

Roma, 31 agosto 2006

Progetto CCM

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

Revisione degli studi di valutazione delle attività di prevenzione degli effetti delle ondate di calore sulla salute

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. 1999, 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") (Smoyer 1998, 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 1998, 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. 2003, McGeehin and 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. 1996, Smoyer 1998, 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 e Sanmarco 2004, Nogueira et al. 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 1998, 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. 1996, Sheridan and 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 et al. 1996, 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.

Studi di valutazione dell'efficacia dei sistemi di allarme

Un sistema di allarme si può considerare efficace nel mitigare l'impatto delle ondate di calore sulla salute qualora sia integrato da adeguate strategie di comunicazione del rischio, da interventi di prevenzione, da una disponibilità di risorse e da una tempestività nella risposta. Ad oggi in letteratura mancano delle vere e proprie valutazioni dell'efficacia dei sistemi di allarme per il caldo ma diversi autori suggeriscono che essi siano una componente fondamentale di un piano di risposta efficace (Kalkstein 2000, Ebi 2005, Menne 2005). Una conferma indiretta viene da alcuni studi che hanno confrontato l'impatto di ondate di calore verificatesi in anni diversi in una stessa città, ad esempio nel 1980 e nel 1995 a St. Louis (Smoyer 1998) e nel 1995 e nel 1999 a Chicago (Palecki et al. 2001) ed a Milwaukee (Weisskopf et al. 2002), 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 un sistema di allarme per il caldo avvenuta, in tutte e tre le città, successivamente alla prima ondata di calore e l'adozione di un piano per la prevenzione integrato con il sistema di allarme possono, difatti, avere giocato un ruolo importante nel mitigare l'effetto della seconda ondata di calore. Un'ulteriore evidenza è fornita da uno studio condotto a Marsiglia che ha evidenziato una riduzione dell'impatto delle ondate di calore prima e dopo il 1984, anno in cui è stato attivato un sistema di allarme meteorologico per il caldo e da una campagna di comunicazione del rischio e di raccomandazioni per la popolazione (Delaroziere e Sanmarco, 2004). Anche in un recente studio condotto su quattro città italiane, si è evidenziata una generale riduzione della mortalità associata alle elevate temperature tra l'estate 2003, caratterizzata da temperature eccezionalmente elevate persistenti per gran parte dei mesi estivi, e l'estate 2004, quando sono state registrate condizioni climatiche più miti e, in tutte le città, sono stati attivati sistemi di allarme per il caldo ed interventi di prevenzione (Michelozzi et al. 2006). Un'ulteriore indicazione dell'efficacia dei sistemi di allarme nel mitigare l'impatto delle ondate di calore sulla salute è fornita dallo studio di Ebi et al. (2004) in cui è stato stimato che, in media, ogni giorno in cui il National Weather Service emette un allarme in collaborazione con il Philadelphia Watch/Warning System vengono salvate 2.6 vite e tale beneficio supera di molto i costi del sistema. Il sistema di allarme di Philadelphia è integrato da una serie di attività di prevenzione che vengono attivate nei giorni di allarme, tra cui la comunicazione del rischio attraverso i mass-media e l'intensificazione degli interventi a favore delle persone ad alto rischio.

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.

Studi di valutazione dell'efficacia degli interventi di prevenzione

L'unico intervento con documentata 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). Una delle prime evidenze di efficacia viene da uno studio che aveva confrontato la mortalità durante episodi di ondate di calore rispetto a periodi di controllo negli ospiti di case di cura dotate di aria condizionata e negli ospiti di case di cura che non avevano locali climatizzati, dimostrando che solo tra questi ultimi si era verificato un numero di decessi significativamente maggiore nei periodi di ondata di calore rispetto ai periodi di controllo (Marmor 1978). Recentemente, alcuni studi hanno evidenziato come la mortalità sia elevata durante i periodi di ondata di calore anche nei pazienti ricoverati in e, in queste ultime, siano a rischio tutti i pazienti anziani, non solo quelli più fragili. Un'altra indagine condotta su una coorte di oltre 70,000 persone, ha documentato una mortalità del 42% minore nelle persone con un impianto centralizzato di aria condizionata rispetto a quelli che ne erano sprovvisti durante i mesi caldi (Rogot et al. 1992). Più recentemente, un'analisi sulla mortalità dei 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). Due analisi dei trend di mortalità in diverse città degli Stati Uniti tra gli anni '60 e '90 hanno evidenziato una generale riduzione della mortalità associata al caldo, ascrivendo tale diminuzione a diversi fattori tra i quali l'incremento nella prevalenza di utilizzo dell'aria condizionata nelle abitazioni (Scheraga e Sussman 1993 in Kalkstein 1993, Davis et al. 2003). Due studi di serie temporale condotti in alcune grandi città americane hanno entrambi stimato che, per ogni incremento del 10% nella percentuale di abitazioni con aria condizionata, la mortalità associata al caldo si riduceva circa dell'1% (Curriero et al. 2002, O'Neill et al. 2005). L'utilizzo di un impianto di aria condizionata nell'abitazione, specie se centralizzato, è risultato associato ad un minor rischio di decesso dovuto al caldo anche in diversi studi caso-controllo condotti durante episodi di ondate di calore verificatisi in alcune città americane (Kilbourne et al. 1982, Semenza et al. 1996, Kaiser et al. 2001, Naughton et al. 2002). Gli stessi studi hanno anche evidenziato un minore rischio di decesso nei soggetti che avevano trascorso almeno qualche ora al giorno in luoghi pubblici condizionati (Kilbourne et al. 1982, Semenza et al. 1996). **L'allestimento di luoghi pubblici condizionati e di servizi di trasporto gratuito ai luoghi condizionati per gli individui a rischio** sono tra le componenti essenziali dei piani di risposta al caldo di molte città americane come St. Louis (Smoyer 1998, Palecki et al. 2001), Chicago (Palecki et al. 2001, Naughton et al. 2002) e Philadelphia (Ebi et al. 2004). Alcuni recenti studi che hanno dimostrato un rischio maggiore di decesso durante le ondate di calore per i pazienti ricoverati in ospedale e nelle strutture assistenziali di tipo residenziale (Kovats et al. 2006, Stafoggia et al. 2006), sottolineano l'importanza di introdurre l'aria condizionata anche nelle strutture di ricovero e cura, specialmente nei paesi europei dove la prevalenza di utilizzo di condizionatori è ancora bassa. Altrettanto cruciale è l'introduzione dell'aria condizionata anche nelle strutture di ricovero e cura. Alcuni recenti studi che hanno messo in evidenza un eccesso di mortalità durante le ondate di calore anche per i pazienti ricoverati in ospedale o nelle strutture assistenziali di tipo residenziale, confermano l'importanza di introdurre l'aria condizionata in queste strutture soprattutto nelle nazioni europee dove l'aria condizionata

Un intervento fino a poco tempo fa incluso nei piani di risposta alle ondate di calore estive (Smoyer 1998) consisteva nella **distribuzione di ventilatori ai soggetti a rischio**. Ad oggi diversi studi hanno dimostrato che l'utilizzo di un ventilatore non solo è sostanzialmente inefficace nel mitigare l'effetto del caldo sulla salute (Kilbourne et al. 1982, Semenza et al. 1996, Naughton et al. 2002, Kaiser et al. 2003), ma è anche potenzialmente nocivo perché, se orientato direttamente sul corpo, a fronte di un temporaneo sollievo dovuto alla circolazione di aria, in assenza di una adeguata assunzione di liquidi aumenta il rischio di disidratazione.

A differenza delle robuste evidenze di efficacia osservate per l'aria condizionata, per gli altri interventi inclusi nei programmi di prevenzione mancano in letteratura dei veri e propri studi di valutazione, anche se qualche

indicazione può essere ricavata in maniera indiretta da alcune indagini caso-controllo condotte durante periodi di ondata di calore. In questi studi è emerso che fattori come **ridurre le attività fisiche intense, assumere una quantità extra di liquidi** (Kilbourne et al. 1982), **avere accesso ai trasporti** (Semenza et al. 1996) sono risultati associati ad un minore rischio di decesso dovuto al caldo.

Altri interventi probabilmente efficaci, se integrati con un sistema di allarme meteorologico per il caldo, consistono in **attività di comunicazione del rischio** e nella diffusione di **raccomandazioni per la popolazione generale** (Delarozziere e Sanmarco 2004). Interventi educativi, quali **una sessione educativa individuale e la distribuzione di materiale informativo e di termometri graduati in cui erano evidenziati i valori a rischio in corrispondenza dei quali il soggetto era invitato a cercare appropriate misure di sollievo**, sono risultati efficaci nell'aumentare la consapevolezza dei rischi associati al caldo e la conoscenza dei metodi di prevenzione in uno studio di valutazione condotto su una popolazione di anziani a Philadelphia (Mattern et al. 2000).

Gli altri specifici interventi inclusi nei piani di risposta al caldo, quali **l'assistenza telefonica ed a domicilio per gli individui a rischio** (Palecki et al. 2001, Naughton et al. 2002), **sistemi di custodia sociale per la popolazione anziana in condizioni di fragilità** (Ebi et al. 2004, Michelozzi et al. 2006), **un numero verde per l'emergenza caldo** (Palecki et al. 2001, Weisskopf et al. 2002, Ebi et al. 2004), **linee guida per operatori socio-sanitari e per gli ospedali** (Michelozzi et al. 2006), necessitano di essere valutati. 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 (Taha et al. 2004). Studi caso-controllo condotti durante le ondate di calore hanno difatti 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).

Conclusioni

In conclusione, diversi autori suggeriscono che un efficace piano di risposta per il caldo deve basarsi su un sistema di allarme luogo-specifico in grado di prevedere l'occorrenza delle ondate di calore estive ed il loro impatto sulla salute della popolazione e su un programma di interventi mirati ai sottogruppi maggiormente suscettibili (Kalkstein 2000, Ebi 2005, Menne 2005).

In considerazione delle scarse evidenze ad oggi disponibili, si rendono necessari ulteriori studi di valutazione dell'efficacia dei sistemi di allarme e degli interventi di prevenzione già operativi nelle diverse realtà americane ed europee. Per questo, in tali città è importante attivare durante il periodo estivo una sorveglianza degli esiti sanitari (mortalità, ricoveri in Pronto Soccorso) che consenta un monitoraggio in tempo reale dell'impatto delle ondate di calore sulla salute e rappresenti una base di dati utile per poter valutare l'efficacia delle attività di prevenzione (McGeehin & Mirabelli 2001). Da un punto di vista di sanità pubblica, valutazioni di efficacia degli interventi di prevenzione per il caldo 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 estive. Inoltre, per essere più efficace il piano di prevenzione dovrebbe includere interventi mirati alla popolazione effettivamente suscettibile e pertanto è necessario indagare maggiormente i fattori che determinano la vulnerabilità della 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. 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.
3. 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.
4. Davis R.E. et al. Changing Heat-Related Mortality in the United States. *Environ Health Perspect* 111[14], 1712-1718. November 2003.

5. Davis R.E. et al. Decadal changes in summer mortality in U.S. cities. *Int J Biometeorol* 47, 166-175. 2003.
6. 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.
7. 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.
8. 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 .
9. Hajat S et al. Impact of hot temperatures on death in London: a time series approach. *J Epidemiol Comm Health* 56, 367-372. 2002.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. 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 1996.
14. Kalkstein L.S. Direct impacts in cities. *Lancet* 342, 1397-1399. 1993.
15. 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.
16. Kalkstein LS et al. A New Spatial Synoptic classification: application to Air Mass Analysis. *Int J Climatol* 16, 983-1004. 1996.
17. Kilbourne E.M. Heat-Related Illness - Current Status of Prevention Efforts. *Am J Prev Med* 22[4], 328-329. 2002.
18. Kilbourne E.M. The Spectrum of Illness During Heat Waves. *Am J Prev Med* 16[4], 359-360. 1999.
19. Kilbourne E.M. et al. Risk Factors for Heatstroke - A Case-Control Study. *JAMA* 247[24], 3332-3336. June 25, 1982.
20. Kirchmayer U et al. A national system for the prevention of the health effects of heat in Italy. *Epidemiology* 2004;15:S100.
21. Kovats RS, Jonhson H, Griffith C. Mortality in southern England during the 2003 heat wave by place of death. *Health Stat Q* 2006; 29: 6-8.
22. Marmor M. Heat Wave Mortality in Nursing Homes. *Environmental Research* 17[1], 102-115. 1978.
23. 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.

24. 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.
25. 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.
26. Michelozzi P. et al. Impact of Heat Waves on Mortality - Rome, Italy, June-August 2003. *MMWR* 53, 369-371. 2004.
27. Michelozzi P et al. The impact of the summer 2003 heat waves on mortality in four Italian cities. *Euro Surveill* 2005;10:161-5.
28. 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.
29. 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.
30. Naughton M.P. et al. Heat-Related Mortality During a 1999 Heat Wave in Chicago. *Am J Prev Med* 22[4], 221-227. 2002.
31. 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 .
32. 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.
33. 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.
34. Pascal M. et al. France's heat health watch warning system. *Int J Biometeorol* 50, 144-153. 2006.
35. Rogot E., Sorlie P.D., Backlund E. Air-conditioning and Mortality in Hot Weather. *Am J Epidemiol* 136[1], 106-16. 1992.
36. 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.
37. 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.
38. 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.
39. Sheridan S., Kalkstein L. Heat watch/warning systems in urban areas. *World Resource Review* 10, 375-383. 1998.
40. Sheridan S.C. The Re-development of a Weather Type Classification Scheme for North America. *Int J Climatol* 22[5168]. 2002.
41. 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. 1998.

42. 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.
43. 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.
44. 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.
45. 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.

Studi di valutazione degli interventi per ridurre gli effetti del caldo sulla salute.

Autori, anno	Paese	Popolazione	Esito	Esposizione	Tipo di studio	Interventi	Sistema allarme	di	Principali risultati
Marmor 1978	New York City (Stati Uniti)	Popolazione in case di cura con e senza aria condizionata (con almeno 15 decessi tra maggio e settembre del 1972 e 1973)	Mortalità totale durante le ondate di calore	Ondata di calore: 4 o le più giorni di consecutivi con temperatura massima >31.1°C	Confronto ondate di calore del 1972 e 1973 vs periodi di controllo tra maggio e settembre	Aria condizionata	No		<ul style="list-style-type: none"> - Nelle case di cura senza aria condizionata il numero di decessi durante le ondate di calore era significativamente maggiore rispetto ai periodi di controllo. - Nelle case di cura con aria condizionata il numero di decessi non differiva significativamente tra i periodi di ondata di calore e di controllo.
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	Colpo di calore	di Ondata di calore Luglio-Agosto 1980	di Studio caso-controllo	Interventi messi in atto durante l'ondata di calore 1980: <ul style="list-style-type: none"> - Allestimento di luoghi pubblici condizionati - Distribuzione di ventilatori 	No		<p>Fattori protettivi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - impianto di aria condizionata centralizzato nell'abitazione - trascorrere almeno qualche ora al giorno in luoghi pubblici condizionati - vivere in un'abitazione ben ombreggiata da alberi e vegetazione - essere autosufficienti - ridurre le attività fisiche intense

									<ul style="list-style-type: none"> - assumere una quantità extra di liquidi <p>Fattori di rischio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vivere ai piani alti degli edifici - storia di alcolismo - assunzione di tranquillanti (fenotiazine, butirrofenoni, tioxantine)
Rogot et al. 1992	Stati Uniti	Coorte 72,740 persone	Mortalità totale	Temperatura media mensile ≥21.2°C	Studio di coorte (aprile 1980- dicembre 1985)	Aria condizionata		No	<ul style="list-style-type: none"> - 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. - L'utilizzo di un impianto non centralizzato non mostra un beneficio significativo.
Scheraga e Sussman 1993 (in Kalkstein 1993)	15 città (Stati Uniti)	Popolazione totale	Mortalità associata al caldo	Giorni con massa d'aria offensiva vs giorni senza massa d'aria offensiva	Analisi dei trend di mortalità in un periodo di 25 anni (metà anni '60- fine anni '90). Es. a New York dal 1964 al 1988	Aria condizionata		No	In molte città l'aria condizionata ha ridotto i decessi associati al caldo. Ad esempio, a New York il 21% dei decessi associati al caldo sono stati evitati grazie all'aria condizionata.

Autori, anno	Paese	Popolazione	Esito	Esposizione	Tipo di studio	Interventi	Sistema di allarme	Principali risultati
Semenza et al. 1996	Chicago (Stati Uniti)	339 soggetti decessi a causa del caldo e 339 controlli in persone di età >24 anni	Mortalità associata al caldo (per la quale il caldo o la malattia cardiovascolare era la causa principale e/o concorrente)	Ondata di calore 1995	Studio caso-controllo		No	<p>Fattori protettivi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - impianto di aria condizionata centralizzato nell'abitazione (OR=0.3) - recarsi in luoghi pubblici condizionati (OR=0.5) - avere accesso ai trasporti (OR=0.3) <p>Più del 50% dei decessi associati al caldo avrebbe potuto essere prevenuto se la casa avesse avuto un impianto di aria condizionata.</p> <p>Fattori di rischio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - essere costretto a letto (OR=8.2) - vivere soli (OR=2.3)
Smoyer 1998	St. Louis (Stati Uniti)	Popolazione ≥65 anni	Mortalità totale	Ondate di calore: giorni con temperatura apparente >40.6°C	Confronto ondate di calore 1980 e 1995	<ul style="list-style-type: none"> - informazione sui rischi associati alle ondate di calore - apertura di luoghi pubblici condizionati - distribuzione di condizionatori ai soggetti a rischio 	<p>Valore soglia: National Weather Service (allarme temperatura apparente >40.5°C per due giorni</p>	<ul style="list-style-type: none"> - L'ondata di calore del 1980 è stata più intensa e prolungata dell'ondata del 1995 ed associata ad una maggiore mortalità. - La vulnerabilità della popolazione è aumentata tra i due periodi (aumento della percentuale di

								consecutivi)	persone di età >75 anni e della proporzione di residenti che vivono sotto la soglia di povertà a fronte di un aumento nella percentuale di residenti con aria condizionata ed all'introduzione di programmi di prevenzione).	
Mattern et al. 2000	North Philadelphia (Stati Uniti)	34 persone con età ≥65 anni	Consapevolezza degli effetti del caldo sulla salute					Somministrazione di un questionario prima e dopo l'intervento a distanza di 8 settimane durante la primavera-estate 1997	- sessione individuale di No educazione sanitaria - fornitura di termometri in cui sono evidenziati i valori a rischio in corrispondenza dei quali il soggetto è incoraggiato a cercare appropriate misure di sollievo - distribuzione di un manuale calibrato sulla classe di età e sul livello culturale	Evidenza di un'aumentata consapevolezza dei rischi associati al caldo e di un'aumentata conoscenza degli appropriati strumenti di prevenzione.
Kaiser et al. 2001	Cincinnati (Stati Uniti)	17 soggetti deceduti per il caldo e 34 controlli	Mortalità associata al caldo	Ondata di calore 1999	Studio di caso-controllo				Fattori protettivi: - utilizzare un impianto di aria condizionata (OR=0.03) Fattori di rischio: - avere una malattia mentale (OR=14.0) Tre deceduti vivevano in abitazioni per persone con	

Autori, anno	Paese	Popolazione	Esito	Esposizione	Tipo di studio	Interventi	Sistema di allarme	Principali risultati
Palecki et al. 2001	Chicago and St. Louis (Stati Uniti)	Popolazione totale	Mortalità associata al caldo (malattie causate dal caldo)		Confronto ondate di calore 1995 e1999	Chicago: <ul style="list-style-type: none"> - 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: <ul style="list-style-type: none"> - informazione alla popolazione sui mezzi di prevenzione - call center per l'emergenza caldo - apertura di luoghi pubblici condizionati - assistenza a domicilio per gli anziani 	Valore soglia: National Weather Service (allarme temperatura apparente >40.5°C per due giorni consecutivi)	- A Chicago l'eccesso di mortalità è diminuito da 700 decessi associati al caldo durante l'ondata di calore 1995 a 114 durante l'ondata di calore 1999, probabilmente dovuto alla minore intensità della seconda ondata di calore ma anche ad un piano di prevenzione efficace. - A St. Louis si è osservato un 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.
Curriero et al. 2002	11 città (Stati Uniti)	Popolazione di tutte le età	Mortalità associata al caldo (sopra una soglia città-specifica)		Studio di serie temporale 1973-1994	Aria condizionata	No	Avere aria condizionata nell'abitazione è associata in maniera significativa ad una riduzione della mortalità associata al caldo anche se l'effetto sulla mortalità è ancora significativo (ogni 10% incremento nella prevalenza di abitazioni con

									aria condizionata la mortalità associata al caldo diminuiva dello 0.8%)
Naughton et al. 2002	Chicago (Stati Uniti)	63 soggetti deceduti a causa del caldo e 77 controlli	Mortalità associata al caldo (per la quale il caldo era la causa principale e/o concorrente)	Ondata di calore 1999	Studio di controllo	caso-	Piano di risposta attivato i giorni di allarme previsti dal sistema: - attivazione di unità di crisi per coordinare gli interventi - allestimento di luoghi pubblici condizionati - assistenza telefonica e a domicilio per gli anziani	Valore soglia: National Weather Service (allarme temperatura apparente >40.5°C per due giorni consecutivi)	Fattori protettivi: - avere un impianto di aria condizionata (OR=0.2) Fattori di rischio: - vivere solo (OR=8.1) - in persone che vivono sole, non lasciare la casa quotidianamente (OR=5.8)
Weisskopf et al. 2002	Milwaukee (Stati Uniti)	Popolazione totale	Mortalità associata al caldo (ICD-9 E900) e interventi del servizio di emergenza medica	Ondate di calore: giorni con temperatura apparente di 40.6°C e media notturna di 26.7°C	Confronto ondate di calore 1995 e 1999	-	Programmi educativi pubblici/privati - Informazione sulle misure di prevenzione diverse dall'aria condizionata - call center per l'emergenza caldo - Sorveglianza degli eventi dovuti al caldo durante i giorni di allarme	Valore soglia: National Weather Service (allarme temperatura apparente >40.5°C per due giorni consecutivi)	Riduzione del 17% e del 51% rispetto all'atteso (calcolato applicando i tassi del 1995 alla popolazione del 1999) della mortalità associata al caldo e degli interventi dei servizi di emergenza medica durante l'ondata di calore del 1999, derivate non solo da una riduzione dei livelli di esposizione ma anche da un aumento nella consapevolezza della popolazione dei rischi associati al caldo e da sostanziali miglioramenti nel

piano di risposta alle ondate
di calore.

Autori, anno	Paese	Popolazione	Esito	Esposizione	Tipo di studio	Interventi	Sistema allarme	di	Principali risultati
Davis et al. 2003	28 città con almeno un milione di abitanti (Stati Uniti)	Popolazione totale	Mortalità associata al caldo (sopra una soglia città-specifica)	Temperatura apparente pomeridiana	Confronto anni '60-'70, anni '80, anni '90	<ul style="list-style-type: none"> - Interventi urbanistici nelle aree ombreggiate situate all'esterno e gli accessi all'acqua potabile - piani di risposta al caldo - Utilizzo di aria condizionata 	Sistemi di allarme in alcune città		<ul style="list-style-type: none"> - La mortalità associata al caldo è diminuita su base decennale da 41 decessi per città all'anno negli anni '60-'70, a 17.3 negli anni '80, a 10.5 negli anni '90. - La diminuzione è avvenuta specialmente nelle città del quadrante nord-orientale degli Stati Uniti. - Queste diminuzioni sono attribuibili ad un miglioramento dell'assistenza medica, a cambiamenti urbanistici, all'introduzione di piani di risposta e di sistemi di allarme, incremento nell'utilizzo dell'aria condizionata.

Delaroziere and Sanmarco 2004	Marsiglia (Francia)	Popolazione con età ≥ 65 anni	Mortalità totale durante i giorni di ondata calore	Ondata di calore: i almeno 2 giorni di temperatura media giornaliera $\geq 26^{\circ}\text{C}$ durante Giugno-Agosto	di Confronto prima (1968-82) e dopo (1984-97) con una campagna preventiva	- raccomandazioni per la popolazione generale - produzione e diffusione di un bollettino meteorologico	Valore soglia: temperatura media $\geq 28^{\circ}\text{C}$ per due giorni	- Aumento del numero di giorni di ondata di calore e riduzione significativa dell'eccesso medio di mortalità giornaliera durante le ondate di calore da 3.27 a 1.32 tra i due periodi. - La riduzione dell'impatto delle ondate di calore può essere in parte attribuito agli interventi.
Ebi et al. 2004	Philadelphia (Stati Uniti)	Popolazione con età ≥ 65 anni	Mortalità totale	Ondata di calore: giorni con massa d'aria "clima umido e caldo" o "clima secco molto caldo"	Analisi della mortalità in eccesso tra il 1995-98, periodo di attività del Philadelphia Hot Weather-Health Watch/Warning System (PWWS), e periodi precedenti (1964-66, 1973-76, 1978, 1980-88) nei giorni con o senza allarme	- comunicazione tramite i mass-media sui rischi legati al caldo e per incoraggiare visite domiciliari a persone anziane ("buddy system") - call center per l'emergenza caldo con funzione di consulenza e informazione e collegamento con i team di assistenza domiciliare - prolungamento delle ore di attività dei centri per anziani alle ore serali ed ai fine settimana - avvisi alle compagnie dell'acqua e dell'elettricità per evitare interruzioni del servizio - potenziamento dei servizi di pronto soccorso - intensificazione delle attività giornaliere delle agenzie che si	Sistema a masse d'aria (Kalkstein 1996) in collaborazione con il National Weather Service (allarme quando temperatura apparente $> 40.5^{\circ}\text{C}$ per più di 3 ore al giorno per due giorni consecutivi o temperatura apparente $> 46^{\circ}\text{C}$)	- Stima di 2.6 (IC 95% - 1.0; 6.1) vite salvate ogni giorno con allarme da parte del National Weather Service (in collaborazione con il PWWS). - Eccesso di mortalità concentrato nelle prime ondate di calore estive. - Il beneficio stimato in termini di vite salvate supera i costi del sistema.

occupano dei senza fissa dimora

- trasporto delle persone ad alto rischio che vivono in condizioni disagiate in luoghi con aria condizionata

Autori, anno	Paese	Popolazione	Esito	Esposizione	Tipo di studio	Interventi	Sistema di allarme	Principali risultati
O'Neill et al. 2005	Chicago, Detroit, Minneapolis e Pittsburgh (Stati Uniti)	Popolazione totale	Mortalità totale associata al caldo 29°C vs 15°C)	Temperatura apparente (lag 0)	Studio di serie temporale nel periodo 1986-1993	Aria condizionata	No	Per ogni incremento del 10% nella prevalenza di aria condizionata centralizzata, la mortalità associata al caldo diminuiva dell'1.4%.
Michelozzi et al. 2006	Bologna, Milano, Roma e Torino (Italia)	Popolazione totale	Mortalità totale associata al caldo 36°C vs 26°C)	Temperatura apparente al massima	Confronto estate 2003 vs estate 2004 e periodo 1995-2002	<ul style="list-style-type: none"> - campagna di informazione con i mass-media - raccomandazioni per la popolazione e per persone affette da malattie croniche - linee guida per gli operatori sanitari e sociali - sistemi di custodia sociale per la popolazione anziana in condizioni di fragilità - servizi di teleassistenza per anziani tutti i giorni 24h su 24 - addestramento di gruppi di operatori sociali e volontari per le situazioni di emergenza - raccomandazioni per ospedali (es. climatizzare gli ambienti dove sono ospitati i pazienti a rischio, differire gli interventi rinviabili, prevedere la possibilità di effettuare dimissioni protette) 	Sistemi a masse d'aria	<ul style="list-style-type: none"> - Riduzione della mortalità associata al caldo tra il 2003 ed il 2004, eterogenea nelle 4 città. - Tale eterogeneità può essere attribuita alla diversa efficacia degli interventi di prevenzione che erano diversi nelle 4 città.

Misset et Francia al. 2006	Pazienti ricoverati per colpo di calore in terapia intensiva	Mortalità	Ondata di calore 2003	Confronto tra sopravvissuti e deceduti sulla base di alcune caratteristiche individuali e della struttura	Aria condizionata	No	Nei reparti con aria condizionata la percentuale di sopravvissuti è maggiore rispetto ai reparti senza aria condizionata.
-------------------------------	--	-----------	-----------------------	--	-------------------	----	---
