

# IPOTERMIA ACCIDENTALE

*Dr. Claudio GECELE Anestesista Rianimatore Aiut Alpin Dolomites*

Il trattamento dell'ipotermia accidentale rappresenta un'importante sfida per un qualunque centro di rianimazione, essendo la gestione dei pazienti ipotermici complessa, articolata, multidisciplinare ed in grado di assorbire immense risorse umane e tecniche. Tutti gli studi più recenti hanno dimostrato come in caso di traumi maggiori e politraumi, circa il 50% delle vittime vada incontro ad ipotermia, indipendentemente dalle condizioni ambientali, con una mortalità doppia nel caso di pazienti con temperatura centrale  $<32^{\circ}\text{C}$ , rispetto ai pazienti normotermici (1). Tale dato non deve assolutamente indurre a pensare che il problema dell'ipotermia riguardi solamente i pazienti traumatizzati. Purtroppo al giorno d'oggi sono molti i sanitari che prendono nei confronti dei pazienti ipotermici decisioni cliniche basate su dati di letteratura ormai sorpassati od addirittura aneddotici (2).

L'ipotermia è sempre da supporre nei pazienti sottoposti ad operazioni chirurgiche sia nel periodo intra che postoperatorio, nei pazienti vittime d'annegamento, sommersione, esposizione prolungata a condizioni climatiche estreme, travolti da valanghe; da non sottovalutare inoltre la possibile concomitanza dell'ipotermia accidentale nei pazienti ricoverati per abuso di alcool o droghe, affetti da malattie mentali od indigenti (3). La prevalenza del ricovero di pazienti ipotermici è ovviamente variabile in base a diversi fattori, ma è stimabile intorno al 4 per mille dei ricoveri nelle terapie intensive degli ospedali di riferimento per il trattamento degli ipotermici, ai quali tali pazienti vengono inviati di preferenza (4).

Il primo passo per il trattamento è ovviamente la diagnosi; l'ipotermia viene individuata quando un paziente presenti una temperatura centrale  $< 35^{\circ}\text{C}$ , ed è definita LIEVE se tale temperatura è compresa fra i  $35$  ed i  $32^{\circ}\text{C}$ , MODERATA se essa è fra i  $28$  ed i  $32^{\circ}\text{C}$  e GRAVE se tale valore è  $< 28^{\circ}\text{C}$  (3,4).

L'instaurarsi dell'ipotermia corporea è legato ad un'alterazione del bilancio fra produzione e perdita di calore a favore di quest'ultimo fattore; è ampiamente documentata l'importanza del brivido come evento di termogenesi, che comporta altresì un elevato aumento del consumo di ossigeno e di substrati metabolici ed in definitiva un aumento del metabolismo basale fino a 5-6 volte i valori normali (2); tale evento è comunque destinato ad esaurirsi nel tempo ed è strettamente correlato alle condizioni generali del soggetto prima dell'esposizione alle condizioni favorevoli all'instaurarsi dell'ipotermia, tanto che lo sforzo fisico inteso ed un eventuale bilancio energetico negativo nelle ore e nei giorni (o settimane) precedenti sono fattori determinanti per la protezione o l'induzione della patologia in oggetto (5).

La clinica varia in funzione del grado di ipotermia; la sintomatologia inizia attorno ai  $35^{\circ}\text{C}$ , con sensazione di freddo, tachicardia, tachipnea, ipertensione, eventuale forte brivido, aumento del consumo di ossigeno; si ha una redistribuzione del calore corporeo in favore degli organi centrali, principalmente cuore e cervello, che vengono mantenuti normotermici il più a lungo possibile ed il concomitante raffreddamento della cute e delle estremità a causa della vasocostrizione. Attorno ai  $32^{\circ}\text{C}$  la muscolatura diventa rigida, si ha spesso all'ECG la

comparsa dell'onda J di Osborn e diventa elevato il rischio di aritmie fatali; a 30 °C si ha normalmente la perdita di conoscenza, la pressione arteriosa può non essere più misurabile, diventa evidente l'ipoventilazione associata spesso a broncorrea. Lo stadio successivo, che compare a circa 28 °C di temperatura centrale è quello della morte apparente, con pupille medio midriatiche o midriatiche, assenza dei riflessi osteotendinei, progressiva diminuzione fino alla totale scomparsa dell'attività cardiorespiratoria, cute rosea e muscolatura flaccida. Al di sotto dei 28 °C si completa il quadro della morte apparente con midriasi pupillare, assenza dei riflessi del tronco encefalico, arresto cardiorespiratorio, ipotonia muscolare. Scendendo ulteriormente la temperatura centrale, a circa 10 °C il corpo diviene rigido. Attualmente al mondo il valore minimo di temperatura centrale raggiunto da un essere umano, sottoposto poi a rianimazione con successo, è stato di 13.7 °C (6).

Da tenere presente, durante il primo soccorso od il trattamento intraospedaliero, la possibilità intorno ai 32 °C di temperatura centrale che si sia instaurato il cosiddetto "Paradoxal undressing" con sensazione da parte del paziente di calore diffuso e benessere causati dalla vasoplegia cutanea con riperfusione dei termocettori ed aumento della perdita di calore corporeo. Tale evento sembrerebbe spiegare, assieme alla confusione mentale, il comportamento bizzarro di alcuni pazienti che non avvertendo più il freddo spesso decidono di alleggerirsi degli abiti che indossano, velocizzando così le tappe successive dell'ipotermia accidentale e giungendo così precocemente alle sue fasi più avanzate. Nei soggetti a rischio d'ipotermia sono quindi da tenere assolutamente vigilati l'esaurimento fisico, l'apatia, la difficoltà nell'eloquio, la presenza di movimenti incoordinati, la confusione mentale, l'aumentata sensibilità al freddo ed il brivido, quali segni precoci di alterato equilibrio fra termogenesi e termodispersione (1).

La definizione del grado di ipotermia basandosi sulla temperatura centrale è senz'altro univoca ed operatore indipendente, ma nella fase extraospedaliera tale rilevazione può non essere facilmente ed efficacemente eseguita. Si pensi ad esempio alla difficoltà nel rilevare la temperatura epitimpanica in un paziente sommerso da una valanga o vittima di annegamento o sommersione, con il canale uditivo esterno ingombro di neve od acqua; altro sito per rilevare la temperatura è il retto, utilizzando l'apposita sonda rettale ma tale metodica richiede la parziale svestizione e quindi l'esposizione del paziente. Risulta quindi utile il monitoraggio della temperatura centrale utilizzando una sonda esofagea, che fornisce almeno un suo valore iniziale, risentendo poi a lungo termine della trasmissione di calore fra trachea ed esofago e quindi della temperatura della miscela gassosa presente nelle vie aeree maggiori del paziente (7,8).

Per ovviare alla difficoltà della rilevazione di un valore di temperatura centrale, la Swiss Society of Mountain Medicine ha elaborato una classificazione del grado di ipotermia basato sulla clinica dei pazienti e riferibile in definitiva a quello normalmente riconosciuto, applicabile efficacemente da soccorritori non professionisti. Esso prevede 4 diversi stadi dell'ipotermia: paziente sveglio con brivido (I stadio, corrispondente ad una temperatura centrale fra 35 °C e 32 °C), paziente sonnolento non brividante (II stadio, temperatura centrale fra 32 °C e 28 °C), paziente incosciente (III stadio, temperatura fra 28 °C e 24 °C) ed infine paziente in arresto respiratorio (IV stadio, temperatura < 24 °C) (7).

## **FASE PREOSPEDALIERA DEL TRATTAMENTO**

Il trattamento iniziale deve essere mirato ad arrestare la perdita di calore da parte del paziente ed a favorire il suo riscaldamento passivo; è necessario dopo avere eventualmente

sottratto il paziente all'ambiente che ne ha provocato l'ipotermia, rimuovere gli indumenti bagnati ed isolarlo dal vento e dall'ambiente esterno. E' di primaria importanza manipolarlo con estrema accortezza, evitando movimenti bruschi e rilevanti cambiamenti di posizione: la vasocostrizione periferica dovuta all'attivazione simpatica crea infatti un gradiente di temperatura che può arrivare a 20 °C fra gli organi centrali e la cute ed il tessuto adiposo; la movimentazione del paziente durante le manovre di soccorso, può provocare l'immissione verso il circolo centrale di liquidi freddi ed a pH basso, con diminuzione ulteriore della temperatura centrale, il cosiddetto raffreddamento secondario (afterdrop), che unitamente all'acidosi venosa centrale improvvisamente instauratasi può indurre aritmie fatali e morte cardiaca improvvisa (hypothermic sudden cardiac death) (9). Tutti i pazienti coscienti possono essere riscaldati blandamente mediante l'applicazione a livello del tronco (collo, ascelle ed inguine) di sacche di soluzioni riscaldate o sacche a riscaldamento autonomo chimico, facilmente reperibili in commercio.

La ricerca prolungata dei segni di ventilazione spontanea dopo la liberazione delle vie aeree del paziente e quella dei segni di circolazione sanguigna, deve essere prolungata (30 - 45 secondi), a causa della possibilità di concomitante bradipnea e/o bradicardia. Se dovesse esserci la disponibilità di un defibrillatore semiautomatico il suo uso deve limitarsi alle prime 3 scariche proseguendo poi con le manovre di rianimazione cardiopolmonare. Può essere monitorata la temperatura centrale, come già segnalato precedentemente (3).

Il trattamento extraospedaliero deve essere il più precocemente possibile attuato da parte di un'équipe di soccorso avanzato. Il ritmo cardiaco deve essere monitorato con ECG, preferibilmente con gli elettrodi ad ago in quanto quelli adesivi potrebbero rivelarsi non efficaci quando la cute è molto fredda o bagnata. Nei pazienti privi di attività cardiocircolatoria è essenziale, previa preossigenazione con ossigeno al 100%, l'intubazione tracheale. Tale manovra è stata oggetto di molte controversie in passato per un presunto rischio di precipitazione di una fibrillazione ventricolare, ma si è verificato come tale eventualità sia assolutamente rara (3,7). Nei pazienti in stadio III è auspicabile l'incannulazione venosa prima della manovra di intubazione tracheale, mentre è da evitare tale procedura nei pazienti in stadio IV (7). Una volta disponibile l'accesso venoso, devono essere somministrati cristalloidi, preferibilmente soluzione fisiologica o glucosata al 5%.

A tutti i pazienti ipotermici deve essere somministrato (sia che respirino spontaneamente sia che vengano ventilati artificialmente dopo l'intubazione tracheale) ossigeno al 100%, preferibilmente riscaldato a 38 °C ed umidificato con appositi presidi. Non è invece auspicabile la somministrazione di soluzioni endovenose riscaldate a 40 °C, pratica questa consigliata da molti Autori ed in uso in molti centri (7).

Non è indicata la stimolazione con pace-maker transtoracico, mentre in presenza di ritmo trattabile con defibrillatore, devono erogate solo le prime tre scariche, proseguendo poi le manovre di rianimazione cardiopolmonare. La somministrazione di farmaci nell'ipotermico grave è proscritta in quanto l'organismo non è responsivo alla loro azione, mentre nei pazienti con temperatura superiore ai 30 °C può essere attuata a dosi inferiori ed intervalli di somministrazioni superiori che nel normotermico, a causa del diminuito metabolismo che favorisce il raggiungimento di concentrazioni tossiche dei medicinali.

Nessun paziente ipotermico deve essere considerato morto fino a quando, una volta riscaldato con le metodiche più o meno invasive, non dovesse riprendere alcun tipo di attività cardiorespiratoria spontanea, per cui una volta iniziate, tali manovre devono assolutamente essere proseguite fino al completo riscaldamento del paziente in ambiente ospedaliero: **NESSUN PAZIENTE IPOTERMICO E' MORTO FINO A QUANDO NON E' CALDO E MORTO!!!** (3).

Tutto ciò suggerisce che i pazienti ipotermici devono essere trattati in ambiente ospedaliero il prima possibile per poter iniziare le manovre di riscaldamento, per cui una volta effettuate le prime manovre di soccorso sul campo, l'ipotermico deve immediatamente essere evacuato dal luogo dell'evento con il mezzo più idoneo terrestre od aereo. Durante tali fasi è essenziale la mobilitazione minima attiva o passiva del paziente ed il suo mantenimento in posizione supina (attenzione all'imbarco a bordo di un elicottero a mezzo verricello!!!) (10).

## FASE OSPEDALIERA DEL TRATTAMENTO

In tutti i pazienti ipotermici deve essere monitorato il ritmo cardiaco, deve essere approntato un accesso venoso periferico, posizionato il catetere vescicale ed eseguito il prelievo ematico per gli esami ematochimici routinari e l'emogasanalisi arteriosa. Tutto ciò ovviamente mentre vengono proseguite le manovre di rianimazione cardiopolmonare eventualmente già intraprese.

Immediatamente deve essere organizzato il riscaldamento del paziente, che può essere passivo od attivo e più o meno invasivo.

Il riscaldamento passivo sfrutta la produzione endogena di calore da parte del paziente, considerando il fatto che fino a circa 32 °C di temperatura centrale il metabolismo è ancora relativamente poco depresso. Essenziale è il buon isolamento del paziente e l'adeguato reintegro volêmico e dei substrati metabolici; si è ottenuto con tale semplice e facilmente attuabile tecnica un incremento di temperatura centrale fino a 2 °C/h.

Il riscaldamento attivo sfrutta invece il trasferimento di calore per conduzione convezione od irradiazione. Può essere semplicemente attuato utilizzando le classiche sacche autoriscaldanti chimiche, oppure riscaldate periodicamente (forno a microonde), applicate solamente al tronco (collo, ascelle, inguine). Da evitare il riscaldamento per immersione che può indurre il raffreddamento secondario e la morte istantanea nell'ipotermico (9). Un buon riscaldamento del paziente viene ottenuto utilizzando le coperture riscaldate ad aria calda, frequentemente utilizzate nei servizi di anestesia ed in terapia intensiva.

Con tale metodica, associata al riscaldamento ed umidificazione dei gas utilizzati per la ventilazione, sono stati riportati a temperatura normale addirittura dei pazienti in ipotermia grave, alcuni dei quali in stato di morte apparente, con un incremento pari a 1,5 - 1,9 °C/h, anche se in effetti tale comportamento non sia da considerare quello di elezione in tali situazioni (11). Altri metodi di riscaldamento attivo non invasivo sono rappresentati dal già citato riscaldamento ed umidificazione delle miscele gassose ispirate dal paziente (< 0.3 °C/h), dalla somministrazione endovenosa di fluidi riscaldati a 40 °C (circa 0.6 °C/litro di soluzione somministrato) e dall'irradiazione del paziente con fonti a luce calda.

Le tecniche di riscaldamento attivo interno sono decisamente più invasive e difficili da attuare prontamente ed in ogni centro ospedaliero, anche se sono ritenute indispensabili per la prognosi e l'outcome dei pazienti affetti da ipotermia severa. Esse prevedono i lavaggi di diverse cavità corporee con fluidi riscaldati ed il riscaldamento diretto del sangue dei pazienti. Le cavità da considerare sono quella gastrica, la vescica, il colon, la cavità peritoneale ed il torace, che devono essere sottoposte a lavaggi continui con fluidi riscaldati a 40 °C. Un'eventualità per ora affascinante e futuribile è quella della ventilazione liquida con il liquido di ventilazione (Du Pont Liquid Ventilation<sup>®</sup>) riscaldato. Il riscaldamento del sangue deve essere attuato mediante le apparecchiature per emofiltrazione od il by-pass cardiopolmonare (9).

La difficoltà sta nello stabilire la metodica più indicata per il singolo paziente, ma l'esperienza internazionale è ormai in grado di fornire un valido aiuto nel percorso decisionale. In linea di massima i pazienti vanno distinti fra quelli che non sono andati incontro ad arresto cardiorespiratorio e quelli rinvenuti od andati successivamente incontro a tale temibile evenienza. I pazienti a cuore battente, con una temperatura centrale superiore a 34 °C si riscaldano efficacemente con le tecniche passive od attive esterne; se in tali pazienti si rilevasse invece una temperatura fra i 34 ed i 30 °C i presidi di riscaldamento attivo andrebbero applicati alle sole zone "centrali" del corpo, cioè al tronco ed alla radice degli arti. Nel caso dei pazienti con una temperatura inferiore ai 30 °C ed attività cardiorespiratoria ancora presente, anche se depressa, è da considerarsi la pratica del riscaldamento attivo interno, riservando il by-pass cardiopolmonare a quelli in arresto di circolo. Quest'ultima metodica, molto invasiva, può essere attuata in diversi modi: per via toracotomica classica o per via femoro-femorale percutanea. La scelta deve essere mirata in funzione dell'età del paziente: la tecnica percutanea nei pazienti pediatrici è di difficile attuazione in quanto richiede l'incannulazione di vasi già di per sé piccoli, vasocostretti al momento del trattamento, che possono richiedere una tecnica di incannulazione a cielo aperto e spesso comunque non in grado di fornire un circolo adeguato per via del loro calibro ridotto, con la necessità di approntare un secondo accesso controlaterale ed ulteriore perdita di tempo. Quindi in tali casi è più indicata la via toracotomica con l'inserzione delle cannule nei grossi vasi toracici (12). Da evitare assolutamente l'incannulazione di una vena centrale, per il rischio documentato di indurre nel paziente ipotermico una fibrillazione ventricolare, per l'eventuale irritazione diretta del muscolo cardiaco (9).

Un'altra considerazione riguarda i pazienti traumatizzati ed ipotermici, nel trattamento dei quali con il by-pass cardiopolmonare ci sono spesso state molte riserve per quel che riguarda la necessità di eparinizzazione sistemica del paziente; al momento attuale tale problematica può considerarsi sorpassata, utilizzando gli ormai diffusi circuiti eparinati delle moderne apparecchiature di circolazione extracorporea (9,8). Il by-pass cardiocircolatorio deve essere continuato fino al raggiungimento di una temperatura centrale di 35 °C, trattando poi il paziente con il massaggio cardiaco esterno od interno e la defibrillazione se dovesse comparire un ritmo che la richiedesse, oltre al successivo sostegno del circolo con amine.

Ogni paziente con ipotermia severa o grave nel periodo successivo alla ripresa di attività cardiocircolatoria spontanea può andare incontro ad una serie di problematiche che ne possono peggiorare drasticamente la prognosi e l'outcome; principalmente esse sono l'edema polmonare acuto non cardiogeno, lo squilibrio elettrolitico, l'insufficienza renale acuta, la rabdomiolisi, le coagulopatie, l'edema cerebrale. Tutte tali problematiche rappresentano un impegno notevole per qualunque struttura, ed una sfida per i sanitari impegnati nel trattamento di tali pazienti, che devono però essere preparati ad una tale eventualità che ormai è dimostrato non essere una patologia esclusiva delle zone climaticamente più ostili del pianeta.

## CONCLUSIONI

Come si è visto l'ipotermia accidentale richiede un trattamento aggressivo quanto rapido dal momento della diagnosi sul campo in poi. E' una patologia la cui diagnosi viene spesso omessa o trascurata, che offre buone probabilità di sopravvivenza e prognosi solo nel caso in cui nulla sia lasciato al caso e sia stato preventivamente organizzato il trattamento adatto ed individuato per ogni zona il centro più idoneo per il trattamento di tali pazienti. Il problema

maggior è quello rappresentato dal paziente ipotermico incosciente od addirittura in arresto cardiorespiratorio, il cui trattamento deve assolutamente essere intrapreso a meno che non siano presenti chiari segni di lesioni letali ad esempio traumatiche o che il corpo del paziente non sia talmente congelato da impedire le manovre di rianimazione cardiopolmonare.

Subito dopo il sospetto diagnostico, il paziente ipotermico deve essere trattato da un'équipe di soccorso avanzato e trasportato direttamente dal luogo dell'evento in un centro nel quale siano disponibili l'apparecchiatura per il by-pass cardiopolmonare, l'anestesista, il cardiocirurgo ed il chirurgo toracico, il tecnico perfusionista, il laboratorio d'analisi, il tutto in grado di affrontare un lungo periodo di trattamento intensivo del paziente. Tale centro di trattamento dovrebbe essere raggiungibile in non più di due ore, utilizzando il mezzo più idoneo per il trasporto (eventualmente anche ad ala fissa). Se ciò fosse irrealizzabile il paziente dovrebbe essere trasportato in un centro dove sia possibile attuare una rianimazione cardiopolmonare prolungata, contemporanea al riscaldamento attivo interno; questo dovrebbe essere preferibilmente attuato con il lavaggio della cavità toracica con liquidi caldi a mezzo di due tubi di drenaggio endopleurici. Il trasferimento secondario ad un ospedale con la disponibilità della circolazione extracorporea, dovrebbe essere preso in considerazione nel caso la potassiemia dovesse essere inferiore a 12 mEq/l. Al momento il valore del potassio sierico è l'unico indice correlato con la mortalità, tenendo comunque conto che può essere influenzato dai concomitanti traumi subiti dal paziente, dall'emolisi e dall'utilizzo pregresso di succinilcolina (3,8,9).

In definitiva tutti i centri dovrebbero essere attrezzati per il riscaldamento attivo esterno dei pazienti ipotermici, possibilmente anche per il riscaldamento attivo interno, mentre devono essere identificate le strutture ospedaliere presso le quali trasportare, direttamente dal luogo dell'evento, tutti gli ipotermici incoscienti. Tale organizzazione dovrebbe assolutamente essere fatta a priori, senza attendere che un evento di per sé raro ma che potrebbe comunque accadere, metta a dura prova il sistema di emergenza extra ed intraospedaliera.

## BIBLIOGRAFIA

1. Nardin M: Ipotermia accidentale: nuove acquisizioni diagnosi e terapia. 2001; Ospedale Generale Regionale di Bolzano. Anestesia e Rianimazione
2. Giesbrecht G: Emergency treatment of hypothermia. *Em Med* 2001;13:1-9
3. Guidelines 2000 for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. An international consensus on science. The American Heart Association in collaboration with the International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR). Part 8: Advanced Challenges in Resuscitation. Section 3: Special Challenges in ECC. 3A: Hypothermia. *Resuscitation* 2000;46:267-271
4. Vassal T, Benoit-Gonin B, Carrat F et al.: Severe accidental hypothermia treated in ICU: Prognosis and outcome. *Chest* 2001;120(6):1998-2003
5. Young AJ, Castellani JW, O'Brien-C et al.: Exertional fatigue, sleep loss, and negative energy balance increase susceptibility to hypothermia. *J Appl Physiol* 1998;85:1210-1217
6. Gilbert M, Busund R, Skagseth A, Nilsen P, Solbo JP: Resuscitation from accidental hypothermia of 13.7 °C with circulatory arrest. *Lancet* 2000;355(9201):375-376

7. Brugger H, Durrer B, Adler-Kastner L, Falk M, Tschirky F: Field management of avalanche victims. *Resuscitation* 2001;51(1):7-15
8. Durrer B, Brugger H, Syme D: Advanced Challenges in Resuscitation: Special Challenges in ECC-Hypothermia. *Resuscitation* 2001;50:243-245
9. Mair P: Advanced and invasive in-hospital treatment of severe accidental hypothermia 2001: University hospital Innsbruck. Department of Intensive care medicine - Austria
10. Golden FSC, Hervey GR, Tipton MJ. Circum - rescue collapse: collapse, sometimes fatal, associated with rescue of immersion victims. *J Roy Nav Med Serv* 1991;77:139-49
11. Kornberger E, Schwarz B, Lindner KH, Mair P: Forced air surface rewarming in patients with severe accidental hypothermia. *Resuscitation* 1999;41:2 105-11
12. Wollenek G, Honarwar N, Golej J, Marx M: Cold water submersion and cardiac arrest in treatment of severe hypothermia with cardiopulmonary bypass. *Resuscitation* 2002;52(3):255-263