

# La disidratazione e gli effetti sul pilotaggio

***Molte analisi di incidente indicano  
la disidratazione tra le principali concause.  
All'origine il caldo, il freddo e le variazioni  
di quota.***

## **GENERALITÀ**

La temperatura centrale (T<sub>ce</sub>) è di 37°C e segue oscillazioni circadiane di ampiezza pari a circa 1°C. La T<sub>ce</sub> viene regolata a livello dell'ipotalamo (centro principale del sistema nervoso vegetativo) attraverso stimoli che provengono dai recettori periferici (cutanei) e profondi. Nell'ipotalamo anteriore è localizzato il centro di Aronsohn e Sachs, che riveste le funzioni di organo sensitivo terminale e di "termostato". Nell'ipotalamo posteriore è localizzato il centro di Isenschmidt e Krehl che rappresenta una stazione di scambio e di collegamento dove gli impulsi del freddo di origine periferica si incontrano con gli impulsi di inibizione "da caldo" di origine centrale.

La temperatura cutanea (T<sub>sk</sub>), in particolare quella frontale è la temperatura che indica il benessere soggettivo ed a riposo è di circa 33°C.

## **PERDITE DI CALORE**

I meccanismi mediante i quali il corpo perde calore quando la temperatura ambiente è più bassa di quella corporea sono:

Per radiazione, cioè il passaggio di calore da un corpo ad un altro senza il contatto fra di essi.

Per conduzione, cioè lo scambio di calore avviene fra oggetti a contatto fra loro e la quantità di calore che si trasferisce è determinata dalla differenza di temperatura fra gli oggetti stessi (gradiente termico), e dalla loro rispettiva capacità termica.

Per convezione, cioè il movimento delle molecole di un gas, o di un liquido, da un punto ad un altro che si trovi a differente temperatura: essa aiuta la conduzione. Quando un individuo si trova in un ambiente freddo, cede calore per conduzione all'aria che lo circonda e per radiazione ai vicini oggetti freddi. Così, in un certo senso, la radiazione e la conduzione sono contrarie al mantenimento di una temperatura corporea costante.

Poiché la conduzione del calore da un corpo ad un altro avviene attraverso le loro superfici di contatto, la velocità alla quale il corpo cede o riceve calore dall'ambiente esterno è determinata in gran parte dalla temperatura della cute. La quantità di calore che arriva alla cute dalle parti profonde varia al variare del flusso sanguigno cutaneo. Quando i vasi cutanei sono dilatati, molto sangue caldo passa per la cute ed il calore viene diffuso all'ambiente esterno, mentre quando sono ristretti, ne passa di meno e molto calore resta nel corpo. La velocità di trasmissione del calore dai tessuti profondi alla cute si chiama conduttanza tessutale. Negli uccelli vi è uno strato di penne sulla pelle e, nella maggior parte dei mammiferi, uno strato di peli. Il calore viene condotto dalla pelle all'aria trattenuta entro questo strato, e da questa all'esterno. Se lo spessore di tale strato d'aria ferma aumenta in seguito all'eruzione delle penne o dei peli, il trasferimento di calore attraverso di esso si riduce e così diminuisce la dispersione del calore o, se l'ambiente è più caldo del corpo, l'assorbimento del calore. La cosiddetta pelle d'oca è il risultato dell'orripilazione nell'uomo: essa è la manifestazione visibile della contrazione dei muscoli piloerettori, indotta dal freddo. L'uomo di solito completa il suo magro strato di peli con uno strato di indumenti. Il suo calore allora passa dalla cute allo strato d'aria racchiusa nei panni, dall'interno dei panni all'esterno e dall'esterno dei panni all'ambiente. Il passaggio di calore attraverso le vesti varia a seconda della loro tessitura e spessore; ma anche secondo lo spessore dello strato d'aria da esse racchiuso. Gli indumenti scuri assorbono calore, quelli chiari lo riflettono. Altro importante modo di dispersione del calore, nell'uomo, e negli animali che sudano, è l'evaporazione di acqua dalla pelle e dalle mucose della bocca e delle vie respiratorie. L'evaporazione di 1 g d'acqua rimuove 0.6 Calorie. Una certa perdita insensibile d'acqua (perspi-

ratio insensibilis) ammonta a 50 ml/ora, nell'uomo. Quando la secrezione del sudore aumenta, la velocità di evaporazione del sudore è inversamente proporzionale all'umidità dell'ambiente.

L'organismo reagisce al variare della temperatura nei modi seguenti:

- Modificazioni del flusso ematico cutaneo che è controllato centralmente oltre che perifericamente (vasocostrizione). Questa in realtà non interessa solo i vasi arteriosi della cute ma anche quelli del grasso sottocutaneo, dei muscoli inattivi, e le vene superficiali.
- La sudorazione (evaporazione): le ghiandole sudoripare sono innervate da fibre nervose colinergiche. Si possono perdere anche 4 litri/ora di sudore. Ogni litro di sudore disperde circa 580 Kcal.
- Brividi (aumentano la produzione di calore): controllato dal centro motore primario del brivido posto nella porzione dorso-mediale dell'ipotalamo posteriore. Lo stimolo attraverso i cordoni laterali del midollo spinale arriva fino ai motoneuroni che determinano un aumento progressivo del tono dei muscoli scheletrici. Il brivido porta ad un aumento del calore prodotto di circa 50%.

## **RISPOSTA DELL'ORGANISMO ALL'AUMENTO DELLA TEMPERATURA IN VOLO**

Considerando che a bordo del velivolo la temperatura si può alzare anche in modo considerevole, il riscaldamento deriva dalla luce solare, dalla temperatura esterna elevata, dal riscaldamento aerodinamico, dalla produzione interna del corpo e degli apparati e nell'aliante anche dall'effetto serra prodotto dalla cappottina, lo stress termico determina una minore tolleranza alle accelerazioni (0,5 - 1G), all'ipossia e alla chinetosi.

L'organismo risponde all'aumento della temperatura mediante un aumento della sudorazione con conseguente disidratazione:

- la perdita di liquidi pari all'1% del peso corporeo non provoca la riduzione del volume ematico utile;
- la perdita di liquidi pari al 2-3% del peso corporeo comporta un aumento della Tce, con conseguente tachicardia, riduzione della produzione e secrezione della saliva e sete;
- la perdita di liquidi di entità superiori comporta uno stress termico notevole, con conseguente inabilità a proseguire il lavoro e segni di sofferenza del Sistema Nervoso Centrale.

La reidratazione può essere anche preventiva. L'aggiunta di elettroliti può non essere necessaria essendo il sudore ipotonico e gli elettroliti in genere assunti con l'alimentazione sono adeguati o in eccesso.

L'obiettivo per il pilota è quello di non perdere più dell'1% del peso in sudore, non aumentare la Tce più di 1°C.

Al di sopra di tale soglia sono possibili:

- aumento di errori;
- attenzione canalizzata, con la conseguente ridotta capacità a rispondere a eventi inusuali.

## **RISPOSTA DELL'ORGANISMO ALLA DIMINUIZIONE DELLA TEMPERATURA IN VOLO**

La temperatura diminuisce con l'aumentare dell'altezza fino a circa 11000 metri, alle latitudini medie. Il gradiente termico per ogni 100 metri di altezza è di 0,63 °C.

Tale raffreddamento progressivo può essere notevolmente influenzato dalla latitudine, dalle stagioni, dai fattori orografici e, soprattutto in quota, dai venti; altra variabile da considerare è l'umidità assoluta e spesso anche relativa, dell'aria, cioè il suo contenuto percentuale di vapore acqueo che decresce con l'aumentare dell'altitudine riducendosi del 50% a 2000 metri e del 75% circa a 4000 metri. Tutto ciò comporta una maggior perdita di liquidi con l'aria espirata, essendo il volume/minuto respiratorio aumentato per effetto dell'iperventilazione prodotta a sua volta dall'ipossia ipobarica.

Supponendo una temperatura media a livello della superficie del mare di + 15 °C, la temperatura a 5000 metri è spesso di circa -17,5°C, talvolta ancora meno, quindi un pilota dovrà sopportare grossi sbalzi di temperatura in un tempo relativamente breve. Nessun pilota gareggia a tale quota estrema ma ciò non toglie che il sali e scendi dalle altitudini sia continuo, per cui il nostro corpo è sottoposto in un arco di tempo molto piccolo a continui adattamenti di vasodilatazione e di vasocostrizione.

Per quanto riguarda la circolazione del sangue, il nostro organismo risponde a leggi fisiche: il flusso=Delta P/R, le differenze di flusso sono unicamente determinate dalle differenze di resistenza dei tubi (vasi). Quindi una diminuzione della temperatura porta ad una vasocostrizione periferica che porta ad un aumento della perfusione renale e quindi ad un aumento del sangue filtrato con successivo aumento della diuresi (i meccanismi in gioco sono molteplici, qui se ne evidenziano i più semplici ed in modo elementare). È noto che con il freddo si urina maggiormente!

Tutto ciò porta ad ulteriore disidratazione che deve essere compensata.

## **CONCETTO DI "FATICA"**

Con il termine "fatica" si intende in generale (Fryer, 1971) uno stato di decremento o deterioramento dell'attività nervosa, muscolare e sensoriale, dovuto a prolungata e recente stimolazione dell'attività nervosa, quindi abbiamo una diminuita capacità al lavoro fisico o mentale con la spiacevole sensazione di stanchezza per esaurimento fisiologico, nota, perdita di motivazione o di fattori emozionali.

La "fatica del pilotaggio" in particolare può essere definita come quello stato in cui, per effetto di una continua e intensa attività di volo, si ha un deterioramento della "performance" dell'aviatore: cioè un aumento del costo energetico e dello sforzo necessario per raggiungere un dato livello di efficienza, e ciò è accompagnato da una tipica sensazione soggettiva

di stanchezza, perdita di energia, inerzia mentale, tensione, irritabilità.

La sintomatologia con cui la fatica si manifesta va distinta in una forma acuta e una cronica.

La forma acuta, che è quella più frequentemente riscontrabile specie dopo voli prolungati o difficili anche dal punto di vista climatico, si manifesta con notevole astenia generale, deficit delle capacità attentive e concentrativa, irritabilità, anoressia. Essa è facilmente e prontamente reversibile dopo riposo ed assunzione di liquidi, che facilitano l'eliminazione dei prodotti tossici provenienti dalla fatica.

La forma cronica, è spesso il risultato di ripetuti episodi di fatica acuta non adeguatamente compensati da un completo recupero energetico ed idrico, è certamente più grave di quella acuta e di più difficile trattamento. Si manifesta con apatia, frequente cefalea, ipereccitabilità psichica, insonnia notturna e tendenza al sonno nelle ore diurne.

## **CONCLUSIONI**

Queste notizie mediche sopra descritte, decisamente noiose, sono state citate soprattutto per sensibilizzare quei piloti che non considerano sufficientemente

l'importante problema della disidratazione. Noi dobbiamo essere i primi "medici" di noi stessi: ciò che accade nel nostro organismo in determinate circostanze deve essere conosciuto, in modo da stimolare i piloti ad essere più attenti verso la propria salute. Se esaminerete le vostre urine nell'arco della giornata vedrete che normalmente si urina per un certo volume e con un certo colore, ma in volo in assenza di idratazione e soprattutto durante una gara, se esaminerete le vostre urine noterete che esse avranno un volume sicuramente ridotto e con un colore molto più scuro (ricordo che le urine hanno normalmente un colore da giallo paglierino a giallo oro).

La variazione di questi semplici parametri sta ad indicare che già qualcosa non va. I piloti che durante una gara non assumono un determinato quantitativo di liquidi, minimo 1 litro e mezzo di semplice acqua, andranno sicuramente incontro a disidratazione con conseguente emoconcentrazione e quindi una riduzione della performance che si manifesterà con improvvisa sensazione di fatica, un calo dell'attenzione con conseguente rallentamento dei riflessi, intorpidimento decisionale di fronte alle situazioni improvvise ed impreviste che durante il volo si possono determinare.