

# Prevenire l'ipotermia e le sue conseguenze

C. Gualtierotti, Med Vet

## 1) Fisiologia della termoregolazione.

I tessuti e gli organi interni rimangono costantemente in un range di temperatura di  $\pm 0,6^{\circ}\text{C}$ . La cute, invece, subisce variazioni molto più ampie dipendenti dalla situazione ambientale. Nell'organismo c'è un bilanciamento tra calore prodotto e calore perso. La produzione avviene, per lo più in: fegato, encefalo, cuore, muscolatura scheletrica; attraverso: metabolismo basale + met. dell'attività muscolare + met. ormonale (tiroxina, ormone crescita, testosterone, epinefrina, norepinefrina) + met. biochimica intracellulare. La perdita avviene, per lo più attraverso il torrente circolatorio sanguigno (plesso venoso continuo localizzato tra derma e sottocute), attraverso il trasferimento dagli organi interni alla superficie cutanea e di qui all'ambiente. L'entità della perdita dipende dalla velocità di trasferimento. Cute, sottocute e grasso sottocutaneo trasportano calore dall'ambiente all'interno dell'organismo; il grasso s.c., rispetto agli altri tessuti, è il più veloce conduttore di calore. L'aumento o la diminuzione del flusso sanguigno cutaneo (vasodilatazione/ vasocostrizione) sono il punto cardine della capacità di gestire il calore prodotto, trattenuto o perso nell'ambiente. La vasocostrizione arteriolare e le anastomosi arterovenose sono il fulcro di questo meccanismo.

Radiazione, conduzione ed evaporazione sono i tre meccanismi con i quali l'organismo perde calore dalla cute all'ambiente. La maggior parte del calore è perso con la radiazione, una minima parte con la conduzione, mentre un'importanza considerevole ha l'evaporazione. Un tessuto bagnato a contatto con la cute, rispetto ad un tessuto asciutto, a causa dell'alta capacità conduttiva dell'acqua, è in grado di aumentare di oltre venti volte la trasmissione del calore dalla cute al tessuto stesso.

Gli animali, rispetto all'uomo, hanno una minor capacità di perdere calore attraverso la superficie corporea in quanto dotati di mantello e privi di ghiandole sudoripare sulla cute; Il meccanismo sostitutivo passa tramite le vie respiratorie.

Il centro termoregolatore, con sede encefalica, regola "l'azione dell'ansimare".

Quando il sangue si riscalda l'ipotalamo, per arginare il problema, manda differenti segnali; uno di essi dà inizio all'ansimare. Durante questa fase l'organismo inspira grandi quantità di aria ambientale che viene poi in contatto con la mucosa delle vie respiratorie raffreddandola e quindi abbassando la temperatura del sangue: c'è evaporazione di acqua dalle mucose e dalla lingua. Dal punto di vista pratico, però, nell'ansimare ciascun respiro è particolarmente superficiale sicché la maggior parte dell'aria che entra negli alveoli proviene dallo spazio

morto tracheale e non dall'atmosfera, vanificando tutto il sistema.

I meccanismi di feed-back che regolano la temperatura sono comandati da centri termoregolatori con sede nell'ipotalamo, nei nuclei anteriori preottici. Altri recettori sono a livello di: cute, midollo spinale, visceri addominali, grandi vasi toracici e addominali. Tre sono i meccanismi protettivi in caso di diminuzione della temperatura: i brividi, l'interruzione della sudorazione e la vasocostrizione periferica. Altri tre sono quelli in caso di aumento: diminuzione della produzione di calore, sudorazione, vasodilatazione.

Un sistema per aumentare la produzione di calore è la termogenesi chimica che è regolata da: epinefrina, norepinefrina, e tiroxina.

In condizioni standard la temperatura fisiologica a cui tendono tutti i meccanismi termoregolatori è definita: "set-point". Variazioni cospicue della temperatura della cute fanno variare anche il set-point in modo tale che a diminuzione della temperatura cutanea corrisponda un set-point più elevato.

Nell'uomo un'ulteriore controllo è svolto a livello comportamentale: un ambiente particolarmente caldo stimola ad arrieggiarlo e a limitare l'attività fisica, mentre al freddo si cercano gli indumenti disponibili più caldi e isolanti.

Quando la temperatura corporea scende a  $34,5^{\circ}\text{C}$  la capacità termoregolatrice dell'ipotalamo è fortemente compromessa mentre risulta annullata a  $30^{\circ}\text{C}$ . In cardiocirurgia umana l'ipotermia del paziente è ricercata per rallentare la frequenza cardiaca o addirittura arrestarla; viene detto che sia facile ottenere ciò somministrando un forte sedativo che deprima la reattività ipotalamica per poi trattare il paziente con coperte fredde o alcool o acqua: la temperatura scenderà obbligatoriamente.

Noi questo lo applichiamo quotidianamente ma senza essere dei cardio-chirurghi! Somministriamo a ciascun paziente chirurgico: sedativi, ipnotici, miorellassanti, analgesici stupefacenti che gli deprimono anche le funzioni ipotalamiche. Li appoggiamo su tavoli d'acciaio freddi, li tosiamo, li "scrubiamo" con alcool, li bagniamo e manteniamo bagnati con teleria non adeguata, li ossigeniamo con gas freddi, li teniamo durante la chirurgia e nel primo post-operatorio in ambienti a  $18-20^{\circ}\text{C}$ ; la temperatura scenderà obbligatoriamente.

## 2) Ipotermia in chirurgia

La determinazione della temperatura corporea ( $T_c$ ) in corso di anestesia è essenziale per la valutazione dell'ipotermia. Le feci nel retto isolano il termometro da rapidi cambiamenti pertanto la misurazione ottimale è con una sonda nell'esofago toracico.

Anche l'ipossia produce una caduta della Tc come reazione omeostatica che tende a proteggere l'organismo. La superficie corporea dei nostri pazienti è indicativa, a differenza del peso, di quali siano le differenze tra animali di piccola e di grande mole; un gatto di 4 kg ha una superficie corporea di ¼ di metro quadro mentre un cane di 40 kg (10 volte tanto in peso) ha 1 metro quadro abbondante di cute (5 volte tanto in superficie). Se la maggior parte del calore viene perso tramite la cute, tanto maggiore sarà la superficie corporea tanto maggiore sarà la perdita. Il calore disperso da un animale omeotermo è proporzionale alla sua superficie corporea e non al suo peso.

Durante l'anestesia la regolazione della Tc è abolita; l'animale è incapace di rabbrivire, parecchi anestetici riducono il tono vasocostrittore periferico facilitando lo scambio termico con l'ambiente, il paziente diventa poichilotermico. Il calore è ulteriormente perduto utilizzando tecniche di non ri-respirazione, esponendo chirurgicamente i tessuti e le cavità corporee e impiegando fluidi freddi. Con la caduta della Tc il fabbisogno di anestetici si riduce: per ogni grado centigrado in meno rispetto ai 37°C la necessità di alotano diminuisce del 5%. L'ipotermia determina anche: un calo della pressione a causa della diminuzione della gittata cardiaca e una diminuzione della frequenza cardiaca per depressione del nodo seno-atriale e del fascio di His; l'ECG può mostrare: prolungamento dell'intervallo P-R, allargamento del QRS, allungamento intervallo ST.

Gli animali dovrebbero essere tenuti al caldo durante l'anestesia ed il successivo periodo di risveglio. Per gli animali molto piccoli o neonati la temperatura ambientale dovrebbe essere prossima a quella corporea perciò sono utilissime le incubatrici umane.

Non è saggio dimettere un paziente ancora anestetizzato e lasciarne la gestione termica al proprietario.

### 3) Pubblicazioni in materia.

In bibliografia ci sono tre lavori interessanti: uno americano, uno francese e uno italiano.

S. Haskins, 66 gatti.

La quantità di calore perso tramite conduzione e radiazione è incrementata dal contatto con tavoli a superficie fredda e ambienti non sufficientemente riscaldati. Quella persa tramite evaporazione è causata: dall'impiego di disinfettanti freddi applicati sul campo operatorio, dall'esposizione dei visceri a temperatura ambiente, dalla somministrazione di gas freddi e liquidi freddi.

L'ipotermia è più evidente in pazienti piccoli e in chirurgie lunghe.

Acepromazina, alotano e metossifluorano sono in grado di potenziare l'ipotermia intra-operatoria.

E' possibile minimizzare il problema ipotermico praticando banali tecniche che tengano conto di quanto prima esposto, dall'induzione al completo risveglio.

La superficie corporea può essere riscaldata con lampade infrarosse, materassini riscaldati, bottiglie di acqua calda (max 42°C). Per quest'ultime considerare che perdono 5°C all'ora per cui dopo 2 ore sono più fredde del paziente incentivandone il problema!

Tc inferiori a 32°C sono correlate ad alta mortalità.

Sono stati esaminati 66 gatti:

peso da 2,2kg a 5,6kg (M=3,4kg);

per: laparotomie, mastectomie, toracotomie, chirurgie perineali e ortopediche;

premedicazione: meperidina o mep.+acepromazina o ketamina+acepromazina,

induzione: tiamylal o ketamina;

mantenimento: metossifluorano o alotano;

durata chirurgia: da ¾ d'ora a 3 ore (M=1 ora e ¼);

temperatura controllo: da 39,7 a 38,1°C (M=38,8°C)

tempe. inizio chirurgia: da 36,8 a 32,5°C (M=35,3°C)

t. dopo 90'di chirurgia: da 37,6 a 33,4°C (M=35,7°C).

B.J. Auclin, 3 gatti e 8 cani.

La temperatura iniziale è misurata dopo 30 minuti dalla premedicazione cioè al momento dell'induzione.

Protocollo anestesilogico non citato.

Per: laparotomie, mastectomie, chirurgie perineali e ortopediche.

GATTI: peso 3 kg;

durata chirurgia: da 30 a 90 minuti;

temperatura iniziale: da 38,7 a 37,5°C

temp. fine chirurgia : da 37,1 a 35,0°C

perdita media 2,2°C

CANI: peso da 6 a 40kg;

durata chirurgia: da ¾ d'ora a 1 ora e ¾;

temperatura iniziale: da 39,1 a 38,3°C

temp. fine chirurgia : da 38,2 a 35,0°C

perdita media 2,2°C

S. Simoncelli e D. Fonda, 110 cani

peso da 2,2kg a 5,6kg (M=3,4kg);

premedicazione: acepromazina + atropina

induzione: tiopentale;

mantenimento: alotano o isofluorano+O2+protossido;

cani di 3 kg peso medio: perdita media di 3,4°C

cani di 10,5kg peso medio: perdita media di 2,3°C

cani di 21,5kg peso medio: perdita media di 1,8°C

cani di 33,0kg peso medio: perdita media di 1,5°C

laparotomie: perdita media di 3,0°C

ortopedie : perdita media di 2,5°C

chirurg. cute: perdita media di 1,5°C

alotano per 40 minuti: perdita media di 2,2°C

alotano per 60 minuti: perdita media di 3,2°C

isofluor. per 40 minuti: perdita media di 1,0°C

isofluor. per 60 minuti: perdita media di 1,2°C

### 4) Esperienze personali

Il lavoro che ne segue è scaturito da alcuni quesiti:

A. Perché ancor oggi muoiono dei pazienti chirurgici di freddo?

B. Cosa è necessario fare?

Quanto occorre investire per arginare l'ipotermia per-chirurgica?

Quanto personale è necessario?

Quanto tempo è necessario?

Quando è fattibile?

In quali strutture si riesce a realizzare?

Riassumendo i punti critici chiave, della perdita di temperatura da parte di soggetti in anestesia generale, sono:

rapporto kg/m2 di superficie corporea: molto sfavorevole in soggetti di piccola mole

superficie su cui è appoggiato l'animale sempre troppo fredda  
gas ispirati freddi  
teli chirurgici bagnati a contatto col paziente  
fluidoterapia con liquidi a temperatura ambiente cioè freddi  
soluzioni sterili di lavaggio endocavitario a temperatura ambiente cioè fredde  
risveglio e primo post-operatorio a temperatura ambiente cioè al freddo  
Cercherò ora di fornire le risposte agli interrogativi di cui sopra.

Solo negligenza e ignoranza non sicuramente per eventi eccezionali.

Riscaldare il tavolo su cui sarà adagiato l'animale anche solo con una borsa dell'acqua calda; utilizzare il medesimo sistema se si possiede un materassino non termico che conterrà il paziente durante la chirurgia; utilizzare un circuito tipo quello di Bain che riscalda i gas tra la bombola di O<sub>2</sub> e l'albero respiratorio; utilizzare teli chirurgici in triaccoppiato che avendo lo strato verso il paziente in gomma non bagnano e tengono bagnata la superficie corporea; usare soluzioni endovenose e di lavaggio riscaldate posizionate precedentemente sui termosifoni o in bacinelle con acqua calda; avere un temperatura ambientale in sala operatoria elevata; avere un locale di risveglio o un luogo ad esso dedicato (optimum incubatrice) con temperatura ambiente elevata o elevabile con stufetta al quarzo ( non ad aria calda ).

Ipotizzando un carico di lavoro basso cioè 1 chirurgia al giorno per 5 giorni alla settimana si eseguiranno 250 interventi all'anno. 2 borse dell'acqua calda costano al supermercato € 5,16 e dureranno un anno. Un materassino non riscaldato automodellante a pressione negativa € 36,15 durerà 3 anni. Tappetino con indicatore di temperatura €15,98 durerà 5 anni. Materassino ad acqua calda senza pompa per il ricircolo dell'acqua € 30,00 durerà 3 anni. Circuito di Bain € 55,78 durerà 10 anni. Un telo in triaccoppiato 75x90cm € 0,75 serve per un singolo intervento. Soluzioni sempre appoggiate sul termosifone € 0. Prevedere l'adeguato riscaldamento della sala operatoria con un termometro per monitorarlo: al supermercato € 1,81 durerà 10 anni. 1 stufetta al quarzo con parabola in acciaio per il post-operatorio al supermercato € 20,66 durerà 5 anni. Telo isothermico in uso al 118 € 2,58 durerà 4 mesi.

Costo ammortizzato ad ogni singolo intervento: £ 40+93+43+80+1460+2+32+60 = € 0,94 di cui i 5/6

sono per il telo chirurgico che comunque sia per la chirurgia è necessario.

Non è necessario alcun operatore al di là di quelli solitamente presenti per la chirurgia.

Per la preparazione di adeguati presidi ove porre il paziente al caldo sia in prechirurgia che in sala operatoria non è necessario più di un minuto.

E' fattibile in TUTTI i pazienti ai quali viene praticata una procedura anestetica.

si riesce a realizzare in qualunque struttura ove si pratica la chirurgia di routine.

### 5) Casistica personale.

Temperatura sala operatoria 25,1°C.

Temp. Incubatrice (dall'estubazione al recupero della stazione) 28,9°C.

Misurazioni della Tc: prima della premedicazione, all'induzione, al trasferimento in sala operatoria, all'inizio della chirurgia, ogni 15' di chirurgia, alla fine della chirurgia, all'estubazione, dopo 15' di incubatrice, dopo ¾ h di incubatrice al recupero stazione.

100 gatti

Età da 5 mesi a 13 anni. Peso da 1,7kg a 4,7kg;

per: celiotomie, chirurgia ortopedica, di cute e annessi;

prem.: ketamina+acepromazina+atropina+xylazina;

oppure: medetomidina + butorfanolo; oppure: tiletamina + zolazepam + atropina

induzione: propofol;

mantenimento: isofluorano o alotano, con o senza CRI di fentanyl, con o senza CRI di Ketamina a dosi subanestetiche.

analgesia: buprenorfina im o melozicam im

durata chirurgia: da ½ d'ora a 1 ora e ¼ ;

temperatura media di:

controllo:38,6 °C

induzione: 38,1

inizio chirurgia: 37,3

30 minuti di chirurgia: 36,4

60 minuti di chirurgia: 36,0

fine chirurgia: 36,3

1 ora post fine chirurgia: 36,3

Perdita media da inizio a fine chirurgia 1,0°C e

perdita media da sveglio(prima) a sveglio (dopo) 2,3°C.

100 cani

Età da 40 giorni a 14 anni. Peso da 2kg a 60kg;

per: celiotomie, chirurgia ortopedica, mastectomie, artroscopie, cute e annessi.

Premedicazione.: butorfanolo + acepromazina + atropina;

oppure: fentanyl + atropina + midazolam; oppure: medetomidina + butorfanolo; oppure: medetomidina + acepromazina;

induzione: tiopentale oppure propofol;

mantenimento: isofluorano o alotano, con o senza CRI di fentanyl, con o senza CRI di Ketamina a dosi subanestetiche;

analgesia: buprenorfina o ketorolac;

durata chirurgia: da 30 minuti a 3 ore ;

temperatura media di:

controllo:38,6 °C

induzione: 38,0

inizio chirurgia: 37,1

30 minuti di chirurgia: 37,0

60 minuti di chirurgia: 37,0

120 minuti di chirurgia: 37,0

fine chirurgia: 36,9

1 ora post fine chirurgia: 37,5

perdita media da inizio a fine chirurgia 0,2°C

perdita media da sveglio(prima)a sveglio(dopo)1,1C