

Acción general del frío sobre el organismo humano. - Fisiopatología ^(*)

DR. A. CASTELLÓ ROCA

ACCION GENERAL DEL FRIO

INTRODUCCION

El estudio de la acción general del frío que les voy a ofrecer no es personal, ni fruto de una experimentación programada, ya que España no dispone de laboratorios como los de Francia en la Aguja de Mydi, Italia en el Monte Rosa, o Suiza en la Jünfraujoek; lamentablemente no es de esperar que en el Aneto, en el Teide o en el Veleta, puntos aptos para instalar un laboratorio de las características de los citados, se proyecte, en un futuro inmediato, su construcción.

Les ofrezco en consecuencia una revisión de conjunto que, cuanto menos, nos pondrá al día de los conceptos adquiridos por los experimentadores de países alpinos y andinos.

El estudio está exclusivamente dedicado a la acción del frío sobre el organismo y sus sistemas, por ello excluyo las enfermedades «a frigore» en que intervienen otros factores y los problemas de la altura, aunque, inevitablemente, alguna vez deberé relacionar frío y altura.

CLIMA

El clima, según definición de F. VON HANN: «es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan las condiciones medias de la atmósfera en cada lugar de la tierra».

Para el biólogo, el clima es el conjunto de las condiciones atmosféricas y telúricas en relación con su influencia sobre los seres vivos.

La altitud da a las montañas unas características climáticas especiales; HERZOG, en «La Montaña», explica que al elevarse unos 10 m. sobre el nivel del mar, la columna de mercurio baja 1 milímetro; 12 milímetros a los 1.000 m. y 22,5 milímetros a los 6.000 m. A nivel de los más elevados núcleos urbanos de Bolivia, a 4.580 m., tiene una media de 438 milímetros de Hg., o sea sólo el 57 % de los 760 mm. de Hg. que constituyen la presión normal a nivel del mar.

La temperatura disminuye aproximadamente un grado por cada 200 m. valor que varía ligeramente con la topografía, que cambia sensiblemente según las estaciones del año, siendo más rápida en verano que en invierno la disminución del calor.

En la alta montaña en invierno puede producirse una inversión de las temperaturas, HERZOG escribe: «en tiempo frío y sereno el aire de las cumbres enfriado desde el momento de la puesta del sol y por tanto más denso, desciende a lo largo de las faldas de la montaña con excesiva lentitud para calentarse de nuevo por compresión; se acumula principalmente en el fondo de las cuencas para rechazar hacia las alturas el aire de aquéllas más tibio y más ligero. Por la mañana la zona baja está bañada de aire helado, mientras que las cimas se caldean a los primeros rayos solares. Se cita el sorprendente caso del 26 de diciembre de 1879, en que a las 6 de la madrugada el termómetro señalaba $-15^{\circ}8$ C. en Clermont Ferrand y $4^{\circ}4$ C. en el observatorio de Puy de Dôme, 1.000 m. más alto».

(*) Ponencia presentada en las IV Jornadas Nacionales de Medicina de Montaña. - Zaragoza, marzo, 1979.

RIVOLIER ha estudiado los parámetros bioclimáticos, señalando como más importantes, la temperatura y el viento, pero también, en ciertos casos, la higrometría y sobre todo las radiaciones. Notemos que hay que considerar dos tipos de radiaciones: las radiaciones solares que se sitúan dentro del espectro visible y los infrarrojos próximos, pero también las radiaciones de las paredes rocosas en particular, que pueden ser importantes en ciertas condiciones de escalada y que se sitúan en los infrarrojos lejanos.

El alpinista, si frecuentemente va a encontrarse en condiciones de frío, va a tener, a veces, que soportar los efectos del calor, tanto más molestos cuanto los equipos utilizados están preparados para la gama del frío.

Al relieve debe atribuirse la brusquedad de los cambios de tiempo en la montaña y su inesperada rapidez en producirse, lo que ha originado muchos accidentes, como sucedió en el intento de ascensión al Pilar Fresney, por BONATTI y compañeros, que llevaban el mejor equipo, estaban perfectamente preparados físicamente y la época del año era la ideal para el intento, pero un cambio brusco de tiempo les sorprendió un martes por la tarde a 80 m. de la cima, les inmoviliza en el vivac hasta el viernes y vino el desastre.

La altura y el frío facilitan las nevadas que constituyen un grave peligro en montaña, los aludes.

La sequedad de la atmósfera en la altura es muy manifiesta, esto da lugar a la ausencia de la capa protectora de vapor de agua, lo que comporta una sumisión muy estricta a los ritmos naturales impuestos por las variaciones de la radiación solar.

El ritmo nictemeral se hace muy patente. La temperatura del suelo aumenta muy rápidamente a partir de la salida del sol, pasa por un máximo, muy acusado, entre 12 a 14 horas y disminuye lentamente hasta la puesta del sol. Estas radiaciones calóricas dan nacimiento a vientos locales regulares que siguen el mismo ritmo, brisas del valle de día, brisas de la montaña de noche.

TERMORREGULACION

El hombre dispone de unos excelentes mecanismos de termorregulación que le permiten soportar grandes variaciones de temperatura. STICKER asegura que el hombre soporta temperaturas entre 50° C. a —50° C., o sea unos 100° C. de diferencia. Ahora bien, a pesar de todos los numerosos mecanismos puestos en juego por el hombre frente a las bajas temperaturas, desnudo no soporta un descenso de tem-

peratura marcado. La piel, desprovista de la defensa del pelo, no le sirve de suficiente protección y debe, el hombre, recurrir al vestido, para poder crear un «microclima confortable» alrededor de su piel que le permita, no sólo la supervivencia, sino también una actividad física y mental adecuada.

Existen en la literatura relatos de lamas que en las alturas del Tibet, han estado prácticamente desnudos, sentados o de pie, aguardando en reposo y soportando temperaturas por bajo cero. En 1961 los miembros de la Himalaya Scientific Expedition, pudieron comprobar la realidad del hecho. Un sherpa llamado MAN BEHEDOR, residente normalmente en altitud intermedia, apareció en Mingho a 4.662 metros diciendo que estaba en peregrinación. En las semanas siguientes durmió en el exterior a 5.661 m., sobre la nieve, descalzo, con un mínimo de ropa y a temperaturas tan bajas como —15° C. A pesar de estas temperaturas no sufrió congelaciones. Las investigaciones mostraron que su producción de calor estaba por encima de lo normal y era menos sensible al estímulo doloroso por el frío. En ningún momento la temperatura de la piel bajó a menos de 10° C. impidiendo con ello la congelación.

La civilización moderna ha obligado al hombre a llevar una existencia sin grandes esfuerzos físicos de lucha contra el ambiente. la consecuencia es que nuestras defensas están considerablemente reducidas. El hombre actual no sabe ya luchar contra las diferencias de temperaturas. MAGNO lo calificaba de «homeotermo degenerado imperfecto».

En la lucha contra el frío el organismo se apoya esencialmente en un mecanismo químico de producción de calor, al cual colabora un mecanismo físico que tiende a evitar la pérdida de este calor. La misión primordial, vital, de estos mecanismos es mantener una temperatura central de alrededor de 27° C., 25° C., que es un poco más alta de la de los animales de experimentación.

Los experimentos realizados por los médicos alemanes en el Campo de Dachau, en individuos inmersos en agua a cerca de 0° C., revelaron que la muerte sobrevénia, en la mayor parte de los casos, cuando la temperatura rectal se situaba entre 25,2° C. y 24,2° C., pero estudiando los casos que se recuperaron, llegaron a la conclusión que la temperatura letal del corazón era entre 1° - 2° C. más baja que la rectal admitida. Esto también quiere decir que este límite mínimo no es de ninguna manera absoluto.

En la literatura se consignan casos en que se han registrado temperaturas más bajas. REIN-

HARDT en dos enfermos paralíticos, observó temperaturas muy bajas, 22,5° C. en uno y 22,6° C. de temperatura rectal en el otro. Uno de estos enfermos murió 4 horas después y el otro parecía que se había restablecido, pero fue una situación pasajera. REINEKEL considera que ha visto la temperatura más baja determinada en un hombre y seguida de total restablecimiento. Se trataba de un beodo que fue encontrado helado en la calle, incapaz de reaccionar a ningún estímulo, trasladado al hospital, al medir la temperatura rectal se constató que era de 24° C. A las 4 horas la temperatura ascendió a 27,4° C. y el paciente empezó a reaccionar y a hablar. Al anochecer su temperatura (siempre rectal) alcanzó 35,6° C. y al mediodía siguiente llegó ya la temperatura a 37,8° C. Unos días después fue alta completamente restablecido. WARD cita un caso acaecido en una negra, que se colapsó después de una abundante ingestión de alcohol, siendo la temperatura rectal registrada en su ingreso de 18° C. Después de un lento calentamiento, en el hospital, se recuperó. Este caso supera al de REINCKEL.

H. CRAIG HELLER y colb. en un trabajo publicado en *Investigación y Ciencia* sitúan el límite superior de supervivencia de la célula de los vertebrados, alrededor de los 45° C. de temperatura central, ya que a partir de esta temperatura se desnaturalizan las proteínas, situando el límite inferior alrededor de los 0° C. a partir de la cual el agua intracelular, inicia la formación de cristales de hielo que rompen las células.

La puesta en marcha de estos mecanismos defensivos contra el frío dependen de un centro superior que ya, hacia el 1880, RICHET, localizó en el tejido del hipotálamo, pues había observado que en el animal de experimentación la destrucción de la citada estructura daba lugar al aumento de la temperatura corporal. En 1912, BARBOUR, implantó termodos de plata en el hipotálamo, al enfriar los termodos (circuitos termostáticos externos), la temperatura corporal aumentaba, mientras que cuando los calentaba descendía. Actualmente se admite que los centros de termorregulación están situados en la parte caudal del hipotálamo lateral.

Según CRAIG HELLER y colb. este termostato debe reunir varias características:

1.º Debe recibir información sobre la temperatura real del cuerpo en todo momento, a través de un circuito recurrente, como mínimo.

2.º El termostato debe «conocer» la temperatura corporal óptima a la que debe ser programado, mediante algún punto de referencia.

3.º El termostato debe ser capaz de comparar, en todo instante, la temperatura real del cuerpo, con la óptima establecida y si existe una diferencia desencadenar los mecanismos adecuados de termorregulación, tanto fisiológica como de comportamiento.

Al someter a una persona a un ambiente frío, empieza a tiritar de forma casi inmediata, antes de que se produzca descenso alguno de la temperatura del hipotálamo. Es como si el termostato previniera el cambio en la temperatura interna del cuerpo y desencadenara, de inmediato, una acción rectificadora.

El termostato es capaz de obtener información sobre la temperatura ambiente a partir de sus receptores periféricos de la superficie del cuerpo; estas señales de entrada modifican entonces las características del termostato, de forma que se consiguen respuestas termorreguladoras diferentes sin cambios en la temperatura del hipotálamo.

El hipotálamo recibe mucha información adicional, además de los termorreceptores de la piel, llegándole estímulos procedentes de la médula espinal y de las vísceras abdominales, recibiendo también información derivada de los receptores de tensión de los músculos y articulaciones, que indican el grado de actividad física.

Sólo cuando falla esta regulación y varía la temperatura normal del cuerpo la variación térmica de la sangre actúa directamente sobre las dos poblaciones de neuronas termosensibles, una que corresponde al calentamiento local y otra al enfriamiento local del tejido cerebral. No se sabe todavía si estas neuronas hipotalámicas forman realmente parte del termostato central, pero hay estudios que demuestran que estas neuronas, según CRAIG HELLER y colb., responden en ocasiones a cambios en las temperaturas de la piel y de la médula espinal.

El lactante no posee aun una termorregulación completamente desarrollada y el anciano deja de tener una termorregulación suficiente (LUCKE).

El centro termorregulador ante la agresión del frío, ordena la puesta en marcha de su mecanismo termogénico y simultáneamente los mecanismos que evitan la pérdida de calor.

La termogénesis se verifica primordialmente por el trabajo muscular. El animal curarizado no puede realizar movimiento muscular alguno y por consiguiente le es prácticamente imposible defenderse contra el frío.

Este aumento en la producción de calor se realiza principalmente por la contracción muscular, a menudo como movimiento visible en forma de escalofrío. Si la musculatura tiene di-

ficultades para desarrollar su actividad normal o ésta no es posible, el mantener la temperatura corporal constante resulta imposible. Sabido es el peligro que se corre de morir por enfriamiento generalizado durante el sueño en un paraje de baja temperatura. En relación con esto resulta interesante la experiencia realizada en un grupo de jóvenes equipados con pantalón corto y zapatillas y mantenidos permanentemente por períodos de 3 a 10 días en una cámara fría a 8° C. que manifestaron escalofríos violentos, prácticamente de manera permanente, durante toda la experiencia, al igual durante la noche cuando dormían protegidos por una manta. Se llegaba algunas veces que estos sujetos, por cualquier razón, dejaban de tener escalofríos durante el sueño, su temperatura corporal descendía aproximándose a la zona peligrosa. En general estos sujetos se lamentaban cuando se les despertaba y pedían les dejasen dormir en paz. Si se hubiera accedido a su deseo, escribe ASTRAND, es probable que hubieran seguido enfriándose y se habrían muerto de hipotermia.

En condiciones extremas de baja temperatura exterior, pero aun compatible con la conservación de la homeotermia, el metabolismo de punta es igual a 3 - 4 veces el metabolismo base, es decir, precisan de 5 a 6.000 calorías diarias.

Me resulta inevitable hablar de la acción del frío en la altura ya que, especialmente en los deportes de montaña, el hombre se encuentra con las dos agresiones.

GUIEU y HOUDAS, han establecido que en el homeotermo, especialmente en el hombre, el aumento de la producción térmica, puesta en marcha por el centro termorregulador ante el frío, está reducida e incluso anulada cuando se añade la hipoxia.

La reducción del consumo de oxígeno-minuto observado en el sujeto trasladado a la altura, sometido al frío, persistía bastantes semanas, la aclimatación no parece establecer una protección contra la atenuación hipóxica del VO_2 al frío. De todas maneras según diversos autores, esta reducción del VO_2 se objetiva principalmente a muy bajas temperaturas y grandes alturas que originan hipoxias marcadas.

El escalofrío observado en el frío, está reducido en la hipoxia, pero la reducción persistente del VO_2 estaría así ligada a una reducción global de las oxidaciones celulares, más que a una reducción electiva de la termogénesis del escalofrío; el factor limitante se situaría a nivel de la utilización y no de la movilización de los substratos (BLATTEIS, 1973).

El Prof. CERRETELLI que estuvo con la Expedición Italiana de Monzino al Himalaya en

1973, instaló un laboratorio de fisiología en el campamento base a 5.400 m., CERRETELLI considera que el sistema muscular, verdadero motor del organismo, pierde a 5.400 m. cerca del 30 - 35 % de su potencia aeróbica. La cantidad de trabajo efectuado por unidad de tiempo se reduce al 65 - 75 % del valor a nivel del mar. Esta pérdida se acentúa progresivamente en alturas superiores y a 7.500 - 8.000 m. se reduce a un 80 - 85 %. Lo que es de extraordinaria importancia por su incidencia en la termorregulación.

Según GUIEU y HOUDAS, los ajustes fundamentales de la función termorreguladora en la altitud y el frío podrían considerarse de la siguiente manera:

1.º A pesar de un gradiente térmico piel-ambiente aumentado, las pérdidas de calor estarían poco modificadas, entre ciertos límites, en razón de la reducción de las pérdidas por convección.

2.º El organismo aceptaría un balance térmico negativo, al menos en un período transitorio, más que mantener la temperatura corporal profunda.

3.º A despecho de un aumento discutido del débito cutáneo, la reducción del gradiente térmico interno limitaría los intercambios de calor centro-periferia.

El hombre cuando la temperatura ambiente desciende, junto a la termogénesis, utiliza un mecanismo físico que comporta un descenso progresivo de la temperatura de la piel. Hay una disminución de la «conductancia de los tejidos» debido en parte a la vasoconstricción cutánea que da lugar a una disminución del débito sanguíneo y también porque el retorno venoso está orientado hacia venas profundas en vez de las superficiales.

Explica ASTRAND que en un sujeto expuesto a una temperatura de 9° C., la sangre que se encontraba a 37° C., al salir del corazón, se enfría poco a poco durante su trayecto por el miembro superior y cuando llega a la mano tiene una temperatura de 21° C. La vasoconstricción periférica puede multiplicar por seis la capacidad de aislamiento térmico de la piel y tejido celular subcutáneo. No me adentraré en los mecanismos íntimos de este sistema defensivo, debido a que serán perfectamente explicados en la exposición del tema «congelaciones» incluido en estas jornadas.

EFFECTOS DEL FRIO SOBRE EL ORGANISMO Y SUS SISTEMAS

WARD define la hipotermia como una disminución de la temperatura del cuerpo por de-

bajo del nivel, escogido arbitrariamente, de 35° C.

SAPIN - JALOUSTRE, señala que los accidentes generales sobrevienen en caso de pérdida masiva y generalizada de calor, considerando acertado el término «crioplexia» utilizado por VAGLIANO.

Comenta SAPIN - JALOUSTRE, que si el frío es capaz de matar los tejidos, o los organismos, en ciertas condiciones el frío provoca solamente una pausa reversible de la vida, parece abolir el tiempo biológico. Este es el caso publicado en la prensa, el día 14 de febrero de 1974, que relataba que el niño de 4 años —Vegard Sleflemoen— jugaba con un amigo sobre un río helado. Se rompió el hielo y se hundieron en el río, el compañero se ahogó, pero unos hombres ranas, sacaron a Vegard, 40 minutos después.

Los médicos del Hospital Central del Condado de Akershus, próximo a Oslo, observaron que el corazón estaba parado pero los demás órganos vitales seguían en funcionamiento; mediante masaje cardíaco y respiración artificial, consiguieron que el corazón del niño comenzara a latir. Dos días después el niño recobró, por completo, el conocimiento. El niño fue dado de alta completamente recuperado, considerando los médicos como completamente excepcional que el cerebro no resultara afectado.

Los ya citados experimentos del campo de Dachau, han permitido individualizar dos cuadros clínicos de «crioplexia».

La forma de «defensa máxima» que es la del sujeto sano expuesto brutalmente a un ambiente frío. Está caracterizada por una lucha intensa del organismo intacto. Hay vasoconstricción periférica, presión arterial elevada, elevación del metabolismo, escalofrío generalizado, sucesión de fases de compensación fisiológica, descenso en escalones de la temperatura central, agitación, rampas, dolores musculares violentos especialmente en la región de la nuca, hiperviscosidad sanguínea, hiperglucemia, el pulso se entelatece, la respiración se vuelve irregular, la presión arterial se hunde.

Cuando la temperatura del cuerpo desciende la actividad muscular disminuye: a 35° C. la acción efectiva es débil, a 34° C. es muy difícil, a 33° C. es nula, cesan los estremecimientos y hacia los 30° C. hay rigidez muscular; hacia los 32° C. hay pérdida de conciencia, aunque WARD cita el caso de un paciente con hipotermia accidental y temperatura rectal de 27° C. que fue capaz de mover la cabeza como respuesta a preguntas.

La forma llamada de «defensa mínima», es la de los sujetos anestesiados, «desconectados», de los beodos, de los sujetos con las defensas

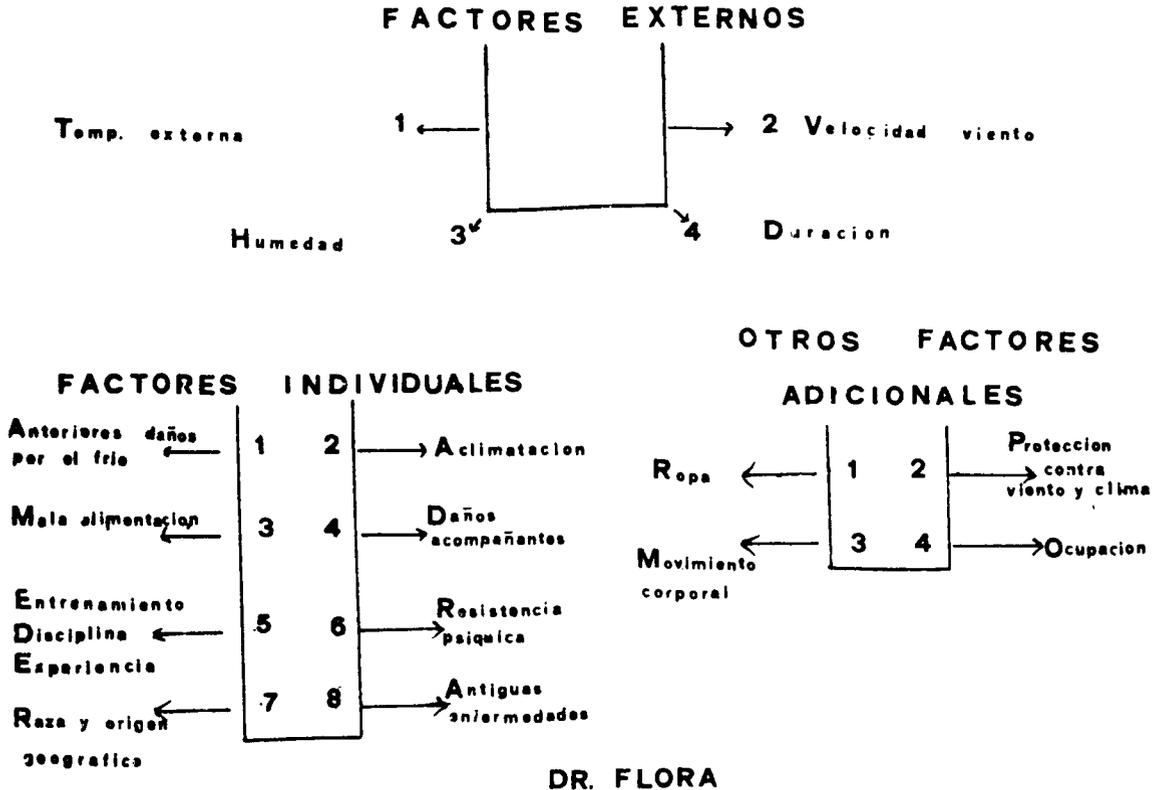
paralizadas por la fatiga, el ayuno, las heridas, la ansiedad, la desesperación (situación en que se encuentra el perdido o accidentado en montaña), todo el cuadro se presenta con una insidiosidad extrema, no escalofríos, no agitación.

Primero se nota una quemazón intensa y dolorosa, la piel se vuelve pronto insensible y en vez de la interurrencia entre calor y escalofríos aparece agradable sensación de reposo. Los miembros se vuelven rígidos y se mueven con dificultad. Los movimientos corporales resultan muy pesados. El afectado por el frío se siente progresivamente extenuado, empieza a bostezar y le vienen muchas ganas de dormir. Si el sujeto se deja vencer por éstas, cae pronto en un profundo sueño del que tal vez no despertará jamás.

El afectado setá semi-insensibilizado, aparecen fenómenos de incoordinación, la marcha y otros movimientos corporales se vuelven inseguros y vacilantes. (Más adelante volveré a tratar la cuestión). Los sentidos se embotan, aparecen trastornos visuales, la audición pierde agudeza y finalmente dejan de percibirse o diferenciarse los ruidos de la inmediata vecindad. El enfermo se desploma sin sentido. La «muerte dulce», la «muerte blanca», puede sobrevenir ahora muy pronto. Sin embargo según las circunstancias externas, se puede tratar durante un tiempo más o menos largo, de una muerte «a frigore» aparente y sólo el enfriamiento subsiguiente del cuerpo pone fin a la vida. Una tal muerte aparente puede existir en algunos casos durante un tiempo muy largo, por ejemplo si una capa de nieve impide o retarda un mayor descenso de la temperatura corporal y con ello la muerte «a frigore». En este sentido LUCKE cita a KAINKOFF que publica el caso de una muchacha de 17 años, la cual, poco abrigada y sin alimentarse estuvo durante 51 días sepultada en la nieve, cuando se la encontró, estaba helada y se la pudo revivificar.

En las crioplexias accidentales se encuentra siempre una intrincación de los signos de las dos formas esquemáticas.

En la fase de restablecimiento se puede observar también manifestaciones centrales de excitación y de parálisis. Se han observado trastornos psíquicos a menudo con alucinaciones pronunciadas, estados de confusión mental, locura y finalmente demencia manifiesta. Pueden aparecer estados apoplectiformes y epileptiformes. Las manifestaciones pueden ceder rápida o lentamente de modo que recuperar por completo la salud requiere a veces un largo tiempo.



Los efectos del frío sobre el organismo quedan claramente consignados, siguiendo a FLO-RA, en tres grupos de factores: 1.º Factores externos; 2.º Factores individuales; 3.º Factores adicionales.

En el primer grupo se incluyen: a) Temperatura externa; b) Velocidad del viento; c) Humedad; d) Duración de la exposición del organismo al ambiente.

Este conjunto es comúnmente conocido por «intensidad del frío», expresándose científicamente por la noción de «poder de enfriamiento» de un ambiente. (El «poder de enfriamiento» de un ambiente dado, está definido por la cantidad de calor perdido por unidad de superficie del cuerpo y por unidad de tiempo, por el cuerpo sometido al ambiente).

SAPIN - JALOUSTRE, apoyándose en sus estudios realizados en Tierra Adelina, incluye lo que podría ser un quinto elemento, «la naturaleza del ambiente», que manda sobre sus propiedades de conducción; por ejemplo, el peligro del contacto de la piel humana con una superficie metálica, o la inmersión en agua, cuyo poder de enfriamiento es 23 veces superior al del aire a la misma temperatura.

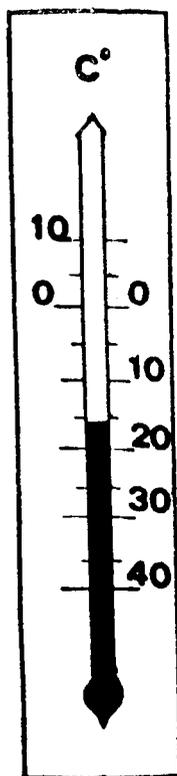
De este grupo de factores externos hay que

considerar particularmente el efecto de enfriamiento del viento. La combinación del viento y del descenso de temperatura del aire aceleran la pérdida de calor, de una forma dramática. Así el efecto de un frío de -6°C . y un viento de 72 km./h., es equivalente a -40°C . y un viento de 3 km./h. El cuadro de ERIKSSON y GRANBERG es muy ilustrativo.

Las condiciones humedad-frío agravan la situación ya que el agua es un buen conductor del calor el cual se pierde, de este modo, rápidamente. El agua de fusión de la nieve o del hielo es particularmente peligrosa. Es también importante el grado de humedad del vestido, ya sea que ésta proceda del exterior (lluvia, nieve) o de la sudoración del mismo individuo. La ropa interior mojada obra desfavorablemente sobre el organismo debido a la buena conductibilidad térmica y en particular porque la inhibición de las piezas interiores del vestido reduce el espacio disponible para el aire.

Estas condiciones de frío y humedad son muy frecuentes en la alta montaña y la hipotermia puede presentarse con temperaturas superiores a los 0°C ., cuando en un temporal el individuo está completamente mojado; WARD escribe que la hipotermia puede presentarse a temperaturas de 10°C . si los factores de viento y

Equivalente de las condiciones TEMPERATURA - VIENTO en relación a la pérdida de calor de las partes de piel expuestas. Con ropas adecuadas.



		5 m/s	10 m/s	15 m/s	20 m/s
0°	0°	-8°	-15°	-18°	-19°
10°	-10°	-21°	-30°	-34°	-36°
20°	-20°	-34°	-44°	-49°	-52°
30°	-30°	-46°	-59°	-65°	-67°
40°	-40°	-59°	-74°	-80°	-83°

Peligro de congelaciones - 30

Gran riesgo de congelaciones - 60

DOZ. ERIKSSON U. DOZ. PER-OLA GRANBERG

humedad están presentes, el vestido es inadecuado y el tiempo de exposición suficiente.

Sensiblemente distintas son las condiciones individuales con que cada sujeto se expone al frío. Ocho son los factores que FLORA valora y que consideraré en los siguientes apartados:

a) *Anteriores daños por el frío.* — Es perfectamente conocido, por los practicantes de deportes de invierno, que las partes que hayan sufrido una vez los efectos del frío son siempre un punto débil en las nuevas confrontaciones con el frío, hasta el punto que pueden apartar de la práctica activa del montañismo o del esquí a quien haya sufrido importantes con-

gelaciones aunque éstas no hayan comportado amputaciones.

b) *Aclimatación.* — MARCHAL, en su informe médico, sobre la Expedición Francesa al Makalú, publicado en 1971, considera primordial la aclimatación al frío que aumenta la resistencia a las congelaciones. LAPRAS, dice que tres semanas después de su llegada al campamento base, eran capaces de hacer escalada con las manos desnudas a 5.000 m. y con -10°C . de temperatura.

No cabe duda que el hombre llega a adaptarse a tales factores externos, así el campesino que desde la infancia está habituado a traba-

jos al aire libre, adquiere una regulación térmica mucho mejor y más eficaz que el obrero acostumbrado a trabajos en lugares cerrados y templados.

Conociendo la posibilidad de aumentar la capacidad de resistencia al frío mediante medidas de aclimatación adecuadas, incluimos en los protocolos de preparación de las Expediciones Españolas a montañas de fuera de Europa, una amplia serie de exposiciones al frío en alturas que habitúe a los futuros expedicionarios a bajas temperaturas.

Quiero dejar suficientemente aclarado que la aclimatación al frío es muy inferior a la aclimatación a la altura que dispone de unas posibilidades que los mecanismos de termorregulación no pueden ofrecer al organismo.

c) *Mala alimentación.* — Para defenderse de la acción del frío, el hombre ha de disponer de suficiente material de combustión, por consiguiente el hambre y la hiponutrición son una complicación más y originan una menor capacidad de resistencia contra el frío.

Para ayudar al organismo a defenderse, contra las bajas temperaturas debe perseguirse un doble objetivo, asegurar una termogénesis suficiente gracias a una alimentación cuantitativa y cualitativamente conveniente y disminuir la pérdida de calor, con un vestido adecuado, punto este último que será tratado más adelante.

Una ración alimentaria para un clima muy frío debe satisfacer dos principios: 1.º Alto valor calórico; 2.º Alto contenido en lípidos.

PEDOYA y GENNESSEAUN realizaron durante la Expedición Dumont a Groenlandia, un detenido estudio en 4 hombres que durante 11 meses vivieron por sus propios medios (llevaban 15 toneladas de equipo) en un desierto glaciado a 3.000 m. de altura, con vientos que, frecuentemente alcanzaban los 120 km./h. y una temperatura exterior oscilando entre -10°C . y -54°C .

En las condiciones extremas de baja temperatura exterior aun compatibles con la conservación de la homeotermia, la producción calórica llega a su máximo, y como dije anteriormente, precisar el metabolismo base de 5.000 a 6.000 calorías diarias, pero como subraya H. GOUNELLE, estas condiciones fisiológicas se presentan muy excepcionalmente, aún en los climas más fríos, debido a la incidencia del vestido protector y de la vida, durante varias horas de día y de noche, en una habitación caliente.

Los progresos técnicos actualmente alcanzados en la protección corporal y la defensa contra el frío, deben permitir, aislando mejor que antes al individuo, utilizar en las regiones

muy frías, raciones energéticamente menos fueras que las que clásicamente fueron preconizadas, ya que es bien sabido, la dificultad que tiene el organismo humano para asimilar dietas de 6.000 calorías sin presentar intolerancia digestiva. PEDAYA y GENNESSEAUN demuestran que un aporte diario de 3.500 a 3.800 calorías con equilibrio adecuado de prótidos, glúcidos y ligero aumento de lípidos, es suficiente para cubrir las necesidades energéticas normales. En casos de esfuerzos musculares importantes, aumentaban el valor calórico de la ración, pero sin sobrepasar las 4.500 calorías.

Todos los autores están de acuerdo, desde hace muchísimo tiempo, sobre la extrema nocividad de las bebidas alcohólicas cuando son absorbidas, en importante cantidad, en tiempo frío. La estampa de los perros de San Bernardo con su barrilito de ginebra colgado del cuello, me ha dado en pensar si más que mantener la vida al caminante perdido e hipotérmico, se la abrevió en una momentánea euforia de calor cutáneo.

HILDEMANN, resumiendo su experiencia en la guerra de Rusia, en el invierno de 1941 - 42, preconizó la abstención en clima muy frío (citado por PEDAYA y GENNESSEAUN). RIVOLIER en 1956 afirma que el alcohol no es útil en la lucha contra el frío. Señala que en los grandes fríos el deseo de consumir alcohol es prácticamente nulo. Cita el ejemplo de un regimiento alemán en Rusia (invierno 1941 - 42) que se había llevado muchas botellas de vodka; al terminar la campaña ni una sola botella había sido descorchada.

En realidad son los efectos de las pequeñas dosis de alcohol, lo que debe discutirse. Por mi parte nunca he prohibido la ingestión de un vaso de vino o una copa de coñac a los montañeros en los climas fríos.

Está actualmente bien demostrado que la energía proporcionada por la combustión del alcohol no es fisiológicamente utilizable por el organismo. ELIANNE LE BRETON, en el curso de una serie de experiencias en el animal, ha demostrado que el aumento de intercambios provocados por el frío no comportan ningún aumento en la velocidad de combustión del etanol por kg./hora, concluyendo que el alcohol es un tipo de alimento no termógeno, no utilizado en la lucha contra el frío; su oxidación, no regable, permanece independiente del valor de las combustiones totales.

En otro sentido, la absorción del alcohol provoca una vasodilatación periférica que puede ser nefasta cuando el sujeto es expuesto al frío, debido a que la pérdida calórica cutánea se encontrará aumentada y como consecuencia se

facilita la hipotermia general. Por tanto no debe contarse nunca con el alcohol como medio energético de prevenir el enfriamiento. PEDAYA y GENNESSEAUN creen que el alcohol debe utilizarse como agente terapéutico en el calentamiento, ya que la vasodilatación que comporta permite, a un organismo enfriado, calentarse más rápidamente en contacto con un ambiente caliente (baño a 38° - 40° C.).

También hay que considerar que, incluso en el curso de la exposición al frío, la vasodilatación periférica provocada por pequeñas dosis de alcohol no es siempre desfavorable, ya que es capaz de proteger los tejidos, especialmente de las extremidades, contra la acción directa del frío, tal como experimentaron los autores alemanes durante la última guerra mundial.

BALKE y colb. opinan que los efectos del alcohol deben considerarse en relación con la dosis ingerida y las condiciones físicas del sujeto; una dosis de alcohol de 35 a 60 ml. tomada en forma de grog no aumenta las pérdidas calóricas en temperaturas ambientales de -20° C. a 20° C. Si la dosis excede de 75 ml. el escalofrío disminuye y hay descenso de la temperatura corporal.

No sé hasta qué punto debe tomarse en consideración la afirmación de SCHWICK, citado por PEDOYA, de que podría retardarse de 20 minutos a 3 - 4 horas, dando cantidades adecuadas de alcohol, el enfriamiento de las manos.

En España debemos tener en cuenta las costumbres alimentarias y considero un serio inconveniente para su rendimiento dejar todo el tiempo que pueda durar una Expedición, al individuo sin un poco de vino en las comidas.

Los médicos alemanes celebraron, en 1944, un Congreso en Nuremberg, consagrando a la lucha contra el frío en el ejército alemán. En sus conclusiones consideran que la ración diaria de los soldados de 125 ml. de brandy era inofensiva y eficaz vis a vis, de la resistencia contra el frío, salvo en casos de sujetos psicópatas y a condición de que la ración no fuera bebida de una sola vez.

En el informe sobre las raciones utilizadas en la Expedición Francesa a Groenlandia, LATARGET señaló que el consumo de alcohol de 50°, tipo coñac, ron, etc., se consideró indispensable y la cantidad mínima fue de 1 litro por persona y mes.

SAPIN - JALOUSTRE, en Tierra Adelina, dice que la bebida más apreciada fue el vino.

RIVOLIER en su libro «Aspectos Médicos de las expediciones francesas al Himalaya» no habla en absoluto del alcohol.

PEDAYA y GENNESSEAUN creen que el al-

cohol debe figurar en la ración alimentaria en clima muy frío, pero sin sobrepasar la dosis diaria de 100 a 125 ml. de vino al día que debe ser ingerido en varias veces y especialmente en las bases que tienen calefacción.

Siempre que he visitado los refugios de los Alpes he visto que se agradecía muchísimo el vaso de vino a la llegada de la ascensión. Aconsejo la pequeña ingestión de alcohol en los refugios, campamentos base, en todos los lugares en que el montañero disponga de un mínimo confort.

d) *Daños acompañantes.* — Cuando a causa de un accidente el sujeto queda inmovilizado en un ambiente muy frío, el cuerpo no puede mantener la producción de calor que requiere y entonces se reduce la corriente de sangre en la superficie y extremidades en un esfuerzo desesperado de mantener la temperatura normal en su núcleo. En tal situación es muy problemático conseguir un buen aislamiento que permita evitar la congelación.

Desgraciadamente son numerosas las muertes en montaña en estas circunstancias. Tal vez una de las que más me impresionaron en este sentido fue la muerte de LONGHI en la pared del Eiger, tan bien explicada por OLSEN, en 1962, en su libro «Cuatro hombres sobre el Eiger», LONGHI había sufrido una caída, habiendo sido bien sostenido por CONTI, mientras intenta recuperar su anterior posición, se desliza nuevamente, tiene ligeras heridas que le disminuyen las fuerzas, CONTI descendiende, le asegura en la pared, le deja su saco de dormir, sus viveres, e intenta salir y recabar auxilio, lo que no consiguió. LONGHI es incapaz de moverse, y a pesar de sus dos sacos de dormir y de su equipo, no puede luchar contra el frío y muere.

e) *Entrenamiento, disciplina y experiencia.* — Son tres elementos decisivos en la prevención de accidentes por el frío. El entrenamiento está en íntima relación con la aclimatación. Si un sujeto expone sus manos al frío media hora diaria durante algunas semanas, escribe AS-TRAND, tanto da que sea esquimal europeo o negro, esta acción del frío aumenta el débito sanguíneo de sus manos y están más calientes y se entumescen menos por el frío. Esta puede admitirse como una adaptación local al frío por el entrenamiento. Igualmente una adecuada preparación aeróbica permitirá facilitar, en ambiente frío y en altura, mayor cantidad de oxígeno que es necesario para el aumento del metabolismo del organismo.

Actualmente desplazarse a las zonas nevadas, es día a día más fácil y grupos inexpertos intentan ascender por las más difíciles vías las altas cimas, los accidentes deben ocurrir con

más frecuencia, siendo las congelaciones y la crioplexia uno de los más frecuentes.

La inexperiencia da lugar a que muchachos, de 13 a 16 años, se enfrenten con travesías y ascensiones a bajas temperaturas, cuando quien plantea estas salidas debe saber que los adolescentes y especialmente los altos y delgados tienen más riesgo a estas lesiones por el frío que los adultos.

Es difícil imponer la disciplina a estos adolescentes que tienen tendencia a utilizar las reservas mentales y físicas sin medida. En consecuencia resulta excepcional el invierno en que no se señalan muchachos muertos por crioplexia. Un ejemplo, es la muerte por frío de un profesor de 47 años y dos muchachos de 15 y 16 años en el Pirineo catalán, acaecido el primero de diciembre de 1978, mientras yo trabajaba en este estudio.

f) *Resistencia psíquica.* — La fuerza de voluntad, no claudicar ante la adversidad, sufrir para sobrevivir, tiene trascendental importancia en la lucha contra el frío.

La primera cualidad necesaria es la voluntad, es decir el deseo de vivir, de volver, es lo que debe dominar por encima de cualquier otra razón. Bien conocido es el ejemplo de GUILLAUMET, citado por SAINT-EXEPERY. Después de un accidente de aviación en los Andes, con zapatos bajos, sin material, GUILLAUMET, llegó a la civilización después de una agotadora marcha de varios días en alta montaña. Reconoció que sólo había pensado en una cosa: «Es necesario que vuelva, pues mi mujer estaría sola y sin dinero».

Otro ejemplo de fuerza de voluntad para sobrevivir, nos lo proporciona el piloto canadiense ROBERT GAUCHIE que a pesar de que la temperatura descendió con frecuencia a -50°C ., consiguió resistir, durante 58 días, los rigores del invierno sub-ártico. No se movió del avión, comió truchas crudas, que era la carga del aparato y sólo presentó congelaciones de pies.

Abandonarse, relajarse, ceder a la fatiga, concederse un descanso, puede significar la crioplexia, por ello la resistencia psíquica es factor importante para superar el ataque del medio.

g) *Raza y origen geográfico.* — Este punto ha sido en parte comentado anteriormente, pero quiero subrayar, que salvo algunos casos excepcionales, los esquimales y los nativos de las grandes alturas, sin una adecuada protección artificial que pieles y vestidos les proporcionan rápidamente perecerían ante las bajas temperaturas.

h) *Antiguas enfermedades.* — El sujeto expuesto es un conjunto muy complejo de fenó-

menos físicos y fisiológicos. La sensibilidad general extraordinariamente variable según los sujetos y además de depender, como ya he citado, de toda la serie de factores anteriores, antiguos procesos patológicos pueden mermar la resistencia o las posibilidades de adaptación al frío.

Es importante el hecho de que una parte del cuerpo con sistema vascular alterado por cualquier causa, a consecuencia de las dificultades existentes para que la irrigación local se regule de modo normal, está especialmente expuesta a sufrir trastornos y lesiones por la acción de las bajas temperaturas.

Entre los trastornos que aparecen sobre segmentos expuestos a la acción del frío deben citarse los espasmos dolorosos musculares y las sacudidas de músculos aislados, trastornos que a veces se presentan por enfriamientos de ordinario inocuos.

Las personas con trastornos de la irrigación local y dificultad para mantener localmente la temperatura normal del cuerpo, tienen una tendencia marcada a sufrir espasmos y sacudidas musculares, por ejemplo, las personas que han pasado una poliomieltitis y en las que ha quedado una parálisis en los miembros, sufren mucho de estos espasmos desencadenados por enfriamientos insignificantes.

Los convalecientes de enfermedades infecciosas, que presentan, durante largo tiempo, tendencia a sufrir trastornos vasomotores son especialmente sensibles a la acción del frío.

En personas con problemas respiratorios que den lugar a discretas taquipneas hay que considerar la pérdida de calor por los pulmones, bajo forma de vapor de agua y el calor perdido para calentar el aire inspirado. A nivel del mar ventilaciones de 40-50 litros minuto, son habituales y la pérdida de calor llega a 100 cal./hora, a una temperatura de -10°C . Si con la taquipnea las cifras de ventilación (en altura especialmente) se elevan a 80-100 litros/mn. la pérdida de calor es muy peligrosa.

En su último grupo FLORA reúne, cuatro factores: a) ropa; b) protección contra viento y clima; c) movimiento corporal; d) ocupación.

A mi entender los apartados a) y c), son los más importantes, si bien este último ya ha sido tratado, directa o indirectamente, en otras páginas; recogiendo un estudio de WARD insistiré sobre el punto relacionado con el vestido.

El cuerpo percibe el medio ambiente a través de los receptores de la piel. En circunstancias normales el cuerpo se siente confortable cuando la temperatura de la piel es de alrededor de 33°C . Entonces la diferencia de tem-

peraturas entre el interior del cuerpo (37° C.) y la piel es de 4° C. y con el medio ambiente es mucho mayor ya que el aire puede tener temperaturas de -60° C. La función de la ropa consiste en reducir esta diferencia creando un «microclima confortable» entre la piel y el exterior. Se había considerado hasta hace pocos años que este «microclima» estaba constituido por una capa de aire inmóvil, pero imágenes obtenidas del «microclima» humano por el sistema «schieren» (este sistema fue desarrollado en el siglo XIX por la industria alemana del vidrio para detectar grietas en el cristal óptico), demostraron que esta capa de aire está en constante movimiento hacia arriba, dando una velocidad de 0,5 m/s. a nivel de la cabeza en un sujeto en posición de pie (E. LEWIS). Lo que sí es inmóvil es la capa de aire aprisionada en las mallas del vestido.

La función más importante del vestido es el que debe favorecer la regulación térmica del organismo a través de los siguientes factores: capacidad de retención térmica; transpiración y aireación. Por capacidad de retención térmica debe entenderse la cantidad de aire que un cierto tipo de vestido puede almacenar y mantener en contacto con el cuerpo, en presencia del aire exterior en movimiento. La transpiración puede quedar muy comprometida en los casos de indumentaria de nylon o perlón. En estos casos el microclima es húmedo, con todas sus consecuencias. La aireación se diferencia de la transpiración por el hecho de que esta última se realiza en su mayor parte en sentido perpendicular a la superficie del cuerpo mientras la aireación se efectúa por medio de una corriente paralela al cuerpo, como ya se ha indicado.

El vestido que lleva el montañero presenta un aislamiento de 4 a 5 «clos». La unidad «clo» viene definida como el aislamiento térmico de confort para un sujeto sentado que tiene una producción de calor de 50 cal./m.²/hora a 21° C., con un movimiento del aire de 0,1 m./s. y una humedad relativa inferior a 50 %.

Este aislamiento de los vestidos puede volverse rápidamente insuficiente si el sujeto está expuesto a frío intenso sin aporte de radiaciones solares. Tendrá que beneficiarse pues del calor desprendido por el ejercicio físico para mantener su equilibrio térmico.

El aislamiento de los vestidos está profundamente modificado por la tasa de humedad que lo disminuye considerablemente. Esta humedad puede estar con la impregnación por el agua exterior (niebla, lluvia, nieve) pero también por la condensación interior. Es pues esencial, en el frío, que la sudoración sea escasa y que la evaporación del vapor de agua pueda hacerse a

pesar de la capa de vestidos, que deben representar una mínima barrera de paso del vapor de agua del interior hacia el exterior, pero al mismo tiempo en montaña es necesario que la envoltura exterior sea relativamente impermeable al agua y siempre impermeable al viento. Debe tenerse en cuenta que el vestido húmedo pierde sus cualidades de aislamiento y el intercambio de calor se hace de la piel al exterior por conducción. Los trabajos de RIVOLIER y de TIMBAL, BOUTELIER y LOUDE, son muy recomendables para ampliar este apartado (coloquio de Grenoble, 1977).

WARD estudia, en una cámara climática, la relación entre ejercicio y ropa, demostrando que la combinación de ejercicio, viento y agua redujeron el aislamiento térmico efectivo de un equipo «standard» de montaña a un décimo de su valor nominal, determinado en reposo y seco. Los resultados demostraron también, que cuando el sujeto efectuaba un trabajo a un determinado ritmo en condiciones de frío-húmedo, la captación de O₂ era un 50 % superior al mismo trabajo en las mismas condiciones de frío, pero seco.

Los montañeros habitualmente consumen en montaña de 2 a 2,5 l./m. de O₂, o sea, entre un 50 - 60 % de su posibilidad máxima. La producción de calor es de 450 - 600 cal./hora. Esto significa que andan lo bastante rápido para mantenerse confortables en unas condiciones medias de frío y humedad.

Si las ropas se mojan, los montañeros bien preparados físicamente pueden mantener un paso lo bastante rápido (aproximadamente a su máxima posibilidad de captación de O₂) para mantenerse caliente a pesar de la disminución del valor de aislamiento de sus vestidos.

Montañeros mal preparados que ya trabajan cerca de su volumen máximo de O₂ minuto, pueden no tener una producción de calor suficientemente alta para compensar la pérdida de calor y mantener el equilibrio térmico. Poco a poco se van enfriando, se afecta el balance térmico y el control de los músculos. La rapidez del paso disminuye y la producción de calor baja con él, acelerándose el ritmo de enfriamiento del cuerpo.

WARD analiza la protección que brindaba su equipo a unos muchachos que murieron por crioplexia en 1964 durante la Carrera de las Cuatro Posadas (Four Inn Race). El equipo consistía en: anorack con capucha; jersey de lana; camisa de «villega»; ropa interior de algodón; jeans; un par de calcetines; zapatos y guantes. Esto es un conjunto totalmente «standard» con un valor «clo», cuando está seco de 1,5 unidades.

Si la producción de calor de cada muchacho era de unas 500 cal./h., resultaba la justa para mantener el equilibrio térmico, teniendo en cuenta que el aislamiento de la ropa mojada descendido a 0,68 «clo». Esto significaba que cuando el individuo fuera incapaz de mantener una producción de calor de 500 cal./h., empezaría a enfriarse.

Si esta ropa se hubiera mantenido seca (1,5 «clo») podrían haberse mantenido calientes con una producción de calor de 330 cal./h. que equivale a una consumo de O₂ de 1,1 l./mn. que es el requerido para andar a una velocidad de 4 km. 827 m./h. («Mountain Medicine», WARD 1975).

Será conveniente detenerse a estudiar la acción del frío sobre los más importantes órganos y sistemas del organismo, haciendo hincapié en la energética del esfuerzo muscular en ambiente frío.

PIEL

La piel es un basto órgano nervioso y secretor que es directamente sensible a las cualidades físicas del aire ambiente. La piel y los tejidos subcutáneos varían térmicamente de espesor según que las arteriolas estén contraídas para conservar el calor o dilatadas para perderlo.

El organismo desarrolla ante un enfriamiento general, las mismas reacciones de defensa que ante la acción local del frío. La primera reacción que se produce es una contracción de los músculos erectores del pelo determinante de la llamada «piel de gallina». La aparición, cuantía y duración de este fenómeno son individualmente muy distintas.

Hay una reducción de la irrigación periférica, por interrupción de la circulación cutánea. A consecuencia de esta interrupción toda la piel toma primero un color pálido y finalmente una coloración ligeramente azulada, se torna de aspecto lacio y marchito y su contenido en líquido disminuye. Esta disminución puede originarse en parte por la contracción de los elementos musculares cutáneos, sin embargo su causa principal debe buscarse en las variaciones de la irrigación local. Esta disminución de la irrigación de la piel y de los miembros da lugar a que la masa sanguínea se acumule en los órganos internos, para disminuir la pérdida de calor por irradiación y conducción.

SCHADE admite una posible lesión «a frigore» de los tejidos que denomina «gelosis», es decir un deterioro coloido-químico de los tejidos, con transición de los coloides a geles. Si esta lesión perdura poco tiempo, los «gelo-

sis» puede retrogradar, pero si subsiste largo tiempo es en gran parte irreversible.

Las mucosas nasal y ocular reaccionan ante el frío intenso, produciendo una abundante secreción. Excepcionalmente se han observado lesiones «a frigore» en la lengua y mucosa bucal originadas por chupar trocitos de hielo y en este sentido está la observación de CONTI, que en la pared del Eiger tuvo que conseguir agua mordiendo hielo, rompiéndose varios dientes.

RESPIRACION

A baja altura la respiración responde perfectamente a las exigencias metabólicas en reposo y en trabajo en ambiente frío, la pérdida de calor, si la respiración no se acelera, es pequeña. Ahora bien las condiciones cambian cuando el frío debe soportarse a gran altura, entonces el aparato respiratorio aumenta su frecuencia y su amplitud para poder suministrar el oxígeno necesario, teniendo en cuenta que como más alto se asciende, más disminuye la oxigenación de la sangre.

El aumento de la respiración entraña un aumento de la pérdida de agua por los pulmones que es un factor importante en la deshidratación del organismo en la altura. No se ha medido nunca, que yo sepa, la cantidad de calor perdido, pero existe y esto aumenta la pérdida calórica global en un momento en que la falta de oxígeno disminuye el metabolismo celular y en consecuencia la producción de calor inclinando el equilibrio hacia la hipotermia.

En otro sentido, hay dificultad en el transporte de oxígeno en el ambiente frío ya que la hemoglobina enfriada disminuye la cantidad de O₂ que liberará a una determinada presión parcial. Hasta cierto nivel esto es contrarrestado por el aumento de la solubilidad del CO₂ a bajas temperaturas lo cual favorece la disociación. A pesar de esto a temperaturas por debajo de las normales el O₂ se cede con más dificultad.

SANGRE

La acción del frío determina en la sangre una anemia moderada cuya causa, según MÜLLER, es una hemolisis. En el hombre no alcanza su grado crítico, si no se trata de individuos especialmente predispuestos a hemoglobinurias paroxísticas.

Cuando el frío se soporta en la altura, se compensa esta tendencia a la anemia, por el estímulo eritropoyético de la hipoxia, que se caracteriza por el aumento de glóbulos rojos y hemoglobina.

El frío especialmente en la altura, está igualmente asociado a una elevación del hematocrito, al unirse a los otros factores un aumento de viscosidad de la sangre, debida no sólo a la pérdida de vapor de agua por los pulmones y transpiración, sino también a la pérdida de agua y sal debido a un deterioro de las células de los túbulos renales por el frío y además un aumento de la permeabilidad vascular, que puede causar una importante pérdida de volumen de la sangre en la hipotermia prolongada. WARD, dice que a una temperatura central de 24° C. el hematocrito puede aumentar un 24 %.

CARDIO - CIRCULATORIO

El efecto más importante del frío es sobre el corazón, pero bueno será hablar de los trabajos de HADDY y colb. sobre el aumento de la resistencia vascular periférica originada por el frío.

HADDY trabajó en un grupo de perros con circulación cruzada, narcotizados y a los que se estudiaron las variaciones de resistencia de los vasos sanguíneos de la extremidad anterior, expuestos a temperaturas de 20° C. y de 0° C., respectivamente, durante períodos de 10 a 15 minutos. La investigación se realizó primero con inervación intacta y luego con ésta bloqueada.

Después de la exposición a 0° C. la resistencia total de los vasos del miembro anterior presentó un aumento del 143 %. La mayor proporción del aumento de la resistencia (83 %) era debida a constricción de los vasos de menor calibre. HADDY considera que puede tener importancia las variaciones de concentración hemática de adrenalina y las pequeñas cantidades de ella liberada localmente, las variaciones de temperatura influyen de modo directo sobre el tono de la musculatura lisa de los vasos sanguíneos.

En los experimentos de DACHAU se demostró que la hipotermia provocaba la muerte por paro cardíaco.

Lo primero que aparece es una disminución en la frecuencia de estímulos del marcapasos, que va disminuyendo la frecuencia cardíaca hasta que la actividad del nódulo atrio ventricular cesó a 13° C. En este caso un foco ectópico continuo manteniendo la actividad ventricular hasta que el corazón se detuvo completamente a 10° 5 C. Es de señalar que la bradicardia no fue acompañada de disminución del volumen sistólico.

Sobre los 33° C. de temperatura central el corazón lo tolera bien, pero a este nivel o más bajo puede aparecer fibrilación auricular que puede tolerarse bien, pero si la temperatura

desciende alrededor de los 26° C., puede desencadenarse la fibrilación ventricular que resulta mortal.

Los estudios realizados señalan que la fibrilación ventricular (WARD) es el resultado de una hipoxia marcada del músculo cardíaco, en la que colabora el aumento de la viscosidad de la sangre debido a la hipotermia y a una caída de la presión arterial que reduce la circulación sanguínea coronaria.

RIÑON

En el comentario sobre la acción del frío sobre la piel, se señalaba la acumulación de sangre en los órganos internos. Pues bien es posible que de esta dislocación de las masas sanguíneas dependa también el aumento temporal de la excreción de agua y sal por el riñón —la llamada «diuresis del frío»— que se puede observar inmediatamente después de exponerse el cuerpo a la acción del frío. Se admite que esta diuresis podría ser un mecanismo de defensa para disminuir el volumen de sangre aumentado en este sector interno del organismo por vasoconstricción periférica. Pasados los primeros momentos la pitresina regularía la diuresis.

La permanente hipotermia origina un importante trastorno de excreción de agua y sal que conduce a una hemoconcentración.

EQUILIBRIO ACIDO BASICO

La excreción de iones ácidos disminuye con la hipotermia, por lo que se acumulan en sangre, lo que junto con la mayor solubilidad del CO₂, da por resultado una relativa acidosis, a la que contribuye el A. láctico que se produce en el metabolismo muscular (tiritona) y que no puede ser metabolizado rápidamente.

Afirma WARD, que es rara en la hipotermia una acidosis severa, pero ésta sí puede producirse en el calentamiento del criopléxico.

La reversión súbita de la acidosis puede causar fibrilación ventricular aún en ausencia de hipotermia. Por esta razón cuando la ventilación artificial es necesaria en la hipotermia severa, debe procederse con suma precaución.

Este discreto grado de acidosis que se presenta en la hipotermia es bien tolerado, aunque experimentalmente en perros hipotérmicos se ha producido fibrilación ventricular.

ACTIVIDAD CEREBRAL

Una hipoxia progresiva lleva a una pérdida del poder de concentración, a trastornos de la

memoria y a pérdida de la función mental. Signos de actividad cerebral han sido observados a temperaturas muy bajas. WARD cita a un sujeto afecto de una hipotermia accidental con una temperatura rectal de 27° C. que fue capaz de mover la cabeza como respuesta a preguntas.

Sin embargo las alteraciones en el fisiologismo cerebral son muy manifiestas y pueden ser consideradas como una de las causas más importantes de muerte sobre el terreno en los montañeros, al unirse a la acción del frío la hipoxia.

Un claro ejemplo de estos trastornos nos lo ofrece el trágico intento al Pilar Freney por el grupo de BONATTI. Tras una permanencia de tres días en el vivac, inician el descenso y llegan a «Col de Penterey». A la mañana siguiente VIEILLE de pronto se sienta en la nieve, empieza a reír, luego se levanta, se pone a correr chillando, con grandes gestos de brazos y piernas. Súbitamente cae sobre la nieve, estaba muerto. Eran las cinco de la mañana.

Estaba anocheciendo, cuando ROBERTO GUILLAUNE, ríe, salta y desaparece en la borrasca dando grandes gritos, eran las ocho de la noche. En este momento KOHLMAN, se lanzó hacia la cuerda que había colocado BONATTI y en un esfuerzo físico extraordinario, KOHLMAN, extenuado, aterrorizado, desesperado, sube de golpe los 50 m. de cuerda en extraplomo y llegando arriba muere. Aquí es posible que interviniera una brutal acidosis por el ácido láctico producido por el esfuerzo que fue imposible metabolizar por la falta de O₂.

OGGIONI, está agotado, MAREAUD y él empiezan un nuevo vivac. Procuran sobremanera no dormirse, a la una de la madrugada, OGGIONI empieza a delirar y muere a las dos y media de la madrugada.

ENERGETICA DEL ESFUERZO MUSCULAR

STIEGLITZ y colb. publicaron en la «N. Presse Medical», en 1973, un estudio de supervivencia en un grupo de guías franceses, en la «cresta de la Rochefort» en febrero de 1972. El Prof. TANCHE, en Grenoble, reunió en su laboratorio los datos.

En estos hombres, la aclimatación al frío fue mala a pesar de un equipo muy perfeccionado. El gasto calórico sobrepasó las 5.000 cal./día. Terminado el experimento concluyen afirmando que el alpinismo invernal no da lugar a modificaciones biológicas, en montañeros moderadamente entrenados.

Este estudio motivó que MINAIRE del Laboratorio de Termorregulación de Lyon, publica-

ra en abril de 1974 en la misma revista una carta, explicando los problemas del metabolismo muscular trabajando en ambiente frío. Es interesante resaltar alguno de los conceptos vertidos por el citado autor.

El gasto energético para un trabajo dado, es claramente más elevado en el frío que en la neutralidad térmica. De todas formas los dos gastos, de calentamiento y de trabajo no se suman totalmente; hay una substitución parcial, una fracción de calor liberado por el trabajo, se recupera para las necesidades de la termorregulación.

En las pruebas de esquí de larga duración (30-50 km.), las 3/4 partes de la energía proporcionada, están aseguradas por la oxidación de ácidos grasos libres plasmáticos (como señaló GOLLNICK en el Coloquio de Saint-Etienne en julio 1977). El combustible mayoritariamente preferido es pues lipídico. Pero la glucosa plasmática cubre aún el 10 % del gasto, lo que a un nivel metabólico elevado representa una utilización importante de glucógeno, en relación de la pequeñez de las reservas hepáticas.

En un perro expuesto a -25° C. la producción hepática de glucosa necesaria para cubrir las necesidades de la termorregulación alcanza 0,4 gm. de glucosa/kg./hora, o sea, alrededor de 1,2 gramos de glucosa/100 gramos de hígado/por hora. No es por tanto sorprendente que las reservas de glucógeno se agoten rápidamente, si se piensa que por promedio, después de una noche de ayuno el contenido del hígado en glucógeno es del orden de 4 gramos/100 gramos de hígado.

Escribe MINAIRE que el agotamiento de las reservas hepáticas será evidentemente retrasado: a) por una alimentación altamente glucídica, antes y durante el esfuerzo; b) por los mecanismos de la neoglucogénesis a partir del lactato, glicerol y de la alanina. La transformación del lactato en glucosa es débil y no representa por ejemplo en el perro en ayunas después de 18 horas y expuesto al frío que el 5 % de la producción de glucosa. En estas mismas condiciones el glicerol, a pesar de una intensa movilización de los triglicéridos de reserva no representa más de un 30 % de la glucosa producida. Se puede pues admitir que a nivel de gasto elevado cuando las reservas de glucógeno están agotadas, la neoglucogénesis es incapaz de asegurar el aporte de glucosa necesaria para cubrir las necesidades, en particular las del catabolismo cerebral.

No parece que el consumo aumentado de glucosa deba atribuirse a una de las catecolaminas circulantes y en particular de la adre-

nalina. Las tasas observadas por STIEGLITZ y colb. en los guías de montaña, son poco elevadas y las experiencias en animales muestra que a dosis bajas la adrenalina, gracias a un efecto antinsulina disminuye la utilización del glucógeno en el perro expuesto al frío.

MINAIRE cree que si el esfuerzo muscular en ambiente frío no entraña alteración rápida de las estructuras metabólicas enzimáticas, sí provoca, a pesar de una muy elevada utilización de lípidos, un agotamiento rápido de las reservas glicogénicas y es lo más frecuente que sea el déficit de glucosa el que limita la prosecución del esfuerzo en tiempo frío.

BIBLIOGRAFÍA

- ÅSTRAND, P. O. — «Man. Physiol. de l'exer. Muscular». «Ed. Masson», 1973.
- CASTELLO, A. — «XII Curso Medicina Deporte».
- CERRETELLI, C. — «Corriere del medico», 15-II-1974.
- CERRETELLI, C. — Coloquio Medicina y Alta Montaña. Grenoble, 1976.
- COSTA MARTIN, J. E. y colb. — «Allergol. et immunopath.». Vol. I, 359.
- COUDERT, J. — «J. Physiol.» T. 63, 1971, núm. 2.
- CRAIG HELLER, H. y colb. — «Investigación y Ciencia X.», 1978, núm. 25.
- DRURESCENSKAJA. — «Kardiológica», 13/6, 103, 1973.
- ESCOUDE, G. P. — «Presse Med.», 32, 1.475, 1971.
- GUIEU, J. D. y HOUDAS, Y. — Coloquio Medicina alta montaña. Grenoble, 1972.
- GUILLEMAND, J. — «Essai sur la biologie de l'home a la H. M.». «Tèse de Lyon», 1946.
- HADDY, T. J. y colb. — «Circul. Res.», 5, 58, 1957.
- HARRIES, J. — «Alpine Journal», 1972.
- HERZOG, M. — «La Montaña». «Ed. Labor», 1967.
- HIEBELER, T. — «Combats pour l'Eiger». «Ed. Arthaud», 1965.
- KEATINGE, W. R. — «The Pratitiones», 11-XII-1977, núm. 146.
- LAZZERO, R. — «Epoca», 23-VII-1961, núm. 364.
- LEWIS, H. E. — «Noticias Médicas», 1971.
- LUCKE, H. — «Trat. Med. Inter. Bergman-Staebelint», VII, 1945.
- MARCHAL, J. — «Presse Med.», 25-XII-1975, 79, 55.
- MENANT, G. — «Paris-Match», 29-VII, 1961, n.º 642.
- MESSINI, M. — «Trat. terapéutica Clínica», T. I.
- MILLST, W. S. — «Tiempos Médicos», 87, 10, 20, 1976.
- MINAIRE, Y. — «La Nor. Presse Med.», 13-IV-1973, 3, núm. 15.
- OLSEN, J. — «Cuatro hombres sobre el Eiger», «Stock», 1962.
- PASCHIERA, C. A. — «L'adaptacion a la Haute altitude». «Tèse de Lyon», 1946.
- PAULIKE-DUMLER. — «I Pericolo in Montagna». «Ed. Görlich». Milano, 1972.
- PAZ ZAMORA, M. y colb. — «I.B.B.A.», 1969.
- PEDOYA, C. - GENNESSEAU, G. — «Anal. de la nutrition et de l'alimentacion», 61, 1958.
- PROCTOR, D. — «La Expedición de Anibal en la Historia». «Ed. Espasa Calpe», 1974.
- READER'S DIGEST. — Enero, 1968.
- RIVOLIER, S. — «Medicine - Montagne». «Ed. Asthau», 1956.
- RIVOLIER, S. — «Exp. Française a l'Himalaya». «Ed. Herman», 1959.
- RIVOLIER, S. — Coloquio Med. y alta Montaña. Grenoble, 1976.
- SAPIN-JALOUSTRE, S. — «Revue du Practicien T.», XI, 32, 1961.
- SONNIER, G. — «La Montaña y el hombre». «Ed. R. M.», 1977.
- SORENSEN SOREN, C. y colb. — «I.B.B.A.», IX, 1972.
- STEELE, P. — «Himalayan Journal», 1971.
- STIEGLITZ, P. y colb. — «L aNov. Pre. Medical», 8-XII-73, 2, 44.
- TIMBBAL, J. y colb. — Coloquio Med. y alta Montaña. Grenoble, 1976.
- «Vanguardia, La». — 14 Febrero 1974.
- «Vanguardia, La». — 3 marzo 1974.
- VOUDOUKIS, I. J. — «Angiology», 22, 57, 1971.
- WARD, M. — «Alpine Journal», 1969.
- WARD, M. — «Mountain Medicine», 1975.
- WARD, M. — «Coloquio Med. y alta Montaña». Grenoble, 1976.

dolores

intervenciones quirúrgicas

fracturas

dolores artrósicos y artríticos

luxaciones

distensiones

contusiones

Dolores
e inflamaciones
postraumáticos
y postquirúrgicos

Dolo-Tanderi

analgésico-antipirético
de acción antiinflamatoria

Geigy

Composición

Cápsulas

hidroxifenilbutazona	75 mg
paracetamol	300 mg

Supositorios

	Niños	Adultos
hidroxifenilbutazona	100 mg	250 mg
paracetamol	200 mg	500 mg

Indicaciones

Estados dolorosos y febriles que cursan con inflamación, de origen diverso: infeccioso, traumático, quirúrgico, reumático, etc.

Efectos secundarios

Si se presentan reacciones cutáneas alérgicas o en caso de descenso de los leucocitos y/o trombocitos, se suspenderá la administración del medicamento.

En tratamientos prolongados se recomienda el control periódico del cuadro hemático e intercalar uno

o dos días a la semana exentos de tratamiento.

Se recomienda asimismo una dosificación cautelosa y un cuidadoso control del tratamiento, cuando la anamnesis registre una predisposición a las reacciones alérgicas, así como en la edad avanzada.

Contraindicaciones

Absolutas: Úlcera gastroduodenal, leucopenia, diátesis hemorrágica, hipersensibilidad.

Relativas: Afecciones cardíacas, renales y hepáticas graves. Las insuficiencias claras de estos órganos excluyen el tratamiento con este preparado. Alergia medicamentosa.

Posología

Adultos: 4-6 cápsulas/día o bien 2-3 supositorios/día

Niños (mayores de un año): 1-3 supost. infantiles/día

Las dosis de mantenimiento serán aproximadamente la mitad de las iniciales.

Incompatibilidades

La medicación debe efectuarse bajo vigilancia médica. El preparado puede prolongar la duración del efecto de otros medicamentos o intensificar su acción, cosa que debe tenerse especialmente en cuenta, cuando se administran simultáneamente anticoagulantes por vía oral, heparina o antidiabéticos orales. La dosificación se ajustará en tales casos según el tiempo de protrombina o la glucemia.

Presentaciones

Envase con 30 cápsulas, 140'— ptas.

Envase con 10 supositorios para adultos, 107'— ptas.

Envase con 10 supositorios para niños, 82'— ptas.

Más información en folleto especial

GEIGY División Farmacéutica.
Apartado 1628. Barcelona