

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliero - Universitaria di Bologna

Policlinico S. Orsola-Malpighi
Direzione del Servizio Infermieristico e Tecnico

Il Direttore



Bologna, 29/6/2006

“IPOTERMIA INATTESA” in sala operatoria

a cura di Linda Pasqualina Cannone

Linea Guida clinica per la prevenzione non pianificata dell’Ipotermia.

Obiettivi: - Accertamento e Valenza Scientifica del problema “ipotermia in sala operatoria”

Dimensione del problema:

Il 50% dei pazienti operati presenta a fine intervento valori di $T_c < 36^\circ$, ed il 33% di questi sviluppa gradi maggiori di ipotermia, con $T_c < 35^\circ\text{C}$ (Frank SM, 1994) (1).

- Attendibilità e Accertamento, attraverso valenza scientifica, degli effettivi vantaggi della normotermia.
- Può la prevenzione dell’ipotermia durante l’intervento chirurgico prevenire complicanze e di conseguenza migliorare lo stato di salute del paziente?

Definizione

Curley definisce la normotermia, una temperatura centrale (T_c) compresa tra $36,6 \pm 0,38^\circ\text{C}$. ai 38°C ($96,8^\circ\text{F}$ - $100,4^\circ\text{F}$) (3). Blight e Johnson definiscono invece, lo stato di ipotermia come la T_c di un animale omeotermo al di sotto di una deviazione standard rispetto alla temperatura media della specie. (4)

L’ipotermia lieve, temperatura centrale compresa tra i 36 e 33°C , è un evento comune durante l’anestesia sia essa generale che locoregionale, che integrata. Esistono di fatto, in anestesia due tipi di ipotermia:

- **Ipotermia indotta**

Tecnica ponderata e controllata, utilizzata per specifici tipi di chirurgia come la cardiocirurgia e neurochirurgia. (Le modalità di questa tecnica però non saranno prese in considerazione durante questa ricerca).

- **Ipotermia inattesa o accidentale**

L'ipotermia accidentale, se pur lieve, determina importanti alterazioni, ricordo già al di sotto dei 36°C, (4) a carico del sistema cardiovascolare, del sistema endocrino e metabolico, della crasi ematica, che rendono ragione dell'aumento di morbilità e mortalità che si rileva nei pazienti ipotermici rispetto ai pazienti mantenuti in condizioni di normotermia.

Si sono riscontrati, di fatto, effetti collaterali sia in anestesia generale che locoregionale quando la normale termoregolazione viene a mancare. (5) Il momento post-induzione prevede una redistribuzione del calore corporeo dall'interno verso la periferia (6) seguita da una perdita di calore attraverso l'irraggiamento, la conduzione, la conversione e l'evaporazione. (7)

L'ipotermia accidentale deve quindi essere evitata. Scopo di questa ricerca è quello di stabilire delle precise raccomandazioni per prevenire e/o trattare l'ipotermia accidentale perioperatoria nell'adulto e nel bambino.

Si rende necessario quindi conoscere i diversi aspetti fisiopatologici della termoregolazione, oltre che i sistemi di misurazione della Tc e quelli per il riscaldamento del paziente.

Cenni Storici

Il valore clinico della temperatura fu scoperto da Sartorio nel 1646, ma solo due secoli dopo, con Wunderlich, la temperatura corporea acquistò il significato di parametro vitale. Fino a metà degli anni 60 il monitoraggio della temperatura corporea non veniva praticato routinariamente in anestesia, finché non furono osservati i primi casi di ipotermia maligna. Si notò infatti che una diagnosi precoce del rialzo della temperatura corporea consentiva di ridurre dall'80% al 30% la mortalità correlata con tale sindrome. Tuttavia, è noto da tempo che l'effetto più frequentemente indotto dall'anestesia sul corpo umano non è l'ipertermia, bensì l'ipotermia, se, come scrive Pickering nel 1956, "*Il più valido sistema per raffreddare un uomo è sottoporlo ad anestesia*".

A tutt'oggi, però, pur essendo l'anestesista a conoscenza degli effetti negativi indotti dall'anestesia sulla termoregolazione umana, la temperatura corporea ad esempio, non viene monitorizzata, se non in pochi casi selezionati, né vengono adottati provvedimenti per ridurre le alterazioni della temperatura centrale nel periodo perioperatorio. Allo stato attuale, infatti, non esistono precise linee guida emanate ad esempio dall'American Society of Anesthesiologists né sul controllo della termoregolazione né sui sistemi da adottare per prevenire l'ipotermia. (8)

Com'è regolata la temperatura corporea

Cenni di fisiologia umana.

I segnali termici captati da appositi recettori posti nella cute, negli organi addominali, toracici, e nel midollo spinale vengono trasportati al centro termoregolatore ipotalamico da fibre nervose non mieliniche, le fibre C. A questo livello gli impulsi sono integrati e confrontati con un valore prestabilito corrispondente all'incirca a 37°C, il "*set point*". Per valori integrati vicino al valore del set point (+/- 0,2°C) non si sviluppa nessuna reazione termoregolatoria. Questo intervallo è detto *range interfogliare*. Se il valore integrato è al di sotto o al di sopra del set point ed oltre il range interfogliare s'innescano reazioni termoregolatorie comportamentali (vestirsi o spogliarsi,

ecc.), ed autonome (vasocostrizione, termogenesi senza brivido, brivido, vasodilatazione, sudorazione, ecc.) atte a minimizzare l'alterazione termica. Deve essere sottolineato che non è la sola temperatura centrale ad essere regolata quanto piuttosto la temperatura corporea media:

Temperatura corporea media
Tc = temperatura centrale
$T_{cute} = 0,3 (T_{torace} + T_{braccio}) + 0,2 (T_{coscia} + T_{gamba})$ (9)

Dal punto di vista termofisiologico possiamo distinguere nel corpo umano una parte più calda, il cosiddetto core, omeoterma, con temperatura di 37°C, una periferica più fredda 33-34°C e una detta *shell o compartimento* cutaneo con temperatura di 28-32°C. La prima, in cui qui la temperatura rimane costante, è costituita dal cervello, organi mediastinici ed addominali (50-60% della massa corporea); la seconda è costituita sostanzialmente da arti superiori ed inferiori (45% della massa corporea) e funge da tampone nei confronti delle variazioni termiche grazie ai fenomeni di vasocostrizione e dilatazione che in essa avvengono. Infine il compartimento cutaneo che ha azione di filtro tra i due precedenti e l'ambiente esterno. Tra compartimento centrale e periferico, esiste un gradiente di temperatura di 2-4°C determinato dalla vasocostrizione del circolo periferico imposta da stimoli tonici ortosimpatici provenienti dall'ipotalamo, dove è localizzato il centro termoregolatore.

RACCOMANDAZIONI IMPORTANTI

Ogni paziente che si sottopone ad un intervento chirurgico è a rischio per sviluppare l'ipotermia peri-operatoria. I fattori contribuenti variano e possono aumentarne il rischio. (3)

Fattori scatenanti e facilitanti:

I gradi persi attraverso il corpo risultano influenzati soprattutto da:

- Anestesia generale e regionale (83)
- infusione di liquidi non riscaldati (10)
- temperatura ambientale (11)
- i metodi di preparazione della cute (12)
- l'età, i pazienti anziani sono maggiormente a rischio (13)
- costituzione fisica (13)
- sesso (femminile maggiormente a rischio)
- Cachessia
- Circostanze di preesistenza (malattia vascolare periferica, malattia dell'endocrino, gravidanza, ustioni, ferite aperte, ecc)
- interventi chirurgici e procedure chirurgiche con ampia superficie trattata, soprattutto nelle situazioni in cui la cavità peritoneale e toracica è aperta (14)
- posizione operatoria (52)
- l'utilizzo di grandi quantità di lavaggi peritoneali e non con soluzioni non riscaldate. (15)

Come agisce l'anestesia sulla termoregolazione

In condizioni normali l'uomo regola la propria temperatura corporea mantenendo in equilibrio la produzione e la dispersione di calore. In ambiente termofisiologicamente neutro (28°C), la produzione di calore a riposo avviene grazie al metabolismo degli alimenti. Durante il movimento il 90% del calore è prodotto invece dalle masse muscolari: un aumento della produzione di calore può quindi avvenire per aumento del metabolismo basale o per aumento dell'attività muscolare. La dispersione di calore avviene grazie alla presenza di un gradiente termico esistente tra corpo ed ambiente esterno, attraverso i fenomeni di evaporazione, conduzione, convezione ed irradiazione. (9)

Anestesia generale:

L'anestesia generale sia inalatoria che endovenosa, determina una alterazione del centro termoregolatore ipotalamico, con notevole aumento del range interfogliare (da 0,2 a 4°C). (16) Ciò in pratica si traduce nella mancata risposta termoregolatoria dell'organismo fino a Tc notevolmente più alte o più basse del fisiologico valore di riferimento. All'induzione dell'anestesia generale si nota il calo maggiore della Tc: la riduzione del fisiologico valore di soglia per la vasocostrizione, determina una diminuzione della scarica tonica ortosimpatica sul sistema articolare con redistribuzione del calore dal centro, più caldo, verso la periferia, più fredda. In pratica la temperatura centrale scende e quella periferica sale seguendo il gradiente termico reimposto dall'ipotalamo. Dopo questa fase iniziale la Tc continua a diminuire per i fenomeni di dispersione termica ambientale (convezione, irradiazione, evaporazione e conduzione) fino verso la terza o quarta ora di anestesia. A questo punto la Tc si stabilizza (fase di plateau): si crea cioè un equilibrio dinamico tra produzione e perdita di calore. In generale possiamo dire che dopo tre o quattro ore di anestesia si raggiunge una perdita di Tc di 2,8 +/- 0,5°C. (17)

Anestesia loco-regionale:

I blocchi centrali, subaracnoidei ed epidurali, provocano una riduzione della temperatura centrale simile nei valori e nel trend a quelli prodotti dall'anestesia generale, ma di durata maggiore. L'ipotermia, infatti, persiste quasi fino alla risoluzione del blocco anestetico. (18) L'anestesia condotta mediante blocchi centrali determina ipotermia sia per azione a livello centrale, sull'ipotalamo, che per azione periferica, sul sistema ortosimpatico. Il blocco delle fibre del sistema nervoso autonomo comprese nel territorio sottoposto a blocco anestetico, determina una redistribuzione del calore dal centro verso la periferia per inibizione della scarica tonica ortosimpatica. Anche in anestesia loco-regionale, così come in anestesia generale, la causa più importante di riduzione della Tc è rappresentata dalla redistribuzione del calore dal centro verso la periferia. In questo caso però la redistribuzione ha una causa fundamentalmente periferica (il blocco dei nervi che scaricano tonicamente sugli shunt arterovenosi) che, anche se limitata alla parte inferiore del corpo è in grado di determinare un raffreddamento rilevante. Dopo due ore d'anestesia la temperatura centrale può ridursi di circa 2°C, rispetto al valore basale. Il trend della temperatura centrale è, anche in questo caso, una curva trifasica, con maggiore pendenza nella prima fase, quella della redistribuzione, una con più lento abbassamento nella seconda fase, ed infine una fase di plateau. Si raggiunge cioè un equilibrio dinamico tra dispersione di calore, che si riduce per effetto della vasocostrizione nella parte di superficie corporea non compresa nel blocco, e della produzione di calore, che aumenta per effetto del brivido. (19)

Anestesia integrata:

L'anestesia generale leggera associata ad un blocco centrale continuo, determina gradi veramente elevati d'ipotermia. Questo perché gli effetti delle due tecniche vengono a potenziarsi. La soglia di vasocostrizione con questo tipo di anestesia è di circa 1°C più bassa di quella presente durante l'anestesia generale. L'effetto sinergico dell'anestesia loco-regionale e generale sui centri termoregolatori e sugli organi effettori, determina un rapido e progressivo raffreddamento. Il blocco epidurale continuo intraoperatorio non consente la vasocostrizione degli arti inferiori e ciò determina la mancanza del plateau. In questi pazienti è particolarmente difficile mantenere uno stato di normotermia. (20)

Tourniquet emostatico:

Quando il tourniquet viene applicato agli arti rende impossibile lo scambio di calore tra questi ed il core; nell'adulto riduce la caduta termica iniziale o consente un precoce raggiungimento del plateau. Tuttavia i tessuti a valle del tourniquet divengono veramente ipotermici e quando questo viene tolto si verifica una precipitosa redistribuzione del calore con conseguente ipotermia. (21)

Quanto incide il tipo di intervento chirurgico sull'instaurarsi dell'ipotermia nel peri e post-operatorio..

Gli interventi chirurgici così come le relative procedure chirurgiche rientrano tra i fattori scatenanti e facilitanti per l'instaurarsi dell'ipotermia anche se sono comunque secondari al fattore principale anestesia. Studi recenti ¹ (48-49) hanno evidenziato come nel confronto fra un intervento effettuato in procedura laparotomia verso uno effettuato in laparoscopia, la normotermia è rientrata dopo 75 min. nella chirurgia aperta mentre dopo 60 min. in quella laparoscopica; e ancora, dopo l'induzione dell'anestesia la temperatura interna è diminuita significativamente in entrambi i gruppi presi in considerazione nelle ricerche sopra citate, 36% dei pazienti nel gruppo aperto e 37% dei pazienti nel gruppo laparoscopico hanno sviluppato l'ipotermia. Questa percentuale è aumentata a 46% nel gruppo aperto ed a 41% nel gruppo laparoscopico durante l'intervento, per poi diminuire a 6% nel gruppo aperto ed all'8% nel gruppo laparoscopico nell'immediato post-operatorio. Il tempo attivo era più lungo nel gruppo laparoscopico rispetto a quello aperto (232 +/- 43 contro 201 +/- 38 min., la p < 0.01), ed il conseguente volume di gas trasportato durante l'intervento era di 650 +/- 220 litri).

Da ciò si conviene che l'ipotermia peri-operatoria è un evento comune durante i due tipi di interventi. Malgrado però il tempo attivo maggiore durante la chirurgia laparoscopica, questa fornisce poi effetti positivi sul grado di dolore post-operatorio ed il più rapido recupero delle viscere e quindi delle condizioni generali e di ricovero ospedaliero. Questa chirurgia però non riduce il rischio di ipotermia peri-operatoria, di conseguenza è raccomandabile fornire il riscaldamento attivo che tende a minimizzare la perdita di calore. (48-49)

¹. Rct, Ct, Danelli G., Berti M., Perotti V., Albertin A., Baccari P., Deni F., Fanelli G., Casati A., Temperature control and recovery of bowel function after laparoscopic or laparotomic colorectal surgery in patients receiving combined epidural/general anesthesia and postoperative epidural analgesia. Department of Anesthesiology, Vita-Salute University of Milano, IRCCS H.S. Raffaele, Milano, Italy, PubMed 2002 Aug;
Rct, Ct, Nguyen NT, Fleming NW, Singh A, Lee SJ, Goldman CD, Wolfe BM Evaluation of core temperature during laparoscopic and open gastric bypass. Department of Surgery, University of California, Davis, Medical Center, 2221 Stockton Blvd, 3rd Floor, Sacramento, USA, PubMed 2001 Oct.

Anche per gli interventi endoscopici² laddove si prevede l'utilizzo di grandi quantità di liquido di irrigazione si rende necessario e raccomandabile utilizzare irriganti riscaldati a 35-37-38° C (50).

La risposta termoregolatoria alla posizione chirurgica

Una ricerca condotta dall'università di Kyoto³ (52) evidenzia come la posizione del paziente che vede la combinazione di testa giù + piede su (posizione di Trendelenburg) riduce notevolmente la temperatura interna con valori sui 34,2° C verso i 35,2° C della posizione supina. Sorprendentemente, laddove si è effettuata un'inclinazione della sola testa giù la temperatura si mantiene sui 35°C senza aumentare la pressione atriale, mentre di contro è esagerata quando i pazienti sono in posizione con arti inferiori sollevati questo perché si riduce la soglia di vasocostrizione con valori sui 34,2° C.

Tuttavia, l'inclinazione della testa in giù non riduce la soglia di vasodilatazione e quindi non aggrava l'ipotermia peri-operatoria pertanto, non richiede le precauzioni o l'amministrazione termiche perioperatorie speciali a meno che la posizione del piedino in su sia usata simultaneamente o, comunque sono presenti altri fattori facilitanti (vedi pag. 3) l'instaurarsi dell'ipotermia. (52)

Le ricerche evidenziano:

1. Studi epidemiologici nei quali vengono quantificate le scale dei problemi sull'ipotermia inattesa, identificano i fattori di rischio nei pazienti e nelle procedure.
2. Studi nei quali viene testata l'efficacia e l'efficienza dei diversi metodi di prevenzione dell'ipotermia durante l'intervento chirurgico, o nell'immediato pre-operatorio, misurando le rispettive risposte fisiologiche sia preventivamente che durante l'intervento stesso (risultati precoci).
3. Studi nei quali si misurano gli effetti dell'utilizzo della terapia del calore sia durante l'intervento chirurgico che nella fase pre-operatoria e, l'impatto subito dopo l'intervento chirurgico al rientro nel reparto di degenza o dopo trasferimenti al reparto di chirurgia generale (risultati tardivi).

CRITERI PER CONSIDERARE GLI STUDI DI QUESTA LINEA GUIDA (3)

Caratteristiche degli studi:

- randomised clinical trials nei quali vengono quantificati gli effetti dei risultati nel peri-operatorio e del post-operatorio utilizzando la terapia del calore durante l'intervento chirurgico per prevenire l'ipotermia.
- terapia/interventi testati e mirati alla prevenzione dell'ipotermia durante l'intervento chirurgico.

². Rct, Ct, Monga M, Comeaux B, Roberts JA, Effect of irrigating fluid on perioperative temperature regulation during transurethral prostatectomy, Department of Urology, Tulane University School of Medicine, New Orleans, La., USA, PubMed 1996.

³. Nakajima Y, Mizobe T, Matsukawa T, Sessler DI, Kitamura Y, Tanaka Y. Thermoregulatory response to intraoperative head-down tilt. Department of Anesthesiology, Kyoto Prefectural University of Medicine, Kyoto, Japan, Medline, Jan 2002.

- pazienti che nel periodo del follow-up prolungano al di là della fase intraoperatoria la degenza che include il ricovero in reparto o la totale permanenza in ospedale.⁴

Caratteristiche dei soggetti esaminati:

- i soggetti esaminati sono persone di tutte le età adulti e bambini, sottoposti ad anestesia regionale o generale durante una procedura chirurgica sia in laparotomia che in laparoscopia ed in endoscopia.
- pazienti sottoposti ad intervento chirurgico nei quali viene escluso l'utilizzo di ipotermia indotta.

Caratteristiche delle modalità d'intervento:

- utilizzare la terapia del calore durante la fase intraoperatoria per mantenere la normotermia.
- La maggior parte dei metodi più frequentemente usati sono:
- forced-air system
 - riscaldamento dei liquidi intravenosi e/irrigazioni
 - riscaldamento di coperte, cuscini imbottiti (riscaldati con metodi elettrici)
 - coperte pre-riscaldate per coprire il paziente
 - il controllo ponderato della temperatura ambientale.

Caratteristiche dei risultati-misurabili:

risultati/complicanze intra-operatorie e post-operatorie.

Gestione del paziente nel pre-operatorio

Valutazione

- Identificare i fattori di rischio del paziente per l'ipotermia peri-operatorio non pianificata (77).
- Misurazione della temperatura del paziente all'ammissione.
- Determinare il livello di benessere termico del paziente (chiedere ai pazienti se hanno freddo) (93).
- Valutare altri segni e sintomi dell'ipotermia (rabbrivire, pilo erezione e/o estremità fredde) (49-90).

Interventi

- Istituire le misure di riscaldamento preventive per i pazienti che sono normotermici. Una varietà di misure può essere usata, a meno che controindicate. L'isolamento passivo può includere le coperte scaldate del cotone, i calzini, il coprire il capo, l'esposizione cutanea limitata, i materassi dell'acqua circolante e l'aumento della temperatura ambientale (minimo 68°F- 75°F) (49-90).
- Istituire le misure di riscaldamento attive per i pazienti che sono ipotermici. Il riscaldamento attivo è l'applicazione di un sistema di riscaldamento di convezione ad aria forzata (51; 52; 53; 58; 33-71; 35-36; 34-74;).

⁴. Reference: Questa ricerca si è avvalsa principalmente dei seguenti Rct: Scott EM, Intra-operative warming therapies for preventing post-operative complications (protocol), The Cochrane Library, Issue 3, 2000. Oxford; Montanini S, Martinelli G, Torri G, Praltono R, Borzonati E, Proietti R, Barboncini S, Bestini L, Berti M, Consensus Conference sull'ipotermia Perioperatoria, (Linea Guida), S.I.A.A.R.T.I.; American Society of PeriAnesthesia Nurses: Clinical guideline for the prevention of unplanned perioperative hypothermia (Linea Guida), New Jersey 2001 Oct. National Guideline Clearinghouse.

- Applicare l'isolamento passivo adatto ad aumentare la temperatura ambientale (minimo 68°F-75°F) (80-49-90;).
- Considerare il dispositivo di riscaldamento dei fluidi intravenosi (38).

Gestione del paziente nel peri-operatorio

Valutazione

- Identificare i fattori di rischio del paziente per l'ipotermia peri-operatoria non pianificata (37).
- Determinare il livello di benessere termico del paziente (chiedere al paziente se ha freddo) (57).
- Valutare altri segni e sintomi dell'ipotermia (brividi, pilo erezione o estremità fredde) (49).
- Monitorare la temperatura del paziente in fase intra-operatoria

La Linea Guida indica che l'abbassamento di temperatura più importante si presenta durante la prima ora di intervento chirurgico. Di conseguenza, il frequente controllo della temperatura è indicato in tutti i casi proprio per rilevare e allo stesso tempo per prevenire l'instaurarsi dell'ipotermia.

- La società americana dei anestesia raccomanda che "ogni paziente che riceve l'anestesia controllerà la temperatura quando clinicamente i cambiamenti significativi nella temperatura corporea sono intesi, previsti o ritenuti sospetto" (società americana dei anestesia- ASA-1999).
- L'associazione americana dell'infermiera di Anestesia raccomanda che "la temperatura corporea sarà controllata a intermittenza o continuamente e, registrata a tutti i pazienti che ricevono l'anestesia generale; gli strumenti per controllare la temperatura saranno immediatamente disponibili per essere usati su tutti i pazienti che ricevono l'anestesia locale o regionale "(associazione americana dell'infermiera di Anestesia -AANA -1998).
- Nei casi in cui l'anestesista non è presente ed il paziente è sotto la cura di un'infermiera peri-operatoria (per esempio, sala secondaria o, locale o sedazione moderata), la temperatura dovrebbe essere controllata all'inizio e alla fine della procedura. Per gli interventi che durano più di 30 minuti, la misurazione della temperatura dovrebbero essere effettuata almeno ogni 30 minuti per controllare le variazioni di temperatura.

Interventi

Implementare i metodi di riscaldamento: (34)

- Applicare l'isolamento passivo adatto: scaldare le coperte, i calzini, la copertura del capo, l'esposizione cutanea limitata ed il materasso ad acqua calda circolante.
- Aumentare la temperatura dell'ambiente: temperatura dai 20°C-24°C o dai 68°F-75°F secondo l'AORN (49; 64; 39).
- Applicare il riscaldamento attivo: sistema di riscaldamento ad aria forzata (51; 52; 53; 58; 34; 36; 37).
- Adoperare l'infusione liquidi caldi: dispositivo intravenoso e di irrigazione (38).
- Umidificare e scaldare i gas anestetici.

Risultato Previsto

La temperatura interna del paziente dovrebbe essere mantenuta a 36°C (96.8°F) o ancora meglio al di sopra di questi valori durante la fase intraoperatoria tranne nei casi in cui l'ipotermia è indotta a scopo terapeutico.

Gestione Paziente Post-Operatoria: Fase I

Valutazione

- Identificare i fattori di rischio del paziente per l'ipotermia peri-operatoria non pianificata.
- Valutare la temperatura all'ammissione alla fase I post-operatoria; se ipotermico controllare la temperatura ogni 30 minuti fino a che non si ristabilisce la normotermia, se invece, normotermico, valutare la temperatura all'arrivo e poi successivamente.
- Determinare il livello di benessere termico del paziente (chiedere ai pazienti se hanno freddo).
- Valutare segni e sintomi dell'ipotermia.

Interventi

Se normotermico: Istituire le misure di riscaldamento preventive:

- Applicare l'isolamento passivo adatto: scaldare le coperte, i calzini, coprire il capo, limitare l'esposizione cutanea ed adottare il materasso ad acqua circolante.
- Aumentare la temperatura ambiente ambientale (minimo 20°C-24°C o 68°F-75°F). (5; 39;).
- Valutare il livello di benessere termico del paziente ogni 30 minuti. (57).
- Osservare segni e sintomi dell'ipotermia. (5)
- Rivalutare la temperatura se sono presenti diminuzioni del livello di benessere termico e/o sono presenti segni di ipotermia.
- Misurare la temperatura del paziente prima dello scarico.

Se Ipotermico: Iniziare le misure di riscaldamento attive:

- Applicare il sistema di riscaldamento ad aria forzata. (51; 52; 53; 58; 34; 35; 36;).
- Applicare l'isolamento passivo: scaldare le coperte, i calzini, coprire il capo, limitare l'esposizione cutanea ed adoperare materasso ad acqua circolante.
- Aumentare la temperatura ambientale (minimo 20°C-24°C o 68°F-75°F). (5).
- Scaldare i liquidi endovenosi. (38).
- Umidificare e scaldare i gas: l'ossigeno.
- Valutare la temperatura ed il livello di benessere termico del paziente almeno ogni 30 minuti fino a raggiungere il normotermia (57).

Risultato Previsto

La temperatura interna del paziente all'arrivo presso l'unità post-operativa avrà un valore al minimo di 36° C (96.8°F). Tutti i segni e sintomi dell'ipotermia dovrebbero essere risolti prima dell'arrivo. Il paziente dovrebbe poter descrivere un livello accettabile di calore. Le misure e l'osservazione delle procedure di riscaldamento preventive per l'ipotermia continueranno poi nella fase II post-operatoria (ASU) o presso l'unità di chirurgia ricevente.

Eccezioni

- Il paziente non può verbalizzare la sua sensibilità al freddo perché per esempio è intubato.
- Il paziente può essere scaricato ad un'unità critica di cura malgrado ipotermico se però le misure di riscaldamento attive continueranno nella sede ricevente.

Gestione Paziente nel Post-Operatoria: Fase II

Valutazione

- Identificare i fattori di rischio del paziente per l'ipotermia peri-operatoria non pianificata.
- Misurare la temperatura del paziente all'ammissione.
- Determinare il livello di benessere termico del paziente.
- Valutare segni e sintomi dell'ipotermia.

Intervento

Se normotermico: Istituire le misure di riscaldamento preventive:

- Applicare l'isolamento passivo adatto: scaldare le coperte, i calzini, coprire il capo, limitare l'esposizione cutanea ed adottare il materasso ad acqua circolante.
- Aumentare la temperatura ambiente ambientale (minimo 20°C-24°C o 68°F-75°F). (5; 39).
- Valutare il livello di benessere termico del paziente ogni 30 minuti.
- Osservare segni e sintomi dell'ipotermia.
- Rivalutare la temperatura se sono presenti diminuzioni del livello di benessere termico e/o sono presenti segni di ipotermia Misuri la temperatura del paziente prima di scarico.
- Applicare le misure di riscaldamento attive se il paziente lamenta freddo o se presenta sintomi e segni di ipotermia. (51; 52; 53; 58; 34; 36; 37).
- Insegnare al paziente adulto e responsabile i metodi per mantenere e applicare la normotermia (cioè, bere liquidi caldi, munirsi di coperte, indossare calzini, indossare abiti pesanti, aumentare la temperatura ambientale, ecc.).

Se Ipotermico: Iniziare le misure di riscaldamento attive

- Applicare il sistema di riscaldamento ad aria forzata. (51; 52; 53; 58; 34; 35; 36).
- Applicare l'isolamento passivo: scaldare le coperte, i calzini, coprire il capo, limitare l'esposizione cutanea ed adoperare materasso ad acqua circolante.
- Aumentare la temperatura ambientale (minimo 20°C-24°C o 68°F-75°F). (5).
- Scaldare i liquidi endovenosi. (38).

Risultato Previsto

La temperatura interna del paziente dovrebbe avere un minimo di 36°C (96.8°F) prima di scarico. Tutti i segni e sintomi dell'ipotermia dovrebbero essere risolti prima dello scarico. Il paziente dovrebbe poter descrivere un livello accettabile di calore. I segni ed i sintomi dell'ipotermia saranno assenti. L'adulto paziente e/o responsabile dovrebbe conoscere e poter descrivere i metodi per mantenere e applicare la normotermia.

COMPLICANZE

Un grado lieve d'ipotermia controllata, può essere d'aiuto in alcune particolari specialità chirurgiche, neurochirurgia, cardiocirurgia e chirurgia vascolare, o quando si voglia di proteggere i tessuti dal danno ischemico. (20)

Tuttavia, l'ipotermia accidentale è sempre dannosa, comportando poi complicanze sia intra che post-operatorie.

Complicanze intra-operatorie:

- alterazione del metabolismo delle proteine; (22)
- alterazione/assorbimento tardivo del metabolismo dei farmaci anestetici, dei curari stupefacenti; (23)
- vasocostrizione periferica; (24)
- alterazione della per fusione di ossigeno tissutale; (25)
- anomalie della coagulazione/indebolimento dei tessuti di rivestimento; (26)
- aumento delle perdite di sangue/aumento del bisogno di trasfusioni sia intra che nel postoperatorio; (27)
- aritmie cardiache, ischemia del miocardio, arresto cardiaco, ipertermia e tachicardia; (93)

Per ogni grado perso di temperatura corporea l'ematocrito sale di circa 1-2 punti percentuali. (28)

Complicanze post-operatorie: ⁵

Nel periodo post-operatorio l'ipotermia contribuisce ad aumentare l'incidenza di desaturazione e di accidenti ischemici miocardici (29) ⁶

- maggiore incidenza di infezioni delle ferite chirurgiche, attribuibile all'aumento della concentrazione plasmatici di cortisolo e alla ridotta produzione di fattori ad effetto proinfiammatorio; (75-91)
- aumento del volume delle perdite di sangue;
- incidenza di ulcere da pressione post-operatorie; (92)
- incidenza di trombosi venose profonde;
- allungamento dei tempi di risveglio dall'anestesia generale (30);
- aumento del dolore nel post-operatorio;
- disfunzioni organiche e collasso; morbilità e mortalità (31);
- presenza di brividi e aumento della richiesta metabolica nel post-operatorio (32);
- prolungamento del periodo di degenza nelle terapie intensive;
- prolungamento oltre il periodo di degenza in ospedale;
- determina gradi maggiori di discomfort e riduzione delle aspettative da parte dell'utenza (33).

Il brivido post-operatorio deve essere contrastato?

⁵. Il post-operatorio è definito come quel periodo che va dalla fine dell'intervento chirurgico alla dimissione dall'ospedale.

⁶. Quest'ultima complicanza può essere attribuita all'aumento della concentrazione plasmatici di noradrenalina, che quadruplica per riduzione della Tc di 0,7°C, adrenalina e cortisolo (26).

Il ritorno allo stato di normotermia è possibile grazie ad una riduzione della termodispersione con concomitante aumento della produzione di calore. Il recupero del calore perso durante l'anestesia generale avviene molto lentamente circa 0,5°C/h. In pazienti sottoposti ad anestesia subaracnoidea o epidurale continua, il recupero termico è ancora più lento. Infatti, i pazienti con un blocco centrale in corso, oltre ad avere una ridotta risposta ormonale con scarso aumento del metabolismo ossidativo, manifestano brivido con Tc più bassa ed hanno minori masse muscolari reclutabili per aumentare la produzione di calore per effetto del blocco stesso (28,29). Il brivido compare in circa il 50% dei pazienti con temperatura centrale pari a 35,5 e nel 90% dei pazienti con Tc pari a 34,5°C. Va aggiunto che solo una piccola percentuale dei pazienti normotermici presenta brivido.³ Se ci si limita a combatterlo con la sola terapia farmacologica il recupero di calore sarà ancora più lento, ed il paziente verrà privato di un importante meccanismo di difesa contro la riduzione della Tc (30,31). Il brivido quindi, deve essere prima di tutto prevenuto, impedendo l'instaurarsi dell'ipotermia. Quando però, si presenti va combattuto principalmente riscaldando il paziente e successivamente somministrando farmaci che lo inibiscono. (11)

PREVENZIONE

Sistemi da adottare per prevenire l'ipotermia inattesa perioperatoria

L'ipotermia può essere prevenuta conoscendo i fattori di rischio del paziente e l'efficacia dei sistemi di riscaldamento (34).

- Età

I soggetti anziani tendono a sviluppare gradi elevati di ipotermia sia in anestesia generale che locoregionale (blocchi centrali) (11,13). Questo fatto è da attribuire a diversi fattori, quali la fisiologica riduzione del metabolismo basale, l'alterazione del centro termoregolatore, e la diminuzione delle masse muscolari. La soglia di vasocostrizione nel soggetto di oltre 60 anni sottoposto ad anestesia è di 1,2°C più bassa rispetto a quella di pazienti più giovani, così come la soglia del brivido dopo anestesia intrarachidea è di circa 1°C più bassa nel soggetto che ha oltrepassato gli 80 anni. Il neonato ed il bambino, per l'elevato rapporto tra superficie e massa corporea, perdono facilmente calore: la temperatura centrale può abbassarsi non solo durante l'intervento ma anche nella fase del risveglio.

- Costituzione fisica

Negli individui obesi la redistribuzione iniziale determina una caduta della Tc minore che negli adulti normali almeno nella prima ora d'anestesia. (11)

- Temperatura ambientale

E' il fattore critico per lo sviluppo dell'ipotermia, soprattutto in età estreme. I soggetti a maggior rischio d'ipotermia beneficiano di una temperatura ambientale mantenuta tra 21° e 24°C, con un tasso d'umidità relativa del 40-60%. (35) La perdita di calore attraverso la cute per temperature di sala di 24°C è pari a 70 Watt, e le perdite aumentano di circa 10 Watt per ogni grado perso di temperatura ambientale inferiore a 24°C.

- Premeditazione

Gli Studi sopra hanno evidenziato come l'ipotermia peri-operatoria deriva in gran parte dalla redistribuzione di calore dal nucleo verso la periferia, e questo avviene soprattutto durante la prima ora di anestesia. Uno Studio Randomizzato (94) condotto in Giappone evidenzia

⁶ Nei pazienti ipotermici lo studio dei pattern elettromiografico dimostra che il brivido è termoregolatorio, si verifica come reazione allo stato di ipotermia e determina un notevole aumento del VO₂ (30,31).

come il droperidol intramuscolare usato come premeditazione promuove la vasodilatazione interessando così la ridistribuzione di calore, e ne raccomando l'utilizzo in anestesia.

- **Ventilazione**

Per riscaldare ed umidificare le miscele gassose erogate durante la ventilazione meccanica viene perso il 6,6-6,8% (0,06°C/h) della produzione totale di calore. La ventilazione con circuito rotatorio e canestro di calce sodata minimizza il fenomeno ipotermia per la rirespirazione di gas già riscaldati ed umidificati.⁷ (36)

- **Infusioni**

La somministrazione di fluidi riscaldati a 37°C, può contribuire a ridurre l'incidenza di ipotermia. *Con un calcolo matematico è possibile prevedere la caduta della temperatura per l'infusione di fluidi:*

$$(Cfl \times Mfl) / (Cpt \times Mpt) = (Tend - Tstart) / (Tfi - Tend)^8$$

Esempio:

Se, per ipotesi, ad un bambino di tre chili fossero infusi 300ml di soluzione salina a 23°C in tre ore, alla fine dell'intervento questi avrebbero perso circa 1,5°C solo per l'infusione di fluidi. Questa perdita comporta un debito di circa 1200 Kcal, che dovrà essere ripagata in aumento del V02 alla fine dell'intervento. Se la stessa quota di fluidi fosse infusa a 32-33°C la perdita di calore sarebbe di solo 400Kcal con una caduta di temperatura di 0,5°C. In un paziente adulto l'infusione di una massa di fluidi pari a 300ml a 23° determina una diminuzione di soli 0,1°C. Per avere una perdita analoga a quella avuta nel bambino dell'esempio sopra occorrerebbe somministrare 7000ml a 23°C.

La somministrazione di fluidi riscaldati a 38°C può annullare le perdite caloriche legate alle infusioni.

I riscaldatori di fluidi in commercio possono essere di due tipi:

1. *source heating*, riscalda la sacca prima della trasfusione;
2. *in line heating*, riscalda la sacca durante la trasfusione (37). Tra questi ultimi si distinguono tre tipi di riscaldatori:
 - *a secco*, resistenza che riscalda una piastra metallica in cui è presente la bobina-deflussore;
 - *riscaldatori a bagno*, la bobina-deflussore passa attraverso acqua riscaldata;
 - *controcorrente*, il fluido da infondere viaggia al centro di un sistema coassiale dove passa, nella direzione opposta, dell'acqua riscaldata;

Nel *riscaldatore a bagno*, la temperatura del fluido che arriva al paziente dipende dalla velocità di infusione: per fluidi bassi il liquido si raffredda prima di arrivare al paziente. Nei sistemi *in line heating*, il riscaldamento del fluido dipende dal tempo di contatto con la resistenza e dalla distanza tra resistenza e paziente.⁹ Il sistema di riscaldamento *controcorrente*, appare come quello più efficiente nel riscaldamento delle infusioni (38). Solo con questo sistema la temperatura dei fluidi che arrivano al paziente è all'incirca quella impostata sul termostato.

- **Sistemi di riscaldamento esterno passivi : Copertine metalliche**

⁷. Il sistema risulta più efficace se si utilizzano flussi di gas freschi inferiori a 3l/min. e se si adottano filtri umidificatori (39,40).

⁸. Cfl: calore specifico del fluido; Mfl: massa di fluido infusa; Cpt: calore specifico del paziente; Mpt: massa del paziente; Tstart: temperatura del paziente all'inizio; Tend: temperatura del paziente alla fine dell'infusione; Tfi: temperatura del fluido infuso.

⁹. Farries e coll., hanno dimostrato che i fluidi riscaldati a 37.3°C, se somministrati ad una velocità di 100 ml/h. arrivano al paziente con una temperatura di 24°C se la distanza tra paziente e fonte di calore supera 105cm (42).

Sono usate allo scopo di isolare il paziente e ridurre la dispersione termica per convezione ed irradiazione. Tuttavia la loro efficacia è scarsa. Per interventi di lunga durata che comportano esposizione di vaste superficie corporee, essi riescono solo a ridurre la dispersione termica del 30% oppure solo del 10% in più rispetto ai teli chirurgici (9).

- **Sistemi di riscaldamento esterno attivi:**

I materassini ad acqua

Sono inefficaci per il mantenimento dell'omeotermia sia nell'adulto sia nei bambini con superficie corporea superiore a 0,5 m² (all'incirca 10 Kg di peso e 14 mesi di età) (38). La superficie corporea che appoggia sul materasso infatti oltre ad essere limitata, 20%, presenta uno scarso flusso plasmatici, i vasi sanguigni infatti sono costretti dal peso del paziente, la possibilità di trasferire calore al core è quindi limitata; inoltre, la scarsa circolazione di sangue può favorire le ustioni. In pratica contro un teorico trasferimento di calore di 41 Watt/ m²/°C di gradiente termico materasso/cute il guadagno netto è solo di 10 Watt. La resa non può essere migliorata poiché il materasso non deve essere riscaldato oltre i 41°C per il rischio di ustioni (9).

Sistemi forced air warming

I sistemi convettivi ad aria calda sono i più efficienti per il riscaldamento del paziente e la prevenzione dell'ipotermia perioperatorio. Se si riscalda il paziente per 30 minuti prima dell'induzione dell'anestesia si può limitare la riduzione iniziale di T_c da redistribuzione. Se il riscaldamento preoperatorio si protrae per altri 30 minuti il fenomeno può essere addirittura eliminato, poiché così facendo si annulla completamente il gradiente termico tra core e periferia (39). I sistemi convettivi ad aria calda sono in grado di erogare circa 43 Watt/m²/°C di gradiente termico materasso /cute quando l'intera superficie corporea sia coperta (9). La loro efficienza è stata documentata anche quando la superficie disponibile per il riscaldamento sia ridotta o durante la fase di risveglio quando sia presente vasocostrizione (40).



Fig.1. Materassino a circolazione di aria calda

Il monitoraggio

La misurazione della temperatura deve essere esatta e costante. È responsabilità del professionista quella di determinare il metodo migliore per il controllo della temperatura del paziente e di utilizzare correttamente il dispositivo di controllo della temperatura considerando l'accessibilità del sito, della comodità del paziente e della sua sicurezza. La ricerca indica che durante il periodo perioperatorio quando la temperatura interna cambia velocemente, il rapporto fra le temperature

misurate alle varie parti del corpo può differire considerevolmente. La temperatura interna è misurata in arteria polmonare, esofago distale, naso-faringea e membrana timpanica. La temperatura interna può essere valutata usando i luoghi orali, ascellari e della vescica. Le temperature cutanee registrate e le temperature rettali riflettono ragionevolmente le temperature interne ma, diventano non fidate durante la crisi maligna di ipertemia). L'indagine recente della Guida di riferimento ha trovato il controllo timpanico infrarosso l'itinerario preferito per ciò che riguarda la misurazione della temperatura pre-operatoria e post-operatoria. La correlazione della misurazione della temperatura timpanica a raggi infrarossi con la temperatura interna è risultata indicata per certi studi e povera in altri. La ricerca ha indicato che l'esattezza della lettura della temperatura dipende dall'operatore, dall'anatomia del paziente e dallo strumento adoperato. (86-87-88)

La temperatura da monitorare è sempre quella centrale. Per temperatura centrale s'intende la temperatura del centro termoregolatore, cioè dell'ipotalamo. Esistono vari tipi di sonde che consentono la misurazione della Tc.

1. Sonda nasofaringea

Monitorizza la temperatura del sangue che fluisce nelle branche dell'arteria carotide interna. La corretta profondità da raggiungere con tale sonda è uguale alla distanza tra narice e meato uditivo esterno. La temperatura registrata a livello faringeo è circa 0,2°C più bassa di quella esofagea (41).

2. Sonda timpanica

Misura la temperatura del sangue che fluisce, in prossimità della membrana del timpano, dalla carotide esterna. I valori riportati dal monitoraggio timpanico della temperatura, quando la sonda sia ben posizionata, sono accurati come quelli ottenuti da sonde poste in arteria polmonare o in esofago (41).

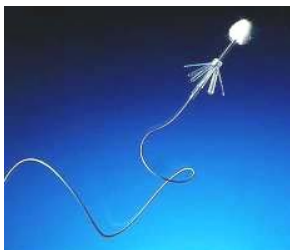


Fig.2. Sonda per la misurazione della temperatura timpanica

3. Sonda esofagea

Deve essere posta al quarto inferiore dell'esofago, davanti al cuore e lontana dalla carena tracheale. In genere a 38-42 cm di distanza dagli incisivi mediali. In questa posizione viene misurata la temperatura del sangue aortico. Le misurazioni effettuate attraverso questa metodica riflettono in maniera precisa le variazioni termiche ma possono essere anche poco accurate durante interventi a torace aperto o quando in esso siano infusi liquidi refrigeranti (42).

4. Sonda vescicale

Essendo l'urina un ultrafiltrato del sangue non sorprende che un termometro posizionato in vescica possa riflettere in maniera accurata le variazioni della temperatura corporea (37). La sonda termica è montata su di un catetere tipo foley è quindi di facile posizionamento ed utile per il monitoraggio a lungo termine.



Fig.3. Catetere vescicale che consente il monitoraggio della temperatura.

5. Sonda rettale

E' stata usata molto in passato; può fornire informazioni attendibili sulla temperatura centrale indipendentemente dalle condizioni di temperatura ambientale ma risponde poco rapidamente alle variazioni repentine di temperatura.¹⁰ La temperatura rettale non è poi affidabile durante interventi chirurgici di urologia, sul bacino e sull'addome. (43)

6. Sonda in arteria polmonare

E' sicuramente un metodo con sensibilità ed accuratezza adeguata ma invasivo e costoso (43).

7. Sonde cutanee

Sono utili e convenienti per misurare il trend della temperatura e l'eventuale presenza di vasocostrizione o variazioni del flusso calorico. La sonda ascellare comporta che il paziente tenga l'arto completamente addotto per prevenire il raffreddamento della sonda da parte dell'aria circostante. Può risentire dei liquidi di infusione iniettati nell'arto omolaterale. I sensori a cristalli liquidi posti sulla fronte avvertono di cambiamenti della temperatura di 0,5°C. Nel caso di una lieve ipotermia o vasocostrizione della cute della fronte, i cristalli liquidi leggono una temperatura che è di circa 2-3°C al di sotto della temperatura timpanica e sono perciò inaffidabili.

TERMOFISIOLOGIA IN ETÀ PEDIATRICA

Anche in età pediatrica il flusso di calore durante l'anestesia è governato dalle leggi della irradiazione, evaporazione, conduzione e convezione ma più che nell'adulto l'entità ed il contributo di questi fattori può dipendere dalla temperatura ambientale (51). La maggior parte del calore viene persa per irradiazione (trasferimento di calore tra due oggetti non in contatto tra loro e con diverse temperature) a causa dell'elevato rapporto superficie volume, che contraddistingue il bambino. La perdita di calore per conduzione, al contrario, riveste un ruolo di secondaria importanza durante l'anestesia. Mentre nell'adulto la dispersione termica per il riscaldamento e l'umidificazione dei gas freschi somministrati durante la ventilazione meccanica, è il 10% della dispersione totale di calore in anestesia, nel bambino può raggiungere il 25% del totale (51). La vasocostrizione e la vasodilatazione possono intervenire sia nel prematuro sia nel nato a termine con conseguente riduzione o aumento della perdita calorica per convezione e conduzione.

La Produzione di calore nel bambino

¹⁰. Se la sonda risulta essere posizionata troppo in basso, verso lo sfintere anale, può questa risentire del sangue refluo dai glutei che ha notoriamente temperatura più bassa rispetto a quello di provenienza viscerale.

Il meccanismo più importante per la produzione di calore nel bambino è rappresentato dalla termogenesi senza brivido definibile come un aumento del calore metabolico senza aumento del lavoro muscolare (2). Avviene soprattutto nel grasso bruno ma anche nel fegato e nel cervello. Il grasso bruno è particolarmente ricco di mitocondri ed innervato dal sistema ortosimpatico. Il rilascio di noradrenalina consente un aumento della capacità ossidativa dei substrati. Verso i sei anni la termogenesi senza brivido viene sostituita dal brivido. Come sia regolato questo *shift* non è noto. La vasocostrizione e l'atteggiamento comportamentale sono invece sempre attivi (52).

La Termoregolazione

I nati a termine presentano un centro termoregolatore intatto e ben funzionante in cui le risposte per il mantenimento dell'omeostasi termica (T_c 36-37,5) vengono attivate, come nell'adulto, sulla base della temperatura corporea media. L'anestesia inalatoria determina un aumento del range intersogliare per cui la risposta termoregolatoria inizia per $T_c < 2,5^\circ\text{C}$ al basale per l'ipotermia e $T_c > 1,3^\circ\text{C}$ al basale per l'ipertermia.

Il Trend della curva termica in anestesia

In età pediatrica, come nell'adulto, si verifica una prima fase di calo della T_c per redistribuzione, quindi una seconda fase di decremento lineare della T_c ed una terza fase di plateau. Nel piccolo paziente la terza fase interviene prima che nell'adulto per attivazione della termogenesi senza brivido. L'ipotermia, inoltre, provoca aumento del VO_2 e della increzione di catecolamine e, ciò rende ragione di complicanze intraoperatorie come ipossia ed aumento delle resistenze vascolari polmonari. Nel periodo postoperatorio la riduzione della T_c può accompagnarsi ad aumentata incidenza di apnea oltre che alle altre complicanze viste prima per l'adulto (53).

Il Monitoraggio

Ci sono tre ragioni fondamentali nel monitoraggio della temperatura in età pediatrica: valutare il contenuto ed il flusso calorico, confermare la diagnosi di ipertermia maligna, prevenire alterazioni termiche iatrogene. Il monitoraggio della temperatura dovrebbe riflettere la T_c . A questo scopo è possibile utilizzare diverse opzioni in base al tipo di paziente e di intervento: via timpanica, esofagea, nasofaringea, vescicale o in arteria polmonare. Quando l'intervento non lascia prevedere variazioni repentine della T_c possono essere utilizzate sia la temperatura rettale sia vescicale. I termometri a raggi infrarossi possono essere utilizzati per la misurazione della T_c attraverso la membrana del timpano.

Prevenzione dell'ipotermia

E' raccomandata una temperatura ambiente compresa tra 24 e 27 °C con umidità relativa > 40%. L'isolamento con teli riflettenti può ridurre la dispersione termica soprattutto se almeno il 50% della superficie corporea viene coperto (situazione inusuale nel bambino). Data l'importanza della perdita calorica per evaporazione, durante l'anestesia è consigliato l'uso di i filtri umidificatori così come circuiti rotatori con calce sodata. I riscaldatori di fluidi sono raccomandati in caso di somministrazione di grosse quantità di fluidi. Tra i sistemi esterni attivi quelli a raggi infrarossi dovrebbero essere utilizzati durante la preparazione alla anestesia prestando attenzione alle possibili ustioni. Tra i sistemi di

riscaldamento attivo i materassi ad acqua possono essere efficaci solo se la superficie totale del bambino è inferiore a 0,5 m² (10 Kg di peso corporeo). I sistemi ad aria forzata tipo *forced air warming* si sono dimostrati invece sempre efficaci (54).

Riscaldamento attivo durante il Taglio Cesareo

E' verificato che il riscaldamento preventivo di 15 minuti prima dell'induzione dell'anestesia epidurale effettuato con il materasso ad aria forzata aggiunto al riscaldamento intra-operatorio, impediscono l'instaurarsi dell'ipotermia ed i brividi nelle pazienti che subiscono il taglio Cesareo. E' inoltre simultaneamente verificato che la normotermia materna effettuante, aumenti conseguentemente la temperatura neonatale, della vena ombelicale ed i relativi segni di Apgar nel neonato. E' perciò, ampiamente raccomandabile l'utilizzo del materasso ad aria forzata e dei presidi di riscaldamento nella fase intra-operatoria in ginecologia e sala parto (85).

RACCOMANDAZIONI

1. Per evitare l'ipotermia accidentale, evento indissociabile dall'anestesia, è necessario adottare specifici presidi che saranno tanto più efficienti e numerosi quanto più le condizioni dei pazienti ed il tipo di intervento chirurgico programmato predispongono ad elevate perdite di calore.
2. La temperatura centrale dovrebbe essere sempre mantenuta uguale o lievemente superiore ai 36°C, tranne nei casi di ipotermia deliberatamente provocata.
3. La temperatura ambientale deve essere mantenuta tra 21°C e 24°C per l'adulto, e tra 24°C e 26°C per l'età pediatrica, con un tasso di umidità relativa compresa tra il 40-60%.
4. I gas anestetici dovrebbero essere sempre riscaldati ed umidificati mediante filtri appositi, si consiglia inoltre l'adozione di circuiti a bassi flussi con canestro di calce sodata.
5. In età pediatrica è sempre raccomandato il riscaldamento delle infusioni a 38°C. Nell'adulto l'adozione di questo presidio dovrebbe essere valutato caso per caso, riservandolo a pazienti a rischio di ipotermia per costituzione fisica e tipologia di intervento, e in caso di somministrazione di grosse quantità di fluidi.
6. La Tc dovrebbe essere sempre monitorizzata nell'età pediatrica. Nell'adulto possono essere esclusi dal monitoraggio della temperatura pazienti non a rischio di ipertermia maligna e sottoposti ad interventi eseguiti mediante anestesia locale o anestesia locoregionale e generale per un periodo di tempo non superiore a trenta minuti.
7. Il monitoraggio della temperatura deve sempre riflettere la Tc. Possono essere adottate varie vie in considerazione del tipo di paziente e del tipo di intervento, quella timpanica, esofagea, nasofaringea e dell'arteria polmonare, che riflettono fedelmente e rapidamente le variazioni della Tc. L'uso di sonde rettali o vescicali è consigliato solo per interventi in cui non si prevedano variazioni rapide di Tc.
8. I sistemi di riscaldamento esterno attivo sono sempre raccomandati. In età pediatrica, durante la preparazione del paziente, può essere utilizzato il sistema a raggi infrarossi o il materassino ad acqua. Quest'ultimo può essere utilizzato anche durante la fase chirurgica ma solo per pazienti con superficie corporea < 0,5 m². Il sistema *forced air warming*, è sempre raccomandato in età pediatrica per la sua provata efficacia anche in condizioni di superficie disponibile ridotta. Per gli adulti occorre prevedere l'adozione di tale sistema di riscaldamento esterno attivo quando l'intervento abbia una durata maggiore di trenta minuti o quando la Tc si abbassi al di sotto dei 36°C. Particolare attenzione deve essere posta all'associazione tourniquet emostatico/sistemi di riscaldamento attivo.

9. L'isolamento con teli riflettenti può ridurre la dispersione termica soprattutto se almeno il 50% della superficie corporea viene coperto.
10. In presenza di brivido si raccomanda di aumentare la concentrazione di ossigeno nell'aria inspirata dal paziente, riscaldare attivamente il paziente, e tenere pronto per la somministrazione, farmaci capaci di ridurre l'intensità delle contrazioni muscolari come la meperidina e la clonidina.
11. Il paziente non dovrebbe mai essere dimesso dalla sala del risveglio finché non abbia raggiunto lo stato di normotermia o se sono presenti segni di ipotermia.

In conclusione si può affermare, quindi, che una corretta prevenzione dell'ipotermia accidentale può sicuramente evitare conseguenze spiacevoli per il paziente, e migliorare l'intero sistema di cura.

La prevenzione dell'ipotermia peri-operatoria è un "dovere" di ogni operatore sanitario e, se un tempo vi erano poche evidenze che ne testimoniavano le drammatiche conseguenze a questo evento, ai tempi odierni non è più così. Tanti sono infatti, i dubbi, gli scrupoli, i perché, gli stessi sintomi, molto spesso presenti in forma subdola, che hanno alimentato i tanti motori della ricerca scientifica con risultati sorprendenti, ora...tocca a tutti noi operatori sanitari non "nasconderci" dietro le stesse evidenze.

Ricercatrice EBN
Linda Pasqualina Cannone

BIBLIOGRAFIA

1. Frank SM, Shir Y, Raja S, Fleisher LA, Beattle C. Core hypothermia and skin surface temperature gradients. *Anesthesiology* 1994.
2. American Society of PeriAnesthesia Nurses: Clinical guideline for the prevention of unplanned perioperative hypothermia. New Jersey 2001 Oct. National Guideline Clearinghouse.
3. Curley FS, Irwin RS. Disorders of temperature control Part I Hypothermia. In: Rippe J. *Intensive care Medicine*. Lippincot, 1991.
4. Bligh J, Johnson K. Glossary of terms for thermal physiology. *J Appl Physiol* 1973.
5. Sessler DI. Current concepts: mild perioperative hypothermia. *New England Journal of Medicine* 1997.
6. Montanini S, Martinelli G, Torri G, Praltono R, Borzonati E, Proietti R, Barboncini S, Bestini L, Berti M, Consensus Conference sull'ipotermia perioperatoria, S.I.A.A.R.T.I. 2000.
7. English MJM, Farmer C, Scott WA. Heat loss in exposed volunteers. *Journal of Trauma* 1990. Summers S. Hypothermia: one nursing diagnosis or three? *Nursing Diagnosis* 1992.
8. Levitt RC. Termoregolazione in anestesia. In: *Anestesia clinica del Nord America*. Verducci Editore, Roma, 1995.

9. Camus Y, Delva E, Leinhart A. Ipotermia intraoperatoria non provocata nell'adulto. Enciclopedia Medica Chirurgica. Elsevier Sci, Parigi 1999. Hensel H. Neural processes in thermoregulation. *Physiol Rev* 1973. Holcroft A. Body temperature control in anesthesia surgery and intensive care. Balleir-Tindall London, 1980.
10. Scott EM, Intra-operative warming therapies for preventing post-operative complications, Issue 3, 2000, Oxford.
11. Morris Rh. Operating room temperature and the anesthetized, paralyzed patient. *Archives of surgery* 1971. Closs SJ, Macdonald IA, Hawthorn PJ. Factors affecting perioperative body temperature. *Journal of Advanced Nursing* 1986. Frank SM, Beattie C, Christopherson R et al. Epidural versus general anesthesia, ambient operating room temperature, and patient age as predictors of inadvertent hypothermia. *Anesthesiology* 1992.
12. Sessler DI, Sessler AM, Hudson S, Moayeri A. Heat loss during surgical skin preparation. *Anesthesiology* 1993.
13. Vaughan MS, Vaughan RW, Cork RC. Postoperative hypothermia in adults: relationship of age, anesthesia, and shivering to rewarming. *Anesthesia and Analgesia* 1981. McConachie I. Anaesthesia for the elderly patient. *Hospital Update* 1996;March:82-91. vedi anche Closs 1986, Frank 1992.
14. Golberg MJ, Roe CF. Temperature changes during anesthesia and operations. *Archives of Surgery* 1966.
15. Monga M, Comeaux B, Roberts JA. Effect of irrigant fluid on perioperative temperature regulation during transurethral prostatectomy. *European Urology* 1996.
16. Sessler D. Central thermoregulatory inhibition by general anaesthesia. *Anesthesiology* 1991.
17. Lenhart A, Delva E, Camus Y. Prevention de l'hypothermie per operatorie in SFAR Conferences d'actualization. Masson 1992. Matsukawa T, Sessler D, Sessler A, Schroeder M, Ozaky M, Kurz A, Cheng C. Heat flow distribution during induction of general anaesthesia. *Anaesthesiology* 1995.
18. Leslie K, Sessler DI, Bijorkesten AR, Moayeri M. A mild hypothermia alters propofol pharmacokinetics and increases the duration of action of atracurium. *Anesth Anal* 1995.
19. Ozaky m, Kurz A, Sessler D, Lenhart R, Schroeder M, Moayeri A, Noyes K, Rotheneder E. Thermoregulatory threshold during epidural and spinal anesthesia. *Anesthesiology* 1994. Matsukawa T, Sessler D, Cristhensen R, Ozaky M, Sessler M. Heat flow distribution during epidural anesthesia. *Anesthesiology* 1995.
20. Berti M, Casati A, Torri G, Aldegheri G, Lugani D, Fanelli G. Active warming, not passive heat retention maintains normothermia during combined epidural-general anesthesia for hip and knee arthroplasty. *J Clin Anesth* 1997. Joris J, Ozaki M, Sessler D, Hardy AF. Epidural anesthesia impairs both central and peripheral thermoregulatory control during general anesthesia. *Anesthesiology* 1994. Busto R, Globus My, Dietrich WD, et al. Effects of mild hypothermia on ischemia-induced release of neurotransmitters and free fatty acids in rat brain. *Stroke* 1989.
21. Sander BJ, D'Alesio JG, Jermingam JR: Intraoperative Hypothermia associated with lower extremity tourniquet deflation. *J. Clin Anesth.* 1996.
22. Carli F, Emery PW, Freemantle CA. Effect of perioperative normothermia on postoperative protein metabolism in elderly patients undergoing hip arthroplasty. *British journal of Anaesthesia* 1989.
23. Leslie K, Sessler DI, Bjorksten AR, Moayeri A. Mild hypothermia alters propofol pharmacokinetics and increases the duration of action of atracurium. *Anesthesia and Analgesia* 1995. Heier T, Caldwell JE, Sessler DI, Miller RD. Mild intraoperative hypothermia increases duration of action and spontaneous recovery of vecuronium blockade during nitrous oxide-isoflurane anesthesia in humans. *Anesthesiology* 1991.
24. Frank SM, Higgins MS, Breslow MJ et al. The catecholamine, cortisol, and hemodynamic responses to mild perioperative hypothermia, *Acta Anaesth.* 1995.

25. Shah JB, Hudson JC, Keenan RL, Simpson PM, Tyler B, Kane F. Heat loss during surgical skin preparation. *Anesth.* 1993. Kurz A, Sessler DI, Lenhardt R. Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical wound infection and shorten hospitalization. *New England Journal of Medicine* 1996.
26. Rohrer MJ, Natale AM. Effect of hypothermia on the coagulation cascade. *Critical Care Medicine* 1992. Michelson AD, MacGregor H, Bernard MR, Kestin AS, Rohrer MJ, Valeri CR. Reversible inhibition of human platelet activation by hypothermia in vivo and in vitro. *Trombosis and Haemostasis* 1994. Schmied H, Kurz A, Sessler DI, Kozek S, Reiter A. Mild hypothermia increases blood loss and transfusion requirements during total hip arthroplasty. *Lancet* 1996.
27. Bock M, Muller J, Bach A, Bohrer H, Martin E, Motsch J. Effect of preinduction and intraoperative warming during elective abdominal aortic aneurysm repair: the high price of avoidable morbidity, *Journal of Vascular Surgery* 1995.
28. Valeri CR, Cassidy G, Khury S, et al. Hypothermia induced reversible platelets dysfunction, *Ann Surg* 1987. Reed I, Johnston TD, Hudson D, Fischer RP. The disparity between hypothermic coagulopathy and clotting studies, *J Trauma* 1992.
29. Hanser D, Syben R, Vargas G, Spies C, M Welte. The alveolar-arterial difference in oxygen tension increase with temperature corrected determination during moderate hypothermia. *Anesth Analg* 1998. Frank M, Fleisher L, Breslow J, et al. Perioperative maintenance of normothermia reduces the incidence of morbid cardiac events, *JAMA* 1997.
30. Carli F, Kulkarni J, Webster D, McDonald A. Post surgery epidural blockade with local anesthetics attenuates the catecholamine and thermogenic response to perioperative hypothermia. *Acta Anesth. Scand* 1995.
31. Bush HL, Hydo LJ, Fischer E, Fantini GA, Silane MF, Barie PS. Hypothermia during elective abdominal aortic aneurysm repair: the high price of avoidable morbidity, *Journal of Vascular surgery* 1995.
32. Vaughan MS. Shivering in the recovery room. Miami, Florida: Current Reviews, 1983.
33. Leinonen T, Leino-Kilpi h, Jouko K. The quality of intraoperative nursing care: the patient's perspective. *Journal of Advanced Nursing* 1996.
34. Kurz M, Belani KG, Sessler D, Kurz A, Larson MD, Schroeder M. et al. Meperidina naloxone and shivering. *Anest.* 1998. Berti M, Fanelli G, Casati A, Aldegheri G, Lugani D, Torri G. Hypothermia: prevention and therapy. *Anest.* 1998..
35. Kurz a, Sessler D, Narzt E, Lenhart R. Morphometric influences on intraoperative core temperature changes 1995. El Gamal N, El Kassambany N, Frank S. Et coll. Age related thermoregulatory differences in a warm operating room environment 2000. Delibera Giunta Regionale Lombardia: definizione dei requisiti minimi 22/01/1998.
36. Bikler P, Sessler D. Efficiency of airway heat and moisture exchangers in anesthetized humans. 1990. Williams R, Rankin N, Smith T, et al. Relationship between the humidity and temperature of inspired gas and the function of the airway mucosa. *Crit Care Med* 1996.
37. Pagni E. *Anestesia e Termoregolazione* 1988 Ed. La Garangola Padova.
38. Presson GR, Berzucko A, Hiller S, McNice W. Evaluation of a new fluid warmer effective at low to moderate flow rate. 1993.
39. Gousouzian N, Morris R, Ryan J. the effect of warming blanket on the maintenance of body temperature in anesthetized infant and children. 1973.
40. Casati A, Baroncini S, Pattono R, et al. Effect of sympathetic blockade on the efficiency of forced air warming during combined spinal/epidural anesthesia for total hip arthroplasty. *J Clin A* 1999.
41. Cork r, Vaughan R. precision and accuracy of intraoperative monitoring. *Anes.* 1983.
42. Ticket Wt, Ahlgeren We, Stephen CR. Body temperature monitoring via the tympanic membrane. *Surgery* 1970.

43. Weebb G. Comparison of oesophageal and tympanic temperature monitoring during cardiopulmonary by-pass. *Anes.* 1973.
44. Arndt K, Inadvertent hypothermia in OR, Australia, 1999.
45. Bernthal EM, Inadvertent Hypothermia preventio: the anaesthetic nurse's role, Queen Alexandra's Royal Army, Nursing corps, Ministry of Defence Hospital Unit frimley Park Hospital, Surrey, 1999.
46. Sessler DI: Current concepts: Mild intraoperative hypothermia. *N Eng J Med* 336:1730-1737,1997
47. Schmeid H, Kurz A, DI, et al: Mild hypothermia increases blood loss and transfusion requirements during total hip arthroplasty. *Lancet* 347:289-292, 1995
48. Bennett J, Ramachandra V, Webster J, et al: Prevention of hypothermia during hip surgery: Effect of passive compared with active skin surface warming. *Br J Anaest* 73:180-183, 1994
49. Kelley SD, Prager MC, Sessler DI, et al: Forced air warming minimizes hypothermia during orthotopic liver transplantation. *Anesthesiology* 73:A433, 1990
50. Russell SH, Freeman JW: Prevention of hypothermia during orthotopic liver transplantation: Comparison of three different intraoperative warming methods. *Br J Anaesth* 74:415-418, 1995
51. Stapelfeldt WH, Polarski J, Janowitz M, et al: Determinants of transfusion requirements during orthotopic liver transplantation: Role of severity and cumulative duration of hypothermic episodes. *Anesthesiology* 85:A67, 1996
52. Carli F, Emery P, Freemantle C: Effect of intraoperative normothermia on postoperative protein metabolism in elderly patients undergoing hip arthroplasty. *Br J Anaesth* 63:276-282, 1989
53. Mahoney C, Odom J: Maintaining Intraoperative normothermia: a meta-analysis of outcomes with costs. *AANA Journal* 67:155-164, 1999
54. Frank SM, Raja SN, Bulaco, C, et al: Relative contributions of core and cutaneous temperature to thermal comfort and autonomic responses in humans. *J Appl Physiol* 86:1588-93, 1999
55. Krenzischek D, Frank S, Kelly S: Forced air warming vs routine thermal care and core temperature measurement sites. *J Post Anesth Nurs* 10:69-77, 1995
56. Cork R, Vaughan R, Humphrey L: Precision and accuracy of intraoperative temperature monitoring. *Anesth Analg*, 62:211-214, 1983
57. Hooper V: Perioperative thermoregulation: A survey of clinical practices. Paper presented at the Consensus Conference on Perioperative Thermoregulation, ASPAN, Bethesda, MD, 1998
58. ASA: Standards, Guidelines, and Statements. Park Ridge, IL, ASA, 1999 15. AANA: Scope and Standards for Nurse Anesthetists. Park Ridge, IL, AANA, 1998
59. Bush H Jr., Hydo LJ, Fischer E, et al: Hypothermia during elective abdominal aortic aneurysm repair: The high price of avoidable morbidity. *J Vasc Surg* 21:392-402 1995
60. Frank SM, Beattie C, Christopherson R, et al: Unintentional hypothermia is associated with postoperative myocardial ischemia. *Anesthesiology* 78:468-476, 1993
61. Lenhardt R, Kurz A, Marker E, Goll V, et al: Intraoperative hypothermia prolongs duration of postoperative recovery. *Anesthesiology* 87:1318-1323, 1997
62. Valeri CR, Cassidy G, Khui S, et al: Hypothermia-induced reversible platelet dysfunction. *Ann Surg* 205:175-181, 1987
63. Michelson AD, MacGregor H, Barnard MR, et al: Reversible inhibition of human platelet activation by hypothermia in vivo and in vitro. *Thromb and Haemost* 71:633-40, 1994
64. Ellis P, Kleinsasser L, Speer R: Changes in coagulation occurring in dogs during hypothermia and cardiac surgery. *Surgery* 4:198-210, 1957
65. Goto H, Nonami R, Hamasaki Y, et al: Effect of hypothermia on coagulation. *Anesthesiology* 63: A107, 1985

66. Valeri CR, Khabbaz K, Khuri SF, et al: Effect of skin temperature on platelet function in patients undergoing extracorporeal bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 104:108-116, 1992
67. Ciofolo M, Clergue F, Devilliers C, et al: Changes in ventilation, oxygen uptake and carbon dioxide output during recovery from isoflurane anesthesia. *Anesthesiology* 70:737-741, 1989
68. Mattheussen MD, Boutros A, Van Aken H, et al: Effect of the volatile anesthetics on the hypothermic myocardium. *Anesthesiology* 73:A574, 1990
69. Ohmura A, Wong KC, Westenkow DR, et al: Effects of hypocarbia and normocarbia on cardiovascular dynamics and circulation in the hypothermic dog. *Anesthesiology* 50:293, 1979
70. Sessler D: Temperature monitoring, in Miller R (ed): *Anesthesia*. Philadelphia, PA, Lippincott, pp 1227-1242, 1990.
71. Matsukawa T, Sessler DI, Ozaki M, et al: Comparison of distal esophageal temperature to "deep sternal," deep forehead," and tracheal temperatures. *Can J Anaesth* April 44:433-438 1997
72. Bissonnette B, Sessler DI, LaFlamme P: Intraoperative temperature monitoring sites in infants and children and the effect of inspired gas warming on esophageal temperature. *J Anesth Analg* 69:192-196, 1989
73. Ouelette R: Comparison of four intraoperative warming devices. *AANA J* 1993: 61:394-396, 1993
74. Sessler D, Schroeder B, Merrifield B, et al: Optimal duration and temperature of prewarming. *Anesthesiology* 82:674-681, 1995
75. Paterson D, Stapelfeldt WH, Singh N, et al: Intraoperative hypothermia is an independent risk factor for cytomegalovirus infection in liver transplant recipients. *Transplantation*, 1999 3576.
- Elmore J, Franklin D, Youkey J, et al: Normothermia is protective during infrarenal aortic surgery. *J Vasc Surg* 28:982-984, 1998
77. Hudson G, Scott J, Beaver M, et al: Warming up to better surgical outcomes. *AORN J* 1999
78. Hynson JM, Sessler DI: Intraoperative warming therapies: A comparison of 3 devices. *J Clinical Anes* 4:194-99, 1992
79. Smith CE, Gerdes E, Sweda, et al: Warming intravenous fluids reduces perioperative Hypothermia in women undergoing ambulatory gynecological surgery. *Anesth Analg* 1998
80. Arndt K: Inadvertent hypothermia in the OR. *AORN J* 70:204-206, 1999
81. Summers S: The effects of two warming methods on core and surface temperatures, hemoglobin oxygen saturation, blood pressure and perceived comfort of hypothermic patients. *J Post Anesth Nurs* 5:354-364, 1990
82. Stone JG, Yound WL, Smith CR, et al: Do temperatures recorded at standard monitoring sites reflect actual brain temperature during deep hypothermia? *Anesthesiology*, 1991
83. Glosten B, Sessler DI, Fayre EAM, et al: Central temperature changes are not perceived during epidural anesthesia. *Anesthesiology*, 1992
84. Ikeda T, Sessler DI, Marder D, et al: The influence of thermoregulatory vasomotion and ambient temperature variation on the accuracy of core-temperature estimates by cutaneous liquid-crystal thermometers. *Anesthesiology*, 1997
85. Active warming during cesarean delivery. Horn EP, Schroeder F, Gottschalk A, Sessler DI, Hiltmeyer N, Standl T, Schulte am Esch J. Department of Anesthesiology, University Hospital Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Germany, febr. 2002.
86. Erickson RS, Kirkland SK: Comparison of ear-based, bladder, oral and axillary methods for core temperature measurement. *Crit Care Med*, 1993
87. Weiss ME, Pue AF, Smith J: Laboratory and hospital testing of new infrared tympanic thermometers. *J Clin Engineer*, 1991

88. Weiss M, Sitzer V, Clarke M, et al: A comparison of temperature measurements using three ear thermometers. *Appl Nurs Res*, 1998
89. Christensen R, Dechert M. Heat balance and distribution during the core temperature plateau in anaesthetized humans: *Anesthesiology* 1995
90. Matsukawa T, Sessler DI, Sessler AM et al. Heat flow and distribution during induction of general anaesthesia. *Anesthesiology* 1995.
91. Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical-wound infection and shorten hospitalization. Study of Wound Infection and Temperature Group. Kurz A, Sessler DI, Lenhardt R. Thermoregulation Research Laboratory, University of California, San Francisco 94143-0648, USA, 9 May 1996, *N England J Med*.
92. Effects of warming therapy on pressure ulcers--a randomized trial. Scott EM, Leaper DJ, Clark M, Kelly PJ. North Tees and Hartlepool NHS Trust, Stockton, England, United Kingdom, May 2001.
93. Perioperative morbidity in patients randomized to epidural or general anesthesia for lower extremity vascular surgery. Perioperative Ischemia Randomized Anesthesia Trial Study Group. Christopherson R, Beattie C, Frank SM, Norris EJ, Meinert CL, Gottlieb SO, Yates H, Rock P, Parker SD, Perler BA, et al. Johns Hopkins Medical Institutions, Baltimore, Maryland, Sept. 1993.
94. IM droperidol as premedication attenuates intraoperative hypothermia. Toyota K, Sakura S, Saito Y, Shido A, Matsukawa T. Department of Anesthesiology, Shimane Medical University, Izumo City, Japan, Oct. 2001.