

# Convention Nazionale dei Medici Competenti SIML 2022 "MARINO SIGNORI"

*Microclimi severi e stress termico  
Le linee di indirizzo sulle Vaccinazioni*

*20 – 21 MAGGIO Hotel Riva del Sole - Giovinazzo (Bari)*



## **MICROCLIMI SEVERI E STRESS TERMICO : GIUDIZIO DI IDONEITÀ**

*Antonio Lo Izzo - Alessandro Baracco*

*Con questa relazione, Alessandro Baracco ed io vi proponiamo alcuni spunti di riflessione su cui ci siamo poi confrontati nell'ambito del Gruppo di Discussione, anche sulla base delle esperienze professionali dei Colleghi nelle varie realtà aziendali, nel tentativo di condividere un approccio maggiormente standardizzato.*

*In particolare è emersa la difficoltà di individuare e graduare «Tipologie» di limitazioni che siano applicabili in tutti i contesti lavorativi.*

*Tuttavia, sulla base di quanto emerso dalla discussione in seno alla Convention e grazie alla elaborazione in corso, proveremo a sviluppare nei prossimi mesi un tentativo di formalizzazione di questi temi.*

## ► Diagnostic and exposure criteria for occupational diseases

Guidance notes for diagnosis and prevention  
of the diseases in the ILO List of Occupational  
Diseases (revised 2010)



1.2.6(1) Diseases caused by exposure to extreme cold temperatures  
ICD Code T68, T69, L50.2, T33-T35, T95 +Z57.6

*Name of the diseases and ICD code: Acute effects of cold (T68, T69, L50.2, T33-T35) +Z57.6*

1.2.6(2) Diseases caused by exposure to extreme hot temperatures  
ICD Code L74.0, +Z57.6, T67

*Name of the diseases and ICD code: Acute effects of heat (L74.0) +Z57.6, T67*

- A febbraio 2022 l'International Labour Office di Ginevra ha pubblicato sul proprio sito la monografia Diagnostic and exposure criteria for occupational diseases.
- Concepita dal responsabile dell'ufficio Safe Work di ILO, dott. Shengli Niu, e dal prof. Colosio, a complemento della pubblicazione, nel 2010, della lista aggiornata delle malattie professionali riconosciute dall'ILO.
- La monografia è composta di 76 brevi schede tecniche, ciascuna dedicata a uno degli agenti causali o delle malattie professionali: 40 agenti chimici, 6 agenti fisici, 8 agenti biologici e parassitari, 11+3+ 7 = 21 malattie respiratorie, cutanee, muscolo-scheletriche e una psico-comportamentale, 20 agenti cancerogeni.
- Con questa monografia, ILO fornisce ai 187 Stati membri uno strumento intellettualmente omogeneo per riconoscere le malattie di origine professionale
- <https://www.siml.it/post/pubblicazione-ilo>

*Anche in questa preziosa monografia dell'ILO sono dedicati due capitoli all'esposizione ad alte e basse temperature, nei quali leggiamo che:*

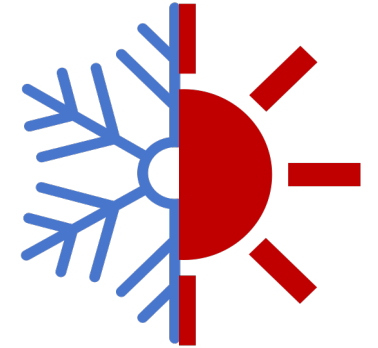
*Le esposizioni professionali a caldo si verificano in luoghi interni ed esterni, come panetterie, gallerie d'aria compressa, fonderie e operazioni di fusione, saldatura, antincendio, lavoro in locali non climatizzati durante i mesi caldi, nonché in attività lavorative non necessariamente associate all'esposizione al calore come l'agricoltura e l'edilizia, ma eseguite all'aperto in climi caldi. Svolgere faticose attività fisiche aumenta la temperatura corporea e quindi aumenta il rischio per la salute dovuto al calore.*

*Lavorare all'aperto in ambienti freddi e per lunghi periodi, ad esempio squadre spazzaneve, attività di costruzione e di terra, pastorizia di renne, attività forestali, immersioni subacquee, agricoltura. Elevate esposizioni a temperature fredde possono verificarsi in attività svolte in ambienti interni freddi come il congelamento degli alimenti, la manipolazione e la conservazione in ambienti refrigerati. Le fonti di esposizione al freddo possono essere l'aria ambiente, di solito all'aperto, l'esposizione locale da piastre e superfici fredde nelle industrie ittiche e alimentari, le acque fredde nelle immersioni e nelle operazioni di salvataggio.*

# FISIOLOGIA DELLA TERMOREGOLAZIONE

L'organismo umano "omeotermo"

- continui scambi termici con l'ambiente circostante per:
- convezione
- evaporazione
- irraggiamento
- in misura minore: per conduzione tramite la superficie cutanea e per convezione ed evaporazione attraverso l'attività respiratoria.



Gli scambi termici condizionati da:

- 4 parametri ambientali misurabili (temperatura, velocità dell'aria, umidità relativa e temperatura media radiante)
- 2 parametri legati al soggetto (**metabolismo energetico** e **isolamento termico dell'abbigliamento**)

Noti i 6 parametri → Equazione di bilancio termico

# EQUAZIONE DI BILANCIO ENERGETICO

L'equazione di bilancio energetico applicata al corpo umano, in termini di energia per unità di tempo ovvero di potenza, assume la seguente forma:

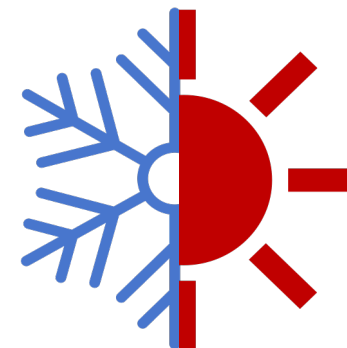
$$S = M - W \pm C_{RES} \pm E_{RES} \pm K \pm C \pm R - E$$

- $S$  = variazione di energia interna, ovvero differenza tra la potenza termica acquisita e dissipata dal corpo umano;
- $M$  = metabolismo energetico
- $W$  = potenza meccanica impegnata per compiere lavoro meccanico;
- $C_{RES}$  = potenza termica scambiata nella respirazione per convezione;
- $E_{RES}$  = potenza termica scambiata nella respirazione per evaporazione;
- $K$  = potenza termica scambiata per conduzione;
- $C$  = potenza termica scambiata per convezione;
- $R$  = potenza termica scambiata per irraggiamento;
- $E$  = potenza termica ceduta per traspirazione e sudorazione;

-  $S = 0$  rappresenta la condizione di equilibrio termico, non c'è variazione di energia all'interno del corpo, la temperatura tende a rimanere costante, la sensazione è di neutralità termica;

-  $S > 0$  la potenza termica in ingresso nel corpo è maggiore di quella in uscita. Tale variazione positiva di energia interna determina un incremento della temperatura centrale con conseguente sensazione di caldo;

-  $S < 0$  la potenza termica in ingresso è minore di quella in uscita. Tale variazione negativa di energia interna determina un decremento della temperatura centrale con conseguente sensazione di freddo.



# FISIOLOGIA DELLA TERMOREGOLAZIONE

Centro di termoregolazione ipotalamico



Meccanismo di controllo nervoso a *feed-back*



Attivazione degli effettori periferici



Dissipazione o Produzione di calore

*Il centro di termoregolazione ipotalamico riceve le informazioni e con un meccanismo neurologico a feed-back regola gli effettori periferici a seconda della necessità di liberare o generare calore. Grazie alle elevata conducibilità termica del sangue, attraverso il passaggio nell'albero venoso periferico, la vasodilatazione e il riscaldamento della superficie cutanea, avviene la dissipazione del calore nel caso in cui l'aria esterna registri una temperatura inferiore rispetto all'epidermide, attraverso un meccanismo convettivo, al quale contribuisce in misura rilevante l'irraggiamento e l'evaporazione dalla cute attraverso il sudore quando l'aria esterna è invece più calda della superficie cutanea. Tutti i suddetti meccanismi risultano più efficienti quando è consentito l'acclimatamento.*

# FISIOLOGIA DELLA TERMOREGOLAZIONE



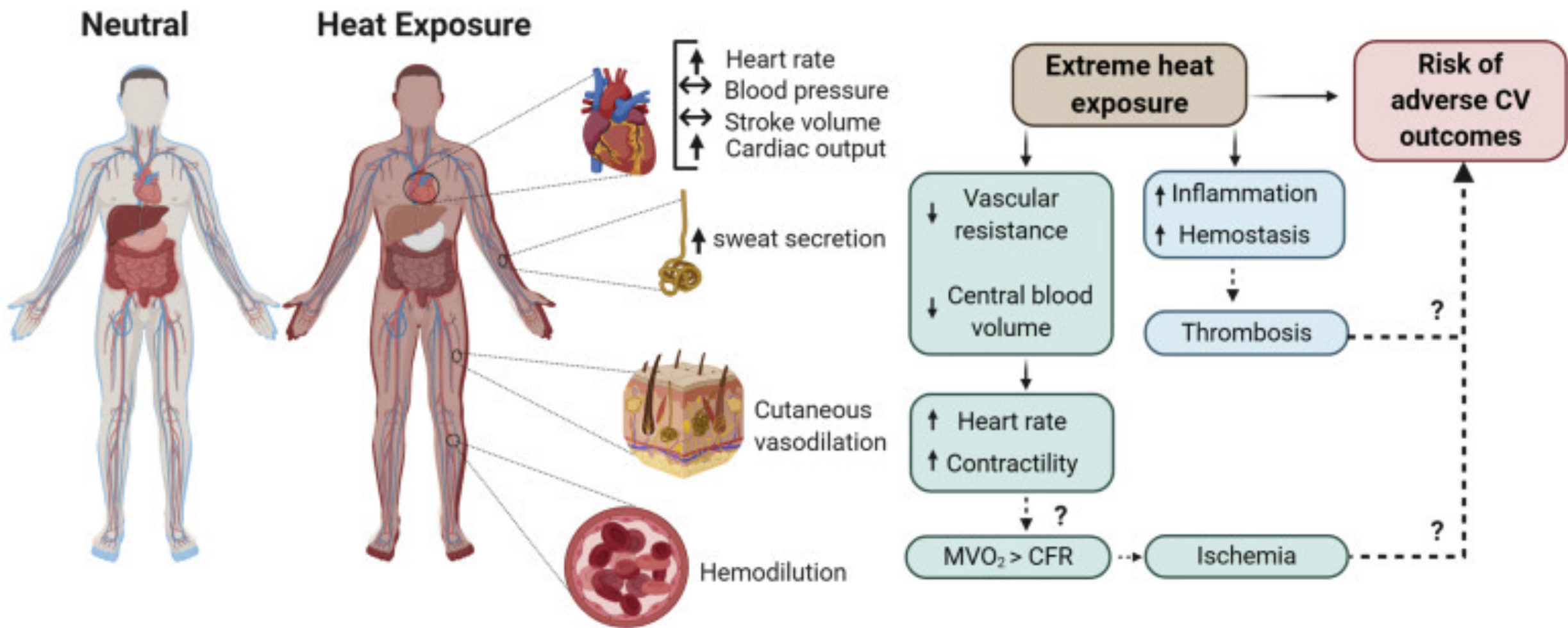
Le risposte effettrici che l'ipotalamo mette in atto nel caso di esposizione ad ambienti «severi freddi» sono esattamente opposte

In entrambe le condizioni, quando i meccanismi fisiologici non sono più sufficienti, l'organismo mette in atto dei meccanismi “comportamentali”:

riduzione del movimento fino al blocco di ogni attività muscolare volontaria negli ambienti severi caldi;

attivazione volontaria delle masse muscolari in caso di esposizione ad ambienti severi freddi.

## FISIOLOGIA DELLA TERMOREGOLAZIONE



**Neutral**

**Heat Exposure**

- ↑ Heart rate
- ↔ Blood pressure
- ↔ Stroke volume
- ↑ Cardiac output

↑ sweat secretion

Cutaneous vasodilation

Hemodilution

**Extreme heat exposure**

**Risk of adverse CV outcomes**

↓ Vascular resistance  
↓ Central blood volume

↑ Inflammation  
↑ Hemostasis

Thrombosis

↑ Heart rate  
↑ Contractility

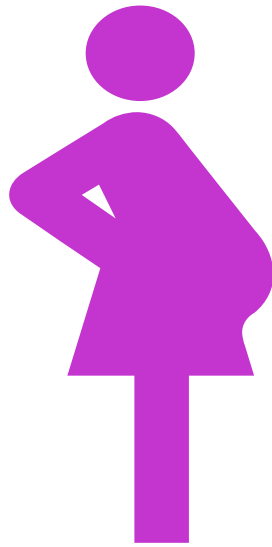
MVO<sub>2</sub> > CFR

Ischemia

?

?

**SOGGETTI  
PARTICOLARMENTE  
SENSIBILI  
ALL'AMBIENTE  
TERMICO**



**Donne in gravidanza**

I lavori che possono condurre ad una condizione di stress termico (troppo caldo o troppo freddo) fanno parte di quelli che nel D.Lgs. 151/2001 e nel D.Lgs. 262/2000 vengono indicati come “faticosi, pericolosi e insalubri”

In gravidanza il caldo può generare disidratazione, alterando l’equilibrio materno-fetale.

# SOGGETTI PARTICOLARMENTE SENSIBILI ALL'AMBIENTE TERMICO

## Minori

*Relativamente agli ambienti termici, nell'Allegato I alla Legge 977/1967, introdotto dall'articolo 15, comma 1, del decreto legislativo 4 agosto 1999, n° 345, che elenca le mansioni alle quali non possono essere adibiti gli adolescenti, viene fatto esplicito riferimento a:*

- Esercizio dei forni a temperatura superiore a 500 °C  
produzione di ghisa, ferroleghes, ferro o acciaio; operazioni di demolizione, ricostruzione e riparazione degli stessi; lavoro ai laminatoi;
- Lavorazioni nelle fonderie;
- Lavorazioni in gallerie, cave, miniere, torbiere e industria estrattiva in genere;
- Lavori in pozzi, cisterne ed ambienti assimilabili;
- Lavori nei magazzini frigoriferi;
- Pulizia di camini e focolai negli impianti di combustione



**SOGGETTI  
PARTICOLARMENTE  
SENSIBILI  
ALL'AMBIENTE  
TERMICO**

## Anziani

Inconsapevole riduzione della temperatura corporea perché il sistema di **termoregolazione** si deteriora.

Quando la temperatura esterna si riduce, l'organismo non è in grado di aumentare la produzione di calore e di ridurre la dispersione.

Quando la temperatura esterna incrementa, riducendosi lo stimolo della sete, aumenta il rischio di disidratazione

In età avanzata, l'acclimatazione verso temperature elevate, attraverso i normali processi di raffreddamento corporeo, è più lenta e meno efficiente.



RAMADAN



# RAMADAN – IL DATORE DI LAVORO

Diritto di tutela della salute e **diritto di libertà di culto**, sono entrambi diritti garantiti sia dalla **Dichiarazione Universale dei Diritti dell'uomo** sia dalla **Costituzione della Repubblica Italiana** ad ogni individuo.

- *Il datore di lavoro ha l'obbligo di valutare tutti i rischi compresi quelli legati alle differenze di genere, all'età e alla provenienza da altri Paesi.*
- *Il datore di lavoro è tenuto a **salvaguardare la salute del lavoratore.***

I lavoratori musulmani, durante il periodo di Ramadan, vanno supportati poiché la loro condizione di digiuno e di stile di vita porta una serie di possibili **rischi nell'attività lavorativa** (disidratazione, perdita di coscienza...).

Nella pratica del **Ramadan** (nono mese dell'anno nel *calendario lunare musulmano*) è previsto il **digiuno** (nel 2022 tra sabato 2 aprile e lunedì 2 maggio).

Il datore di lavoro deve tener presente gli **effetti** del Ramadan sui lavoratori musulmani con particolare riferimento alle prestazioni lavorative che prevedono un rilevante **sforzo fisico** o **attività all'esterno** in condizioni meteo particolari (caldo, ad esempio)

Il digiuno che si protrae dalle prime luci dell'alba fino al tramonto, può influire negativamente sulle normali attività dei lavoratori, ancor più in caso di malattie preesistenti e/o stati di gravidanza.

I lavoratori che osservano il Ramadan hanno, conseguentemente, **l'obbligo di informare preventivamente il datore di lavoro** di tale scelta al fine di consentire la programmazione di attività lavorative consone e idonee a garantire la loro sicurezza.

# RAMADAN

# RAMADAN – IL DATORE DI LAVORO

Verificare quanti dei propri **lavoratori seguono il Ramadan**;

**Segnalare al Medico Competente** i suddetti lavoratori al fine di prevenire effetti avversi nei soggetti maggiormente sensibili al digiuno;

Predisporre un **piano di lavoro** per garantire una distribuzione dei carichi di lavoro che tenga conto del digiuno dei propri lavoratori;

Favorire **momenti di recupero** durante la giornata lavorativa;

Predisporre un **piano di monitoraggio** per la sicurezza durante il periodo di Ramadan con i lavoratori coinvolti;

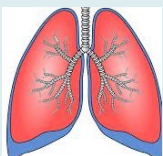
Predisporre delle **misure di supporto in caso di malore** per questi lavoratori in modo specifico;

Garantire momenti di **informazione/formazione** sul rapporto tra lavoro e digiuno, avvalendosi, magari, di mediatori culturali qualora ci siano problemi di comunicazione;

**SOGGETTI CON  
MALATTIE  
CRONICHE  
DISABILITA'**



**Ipertesi e Cardiopatici**



**Malattie Respiratorie**



**Diabetici e/o Obesi**



**Insufficienza renale e/o dializzati**



**Disturbi Psichici (incl. Alcolismo)**



**Farmaci**

ipertensione e malattie cardiovascolari

disturbi della coagulazione

malattie neurologiche

malattie psichiatriche

disturbi della tiroide

malattie respiratorie croniche

## ALCUNE PATOLOGIE RIDUCONO LA TERMOREGOLAZIONE

*IPERTENSIONE E CARDIOPATIE, agendo direttamente sui meccanismi di vaso-costrizione e vaso-dilatazione*

*IL DIABETE altera la reattività microvascolare, interferendo negativamente su vasocostrizione e vasodilatazione*

*L'OBESITA' interferisce con il dispendio energetico e riduce l'efficienza dei meccanismi di adattamento termico.*

*I DISTURBI PSICHICI riducono in generale la consapevolezza del rischio, dando origine a comportamenti pericolosi*

*ALCUNI FARMACI interferiscono con i meccanismi di termoregolazione e di idratazione dell'organismo*

# FATTORI CHE INFLUENZANO LA TERMOREGOLAZIONE E IL RISCHIO DI PATOLOGIE ASSOCIATE AL CALDO

WHO Regional Office for Europe. Public Health Advice on preventing health effects of heat. New and updated information for different audiences. WHO, 2011, Copenhagen, Denmark.

## Fattori che influenzano il comportamento

- deficit fisici o cognitivi
- malattie psichiatriche
- età 0-4 anni

## Fattori che aumentano la produzione di calore

- attività fisica
- attività all'aperto
- uso di farmaci

## Fattori che influiscono sulla gittata cardiaca

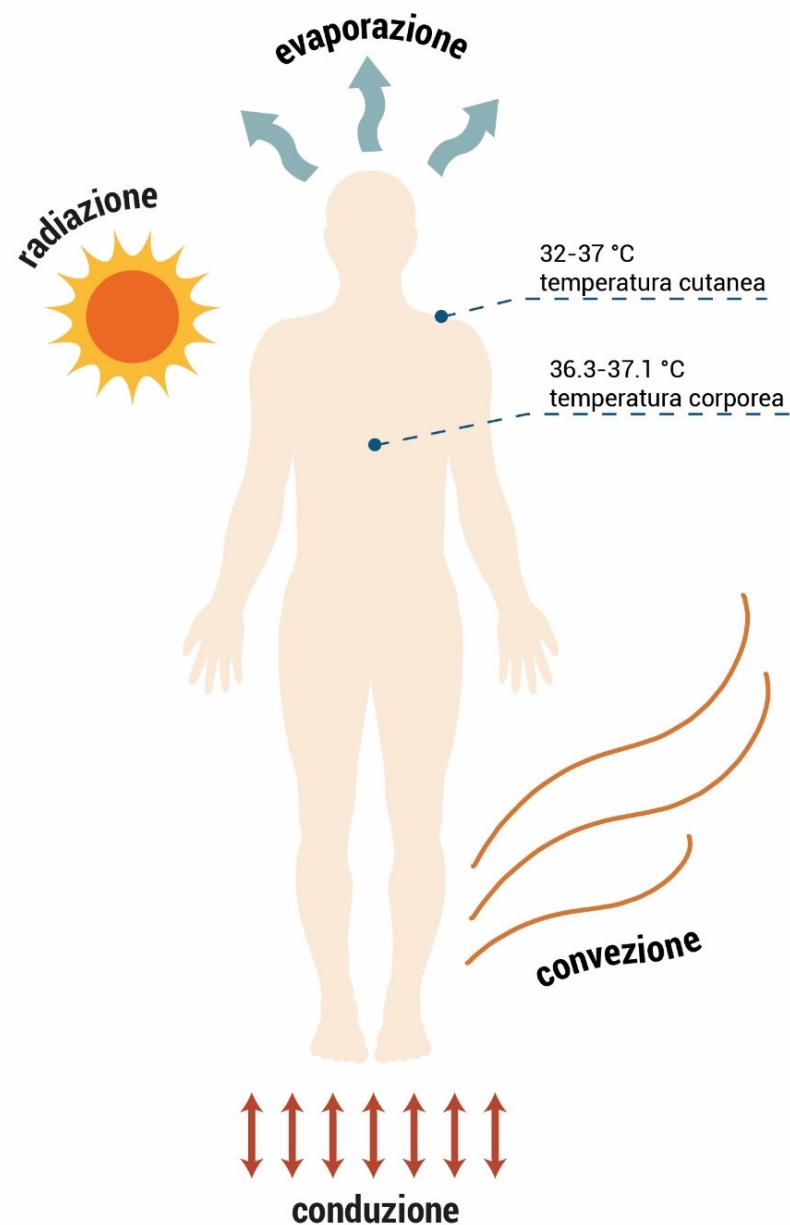
- malattie cardiovascolari
- malattie respiratorie
- uso di farmaci

## Fattori che riducono il volume plasmatico

- diarrea
- pregresse patologie renali o metaboliche
- uso di farmaci

## Fattori che influenzano la sudorazione

- disidratazione
- età avanzata
- diabete, sclerodermia
- fibrosi cistica
- uso di farmaci



ALCUNE PATOLOGIE, VICEVERSA, POSSONO ESSERE  
AGGRAVATE DALL'ESPOSIZIONE A CALDO E FREDDO  
ESTREMI

# PERCORSI CAUSALI DEGLI EFFETTI DIRETTI DEL CALORE SULLE PERSONE CHE LAVORANO

Tabella di sintesi delle principali disabilità termiche e delle disabilità primarie associate (tratta da ISO 28803:2012)

## Ergonomics of the physical environment - Application of international standards to people with special requirements (ISO 28803:2012)

Tipo di Disabilità termica	Effetto termico della disabilità	Tipo di Ambiente termico	Patologia o disabilità fisica originaria
Alterazioni della termoregolazione corporea	Impedimento nella sudorazione (congestione da calore)	Caldo	Lesioni del midollo spinale, età, lebbra, etc.
	Iperproduzione termica (Cinetica)	Caldo	Paralisi cerebrale, etc.
	Iperproduzione termica (endogena)	Caldo	Morbo di Basedow-Graves, ipertiroidismo etc.
	Ipoproduzione termica (endogena e/o cinetica)	Freddo	Disturbi nella deambulazione
	Patologie vasomotorie periferiche inclusi effetti collaterali di farmaci (eccessiva dissipazione termica)	Freddo / correnti d'aria	Lesioni del midollo spinale, età etc. Effetti di farmaci anti - ipertensivi, patologia coronarica, diabete mellito, sindrome di Raynaud, patologie vascolari periferiche
Alterazioni nella percezione termica	Paralisi dei termorecettori	Caldo e freddo	Lesioni del midollo spinale, età, lebbra, etc.
		Freddo	Lesioni da freddo, esiti da poliomelite, etc.
Peggioramento di altre disabilità	Peggioramento di paralisi, convulsioni e dolore	Freddo / umidità elevata	Paralisi cerebrale, Lesioni del midollo spinale, reumatismi, etc.
	Effetti sulla funzionalità renale	Freddo	Nefriti croniche, invecchiamento, ipertensione, etc.
	Infarto	Caldo/Freddo/ sbalzi di temperatura	Infarto del miocardio, infarto cerebrale, etc.
	Effetti sulla pressione sanguigna	Caldo/Freddo/ sbalzi di temperatura	Disturbi ipertensivi
	Peggioramento della funzionalità respiratoria	Freddo/ bassa umidità	Asma, paralisi cerebrale, bronchiti croniche, etc.
	Peggioramento cutaneo dovuto a sudorazione	Caldo	Epidermolysis bollosa ereditaria, etc.
Altre affezioni	Pollachiuria ( disfunzioni urinarie)	Freddo	Lesioni del midollo spinale, etc.
	Indumenti pesanti (in condizioni di disabilità fisiche)	Freddo	Vari tipi di paralisi motorie
	Diarrea	Freddo	Esiti di poliomeliti, lesioni del midollo spinale, etc.

Abbiamo trovato di particolare interesse l'articolo, pubblicato nel 2013 sul Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia, a cura di *Giuseppe Taino, Marco Brevi, Tiziana Gazzoldi, Marcello Imbriani*, intitolato:

***L'inserimento professionale del lavoratore affetto da cardiopatia ischemica: fattori prognostici, valutazione occupazionale e criteri per l'elaborazione del giudizio di idoneità alla mansione specifica***

condividendone i contenuti ben oltre il tema del reinserimento lavorativo del paziente cardiopatico, al quale faremo spesso riferimento nella trattazione seguente

## GIUDIZIO DI IDONEITA' «GARANTISTA»

Le limitazioni devono essere chiare almeno a MC, lavoratore e datore di lavoro

formulazione di una lunga serie di limitazioni e prescrizioni



allontanamento del lavoratore da mansioni ad alto dispendio energetico e carico di lavoro cardiaco

- tutelare al massimo l'integrità psicofisica del lavoratore, eliminando l'esposizione ai fattori di rischio
- a maggior ragione quando questi fattori agiscano su un soggetto ipersuscettibile



## GIUDIZIO DI IDONEITA' GARANTISTA



- Il grosso limite dell'approccio "garantista" :
- miope elencazione di limitazioni, per lo più applicate in modo automatico e acritico, spesso indipendentemente dall'effettiva entità della compromissione funzionale

- "rassicurante" per il Medico Competente
- *in linea teorica*, tutela il lavoratore da ogni possibile ipotetico rischio professionale;
- mette al riparo da possibili conseguenze o ripercussioni medico-legali l'operato del Medico Competente.

- È sempre giustificato questo atteggiamento?
- Ridurre drasticamente il carico di lavoro (ovvero il dispendio energetico) è sempre utile e ragionevole?

■

# GIUDIZIO SULLA CAPACITÀ LAVORATIVA RESIDUA

Proviamo invece a valutare un approccio che si fonda sulla valorizzazione della capacità lavorativa residua:

- valutazione rigorosa della congruità fra condizioni di salute del lavoratore e caratteristiche dell'ambiente di lavoro e della mansione specifica svolta.

da “cosa non deve fare il lavoratore”



a “cosa è in grado di fare e può fare nella tutela della salute e sicurezza sua e degli altri”: “CAPACITA’ LAVORATIVA RESIDUA”

## PERCORSO PROPOSTO (A PARTIRE DALLA COLLABORAZIONE ALLA VR)

Soprattutto in assenza nel DVR dell'analisi del dispendio energetico relativo a specifiche attività lavorative e della possibilità che il MC abbia potuto partecipare alla elaborazione del DVR:



CLASSIFICARE I COMPITI LAVORATIVI  
IN FUNZIONE DELLA LORO  
«GRAVOSITÀ»



ESAMINARE I FATTORI CHE  
INFLUENZANO LA CAPACITÀ DI  
COMPIERE UN LAVORO PROTRATTO

## PERCORSO PROPOSTO

VALUTARE LA QUOTA DI  
DISPENDIO ENERGETICO  
DERIVANTE DALLA FORZA  
MUSCOLARE NECESSARIA  
PER LO SVOLGIMENTO DI  
UN COMPITO LAVORATIVO  
E LA QUOTA CHE  
COMPETE AL  
MANTENIMENTO  
DELL'OMEOSTASI IN  
PRESENZA DI MICROCLIMA  
SEVERO

Valutare il dispendio energetico in  
funzione della capacità lavorativa di un  
soggetto

fondamentale per il medico competente al  
fine di poter formulare un giudizio di  
idoneità

in particolare alla ripresa lavorativa dopo  
diagnosi rilevanti, come la cardiopatia  
ischemica.

## LA STIMA DEL DISPENDIO ENERGETICO

il dispendio energetico della maggior parte delle attività occupazionali dedotto da apposite tabelle recentemente revisionate.

L'intensità di ogni attività fisica o lavorativa valutata in termini di costo energetico (definita in METs) oppure di calorie consumate (Kcal/min).

la stima del dispendio energetico di qualsiasi attività allenante, così come di differenti attività lavorative, ricavata attraverso specifiche tabelle di riferimento disponibili in letteratura.

# VALUTAZIONE DISPENDIO ENERGETICO



quota di dispendio energetico  
dato dalla forza muscolare  
impiegata per lo svolgimento di  
una o più attività di lavoro



quota di dispendio energetico  
correlata al mantenimento  
dell'omeostasi in presenza di  
microclima severo

Incremento fabbisogno di ossigeno

Modificazioni cardiovascolari anche morfologiche  
(adattamenti al lavoro fisico allenante)

Durante lo sforzo fisico, incremento di:

- frequenza cardiaca (effetto cronotropo positivo)
- contrattilità miocardica
- vasocostrizione generalizzata (concorre all'incremento della pressione arteriosa media)
- venocostrizione generalizzata (con aumento del ritorno venoso)
- vasodilatazione a livello dei muscoli con redistribuzione dei flussi ematici (sfavorendo visceri e reni)
- attività della pompa muscolare scheletrica (con aumento del ritorno venoso)
- attività della pompa toracica (con aumento del ritorno venoso)

## ADATTAMENTI CARDIOCIRCOLATORI DURANTE IL LAVORO FISICO

## ADATTAMENTI CARDIOCIRCOLATORI DURANTE IL LAVORO FISICO

Aumento della **PAS** in corso di esercizio (+ 60/80 mmHg al di sopra dei valori basali)

la **PAD** presenta solo modeste variazioni (+/- 10 mmHg).

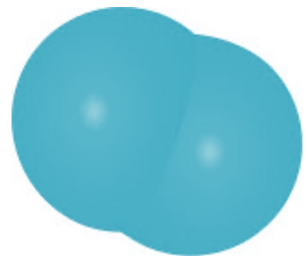
la gittata cardiaca può arrivare sotto sforzo a valori superiori a 35 L/min, aumentando di 6-7 volte rispetto al basale in funzione dell'entità dell'incremento del consumo di ossigeno ( $\text{VO}_2$ ).

Il consumo di ossigeno ( $\text{VO}_2$ ) è dato dal prodotto tra gittata cardiaca ( $Q$ ) e differenza artero-venosa in  $\text{O}_2$

la relazione

$$\text{VO}_2 = Q \times \Delta(\text{A-V}) \text{O}_2$$

esprime la cosiddetta “riserva cardiovascolare”.



## ADATTAMENTI CARDIOCIRCOLATORI DURANTE IL LAVORO FISICO



La frequenza cardiaca massima teorica per l'età (FMT) può essere calcolata con buona approssimazione sottraendo l'età in anni al valore di 220.



Esiste pertanto una correlazione lineare tra il lavoro svolto, il consumo di ossigeno ( $VO_2$ ), la FC e la gittata cardiaca.



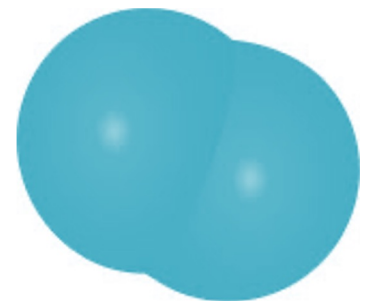
In condizioni di riposo il  $VO_2$  è mediamente 3,5 mL/min/Kg, quantità che viene definita come equivalente metabolico o MET. L'intensità dell'attività fisica può essere definita in termini assoluti o relativi.

# IL MET

Il **MET** è l'unità di misura dell'**intensità assoluta** di un esercizio fisico e viene espresso come consumo energetico di una qualsiasi attività o meglio, come impegno metabolico.

Il MET (o Equivalente Metabolico) è l'unità di base del consumo di ossigeno, ossia UN MET corrisponde alla richiesta minima di  $O_2$  in condizione di riposo (consumo di ossigeno richiesto per stare a riposo in posizione seduta), pari a 3,5 mL di ossigeno consumato per kg di peso corporeo per minuto.

Questo parametro **dipende quindi dal peso corporeo e dalla durata dell'esercizio.**



# CONSUMO ENERGETICO

- Consideriamo, come esempio, 2 persone con peso diverso, una di 60 kg e una di 100 kg, che svolgono lo stesso esercizio aerobico pari a 5 METs (ossia con un consumo energetico 5 volte superiore a quello usato dall'organismo in condizione di riposo):
  - la prima avrà un consumo energetico di  $60 \times 3,5 \times 5 = 1050 \text{ mL O}_2/\text{min}$ ,
  - la seconda di  $100 \times 3,5 \times 5 = 1750 \text{ mL O}_2/\text{min}$ .



# CONSUMO ENERGETICO PER ATTIVITÀ ALLENANTI E LAVORATIVE

(\*): può provocare incremento sproporzionato del MVO2 impiegando le braccia o compiendo un lavoro isometrico.

Intensità	Costo energetico (METs)	Costo energetico (KCal)	Attività allenanti	Attività lavorative
Molto leggera	<3	<4	Camminare (3-4 km/ora) Cyclette (resistenza leggera) Praticare ginnastica (leggera)	Stare seduti (attività impiegatizie) Stare in piedi (commesso in un negozio) Guidare un autocarro Manovrare una gru
Leggera	Tra 3 e 5	Tra 4 e 6	Camminare (5-8 km/ora) Cyclette (9-13 km/ora) Praticare ginnastica (moderata)	Riempire scaffali (con oggetti leggeri) * Eseguire lavori leggeri di saldatura e carpenteria * Assemblare macchinari Riparare automobili Attaccare carta da parati *
Moderata	Tra 5 e 7	Tra 6 e 8	Camminare (8-9 km/ora) Cyclette (14-16 km/ora) Nuotare a rana	Eseguire lavori di muratura esterna * Spalare la terra * Montare uno pneumatico *
Pesante	Tra 7 e 9	Tra 8 e 10	Fare jogging (9 km/ora) Nuotare (stile libero) Allenarsi al vogatore (leggera) Praticare ginnastica pesante Bicicletta (20 Km/ora)	Lavorare come fuochista * Scavare un fossato * Scavare e spalare *
Molto pesante	>9	> 10	Correre (> 10 Km/ora) Bicicletta (> 20 Km/ora o in salita) Saltare la corda	Lavorare come taglialegna * Lavorare come manovale *

## ATTIVITA' LAVORATIVE E DISPENDIO ENERGETICO

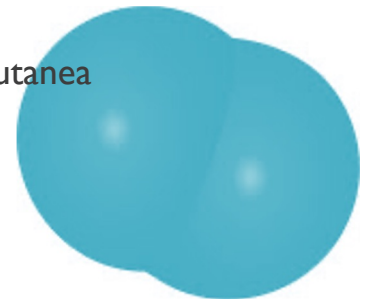
Tipo di attività	MET	Esempi
Molto leggera	<3	Attività impiegatizia, cameriere, commesso, guida di autocarro <sup>a</sup> , guida di gru <sup>a</sup>
Leggera	3-5	Riparazione automobili, assemblaggio macchinari, lavori leggeri in saldatura e carpenteria <sup>b</sup> , applicare carta da parati <sup>b</sup>
Moderata	5-7	Lavori di muratura <sup>b</sup> , montare un pneumatico <sup>b</sup>
Pesante	7-9	Scavare un fossato <sup>b</sup> , spalare <sup>b</sup>
Molto pesante	>9	Taglialegna <sup>b</sup> , manovale <sup>b</sup>

<sup>a</sup>lo stress psicologico addizionale può incrementare il lavoro cardiaco;  
<sup>b</sup>incremento significativo del consumo di ossigeno in condizioni di sforzo isometrico o di utilizzo prolungato delle braccia.

## VALUTAZIONE DEL LAVORATORE CARDIOPATICO

## IN CONDIZIONI MICROCLIMATICHE SFAVOREVOLI

- la valutazione occupazionale del lavoratore cardiopatico deve includere necessariamente anche l'identificazione e la quantificazione di tutti i fattori di rischio presenti in ambito lavorativo che possano comportare in qualche misura un aggravamento della cardiopatia ischemica e/o un ulteriore incremento del dispendio energetico
- Questo è particolarmente evidente quando il lavoro viene svolto in **condizioni microclimatiche sfavorevoli**.
- Il mantenimento dell'omeostasi termica in presenza di alte temperature determina:
  - aumento considerevole del consumo miocardico di ossigeno (MVO<sub>2</sub>) e
  - aumento del dispendio energetico a seguito dell'attivazione dei meccanismi di termodispersione:
    - le modificazioni del flusso ematico secondarie alla vasodilatazione cutanea
      - un aumento della frequenza e della portata cardiaca.



## VALUTAZIONE DISPENDIO ENERGETICO

L'OMS stabilisce che la frequenza cardiaca abbia un valore medio massimale sull'intero turno lavorativo pari a 120 bpm, con valori di punta massimi tollerabili di 160 bpm ed una temperatura massima rettale di 38°C

tali valori, ammissibili nel lavoratore sano, determinano di fatto un dispendio energetico che, sulla base di quanto affermato nei precedenti paragrafi, non è sostenibile in un soggetto cardiopatico.

In presenza di basse temperature, agli effetti additivi sul dispendio energetico e sul consumo miocardico di ossigeno dati dall'aumento del post-carico da vasocostrizione periferica

la comparsa di angina può essere indotta anche dallo spasmo coronarico diretto e favorita da un'azione proaterosclerotica mediata dal freddo.

Esami di laboratorio

ECG

Spirometria

Ossimetria e Test del cammino (6MWT)

Work Ability Index

Monitoraggio cardio-respiratorio dinamico durante il lavoro

Spirometria da sforzo

Test ergonometrico cardiorespiratorio

## SORVEGLIANZA SANITARIA

- esposizione abituale o prevedibile
- possibile insorgenza di condizioni che potrebbero risultare critiche per alcune categorie di lavoratori

**SPIROMETRIA DA SFORZO** : si esegue una spirometria prima dello sforzo, poi si esegue uno sforzo della durata di 6 minuti di cui due di riscaldamento, due all'80 % ed al 100 % del carico teorico massimo e due di recupero ( protocollo rettangolare ). Successivamente viene valutata la spirometria ogni 5' per 20' . Può essere abbinato alla valutazione della riserva respiratoria e della soglia anaerobica .

**TEST DEL CAMMINO** (6MWT, o "six minute walking test") mira a valutare la distanza che il paziente è in grado di percorrere, camminando il più velocemente possibile per sei minuti su una superficie piana, usufruendo di tutte le interruzioni che ritiene necessarie durante il percorso. Al termine di ogni minuto lo specialista rileva frequenza cardiaca (normalmente tra 60 e 100), saturazione emoglobinica (normalmente tra 95 e 100) ed eventualmente dispnea avvertita dal paziente (definita come una "difficoltà respiratoria"), entità dell'affaticamento muscolare, oltre che, naturalmente, la distanza percorsa durante lo svolgimento del test.

**MONITORAGGIO CARDIO-RESPIRATORIO DINAMICO DURANTE IL LAVORO**

(cardiofrequenzimetri, saturimetri ecc.) L'impiego durante l'attività di lavoro di un cardiofrequenzimetro che segnali al lavoratore le situazioni nelle quali, svolgendo i compiti lavorativi previsti, si trovi a superare una certa soglia di frequenza cardiaca (da determinare sulla base dell'età e dei risultati del test ergometrico), al di sopra della quale non siano più garantiti il rispetto della potenza critica e la ragionevole certezza di lavorare prevenendo condizioni di eccessivo dispendio energetico e di sovraccarico funzionale dell'apparato cardiocircolatorio.

## GIUDIZIO DI IDONEITA'

Tipologia di attività svolta (tasso metabolico)

Orari di lavoro

Pause di recupero

Sbalzi termici

Dispositivi di protezione individuale

Condizioni fisiologiche e patologiche

Rischio Terzi

Livello di acclimatazione del soggetto

# ACCLIMATAZIONE

## Nei 5 giorni lavorativi

- **Nuovi assunti**
- **Rientri da lunga assenza**
  - *Incremento di esposizione quotidiana del 20% a microclima sfavorevole*

## Nella stessa giornata

- **Sbalzi termici**
  - *Non adibire ad attività in celle frigorifere (4 °C) per oltre 30 minuti o in celle surgelati (-18 °C) per oltre 5 minuti.*

## Dispositivi di protezione individuale

- *Corretto utilizzo*

DISPENDIO  
ENERGETICO  
E  
CARICO  
BIOMECCANICO

Dictionary of Occupational Titles dello US Department of Labor (ora O'NET - Occupational Information Network - accessibile all'indirizzo <https://occupationalinfo.org/> )

Testo internazionale di riferimento per i giudizi di idoneità (John Hobson & Julia Smedley (editor). Fitness for Work: The Medical Aspects. Oxford University Press; 6th edition, 2019):

- classifica le attività lavorative in termini di massimo consumo di ossigeno e movimentazione manuale di carichi in cinque categorie.

British Standard 8800, che costituisce il riferimento di tutte le aziende che hanno un sistema di gestione della sicurezza del lavoro certificato rispetto al British Standard 18001:

- il rischio da lavoro è classificato in cinque fasce, alle quali corrispondono azioni preventive diverse.

*Per quanto riguarda la classificazione delle attività lavorative in fasce di carico biomeccanico complessivo, il sistema considerato più valido a livello internazionale è quello originariamente descritto negli Stati Uniti nel Dictionary of Occupational Titles dello US Department of Labor (ora O'NET - Occupational Information Network - accessibile all'indirizzo <https://occupationalinfo.org/>) e poi ripreso nel testo internazionale di riferimento per i giudizi di idoneità (John Hobson & Julia Smedley (editor). *Fitness for Work: The Medical Aspects*. Oxford University Press; 6th edition, 2019). Questo sistema classifica le attività lavorative in termini di massimo consumo di ossigeno e movimentazione manuale di carichi in cinque categorie.*

*Per quanto riguarda la classificazione delle attività lavorative ai fini dell'adozione delle misure di prevenzione lo standard di fatto, a livello internazionale, è quello descritto nel British Standard 8800, che costituisce il riferimento di tutte le aziende che hanno un sistema di gestione della sicurezza del lavoro certificato rispetto al British Standard 18001: in questo standard (volontario) il rischio da lavoro è classificato in cinque fasce, alle quali corrispondono azioni preventive diverse.*

**CORRISPONDENZA TRA  
INDICI DI SOLLEVAMENTO  
TIPICI MASSIMI E  
CLASSIFICAZIONE DOT DEI  
COMPITI LAVORATIVI**

<b>Indice di Sollevamento</b>	<b>Classificazione del compito (Dictionary of Occupational Titles / Fitness for work)</b>
Fino a 0,5 (livello considerabile irrilevante)	<b>ML - Lavoro Molto Leggero</b>  Massimo consumo di O <sub>2</sub> : fino a 2 MET MMCv fino a 160 minuti/giorno: pesi inferiori a 4,5 kg MMCv oltre 160 minuti/giorno: pesi trascurabili
0.6 - 1 (livello considerato sicuro per la maggior parte dei lavoratori)	<b>L - Lavoro Leggero</b>  Massimo consumo di O <sub>2</sub> : 2-3 MET MMCv fino a 160 minuti/giorno a: pesi inferiori a 9 kg MMCv oltre 160 minuti/giorno: pesi inferiori a 4,5 kg
1,1 - 1,5 (primo quarto dell'intervallo 1 - 3)	<b>M - Lavoro Medio</b>  Massimo consumo di O <sub>2</sub> : 4-5 MET MMCv fino a fino a 160 minuti/giorno: pesi compresi tra 9 e 23 kg MMCv oltre 160 minuti/giorno: pesi compresi tra 4,5 e 11,5 kg
1,6 - 2 (secondo quarto dell'intervallo 1 - 3)	<b>H - Lavoro Intenso</b>  Massimo consumo di O <sub>2</sub> : 6-8 MET MMCv fino a fino a 160 minuti/giorno: pesi compresi tra 23 e 45 kg MMCv oltre 160 minuti/giorno: pesi compresi tra 11,5 e 23 kg
Oltre 2 (livello che comporta un carico biomeccanico significativo)	<b>V - Lavoro Molto Intenso</b>  Massimo consumo di O <sub>2</sub> : oltre 8 MET MMCv fino a fino a 160 minuti/giorno: pesi maggiori di 45 kg MMCv oltre 160 minuti/giorno: pesi di 23 kg o più

## CORRISPONDENZA TRA INDICI DI SOLLEVAMENTO TIPICI MASSIMI E CLASSIFICAZIONE BS 8800 DEL RISCHIO DA LAVORO

Indice di Sollevamento	Categoria di rischio BS 8800 - Tabella E4	Valutazione della tollerabilità BS 8800 - Tabella E4	Tollerabilità: Indicazioni sulle azioni necessarie e relative tempistiche BS 8800 - Tabella E5
0 - 1 (livello considerato sicuro per la maggior parte dei lavoratori)	Molto Basso	Accettabile	Questo livello di rischio è considerato accettabile. Nessuna altra azione è necessaria, salvo il monitoraggio della situazione (e delle eventuali misure di prevenzione e protezione adottate)
1,1 - 1,5 (primo quarto dell'intervallo 1 - 3)	Basso	Rischio da tenere sotto controllo affinché sia tollerabile o accettabile	Non sono necessarie ulteriori misure di prevenzione e protezione a meno che queste possano essere implementate con costi molto limitati (in termini di tempo, denaro, impegno). Azioni per la diminuzione del livello di rischio hanno priorità bassa. È necessario il monitoraggio della situazione (e delle eventuali misure di prevenzione e protezione adottate).
1,6 - 2 (secondo quarto dell'intervallo 1 - 3)	Medio	Rischio da tenere sotto controllo affinché sia tollerabile o accettabile	Ove possibile, si dovrebbero attuare misure di prevenzione e protezione del rischio, sino a ridurlo ad un livello tollerabile o accettabile, ma il costo dovrebbe essere tenuto in considerazione. Le misure di prevenzione e protezione ritenute necessarie devono essere implementate entro un periodo ben definito. E' necessario il monitoraggio delle misure di prevenzione e protezione per assicurarsi del loro mantenimento nel tempo, in particolare quando il livello di rischio è associato a conseguenze dannose.
2,1 - 2,9 (metà superiore dell'intervallo 1 - 3)	Alto	Rischio da tenere sotto controllo affinché sia tollerabile o accettabile	Ridurre il rischio. Si dovrebbero attuare urgentemente misure di riduzione del rischio indicando un tempo di realizzazione ben definito. Può essere necessario sospendere o limitare l'attività, o adottare temporaneamente misure di prevenzione e protezione equivalenti, in attesa del completamento delle misure di riduzione. E' necessario il monitoraggio delle misure di prevenzione e protezione per assicurarsi del loro mantenimento nel tempo, in particolare quando il livello di rischio è associato a conseguenze dannose.
3 o più (livello considerato a rischio per la maggior parte dei lavoratori)	Molto Alto	Non Accettabile	E' necessario un sostanziale miglioramento del controllo del rischio in modo da ridurlo ad un livello di tollerabilità o accettabilità. Le attività lavorative dovrebbero essere interrotte fino a quando le misure di controllo del rischio non vengono implementate e il rischio non viene ridotto. Se non è possibile ridurre il rischio, il lavoro deve essere inibito.

# DPI



Attività lavorative generalmente non considerate critiche sotto il profilo microclimatico possono diventare tali se è richiesto l'impiego protratto e continuativo di DPI delle vie respiratorie, soprattutto in ambienti indoor privi di condizionamento adeguato, **in caso di ondate di calore o in presenza di condizioni di suscettibilità individuale.**



Un altro potenziale fattore di rischio per i lavoratori portatori di condizioni di **ipersuscettibilità per l'apparato cardiovascolare** può essere rappresentato dall'utilizzo di **specifici dispositivi individuali di protezione** (indumenti protettivi specifici, maschere e dispositivi di protezione delle vie aeree, ecc.) che sovente comportano un significativo sovraccarico funzionale dei meccanismi di termoregolazione ed un incremento dell'impegno richiesto agli apparati respiratorio e cardiocircolatorio.

## DPI

Secondo la UNI EN 529:2006, tra gli aspetti connessi alla valutazione dell'idoneità del dispositivo sono inclusi fattori ergonomici come, ad esempio, l'aspetto termico. Al punto D.5 si pone l'attenzione sull'affaticamento termico che potrebbe causare il dispositivo di protezione delle vie respiratorie in zone come la testa, dovuto ad un effetto barriera rispetto agli scambi termici e che potrebbe determinare un discomfort per il lavoratore che lo indossa.

Questo fattore diventa più evidente in presenza di condizioni microclimatiche sfavorevoli e di attività lavorative più intense, e rappresenta un problema di interesse igienistico emergente alla luce dei cambiamenti climatici in corso e delle ondate di calore sempre più intense e frequenti. (WMO 2015).

Il discomfort dovuto all'accumulo di calore percepito sul viso o sulla parte di esso coperto dal facciale è uno dei motivi di intolleranza per chi indossa il dispositivo (Roberge et al, 2012; Laird et al. 2002; Radonovich et al. 2009).

*Studi internazionali dimostrano che il lavoratore percepisce come calde, e quindi non confortevoli, temperature della pelle del viso sotto la maschera superiori ai 34,5°C*

*Un altro fattore che può aumentare la sensazione di discomfort durante l'utilizzo del dispositivo è il cambiamento del modo di respirare. In condizioni di riposo la maggior parte degli adulti ha una respirazione nasale (inspirazione ed espirazione attraverso il naso).*

*Con l'intensificarsi dell'attività fisica può accadere che la respirazione da nasale diventi oro-nasale. Questo cambiamento incide sulle due componenti degli scambi di calore legati alla respirazione (per evaporazione e convezione): la respirazione oro-nasale, infatti, prevede una maggiore dispersione del calore verso l'ambiente rispetto alla respirazione nasale. L'aria espirata rimane bloccata dal facciale e si percepisce maggiormente il calore a seguito dell'aumentata presenza di vapore acqueo.*

## DPI

Fattore psicologico: impatto indiretto sul carico termico associato all'uso del dispositivo di protezione delle vie respiratorie.

Sensazione di claustrofobia in soggetti affetti da disturbi di ansia

- La risposta all'insorgenza di un attacco di panico o di una reazione claustrofobica
  - => rilascio di neurotrasmettitori
  - Aumento dell'attività metabolica
  - Elevata frequenza cardiaca e respiratoria
  - Pressione sanguigna elevata

L'incremento dello sforzo respiratorio e lo stress psicologico causano un aumento della temperatura dell'area oronasale, favorendo la percezione di calore elevato

# DPI



PRIMA DELLA PANDEMIA L'USO  
DEI DISPOSITIVI DELLE VIE  
RESPIRATORIE ERA PREVISTO PER  
UN NUMERO LIMITATO DI  
ATTIVITÀ PROFESSIONALI



ATTIVITÀ LAVORATIVE CHE NON  
PRESENTANO PARTICOLARI CRITICITÀ DI  
NATURA ERGONOMICA O TERMICA  
POSSONO DIVENTARE CRITICHE CON I DPI  
PER SOGGETTI PARTICOLARMENTE SENSIBILI

DPI

Una delle strategie che può essere messa in atto per alleviare l'impatto dell'uso del dispositivo delle vie respiratorie è il raffreddamento del viso, che risulta essere una delle più efficaci, insieme ad una attenta programmazione di pause di recupero e reidratazione durante il lavoro.



individuazione di adeguate aree di riposo al fresco ove togliere il DPI e rinfrescare il viso

DPI

# Valutare

l'adattabilità dei DPI alle caratteristiche fisiche e alle condizioni individuali di tutte le lavoratrici e lavoratori, con particolare riferimento ai soggetti sensibili;

il comfort termico del DPI, in considerazione della durata dell'impiego e del contesto d'uso.

graduale adattamento all'impiego del DPI in relazione alla tipologia di attività svolta

DPI

Procedure ad hoc relative all'uso del DPI delle vie respiratorie in caso di:

- Gravidanza
- Ipertensione e malattie cardiovascolari
- Disturbi della coagulazione
- Patologie neurologiche o assunzione di psicofarmaci
- Disturbi della tiroide
- Malattie respiratorie croniche
- Claustrofobia o attacchi di panico.



## La gestione del microclima nei luoghi di lavoro in presenza di una emergenza epidemica

Bologna, 3 dicembre 2020

## Convegno Nazionale promosso da:



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

Alessandro Merlino (1), Gianluca Gambino (1), Daniele Meda (1),  
Gabriele Quadrio (1), Neva Pasqualini (2), Pasqualino D'Aloia (2),  
Gabriele Pellicciotta (2), Paolo Zani (2)

(1) CeSNIR, Villasanta (MB)

(2) IRCCS Ospedale San Raffaele, Milano (MI)

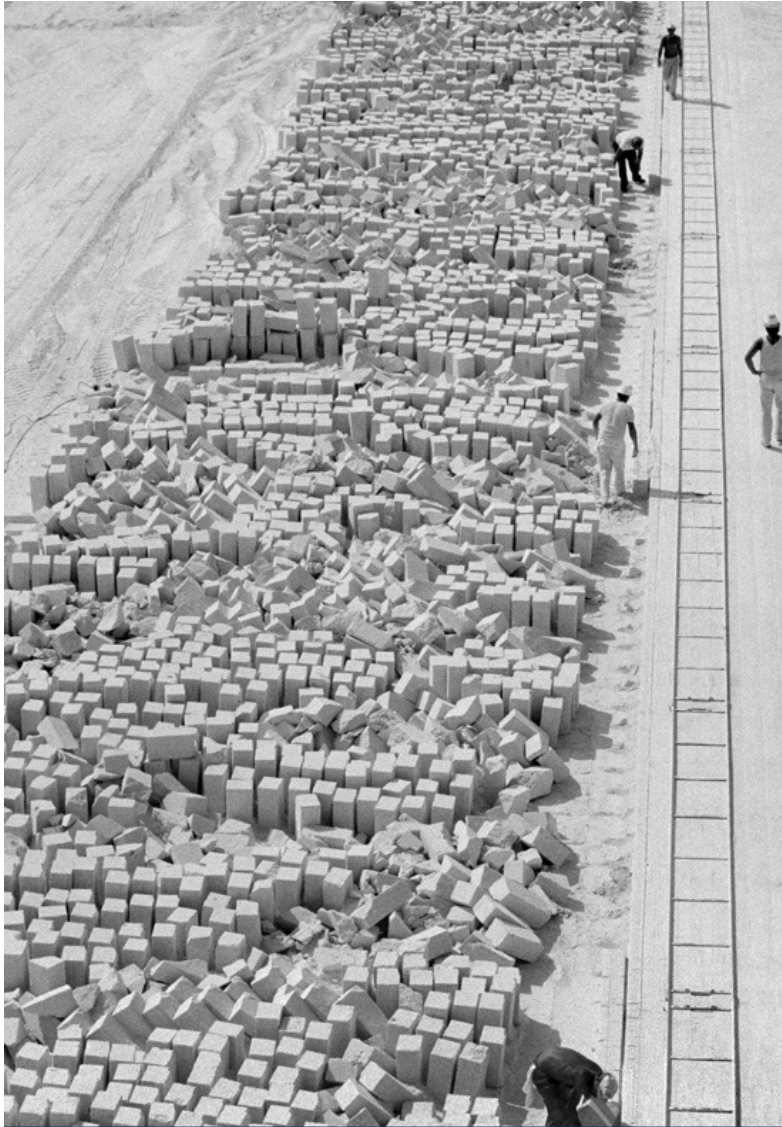


Operatore B				
Durata	Inizio	Fine	Attività	DPI
15 min	08:00	08:15	vestizione	--
150 min	08:15	10:45	esecuzione tamponi al pit-stop	SI
30 min	10:45	11:15	pausa fisiologica	NO
45 min	11:15	12:00	attività al pit-stop di supporto alla esecuzione tamponi	SI
30 min	12:00	12:30	stampa etichette all'interno di ufficio mobile	NO
45 min	12:30	13:15	pausa pranzo	NO
93 min	13:15	14:48	attività all'interno dell'ospedale	NO

compito lavorativo	ambiente di lavoro	metabolismo energetico	
		(W/m <sup>2</sup> )	(met)
recupero, seduti all'interno del mezzo	Unità Mobile di appoggio	65.1	1.12
effettuazione tamponi	Pit Stop	100.0	1.72

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.



## CAVE DI TUFO

### CAVA DI PIETRA

*Non era solo.*

*I muscoli che alzavano la mazza, gonfi di energia, lo innestavano in una folla immensa.*

*Durò sinchè i suoi piedi calcarono la terra.*

*Poi una pietra gli frantumò le tempie, gli spezzò le fibre del cuore.*

*(...)*

Poesia scritta da Giovanni Paolo II, in occasione di un infortunio mortale avvenuto in una cava di calcare dove aveva lavorato come manovale dal 1940 al 1944