

La regolazione della temperatura corporea e la febbre

L'essere umano è un animale **omeo-termo**, capace cioè di mantenere relativamente costante la temperatura corporea al variare della temperatura ambientale.

Per **temperatura corporea** intendiamo la temperatura profonda o interna; la **temperatura cutanea** è, invece, molto più variabile ed è influenzata da quella ambientale. La temperatura corporea, misurata a livello orale è, mediamente, intorno ai 37° C, mentre se misurata a livello rettale è di circa 0,5 °C più elevata (37,5 °C). La temperatura corporea dipende dall'equilibrio tra produzione (termogenesi) ed eliminazione (termodispersione) di calore.



La temperatura corporea, a livello orale, è più bassa di quella rettale di circa 0,5 °C.

Termogenesi

Il calore corporeo deriva dalle continue reazioni chimiche che si svolgono nelle nostre cellule: dai processi ossidativi le cellule ricavano ATP, ma gran parte dell'energia liberata è sotto forma di calore. Gli organi che producono la maggior parte del calore corporeo sono il fegato e, durante l'attività fisica, i muscoli. Tutto il calore prodotto si distribuisce omogeneamente in tutto

l'organismo attraverso la circolazione sanguigna.

Termodispersione

Il corpo perde contemporaneamente il calore, che si libera dalla sua superficie nell'ambiente circostante, attraverso quattro differenti meccanismi fisici:

1) Irraggiamento. Ad una temperatura ambientale di 20-22 °C, il corpo umano perde per irraggiamento circa il 60% del calore eliminato complessivamente. L'irraggiamento consiste nell'emissione di calore sotto forma di raggi infrarossi (onde elettromagnetiche). Tutti gli oggetti che hanno temperatura superiore allo zero assoluto emettono **raggi infrarossi**, per cui, mentre il corpo umano irradia raggi calorifici in tutte le direzioni, anche gli altri oggetti lo fanno: se la temperatura ambientale è minore della temperatura corporea, la quantità di calore irradiata dal corpo sarà maggiore di quella che riceve; viceversa, se la temperatura esterna raggiunge valori maggiori di quella corporea, non elimineremo più calore per irraggiamento, anzi tenderemo ad assumerne.

2) Conduzione. La quantità di calore dispersa per conduzione, ossia **per contatto** diretto con oggetti più freddi del nostro corpo, è in genere scarsa (3% del calore disperso). Tale dispersione si esaurisce rapidamente quando, riscaldandosi,



Nel periodo invernale, soprattutto in montagna e nelle zone dal clima più rigido, è necessario coprirsi con abiti a più strati, per impedire la dispersione di calore dal nostro corpo.

l'oggetto con cui siamo a contatto raggiunge la temperatura cutanea. Se l'oggetto ha una temperatura maggiore di quella cutanea, la conduzione agirà in direzione opposta. Una piccola quantità di calore si disperde per conduzione nell'aria: l'aria, a contatto con la nostra pelle, viene riscaldata, ma la quantità di calore necessaria a riscaldarla è molto piccola (l'aria, cioè, ha un calore specifico molto basso). Ne consegue che se l'aria a contatto con la pelle non venisse ricambiata, questa dispersione sarebbe di entità minima. Il principio per cui gli abiti tengono caldo è quello di impedire la dispersione del calore attraverso l'aria. Mantenendo a contatto della pelle una certa quantità di aria già riscaldata dal corpo, evitano infatti che il calore si disperda nell'ambiente circostante.



La luce solare ci invia calore non solo sotto forma di raggi infrarossi, ma anche di raggi luminosi (onde elettromagnetiche dello spettro visibile) e ultravioletti, che comunque hanno un minor "contenuto calorico" degli infrarossi.

La regolazione della temperatura corporea e la febbre

Se il nostro corpo è immerso nell'acqua, invece, la quantità di calore eliminata per conduzione aumenta notevolmente (ovviamente, solo se l'acqua ha una temperatura inferiore a quella corporea), perché l'acqua ha un calore specifico migliaia di volte superiore a quello dell'aria (e quindi assorbe molto più calore, aumentando molto lentamente la sua temperatura).

3) Convezione. L'aria che viene riscaldata dalla nostra pelle tende ad allontanarsi (più calda e leggera, tende a salire) e viene sostituita continuamente da aria più fredda. Si crea così una corrente d'aria, detta **corrente di convezione**, che permette di ricambiare continuamente l'aria a contatto con la pelle, eliminando molto più calore di quanto non avverrebbe per sola conduzione.

A una temperatura ambientale non elevata (20-22 °C) viene disperso per conduzione-convezione circa il 12% del calore corporeo eliminato complessivamente.

Se l'aria è ad una temperatura uguale o superiore a quella corporea, non vi può più essere dispersione di calore per convezione.

4) Evaporazione. Ogni grammo di acqua che evapora dalla superficie corporea sottrae alla pelle 0,58 kilocalorie.

La superficie corporea e i polmoni eliminano, normalmente, circa 600 ml di acqua al giorno sotto forma di vapore acqueo; per cui circa 300-400 kcal vengono disperse mediante evaporazione: a questa quota dispersa, detta *perspiratio insensibilis*, perché non ce ne rendiamo conto, si aggiunge l'eventuale dispersione di altra acqua con la **sudorazione**, evaporazione di cui siamo, invece, ben coscienti.

Quando la temperatura ambientale

è elevata e gli altri meccanismi di dispersione di calore (conduzione, convezione, irraggiamento) non sono più efficaci, l'evaporazione del sudore è l'unico sistema a disposizione dell'organismo umano per evitare un eccessivo aumento della temperatura corporea.

L'evaporazione del sudore può avvenire solo se l'aria ambientale non è già satura di vapore acqueo: in ambienti molto umidi e caldi si suda molto e il sudore scorre sulla pelle, senza però riuscire a evaporare; non evaporando il sudore, la temperatura corporea aumenta e si può avere il **colpo di calore**, con perdita di coscienza e alterazioni delle funzioni cerebrali che possono portare alla morte.



Con il sudore, si elimina una notevole quantità d'acqua; con la sua evaporazione, disperdiamo il calore corporeo.

Termoregolazione

Il centro nervoso responsabile della regolazione della temperatura è l'**ipotalamo**; esso interviene attraverso il sistema nervoso autonomo, aumentando la dispersione di calore quando la temperatura corporea tende ad aumentare, e bloccando la termodispersione se, invece, la temperatura corporea si abbassa troppo. L'ipotalamo agisce sostanzialmente come il **termostato** di un frigorifero (o di uno scaldabagno), che, quando si alza trop-

po la temperatura interna, "accende" il suo sistema di raffreddamento.

Normalmente la perdita e l'assunzione (e produzione) di calore si equilibrano, per cui la temperatura corporea si mantiene costante.

Meccanismi di termodispersione (quando il corpo si surriscalda)

L'intenso esercizio fisico, le malattie, l'assorbimento delle radiazioni solari, una temperatura elevata dell'aria e altre cause esterne possono produrre un **surriscaldamento** del corpo. Se il sangue che raggiunge il cervello (l'ipotalamo) supera anche di poco la temperatura normale, vengono inviati alla pelle impulsi nervosi che producono due effetti:

- **Vasodilatazione cutanea.** I capillari sanguigni del derma si dilatano; di conseguenza il sangue affluisce in maggior quantità alla superficie cutanea e, attraverso l'epidermide, libera calore nell'aria per conduzione, convezione e irraggiamento. Con la vasodilatazione, la pelle si arrossa per l'aumento del flusso sanguigno;

- **Sudorazione.** Aumenta la secrezione di sudore. Il calore della pelle determina l'**evaporazione** del sudore, che sottrae calore al corpo. Un'eccessiva sudorazione porta a perdita di sodio (che va reintegrato con le bevande e con l'alimentazione).



L'arrossamento della pelle e la sudorazione indicano che l'organismo ha messo in atto un meccanismo di termodispersione per evitare il suo surriscaldamento.

La regolazione della temperatura corporea e la febbre

Meccanismi anti-dispersione (quando il corpo si raffredda)

L'esposizione a temperature ambientali rigide tende a diminuire la temperatura corporea, perché il corpo perde più calore di quanto non ne produca; per mantenere costante la temperatura corporea, si mettono in azione i seguenti meccanismi compensatori:

- 1) **Aumento della termogenesi:** aumenta la velocità delle reazioni chimiche dell'organismo, che produce così una maggiore quantità di calore. È importante il ruolo dell'ormone della tiroide nella produzione di calore;
- 2) **Vasocostrizione cutanea:** ai capillari del derma arriva meno sangue e diminuisce quindi la dispersione per convezione e irraggiamento. La vasocostrizione rende la cute più pallida;
- 3) Si blocca la **secrezione di sudore**, riducendo così al minimo la perdita di calore per evaporazione;
- 4) Si manifestano i **brividi**, atti riflessi che insorgono con l'abbassamento della temperatura corporea. Si tratta di contrazioni spasmodiche dei muscoli, di breve durata, che producono calore;
- 5) **Pelle d'oca:** si può avere la contrazione dei muscoli erettori dei peli. Negli animali provvisti di pelliccia è un meccanismo utile, perché aumenta lo strato protettivo intorno alla superficie cutanea, migliorando l'isolamento dall'ambiente, dall'aria fredda, e riducendo la dispersione per conduzione e per convezione. Nell'uomo, la contrazione di questi muscoletti produce la "pelle d'oca" (**orripilazione**), ma è un meccanismo poco efficace per evitare la dispersione di calore, a causa della scarsità di peli esistenti.

Oltre a questi meccanismi automatici e involontari, l'essere umano si protegge dal freddo o dal caldo attuando dei comportamenti volontari volti ad eli-



Con un abbigliamento adeguato, siamo in grado di affrontare temperature anche molto basse.

minare le spiacevoli sensazioni di freddo o di caldo. Questi comportamenti mirano, ad esempio, ad adeguare l'abbigliamento alla temperatura.

La febbre

Normalmente, la temperatura corporea si mantiene costante, intorno ai 37 °C; tuttavia, a tutti è capitato di avere la febbre, una condizione caratterizzata da una temperatura corporea più alta del normale. La febbre insorge spesso in conseguenza di infezioni, batteriche o virali, e rappresenta un tentativo dell'organismo di difendersi dai microrganismi: infatti, una temperatura più elevata determina un aumento della velocità delle reazioni chimiche, anche quelle alla base dei processi difensivi. Tuttavia, se la febbre è **molto elevata**, diventa dannosa perché danneggia il normale funzionamento del cervello e può determinare la comparsa di **convulsioni** e, in casi estremi, può addirittura determinare uno stato di coma (per questo, se la febbre è molto alta, si consiglia di mettere il ghiaccio sulla testa e di lasciare il malato scoperto, per far scendere la temperatura).

La febbre si accompagna spesso a una sensazione di malessere diffuso e, se è elevata, ad un senso di torpore e di de-

bolezza; quando la febbre sale, abbiamo una forte sensazione di freddo e i brividi, perché vengono attivati i meccanismi di innalzamento della temperatura (aumento della produzione di calore, con i brividi, e riduzione della termodispersione).

Con la febbre, molto spesso aumenta la frequenza del battito cardiaco: per questo possiamo approssimativamente valutare se abbiamo la febbre anche senza il termometro, sentendo il polso e calcolando la frequenza del battito: se il battito è molto affrettato, probabilmente abbiamo la febbre; tuttavia, il metodo migliore per valutare la temperatura corporea è la misurazione con il termometro.



La regolazione della temperatura corporea e la febbre

Perché viene la febbre

Quando nel nostro corpo inizia una battaglia tra i microrganismi e il nostro sistema di difesa, vengono liberate alcune sostanze (**prostaglandine**), che raggiungono con il sangue il centro di regolazione della temperatura corporea, nell'ipotalamo. Queste sostanze spostano il livello di regolazione del nostro "termostato" interno e, come avviene per uno scaldabagno, l'organismo attiva i processi necessari per innalzare la temperatura corporea fino a raggiungere la nuova temperatura "indicata" dall'ipotalamo.

Quando la malattia guarisce, oppure se prendiamo dei farmaci contro la febbre (antipiretici), le sostanze che hanno determinato la febbre non vengono più prodotte e l'ipotalamo ritorna ad un normale livello di regolazione della temperatura corporea, attivando i processi di termodispersione: infatti, quando cala la febbre, cominciamo a sentire caldo e a sudare.



Per ulteriori informazioni si possono consultare i siti:
<http://www.dica33.it/servizi/automedicazione/guida.asp?id=19>
<http://www.pediatriapratica.it/febbre.htm>