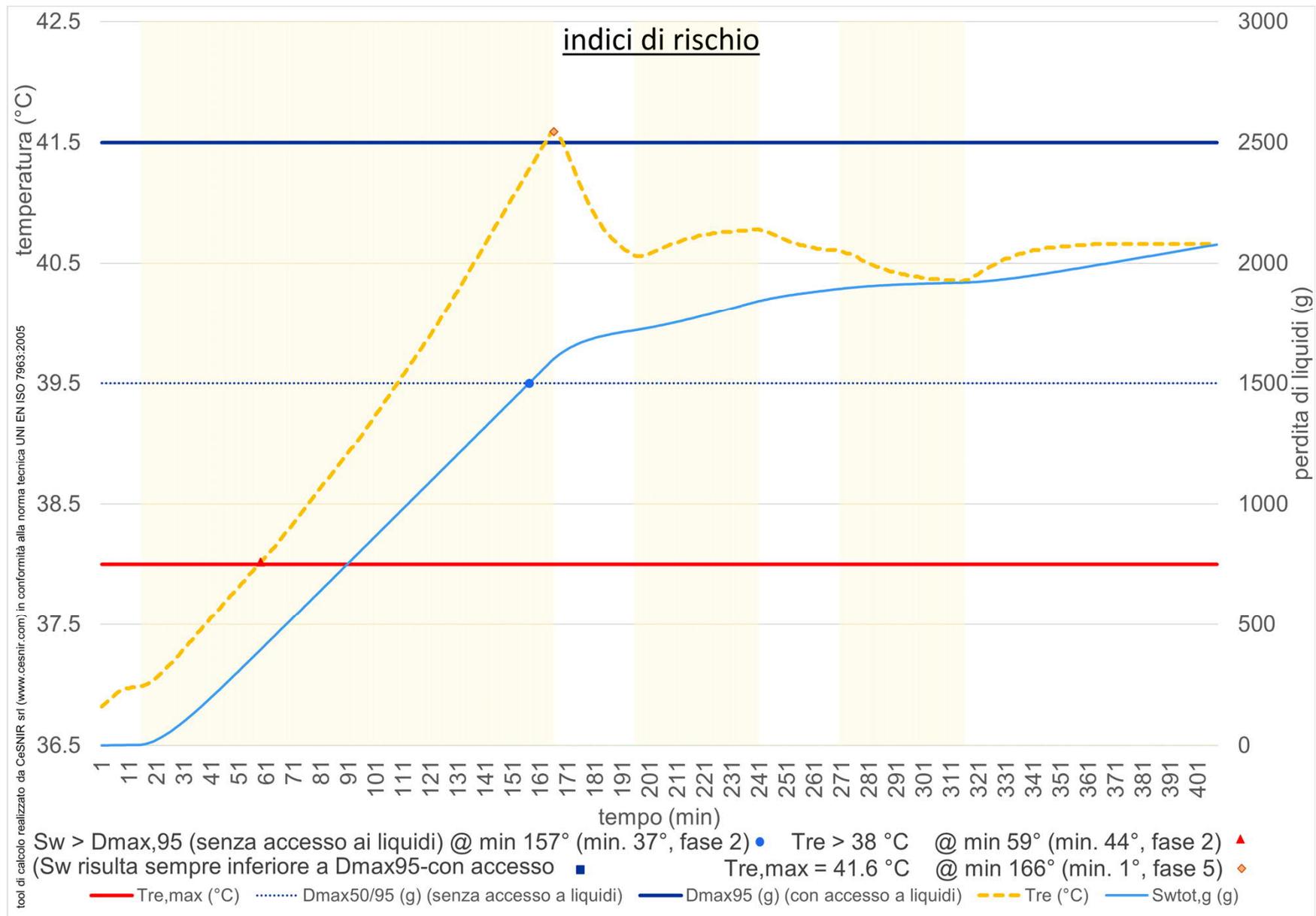
PHS senza correzioni

PHS corretto come da BS 7963

misurazione delle grandezze ambientali durante giornata soleggiata e successiva riscalatura delle stesse per cogliere le condizioni estive più gravose sulla base di dati storici disponibili presso centraline meteo dell'ARPA



Evoluzione temporale degli indici di rischio nel caso di nessuna correzione apportata al metodo. Le bande verticali evidenziano le diverse fasi di lavoro



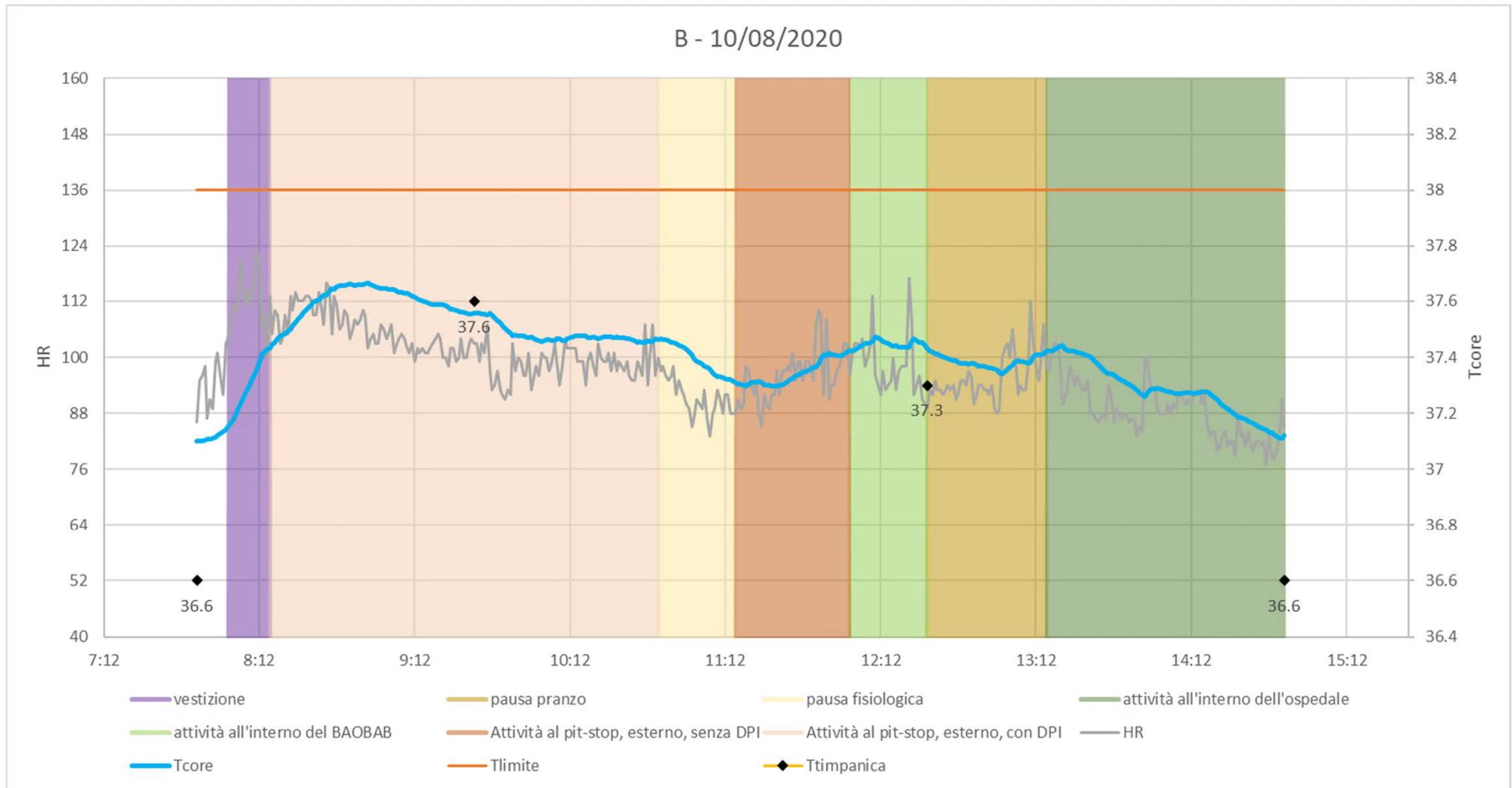
Evoluzione temporale degli indici di rischio (PHS) nel caso dell'applicazione delle correzioni A, B e C

risultati adottando la soluzione 2

metodi *di Buller*

misurazioni della frequenza cardiaca di quattro addette all'effettuazione tamponi per più giornate, per circa 100 ore di monitoraggio

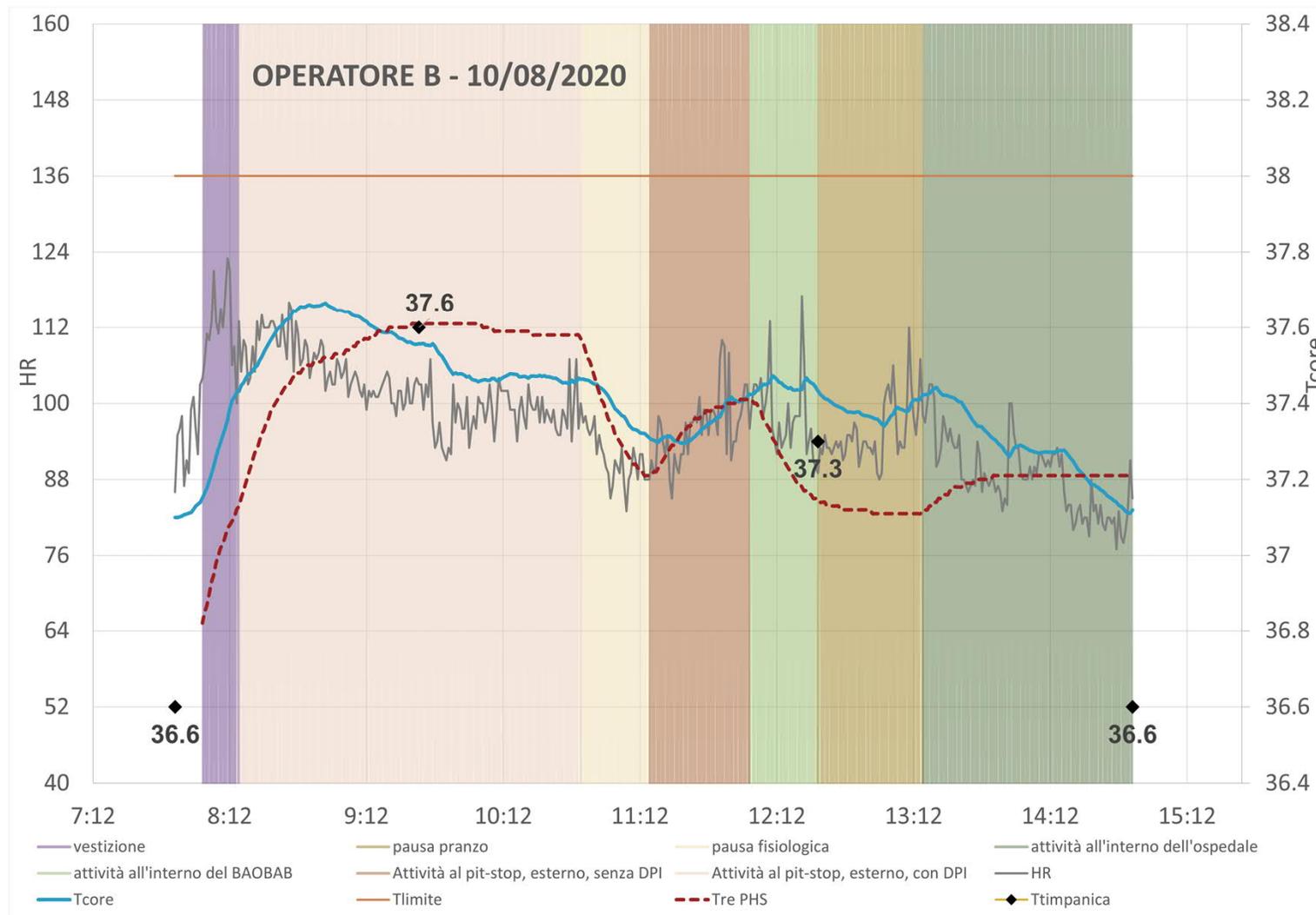
B - 10/08/2020



Evoluzione temporale dei valori di frequenza cardiaca (misurata) e di temperatura rettale (calcolata) nel corso di un'intera giornata di lavoro.
 Misure puntuali della temperatura timpanica

un tentativo di "taratura"

calibrazione delle correzioni secondo BS 7963 da apportare al metodo PHS sulla base dell'esito ottenuto mediante misurazioni fisiologiche



Evoluzione temporale della temperatura rettale calcolata con l'algoritmo di Buller (linea continua) e l'evoluzione della stessa grandezza calcolata con la procedura PHS, corretta dalla BS 7963 (linea tratteggiata), avendo modulato le correzioni da apportare in modo da ridurre al minimo la distanza tra le due curve

HSE San Raffaele aveva previsto sin da subito una turnazione indirizzata a mitigare gli effetti di accumulo.

La verifica tecnica secondo il metodo inglese avrebbe però imposto un'organizzazione del lavoro difficilmente realizzabile e dai costi organizzativi elevati.

Il metodo americano, per contro, risulta più aderente a quanto riscontrabile dall'osservazione degli esposti e dalle rilevazioni delle temperature timpaniche.

conclusioni

- I risultati mostrano che, anche nel corso delle calde giornate estive, operando però sotto la protezione di uno schermo alla radiazione solare diretta, **la temperatura rettale si mantiene sotto il limite di 38 °C con un congruo margine** anche nelle giornate più calde (la massima temperatura rettale raggiunta è infatti di 37.7 °C).
- Il risultato è probabilmente attribuibile al **basso metabolismo correlato con i compiti lavorativi svolti**. L'energia sviluppata internamente per compiere le attività più pesanti può essere infatti una delle principali cause del surriscaldamento umano ma in questo caso risulta di bassa rilevanza

- Il miglior impiego della metodica PHS modificata secondo BS 7963 dovrebbe prevedere un **utilizzo molto accurato delle correzioni al metodo**, ma questo aspetto non è trattato dalla norma e ciò costituisce il punto più debole di questo criterio. Sarebbe auspicabile che nuovi lavori aiutassero a fare chiarezza su questo argomento, in modo da definire **criteri di modularità e gradualità per l'applicazione delle correzioni proposte dalla norma britannica**

- L'esito che riteniamo maggiormente attendibile è quello dei risultati ottenuti mediante il monitoraggio di parametri fisiologici e precisamente della **frequenza cardiaca secondo il metodo definito da Buller** nel 2013. La nostra valutazione è che questa **metodica** sia **matura a sufficienza** per essere adottata con regolarità e auspichiamo che nei prossimi anni ci siano sempre più occasioni di confronto sul tema



grazie per l'attenzione

Alessandro Merlino
a.merlino@cesnir.com