



DAIRY ZOOM

Chimica, biochimica e fisiologia della produzione del latte

di ALESSANDRO FANTINI

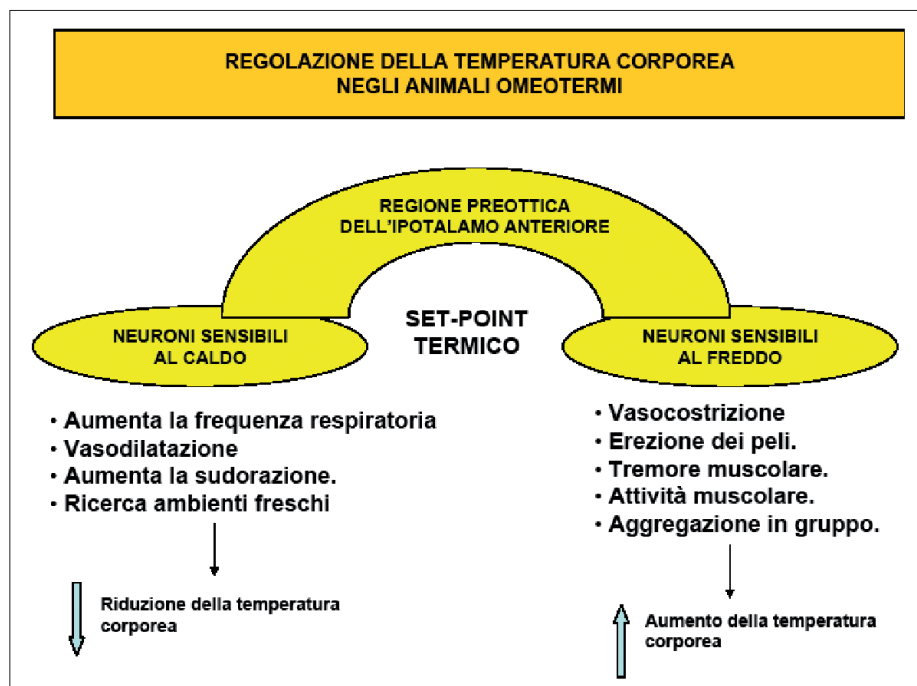
La febbre e l'ipertermia

Misurare la temperatura corporea di un animale che "non sta bene" è una pratica veterinaria e zootecnica antica, che, nella spesso "frettolosa" gestione dei moderni allevamenti, viene poco utilizzata. Nella tradizione, la constatazione di uno stato febbrile, ossia una temperatura corporea superiore alla media di un determinato soggetto, viene utilizzato come spartiacque tra una malattia infettiva e altre patologie. Ossia un animale che presenta un rialzo febbrile superiore a quello considerato normale potrebbe essere affetto da una infezione e per tale andrebbe curato. Se pur fondamentale nella diagnostica veterinaria la pratica della misurazione della temperatura corporea, se non ben contestualizzata, può dar luogo a false diagnosi e quindi ad improprie terapie. La vacca da latte, come tutti i mammiferi e gli uccelli, appartiene agli animali definiti omeotermi, ossia che hanno sviluppato la capacità di tenere costante la temperatura corporea attraverso un complesso meccanismo di regolazione tra produzione di calore e sua dispersione. Gli animali omeotermi, detti anche endodermi perché la produzione di calore

avviene internamente, sono comparsi circa 70 milioni di anni fa come vantaggio evolutivo, perché, appunto, indipendenti dalle condizioni climatiche esterne. Gli animali endodermi hanno comunque una produzione endogena di calore dalle 7 alle 10 volte più grande degli animali ectotermici, cioè dipendenti dalla temperatura ambientale, e questo li lega ad una necessità di maggiore ingestione d'energia. Questo indubbio vantaggio evolutivo consente una profonda stabilità del metabolismo non interferendo sul funzionamento dei vari meccanismi fisiologici dell'organismo.

La costanza della temperatura corporea normale che nella vacca da latte è di 38.6°C con un range di normalità 38°C-39.3°C, deriva dal rapporto tra produzione endogena di calore e sua dispersione nell'ambiente. La dispersione nell'ambiente della temperatura in eccesso può avvenire per scambi "newtoniani" come la convezione, la conduzione e la radiazione e le perdite evaporative per sudorazione o ansimazione. L'ansimazione in alternativa o a complemento della sudorazione, utilizza come "radiatore" per dispersione di calore, il sistema polmonare

La produzione endogena di calore deriva essenzialmente dall'ossidazione dell'energia ingerita e di quella stoccata. L'ATP è l'unica fonte di energia che l'animale può utilizzare. Nella fosforilazione ossidativa, che ha luogo nei mitocondri delle cellule, non tutta l'energia derivante dall'ossidazione viene convertita in ATP. **Un grammo di glucosio ossidato produce circa 686 Kcal. Solo il 50% di questa energia diventa ATP. Il restante viene liberato come calore.** Per analogia succede come nei motori a scoppio dove non tutta l'energia prodotta dal motore diventa energia cinetica per il movimento ma viene dispersa nell'ambiente come energia termica. Un motore perfetto sarebbe quello in grado di convertire tutta l'energia termica prodotta in energia cinetica. Alterazioni nel meccanismo di tenere stabile la temperatura corporea possono determinare gravi lesioni. **Temperature corporee di 43-45°C possono dare lesioni irreversibili ad alcuni organi o apparati denaturando alcuni dei sistemi enzimatici essenziali.** Nella regione preottica dell'ipotalamo (POAH) esistono un centro neurale di termoregolazione costituito da neuroni sensibili al calore e neuroni sensibili al freddo, stimolati, in un meccanismo di feedback negativo, dalla temperatura corporea e regolati (set point), sulla temperatura caratteristica della specie. Esiste in questa regione un "termostato" che, registrando la temperatura corporea, condiziona una serie di eventi fisiologici. Questo meccanismo ha l'obiettivo di mantenere costante la temperatura corporea nell'ambito di una fisiologica variazione circadiana di 1°C, poco dipendente dalle condizioni termiche ambientali. Per produrre quel calore necessario a mantenere stabile la temperatura intervengono essenzialmente i processi metabolici dell'organismo. Quando la domanda è elevata aumentano sensibilmente le contrazioni della muscolatura striata (brivido), la vasocostrizione cutanea, l'inibizione della sudorazione, l'aggregazione degli animali e l'erezione del pelo fino all'ac-



cellerazione del tasso suo di crescita. Nel caso opposto, ossia quando la produzione la temperatura tende ad innalzarsi, intervengono meccanismi opposti quali la riduzione del metabolismo basale e di tutti i processi metabolici, la riduzione dell'ingestione di cibo, la vasodilatazione cutanea, la poli-pnea, la sudorazione e la ricerca di aree più fresche. È necessario a questo punto distinguere i motivi che possono interagire con il centro ipotalamico della termoregolazione per verificare quali eventi patologici possono alterare l'omeostasi termica e dare un innalzamento o riduzione della temperatura corporea al di fuori del set-point tipico della vacca da latte. Un innalzamento patologico della temperatura può essere definito come febbre e/ ipertermia. **Per febbre s'intende in genere un innalzamento della temperatura corporea causata da agenti pirogeni ossia citochine secrete per una stimolazione del sistema monociti/macrofagi dietro lo stimolo di una infezione.** Le tossine prodotte dai batteri come i lipopolisaccaridi dei gram-negativi o le altre tossine dei gram-negativi agiscono come agenti pirogeni esogeni. Comunque traumi,

neoplasie e necrosi possono agire direttamente a livello del centro di termoregolazione ipotalamico. Questo tipo d'ipertermia, chiamata appunto febbre, ha per l'organismo un significato difensivo importante stimolando il sistema immunitario nell'attività fagocitaria dei neutrofilo e nell'attivazione dei linfociti T e B, oltre scoraggiare la vita di molti agenti virali e batterici. Abbiamo detto che la temperatura normale della vacca da latte oscilla dai 38°C ai 39.3° C. Per bene interpretare le rilevazioni termometriche bisogna tuttavia considerare che nell'ambito della giornata e per il singolo animale la temperatura può oscillare di 0.6°C (deviazione standard) in un range di $\pm 0.2 - 0.9$ °C.

Ad influenzare la temperatura corporea media e le sue oscillazioni circadiane sono molti i fattori. I principali sono sicuramente lo stato di salute, l'ambiente circostante, la temperatura ambientale, il livello d'attività, l'estro, lo stadio di gravidanza, l'alimentarsi ed il bere. La bovina in lattazione tende ad avere una temperatura corporea più alta rispetto alla fase d'asciutta in virtù della produzione di calore ruminale, organo che in

genere ha una temperatura superiore di un grado rispetto a quella corporea. La temperatura corporea della vacca da latte si misura in genere a livello rettale. La ricerca di sistemi automatici di rilevazione in continuo della temperatura corporea hanno spinto a verificare le differenze di essa in altri punti dell'organismo. La temperatura timpanica rispetto a quella vaginale è in genere inferiore di 0.35°C ma comunque con una correlazione $r^2 = 0.77$. La temperatura rettale e quella vaginale sono altamente correlate ($r^2 = 0.95$). Poco affidabile è la rilevazione della temperatura corporea a livello della pelle per l'elevata influenzabilità che la velocità dell'aria e il mantello hanno a questo livello. La temperatura del latte è in genere più bassa di 1°C rispetto alla temperatura interna (cavità addominale) ma con essa molto correlata ($r^2 = 0.98$). La temperatura ruminale di forte interesse per la possibilità di misurazione continua ed a distanza, è in genere superiore di 1°C rispetto a quella corporea anche se è molto influenzata dall'assunzione d'acqua degli animali. Un' applicazione potenziale della temperatura ruminale è nella diagnostica del-

l'acidosi ruminale sub-clinica. Interessante è il fatto che la temperatura corporea aumenta durante l'estro. Tale incremento si registra già uno o due giorni prima. Le cause di questo incremento non sono ben note non essendo ben chiaro se ciò sia dovuto all'aumento dell'attività motoria o ad una variazione del metabolismo. La temperatura corporea aumenta in presenza di stress da caldo. Questa patologia è il risultato del fallimento dei tentativi che la vacca da latte fa di compensare l'incremento della propria temperatura interna quando la temperatura esterna e l'umidità (THI) superano una certa soglia critica. Quando, a fronte di un incremento del consumo idrico, a volte di oltre il 100%, una riduzione dell'ingestione, dell'attività motoria ed un incremento della dispersione di calore attraverso l'ansimazione e quindi con la traspirazione polmonare, la temperatura corporea aumenta si definisce la bovina affetta da **stress da caldo**. In generale quando la temperatura ambientale supera il 25.6°C la temperatura corporea tende ad aumentare linearmente al tasso di 0.42°C ogni 5°C. Anche il parto può modi-

ficare la temperatura corporea aumentando dai 3 ai 5 giorni prima per poi scendere dalle 8 alle 48 ore prima, di 1 a 1.6°C. Per tornare alla distinzione appunto tra febbre ed ipertermia possiamo dire che la seconda è causata da fattori, anche fisiologici, transitori, mentre la prima è causata da agenti pirogeni esogeni quali infezioni, infiammazioni, reazioni immunitarie e neoplasie. Questi agenti pirogeni agiscono stimolando i fagociti mononucleari a produrre interleuchine di tipo 1 (IL-1) che interagiscono con il POAH aumentando il "set point" della temperatura corporea. In questa fase viene incrementata la sintesi dell'acido arachidonico di prostaglandine, specialmente della PGE2. Collateralmente a questo si ridurrà la concentrazione ematica di ferro e zinco mentre troveremo aumentato il rame e tutte le proteine della fase acuta. Nella vacca da latte le sostanze pirogene esogene sono moltissime includendo la maggior parte delle infezioni batteriche e virali ed in alcuni casi parassitarie. Da non dimenticare, in sede diagnostica, la possibilità che alcune sostanze tossiche come

pesticidi, metalli pesanti ed alcune piante tossiche o i loro principi attivi possono intervenire in questo senso. Per arrivare a delle conclusioni. Gli innalzamenti della temperatura corporea possono essere dei buoni indicatori dello stato di salute della vacca da latte o segnalare alcuni eventi fisiologici importanti come il parto o l'estro. La auspicabilissima pratica di una sua misurazione è fondamento della diagnostica veterinaria, pur nella difficoltà d'inquadrare il referto in un giusto contesto. Di grande interesse zootecnico e veterinario è lo sviluppo di sistemi di rilevazione permanenti della temperatura corporea come potenziali indicatori di stati fisiologici che richiedono maggiore attenzione da parte dell'allevatore o precoci indicatori di un alterato stato di salute. Strumenti come boli ruminali già presenti in commercio, che trasmettono in continuo ad un PC informazioni sulla temperatura corporea degli animali meriterebbero grande attenzione in un'ottica di affinamento degli strumenti diagnostici e di prevenzione di stati fisiologici e patologici di grande importanza. ■