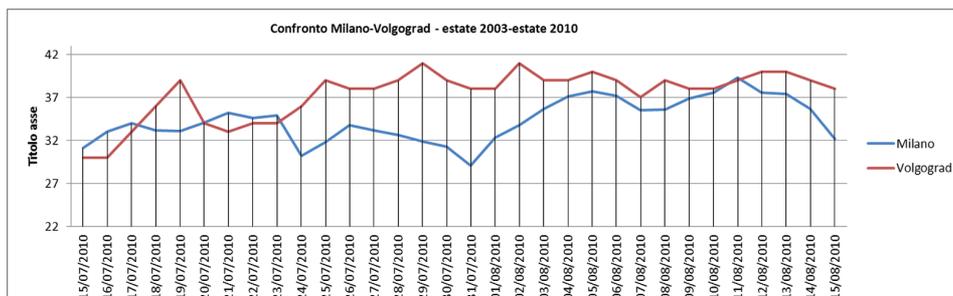


LE ONDE DI CALORE: PROFILI EPIDEMIOLOGICI, SOGGETTI A RISCHIO, PROBLEMATICHE E MISURE DI SANITÀ PUBBLICA

V. Condemi, M. Gestro, U. Solimene



2015



C.G. Edizioni Medico Scientifiche

www.cgems.it - www.cgems.eu

LE ONDE DI CALORE: PROFILI EPIDEMIOLOGICI, SOGGETTI A RISCHIO, PROBLEMATICHE E MISURE DI SANITÀ PUBBLICA

V. CONDEMI – M. GESTRO – U. SOLIMENE

L'onda di calore si contraddistingue come un periodo prolungato di condizioni meteorologiche a carattere estremo caratterizzate da temperature molto alte spesso associate a tassi igrometrici elevati.

A scopo illustrativo e di approfondimento epidemiologico abbiamo preso in esame, quali eventi paradigmatici, le onde di calore che hanno coinvolto l'Europa Occidentale nel 2003 e la Russia europea nel 2010 e in particolare l'area di Mosca. Questi fenomeni climatici non hanno avuto riscontri, per durata e intensità, da quando si hanno misurazioni meteorologiche sufficientemente attendibili per queste aree. Nella seconda parte del mese di luglio e nella prima metà del successivo mese di agosto le temperature massime osservate hanno spesso raggiunto valori di poco di sotto i 40°C. Precedute da una lunga fase siccitosa e ulteriormente complicate dall'insorgenza di *fire* e *wildfires* (specie in Russia) durante la fase di massima intensità dei fenomeni (dati forniti dal *Global Fires Monitoring Center – CFMC*) esse hanno determinato pesanti conseguenze sanitarie sottoponen-

do i diversi Paesi a un enorme stress. In questo contributo saranno proposti diversi profili epidemiologici per i due eventi presi in considerazione, i soggetti a rischio, le possibili interazioni tra diverse classi di farmaci e specifiche patologie. Sono inoltre analizzati nel dettaglio le origini e il successivo sviluppo delle diverse politiche d'igiene e sanità pubblica applicate dai singoli Paesi. Nel lavoro ci si è soffermati su talune valutazioni epidemiologiche desunte dall'*International Disaster Database* del *CRED (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters)*, proponendosi di stimare in modo dettagliato l'esatta dimensione del fenomeno, in termini quantitativi, sui diversi indicatori epidemiologici e focalizzando l'attenzione sugli aspetti di mortalità e morbilità, con comparazioni su precedenti episodi di *heat-waves* e con differenti categorie di eventi estremi. In quest'ultimo caso il raffronto è stato trattato su dati meteorologici disponibili per la città di Milano, come noto pesantemente interessata nell'estate 2003 da un'onda di calore che ha coinvolto tutta l'Europa Oc-

cidentale. Il lavoro, infine, propone alcuni concetti legati all'idratazione, che riveste un ruolo chiave in termini di igiene e medicina preventiva tra le differenti misure volte a contrastare gli effetti avversi delle onde di calore sulla popolazione in generale e sulle diverse fragilità in essa presenti. In particolare, saranno prese in considerazione alcune categorie a rischio, segnatamente la popolazione in età evolutiva, la popolazione anziana, i praticanti sport e i lavoratori a rischio.

INTRODUZIONE

Ippocrate di Kos, nel IV secolo a.C., con il suo trattato su *Le arie, le acque e i luoghi* [1] sottolineava, agli albori della medicina, l'estrema importanza che l'ambiente e in particolare il clima potevano esercitare sulla salute umana, e sul recupero della stessa durante o dopo una malattia. Un altro lavoro di Ippocrate si è soffermato sulla struttura delle malattie, mentre le *Epidemie*, altro importante lavoro, sono sostanzialmente una sintesi tra gli assunti contenuti nel *Prognostico* e l'assetto climatico e geografico previsto ne *Le arie, le acque e i luoghi*. Oggi queste intuizioni stanno assumendo un'attualità sempre maggiore a causa del profondo mutamento climatico in atto e a causa dell'innalzamento della vita media, soprattutto nei paesi industrializzati, che introduce, accanto alle classiche categorie di fragilità, nuove e non conosciute in passato categorie a rischio. Ippocrate di Kos può essere considerato a giusto titolo non soltanto il padre della bioclimatologia medica ma, anche, in un senso più generale, il padre delle moderne Scienze ambientali. Intui le implicazioni sulla salute umana dell'elemento aria, il ruolo svolto dall'acqua e dalla situazione geografica del luogo; diede avvio ad analisi sulle relazioni tra il

complesso climato-ambientale e differenti patologie umane, entro una circoscritta visione empirica e osservazionale che non ebbe molta fortuna. La lunga notte del Medio Evo oscurò questo primo tentativo di proporre una visione integrale nel rapporto uomo-ambiente. Ippocrate dovette attendere parecchio tempo prima di veder riconosciute le sue intuizioni fondamentali presenti nella sua opera complessiva (*Corpus Ippocratum*).

Diverse ricerche scientifiche hanno già approfondito i legami tra le onde di calore a carattere estremo e l'insorgenza di eventi sanitari, sia di mortalità sia di morbilità, sia acuti sia espressione di patologie ricattizzate riconducibili principalmente all'ambito respiratorio e al sistema cardiovascolare. Ciò premesso, è opportuno menzionare tre lavori condotti negli Stati Uniti che, tra i primi, hanno valutato in modo approfondito l'effetto esercitato dalle onde di calore sulla mortalità della popolazione; in particolare Semenza *et al.* [2,3] nel 1996 e nel 1999 hanno guidato ricerche epidemiologiche dettagliate in seguito all'onda di calore occorsa a Chicago nell'estate 1996. In questa città l'evento meteorologico, a carattere estremo, si protrasse nel mese di luglio per molti giorni con temperature che raggiunsero i 40°. Il numero dei decessi mostrò un incremento dell'85% rispetto alla norma, mentre i ricoveri in ospedale crebbero dell'11% rispetto allo stesso periodo degli anni precedenti. Le cause dei decessi registrati durante l'onda di calore furono in primo luogo rappresentate da ischemia cardiaca, diabete, patologie respiratorie, incidenti, suicidi e omicidi, mentre i ricoveri ospedalieri furono principalmente riferiti a disturbi dell'apparato cardiovascolare, patologie respiratorie e renali, disturbi del sistema nervoso, epilessia. Tali evidenze

sono state confermate e consolidate da due successivi lavori condotti sempre negli Stati Uniti d'America con McGeehin e Mirabelli [4] e Greenough *et al.* [5].

In uno studio condotto da Kovats *et al.* [6] si approfondisce il duplice aspetto della mortalità e della morbilità conseguenti a un'importante onda di calore occorsa a Londra. La vulnerabilità e la mortalità collegate alle onde di calore in ambito urbano sono analizzate profusamente anche da Besancenot [7] con approcci generali. Altre analisi scientifiche si sono soffermate esclusivamente su singole città. In questa sede è descritto un sommario elenco: Marsiglia con Thirion [8], studi sulla città di Valencia a cura di Ballester *et al.* [9], sulla città di Lisbona con Dessai [10,11], sulla città di Mosca con Revich *et al.* [12], per Sidney con Hu *et al.* [13], sulla città di Shanghai a cura di Tan *et al.* [14], Siviglia e Madrid con Díaz *et al.* [15,16]. Altrettanto interessante la ricerca svolta in Francia da Laaidi *et al.* [17] che ha introdotto analisi comparate su differenti contesti ambientali e climatici in un'ottica di *global warming*. Contestualmente, si è andata sempre più ampliando la ricerca finalizzata all'approfondimento di differenti popolazioni residenti in contesti urbani con l'applicazione di concetti città-specifici, così Stafoggia *et al.* [18]. Preceduto da un contributo esteso a 11 città USA ad opera di Curriero *et al.* [19] è stato recentemente realizzato un progetto di ricerca in cooperazione guidato da Michelozzi *et al.* [20] (PHEWE) che ha incrociato dati di Pronto Soccorso correlandoli a manifestazioni di caldo estremo in 12 città europee, puntando l'attenzione sugli effetti avversi delle onde di calore su diverse patologie respiratorie e in ambito cardiovascolare. In questo lavoro è stato precisato che le conseguenze scientificamente note delle

heat waves nel determinare la mortalità si sommano ad informazioni ancora limitate sulle conseguenze delle alte temperature sulla morbilità. Inoltre, Xiao *et al.* [21] ha indagato sull'associazione temperatura-mortalità su differenti profili latitudinali e segnatamente su 13 città statunitensi. Inoltre, con Anderson *et al.* [22], Basu *et al.* [23], Burkart *et al.* [24] si è consolidato un percorso scientifico con ricerche epidemiologiche simultaneamente condotte su diverse città.

Sul versante dei cambiamenti climatici la WHO [25-28] ha affrontato approfonditamente questa tematica in una prospettiva globale. La stessa Organizzazione Mondiale della Sanità, nel 2008, ha rimarcato l'importanza di tenere sotto controllo e monitorare le dinamiche di cambiamento climatico in generale e più in particolare per i rilevanti problemi di sanità pubblica ha dedicato il *World Health Day* a questa tematica, dirigendo e coordinando molteplici iniziative intraprese su scala globale. Il titolo a suo tempo assegnato è molto esplicativo: *Protecting Health from Climate Change*, ispirato dal penultimo Report [29]. Più in generale, altri Autori come Epstein [30] hanno indagato sui rischi del *global warming* e sulle loro potenzialità di modificare il quadro geografico per molte forme morbide. Infine, per un più approfondito esame delle evidenze scientifiche sui legami tra le manifestazioni meteorologiche caratterizzate da alte temperature e tassi di umidità notevoli, si ritiene opportuno prendere in considerazione le coliche renali. Diversi studi hanno messo in luce specifici fattori di rischio nell'insorgenza delle calcolosi renali, con Boscolo-Berto *et al.* [31], con Brikowsky *et al.* [32], con approfondite indagini sulla relazione tra i cambiamenti climatici in un'ottica di scenario, ipotizzando un rischio d'incremento

nell'incidenza della calcolosi renale negli Stati Uniti; con Conde mi *et al.* [33] ove s'ipotizzano specifici fattori di rischio per il sesso femminile. In un lavoro di *review* recentemente apparso a cura di Fakheri *et al.* [34] si è sintetizzato efficacemente lo stato dell'arte del fenomeno studiato descrivendo i diversi contributi, gli ambiti, i meccanismi e le differenti modalità meteorologiche potenzialmente influenti come fattori di rischio nell'eziologia della calcolosi renale.

Un altro fattore di rischio che può emergere negli eventi climatici caldi a carattere estremo è l'interazione tra il caldo estremo e la contemporanea presenza in atmosfera di specie inquinanti. Vi è consenso scientifico sul ruolo del caldo estremo sulla mortalità e su uno specifico ruolo che può contestualmente avere l'ozono (O₃) troposferico nel causare specifiche problematiche di salute pubblica, sia in termini di morbilità sia di mortalità [35-37]. Tale inquinante è una specie secondaria che si origina attraverso reazioni fotochimiche come gli ossidi di azoto (NO_x), monossido di carbonio e composti volatili organici (VOCs). Non è tuttavia chiaro il ruolo giocato dall'ozono quale fattore di rischio (*heat ozone mortality relationship*). Sono state avanzate diverse teorie che gli attribuiscono un ruolo come fattore di confondimento, come modificatore di effetto, e come fattore interagente con la temperatura.

ESTATE 2003 IN EUROPA OCCIDENTALE

Epidemiologia, soggetti a rischio, politiche di igiene e Sanità pubblica

Prima di approfondire l'evento meteorologico del 2003 appare opportuno, in questa sede, fornire una definizione delle

onde di calore in termini strettamente statistici. Sebbene non esista una definizione univoca, si ha un'onda di calore quando si verificano almeno sei giorni consecutivi in cui la temperatura massima è >10% (90° percentile) o al 5% (95 percentile) di quel determinato giorno rispetto al periodo climatologico di riferimento (1961-1990 o 1971-2000). Inoltre, considerata la grande varietà di climi, tali valori estremi devono essere messi in relazione proprio ai diversi climi e alle differenti latitudini.

Le onde di calore, alla luce dei riferimenti bibliografici richiamati in precedenza, producono i loro massimi effetti nei medi e grandi agglomerati urbani dove i tassi di mortalità *weather-related* sono importanti, come si vedrà più dettagliatamente in seguito. Sono moltissimi gli studi che hanno indagato sulla cosiddetta *urban heat island*, in altre parole sulle differenze di temperatura e sui tassi di umidità relativa anche rimarchevoli che si registrano nel tessuto urbano e in periferia [38-40]. La città costituisce quindi uno schema di riferimento fondamentale, confrontabile con altre realtà ambientali, nella valutazione d'impatto sanitario di eventi meteorologici a carattere estremo. Esse sono, di conseguenza, il terreno di sperimentazione ideale per molteplici misure di mitigazione degli effetti avversi da eventi estremi. Soltanto lo 0,2% della superficie terrestre è coperta da aree urbane ma il 47% della popolazione mondiale e il 73% di quella europea vive in aree densamente popolate caratterizzate da quadri ambientali generalmente degradati. Partendo da questa premessa lo studio dei contesti urbani si giustifica nell'assetto attuale e nel trend, ormai irreversibile, alla crescente concentrazione delle attività antropiche in ambiti ad alta densità abitativa. La città costitui-

sce quindi un modello di riferimento epidemiologico ottimale per stimare l'impatto che l'ambiente in senso largo può esercitare su strutture, infrastrutture e sulla popolazione in generale.

Gli effetti studiati più rilevanti riguardano la popolazione anziana dei grandi contesti urbani. L'invecchiamento e la polipatologia di cui soffrono molti soggetti anziani influenzano la capacità di adattamento dell'organismo alle temperature estreme. Innanzitutto riducono la sensazione di calore percepito. I soggetti anziani sentono il bisogno di proteggersi solo dopo un aumento significativo della temperatura (centrale e cutanea) mentre i soggetti giovani avvertono questo bisogno già con aumenti molto più contenuti. C'è un parallelismo tra la riduzione della percezione della sete e la riduzione della percezione del calore. Le persone che soffrono di una malattia neurovegetativa sono quelle che hanno la maggiore riduzione di questi importanti riflessi protettivi.

Le capacità di termolisi delle persone anziane sono ridotte. Questo si verifica perché numerose ghiandole sudoripare sono fibrotiche e le capacità di vasodilatazione della rete capillare sottocutanea, indispensabile per aumentare il carico sudoriparo, sono diminuite.

L'esistenza di una dipendenza fisica non adeguatamente compensata dagli aiuti familiari o professionali, limita ulteriormente le capacità di adattamento fisico a periodi di canicola (cambiamento dell'abbigliamento, misure di protezione aggiuntive verso la radiazione solare ecc.). In aggiunta, taluni farmaci possono interferire con i meccanismi di adattamento dell'organismo al calore.

Secondo un'indagine condotta preliminarmente dall'Istituto Superiore di Sanità

[41] su incarico del Ministero della Salute, subito dopo l'estate 2003, in ventuno città italiane, dal mese di giugno al mese di agosto 2003 sono stati censiti 4173 morti in eccesso rispetto agli stessi mesi dell'anno precedente, con uno scarto positivo del 14%. È stato inoltre osservato come il dato fosse preponderante nei contesti urbani di grosse dimensioni. Successive rielaborazioni epidemiologiche hanno consentito di tracciare un quadro sufficientemente completo sulla mortalità indotta dall'evento meteorologico. In Europa occidentale l'eccesso di mortalità ha colpito soprattutto Francia e Italia ma non ha risparmiato altri Paesi. In questo lavoro si forniscono alcune rappresentazioni (Fig. 1) ove si illustra la mortalità osservata nel 2002, confrontata con quella del 2003 (da 1 giugno al 31 agosto) [42] in ventuno città italiane, per tutte le età e per i soggetti con età >75 con le relative differenze in % (metodo statistico: *Wilcoxon rank* test per dati appaiati). Un'altra raffigurazione (Fig. 2) chiarisce più nel dettaglio l'eccesso di mortalità per singole cause a Roma, Milano e Torino [43] durante l'estate 2003 (periodo di riferimento della mortalità attesa: 1995-2002). In questo contributo grafico si possono osservare le specifiche cause di morte e la differenza rispetto al valore atteso. Con una specifica rielaborazione grafica dei dati rappresentati in Fig. 2 si ottengono diverse informazioni (Figg. 3a, 3b e 3c) e si evidenziano diverse conferme ma anche alcune differenze significative, nel confronto tra le tre città, ciò suggerisce un diverso set di variabili esplicative, soprattutto un differente peso specifico.

Parecchi studi hanno affrontato il problema della vulnerabilità sotto diversi punti di vista, con l'obiettivo di isolare soggetti o categorie a rischio per caratteristiche razziali, etniche e socio-economiche (vale

Mortality observed in 2002 and 2003 in the 21 capitals of Region 1 June - 31 August								
Cities	All Ages				75 yrs and older			
	2002	2003	Differences 2003 - 2002	Differences %	2002	2003	Differences 2003 - 2002	Differences %
Turin	1780	2341	561	31.5	1134	1643	509	44.9**
Aosta	96	101	5	5.2	59	70	11	18.6
Genoa	1829	2136	307	16.8	1295	1575	280	22.2**
Milan	2438	2953	515	21.1	1612	2105	493	30.6**
Trento	168	223	55	32.7	122	165	43	35.2**
Bolzano	196	251	55	28.1	135	156	21	15.6
Venice	706	763	57	8.1	491	541	50	10.2
Trieste	795	835	40	5.0	571	606	35	6.1
Bologna	968	1144	176	18.2	698	880	182	26.1**
Ancona	271	309	38	14.0	187	227	40	21.4
Florence	941	1015	74	7.9	707	790	83	11.7**
Perugia	332	368	36	10.8	229	268	39	17.03
Rome	5246	5849	603	11.5	3334	3899	565	16.9**
Naples	2033	2339	306	15.1	1231	1458	227	18.4**
L'Aquila	125	138	13	10.4	77	96	19	24.7
Campobasso	71	78	7	9.9	42	54	12	28.6
Bari	535	675	140	26.2	340	455	115	33.8**
Potenza	109	122	13	11.9	63	79	16	25.4
Catanzaro	135	142	7	5.2	86	76	-10	-11.6
Palermo	1469	1558	89	6.1	896	1010	114	12.7*
Cagliari	321	358	37	11.5	208	240	32	15.4
ITALY	20564	23698	3134	15.2	13517	16393	2876	21.3**

** p>0.01; * p>0.05 (Wilcoxon Matched Pairs Signed Rank Test)

Fig. 1 - Confronto 2002-2003 in 21 città italiane – mortalità osservata.

a dire istruzione, reddito e occupazione) [44]. Sono stati presi in esame diversi indicatori supplementari nella valutazione del rischio di vulnerabilità [45], come la percezione soggettiva del rischio da calore, l'analisi dei profili culturali, l'isolamento linguistico, le caratteristiche dei quartieri (criminalità e sicurezza). In sostanza diverse categorie di soggetti sono a maggior rischio di sviluppare o di veder riacutizzate specifiche patologie durante l'occorrenza delle onde di calore. Alla determinazione di questo rischio possono contribuire più

fattori che possono agire contemporaneamente, ampiamente studiati in diversi report e in specifiche pubblicazioni scientifiche. Vengono di seguito riassunti nel dettaglio i diversi fattori di rischio.

Fattori di rischio maggiori

- L'anzianità (età >70 anni).
- I neonati e i bambini, soprattutto i bambini con età <4 anni.
- I soggetti con disturbi della memoria, malattie mentali, turbe del comportamento, difficoltà di comprensione e di orientamento.

Total and excess mortality by cause of death in Rome, Milan and Turin during summer 2003												
Causes of death	Rome				Milan				Turin			
	observed	expected	excess	%	observed	expected	excess	%	observed	expected	excess	%
Tumours	1921	1779	142	8	926	935	-9	-1	656	639	17	3
Circulatory	2328	1876	452	24	1044	832	212	25	892	631	261	41
Respiratory	327	236	91	38	282	155	127	82	201	128	73	57
Digestive system	227	253	-26	-10	121	103	18	17	97	85	12	14
Genito-urinary	81	63	18	29	57	41	16	39	40	27	13	48
Metabolic/ endocrine gland disorders	307	247	60	24	111	66	45	68	103	42	61	145
Psychological illnesses	96	57	39	70	38	34	4	12	70	42	28	67
Central nervous system	254	137	117	86	133	61	72	118	85	38	47	124
Total												
All causes	6009	5065	944	19	2968	2409	559	23	2332	1755	577	33

Fig. 2 - Mortalità attesa e mortalità osservata (%) per differenti cause.

- I soggetti portatori di handicap fisici quindi dipendenti per gli atti quotidiani della vita e con evidente incapacità di adattare il loro comportamento alle alte temperature.
- Persone emarginate o in situazione di esclusione o di precarietà.
- Le malattie neurodegenerative come il morbo di Parkinson.
- Le demenze come il morbo di Alzheimer.
- I soggetti portatori di patologie croniche (diabete, aterosclerosi, insufficienza cardiaca, patologia vascolare periferica, morbo di Parkinson, ipertiroidismo, malattia psichiatrica, disturbi dell'alimentazione, anomalie del sistema nervoso autonomo, infezioni, disidratazione, obesità, lesioni cutanee estese, insufficienza respiratoria, insufficienza renale, malattie simili, mucoviscidosi, drepanocitosi).
- Isolamento sociale (persone che vivono sole ecc.).
- Le malattie cardiovascolari e le sequele degli incidenti cerebrovascolari.
- Soggetti con stati febbrili associati a patologie acute in concomitanza con le ondate di calore.
- Obesità.
- La denutrizione (stati cachettici, anoressia).
- Soggetti consumatori di alcool o droghe.
- Scorretta pratica di sport intensi (bicicletta, corsa ecc.).
- Assunzione di farmaci che possono interferire con l'adattamento dell'organismo al calore.
- Persone che seguono terapie prolungate, che non hanno un'assistenza medica regolare.

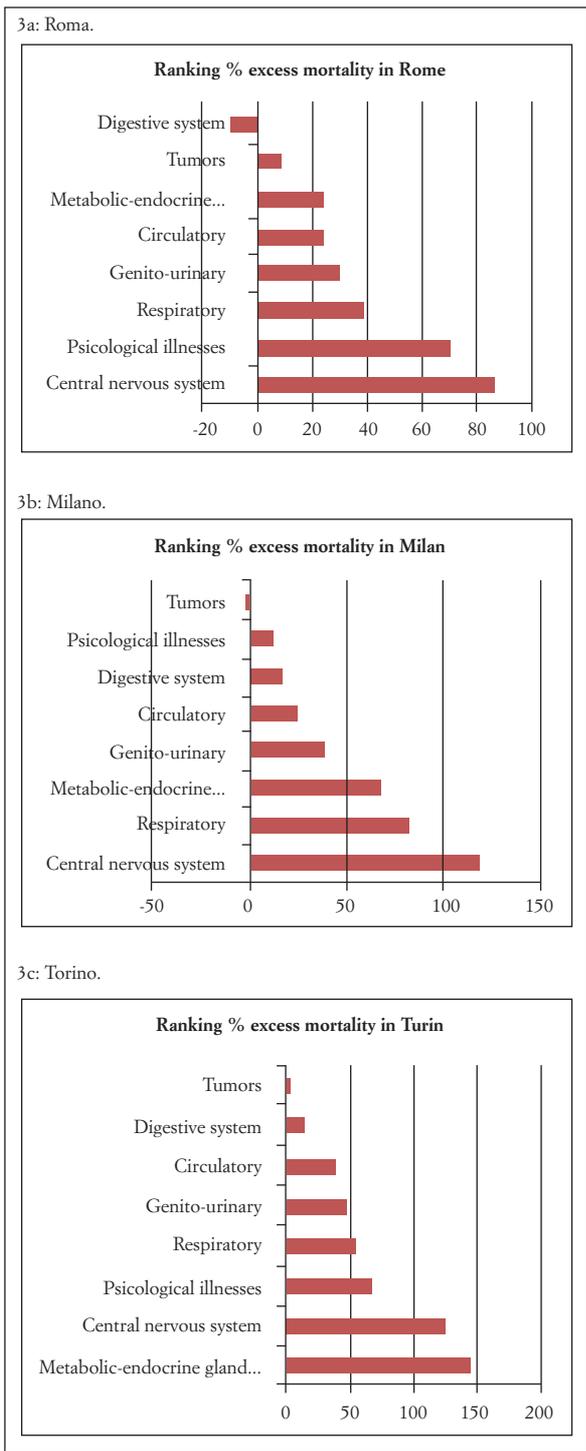


Fig. 3 - Eccesso di mortalità causa-specifica osservata in Roma, Milano e Torino (estate 2003).

- Abitazione particolarmente inadatta al calore estremo, in particolare appartamenti posti all'ultimo piano e l'assenza di luoghi freschi o climatizzati facilmente accessibili.
- Soggetti che hanno già presentato delle difficoltà di adattamento al calore in occasioni di precedenti situazioni di onde di calore.
- Scorretta alimentazione, in particolare assunzione di alimenti molto proteici, pasti abbondanti ecc.
- Soggetti che non hanno un'adeguata conoscenza del pericolo e delle misure di prevenzione.
- Assenza di climatizzazione in ambienti lavorativi indoor.
- Mancanza di abitazione (persone senza fissa dimora).
- Mancanza di accesso a zone fresche durante la giornata (ad esempio supermercati).

Fattori di rischio ambientali

- Maggiori rischi durante le prime onde di calore della stagione a causa del maggiore disadattamento dell'organismo umano a temperature elevate.
- Durata, persistenza e intensità delle onde di calore senza interruzione per molti giorni.
- Prolungata esposizione alla radiazione solare con tassi di umidità elevati, scarsa ventilazione e presenza di tassi d'inquinamento atmosferico notevoli, in particolare O₃ e SO₂.
- Chi vive in una grande città e/o in un ambiente molto antropizzato (asfalto e cemento).
- Habitat difficile da rinfrescare (esposizione a sud non protetta, ultimo piano di un immobile, appartamento mansardato, immobile a tetto piatto, grandi superfici vetrate, cattivo isolamento ecc.).
- Mancanza di alberi o superfici verdi intorno all'abitazione.
- Attività lavorative svolte in ambienti caldi o che richiedano abiti caldi o impermeabili (fonderie, panetterie ecc.).
- Lavoro manuale pesante all'aperto (edilizia, agricoltura ecc.).

Tra le diverse categorie a rischio prima menzionate merita specifica attenzione quanto messo in luce da Kaiser *et al.* [46] e da Naughton *et al.* [47] (onda di calore occorsa nel 1999 a Cincinnati e Chicago già richiamata in precedenti studi) che hanno individuato un aumentato rischio di morbilità e un maggiore rischio di morte in soggetti affetti da diverse tipologie di turbe mentali. In particolare, quasi la metà dei decessi da calore occorsi in soggetti con età <65 anni soffriva di turbe mentali, compresa la depressione. Tali risultati sono stati confermati dall'*Institut de veille sanitaire (InVS)* francese, che in un rapporto elaborato dell'ottobre 2003 (onda di calore 2003 in Europa Occidentale) ha rimarcato come il 41% delle persone con età <60 anni deceduti nel mese di agosto 2003 in Francia, soffriva di una malattia mentale. L'età avanzata insieme alle turbe mentali o cognitive accresce quindi ulteriormente il rischio. Per l'Italia tale rischio è confermato per le città di Torino e Roma ma non per Milano (dato contrastante) dove si osserva un debole incremento.

Un'altra problematica in parte collegabile alle onde di calore e più in generale alle specifiche caratteristiche termo-igrometriche nel periodo estivo (emisfero boreale e australe) sono le patologie causate da eccessiva esposizione ai raggi ultravioletti. Esiste oggi sostanziale concordanza scientifica sulle evidenze epidemiologiche relative alla prevalenza e incidenza di processi morbosi legati alla radiazione UV. In

questa sede ci si limita a citare una corposa pubblicazione della WHO [48] che riassume l'evidenza scientifica. Interessata l'oncologia con patologie molto severe come i melanomi, i carcinomi baso e spinocellulari e altre patologie e/o processi inducenti *photoageing* di pertinenza dermatologica come le cheratosi attiniche e la *cutis rhomboidalis nuchae*. Coinvolta anche l'oftalmologia con patologie la cui sintomatologia è espressione di danni tissutali indotti dalla radiazione UV (in particolare dal suo scorretto assorbimento). Sono degne d'interesse le radiazioni UV-A e UV-B (regione ultravioletta compresa nel *range* 290-400 nm) cui si associano patologie espressione di danno oculare che sottendono fattori eziologici legati alla radiazione UV: le cataratte, la pinghecchia, l'edema maculare cistoide, la degenerazione maculare senile e lo pterigio; si tratta di forme morbose direttamente o indirettamente riconducibili all'esposizione di corto o lungo raggio alla radiazione ultravioletta.

Un altro capitolo, ancora poco scandagliato, riguarda possibili interazioni fra determinate classi di farmaci e situazioni caratterizzate da caldo estremo: più nel dettaglio, secondo quanto indicato dall'Agenzia Italiana del Farmaco (AIFA) di cui si fornisce un sito-web specifico [49] e da una recente pubblicazione della World Health Organization [50], diversi farmaci potrebbero interagire sia con la risposta fisiologica alle temperature elevate che con lo stato d'idratazione del soggetto. In particolare, gli anticolinergici possono intersecarsi con i meccanismi di termoregolazione corporea, abbassando contestualmente lo stato di vigilanza e ostacolando la diaforesi. Poi gli antiepilettici, per i quali si ipotizzano possibili cedimenti nello stato di vigilanza così come un possibile incremento di quadri confusionali. Gli antipsicotici possono

inserirsi nei meccanismi di sudorazione determinando ipotensione arteriosa. Le considerazioni accennate per gli antipsicotici possono applicarsi anche agli antistaminici, ai farmaci antiparkinsoniani, agli antiipertensivi e ai vasodilatatori. Altre classi di farmaci per le quali sono richieste specifiche attenzioni sono gli antiadrenergici, i beta-bloccanti, gli antiipertensivi e i diuretici. I diuretici sono usati sia per la terapia dell'insufficienza di pompa cardiaca e degli edemi degli arti inferiori, sia nel trattamento dell'ipertensione. Per quanto il loro uso sia oramai consolidato, squilibri idro-elettrolitici secondari al loro uso sono scontati, sia sul versante idrico, potendo occorrere sia ipo- sia iper-natriemie, sia soprattutto su quello del potassio, con ipo- e iper-kaliemie. Tali possibili effetti possono riassumersi in problematiche coinvolgenti lo squilibrio elettrolitico, la riduzione della funzionalità renale, eventuali interazioni con i meccanismi di termoregolazione, abbassamento dello stato di vigilanza. Su questo argomento sono tuttavia necessarie ulteriori ricerche in un ambito ancora in gran parte sconosciuto.

I problemi di ordine sanitario causati dalle onde di calore (l'evento del 2003 è stato decisivo) hanno avuto quindi nell'ultimo decennio un'attenzione mai riscontrata in precedenza, con vasta eco nei mass media e con approcci d'igiene e sanità pubblica coinvolgenti interi sistemi-Paese. Inizialmente la Francia, poi l'Italia e in seguito altri Paesi dell'area europea e infine la Russia (onda di calore 2010) si sono progressivamente dotati di sistemi più o meno efficienti di gestione dei fenomeni. La Francia, uscita provata da quell'esperienza, ha elaborato un sistema dettagliato di prevenzione contro le onde di calore denominato *Plan de Gestion National Canicule*

(PGNC) che vede oggi coinvolte tutte le più importanti istituzioni francesi operanti nel settore, dal Servizio meteorologico francese al Ministero della Salute, alle varie Prefetture, per scendere ai livelli territoriali più bassi in cui operano le istituzioni locali e le organizzazioni di volontariato.

In Italia il Ministero della Salute e l'Istituto Superiore di Sanità hanno fornito propri contributi di conoscenza in conseguenza degli effetti sanitari indotti dalle *heat waves* 2003. In particolare l'Istituto Superiore di Sanità come già evidenziato in precedenza [41] ha posto le basi per un'azione di sviluppo e coordinamento generale facente capo al Ministero della Salute. A partire dall'estate 2004, è stato elaborato un esteso Rapporto Tecnico denominato *Linee-guida per piani di sorveglianza e risposta verso gli effetti sulla salute umana di ondate di calore anomalo*, con l'obiettivo di dare risposte concrete, metodologie e linee di azione organiche per un più corretto e ottimale management degli effetti sanitari. Il piano elaborato dal Ministero della Salute prevedeva inizialmente l'individuazione di novanta custodi in quattro regioni d'Italia, con compiti di vigilanza sugli anziani, soggetti portatori di un alto potenziale di rischio. L'obiettivo era di prevenire una nuova ondata di decessi in caso di future estati roventi. Questo piano, attuato in via sperimentale a partire dal primo giugno del 2004, mirava a introdurre misure sistematiche volte alla protezione degli anziani. Inizialmente furono individuati novanta custodi socio-sanitari per la vigilanza su oltre 40 mila anziani in quattro regioni pilota: Piemonte, Lombardia, Liguria e Lazio. Inoltre va citato il piano allestito dalla Regione Marche, denominato *Helios*, rivolto a soggetti con età >75 che vivono da soli. Questo piano, in sintesi, prevedeva tecniche di monito-

raggio telefonico quotidiano in sedici comuni costieri aventi popolazione >20.000 abitanti. Il campione monitorato, pari al 46% della popolazione a rischio, ha raggiunto 68.000 anziani. Sono inoltre state largamente usate pubblicazioni in forma di opuscoli, distribuiti via web, nelle farmacie e in altri luoghi pubblici contenenti semplici ma efficaci consigli per difendersi dalle onde di calore.

Tale piano, in seguito approfondito e perfezionato fino all'attuale versione (Piano Operativo Nazionale e Piani Locali di prevenzione degli effetti del caldo sulla salute), costituisce il documento fondamentale nella gestione delle onde di calore a carattere estremo su scala nazionale. In particolare, esso si articola nei seguenti principi:

- Ruolo guida del Ministero della Salute;
- Coordinamento e cooperazione interistituzionale;
- Rispetto delle autonomie regionali e locali e del principio sussidiarietà;
- Un approccio globale alla problematica, in particolare:
 - a) prevedere e comunicare con opportuno anticipo;
 - b) selezionare la quota di persone suscettibili verso cui orientare in via prioritaria gli interventi di prevenzione differenziati in base ai livelli di rischio climatico ed il relativo profilo di vulnerabilità della popolazione;
 - c) monitoraggio e sorveglianza in tempi rapidi degli effetti sanitari (mortalità e morbilità);
 - d) rafforzamento del territorio (es. servizi di sorveglianza attiva/presa in carico delle persone a rischio);
 - e) informazione, comunicazione e formazione.

Le onde di calore costituiscono quindi una temibile minaccia per la salute umana

e devono essere previste e segnalate con congruo anticipo di tempo in modo da consentire alle strutture pubbliche sanitarie, alle strutture facenti capo alla Protezione Civile e a tutte quelle organizzazioni collaterali di volontariato che operano sul territorio, ivi compresi i singoli operatori sanitari, di predisporre i mezzi idonei per prevenire e attenuare sensibilmente gli effetti devastanti causati dagli intensi anticicloni caldi. Gli Stati Uniti, primi utilizzatori di aria condizionata, avevano già concepito alcuni sistemi di previsione delle onde di calore, poi seguiti dall'Europa che a sua volta ha elaborato propri sistemi di gestione. Merita particolare attenzione il sistema ideato dalla Delaware University denominato *Heat Health Watch Warning System* (HHWWS). Esso ha avuto larga diffusione non soltanto negli Stati Uniti ma anche in altri Paesi. Per quanto riguarda l'Italia è stato inizialmente applicato alla città di Roma, in collaborazione con la Regione Lazio e il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica per poi essere esteso ad altre grandi città (Milano, Torino ecc.) Il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica collabora nell'applicazione del sistema fornendo le previsioni meteorologiche, con anticipo di settantadue ore, consentendo di impostare azioni sul territorio coinvolgendo varie componenti o utilizzando metodiche particolari, come ad esempio:

- Autorità sanitarie locali e pubblici ospedali;
- Ospedali privati;
- Organizzazioni di volontariato;
- Utilizzo di metodiche di teleassistenza;
- Azioni volte a sensibilizzare la classe medica.

In seguito all'estate 2003 oltre al sistema HHWWS prima citato, in alcuni Paesi europei sono state sviluppate altre metodologie di previsione delle conseguenze sanitarie delle onde di calore; in quest'am-

bito è degno di nota il sistema elaborato già prima del 2003 dal Portogallo, meglio conosciuto come *Lisbon Heat Health Warning System*, una variante dell'HHWWS (ICARO Project). Detto sistema si fonda su un Indice (ICARO Index) cui sono modulate le previsioni meteorologiche, gli interventi e le successive valutazioni della sua efficacia generando quattro differenti livelli di allarme che si traducono in altrettanti potenziali effetti sui tassi di mortalità, a partire dal livello minimo che non produce nessun effetto epidemiologico. Nella Figura 4 sono riassunti gli attuali sistemi di prevenzione, a seconda del Paese, con diversi indici di valutazione e stima della potenza delle onde di calore. In Italia è attualmente attivo il Sistema nazionale di previsione allarme ondate di calore, che permette la previsione, sorveglianza e prevenzione degli effetti delle ondate di calore sulla salute della popolazione. Tale sistema è attivo dall'estate 2014 con il coinvolgimento di ventisette città italiane (Ancona, Bari, Bologna, Bolzano, Brescia, Cagliari, Campobasso, Catania, Civitavecchia, Firenze, Frosinone, Genova, Latina, Messina, Milano, Napoli, Palermo, Perugia, Pescara, Reggio Calabria, Rieti, Roma, Torino, Trieste, Venezia, Verona, Viterbo), consentendo di individuare, dal lunedì al venerdì, per ogni specifica area urbana, le condizioni meteorologiche che possono avere un significativo impatto sulla salute pubblica.

Per fornire un quadro, il più completo possibile, si fa cenno in questa sede ad alcuni tra gli innumerevoli indici biometeo climatici sviluppati nel corso del tempo, utili predittori o potenti indicatori se usati nelle diverse combinazioni di disegni di studio osservazionali, retrospettivi o prospettici. Tra questi è utile ricordare l'indice di calore (*heat index - HI*) [51], sicuramente l'indice che ha avuto la maggiore applicazione pratica. Esso combina temperatura

Countries/ Indicators	Year	Lead Body	Alert system	Informa- tion plan	Indoor heat reduc- tion	Vulner- able groups	Health care prepa- redness	Urban plan- ning	Real- time sur- veil- lance	Eva- luation	Sum Score
Austria*	2011							**			13.75
Belgium	2005							**			11
Croatia	2012										16
France	2012							**			16.25
Germany*	2004; update 2008							**			10
Hungary	2007										12
Italy	2008; update 2011							**			15
Luxembourg	2006				**			**			12
Macedonia	2011										18.75
Moldova	2010										12
Monaco	2012							**			10
Netherlands	2007							**			15
Portugal	2010							**			17.5
Romania	2008										8***
Serbia	2012							**			4***
Spain	2012				**			**			12
Switzerland*	2007							**			11
UK	2012										20
* regional level plants ** in other documents *** plan to be considered non-functional		18 gre	16 gre 2 red	18 gre	8 gre 7 yell 3 red	13 gre 3 yell 2 red	15 gre 1 yell 2 rede	13 gre 2 yell 3 red	8 gre 2 yell 8 red	8 gre 11 red	

Fig. 4 - Principali indicatori nella prevenzione complessiva delle onde di calore in diversi Paesi europei (Fonte: *World Health Organization*).

e umidità relativa consentendo di stimare il disagio fisiologico causato da alte temperature e da elevati livelli di umidità dell'aria, giungendo a una serie di classi che vanno dal confort al possibile colpo di calore. Un altro indice estivo calcolato in modo differente è il *New Summer Simmer Index – NSSI* [52,53] applicabile quando la temperatura è $\geq 22^{\circ}\text{C}$, sensibile fino a una temperatura di 53°C . Come per l'HI

tale indice è adatto a descrivere condizioni di stress da calore durante la stagione calda. Vi sono altri indici, come il THI [54], l'Humidex (perfezionato negli anni '60 del secolo scorso dal Servizio Meteorologico Canadese). Infine, è da ricordare il più tradizionale tra gli indici, l'indice di Thom [55]. Ciascuno di questi perviene a una stima parzialmente differente nel disagio fisiologico per caldo-umido.

In questo contesto si è inserita un'altra proposta del Ministero della Salute, non priva di polemiche, volta a istituire un "registro delle fragilità", a cura degli Enti Locali, in modo da poter conoscere, monitorare e intraprendere le necessarie azioni, sulla base d'informazioni più accurate, sulla dimensione e sulla mappatura delle vulnerabilità cliniche collegare alle onde di calore.

Attualmente il piano si regge su alcuni capisaldi:

- a) progetti per la sperimentazione di modelli d'intervento integrato socio-sanitario su popolazione anziana fragile, storicamente attivati nelle quattro città più colpite dall'ondata di calore del 2003 cioè Torino, Genova, Milano (dal 2004-2006) e Roma (2004-2011);
- b) il "custode sociale", figura definita all'interno del concetto di "reti di prossimità", è un operatore di quartiere con il compito di individuare e monitorare gli anziani fragili (non in carico ai servizi) del territorio/quartiere, intercettare i bisogni sommersi, fornire risposte qualificate e tempestive e supporto sociale;
- c) Servizio di Call Center Nazionale (1500) che prende contatto periodicamente o giornalmente con gli anziani in carico e favorisce il collegamento funzionale tra le reti dei servizi sanitari, sociali e del volontariato presenti sul territorio (Distretto, ADI, servizi semiresidenziali, residenziali, MMG, ecc.) e gli anziani in carico al servizio. Tale schema di prevenzione è integrato con LG, opuscoli e altro materiale informativo (stampa e on-line), comunicati stampa, media e un portale istituzionale dedicato. Da citare infine alcune specifiche iniziative avviate in Piemonte: mediante un Protocollo d'intesa tra la Regione, il Ministero della Salute, l'ISS e la città di

Torino, si è proposto lo scopo di costruire un sistema di capillare osservazione della popolazione "bersaglio" essenzialmente attraverso l'introduzione di concetti come la "domiciliarità leggera" e l'utilizzo di un campione indicativo di popolazione a rischio quale base sperimentale per contenere gli effetti derivanti da quadri meteo-ambientali di estrema intensità.

Infine, per maggiore completezza, si fornisce l'elenco delle patologie (Tabella 1) ammesse quali indicatori di suscettibilità alle onde di calore. Tale elenco, pur completo, non preclude assolutamente possibili aggiornamenti in futuro. Di recente (a partire dal 2012) il Ministero della Salute ha attivato in dieci città sistemi di controllo e monitoraggio degli accessi al Pronto Soccorso con l'obbligo di trasmissione dei dati al Centro di Coordinamento Nazionale con cadenza settimanale, tuttavia durante un'onda di calore tale cadenza ha carattere giornaliero. Sono escluse dall'obbligo d'informazione le cause di accesso per eventi traumatici. Il sistema di allarme funziona dal 15 maggio al 15 settembre. Le informazioni riguardano il numero di accessi giornalieri per genere e classe di età, data di nascita, diagnosi principale di dimissione, esito e comune di residenza. L'analisi dei dati in occasione di onda di calore permette di stimare l'incremento del numero di accessi giornalieri come differenza tra il numero di accessi osservati e di quelli attesi sulla base dei dati della serie storica resa disponibile per ogni città.

Gli studi condotti per valutare l'impatto del caldo sulla salute attraverso i dati dei sistemi dell'emergenza sanitaria hanno evidenziato un incremento degli accessi al Pronto Soccorso durante i periodi di ondata di calore tra la popolazione anziana (età ≥ 75 anni) e i bambini di età compresa tra 0 e 4 anni.

TABELLA 1

Elenco delle patologie e relativi ICD-9 incluse quale indicatore di suscettibilità al caldo.

<i>Malattie Cardiovascolari</i>	<i>ICD9 – CM</i>
Ischaemic heart diseases	410-414
Conduction disorders	426
Cardiac dysrhythmias	427
Heart failure	428
Other cardiovascular diseases	
Cerebrovascular diseases	430-438
<i>Malattie respiratorie</i>	
Chronic pulmonary diseases	490-496
<i>Altre Patologie</i>	
Malignant neoplasm	140-208
Diabetes mellitus	250
Psychiatric disorders	301.1; 309.0; 309.1; 311
Other disorders of the central nervous system	330-349
Acute and chronic liver diseases	570-572
Renal failure	584-588

CENNI SULL'ESTATE 2010 A MOSCA

Profili climatologici e aspetti epidemiologici

La città di Mosca è la capitale della Russia, essa dà il nome alla Regione in cui si trova (*oblast* di Mosca) con una popolazione di 10.568.193 ab. (dato aggiornato al 2009) risultando la ottava megalopoli più popolata al mondo, intendendo con questo dato la popolazione residente all'interno dei confini comunali. La densità abitativa è di 9745 ab/Km² con un'altitudine di 152 mt sul livello del mare e una superficie di 1081 Km². Il suo clima è caratterizzato da inverni molto lunghi e rigidi con precipitazioni nevose relativamente frequenti; le estati sono brevi e talvolta abbastanza calde come peraltro si è dimostrato con l'estate 2010. Secondo la classificazione climatica proposta da Wladimir Koppen che individuò cinque classi climatiche principali (A, B, C, D, E, F) la città di Mosca, così

come la sua regione, è contrassegnata dalla lettera D (clima microtermico continentale). La vegetazione prevalente in quest'area è rappresentata da foreste di latifoglie decidue capaci di sopportare le basse temperature, come le betulle.

L'analisi climatologica condotta dal 1881 fino al mese di agosto del 2010 si è soffermata su parecchi indicatori stagionali, con analisi decennali, annuali, stagionali, mensili e giornaliere utilizzando due serie termometriche: la serie termometrica (*Goddard Institute for Space Studies - NASA*) per il periodo 1881-2010 e la serie termometrica fornita da *Berliner Wetterkarte* con valori medi giornalieri relativamente all'estate 2010 e all'estate 1972. Il dato moscovita è stato confrontato con le città di San Pietroburgo (60.0N 30.3E, a 631 Km di distanza dalla capitale) e Volgograd (48.8N 44.4E, 900 Km dalla capitale in direzione Sud-Est). L'andamento termi-

co medio mensile registrato a Mosca per il mese di luglio mostra un picco massimo di 26°C, un dato mai osservato in precedenza sia sui precedenti mesi di luglio che sugli altri due mesi estivi. Si tratta di un valore di grande significato climatologico che può essere letto in vari modi, come anomalia rilevante in termini meteorologici e come segnale aggiuntivo da valutare attentamente in termini di *global warming*, *local warming* e/o *urban warming*.

Si mostra l'andamento medio mensile del profilo termico del mese estivo centrale a partire dal 1881 (Fig. 5) fino al mese di luglio del 2010, ove appare in tutta evidenza il picco assoluto registratosi nel 2010. Lo scarto tra la temperatura media osservata nel mese di luglio 2010 rispetto al periodo di riferimento 1961-1990 (norma WMO) è stato pari a 7,9 gradi con un valore medio di 26°C a fronte di 18,12°C desunto dalla medesima serie per il periodo 1961-1990. L'analisi climatologica dettagliata dell'estate 2010 occorsa a Mosca ci consente di cogliere ancora meglio la portata dell'evento. Su novantadue giorni estivi (stagione meteorologica) emerge che in ben 46 occasioni la temperatura massima giornaliera osservata si è collocata su valori >30°C, in sostanza per la metà dei giorni della stagione estiva. In 17 occasioni è stata osservata una temperatura massima giornaliera >35°C, con un valore massimo assoluto occorso il 29 luglio 2010 con 38,2°C. Complessivamente questi sono i valori medi delle temperature massime elaborati per i tre mesi estivi: giugno 23,9°C, luglio 31,9°C, agosto 27,9°C.

Un confronto tra l'estate 2010 e l'estate 1972 quando fu osservato un andamento climatico confrontabile consente di valutare ancor meglio alcune differenze sostanziali. L'estate 1972 a Mosca fu caratterizzata, alla pari di quella del 2010,

dal verificarsi di un numero rilevante d'incendi (*fire*, *wildfire*, *bush/brush fire* ecc.). L'estate 1972 si mostra al terzo posto tra le stagioni estive mediamente più calde, preceduta dall'estate 1938. In questa sede è molto interessante esporre, brevemente, analisi cross-data tra siti di osservazione differenti. Per il lavoro si propongono alcuni confronti tra Mosca, San Pietroburgo, Volgograd e Milano (4528N 00912E). Per quest'ultima località gli accostamenti sono stati realizzati sulle estati 1972 e 2010 di Mosca e l'estate 2003 per la città di Milano. La città con valori medi più rilevanti è stata Volgograd, poi Milano, quindi Mosca e per ultima San Pietroburgo. Ecco in sintesi alcuni riscontri: Volgograd con media stagionale di 33,69°C, Milano con 33,23°C, Mosca con 27,96 °C e San Pietroburgo con 23,79°C. Nella Figura 6 si rappresenta l'andamento termico tra Milano (estate 2003) e Volgograd (estate 2010).

Nell'intento di provare a quantificare gli effetti dell'evento caldo occorso a Mosca e confrontarlo con il precedente del 2003, in mancanza di specifici dati epidemiologici, si è scelto di consultare il database del *Centre for Research on the Epidemiology of Disaster* (CRED) per comprendere in dettaglio quale peso sanitario attribuire ai fenomeni osservati. Il grafico nella Figura 7 riassume l'insieme degli eventi estremi e/o catastrofici verificatisi in Russia e l'incidenza in percentuale dei singoli eventi sul totale, che è pari a 287 episodi presenti nel database.

A una prima sommaria analisi condotta su base percentuale il peso maggiore ricade sugli incidenti di trasporto (27,87%) con un dato di mortalità non di molto inferiore a 3000 e un coinvolgimento della popolazione piuttosto basso. Seguono gli incidenti di natura diversa, a carattere eterogeneo (16,38%), poi le alluvioni (13,94%), gli

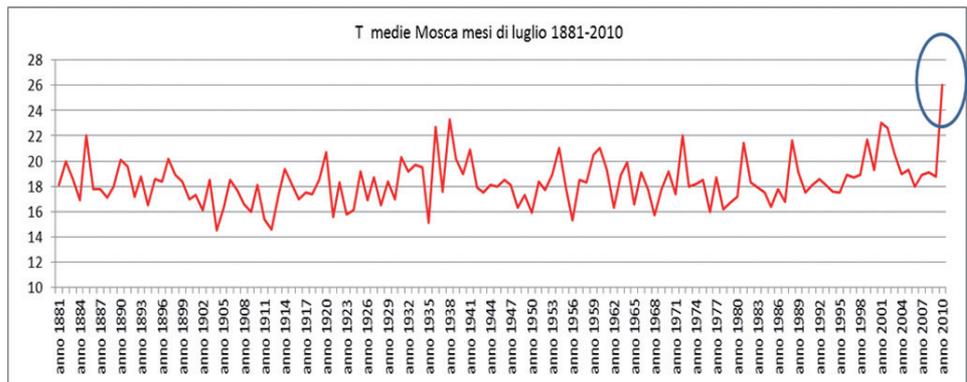


Fig. 5 - Temperature medie mese di luglio a Mosca (dal 1881 al 2010).

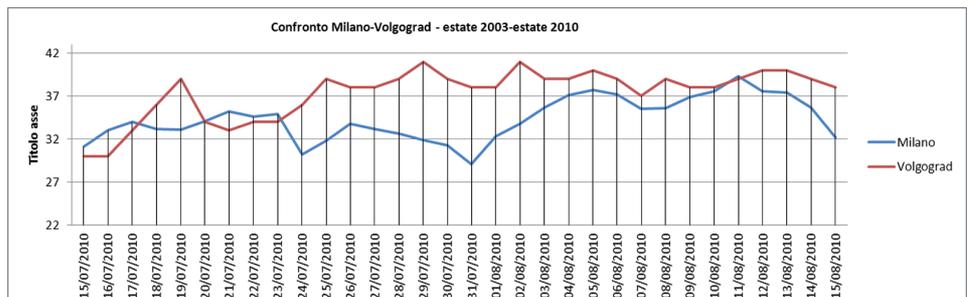


Fig. 6 - Confronto termico Milano-Volgograd: medie mese di luglio (estate 2003 - estate 2010).

incidenti industriali (10,80%), i *wildfire* (7,32%) e le tempeste (5,57%). Sul versante della mortalità spicca il dato degli eventi ascrivibili alle temperature estreme non tanto come incidenza in % sul totale degli eventi (6,62%) quanto sul dato di mortalità, con una percentuale dell'87,57 % sul totale. È un dato che occorre approfondire. Ai fini del presente lavoro interessano in generale gli eventi meteo climatici e quelli naturali ad essi collegati, quindi le alluvioni (*floods*), le tempeste (*storms*), le siccità (*droughts*), le temperature estreme (*extreme temperatures*) e gli incendi (*wildfire*). In termini di numerosità prevalgono le alluvioni, gli incendi e le *cold waves*; le onde di calore presenti nel database sono soltanto tre; assumono quindi importanza

i fenomeni di temperatura estrema a carattere freddo che sommano a quindici, un dato coerente con i lineamenti generali del clima russo. Tra le diverse tipologie meteo climatiche e le specificità *wildfire* è stato eseguito un accorpamento tra concetti tra loro assimilabili (es. *bushfire/brush fire/fire/forest fire* ecc.). Ecco i dati epidemiologici: su un totale di 59320 morti accertate, 57680 sono riconducibili agli episodi di temperatura estrema, di cui 56032 per *heat waves* e 1532 per *cold waves*. L'eccesso di mortalità generato dalle *heat waves* deve essere scomposto distribuendolo nei tre episodi classificati, quindi con 55.736 morti per l'episodio del 2010 (luglio e agosto), 276 morti nell'evento del 2001 (mese di luglio) e 20 morti per l'av-

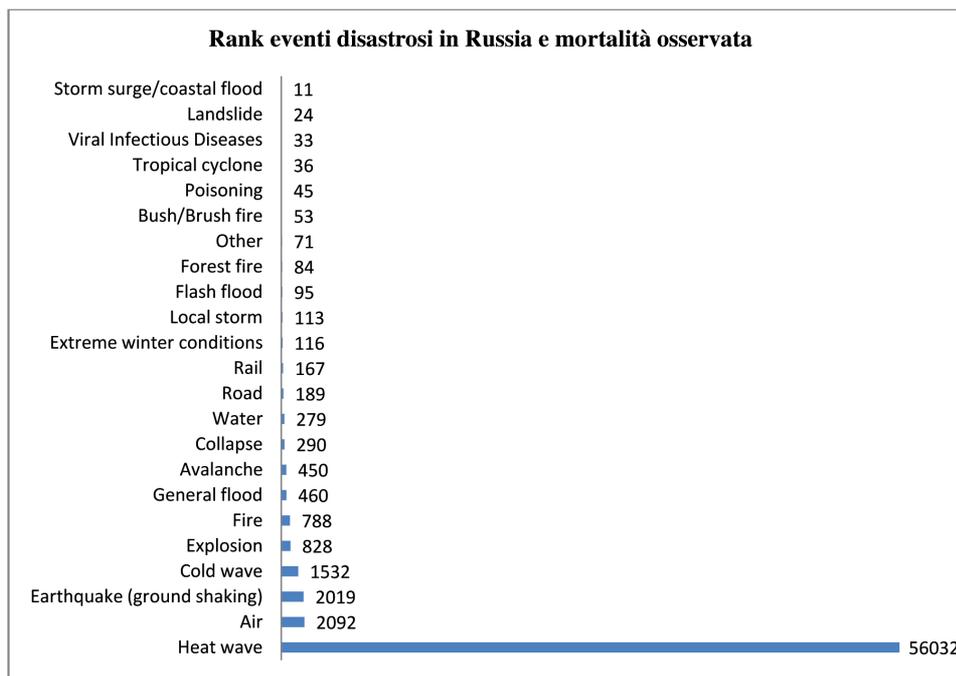


Fig. 7 - Numerosità degli eventi disastrosi e stima del numero di morti in Russia (Fonte: CRED).

venimento del 1995 che si è consumato il 14 giugno. L'afa anomala ha altresì contribuito all'innescio degli incendi divampati in molte aree della parte europea della Russia; questi ultimi hanno a loro volta aggravato il livello d'inquinamento dell'aria atmosferica, in particolare in agosto, mese nel quale i violenti incendi hanno indotto un brusco aumento (fino a quindici volte la concentrazione giornaliera massima ammissibile) del particolato sospeso fine (PM_{10}) e la conseguente formazione di densa foschia.

Da ricordare che i limiti fissati in Italia per il particolato fine sono di un valore limite di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come valore medio misurato nell'arco di 24 ore da non superare più di 35 volte/anno. Nei giorni più caldi in assoluto il tasso di mortalità è stato superiore al doppio del livello normale (prossimo al 100%). Durante l'ondata di caldo il numero dei decessi a Mosca è cresciuto

di 11.000 casi rispetto ai mesi di luglio-agosto 2009. Nei mesi di luglio e agosto 2010 nella stessa città di Mosca è stato altresì osservato un significativo incremento delle patologie infettive e parassitarie (pari al 61,5% rispetto al periodo luglio-agosto 2009) e delle neoplasie (70,2%). Durante agosto 2010, funestato dal divampare degli incendi, la mortalità per patologie respiratorie è risultata doppia rispetto allo stesso mese dell'anno precedente; quest'ultimo dato si può facilmente spiegare con il contestuale fenomeno dei *wildfire* che hanno incrementato in modo esponenziale i diversi prodotti della combustione, molti dei quali tossici, su valori fortemente sensibili per la salute umana. È stato altresì osservato un evidente incremento della mortalità per cause esterne (traumi e suicidi, con un incremento del 52,9%) suggerendo, per questo dato, l'importanza di

indagare i legami tra condizioni meteo climatiche estreme e gli innumerevoli risvolti psicologici/psichiatrici conseguenti.

L'analisi dei dati CRED sarà chiusa con tre rappresentazioni grafiche riguardanti l'Italia (Fig. 8) con il rank della mortalità osservata a partire dal 2010, la mortalità osservata in Europa (Fig. 9) durante l'onda di calore del 2003 e la mortalità osservata su scala globale per singoli eventi catastrofici (Fig. 10).

FATTORI PROTETTIVI

Riguardo al valore prettamente medico della disciplina dell'epidemiologia che contempla, oltre l'obiettivo di accertare i fattori di rischio di malattia, quello di individuare i fattori protettivi, in questo contesto è utile considerare:

- L'ausilio dell'aria condizionata;
- La climatoterapia;
- La corretta idratazione.

Aria condizionata

L'uso di aria condizionata durante le fasi meteorologiche calde rappresenta un importante strumento di mitigazione degli

effetti delle alte temperature negli ambienti confinati. Tali apparecchiature oggi largamente penetrate in tutti gli ambienti (ambienti domestici, di lavoro, mezzi di trasporto ecc.) costituiscono un indubbio ausilio nel raggiungere il confort termigrometrico in ambienti indoor anche in presenza di onde di calore rilevanti. Vanno tuttavia segnalate alcune situazioni potenzialmente in grado di determinare patologia: la mancata o insufficiente manutenzione delle apparecchiature di condizionamento può comportare crisi respiratorie nei soggetti allergici alla polvere, pollini e acari. Inoltre, come in parte dimostrato da diversi lavori scientifici [56-58] tali impianti (specie di grosse dimensioni come i *cooling tower*) possono favorire l'insorgenza di infezioni acute come la *Legionella pneumophila*, potenzialmente letale. Anche tenendo conto di un suo uso corretto occorre sempre considerare il problema degli enormi sbalzi di temperatura quando si passa da ambienti indoor e/o outdoor. Tuttavia, come indicano diversi lavori, il possesso dell'aria condizionata è un evidente fattore protettivo.

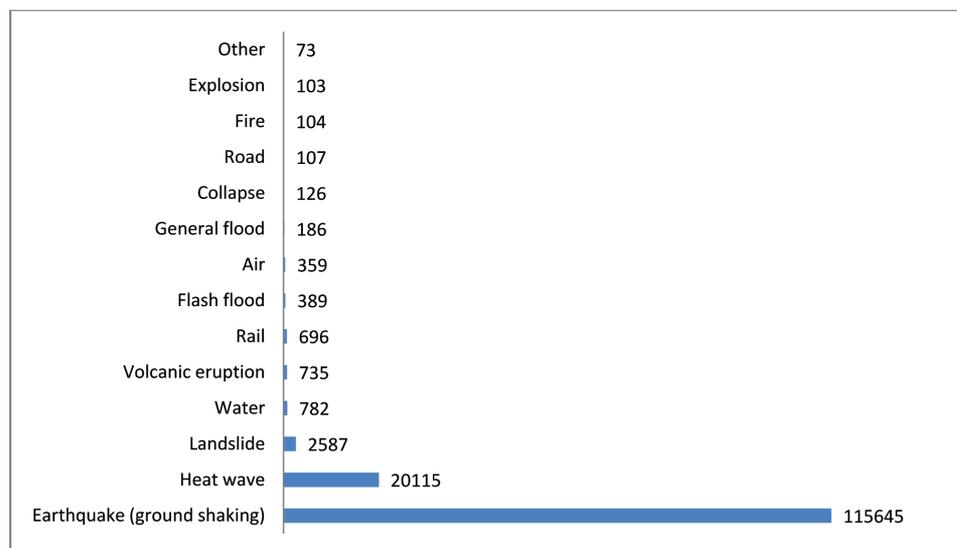


Fig. 8 - Mortalità accertata per diverse classi di eventi catastrofici e/o estremi in Italia (Fonte: CRED).

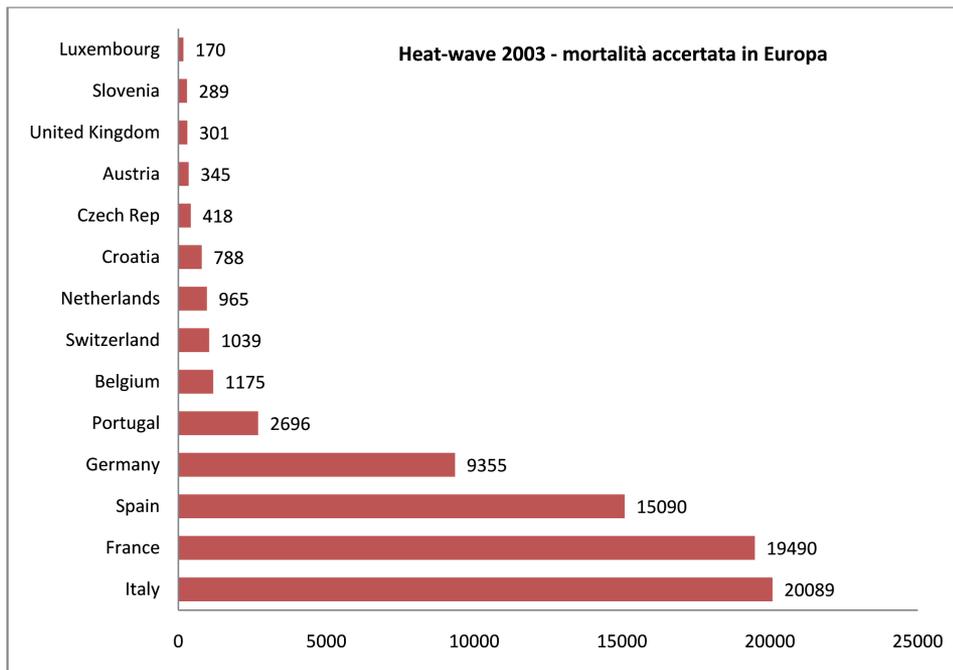


Fig. 9 - Mortalità accertata in Europa per differenti Paesi (Fonte: CRED).

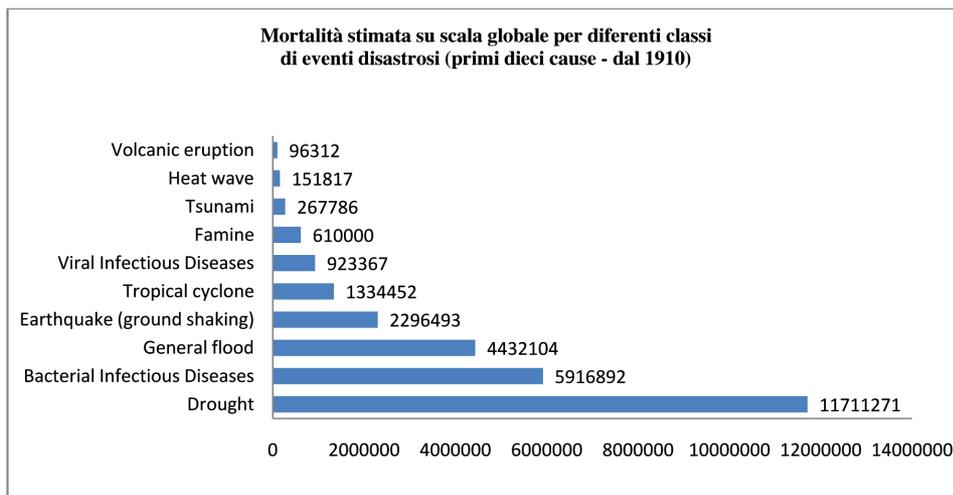


Fig. 10 - Mortalità accertata su scala globale per differenti eventi catastrofici (Fonte: CRED).

Climatoterapia

Nel vasto panorama delle misure di sanità pubblica elaborate nel tempo per minimizzare il rischio derivante da onde di

calore, specie nei soggetti anziani con età ≥ 70 anni, merita specifica attenzione la climatoterapia. Per climatoterapia si intende l'utilizzo dei dati meteorologici e delle os-

servazioni cliniche con il fine di proporre uno strumento terapeutico, generalmente complementare alla medicina allopatica, talvolta fondamentale, finalizzato nella cura integrativa di svariate forme morbose che possono giovare delle caratteristiche positive insite in determinati climi (climi marini, climi di lago, climi di montagna, climi equatoriali, climi temperati ecc.). In altri casi, anch'essi documentati da costanti osservazioni sia meteorologiche sia cliniche, le caratteristiche negative dei vari climi consentono di proporre controindicazioni su molteplici affezioni patologiche [59]. Nell'evenienza delle onde di calore tale mezzo può essere usato come

fattore di prevenzione degli effetti avversi delle onde di calore. In particolare è ritenuta ottimale la fascia di altezza intorno ai 600-700 mt, caratterizzata dal bioclima di alta collina che comporta il minor stress adattativo; essa combina temperature più basse (da 0,6 a 1°C per ogni 100 mt di altezza in meno), tassi di umidità relativi tendenti verso il confort e, in relazione all'altezza, scarsa influenza della rarefazione dell'ossigeno. Per un maggiore dettaglio nella Figura 11 si riassumono le fasce bioclimatiche e i relativi sottotipi secondo l'altitudine. La strategia preventiva, utile per la popolazione anziana, potrebbe svolgersi, sulla base delle frequenze stati-

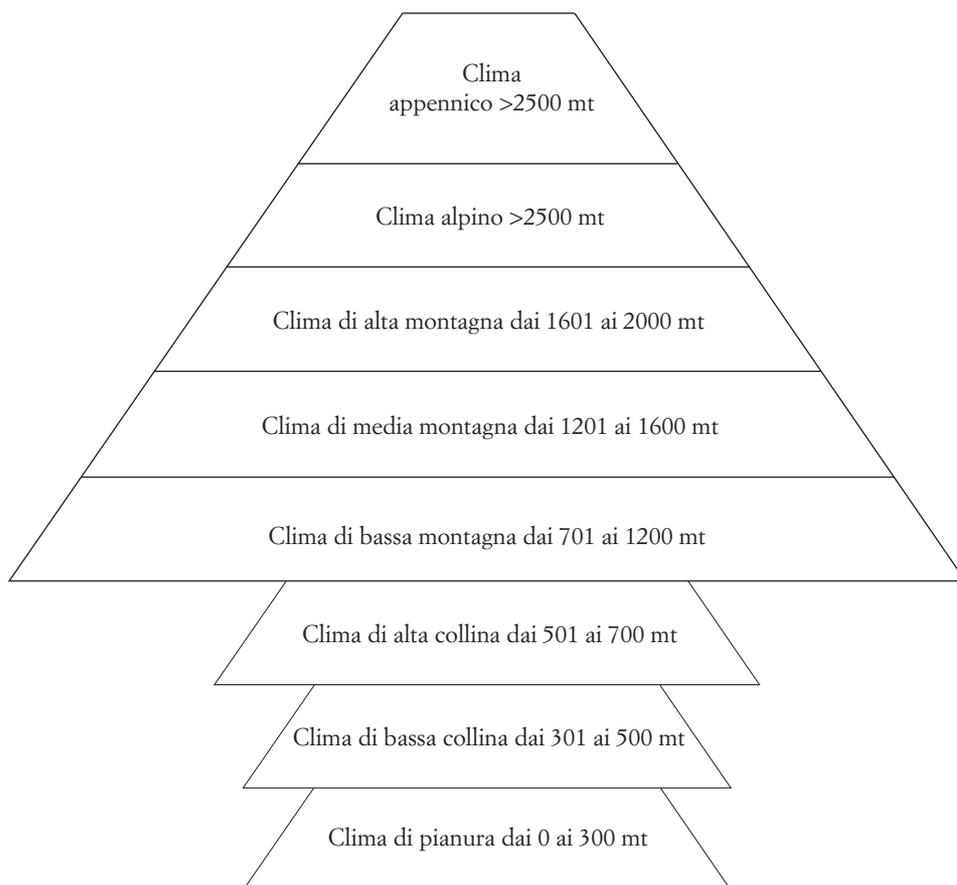


Fig. 11 - Classificazione climatoterapica secondo l'altitudine (Italia).

stiche mensili delle fasi meteorologiche calde del contesto di residenza, in raccomandazioni di periodi di soggiorno climatoterapico.

Disidratazione durante fenomeni duraturi di caldo estremo e categorie a rischio: indicazioni preventive

Durante un'onda di calore persistente e intensa l'organismo umano sfrutta la capacità di aumentare il flusso di sangue alla cute per trasferire l'aumento della temperatura corporea consentendo con il sudore il mantenimento della temperatura interna entro sicuri limiti. Un'adeguata idratazione migliora la termoregolazione mantenendo il volume del sangue e garantendo alla pelle un adeguato flusso di sangue e quindi la sudorazione. Quando il bilancio idrico si fa negativo e la perdita di liquidi raggiunge circa il 2% del peso del corpo, si parla di disidratazione.

Per la diagnosi di disidratazione è innanzitutto fondamentale una buona anamnesi, che deve indagare l'eventuale presenza di una qualsiasi delle condizioni causa di ridotta assunzione di liquidi o di un aumento della loro perdita per via gastrointestinale, urinaria, cutanea o dall'apparato respiratorio. Un accurato esame obiettivo consente poi di mettere in evidenza segni caratteristici quali secchezza della cute, riduzione dell'elasticità della cute, ritardo nel ritorno della plica cutanea o permanenza della cute in plica, mucose asciutte, ipotonia dei bulbi oculari, occhi infossati nelle orbite, guance infossate, riduzione più o meno marcata della perfusione, polso debole, diminuzione della pressione arteriosa, calo ponderale. In generale, si rileva una corrispondenza tra la percentuale di disidratazione e la gravità dei segni clinici, con progressiva compromissione dello stato di vigilanza, che può passare dal-

la confusione allo stupore, al coma e alle convulsioni. I segni clinici sono evidenti e capaci di far intuire anche la percentuale approssimativa della carenza di acqua.

La sudorazione, come si è detto, è uno dei meccanismi fisiologici dell'organismo umano per mantenere l'omeotermia, vale a dire per cercare di mantenere la temperatura corporea costante intorno ai 37°C. Basta un innalzamento della temperatura corporea di soli 2°C per osservare in modo eclatante un calo delle prestazioni fisiche. In condizioni ambientali di scarsa ventilazione associata a tassi igrometrici elevati, la sudorazione si fa più intensa, determinando un'importante dispersione di acqua e sali. Diventa però scarsamente efficace il meccanismo di abbassamento della temperatura corporea legato all'evaporazione. In presenza di temperature elevate il centro di termoregolazione ipotalamico:

- Attiva e regola la sudorazione e la conseguente evaporazione fa dilatare i vasi sanguigni modificando la quantità di flusso sanguigno a livello della cute.
- Intorno ai 30° si ha il cosiddetto "stato termico neutro" dove un individuo a riposo e senza abbigliamento non si scalda e non si raffredda.
- A basse temperature la dispersione del calore avviene essenzialmente grazie ai meccanismi di conduzione, convezione e irraggiamento (si veda la Tabella 2) ove si riportano i diversi meccanismi di dispersione del calore.

Il bilancio idrico dell'organismo dipende dal mantenimento dell'equilibrio tra il volume di acqua in entrata e quello in uscita. Tale equilibrio è governato dal centro ipotalamico della sete, che regola la quantità di acqua da ingerire, e dall'ormone anti-diuretico (ADH), che aumenta il riassorbimento di acqua nel rene. Inoltre, l'organismo consuma una notevole quantità di

TABELLA 2

Diversi meccanismi di trasferimento del calore.

Convezione	Trasferimento di calore dalla cute all'ambiente esterno grazie all'agitazione delle molecole dell'aria a contatto del corpo.
Irraggiamento	Trasferimento (irraggiamento) di calore dalla cute all'ambiente circostante legato all'emissione di radiazione elettromagnetica (es. come avviene per raggi solari).
Evaporazione	Trasferimento di calore dalla cute all'ambiente grazie al passaggio del sudore da liquido a vapore. L'acqua evaporata assorbe energia per 0,56 calorie per grammo di sudore perso.

acqua per le funzioni organiche: è stato stimato che debba essere sostituito ogni giorno dal 5 al 10% del contenuto idrico del corpo; questo significa che il ricambio di acqua deve essere dell'ordine dei 3-4 litri per giorno. Una quantità notevole. Da qui l'esigenza di idratarsi correttamente, in funzione delle condizioni ambientali e dell'attività fisica compiuta. Nella Tabella 3 sono elencati diversi alimenti con la relativa percentuale di acqua presente. I 2/3 (il 67%) sono contenuti negli spazi intracellulari (il volume liquido intra-cel-

lulare - VLIC) e 1/3 (il 33%) in quelli extracellulari (volume liquido extra-cellulare - VLEC) che comprende il liquido interstiziale (23%), il plasma (7%), la linfa (2%) e il liquido trans cellulare (1%).

Calcolatrice alla mano, sono circa 42 litri di acqua presenti in un uomo che pesa 70 Kg: il comparto intracellulare contiene circa 28 litri mentre quello extracellulare circa 14 litri. Il liquido intracellulare, in condizioni fisiologiche, è un indice della massa cellulare corporea. In effetti, la quantità di acqua intracellulare è stret-

TABELLA 3

Percentuale di acqua presente nei più comuni alimenti.

Verdure in genere	95-90%
Latte	90-80%
Frutta in genere	90-80%
Pesci	85-50%
Patate	78%
Pasta asciutta	75-65%
Uova	74%
Carni crude	70-65%
Pane	40-35%
Emmental, parmigiano	35-30%
Burro	17-15%
Pasta, riso, fagioli secchi	12-10%
Lardo	5-2%

tamente collegata con la massa cellulare metabolicamente attiva di un organismo, e pertanto questo parametro rispecchia lo sviluppo e l'accrescimento della massa di cellule presenti nel corpo. È interessante notare che il rapporto VLEC/VLIC, massimo nel neonato, si riduce progressivamente con l'età.

Nella disidratazione possono essere gravi per l'organismo umano bilanci anche moderatamente negativi di acqua. Una diminuzione dell'acqua totale corporea (ATC) corrispondente al 2% del peso del corpo è già in grado di alterare la termoregolazione e influire negativamente sul volume plasmatico, rendendo il sangue più viscoso e limitando l'attività e le capacità fisiche del soggetto: il cuore si affatica e può insorgere, nei casi estremi, il collasso cardiocircolatorio. Con una diminuzione del 5% si hanno crampi; una diminuzione del 7% del peso del corpo può provocare allucinazioni e perdita di coscienza. Perdite idriche vicine al 20% sono incompatibili con la vita.

Le cause di disidratazione sono molteplici:

- L'esposizione a condizioni meteo-climatiche caratterizzate da alte temperature e tassi di umidità notevoli.
- L'esposizione a condizioni meteo-climatiche secche e ventilate, non necessariamente calde; anche alle basse temperature, infatti, la disidratazione è notevole, basti pensare che ad esempio il freddo stimola l'eliminazione di acqua con le urine. Inoltre, in montagna, viene eliminata più acqua con la respirazione, poiché la tensione di vapore dell'aria espirata è più alta di quella ambientale.
- L'esercizio fisico intenso e prolungato.
- Gli episodi ripetuti di vomito e diarrea abbondanti.
- Forti emorragie e ustioni.
- Un'assunzione insufficiente di liquidi.

Le conseguenze dovute alla disidratazione si esprimono con insorgenza del senso di sete (-0,5%), alterazione della regolazione e del volume plasmatico (-2%), crampi muscolari (-5%), allucinazioni, perdita di coscienza (-7%), incompatibilità con la vita (-20%).

Soggetti in età evolutiva (bambini e adolescenti)

Diversi studi hanno indagato sull'impatto delle ondate di calore sulla morbilità e sulla mortalità dei bambini. Nitschke *et al.* [60,61] con due studi eseguiti nel periodo dal 1993-2006 e nel periodo dal 2008-2009 ad Adelaide, Australia, hanno evidenziato un aumento della mortalità nei bambini con età compresa tra gli 0 e i 4 anni. Hajat *et al.* [62] hanno investigato sulla relazione tra alte temperature e impatto sulla popolazione in età evolutiva a Delhi (India), San Paolo (Brasile) e Londra (Inghilterra) scoprendo una diversa proporzione nei tassi di mortalità in soggetti con età compresa tra 0 e 14 anni: a Delhi (48% di incremento), San Paolo (10%) e Londra con soltanto l'1% di incremento. In contrasto, Huang e colleghi [63] con uno studio eseguito sull'ondata di calore occorsa in Europa occidentale nel 2003 non hanno scoperto significativi scostamenti nei tassi di mortalità. Secondo quanto descritto da Zhiwei Xu *et al.* [64] in una recente revisione sistematica, i bambini con età <1 anno sono vulnerabili alle ondate di calore. Le temperature alte e basse sono prevalentemente causa di malattie infettive (gastrointestinali, respiratorie, malaria). Vi è un aumento significativo di malattie caldo-correlate come patologie renali, stati febbrili, squilibrio elettrolitico. Vi è comunque concordanza sul fatto che i neonati e i bambini più piccoli sono a più alto rischio di disidratazione rispetto all'adulto; ciò può essere spiegato quale risul-

tante di insufficienti meccanismi di termoregolazione e ridotta autosufficienza.

Il corpo di un bambino deve bilanciare l'introduzione di acqua e le perdite in modo adeguato, soprattutto nelle prime fasi della vita, quando è più vulnerabile agli squilibri dei fluidi e degli elettroliti. Non è possibile segnalare un valore univoco per il consumo di acqua. Ciò nonostante, si possono individuare delle raccomandazioni per garantire ai bambini un'idratazione adeguata. I risultati degli studi sul bilancio idrico dimostrano che l'ingestione di acqua raddoppia dal primo mese di vita e tra il sesto e il dodicesimo mese. L'aumento del consumo di acqua tra 2 e 9 anni varia dal 5 al 10%.

L'assunzione di acqua giornaliera consigliata per i bambini da 0 a 6 mesi è di 0,7 l/die di acqua, ipotizzando che questa quantità venga prevalentemente dal latte; da 7 a 12 mesi, il fabbisogno sarebbe di 0,8 l/die di acqua, supponendo l'assunzione di latte materno, unita ad altri alimenti e ad altre bevande.

Nei bambini più grandi (4-8 anni), il consumo totale di acqua media è di 1,779 ml/die, con un range di 1,069-2,826 ml/die, senza alcuna differenza di genere a questa età.

A partire dai 9 anni si cominciano a trovare delle differenze per il sesso del bambino. La raccomandazione di acqua potabile è di 1,8 l/die per i maschi di età compresa tra 9 e 13 anni e 2,6 l/die per quelli di età compresa tra i 14 e i 18 anni. Per le ragazze, i parametri di riferimento sono di 1,6 l/die da 8 a 13 anni e di 1,8 l/die tra i 14 e i 18 anni. L'esercizio fisico occupa nel bambino un ruolo importante nello svago e si traduce in un aumento del lavoro muscolare. Le conseguenze di questa attività sul bilancio idrico, nonché sulla spesa energetica, sono differenti in termini di età, sesso, forma fisica, durata, intensità dell'esercizio

e ambiente (temperatura esterna, umidità, vento, altitudine, attività al chiuso o all'aperto).

Negli adolescenti, è importante un abbondante introito di acqua di diverse composizioni, ma la concentrazione di calcio deve essere alta per promuovere i processi di crescita: le acque bicarbonato-calciche offrono una biodisponibilità di calcio superiore ai latticini e innalzano il pH, neutralizzando l'acido lattico prodotto durante l'attività fisica.

Soggetti anziani

Il soggetto anziano è caratterizzato da un volume d'acqua presente nell'organismo nettamente inferiore alle restanti fasce di età. Nella Tabella 4 sono rappresentate le relative percentuali e i range stimati. Tali caratteristiche si incrociano con un aspetto tipico della terza età: difficoltà a mantenere un adeguato equilibrio idro-elettrolitico, un'omeostasi fondamentale per la vita. Un alterato senso della sete, una diminuita efficienza del sistema dell'adiuretina e la diminuzione dell'acqua corporea totale sono le quattro principali cause di disidratazione e ipernatriemia nell'anziano [65]. Non sono stati ancora messi perfettamente in luce i motivi fisiopatologici che portano l'anziano ad avvertire meno il senso della sete. Vi è anche chi sostiene che possa esserci un meccanismo di difesa contro l'avvelenamento da acqua e l'iponatriemia, dovuta alla diminuita capacità del rene di eliminare gli eccessivi carichi di acqua [66].

Il rene con l'età diminuisce la sua capacità di filtrazione glomerulare e di efficienza tubulare, esitando in un controllo precario, ma non c'è ancora accordo se si tratti di un normale processo fisiologico o di una malattia subclinica [67]. Oltre alla diminuita performance omeostatica dovuta all'e-

TABELLA 4

Volume totale dell'acqua in base ad età e sesso.

Feto	85-90%
Nascita	75-80%
Uomo	60%
Donna	55%
Anziano	40-50%

tà, concorrono molti altri fattori spesso associati al soggetto anziano, come la diminuita indipendenza e prestanta fisica che fanno sì che, specialmente in estate, egli non abbia la forza per rispondere ogni volta allo stimolo della sete. La disidratazione negli anziani è una delle dieci cause più frequenti di ospedalizzazione e aumenta in modo impressionante sia la morbilità sia la mortalità. Secondo Warren *et al.* [68], su oltre dieci milioni di ospedalizzazioni di persone oltre i 65 anni, il 4% aveva come diagnosi principale la disidratazione e il 6.7% come diagnosi aggiuntiva. A seguito della sola disidratazione è stato registrato un tasso di mortalità nel primo mese dalla diagnosi del 17.4% e un aggiuntivo 30.6% nei successivi 11 mesi: pressoché in tutte le altre diagnosi principali d'ingresso (con la sola eccezione delle gastroenteriti), l'aggravante della disidratazione peggiorava sensibilmente sia la mortalità a un mese che quella ad un anno.

In maniera analoga, una diminuzione della pressione arteriosa sistolica di 20 o più mm di Hg dovuta al passaggio clino-orto, oppure di 10 o più mm di Hg per la PA diastolica è indice di disidratazione.

Il peso specifico urinario (esame urine) è probabilmente l'indice più usato nel controllo di assunzione di liquidi. Un inadeguato apporto costringe il rene a concentrare le urine, aumentando il ps

fino a valori di 1.025-1.030, mentre con un abbondante introito di acqua il peso specifico si abbassa fino a valori prossimi a quelli della sola acqua, cioè vicino a 1.000. L'efficienza renale limita però l'arco temporale di misura dell'introito di liquidi, di cui il ps è indice, a sole poche ore prima della minzione. Il prelievo mattutino (di norma utilizzato per l'analisi), è fisiologicamente un po' più concentrato rispetto alle altre minzioni a parità d'idratazione corporea, ed è anzi utilizzato proprio perché la maggiore concentrazione permette una più facile identificazione di eventuali componenti patologiche. Nonostante tutte queste pesanti limitazioni, la densità delle urine è, con la sodiemia, l'unico valido indice di laboratorio di scarso apporto di liquidi. In pratica le urine concentrate sono sicuramente indice di disidratazione solo se accompagnate da oliguria e ipotensione. La determinazione degli elettroliti e del Na e K in particolare sono molto utili nei pazienti in terapia diuretica e per valutare uno stato di disidratazione, soprattutto in casi gravi. Un Na⁺ superiore a 148 indica disidratazione. Occorre però prestare attenzione che la sodiemia è in grado di rilevare solo le disidratazioni ipertoniche – comunque la maggioranza dei casi negli anziani – generalmente dovute a perdite attraverso la pelle, il polmone o per mancato introito con le bevande, ma non le

isotoniche (perdita equivalente di acqua e di Na), come nei casi di vomito o diarrea, o le ipotoniche, dove la perdita di sodio supera quella di acqua e il sodio sierico diminuisce sotto 135, come nel caso di eccessivo uso di diuretici. Il K ha un ruolo diverso, e in questo ambito è utilizzato per valutare l'appropriatezza della terapia diuretica: un'iperpotassiemia indica un eccessivo uso dei risparmiatori di K, viceversa un'ipopotassiemia.

L'osmolalità: in pratica questo parametro segue le variazioni del Na, con le stesse indicazioni e limitazioni, ma è meno specifico perché variazioni della glicemia, azotemia, alcolemia o di altri metaboliti lo possono impropriamente far variare.

Gli anziani vanno incontro a due tipi di disidratazione: cronica, dovuta al persistente basso introito di liquidi rispetto ai giovani, che setta l'organismo in un permanente stato d'ipo-disidratazione e una acuta, in cui eventi specifici alterano fortemente il bilancio idrico.

A seconda della stagione e dell'apporto di liquidi in altre forme si consiglia di assumere acqua solo da una bottiglia da 1,5 (obiettivo minimo) o 2,0 litri, che deve essere svuotata prima di sera.

Un altro modo per introdurre liquidi in estate è il consumo di frutta, in questo periodo particolarmente abbondante, oppure nei mesi freddi l'uso di bevande calde come il tè. Per il tè, come per tutte le altre bevande (*soft drink*), occorre prestare molta attenzione al contenuto zuccherino. Queste circostanze aumentano la necessità di fluidi circolanti: lo stress, l'attività e l'esercizio fisico, l'aumento della temperatura ambientale, febbre, perdita di liquidi da vomito e/o diarrea, diabete scompensato, ustioni, ecc. Come regola generale si possono fissare alcune raccomandazioni che potrebbero prevenire la disidratazione di fronte a situazioni particolari quali:

- con l'aumento della temperatura ambientale: aggiungere 300 ml di liquido per ogni grado di temperatura superiore a 37 °C.
- per problemi dell'apparato digerente (vomito o diarrea), oltre ad assicurare che si soddisfi l'assunzione minima raccomandata di liquidi, si dovrebbe aumentare l'assunzione di liquidi in 600 ml al giorno.
- per problemi respiratori (compresa la tachipnea), implementano l'assunzione di liquidi al giorno a 600 ml [85].

È quindi raccomandata alla persona anziana l'assunzione di liquidi gradualmente durante il giorno (bere almeno 4-6 bicchieri di acqua, come se si trattasse di una prescrizione di un farmaco), magari privilegiando la mattina rispetto la sera, per evitare problemi d'incontinenza e risvegli notturni. Svegliandosi la notte, soprattutto nei periodi estivi, si dovrebbero bere liquidi. Dopo ogni pasto (colazione, pranzo, merenda e cena) si dovrebbe bere un bicchiere d'acqua per facilitare la deglutizione del bolo alimentare. Per le persone anziane sarebbe meglio evitare di bere immediatamente prima e durante il pasto, poiché provoca il riempimento gastrico e senso di sazietà. L'assunzione di liquidi (circa 300-400 ml) la mattina a digiuno, a distanza di poco più di 10-15 minuti, produce un effetto benefico peristaltico contro la stitichezza.

Atleti e praticanti sport

Durante l'attività fisica la produzione di calore metabolico da parte dei muscoli, che svolgono il lavoro, aumenta la temperatura interna. Nell'esercizio fisico il rischio di surriscaldamento aumenta anche per fattori ambientali, come la pressione idrostatica e il tasso d'umidità, che possono limitare la capacità di evaporazione del sudore. L'ipertermia occorre quando la

dissipazione del calore con la sudorazione non è sufficiente per colmare l'aumento di calore generato dai muscoli sotto sforzo. Durante l'esercizio fisico, e in presenza di fattori climatici caldo-umidi, la produzione di calore può essere fino a 15-20 volte superiore rispetto ai valori di riposo, e sarebbe come aumentare la temperatura corporea di 1°C ogni 5 minuti se non vi fosse la sudorazione [69,70].

La durata e l'intensità dell'esercizio, le condizioni ambientali, lo stato di idratazione e l'acclimatazione influiscono sulla termoregolazione durante l'esercizio fisico. Soprattutto atleti non professionisti, avendo una forma fisica inferiore a quella degli atleti, rischiano la disidratazione e le relative conseguenze (colpo di calore, ipertermia) perché esercitano l'attività fisica senza sorveglianza (spesso da soli) e senza un piano corretto d'idratazione [71].

La quantità massima di sudore prodotto arriva a 1,5-2 litri/ora, ma in atleti particolarmente allenati e in condizioni particolari può arrivare a 2,5-3 litri/ora, con punte che raggiungono i 4 litri/ora. Nonostante questo impegno vi è però sempre accumulo di calore, sia perché la sudorazione inizia 1-3 minuti dopo l'inizio dell'attività (soglia d'innescò), sia perché anche la massima produzione di sudore non riesce a disperdere che l'80% del calore prodotto. Inoltre, essendo la massima capacità di svuotamento dello stomaco di 1 litro/ora, diventa impossibile recuperare i fluidi persi col sudore quando questi sono particolarmente abbondanti. Il tasso di svuotamento gastrico di 1 l/ora è raggiungibile mantenendo circa 500 ml di liquidi permanentemente nello stomaco. Con volumi più bassi lo svuotamento diminuisce. La disidratazione comporta l'inizio di una spirale negativa: un corpo disidratato produce meno sudore e rallenta il tasso di

svuotamento gastrico, per cui si accalda e si disidrata ancora di più. Anche da qui l'importanza di un ottimo stato d'idratazione prima della gara. Nel caso di attività fisica intensa, l'idratazione non deve essere lasciata al soddisfacimento della sensazione di sete da parte del soggetto, sia perché potrebbe essere influenzata da fattori psicologici (tensione della gara, preoccupazione), sia perché la sete compare quando si è già perso l'1-2% del peso corporeo, con disidratazione e scadimento della prestazione. È consigliabile, quindi, idratarsi secondo un piano prestabilito. In caso di umidità relativa del 100%, ogni attività faticosa va sospesa o rimandata per l'impossibilità di funzionamento del sistema di sudorazione. Gocciolando e non evaporando non si ha alcuna dispersione di calore, con gravissime ripercussioni sulla salute. Anche le attività svolte a temperature ambienti superiori a quelle corporee vanno evitate, perché in questo caso non funzionano più i meccanismi dell'irraggiamento della conduzione e convezione; anzi, vi è un apporto di calore dall'esterno all'interno del corpo. Ad altitudini superiori ai 2.500 metri va calcolata una quota supplementare di acqua persa attraverso la respirazione.

Il reintegro idrico per attività medio-basse può essere ottenuto semplicemente con acqua. La perdita di sali, circa 2-3 grammi di NaCl ogni litro di sudore è, di solito, ampiamente compensata dalla funzionalità renale tramite un maggior riassorbimento sia di NaCl sia di potassio e magnesio. Nel caso di sudorazioni molto abbondanti e protratte è però consigliato attuare anche un reintegro salino. Un bicchiere di succo di arancio o di pomodoro reintegra gli elettroliti persi con un litro di sudore. Molte persone aggiungono un po' di sale e un po' di zucchero nell'acqua d'idrata-

zione, ciò consente di ottenere un duplice vantaggio: si riequilibra maggiormente il patrimonio idroelettrolitico e si facilita il passaggio del glucosio attraverso i microvilli intestinali grazie al co-trasporto con il sodio e, viceversa, la presenza di piccole quantità di carboidrati migliora il tasso di assorbimento di Na⁺ e acqua. La quantità di carboidrati non deve superare gli 8 grammi/litro, per non aumentare il tempo di svuotamento gastrico. Se oltre al ripristino idroelettrolitico fosse necessario anche quello di carboidrati oltre gli 8 grammi/L, è possibile utilizzare maltodestrine al posto del saccarosio [72,73].

Lavoratori

Sono diverse le categorie di lavoratori a rischio di disidratazione durante le situa-

zioni estive molto calde, in particolare diverse tipologie di addetti all'aperto. Nella Tabella 5 viene fornito un quadro generale. Come già evidenziato in precedenza, una corretta idratazione si può ottenere con l'assunzione di acqua in modo regolare durante la giornata; per le persone che compiono un'attività lavorativa sotto stress o lavorando in un ambiente caldo l'idratazione è spesso inadeguata.

L'idratazione sul posto di lavoro è quindi un problema fonte di specifiche attenzioni, influenzando negativamente sulla produttività, la sicurezza, sui costi e anche sul morale. Le indicazioni preventive già enunciate per l'attività sportiva valgono anche per le attività lavorative in ambiente caldo.

Tuttavia, l'assunzione di acqua giornaliera varia notevolmente per i singoli e tra grup-

TABELLA 5

Elenco generale lavoratori a rischio in ambienti esterni (Fonte: Ministero della Salute – ISS).

Agricoltori
Forestali
Addetti alla manutenzione aree verdi
Lavoratori in cave e miniere a cielo aperto
Lavoratori nell'edilizia (cantieri a cielo aperto)
Addetti alla manutenzione stradale
Addetti automezzi movimentazione terra
Addetti linee ferroviarie
Addetti linee elettriche e idrauliche esterne
Lavoratori della pesca
Addetti di stabilimenti balneari
Addetti a piattaforme marine
Addetti ad attività subacquee
Addetti a mansioni all'aperto relative a sport invernali
Istruttori di sport all'aperto
Addetti alla sicurezza con attività prevalente all'aperto (pattugliamento, gestione del traffico ecc.)
Addetti alla guida di veicoli (mezzi pubblici, autocarri ecc.)
Addetti alla distribuzione carburanti
Operatori ecologici
Portalettere
Addetti a operazioni carico e scarico all'aperto
Venditori ambulanti

pi. L'acqua che quotidianamente dovrebbe assumere un sedentario è di circa 1,2 l o 2,5 l e dovrebbe aumentare a 3,2 l se svolge un'attività fisica modesta [74,75]. Rispetto agli adulti sedentari, i soggetti anziani che svolgono un'attività lavorativa in *hot environments* dovrebbero assumere fino a 6 l di acqua giornalmente. Limitati sono gli studi sulle donne lavoratrici; ma un dato disponibile mostra un'assunzione giornaliera di acqua inferiore rispetto all'altro sesso [76]. L'entità delle perdite di sudore sostenute durante il lavoro in un ambiente caldo dipende principalmente dall'intensità del lavoro e dalla durata dello stesso [77].

Si pone l'accento sul fatto che durante il lavoro sub-massimale in un ambiente caldo, la disidratazione porta a un aumento della tensione cardiovascolare mentre la frequenza cardiaca aumenta di quattro battiti al minuto per ogni perdita percentuale di peso corporeo. La disidratazione ha anche effetti negativi sulle prestazioni del lavoro aerobico. L'entità del decremento nelle prestazioni, pur essendo soggettiva, è legata alla temperatura ambientale e al tipo d'esercizio fisico.

L'educazione quindi è una componente essenziale per aiutare i lavoratori a mantenere il loro stato di idratazione durante e dopo un turno di lavoro. Informare le persone, specialmente coloro che lavorano in un ambiente caldo, circa la valutazione dell'idratazione, sui segni, i pericoli e le strategie per mantenerla adeguata durante il lavoro può ridurre i rischi lavorativi.

CONCLUSIONI

Dai dati che emergono si possono trarre molte conclusioni: anzitutto le risultanze epidemiologiche dei dati dell'Europa occidentale e quelli successivi del 2010 in Russia dimostrano che le onde di calore

per produrre effetti rilevanti in termini di mortalità devono essere durature (diversi giorni o settimane) e a carattere estremo. Solo in tali condizioni si osserva un marcato eccesso di mortalità e di morbilità. Ciò suggerisce che tali eventi devono essere gestiti con strumenti ben articolati di igiene e sanità pubblica. Il dato dell'Europa occidentale è nettamente confermato dai dati epidemiologici osservati sulla mortalità conseguente all'onda di calore in Russia. L'evento meteo climatico occorso in Russia, sulla base dei dati CRED, può definirsi come un evento assolutamente eccezionale con una probabilità di tempi di ritorno dilatata. Inoltre, alla luce dei dati sanitari, va certamente sostenuta l'ipotesi di una scarsa adattabilità della popolazione russa, colpita da un evento eccezionale per intensità e durata e ulteriormente aggravata dalla concomitante insorgenza d'incendi. La scarsa penetrazione dell'aria condizionata negli ambienti confinati e la mancanza di un piano generale di prevenzione hanno ulteriormente complicato il quadro.

I gravi effetti esercitati sulla salute della popolazione da tali condizioni atmosferiche anomale hanno sottolineato pertanto la necessità di spostare l'attenzione dal piano della mera ricerca epidemiologica a quello operativo e gestionale; le informazioni disponibili in merito alle conseguenze esercitate sulla salute dai fenomeni meteorologici *warm* e per conseguenza, dai sovrastanti mutamenti climatici che sembrano guidare tali processi, devono essere trasferite sul piano della politica e dell'azione concreta nell'intento di assicurare protezione ai soggetti portatori di patologie cronico-degenerative e ai soggetti anziani in genere. In aggiunta, sono molti gli aspetti di profilassi stagionale mirata contro il distress, che potrà esplicarsi per mezzo dell'esercizio fisico, dell'allenamen-

to intervallare ipossico, della ginnastica respiratoria, dell'alternanza di bagni caldi e freddi, del training autogeno e di altre metodologie accessibili e verificate atte a elevare le riserve e le capacità di adattamento dell'organismo.

Bibliografia

1. Vergetti M (a cura di). *Opere di Ippocrate*. Torino: UTET, 1965.
2. Semenza JC, Rubin CH, Falter KH, Selankio JD, Flanders WD, Howe HL, Wilhelm JL. Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *N Engl J Med* 1996; 335: 84-90.
3. Semenza JC, McCullough JE, Flanders WD, McGeehin MA, Lumpkin JR. Excess hospital admissions during the July 1995 heat wave in Chicago. *American Journal of Preventive Medicine* 1999; 16(4): 269-277.
4. McGeehin MA, Mirabelli M. The potential impacts of climate variability and change on temperature-related morbidity and mortality in the United States. *Environmental Health Perspectives* 2001; 109(S2): 185-189.
5. Greenough G, McGeehin M, Bernard SM, Trtanj J, Riad J, Engelberg D. The potential impacts of climate variability and change on health impacts of extreme weather events in the United States. *Environmental Health Perspectives* 2001; 109(S2): 191-198.
6. Kovats SR, Hajat S, Wilkinson P. Contrasting patterns of mortality and hospital admissions during hot weather and heat waves in greater London, UK. *Occup J Environ Med* 2004; 61: 893-898.
7. Besancenot JP. Vagues de chaleur et mortalité dans les grandes agglomérations urbaines. *Environ Risques Santé* 2002; 1: 229-240.
8. Thirion X. La vague de chaleur de juillet 1983 à Marseille: enquête sur la mortalité, essai de prévention. *Santé Publique* 1992; 4: 58-64.
9. Ballester F, Corella D, Perez-Hoyos S, Saez M, Hervas A. Mortality as a function of temperature. A study in Valencia, Spain, 1991-1993. *Int J Epidemiol* 1997; 26: 551-561.
10. Dessai S. Heat stress and mortality in Lisbon. Part I. Model construction and validation. *International Journal Biometeorology* 2002; 47: 6-12.
11. Dessai S. Heat stress and mortality in Lisbon. Part II. An assessment of the potential impacts of climate change. *Int J Biometeorol* 2003; 48: 37-44.
12. Revich B, Shaposhnikov D. Temperature-induced excess mortality in Moscow. *Int J Biometeorol* 2008; 52: 367-374.
13. Hu W, Mengersen K, Mc Michael A, Tong S. Temperature, air pollution and total mortality during summer in Sydney, 1994-2004. *Int J Biometeorol* 2008; 52: 689-696.
14. Tan J, Zheng Y, Song G, Kalkstein LS, Kalkstein AJ, Tang X. Heat wave impacts on mortality in Shanghai, 1998 and 2003. *Int J Biometeorology* 2007; 51:193-200.
15. Diaz J, Garcia R, Velázquez de Castro F, Hernández E, López C, Otero A. Effects of extremely hot days on people older than 65 years in Seville (Spain) from 1986 to 1997. *Int J Biometeorol* 2002; 46: 145-149.
16. Díaz J, Linares C, Tobías A. Impact of extreme temperatures on daily mortality in Madrid (Spain) among the 45-64 age-group. *Int J Biometeorol* 2006; 50: 342-348.
17. Laaidi M, Laaidi K, Besancenot JP. Temperature-related mortality in France, a comparison between regions with different climates from the perspective of global warming. *Int J Biometeorol* 2006; 51: 145-153.
18. Stafoggia M, Forastiere F, Agostini D, Biggeri A, Bisanti L, Cadum E, Caranci N, de' Donato F, De Lisio S, De Maria M, Michelozzi P, Miglio R, Pandolfi P, Picciotto S, Rognoni M, Russo A, Scarnato C, Perucci CA. Vulnerability to heat-related mortality: a multi-city population-based case-crossover analysis. *Epidemiology* 2006; 17: 315-323.
19. Curriero FC, Heiner KS, Samet JM, Zeger SL, Strug L, Patz JA. Temperature and mortality in 11 cities of the Eastern United States. *Am J Epidemiol* 2002; 155: 80-87.
20. Michelozzi P, Accetta G, De Sario M, D'Ippoliti D, Marino C, Baccini M, Biggeri A, Ross Anderson H, Katsouyanni K, Ballester

- F, Bisanti L, Cadum E, Forsberg F, Forastiere F, Goodman PG, Hojs A, Kirchmayer U, Medina S, Paldy A, Schindler C, Sunyer J, Perucci CA. High temperature and hospitalizations for cardiovascular and respiratory causes in 12 European cities. *Am J Respir Crit Care Med* 2009;179:383-389.
21. Xiao J, Peng J, Zhang Y, Liu T, Rutherford S, Lin H, Qian Z, Huang C, Luo Y, Zeng W, Chu C, Ma W. How much does latitude modify temperature-mortality relationship in 13 eastern US cities? *Int J Biometeorol* 2015; 59: 365-372.
 22. Anderson GB, Bell ML. Heat waves in the United States: mortality risk during heat waves and effect modification by heat wave characteristics in 43 US communities. *Environ Health Perspect* 2011; 119(2).
 23. Basu R. High ambient temperature and mortality: a review of epidemiologic studies from 2001 to 2008. *Environ Health* 2009; 8:40.
 24. Burkart K, Breitner S, Schneider A, Hosain Khan M, Krämer A, Endlicher W. An analysis of heat effects in different subpopulations of Bangladesh. *Int J Biometeorol* 2014; 58: 227-237.
 25. World Health Organization. *Methods of assessing human health and public health adaptation to climate change*. 2003.
 26. World Health Organization. *Climate change and human health. Risks and responses*. 2003.
 27. World Health Organization. *Heat waves. Risk and responses*. 2004.
 28. World Health Organization and World Meteorological Organization. *Atlas of health and climate*. 2012.
 29. IPCC, Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR4).
 30. Epstein PR. Is global warming harmful to health? *Scientific American* 2000; 283: 50-57.
 31. Boscolo-Berto R, Dal Moro M, Abate A, Arandjelovic G, Tosato F, Bassi P. Do weather conditions influence the onset of renal colic? A novel approach to analysis. *Urol Int* 2008; 80: 19-25.
 32. Brikowsky TH, Lotan Y, Pearle MS. Climate-related increase in the prevalence of urolithiasis in the United States. *PNAS* 2008; 105:9841-9846.
 33. Condeci V, Gestro M, Dozio E, Tartaglino B, Corsi Romanelli MM, Solimene U, Meco R. Association with meteorological factors and daily emergency visits for renal colic and urinary calculi in Cuneo, Italy. A retrospective observational study, 2007–2010. *Int J Biometeorol* 2015; 59: 249-263.
 34. Fakheri RJ, Goldfarb DS. Ambient temperature as a contributor to kidney stone formation: implications of global warming. *Kidney international* 2011; 79: 1178-1185.
 35. Rainham DG, Smoyer-Tomic KE, Sheridan SC, Burnett RT. Synoptic weather patterns and modification of the association between air pollution and human mortality. *Int J Environ Health Res* 2005; 15(5): 347-360.
 36. Anderson GB, Bell ML. Heat waves in the United States: mortality risk during heat waves and effect modification by heat wave characteristics in 43 US communities. *Environ Health Perspect* 2011; 119(2): 210.
 37. Colleen ER, Snowden JM, Kontgis C, Tager IB. The role of ambient ozone in epidemiologic studies of heat-related mortality. *Environ Health Perspect* 2012; 120: 1627-1630.
 38. Nasrallah HA, Brazel AJ, Balling RC Jr. Analysis of the Kuwait City heat island. *Int J Climatol* 1990; 10:401-405.
 39. Tso CP. A survey of urban heat island in two tropical city. *Atmospheric Environment* 1996; 30: 507-519.
 40. Bitan A. *The urban heat island, its negative impact on human comfort and measures to be taken to reduce its effect*. cCASHh Workshop on Vulnerability to Thermal Stresses, 5-7 May, Freiburg (Germany), 2003.
 41. Istituto Superiore di Sanità. *Indagine epidemiologica sulla mortalità estiva*. 2003.
 42. Conti S, Meli P, Minelli G, Solimini R, Toccaeli V, Vichi M, Beltrano CM, Perini L. *Epidemiological study of mortality during summer 2003 in Italian regional capitals: result of a rapid survey*. In: Kirch W, Menne B, Bertollini R (a cura di). *Extreme weather events and public health responses*. World Health Organization, 2005.

43. Michelozzi P, de Donato F, Bisanti L, Russo A, Cadum E, DeMaria M, D'Ovidio M, Costa G, Perucci CA. *Heat waves in Italy: cause specific mortality and the role of educational level and socio-economic condition*. In: Kirch W, Menne B, Bertollini R (a cura di). *Extreme weather events and public health responses*. WHO, 2005.
44. Kravchenko J, Abernethy AP, Fawzy M, Lyerly HK. Minimization of heatwave morbidity and mortality. *Am J Prev Med* 2013; 44(3): 274-82.
45. Gronlund CJ. Racial and socioeconomic disparities in heat-related health effects and their mechanisms: a review. *Curr Epidemiol Rep* 2014; 1: 165-173.
46. Kaiser R, Rubin CH, Henderson AK, Wolfe MI, Kieszak S, Parrott CL, Adcock M. Heat-related death and mental illness during the 1999 Cincinnati heat wave. *Am J Forensic Med Pathol* 2001; 22(3): 303-7.
47. Naughton MP, Henderson A, Mirabelli MC, Kaiser R, Wilhelm JL, Kieszak SM, Rubin CH, McGeehin MA. Heat-related mortality during a 1999 heat wave in Chicago. *Am J Prev Med* 2002; 22(4): 221-227.
48. World Health Organization. *Solar ultraviolet radiation. Global burden of disease from solar ultraviolet radiation*. 2006.
49. AIFA: http://www.agenziafarmaco.gov.it/sites/default/files/dossier_farmaci__estate_2_0.pdf
50. World Health Organization. *Public health advice on preventing health effects of heat. New and updated information for different audiences*. 2011.
51. Steadman RG. The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. *J Applied Meteorol* 1979; 18: 861-873.
52. Pepi WJ. The Summer Simmer Index. *Weatherwise* 1987; 40(3).
53. Pepi WJ. *Summer Simmer Index*. International audience at the 80th annual meeting of the AMS at Long Beach, California, on January 11th.
54. Kliber HH. Environmental physiology and shelter engineering. LXVII. Thermal effects of various temperature-humidity combinations on Holstein cattle as measured by physiological responses. *Res Bull Missouri Agric Exp Station* 1964; 862.
55. Thom EC, Bosen JF. The discomfort index. *Weatherwise* 1959; 12: 57-60.
56. Den Boer JW, Yzerman E, Schellekens J, Lettinga KD, Boshuizen HC, Van Steenberghe JE. A large outbreak of Legionnaires' disease at a flower show, the Netherlands, 1999. *Emerg Infect Dis* 2002; 8: 37-43.
57. Keller DW, Hajjeh R, DeMaria A, Fields BS, Pruckler JM, Benson RS. Community outbreak of Legionnaires' disease: an investigation confirming the potential for cooling towers to transmit Legionella species. *Clin Infect Dis* 1996; 22: 257-61.
58. García-Fulgueiras A, Navarro C, Fenoll D, García J, González-Diego P, Jiménez-Buñuales T, Rodríguez M, Lopez R, Pacheco F, Ruiz J, Segovia M, Balandrón B, Pelaz C. Legionnaires' disease outbreak in Murcia, Spain. *Emerg Infect Dis* 2003; 8: 915-21.
59. Solimene U, Brugnoli A. *Meteorologia e climatologia medica. Tempo, clima e salute*. Milano: MediaMed Edizioni, 2000.
60. Nitschke M, Tucker GR, Bi P. Morbidity and mortality during heatwaves in metropolitan Adelaide. *Med J Aust* 2007; 187: 662-665.
61. Nitschke M, Tucker GR, Hansen AL, Williams S, Zhang Y, Bi P. Impact of two recent extreme heat episodes on morbidity and mortality in Adelaide, South Australia: a case-series analysis. *Environmental Health* 2011; 10:42.
62. Hajat S, Armstrong BG, Gouveia N, Wilkinson P. Mortality displacement of heat-related deaths: A comparison of Delhi, Sao Paulo, and London. *Epidemiology* 2005; 16: 613-620.
63. Huang W, Kan H, Kovats S. The impact of the 2003 heat wave on mortality in Shanghai, China. *Sci Total Environ* 2010; 408: 2418-2420.
64. Xu Z, Hu W, Su H, Turner LR, Ye X, Wang J, Tong S. Extreme temperatures and paediatric emergency department admissions. *J Epidemiol Community Health* 2014; 68(4): 304-11.

65. Rolls BJ, Phillips PA. Aging and disturbances of thirst and fluid balance. *Nutr Rev* 1990; 48(3): 137-44.
66. Beck LH. The aging kidney. Defending a delicate balance of fluid and electrolytes. *Geriatrics* 2000; 55(4): 26-8.
67. Kenney WL, Chiu P. Influence of age on thirst and fluid intake. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(9): 1524-32.
68. Warren JL, Bacon WE, Harris T, McBean AM, Foley DJ, Phillips C. The burden and outcomes associated with dehydration among US elderly, 1991. *Am J Public Health* 1994; 84(8): 1265-8.
69. Nadel ER, Wenger CB, Roberts MF *et al.* Physiological defenses against hyperthermia of exercise. *Ann NY Acad Sci* 1977; 301: 98-109.
70. Armstrong L, Casa D, Millard-Stafford M. American College of Sports Medicine position stand, *et al.* Exertional heat illness during competition. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39: 556-72.
71. Donoghue AM, Sinclair MJ, Bates GP. Heat exhaustion in a deep underground metalliferous mine. *Occup Environ Med* 2000; 57(3): 165-74.
72. Kerksick C *et al.* International Society of Sports Nutrition Position Stand: nutrient timing. *J Int Soc Sports Nutrition* 2008; 5: 17.
73. Jeukendrup A. Nutrition for endurance sports: marathon, triathlon, and road cycling. *Journal of Sports Sciences* 2011; 1-9.
74. Adan A. Cognitive performance and dehydration. *J Am College Nutrition* 2012; 31(2): 71-78.
75. Shimizu T, Kosaka M, Fujishima K. Human thermoregulatory responses during prolonged walking in water at 25, 30 and 35 degrees C. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998; 78(6): 473-8.
76. Armstrong LE, Ganio MS, Casa DJ *et al.* Mild dehydration affects mood in healthy young women. *J Nutr* 2012; 142: 382-388.
77. Petri NM, Dropulic N, Kardum G. Effects of voluntary fluid intake deprivation on mental and psychomotor performance. *Croat Med J* 2006; 47: 855-861.

Sitografia

<http://www.salute.gov.it/>
<http://www.iss.it/>
<http://www.who.int/globalchange/en/>
<http://www.fire.uni-freiburg.de/current/globalfire.htm>
<http://data.giss.nasa.gov/gistemp/>
<http://wkserv.met.fu-berlin.de/>
http://www.wmo.int/pages/index_en.html
<http://biometeorology.org/>
<http://www.noaa.gov/>
<http://www.cred.be/>

DOTT. VINCENZO CONDEMI

Dipartimento di Scienze Biomediche per la Salute - Medical biometeorology and bioclimatology Unit - Centro di Ricerche in Bioclimatologia Medica, Medicina Termale, Complementare e Scienze del Benessere Biotecnologie e Medicine Naturali dell'Università degli Studi di Milano

DOTT. MASSIMO GESTRO

Centro di Ricerche in Bioclimatologia Medica, Medicina Termale, Complementare e Scienze del Benessere Biotecnologie e Medicine Naturali dell'Università degli Studi di Milano - Medical biometeorology and bioclimatology Unit

PROF. UMBERTO SOLIMENE

Centro di Ricerche in Bioclimatologia Medica, Medicina Termale, Complementare e Scienze del Benessere Biotecnologie e Medicine Naturali dell'Università degli Studi di Milano