



Ministero della Salute



Centro Nazionale per la Prevenzione ed il Controllo delle Malattie

*Dipartimento della Protezione Civile - DPC
Centro di Competenza Nazionale
di Prevenzione degli Effetti del Caldo
(Dipartimento di Epidemiologia ASL RM/E)*

***Piano Operativo Nazionale
per la Prevenzione
degli Effetti del Caldo sulla Salute***

Classifica F.3.a.d-13/17

Report 13° trimestre (Dicembre 2008– Marzo 2009)

Allegato 13.4

Revisione degli studi di valutazione delle attività di prevenzione degli effetti delle ondate di calore sulla salute – aggiornamento marzo 2009

Il problema

Le ondate di calore sono condizioni meteorologiche estreme che si verificano durante la stagione estiva, caratterizzate da temperature elevate, al di sopra dei valori usuali, che possono durare giorni o settimane. Studi epidemiologici hanno evidenziato come tali condizioni abbiano un impatto significativo sulla salute della popolazione residente nelle aree urbane, in particolare in alcuni sottogruppi maggiormente vulnerabili come gli anziani ed i bambini, le persone affette da malattie croniche o appartenenti alle classi sociali più svantaggiate (Schuman 1972, Jones et al. 1982, Albertoni et al. 1984, Semenza et al. 1996, Michelozzi et al. 2004).

Tra gli esiti sulla salute associati ad una intensa e prolungata esposizione alle temperature elevate, sono compresi disturbi direttamente riconducibili al caldo come i crampi da calore, la sincope da calore ed il colpo di calore, ed effetti indiretti come l'aggravamento di condizioni morbose preesistenti che può essere così severo da portare alla morte (Kilbourne 1999). Molti dei decessi associati alle ondate di calore riconoscono, difatti, una malattia cardiovascolare, respiratoria o cerebrovascolare come causa correlata al decesso, dato che le persone affette da queste patologie hanno una ridotta capacità adattativa (Rooney et al. 1998, Huynen et al. 2001, Michelozzi et al. 2005).

L'effetto delle ondate di calore sulla mortalità è relativamente immediato, con una latenza di 1-3 giorni tra il verificarsi di un rapido innalzamento della temperatura ed il successivo aumento del numero di decessi (Huynen et al. 2001, Hajat et al. 2002). A parità delle altre condizioni meteorologiche, le ondate di calore cui è associato il maggior numero di decessi sono quelle più intense e prolungate e quelle che si verificano agli inizi della stagione estiva quando la popolazione ancora non ha sviluppato dei meccanismi di adattamento fisiologico al caldo, soprattutto a causa dei decessi di soggetti già debilitati e vulnerabili che sarebbero comunque deceduti nei mesi successivi (il cosiddetto "effetto harvesting") (Diaz et al. 2002, Hajat et al. 2002). L'impatto delle ondate di calore dipende anche dal particolare contesto geografico, con un impatto maggiore là dove le condizioni sperimentate dalla popolazione devino in maniera rilevante da quelle abituali (Smoyer 1998a, Diaz et al. 2002, Hajat et al. 2002). In una stessa area geografica, inoltre, l'impatto delle ondate di calore sulla popolazione può variare, non solo al variare dei livelli di esposizione ma anche a seguito dell'implementazione di interventi di prevenzione e di cambiamenti delle caratteristiche socio-demografiche che determinano la suscettibilità individuale (Davis et al. 2003a, Davis et al. 2003b, McGeehin & Mirabelli 2001).

La risposta

I sistemi di allarme

Anche se non è possibile prevenire il verificarsi di eventi meteorologici estremi come le ondate di calore, essi possono essere previsti in anticipo attraverso sistemi di allarme, dando alle autorità pubbliche e sanitarie il tempo di intraprendere una serie di azioni mirate sia a ridurre la vulnerabilità della popolazione che ad aumentarne le capacità di risposta (Ebi 2005). Un sistema di allarme deve essere in grado di prevedere non solo l'occorrenza delle ondate di calore ma anche il loro impatto in termini di morbosità e mortalità, in maniera il più possibile specifica, accurata e tempestiva. Sistemi di

sorveglianza e allarme per il caldo, denominati Heat Health Watch/Warning Systems (HHWWS), sono stati realizzati soprattutto negli Stati Uniti dove, grazie alla configurazione geoclimatica, è possibile prevedere l'arrivo delle ondate di calore addirittura con alcune settimane di anticipo (Kalkstein et al. 1996a, Palecki et al. 2001, Naughton et al. 2002, Weisskopf et al. 2002). In Europa, invece, l'arrivo di un'ondata di calore si può prevedere solo con 3-7 giorni di anticipo e l'implementazione di sistemi di allarme per il caldo è tuttora limitata a poche città (Kirchmayer et al. 2004, Delaroziere & Sanmarco 2004, Nogueira 2005, Pascal et al. 2006).

Una delle difficoltà nello sviluppo di un sistema di allarme per le ondate di calore è la comprensione di cosa effettivamente costituisca un rischio per la popolazione. Questo è possibile solo a seguito di una definizione sia dell'evento meteorologico di interesse, in questo caso l'ondata di calore, che di una conoscenza delle caratteristiche che determinano la vulnerabilità della popolazione all'evento stesso. I sistemi di allarme per il caldo ad oggi operativi differiscono notevolmente per la metodologia utilizzata. Quelli più semplici sono basati su una soglia arbitraria di temperatura oltre la quale viene dato l'allarme, cosa che, ad esempio, per il National Weather Service americano avviene al superamento del valore di temperatura apparente di 40.5°C per due giorni consecutivi (Smoyer 1998a, Palecki et al. 2001) e, per il Canadian Weather Service, ha luogo quando l'indice humidex supera 40°C per due giorni consecutivi (Smoyer-Tomic e Rainham 2001). Il livello soglia di solito viene scelto in modo da individuare le condizioni climatiche che si discostano significativamente da quelle normalmente sperimentate dalla popolazione locale. Tale approccio però, a fronte di una relativa semplicità nella realizzazione, non tiene conto che la vulnerabilità e le capacità adattative della popolazione variano a seconda del contesto geografico e che l'effetto delle ondate di calore sulla salute è determinato, oltre che dalle elevate temperature, anche da altri parametri meteorologici quali il livello di umidità dell'aria, la copertura nuvolosa, la velocità e la direzione del vento. Più recentemente, in alcune grandi metropoli degli Stati Uniti (Kalkstein et al. 1996b, Sheridan & Kalkstein 2004), Canada (Smoyer-Tomic and Rainham 2001) ed Europa (Kirchmayer et al. 2004) sono stati sviluppati sistemi di allarme più complessi basati su una nuova metodologia che consiste nell'identificare, in ogni città, particolari combinazioni di vari parametri meteorologici, denominate "masse d'aria", cui è storicamente associato un eccesso di mortalità (masse d'aria "oppressive") (Kalkstein 1996a, Sheridan 2002). Durante l'estate il sistema emette un allarme ogni giorno in cui è prevista una massa d'aria oppressiva ed, inoltre, il livello di allarme è graduato in base al tipo di massa d'aria. In aggiunta alla previsione del livello di allarme climatico, tali sistemi sono anche in grado di prevederne l'impatto in termini di mortalità o morbosità nella popolazione.

In Italia, il Dipartimento nazionale della Protezione Civile ha sviluppato una rete di sistemi di allarme a partire dal 2004 (de'Donato et al. 2005). Tali sistemi sono basati sull'approccio a "masse d'aria" nelle grandi aree urbane. In particolare, due masse d'aria sono risultate associate al maggiore incremento della mortalità nella popolazione di 65 anni e oltre rispetto al baseline di lungo periodo: il "Clima molto Umido e molto Caldo" (MT+), soprattutto nelle città del Nord, e il "Clima Secco molto Caldo" (DT), soprattutto nelle città del Sud. Sulla base dell'associazione tra indicatori meteorologici ed effetti sulla salute, viene definito, per ogni massa d'aria a rischio, un algoritmo in grado di prevedere l'eccesso di mortalità ad essa associato. Pertanto, a partire dalle previsioni meteorologiche tali modelli prevedono giornalmente il verificarsi di condizioni a rischio ed il corrispondente eccesso di mortalità. In 27 città è stato inoltre sviluppato un approccio basato sulla

temperatura apparente massima (Tappmax) tramite un modello di regressione di Poisson in grado di stimare l'incremento di mortalità giornaliera associato ad ogni livello di Tappmax. Sulla base di tale modello è stato definito un livello soglia mensile per i sistemi di allarme, corrispondente al valore di Tappmax oltre il quale l'incremento di mortalità nella popolazione di 65 anni e oltre è superiore al 25%.

A livello europeo, altri paesi come Ungheria, Portogallo (Nogueira 2005) e Spagna hanno attivato sistemi di allarme basati su soglie di temperatura individuate sulla base della analisi della relazione tra variabili meteorologiche e mortalità in ciascuna area geografica. Altri paesi come la Francia (Pascal et al. 2006), la Grecia e l'Inghilterra hanno invece sviluppato sistemi di allarme basati su soglie di temperatura determinate arbitrariamente, ad esempio sulla base dei percentili della distribuzione delle temperature in un periodo preso come riferimento. In Germania è stato invece sviluppato un sistema di allarme basato sulla temperatura percepita attraverso un modello "Klima-Michel" che tiene conto degli scambi di calore tra l'organismo e l'ambiente esterno (Becker et al. 2005). Ulteriori informazioni sui sistemi di allarme operativi o in fase di sperimentazione a livello europeo sono disponibili tramite il progetto EuroHEAT (Improving Public Health Responses to Heat Waves) (<http://www.euroheat-project.org/dwd/hhws.php>).

Solo in alcuni Paesi (Spagna, Portogallo, Francia, Italia), i sistemi di allarme sono affiancati da sistemi rapidi di rilevazione della mortalità (Mazick 2007).

La prevenzione

La pianificazione di attività di prevenzione per gli effetti delle ondate di calore sulla salute deve tenere in considerazione il contesto culturale, sociale, economico e politico della particolare area geografica in questione. Un piano di risposta per fronteggiare l'emergenza necessita, come già detto, di un sistema di allarme che sia in grado di prevedere l'arrivo delle ondate di calore con un anticipo sufficiente da consentire l'attivazione degli interventi (Ebi 2005). La disponibilità di interventi efficaci e di una adeguata strategia di comunicazione del rischio sono gli altri due prerequisiti essenziali all'implementazione del piano di risposta. Inoltre, affinché esso sia efficace, è cruciale che gli interventi siano mirati ai sottogruppi di popolazione maggiormente suscettibili e diversificati sulla base del rischio climatico previsto (Kalkstein et al. 1996, Menne 2005). Ad oggi una varietà di interventi di prevenzione sono messi in atto nei piani di risposta alle ondate di calore estive, anche se le evidenze di efficacia di specifici interventi sono ancora scarse.

In Europa, a seguito dell'esperienza drammatica dell'ondata di calore dell'estate 2003, diversi paesi hanno implementato un piano di prevenzione a livello regionale o nazionale (Pascal et al. 2006, UK Department of Health 2008, Nogueira 2005, Kirchmayer et al. 2004, Becker et al. 2005).

In Italia non esiste un piano di prevenzione a livello nazionale bensì una serie di iniziative attivate a livello locale (comune, ASL o regione) e coordinate dal Ministero della Salute attraverso il Piano Operativo Nazionale per la Prevenzione degli Effetti del Caldo sulla Salute (<http://www.ccm-network.it/?q=node/46>). La maggior parte delle città di dimensioni medio-grandi (>200,000 abitanti) dispongono di un piano operativo di prevenzione degli effetti delle ondate di calore sulla salute e di una procedura per identificare le persone maggiormente suscettibili alle ondate di calore su cui vengono

mirati specifici interventi; in alcune realtà, sulle persone a maggior rischio è stata attivata una sorveglianza da parte dei medici di medicina generale (Bargagli et al. 2008).

Valutazione di efficacia dei piani di prevenzione per il caldo

È essenziale effettuare delle valutazioni dei piani di prevenzione per il caldo per fornire supporto alle decisioni riguardo a come investire le risorse disponibili, in modo che le attività implementate abbiano non solo l'efficacia prevista ma anche un adeguato rapporto tra costo ed efficacia (efficienza) (Matthies et al. 2008).

Una valutazione di efficacia di un piano di prevenzione per il caldo è tuttavia estremamente difficile in quanto esso rappresenta un intervento di sanità pubblica complesso nell'organizzazione, nei servizi coinvolti e nella tipologia degli interventi implementati, nonché variabile nello spazio e nel tempo in risposta alle diverse priorità. Inoltre, rispetto ad altri tipi di interventi di sanità pubblica presenta due peculiarità:

- 1) la mortalità legata al caldo è un indicatore poco sensibile (elevato numero di falsi negativi) in quanto è misclassificata e pertanto come indicatore dell'impatto di solito viene studiata la mortalità per tutte le cause;*
- 2) le ondate di calore sono eventi rari e ogni ondata di calore ha caratteristiche differenti dalle altre (evento non riproducibile) e, inoltre, non esiste una unica definizione di ondata di calore.*

Evidenze di efficacia degli interventi per ridurre gli effetti del caldo sulla salute

Evidenze di efficacia di specifici interventi

Aria condizionata

L'unico intervento per il quale sono disponibili numerose evidenze di efficacia nel mitigare l'impatto delle ondate di calore sulla salute è l'utilizzo di un impianto di aria condizionata, il cui effetto è quello di ridurre sia la temperatura ambientale che il livello di umidità, favorendo così la perdita del calore in eccesso tramite evaporazione (Kilbourne 2002).

Le più forti evidenze di efficacia vengono da uno studio trasversale che aveva confrontato la mortalità negli ospiti di case di cura dotate di aria condizionata e negli ospiti di case di cura prive di aria condizionata, dimostrando che solo in queste ultime si era verificato un incremento significativo nel numero di decessi nei periodi di ondata di calore rispetto ai periodi di controllo (Marmor 1978), e da uno studio di coorte condotto su oltre 70,000 persone che ha documentato un numero di decessi durante i mesi caldi in coloro che disponevano di un impianto di aria condizionata centralizzata del 42% minore rispetto ai decessi attesi in assenza di aria condizionata (Rogot et al. 1992).

Prove di efficacia meno robuste provengono da studi su specifici episodi di ondate di calore (Smoyer 1998a, Chan et al. 2001, Misset et al. 2006) tra cui alcuni studi caso-controllo (Kilbourne et al. 1982, Semenza et al. 1996, Kaiser et al. 2001, Naughton et al. 2002, Di Renzi et al. 2006), studi ecologici di serie temporale (Chestnut et al. 1998, Braga et al. 2001, Curriero et al. 2002, O'Neill et al. 2005) e da uno studio case-crossover (Medina-Ramon et al. 2007). Tra gli studi su episodi di ondate di calore, a St. Louis è stato evidenziato che, nelle aree della città con maggiore mortalità legata alle ondate di calore, la prevalenza di aria condizionata era significativamente minore rispetto alle aree con minore mortalità legata alle ondate di calore (47.38% vs 70.47%) (Smoyer 1998a). Uno studio di simulazione condotto sulla base dei dati dell'ondata di calore di Chicago del 1995 ha mostrato che, in soggetti con salute compromessa, l'indice di disturbi legati al caldo

(HEI) veniva ridotto di un fattore pari a 5.6 (da 77.3 a 13.8) se il soggetto si spostava da un ambiente non ventilato ad uno con aria condizionata (Chan et al. 2001). Un'analisi di sopravvivenza sui pazienti ricoverati per colpo di calore in terapia intensiva durante l'ondata di calore 2003 in Francia ha evidenziato che la presenza di aria condizionata nel reparto era associata ad una prognosi migliore (Misset et al. 2006). L'utilizzo di un impianto di aria condizionata nell'abitazione, specie se centralizzato (Kilbourne et al. 1982, Semenza et al. 1996, Kaiser et al. 2001, Naughton et al. 2002, Di Renzi et al. 2006), e avere accesso a luoghi pubblici condizionati (Kilbourne et al. 1982, Semenza et al. 1996, Kaiser et al. 2001, Naughton et al. 2002, Lorente et al. 2005) è risultato associato ad un minor rischio di decesso dovuto al caldo in diversi studi caso-controllo condotti durante episodi di ondate di calore verificatisi in alcune città americane ed in uno studio caso-controllo condotto in Italia. Ulteriore evidenza proviene da diversi studi ecologici di serie temporale e da uno studio case-crossover che hanno evidenziato una minore mortalità associata al caldo nelle aree con maggiore prevalenza di aria condizionata (Chestnut et al. 1998, Braga et al. 2001, Curriero et al. 2002, O'Neill et al. 2005, Medina-Ramon et al. 2007).

Le evidenze di efficacia meno robuste provengono da studi condotti in diverse città degli Stati Uniti che hanno evidenziato una diminuzione dei trend di mortalità associata al caldo tra gli anni '60 e '90; tale riduzione può essere attribuibile a diversi fattori, tra cui un incremento nella prevalenza di utilizzo dell'aria condizionata nelle abitazioni (Scheraga & Sussman 1993 in Kalkstein 1993, Davis et al. 2003a, Davis et al. 2003b). Simili risultati provengono da studi che avevano evidenziato una riduzione della mortalità associata al caldo analoghi condotti a Shangai (Tan et al. 2007) e nella Repubblica Ceca (Kysely & Kriz 2008); anche in questi casi un incremento nella prevalenza di utilizzo di aria condizionata è una delle possibili spiegazioni dei trend di mortalità osservati. Tuttavia, per quanto riguarda le regioni europee è da rilevare che non sono disponibili dati sulle variazioni temporali nella prevalenza di utilizzo di aria condizionata, anche se è presumibile che la prevalenza sia minore rispetto agli Stati Uniti, sia per quanto riguarda l'aria condizionata nelle abitazioni che per quanto riguarda l'aria condizionata in strutture di ricovero e cura. Studi condotti in Italia e in Inghilterra (Kovats et al. 2006, Stafoggia et al. 2006, Stafoggia et al. 2008) hanno dimostrato un eccesso di mortalità durante le ondate di calore non solo nella popolazione generale, ma anche nei pazienti ricoverati in ospedale e nelle strutture assistenziali di tipo residenziale; tali risultati sottolineano l'importanza di introdurre l'aria condizionata anche nelle strutture di ricovero e cura.

Utilizzo di ventilatori

Un intervento incluso fino a pochi anni fa nei piani di risposta alle ondate di calore estive consisteva nella distribuzione di ventilatori ai soggetti a rischio (Kilbourne et al. 1982). Tuttavia, diversi studi caso-controllo hanno dimostrato che l'utilizzo di un ventilatore è inefficace nel ridurre i decessi dovuti al caldo durante le ondate di calore (Kilbourne et al. 1982, Semenza et al. 1996, Kaiser et al. 2001, Naughton et al. 2002). Diversi studi sperimentali hanno difatti evidenziato come il temporaneo sollievo dovuto all'utilizzo dei ventilatori sia ridotto in presenza di livelli di temperatura ed umidità elevati (Scheatzle et al. 1989, Xia et al. 2000, Brake and Bates 2002), come quelli che si verificano durante le ondate di calore. In tali condizioni, l'equilibrio termico viene mantenuto principalmente attraverso il meccanismo di perdita di calore per evaporazione (Steadman 1979), che viene accelerato nel caso in cui il ventilatore venga orientato direttamente sul corpo. In questo caso, specialmente in persone costrette a letto, l'utilizzo del ventilatore può

aumentare il rischio di disidratazione in mancanza di una adeguata assunzione di liquidi. Sulla base delle evidenze disponibili, alcuni ricercatori e diverse istituzioni governative hanno raccomandato una maggiore cautela nell'utilizzo dei ventilatori (Hawkins-Bell 1994, CDC 1995, Kellermann 1996, Schomburg 1998, U.S. Department of Labor 1999, Kilbourne 2002). Da un punto di vista di sanità pubblica, è importante che tale intervento non venga incluso nei piani di risposta alle ondate di calore.

Misure preventive comportamentali durante le ondate di calore

Prove di efficacia riguardo misure preventive comportamentali messe in atto durante le ondate di calore provengono da diversi studi caso-controllo (Kilbourne et al. 1982, Kaiser et al. 2001, Naughton et al. 2002, Lorente et al. 2005, Di Renzi et al. 2006, Vandertorren et al. 2006) che forniscono evidenza di efficacia riguardo alcune attività specifiche quali ridurre le attività fisiche intense (Kilbourne et al. 1982, Kaiser et al. 2001, Naughton et al. 2002), aumentare l'assunzione di liquidi (Kilbourne et al. 1982, Lorente et al. 2005, Di Renzi et al. 2006), fare bagni/docce extra (Naughton et al. 2002), vestirsi con abiti leggeri (Vandertorren et al. 2006).

Una prova di efficacia meno robusta viene da uno studio trasversale condotto in Francia su due coorti di persone con età maggiore o uguale a 65 anni che ha evidenziato che vestirsi con abiti leggeri era associato ad una minore prevalenza di disturbi sanitari durante l'ondata di calore 2003 (Larrieu et al. 2008).

Interventi educativi/informativi per la popolazione generale

Due evidenze di efficacia riguardo specifici interventi di formazione/informazione per la popolazione anziana provengono da uno studio caso-controllo che aveva evidenziato una minore mortalità (OR= 0.7, IC 95% 0.3-1.7) durante l'ondata di calore nelle persone contattate dagli operatori sociali durante l'ondata di calore 1995 a Chicago (Semenza et al. 1996) e da uno studio longitudinale (Mattern et al. 2000) che ha rilevato un incremento nella consapevolezza degli effetti del caldo sulla salute e nel numero di persone che avevano individuato una persona da contattare per eventuali necessità di assistenza a seguito di un intervento educativo per la prevenzione dei rischi associati al caldo.

Interventi specifici su sottogruppi di popolazione a maggior rischio

Le evidenze disponibili evidenziano che alcuni sottogruppi di popolazione sono a maggior rischio durante i periodi di elevate temperature/ondate di calore a causa di fattori che ne riducono la risposta fisiologica e/o comportamentale alle elevate temperature, quali età avanzata, presenza di patologie croniche, condizioni di isolamento sociale, basso livello di autosufficienza, condizioni socio-economiche disagiate e condizioni ambientali a rischio (ad es. abitazione priva di un impianto di aria condizionata) (CCM, Ministero della Salute 2008). Gli interventi di prevenzione dovrebbero pertanto essere maggiormente mirati su questi sottogruppi di popolazione.

L'unica evidenza di efficacia relativa ad uno specifico intervento su sottogruppi di popolazione a maggior rischio, proviene da un'analisi preliminare dei dati di un studio sui pazienti anziani che sono stati inclusi in un intervento di sorveglianza attiva da parte dei Medici di Medicina Generale nella Regione Lazio sulla base delle loro caratteristiche socio-demografiche e sanitarie; nei pazienti sorvegliati l'eccesso di mortalità durante le ondate di

calore è risultato minore rispetto al gruppo di pazienti non inclusi nel programma di sorveglianza (7% vs 13%) (Bargagli et al. 2008).

Una indicazione della potenziale efficacia di programmi mirati a raggiungere i soggetti a rischio nel loro domicilio proviene dalle valutazioni di efficacia di interventi di assistenza domiciliare rivolti alla popolazione anziana anche se le evidenze disponibili sono piuttosto controverse (Elkan et al. 2001, van Haastreg et al. 2000). Ad esempio, un recente studio condotto in Inghilterra per valutare un intervento di "case-management" rivolto alla popolazione anziana, nel complesso non ha rilevato miglioramenti negli outcome dei pazienti (Gravelle et al. 2007). E' importante notare che l'efficacia di un intervento di prevenzione dipende fortemente dal contesto in cui esso viene applicato, in quanto ad esempio differenziali di tipo economico o sociale possono agire nel determinare esiti sfavorevoli in termini di ricoveri o mortalità nei soggetti cui l'intervento è indirizzato. Inoltre, altri fattori quali le caratteristiche dell'intervento, l'aderenza rispetto a quanto pianificato, la compliance dei pazienti, l'appropriatezza della procedura di identificazione della popolazione target possono giocare un ruolo importante nel determinare l'effetto di interventi di assistenza domiciliare e dovrebbero essere considerati nella valutazione (Elkan et al. 2001, van Haastreg et al. 2000).

Interventi di tipo sociale

Vivere soli, essere isolati socialmente sono risultati fattori di rischio durante i periodi di elevate temperature/ondate di calore (CCM, Ministero della Salute 2008). Diversi interventi di tipo sociale sono stati inclusi nei piani di risposta per il caldo (es. supporto a domicilio, teleassistenza), ma ad oggi non esistono prove di efficacia di specifici interventi.

Strategie di controllo dell'ambiente urbano

Strategie di controllo del territorio urbano quali l'aumento delle aree verdi e modifiche strutturali agli edifici per aumentare il potere riflettente delle loro superfici possono essere efficaci nel ridurre la mortalità associata alle ondate di calore. Una prova di efficacia proviene da uno studio caso-controllo condotto durante le ondate di calore che ha evidenziato che il vivere in una abitazione ben ombreggiata da alberi e vegetazione è associato ad una riduzione del rischio di decesso dovuto al caldo (Kilbourne et al. 1982). Ulteriore evidenza, sebbene meno robusta, proviene da uno studio che ha valutato che i decessi previsti durante le ondate di calore sulla base di uno scenario di un elevato aumento dell'albedo o potere riflettente degli edifici (associato ad una riduzione media di temperatura pari a 2°K, ad una riduzione media della temperatura al punto di rugiada pari a 0.2°K e ad un incremento medio della velocità del vento pari a 1m/sec) erano minori rispetto ai decessi osservati (ondata di calore 1994: da 83.1 a 69.5 decessi, -17% circa; ondata di calore 1998: da 59.6 decessi a 45.6 decessi, -25% circa). Evidenze indirette di efficacia provengono da studi che avevano confrontato l'impatto di ondate di calore in anni diversi, evidenziando una generale riduzione della mortalità associata al caldo tra i periodi a confronto, attribuibile in parte a interventi urbanistici quali aumentare le aree ombreggiate esterne (Davis et al. 2003a, Davis et al. 2003b) e le aree verdi (Tan et al. 2007).

Evidenze di efficacia di sistemi di allarme/piani di prevenzione

Dalle evidenze disponibili, gli specifici interventi di prevenzione inclusi nei piani di risposta per il caldo sono rappresentati da:

- *diffusione di raccomandazioni tramite campagna informativa o attivazione di un call center per l'emergenza caldo (Sheridan et al. 2007, Smoyer 1998b, Palecki et al. 2001, Weisskopf et al. 2002, Delaroziere & Sanmarco 2004, Ebi et al. 2004, Michelozzi et al. 2006, de' Donato et al. 2008, Fouillet et al. 2008, Kysely & Kriz 2008)*
- *attività di formazione del personale socio-sanitario (Weisskopf et al. 2002, Michelozzi et al. 2006, de' Donato et al. 2008)*
- *protocolli di emergenza in ospedali e case di riposo (Michelozzi et al. 2006, de' Donato et al. 2008, Fouillet et al. 2008)*
- *disponibilità di accoglienza per le persone a rischio in centri climatizzati (Sheridan et al. 2007, Smoyer 1998b, Palecki et al. 2001, Smoyer-Tomic & Rainham 2001, Ebi et al. 2004, de' Donato et al. 2008)*
- *sorveglianza sanitaria delle persone a rischio (Sheridan et al. 2007, Palecki et al. 2001, Michelozzi et al. 2006, Bargagli et al. 2008, de' Donato et al. 2008, Fouillet et al. 2008)*
- *servizi di supporto sociale (Smoyer-Tomic & Rainham 2001, Ebi et al. 2004, Michelozzi et al. 2006, de' Donato et al. 2008)*

Prove indirette di efficacia dei piani di prevenzione per il caldo provengono da alcuni studi che hanno confrontato l'impatto di ondate di calore in anni diversi (Weisskopf et al. 2002, Delaroziere & Sanmarco 2004, Tan et al. 2007, Kysely & Kriz 2008) evidenziando una generale riduzione della mortalità associata al caldo tra i periodi a confronto, di entità tale da essere attribuibile solo in parte ad una riduzione dei livelli di esposizione; l'implementazione di interventi quali la diffusione di avvisi e raccomandazioni per la popolazione generale (Weisskopf et al. 2002, Delaroziere & Sanmarco 2004, Tan et al. 2007, Kysely & Kriz 2008), un sistema di allarme (Weisskopf et al. 2002, Delaroziere & Sanmarco 2004, Tan et al. 2007, Kysely & Kriz 2008) e interventi specifici (es. call center h24 per l'emergenza caldo) (Weisskopf et al. 2002) possono, difatti, avere giocato un ruolo importante nel mitigare l'effetto della seconda ondata di calore. Una ulteriore evidenza proviene da uno studio condotto in Francia che aveva evidenziato che il numero di decessi osservati durante l'ondata di calore 2006 era minore rispetto ai decessi attesi sulla base di un modello di regressione costruito sui dati di un periodo precedente all'attivazione degli interventi di prevenzione, ovvero assumendo che la vulnerabilità della popolazione fosse rimasta la stessa del periodo pre-interventi (Fouillet et al. 2006); in questo caso, il piano di risposta era attivo dal 2004 e articolato in una serie di interventi specifici (es. diffusione di raccomandazioni per la popolazione generale, definizione di protocolli di emergenza in case di riposo, visite domiciliari a persone isolate e vulnerabili durante i giorni di allarme). Ulteriori evidenze di efficacia sono rappresentate da studi che avevano valutato i trend temporali della mortalità associata al caldo, evidenziando una diminuzione attribuibile a diversi fattori tra cui l'introduzione di sistemi di allarme e piani di risposta per il caldo (Davis et al. 2003a, Davis et al. 2003b, Michelozzi et al. 2006, de' Donato et al. 2008).

Una evidenza più diretta dell'efficacia dei sistemi di allarme e del piano di prevenzione ad essi associato, proviene da uno studio sul rapporto costo-beneficio del sistema di allarme di Philadelphia che aveva stimato che, per ogni giorno di allarme si verificavano in media 2.6 decessi in meno rispetto ai giorni non di allarme, con un beneficio netto che superava di gran lunga i costi del sistema (468 milioni di dollari di vite salvate rispetto a 210,000 dollari di spese di gestione del sistema nel periodo 1995-98) (Ebi et al. 2004); in questo

caso il sistema di allarme era integrato da una serie di attività di prevenzione, tra cui la comunicazione del rischio attraverso i mass-media e l'intensificazione degli interventi a favore delle persone ad alto rischio.

Prove di efficacia meno robuste vengono da uno studio che aveva confrontato, in un'analisi grezza, il numero di decessi durante le ondate di calore verificatesi in anni diversi (Palecki et al. 2001), evidenziando un minor numero di decessi durante l'ondata di calore più recente, attribuibile non solo ai minori livelli di esposizione ma anche al sistema di allarme e agli interventi di prevenzione in atto (es. apertura di luoghi pubblici condizionati, call center per l'emergenza caldo, assistenza a domicilio per gli individui a rischio), e da due studi condotti in alcune città americane in cui è operativo un sistema di allarme HHWWS che avevano valutato diversi indicatori di impatto diversi dalla mortalità, tra cui la percentuale di persone che avevano cambiato qualcosa nel loro comportamento a seguito dell'allarme (Kalkstein & Sheridan 2007, Sheridan 2007).

Conclusioni

Ad oggi in letteratura mancano delle vere e proprie valutazioni dell'efficacia dei piani di risposta per il caldo ma diversi autori suggeriscono che gli elementi su cui dovrebbe basarsi un piano di prevenzione efficace sono (Matthies 2008):

- 1. sistemi di allarme in grado di prevedere l'occorrenza delle ondate di calore ed il loro impatto sulla salute della popolazione (HHWWS);*
- 2. un piano di diffusione dell'informazione sul livello di allarme previsto dal Sistema HHWW agli operatori socio-sanitari;*
- 3. definizione di linee guida per la prevenzione che definiscano le attività di prevenzione disponibili ed i servizi coinvolti;*
- 4. l'identificazione dei sottogruppi di popolazione maggiormente suscettibili agli effetti delle ondate di calore su cui attivare specifici interventi di prevenzione;*
- 5. sorveglianza rapida dell'impatto del caldo sulla salute;*
- 6. riduzione dei livelli di esposizione al caldo (strategie a breve e medio-termine);*
- 7. pianificazione dell'ambiente urbano a lungo termine.*

Evidenze di efficacia degli interventi per ridurre gli effetti del caldo sulla salute.

Intervento	N° totale studi
Aria condizionata	21
Misure preventive comportamentali durante le ondate di calore	7
Interventi educativi/informativi per la popolazione generale	2
Interventi specifici su sottogruppi di popolazione a maggior rischio	1
Strategie di controllo dell'ambiente urbano	5
Piani di prevenzione/HHWWS	12

In sintesi, le evidenze disponibili indicano che prove di efficacia sono disponibili solo per l'aria condizionata (21 studi) e per alcune misure preventive comportamentali durante le ondate di calore (7 studi), mentre per interventi educativi/informativi per la popolazione generale, per interventi su sottogruppi di popolazione a maggior rischio e per strategie di controllo dell'ambiente urbano l'evidenza è scarsa. Per questi ultimi interventi si rende quindi necessario effettuare ulteriori studi di valutazione con metodologia adeguata. Numerosi studi su variazioni temporali nell'impatto delle ondate di calore o della relazione temperatura-mortalità forniscono un'indicazione indiretta della potenziale efficacia dei sistemi di allarme e dei piani di risposta ad essi associati in toto, mentre mancano valutazioni di efficacia delle singole componenti dei programmi di prevenzione in atto. A tal fine, i piani di risposta al caldo dovrebbero includere una sorveglianza degli esiti sanitari ed una serie di indicatori di processo e di esito dell'intero programma e delle singole componenti.

In conclusione, da un punto di vista di sanità pubblica, valutazioni di efficacia degli interventi per ridurre gli effetti del caldo sulla salute sono cruciali nella revisione delle attività già esistenti al fine di programmare una risposta il più possibile specifica, accurata e tempestiva alle ondate di calore. In particolare, uno degli aspetti più importanti è quello di includere nel piano di risposta al caldo interventi specificamente mirati ai sottogruppi di popolazione a rischio e questo richiede la preventiva identificazione di tali sottogruppi che, al momento, risulta carente nella maggior parte dei piani di prevenzione già operativi nelle diverse realtà americane ed europee (Kovats & Ebi 2006). A tale proposito si rendono necessari ulteriori studi sui fattori che determinano la vulnerabilità della popolazione agli effetti delle elevate temperature sulla salute, che tengano conto dello specifico contesto geografico e temporale a seconda del quale può variare l'insieme di fattori di suscettibilità di una determinata popolazione.

Bibliografia

1. Albertoni F, Arcà M, Borgia P et al. Heat-Related Mortality-Latium Region, Italy, Summer 1983. *MMWR* 33[37], 518-521. Sep 21, 1984.
2. Bargagli A, Michelozzi P, De Sario M, Chierchini P, Casali V, Cervelli S, Barcaioli E, Tanfetti S, Perucci CA. Summer 2007 Heat Waves in Rome: Results of the Prevention Programme Based on General Practitioner Surveillance. [Abstracts: ISEE 20th Annual Conference, Pasadena, California, October 12-16, 2008: Contributed Abstracts] *Epidemiology:Volume 19(6) Supplement November 2008p S245*.
3. Becker P. et al. Germany's heat-Health Warning System. In: *Proceedings of the 17th International Congress of Biometeorology, Annalen der Meteorologie* 41, 279-281. 2005.
4. Braga A, Zanobetti A, Schwartz J. The Time Course of Weather Related Deaths. *Epidemiology* 2001; 12:(6)662-667.
5. Brake R, Bates G. A valid method for comparing rational and empirical heat stress indices. *Ann Occup Hyg* 2002; 46(2): 165-174.
6. CDC. Heat-related illnesses and deaths – United States, 1994-1995. *MMWR* 1995; 44(25): 465-468.
7. Chan NY, Stacey MT, Smith AE, Ebi KL, Wilson TF. 2001. An empirical mechanistic framework for heat-related illness. *Clim Res* 16:133-143.
8. Chestnut L.G., Breffle W.S., Smith J.B., Kalkstein L.S. Analysis of differences in hot-weather-related mortality across 44 U.S. metropolitan areas. *Environmental Science & Policy* 1998; 59-70.
9. Curriero F, Heiner K, Samet J et al. Temperature and Mortality in 11 Cities of the Eastern United States. *Am J Epidemiol* 155[1], 80-87. 2002.
10. Davis R.E. et al. Decadal changes in summer mortality in U.S. cities. *Int J Biometeorol* 47, 166-175. 2003a.
11. Davis R.E. et al. Changing Heat-Related Mortality in the United States. *Environ Health Perspect* 111[14], 1712-1718. November 2003b.
12. de' Donato F, Michelozzi P, Kalkstein L, D'Ovidio M, Kirchmayer U, Accetta G, Perucci CA. The Italian project for prevention of heat-health effects during summer, findings from 2005. In: *Proceedings of the 17th International Congress of Biometeorology, Annalen der Meteorologie* 2005;41:287-290.
13. de' Donato FK, Michelozzi P, Bargagli A, Di Gennaro M, D'Ippoliti D, Leonardi M, Marino C, Schifano P, Perucci C. The Italian Heat/Health Warning System for Prevention of Heat Health Effects; Evaluation of Summer 2008. *Epidemiology:Volume 19(6) Supplement November 2008pp S287-S288*.
14. Delarozière J.C., Sanmarco J.L. Surmortalité lors des vagues de chaleur estivale à Marseille chez les personnes de plus de 65 ans - Comparaison avant et après une intervention préventive. *Presse Med* 33, 13-16. 24 Janvier 2004.
15. Di Renzi M, Ciancio B, Binkin N, Perra A, Prato R, Bella A, Germinario C, Balducci MT, Caputi G, Fusco A, Ladalardo C, Martinelli D, Pastore R, Spica A. Fattori di rischio di morte in occasione delle ondate di calore: risultati di uno studio caso-controllo, Bari (estate 2005). *Not Ist Super Sanità* 2006;19(7-8):i-ii
16. Diaz J, Jordán A., Garcia R., López C., Alberdi J.C., Hernández E., et al. Heat waves in Madrid 1986-1997: effects on the health of the elderly . *Int. Arch. Occup. Environ Health* 2002b; 75:163-170.
17. Ebi K. et al. Heat watch/warning system save lives: estimated costs and benefits for Philadelphia 1995-1998. *14th Conference on Applied Climatology, Symposium on Planning, Nowcasting, and Forecasting in the Urban Zone . 2004.*

18. Ebi K.L. *Improving public health responses to extreme weather events*. In: Eds. Kirch W, Menne B, Bertollini R. *Extreme weather events and Public Health Responses*. Berlin Springer 2005 .
19. Elkan R, Kendrick D, Dewey M, et al. *Effectiveness of home based support for older people: systematic review and meta-analysis*. *BMJ* 2001; 323(7315): 719-725. Fouillet et al. 2006);
20. Fouillet A, Rey G, Wagner V, Laaidi K, Empereur-Bissonnet P, Tertre AL, Frayssinet P, Bessemoulin P, Laurent F, Crouy-Chanel PD, Jouglu E, Hémon D. *Has the impact of heat waves on mortality changed in France since the European heat wave of summer 2003? A study of the 2006 heat wave*. *Int J Epidemiol*. 2008 Apr;37(2):309-17. Gravelle et al. 2007).
21. Habicht JP, Victora CG, Vaughan JP. *Evaluation designs for adequacy, plausibility and probability of public health programme performance and impact*. *Int J Epidemiol* 1999;28:10-18.
22. Hajat S et al. *Impact of hot temperatures on death in London: a time series approach*. *J Epidemiol Comm Health* 56, 367-372. 2002.
23. Hawkins-Bell L, Rankin JT. *Heat-related deaths – Philadelphia and United States, 1993-1994*. *MMWR* 1994; 43(25): 453-455.
24. Huynen M, Martens P, Schram D et al. *The Impact of Heat Waves and Cold Spells on Mortality Rates in the Dutch Population*. *Environ Health Perspect* 109, 463-470. 2001.
25. Jones TS et al. *Morbidity and mortality associated with the July 1980 heat wave in St Louis and Kansas City, Mo*. *JAMA* 247[24], 3327-. June 25, 1982.
26. Kaiser R. et al. *Heat-Related Death and Mental Illness During the 1999 Cincinnati Heat Wave*. *Am J Forensic Med Pathol* 22[3], 303-307. 2003.
27. Kalkstein LS et al. *A New Spatial Synoptic classification: application to Air Mass Analysis*. *Int J Climatol* 16, 983-1004. 1996a.
28. Kalkstein L. , et al. *The Philadelphia Hot Weather-Health Watch/Warning System: Development and Application, Summer 1995*. *Bulletin of the Am Meteor Soc*. 1519-28. February 1996b.
29. Kalkstein L., Greene S. *An Evaluation of Climate/Mortality Relationships in Large U.S. Cities and the Possible Impacts of a Climate Change*. *Env Health Pers* 1997; 105:84-93.
30. Kalkstein L.S. *Saving lives during extreme weather in summer - Interventions from local health agencies and doctors can reduce mortality*. *BMJ* 321, 650-651. 2000.
31. Kalkstein AJ, Sheridan SC. *The social impacts of the heat-health watch/warning system in Phoenix, Arizona: assessing the perceived risk and response of the public*. *Int J Biometeorol* 2007;52:43-55.
32. Kilbourne E.M. et al. *Risk Factors for Heatstroke - A Case-Control Study*. *JAMA* 247[24], 3332-3336. June 25, 1982.
33. Kilbourne E.M. *The Spectrum of Illness During Heat Waves*. *Am J Prev Med* 16[4], 359-360. 1999.
34. Kilbourne E.M. *Heat-Related Illness - Current Status of Prevention Efforts*. *Am J Prev Med* 22[4], 328-329. 2002.
35. Kirchmayer U et al. *A national system for the prevention of the health effects of heat in Italy*. *Epidemiology* 2004;15:S100.
36. Kovats RS, Ebi KL. *Heatwaves and public health in Europe*. *Eur J Public Health*. 2006;16(6):592-9.
37. Kovats RS, Johnson H, Griffith C. *Mortality in southern England during the 2003 heat wave by place of death*. *Health Stat Q* 2006; 29: 6-8.

38. Kysely J, Kriz B. Decreased impacts of the 2003 heat waves on mortality in the Czech Republic : an improved response ? *Int J Biometeorol* 2008;52(8):733-45.
39. Larrieu S, Carcaillon L, Lefranc A, Helmer C, Dartigues J-F, Tavernier B, Ledrans M, Filleul L. Factors associated with morbidity during the 2003 heat wave in two population-based cohorts of elderly subjects : PAQUID and Three City. *Eur J Epidemiol* 2008;23:295-302.
40. Lorente C, Serazin C, Salines G, Adonias G, Gourvellec G, Lauzeille D, Malon A, Rivière S. Etude des facteurs de risque de décès des personnes âgées résidant en établissement durant la vague de chaleur d'août 2003. *Institute de Veille Sanitaire (InVS)*. URL: http://www.invs.sante.fr/publications/2005/canicule_etablissement/rapport.doc
41. Marmor M. Heat Wave Mortality in Nursing Homes. *Environmental Research* 17[1], 102-115. 1978.
42. Mattern J, Garrigan S, Kennedy S. Short communication: A Community-Based Assessment of Heat-Related Morbidity in North Philadelphia. *Environ Res Section A*, 338-342. 2000.
43. Matthies F, Bickler G, Marín NC, Hales S eds. Heat-health action plans: guidance. WHO Europe 2008. URL: www.euro.who.int/document/e91347.pdf
44. Mazick A. Monitoring excess mortality for public health action: potential for a future European network. *Eurosurveillance Weekly Release* 2007;12(1).
45. McGeehin M.A., Mirabelli D. The Potential Impacts of Climate Variability and Change on Temperature-Related Morbidity and Mortality in the United States. *Environ Health Perspect* 109[Supplement 2], 185-189. May 2001.
46. Medina-Ramon M. and Schwartz J. Temperature, temperature extremes, and mortality: a study of acclimatisation and effect modification in 50 US cities. *Occup Environ Med* 2007;1-7.
47. Menne B. Extreme weather events: what can we do to prevent health impacts? In: Eds. Kirch W, Menne B, Bertollini R. *Extreme weather events and Public Health Responses*. Berlin Springer 2005.
48. Michelozzi P. et al. Impact of Heat Waves on Mortality - Rome, Italy, June-August 2003. *MMWR* 53, 369-371. 2004.
49. Michelozzi P et al. The impact of the summer 2003 heat waves on mortality in four Italian cities. *Euro Surveill* 2005;10:161-5.
50. Michelozzi P. et al. Temperature and summer mortality: geographical and temporal variations in four Italian cities. *J Epidemiol Community Health* 60[5], 417-423. 2006.
51. CCM - Centro Nazionale per la Prevenzione ed il Controllo delle Malattie, Ministero della Salute: Piano Operativo Nazionale per la Prevenzione degli Effetti del Caldo sulla Salute. Classifica F.3.a.d-13/17. Ricerca bibliografica per la revisione della letteratura sui fattori associati alla mortalità/morbilità durante le ondate di calore o i periodi di temperature elevate. Report 9° trimestre (Dicembre 2007 – Febbraio 2008), Allegato 9.3. URL: http://www.ccm-network.it/documenti/Ccm/prg_area3/Emergenza_caldo/2008/revisione_fattori_rischio_9.3.pdf
52. Misset B, De Jonghe B, Bastuji-Garin S et al.. Mortality of patients with heatstroke admitted to intensive care units during the 2003 heat wave in France: a national multiple-center risk-factor study. *Crit Care Med* 2006;34(4):1087-92.
53. Naughton M.P. et al. Heat-Related Mortality During a 1999 Heat Wave in Chicago. *Am J Prev Med* 22[4], 221-227. 2002.

54. Nogueira P.J. *Examples of Heat Health Warning Systems: Lisbon's ÍCARO's Surveillance System, summer of 2003.* In: Eds. Kirch W, Menne B. Bertollini R. *Extreme weather events and Public Health Responses* Berlin Springer 2005 .
55. O'Neill M.S. , Zanobetti A, Schwartz J. *Disparities by Race in Heat-Related Mortality in Four US Cities: The Role of Air Conditioning Prevalence.* *Journal of Urban Health* 82, 191-7. 2005 b.
56. Palecki M.A., Changnon S.A., Kunkel K.E. *The Nature and Impacts of the July 1999 Heat Wave in the Midwestern United States: Learning from the Lessons of 1995.* *Bulletin of the American Meteorological Society* 82[7], 1353-1367. July 2001.
57. Pascal M. et al. *France's heat health watch warning system.* *Int J Biometeorol* 50, 144-153. 2006.
58. Ministero della Salute, CCM. *Revisione della letteratura sui fattori associati alla mortalità/morbilità durante le ondate di calore o i periodi di temperature elevate. – aggiornamento marzo 2009).*
59. Rogot E., Sorlie P.D., Backlund E. *Air-conditioning and Mortality in Hot Weather.* *Am J Epidemiol* 136[1], 106-16. 1992.
60. Rooney C. et al. *Excess mortality in England and Wales, and in Greater London, during the 1995 heatwave.* *J Epidemiol Community Health* 52, 482-486. 1998.
61. Rychetnik L, Frommer M, Hawe P, Shiell A. *Criteria for evaluating evidence on public health interventions.* *J Epidemiol Community Health* 2002;56:119-127.
62. Scheatzle DG, Yellott J. *Extending the summer comfort envelope with ceiling fans in hot, arid climates.* *ASHRAE Transactions* 1989; 95(1).
63. Scheraga JS, Sussman F. *Preliminary assessment of the benefits to the US of avoiding, or adapting to climate change.* Washington, DC: EPA Climate Change Division. (in Kalkstein L.S. *Direct impacts in cities.* *Lancet* 342, 1397-1399. 93.
64. Schomburg DR, Berenson L, Dragovic L, Sathyabagiswaran L, Ahonima S. *Heat-related mortality – United States, 1997.* *MMWR* 1998; 47: 473-476.
65. Schuman S.H. *Patterns of Urban Heat-Wave Deaths and Implications for Prevention: Data from New York and St. Louis During July, 1966.* *Environmental Research* 5, 59-75. 1972.
66. Semenza J, Rubin C, Falter K et al. *Heat-Related Deaths during the July 1995 Heat Wave in Chicago.* *N. Engl. J. Med.* 1996; 335:(2)84-90.
67. Semenza J.C. et al. *Excess hospital admissions during the July 1995 heat wave in Chicago.* *Am J Prev Med* 16[4], 359-60. May 1999.
68. Semenza JC, Willson DJ, Parra J, Bontempo BD, Hart M, Sailor DJ, George LA. *Public perception and behaviour change in relationship to hot weather and air pollution.* *Environ Res* 2008;107:401-411.
69. Sheridan S.C. *The Re-development of a Weather Type Classification Scheme for North America.* *Int J Climatol* 22[5168]. 2002.
70. Sheridan SC, Kalkstein LS. *Progress in heat watch-warning system technology.* *Bull Am Meteorol Soc* 2004;85:1931–1941
71. Sheridan SC. *A survey of public perception and response to heat warnings across four North American cities: an evaluation of municipal effectiveness.* *Int J Biometeorol* 2007;52(1): 43.
72. Smoyer KE. *Putting risk in its place: methodological considerations for investigating extreme event health risk.* *Soc Sci Med*;47(11):1809-1824. 1998a.
73. Smoyer K.E. *A comparative analysis of heat waves and associated mortality in St. Louis, Missouri - 1980 and 1995.* *Int J Biometeorol* 42, 44-50. 1998b.

74. Smoyer-Tomic K, Rainham D. *Beating the Heat: Development and Evaluation of a Canadian Hot Weather Health-Response Plan. Environ Health Perspect* 109[12], 1241-1248. Dec 2001.
75. Stafoggia M, Forastiere F, Agostini D et al. *Vulnerability to heat-related mortality: a multicity, population-based, case-crossover analysis. Epidemiol* 2006;17(3):315-23.
76. Stafoggia M, Forastiere F, de' Donato F, Michelozzi P, Perucci CA, Agostini D, Caranci D, Demaria M, Miglio R, Rognoni M, Russo A. *Factors affecting in-hospital heat-related mortality: a multi-city case-crossover analysis. J Epidemiol Comm Health* 2008;62:209-215.
77. Steadman RG. *The assessment of sultriness. Part II: Effects of wind, extra radiation and barometric pressure on apparent temperature. J Appl Meteor* 1979; 18: 874-885.
78. Taha H. et al. *The potential of urban environmental control in alleviating heat-wave health effects in five U.S. regions. Proceedings, 16th Conference on Biometeorology and Aerobiology, American Meteorological Society . 2004.*
79. Tan J, Kalkstein LS, Huang J, Lin S, Yin H, Shao D. *An operational heat/health warning system in Shanghai. Int J Biometeorol* 2004;48:157-162.
80. UK Department of Health. *Heatwave: Plan for England – protecting health and reducing harm from extreme heat and heatwaves. URL: http://www.dh.gov.uk/en/Publicationsandstatistics/Publications/PublicationsPolicyAndGuidance/DH_084670, accessed 19 November 2008.*
81. van Haastregt JC, Diederiks JP, van Rossum E, de Witte LP, Crebolder HFJM. *Effects of preventive home visits to elderly people living in the community: systematic review. BMJ* 2000; 320(7237): 754-758.
82. Vandentorren S., Bretin P., Zeghnoun A., Mandereau-Bruno L., Croisier A., Cochet C., Riberon J., Siberan I., Declercq B., and Ledrans M. *August 2003 heat wave in France: risk factors for death of elderly people living at home. European J of public health* 16(6), 583-591. 2006.
83. Weisskopf M, Anderson H, Foldy S et al. *Heat Wave Morbidity and Mortality, Milwaukee, Wis, 1999 vs 1995: An Improved Response? Am J Public Health* 92[5], 830-833. May 2002.
84. U.S. Department of Labor, Occupation Safety & Health Administration. *OSHA Technical Manual, 5th Ed. Copyright © 1999. URL: http://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iii/otm_iii_4.html*
85. Xia YZ, Niu JL, Zhao RY, Burnett J. *Effects of turbulent air on human thermal sensations in a warm isothermal environment. Indoor Air* 2000; 10: 289-296.

Evidenze di efficacia degli interventi per ridurre gli effetti del caldo sulla salute

Autori, anno	Paese	Popolazione	Intervento	Indicatore di impatto	Principali risultati
<i>Studi trasversali rispetto alla valutazione dell'intervento</i>					
Marmor 1978	New York City (Stati Uniti)	Popolazione in case di cura con e senza aria condizionata (età media compresa tra 75 e 85 anni)	Aria condizionata	Tasso di mortalità relativo (R) di decesso (tutte le cause) durante le ondate di calore rispetto al periodo di riferimento	Case di cura con aria condizionata: R=1.18 (86 decessi) non significativo Case di cura senza aria condizionata: R=2.73 (149 decessi) (p-value<0.01)
Chestnut et al. 1998	44 aree metropolitane con più di 1 milione di abitanti incluse nell'analisi in Kalkstein & Greene 1997 (Stati Uniti)	Popolazione di tutte le età, popolazione con età ≥65 anni	Aria condizionata	Tasso medio di mortalità associata al caldo (per 100,000) per incremento nei fattori protettivi/di rischio in studio rilevati a livello di area metropolitana-area urbana (dal censimento 1980).	Riduzione nel tasso medio di mortalità associata al caldo nella popolazione di tutte le età per incremento unitario nella prevalenza di abitazioni con aria condizionata centralizzata (-0.02 decessi per 100,000 abitanti). Riduzione maggiore nella popolazione con età ≥65 anni (non significativa).
Smoyer 1998	St. Louis (Stati Uniti)	Popolazione con età ≥65 anni	Aria condizionata	Prevalenza di aria condizionata nelle sezioni di censimento con un tasso di mortalità (tutte le cause) basso e alto durante le ondate di calore nel 1980	Nelle aree con maggiore mortalità legata alle ondate di calore la prevalenza di aria condizionata era significativamente minore rispetto alle aree con minore mortalità legata alle ondate di calore (47.38% vs 70.47%).
Braga et al. 2001	12 città (Stati Uniti)	Popolazione di tutte le età	Aria condizionata	Variazione percentuale nella mortalità giornaliera (tutte le cause) nei giorni caldi per incremento unitario nella prevalenza di aria condizionata centralizzata	Una maggiore prevalenza di aria condizionata centralizzata è associata ad un minore effetto del caldo sulla mortalità (-0.16%, IC 95% -0.30;-0.02)
Chan et al. 2001	Chicago (Stati Uniti)	Popolazione con età ≥65 anni e con età <65 anni	Aria condizionata	Variazione nell'Indice di disturbi legati al caldo (HEI), calcolato mediante un modello di simulazione basato su condizioni ambientali, stato di salute, livello di attività, risposta adattativa durante l'ondata di calore 1995 di Chicago.	Nei soggetti ≥65 anni HEI è ridotto di un fattore pari a 5.6 (da 77.3 a 13.8) se il soggetto si sposta da un ambiente non ventilato ad uno con aria condizionata
Curriero et al. 2002	11 città (Stati Uniti)	Popolazione di tutte le età	Aria condizionata	Variazione percentuale nei decessi (tutte le cause eccetto le violente) per 10°F di temperatura sopra una soglia città specifica, per un incremento di 10 unità nella prevalenza di abitazioni con aria condizionata	Aria condizionata nell'abitazione è associata in maniera significativa ad una riduzione della mortalità associata al caldo (-1.40%, IC 95% -2.50;-0.30)

Autori, anno	Paese	Popolazione	Intervento	Indicatore di impatto	Principali risultati
O'Neill et al. 2005	Chicago, Detroit, Minneapolis e Pittsburgh (Stati Uniti)	Popolazione di tutte le età	Aria condizionata	Variazione percentuale nei decessi (tutte le cause eccetto le violente) sopra la media giornaliera a 29°C vs 15°C	Per ogni incremento del 10% nella prevalenza di aria condizionata centralizzata, la mortalità associata al caldo diminuiva dell'1.4% (IC 95% -0.1; 2.9). Un incremento nella prevalenza di aria condizionata non centralizzata non era associato ad alcun decremento di mortalità.
Misset et al. 2006	Francia	Pazienti ricoverati in ospedale per colpo di calore in terapia intensiva (ICU) (n=345)	Aria condizionata	Rischio relativo di decesso (tutte le cause) in ospedale in pazienti trattati in ICU senza aria condizionata vs pazienti trattati in ICU con aria condizionata	Maggiore rischio di decesso in pazienti ammessi in ICU senza aria condizionata vs pazienti ammessi in ICU con aria condizionata (RR=1.76, IC 95% 1.27-2.43, p-value<0.01).
Kalkstein & Sheridan 2007	Phoenix Metropolitan Area, Arizona (Stati Uniti)	Popolazione con età ≥18 anni (201 rispondenti)	Sistema di allarme (Phoenix non ha un piano di prevenzione associato al sistema di allarme)	Cambiamenti comportamentali a seguito dell'introduzione del sistema di allarme (tramite questionario autosomministrato a dicembre 2005)	Percentuale di persone che hanno cambiato qualcosa nel loro comportamento a seguito dell'allarme: 71.6% (di cui 83.3 bevendo più liquidi, 66.7% evitando il sole, 64.3% evitando di uscire o recandosi in luoghi pubblici climatizzati)
Sheridan et al. 2007	Dayton, Philadelphia, Phoenix e Toronto (Stati Uniti e Canada)	Popolazione con età ≥65 anni (908 rispondenti)	Sistemi di allarme Piani di prevenzione degli effetti del caldo (Phoenix: non ha un piano di prevenzione associato al sistema di allarme; Dayton: diffusione di raccomandazioni, "buddy system", linea telefonica per l'emergenza caldo; Philadelphia: campagna informativa, "buddy system", linea telefonica per l'emergenza caldo, diffusione di raccomandazioni; Toronto: campagna informativa, linea telefonica per l'emergenza caldo, apertura di centri climatizzati, sorveglianza delle persone a rischio)	Cambiamenti comportamentali durante le ondate di calore (ondate di calore estate 2004 e 2005) (questionario telefonico entro 7 giorni dalla fine di un'ondata di calore)	Percentuale di persone che hanno cambiato qualcosa nel loro comportamento a seguito dell'allarme: dal 35% a Phoenix al 57% a Dayton (media=46%) Cambiamenti più frequenti nel comportamento delle persone durante i giorni di allarme (percentuale di persone): - non uscire di casa: dal 25% a Phoenix al 47% a Dayton - riduzione attività fisica: dal 9% a Dayton al 17% a Toronto - incremento nell'assunzione di liquidi: dall'1% a Phoenix al 5% a Dayton e Philadelphia - recarsi in un luogo più fresco (dallo 0% a Dayton al 2% a Philadelphia)
Larrieu et al. 2008	Francia (5 città)	Popolazione ≥67 anni (due studi longitudinali: PAQUID e Three-City)	Utilizzare metodi per rinfrescare l'ambiente Misure preventive comportamentali/sociali durante le ondate di calore	Odds Ratio (OR) dell'associazione tra morbidità (percezione soggettiva o attraverso i sintomi dichiarati attraverso questionario telefonico) durante l'ondata di calore e incremento nei fattori protettivi/di rischio in studio	Utilizzare metodi per rinfrescare l'abitazione: OR=0.4 (IC 95% 0.2-0.9) (coorte PAQUID) Vestirsi con abiti leggeri: OR=0.3 (IC 95% 0.1-0.9) (coorte Three-City) Nessun effetto protettivo per avere interrotto le attività quotidiane, non uscire mai di casa

Autori, anno	Paese	Popolazione	Intervento	Indicatore di impatto	Principali risultati
Studi caso-controllo, case-crossover					
Kilbourne et al. 1982	St. Louis e Kansas City (Stati Uniti)	156 casi con colpo di calore (di cui 73 erano deceduti per colpo di calore) e 462 controlli in persone di età ≥ 19 anni+ (71% ≥65 anni)	Aria condizionata Misure preventive comportamentali/sociali durante le ondate di calore Strategie di controllo dell'ambiente urbano	Rischio relativo (RR) di colpo di calore fatale/non fatale per incremento nei fattori protettivi/di rischio in studio	Aria condizionata nell'abitazione (ore/giorno): RR=0.85 (IC 95% 0.79-0.92) (colpo di calore fatale); RR=0.93 (IC 95% 0.89-0.98) (colpo di calore non fatale) Trascorrere più tempo in luoghi pubblici climatizzati (si vs no): RR=0.26 (IC 95% 0.07-0.93) (colpo di calore fatale); RR=0.27 (IC 95% 0.11-0.65) (colpo di calore non fatale) Utilizzo di ventilatori: nessuna riduzione nella mortalità (dati non mostrati) Riduzione delle attività fisiche intense (si vs no): RR=0.19 (IC 95% 0.08-0.43) (colpo di calore fatale) Assumere una quantità extra di liquidi (si vs no): RR=0.27 (IC 95% 0.11-0.86) (colpo di calore non fatale) Grado di copertura con alberi e verde vicino all'abitazione (nessuno, poco, moderato, molto): RR= 0.52 (IC 95% 0.30-0.93) (colpo di calore non fatale)
Semenza et al. 1996	Chicago (Stati Uniti)	339 soggetti deceduti a causa del caldo (ondata di calore 1995) e 339 controlli in persone di età >24 anni	Aria condizionata Intervento educativo/informativo durante l'ondata di calore	Odds Ratio (OR) di decesso (cause legate al caldo o cause cardiovascolari) durante l'ondata di calore per incremento nei fattori protettivi/di rischio in studio	Aria condizionata nell'abitazione: OR=0.3 (IC 95% 0.2-0.6, frazione di decessi attribuibile alla presenza/assenza di un particolare fattore, GIF=50.2%) Recarsi in luoghi pubblici climatizzati: OR=0.5 (IC 95% 0.3-0.9, GIF=39.5%) Utilizzo di ventilatori: nessuna riduzione nella mortalità Essere coinvolto in un progetto di educazione/informazione da parte di operatori sociali del Comune durante l'ondata di calore: OR=0.7 (0.3-1.7, non significativo)
Kaiser et al. 2001	Cincinnati (Stati Uniti)	17 soggetti deceduti per il caldo (ondata di calore 1999) e 34 controlli in persone con età ≥ 34 anni	Aria condizionata Misure preventive comportamentali/sociali durante le ondate di calore	Odds Ratio (OR) di decesso (cause legate al caldo) durante l'ondata di calore per incremento nei fattori protettivi/di rischio in studio	Aria condizionata nell'abitazione: OR=0.03 (IC 95% 0-0.2) Recarsi in luoghi pubblici climatizzati: OR=0.1 (IC 95% 0-0.7) Utilizzo di ventilatori: nessuna riduzione nella mortalità Ridurre l'attività fisica all'aperto: OR=0.2 (0.02-0.9)
Naughton et al. 2002	Chicago (Stati Uniti)	63 soggetti deceduti a causa del caldo (ondata di calore 1999) e 77 controlli in persone di tutte le età	Aria condizionata Misure preventive comportamentali/sociali durante le ondate di calore	Odds Ratio (OR) di decesso (cause legate al caldo) durante l'ondata di calore per incremento nei fattori protettivi/di rischio in studio	Aria condizionata nell'abitazione: OR=0.2 (IC 95% 0.1-0.7) Recarsi in luoghi climatizzati: OR=0.2 (IC 95% 0.0-1.5)* Utilizzo di ventilatori: nessuna riduzione nella mortalità *significativi solo nell'analisi univariata Fare extra bagni/docce: OR=0.3 (IC 95% 0.1-0.9)* *significativi solo nell'analisi univariata
Lorente et al. 2005	Francia	314 soggetti deceduti durante l'ondata di calore e 314 controlli in persone di tutte le età domiciliate in istituto (88% età ≥ 75 anni)	Aria condizionata Misure preventive comportamentali/sociali durante le ondate di calore	Odds Ratio (OR) di decesso (tutte le cause eccetto le violente) durante l'ondata di calore per incremento nei fattori protettivi/di rischio in studio	Avere accesso a spazi climatizzati: OR=0.2 (IC 95% 0.1-0.8)* *Significativo solo nell'analisi aggiustata per genere e livello di autonomia Avere aumentato il consumo di acqua bevuta: OR=0.2 (IC 95% 0.1-0.5)

Autori, anno	Paese	Popolazione	Intervento	Indicatore di impatto	Principali risultati
Di Renzi et al. 2006	Bari (Italia)	20 soggetti deceduti durante l'ondata di calore (estate 2005) e 60 controlli in persone con età ≥65 anni	Aria condizionata Misure preventive comportamentali/sociali	Odds Ratio (OR) di decesso (cause legate al caldo o ad altre condizioni es. cause cardiovascolari) durante l'ondata di calore per incremento nei fattori protettivi/di rischio in studio	Avere un condizionatore in casa funzionante: OR=0.09 (IC 95% 0.01-1.0, frazione di decessi attribuibile alla presenza/assenza di un particolare fattore, PAF%=72%) Avere aumentato il consumo di acqua bevuta: OR=0.2 (IC 95% 0.07-0.8)* *Significativo solo nell'analisi univariata
Vandertorren et al. 2006	Francia	315 soggetti deceduti durante l'ondata di calore (estate 2003) e 282 controlli in persone con età ≥65 anni	Utilizzare metodi per rinfrescare l'ambiente Misure comportamentali/sociali durante l'ondata di calore	Odds Ratio (OR) di decesso (tutte le cause, cause legate al caldo, cause cardiovascolari) durante l'ondata di calore per incremento nei fattori protettivi/di rischio in studio	Utilizzare metodi per rinfrescare l'ambiente: OR=0.32 (IC 95% 0.12-0.82) per tutte le cause OR=0.19 (IC 95% 0.04-0.85) per cause legate al caldo Vestirsi con abiti leggeri: OR=0.22 (IC 95% 0.09-0.55) per tutte le cause OR=0.22 (IC 95% 0.08-0.63) per cause cardiovascolari OR=0.08 (IC 95% 0.02-0.32) per cause legate al caldo
Medina-Ramon et al. 2007	50 città (Stati Uniti)	Popolazione di tutte le età	Aria condizionata	Variazione percentuale nel numero di decessi (tutte le cause) durante i giorni di caldo estremo, dal 25° al 75° percentile della prevalenza di aria condizionata	Riduzione nella variazione percentuale di decessi durante i giorni di caldo estremo per incremento di 1°C di temperatura ≥ 17°C, dal 25° al 75° percentile della prevalenza di aria condizionata: dal 9.68% (IC 95% 6.55-12.9) al 3.24% (IC 95% 0.44-6.13)
Studi longitudinali rispetto alla valutazione dell'intervento					
Rogot et al. 1992	Stati Uniti	Coorte di 72,740 persone (aprile 1980- dicembre 1985) (2 coorti censuarie nazionali dal National Longitudinal Mortality Study)	Aria condizionata	Odds Ratio (OR) e Rischio relativo (RR) di decesso (tutte le cause) durante i mesi caldi (temperatura media mensile ≥21.2°C) rispetto ai mesi freddi in base alla presenza/assenza di aria condizionata	- Il tasso di mortalità nelle persone con impianto di aria condizionata centralizzato è del 42% minore del tasso di mortalità nelle persone senza impianto di aria condizionata durante i mesi caldi rispetto ai mesi freddi (RR=0.58, p-value<0.05). Effetto significativo nelle donne, nei 65+, nelle persone non in forza lavoro, nelle persone che vivevano in meno di 6 stanze. - Aria condizionata non centralizzata: OR=0.96 (non significativo). Effetto significativo solo in famiglie che vivevano in 1-3 stanze.
Scheraga e Sussman 1993 (in Kalkstein 1993)	15 città (Stati Uniti)	Popolazione totale	Aria condizionata	Variazione temporale nel tasso di mortalità associata al caldo nei giorni con massa d'aria offensiva vs giorni senza massa d'aria offensiva, attribuibile all'utilizzo di aria condizionata, in un periodo di 25 anni (metà anni '60-fine anni '90, es. a New York dal 1964 al 1988)	Trend di mortalità in diminuzione, maggiore nei giorni con massa d'aria offensiva rispetto ai giorni senza massa d'aria offensiva (Ad es. a New York differenza di 3500 decessi (21% dei decessi associati al caldo) tra i giorni con massa d'aria offensiva rispetto ai giorni senza massa d'aria offensiva). Tale differenza è attribuibile all'aria condizionata.
Mattern et al. 2000	North Philadelphia (Stati Uniti)	34 persone con età ≥65 anni (82% donne, 97% Afro-americani)	Intervento educativo per la prevenzione dei rischi associati al caldo con auto-somministrazione di un questionario prima dell'intervento e 8 settimane dopo l'intervento	Variazione temporale nella consapevolezza degli effetti del caldo sulla salute (tramite questionario auto-somministrato)	- Incremento nella consapevolezza degli effetti del caldo sulla salute (62% vs 76%). - Incremento nel numero di persone che avevano individuato una persona da contattare per eventuali necessità di assistenza (67% vs 94%)

Autori, anno	Paese	Popolazione	Intervento	Indicatore di impatto	Principali risultati
Palecki et al. 2001	Chicago and St. Louis (Stati Uniti)	Popolazione di tutte le età	Sistema di allarme del National Weather Service (allarme temperatura apparente >40.5°C per due giorni consecutivi) Piani di prevenzione locali per il caldo Chicago: - apertura di luoghi pubblici condizionati - servizio di trasporto gratuito ai luoghi condizionati - assistenza a domicilio per gli individui a rischio - call center per l'emergenza caldo St. Louis: - informazione alla popolazione sui mezzi di prevenzione - call center per l'emergenza caldo - apertura di luoghi pubblici condizionati - assistenza a domicilio per gli anziani	Variazione temporale nel numero di decessi per malattie causate dal caldo durante l'ondata di calore 1995 e 1999	- Chicago: riduzione nel numero di decessi da circa 700 decessi associati al caldo durante l'ondata di calore 1995 a 114 decessi durante l'ondata di calore 1999, probabilmente dovuto alla minore intensità della seconda ondata di calore ma anche all'implementazione di un piano di prevenzione per il caldo. - St. Louis: incremento nei decessi associati al caldo da 27 nel 1995 a 36 nel 1999, probabilmente a causa dell'ondata di calore più intensa e prolungata.
Weisskopf et al. 2002	Milwaukee (Stati Uniti)	Popolazione di tutte le età	Sistema di allarme del National Weather Service (allarme se temperatura apparente >40.5°C per due giorni consecutivi) Piano di prevenzione per gli effetti del caldo (attivato dopo il 1995): - Programmi di formazione per operatori socio-sanitari - Interventi calibrati sulla base del rischio previsto dal sistema di allarme - Diffusione di raccomandazioni su misure di prevenzione diverse dall'aria condizionata - Call center h24 per l'emergenza caldo - Sorveglianza degli eventi dovuti al caldo durante i giorni di allarme	Rapporto tra i decessi/interventi del servizio di emergenza sanitaria osservati nel 1999 rispetto agli attesi sulla base dei dati 1995, aggiustati per età in base alla popolazione 1999	- Riduzione dei decessi rispetto al 1995 (rapporto tra osservati e attesi=0.20 circa). - Riduzione degli interventi del servizio di emergenza sanitaria rispetto al 1995 (rapporto tra osservati e attesi pari a 0.30-0.50). - Poiché le condizioni meteorologiche delle due ondate di calore erano simili, tale riduzione è attribuibile ad un aumento nella consapevolezza nella popolazione dei rischi associati al caldo ed al piano di risposta alle ondate di calore.
Davis et al. 2003a	28 città con almeno un milione di abitanti (Stati Uniti)	Popolazione di tutte le età	Sistemi di allarme HHWWS (in alcune città) Strategie di controllo dell'ambiente urbano Piani di risposta al caldo Aria condizionata	Variazione temporale (per decade: 1960-1970, anni '80 e anni '90) della mortalità media giornaliera e dell'eccesso annuale di mortalità sopra una soglia di temperatura apparente città-specifica	- Diminuzione della mortalità media giornaliera e dell'eccesso annuale di mortalità in tutte le città (da 53 decessi per milione di abitanti nelle decadi 1960-1970, a 25 decessi negli anni '80 ed a 15 decessi negli anni '90), in particolare nelle città del quadrante nord-orientale degli Stati Uniti. - Le diminuzioni possono essere attribuibili ad un miglioramento dell'assistenza medica, a processi di adattamento fisiologico, a cambiamenti urbanistici, all'introduzione di piani di risposta e di sistemi di allarme, all'incremento nell'utilizzo dell'aria condizionata.
Davis et al. 2003b	28 città con almeno un milione di abitanti (Stati Uniti)	Popolazione di tutte le età	Sistemi di allarme HHWWS (in alcune città) Strategie di controllo dell'ambiente urbano Piani di risposta al caldo Aria condizionata	Variazione temporale (per decade: 1960-1970, anni '80 e anni '90) dell'eccesso annuale di mortalità sopra una soglia di temperatura apparente città-specifica	- Diminuzione dell'eccesso annuale di mortalità in tutte le città (da 41 decessi per milione di abitanti nelle decadi 1960-1970, a 17.3 decessi negli anni '80 ed a 10.5 decessi negli anni '90), in particolare nelle città del quadrante nord-orientale degli Stati Uniti. - In quasi tutte le regioni il decremento dell'eccesso annuale di mortalità è associato ad una maggiore prevalenza di famiglie con aria condizionata.

Autori, anno	Paese	Popolazione	Intervento	Indicatore di impatto	Principali risultati
Delaroziere and Sanmarco 2004	Marsiglia (Francia)	Popolazione con età ≥65 anni	Diffusione di raccomandazioni per la popolazione generale Produzione e diffusione di un bollettino meteorologico (Valore soglia: temperatura media ≥28°C per due giorni)	Confronto prima (1968-82) e dopo (1984-97) una campagna preventiva attivata a partire dal 1984 nell'eccesso di mortalità (tutte le cause) durante le ondate di calore	- Riduzione dell'eccesso medio di mortalità giornaliera durante le ondate di calore da 3.27 (ES=5.33) nel periodo 1968-1982 a 1.32 (ES=4.56) nel periodo 1984-1997. - La riduzione dell'impatto delle ondate di calore può essere in parte attribuibile agli interventi di prevenzione attivati a partire dal 1984.
Ebi et al. 2004	Philadelphia (Stati Uniti)	Popolazione con età ≥65 anni	Sistema a masse d'aria (Kalkstein 1996a) integrato con il sistema di allarme del National Weather Service (allarme quando temperatura apparente>40.5°C per due giorni consecutivi o temperatura apparente>46°C) Piano di risposta: - Campagna di informazione tramite i mass-media e sensibilizzazione visite domiciliari a persone anziane ("buddy system") - Call center per l'emergenza caldo collegato con i team di assistenza domiciliare - Prolungamento delle ore di attività dei centri per anziani - Avvisi alle compagnie dell'acqua/elettricità per evitare interruzioni del servizio - Potenziamento dei servizi di pronto soccorso - Intensificazione assistenza ai senza fissa dimora - Trasporto delle persone ad alto rischio in luoghi con aria condizionata	Variazione temporale dell'eccesso di mortalità (tutte le cause) durante le ondate di calore nel periodo 1995-98, periodo di attività del Philadelphia Hot Weather-Health Watch/Warning System (PWWS), rispetto alla mortalità media giornaliera attesa, nei giorni con allarme rispetto ai giorni senza allarme	- L'eccesso di mortalità si riduce di un fattore pari a 2.6 (IC 95% -1.0; 6.1, p-value=0.08) nei giorni di allarme, pari a 2.6 vite salvate dal sistema di allarme (assumendo assenza di harvesting) - Considerando che il costo stimato del Sistema a massa d'aria e del Piano di risposta= 210,000 dollari durante i tre anni 1995-98, il beneficio netto è pari a circa 468 milioni di dollari di vite salvate.
Taha et al. 2004	Los Angeles (Stati Uniti)	Popolazione di tutte le età	Strategie di controllo dell'ambiente urbano: - Elevato aumento dell'albedo (potere riflettente degli edifici e delle infrastrutture urbane) - Combinazione di moderato aumento dell'albedo e della vegetazione	Variazione temporale dell'eccesso di mortalità (tutte le cause) rispetto al trend di mortalità di lungo periodo durante le ondate di calore nel periodo 1975-1998 caratterizzate da masse d'aria oppressive Clima Secco molto Caldo" (DT) e il "Clima Umido e Caldo" (MT)	- Lo scenario di un elevato aumento dell'albedo (associato ad una riduzione media di temperatura dell'aria, della temperatura al punto di rugiada e ad un incremento medio della velocità del vento) è risultato associato ad una riduzione dell'eccesso di mortalità durante le ondate di calore rispetto all'eccesso osservato (ondata di calore 1994: da 83.1 a 69.5 decessi, -17% circa; ondata di calore 1998: da 59.6 decessi a 45.6 decessi, -25% circa). - Lo scenario di un moderato aumento dell'albedo/vegetazione ha un minore effetto nel ridurre la mortalità durante le ondate di calore.
Michelozzi et al. 2006	Bologna, Milano, Roma e Torino (Italia)	Popolazione di tutte le età	Sistemi a masse d'aria (Kalkstein 1996a) Piani di risposta città-specifici: - Campagna di informazione tramite mass-media - Raccomandazioni per la popolazione e persone affette da malattie croniche - Linee guida per gli operatori sanitari e sociali - Sistemi di custodia sociale per la popolazione anziana in condizioni di rischio - Servizi di teleassistenza per anziani 24h su 24 - Addestramento di operatori sociali e volontari per le situazioni di emergenza - Raccomandazioni per ospedali	Variazione temporale nell'incremento percentuale di mortalità (tutte le cause eccetto le violente) per incrementi successivi di temperatura (da 2°C a 10°C) da 26°C a 36°C, tra i periodi 1995-2002, 2003 e 2004	- In tutte le città, incremento nella mortalità tra il periodo di riferimento ed il 2003 - Tra il 2003 ed il 2004 riduzione dell'incremento percentuale di mortalità tra 26°C e 36°C, eterogenea nelle 4 città: a Bologna dal 27.2% (IC 95% 8.2; 46.3) al 23.0% (non significativo); a Milano dal 19.4% (IC 95% 9.9; 29.0) al 15.2% (3.6; 26.8); a Roma dal 32.0% (IC 95% 24.5; 39.4) al 10.0% (non significativo); a Torino dal 93.4% (78.5; 108.4) al 41.8% (IC 95% 4.0; 79.7). - Tali riduzioni possono essere attribuibili in parte ai minori livelli di esposizione e, in parte, agli interventi di prevenzione attivati, eterogenei nelle 4 città.

Autori, anno	Paese	Popolazione	Intervento	Indicatore di impatto	Principali risultati
Tan et al. 2007	China (Shangai)	Popolazione di tutte le età	Sistema a masse d'aria (Kalkstein 1996a) attivo dal 2002 Aria condizionata Strategie di controllo dell'ambiente urbano	Variazione temporale nel 2003 rispetto al 1998 dell'eccesso di mortalità (tutte le cause) durante le ondate di calore 1998 e 2003 (calcolato rispetto alla mortalità media dei giorni non di ondata di calore del periodo estivo)	- Minore impatto dell'ondata di calore 2003 rispetto all'ondata di calore 1998 (rapporto tra il numero di decessi nei giorni di ondata di calore rispetto ai giorni non di ondata di calore da 358/244=1.47 nel 1998 a 253/223=1.13 nel 2003). - Poiché le condizioni meteorologiche ed i livelli di inquinamento delle due ondate di calore erano simili, la riduzione può essere almeno in parte attribuibile ad incrementi nella prevalenza di aria condizionata, nello spazio pro-capite disponibile, nella percentuale di area verde/superficie totale della città
Fouillet et al. 2008	Francia	Popolazione ≥55 anni	HHWWS (Sistema a soglia di temperatura basata sulla relazione temperatura-mortalità) (Pascal et al. 2006) attivo dal 2004 Piano di risposta nazionale messo in atto dopo il 2003: -diffusione di raccomandazioni sulla prevenzione e sul trattamento delle malattie associate al caldo - installazione di condizionatori in ospedali e case di riposo - protocolli di emergenza in case di riposo - censimento città-specifico delle persone isolate e vulnerabili - visite domiciliari a persone isolate e vulnerabili durante i giorni di allarme - intensificazione della disponibilità di assistenza nelle strutture sanitarie durante i giorni di allarme - diffusione di raccomandazioni attraverso i media durante i giorni di allarme	Confronto tra i decessi (tutte le cause) osservati durante l'ondata di calore 2006 (11-28 luglio) ed i decessi attesi, previsti sulla base di due modelli di simulazione (modello 1: con i dati meteorologici 2006 ed i parametri del modello (vulnerabilità della popolazione) riferiti al periodo 1975-2003; modello 2: sia con i dati meteorologici che i parametri riferiti al periodo 1975-2003)	- Riduzione nel numero di decessi osservati durante l'ondata di calore 2006 (pari a -4388 (IC 95% -4920; -3855) rispetto ai decessi attesi assumendo che la vulnerabilità della popolazione fosse quella del periodo 1975-2003 - Questa riduzione nel numero di decessi rispetto all'atteso suggerisce che tra il periodo 1975-2003 ed il 2006 si è verificata una riduzione della vulnerabilità della popolazione, probabilmente riconducibile ad una maggiore consapevolezza riguardo i rischi associati alle elevate temperature estive, all'attivazione di misure preventive dopo il 2003 e all'implementazione del sistema di allarme a partire dal 2004.
Kysely & Kriz 2008	Repubblica Ceca	Popolazione di tutte le età	Diffusione tramite mass-media degli avvisi nei giorni caldi Aria condizionata	Variazione temporale nell'eccesso di mortalità (tutte le cause, cause cardiovascolari) durante le ondate di calore rispetto all'atteso nel periodo 1986-2006	- L'eccesso di mortalità durante le ondate di calore è diminuito nel 2003 rispetto alle ondate di calore precedenti (da 718 e 919 decessi nel 1992 e nel 1994 a 236 decessi nel 2003). Nel 2003 solo uno dei periodi di ondata di calore è risultato associato ad un incremento significativo nella mortalità (19-22 luglio, +11%). - In parte, la riduzione può essere attribuibile ad un miglioramento dell'assistenza medica, ad un incremento nell'utilizzo dell'aria condizionata, ad una maggiore consapevolezza dei rischi associati al caldo dovuta alla diffusione degli avvisi tramite mass-media nei giorni caldi