

## **CRIOTERAPIA**

M.T. Delgado Macías

### **CONCEPTO**

Entre los agentes y medios físicos que forman parte de la medicina física terapéutica o fisioterapia, se encuentra la energía térmica, la cual, si bien tiene sus máximas aplicaciones en el calor, también - desde muy antiguo- ha utilizado el frío como agente terapéutico.

Podemos definir la crioterapia como el conjunto de procedimientos que utilizan el frío en la terapéutica médica; emplea muy diversos sistemas y tiene como objetivo la reducción de la temperatura del organismo, ya que esta reducción lleva consigo una serie de efectos fisiológicos beneficiosos y de gran interés en diversas patologías.

La crioterapia forma parte de las terapéuticas pasivas, es decir, de las que no requieren la participación del paciente y en las que, por ese motivo, hay que ser muy cautos en su aplicación, a fin de evitar posibles abusos y efectos secundarios.

Los sistemas de aplicación del frío como agente terapéutico han ido evolucionando a lo largo de la historia; en un principio se limitaban a la utilización del agua fría, de la nieve o del hielo. A mediados del siglo pasado fueron descubriéndose agentes refrigerantes, como el bromuro de etilo, el cloruro de etilo y el sulfuro de carbono. Hoy se dispone de sistemas de mayor eficacia en la producción de una máxima disminución de temperatura en el área que hay que tratar en un tiempo breve; son los siguientes: paquetes fríos (cold-packs), bolsas de hielo, bloques o cubos de hielo (con los que se practica masaje sobre la zona que hay que tratar), toallas o paños humedecidos e impregnados en hielo triturado, baños fríos y aerosoles refrigerantes por vaporización, etc.

El grado de enfriamiento conseguido dependerá del medio utilizado, del tiempo durante el cual se ha aplicado, de la temperatura inicial, de la técnica empleada, de la localización de la zona concreta en la que se busca el efecto terapéutico y de otros factores individuales.

### **PRINCIPIOS BIOFÍSICOS DE APLICACIÓN**

Las medios que se emplean en crioterapia pueden producir su efecto refrigerante por tres fenómenos físicos bien distintos: conducción, convección y evaporación.

Cuando el medio empleado se pone en contacto directo con la zona que hay que tratar, la transferencia de energía se produce por conducción; esto sucede cuando se utilizan bolsas de hielo, cubos o bloques de hielo y toallas humedecidas y refrigeradas. En estos casos la transferencia de calor se produce por interacción directa de las moléculas del área caliente con las del área fría.

La magnitud del cambio de temperatura y las modificaciones biofísicas secundarias a éste van a depender de una serie de factores, a los que nos hemos referido anteriormente y entre los que destacamos:

a) La diferencia de temperatura entre el objeto frío y los tejidos.

Cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre el objeto aplicado y el tejido sobre el que actúa, mayores serán los cambios o resultados obtenidos.

b) El tiempo de exposición.

La temperatura de la piel en contacto con el agente disminuye en un tiempo muy breve; se necesitan exposiciones más prolongadas para obtener buenos resultados en la refrigeración de tejidos más profundos (subcutáneo y músculos).

c) La conductividad térmica del área sobre la que actúa el agente refrigerante.

No todos los tejidos tienen la misma capacidad para conducir o transmitir el calor; la medida de esta capacidad se conoce como conductividad térmica. Dado que la conductividad térmica está relacionada con el contenido en agua de los tejidos y que los músculos tienen un contenido en agua superior al del tejido graso, se deduce que se alcanza más fácilmente una disminución de temperatura en las regiones orgánicas recubiertas por escasa grasa subcutánea, que en aquellas en que ésta es abundante.

d) El tipo de agente utilizado.

En el grado de enfriamiento conseguido influye, por último, la forma de aplicación del agente; así, se consiguen mayores efectos en el mismo tiempo con bolsas de hielo que con paños fríos o con paquetes de geles congelados; ello es debido a la energía necesaria para deshacer el hielo y transformarlo en agua, antes de que se eleve su temperatura.

Las diferentes modalidades crioterápicas que utilizan el agua como medio basan su enfriamiento en el mecanismo de convección térmica, simple o forzada, que se estudia en los capítulos dedicados a la hidroterapia.

El otro fenómeno físico, base de algunos medios crioterápicos, es la vaporización. Esta forma de transferencia de energía se produce mediante la utilización de líquidos volátiles fríos (refrigerantes), que se introducen en recipientes estancos bajo presión y que se emiten en finos aerosoles, cuando los recipientes que los contienen se invierten.

La vaporización se produce con la salida del líquido fuera del recipiente que lo contiene. El vapor frío en contacto con la piel extrae calor; así se ejerce el efecto buscado, que se observa principalmente en la piel. Son insignificantes los cambios de temperatura que se producen tanto en músculos como en el tejido celular subcutáneo.

La extensión del área tratada y la sensibilidad individual al frío son otros factores que hay que tener en cuenta a la hora de analizar el grado de enfriamiento conseguido.

## **EFFECTOS FISIOLÓGICOS**

Los efectos que se persiguen en medicina física con la crioterapia son, básicamente:

— Disminución de la temperatura y metabolismo tisular.

- Disminución del flujo sanguíneo.
- Disminución de la inflamación y el edema.
- Disminución del dolor y el espasmo muscular.

Como efectos fisiológicos, base de sus aplicaciones terapéuticas, vamos a referirnos —por su importancia— a los que se producen sobre el sistema circulatorio, a los que afectan a los nervios periféricos, a los que modifican la fuerza muscular o el músculo espástico, y a aquellos que influyen sobre las reacciones fisiológicas que acompañan a los traumatismos.

### **1. Efectos sobre los vasos sanguíneos**

La reacción inmediata a la aplicación de frío en el organismo es un descenso de temperatura con modificaciones circulatorias, que, en aplicaciones de corta duración, producirán una vasoconstricción de arterias y venas, máxima en el área directamente tratada.

Esta vasoconstricción se produce tanto por la acción directa del frío sobre la musculatura lisa de los vasos, como por su acción indirecta, ya que al actuar sobre las terminaciones nerviosas cutáneas da lugar a una excitación refleja de las fibras adrenérgicas; éstas, al aumentar su actividad, contribuyen a la vasoconstricción.

La vasoconstricción así producida conduce a una reducción del flujo sanguíneo en el área tratada. Como consecuencia de ello, también se reduce la extravasación del fluido dentro del intersticio.

A la reducción del flujo sanguíneo contribuirá también el aumento de la viscosidad sanguínea.

Cuando la aplicación del estímulo frío excede los 15 minutos, es decir, en aplicaciones prolongadas, a la vasoconstricción inmediata sucede un fenómeno cíclico de vasodilatación, seguido nuevamente de vasoconstricción. Esta respuesta o reacción al mantenimiento de la reducción de temperatura durante largo tiempo se conoce con el nombre de *hunting reaction* o respuesta oscilante, y fue descrita por Clarke y Lewis. Estos autores explicaron el incremento del flujo sanguíneo como un esfuerzo del organismo para mantener la temperatura en el nivel adecuado, a fin de prevenir el daño tisular. Afirmaron que la dilatación de los vasos que produce el incremento del flujo sanguíneo a temperaturas bajas ocurre principalmente en el músculo, y es independiente de la presión sanguínea y de otros factores. La vasodilatación está mediada por nervios somáticos y, posiblemente, se produce por medio de un reflejo axónico.

La respuesta oscilante tiene lugar también cuando la temperatura alcanzada es menor de 10<sup>0</sup>C. Algunos investigadores piensan que, además de la activación de un mecanismo reflejo, el enfriamiento por debajo de los 10<sup>0</sup>C puede inhibir la actividad miogénica de la musculatura lisa o reducir la sensibilidad de los vasos sanguíneos a las catecolaminas, que causa la vasodilatación.

Actualmente, la existencia de una «vasodilatación por frío» se encuentra muy cuestionada. Existen datos, cada vez más firmes, que apuntan a que esta vasodilatación —si ocurre— sólo se

presenta al final de aplicaciones muy prolongadas y su efecto en el flujo sanguíneo es muy reducido.

## **2. Efectos sobre los nervios periféricos**

La aplicación del frío produce una disminución del dolor en el área tratada, que puede deberse tanto a la acción directa sobre las terminaciones nerviosas sensoriales y sobre las fibras y receptores del dolor, como a factores indirectos, como la reducción de la tumefacción y del espasmo muscular que acompañan a la zona lesionada.

El frío produce una disminución de la velocidad de conducción de los nervios periféricos y una reducción o bloqueo de su actividad sináptica: de ahí su efecto analgésico. Las fibras nerviosas varían en su sensibilidad al frío según su diámetro y su grado de mielinización. Se ha demostrado que las más sensibles son las mielinizadas y de pequeño diámetro, ya que las amielínicas necesitan temperaturas más bajas para ser bloqueadas.

También se ha demostrado que el frío actúa, en ocasiones, como contrairritante con poder antiflogisto en afecciones crónicas. Esto sucede, por ejemplo, en la artritis reumatoide, por los efectos inhibitorios del frío sobre las enzimas destructoras dentro de la articulación.

## **3. Efectos sobre la fuerza muscular**

La influencia del frío en la actividad muscular se debe, por una parte, a su acción sobre el proceso contráctil y, por otra, al efecto de la temperatura sobre la transmisión neuromuscular.

Se ha comprobado experimental y clínicamente que algunos músculos son muy termodependientes, mientras que otros apenas lo son.

La función muscular parece mejorar en las horas siguientes al enfriamiento, sobre todo cuando los estímulos fríos han sido de corta duración, lo que se achaca a la mejoría en su circulación.

Cuando la duración de la exposición al frío se alarga, puede esperarse que la temperatura del nervio disminuya. Así se reduce la potencia muscular, debido probablemente a una reducción del flujo sanguíneo.

La capacidad para sostener una contracción muscular máxima depende de la temperatura y ha resultado ser máxima a los 27 °C. Por encima de esta temperatura, el incremento del metabolismo celular provoca un comienzo de fatiga, y por debajo, intervienen también ciertos mecanismos, como es el incremento de la viscosidad, que impiden la buena realización de los ejercicios.

A pesar de ser un tema controvertido, parece existir acuerdo en que las aplicaciones de frío poco duraderas pueden ensalzar la función muscular durante un programa terapéutico y que, por tanto, la medida de la fuerza muscular deberá realizarse antes de la aplicación de frío al músculo, y no transcurridas unas horas tras su enfriamiento.

La rigidez articular (de origen mecánico) aumenta con el enfriamiento, debido al aumento en la viscosidad del líquido sinovial y de los tejidos conectivos articulares y periarticulares.

#### **4. Efectos neuromusculares**

La crioterapia puede reducir temporalmente la espasticidad, ya que disminuye la amplitud de los reflejos tendinosos profundos y la frecuencia del clonus, y puede mejorar la capacidad del paciente para participar en un programa de terapia.

La disminución de la espasticidad puede deberse, en parte, a la reducción que el frío produce del dolor y, en parte, a que da lugar a una disminución en las descargas de las fibras musculares aferentes.

El frío facilita la actividad de las motoneuronas alfa y disminuye la de las gamma. Es una herramienta de gran utilidad en los pacientes con lesiones de las motoneuronas piramidales, aunque la base fisiológica de este efecto no esté totalmente esclarecida.

Las aplicaciones frías producen una disminución de algunos reflejos, como el patelar, mientras que a ciertos niveles de enfriamiento se produce un aumento de algunos reflejos mono y polisinápticos. Al parecer, la sensibilidad propioceptiva no se modifica con aplicaciones de breve duración.

#### **5. Efectos en el síndrome postraumático**

Ante un trauma agudo, se sucede una serie de reacciones fisiológicas, que aumentan el metabolismo celular y dan lugar a un incremento de la temperatura en la lesión.

Con el aumento del metabolismo celular, se produce un fenómeno de vasodilatación que aumenta consecuentemente la presión hidrostática capilar. Como respuesta a la agresión, se produce asimismo rotura de capilares y las células reaccionan segregando sustancias histamínicas, lo que -en definitiva- conduce a la formación en la zona lesional del hematoma característico; de este modo aumenta la presión local y el dolor.

Si, por otra parte, se interrumpe o enlentece el flujo sanguíneo, tiene lugar el paso de líquido seroso a la zona lesionada, lo que origina un edema.

La lesión inicial produce también dolor, por su acción directa sobre las terminaciones nerviosas. Si la lesión afecta al músculo o tejidos vecinos, se genera un espasmo por la contracción involuntaria y mantenida, subsecuente al reflejo del dolor. Se establece un círculo vicioso dolor-espasmo muscular-dolor.

El frío puede utilizarse como terapéutica en estados postraumáticos agudos, ya que actúa sobre la secuencia de reacciones fisiopatológicas expuestas.

En efecto, el frío aplicado sobre la zona traumatizada produce vasoconstricción arteriolar, lo que reduce el aflujo sanguíneo y si se aplica en el momento inicial de la lesión, puede reducir la formación del hematoma. Disminuyen, asimismo, las demandas metabólicas y la respuesta química del área afectada. El frío hace que disminuya la pérdida calórica y el metabolismo celular, con lo que decrece la liberación de agentes vasoactivos (como la histamina) y, por con-

siguiente, la permeabilidad capilar y la reacción inflamatoria local. La menor permeabilidad capilar hace que disminuya también el infiltrado de líquido seroso en la zona lesionada, lo que limita la formación de edema y disminuye la presión local, por lo que alivia el dolor.

La disminución del metabolismo celular conduce a una reducción en el riesgo de hipoxia secundaria en los tejidos sanos adyacentes a la zona lesionada. De esta forma, además de preservar la integridad de estos tejidos, se contribuye a disminuir la producción de edema.

En la práctica, los efectos sobre la hemorragia son menos evidentes, ya que, por muy precoz que se haga la aplicación, normalmente ya han transcurrido algunos minutos desde la producción de la lesión; tiempo suficiente para que tenga lugar el proceso hemostático fisiológico.

El enfriamiento produce, asimismo, una disminución del espasmo muscular, efecto que se explica por la interacción de una serie de factores en la disminución del dolor, ya mencionada, y en la disminución de la sensibilidad de las fibras aferentes musculares excitadas.

Aunque todavía existen controversias sobre los efectos terapéuticos del frío, donde existe unanimidad es en considerar el frío como un agente terapéutico de gran utilidad en los enfermos traumatizados, sobre todo en aplicaciones de corta duración y llevadas a cabo en fases tempranas tras la agresión, ya que disminuye los fenómenos edematosos e inflamatorios postraumáticos. Estos efectos se potencian si unimos, a la aplicación del frío, el reposo, la compresión, la elevación y la estabilización de la zona lesionada.

Tanto la compresión como la elevación del miembro o zona lesionada contribuyen, con el frío, a disminuir la formación de edema, el dolor y el espasmo muscular. Uno de los factores más importantes para el éxito terapéutico radica en la aplicación de estas medidas lo antes posible. En este sentido, es fundamental que el frío se aplique inmediatamente después de producido el traumatismo (en los 5-10 minutos siguientes). La eficacia es mucho menor si el enfriamiento se realiza transcurridas de 8 a 24 horas.

## **FORMAS DE APLICACIÓN**

Trabajos experimentales y clínicos han demostrado que puede conseguirse una disminución de la temperatura en estructuras como músculos, terminaciones nerviosas e incluso articulaciones, mediante aplicaciones sobre la superficie de la piel de agentes refrigerantes.

Se dispone, en la actualidad, de multitud de métodos que persiguen estos objetivos. Los más utilizados son aquellos que se basan en el empleo de hielo y agua.

Excluyendo las aplicaciones hidroterápicas frías, que se tratan en otro tema, las formas más frecuentes de crioterapia en medicina física incluyen:

- Bolsas de hielo.
- Bolsas de gel (cold-packs).

- Bolsas frías químicas.
- Toallas o compresas frías.
- Criomasaaje.
- Vaporizadores fríos.
- Otros métodos (máquinas enfriadoras, manguitos enfriadores, etc.).

El resultado de la utilización de cualquiera de estos métodos es una caída casi instantánea de la temperatura de la piel, acompañada de una disminución casi tan rápida de la temperatura subcutánea superficial y de una, generalmente, más lenta reducción de la temperatura muscular; esta lentitud dependerá en gran medida del espesor de la grasa subcutánea que recubre la piel y del método de enfriamiento utilizado.

El enfriamiento conseguido dependerá de:

- El agente utilizado.
- La duración de la aplicación.
- El espesor de grasa subcutánea que recubre el área que hay que tratar.
- La temperatura relativa de esta área.

La elección del método dependerá, asimismo, de:

- Su disponibilidad o accesibilidad.
- La forma de la zona que hay que tratar y de su superficie.
- El tamaño de la zona.

Así, para el tratamiento de áreas pequeñas, como un tendón o un pequeño músculo abdominal, será el masaje con hielo la forma más efectiva; si se trata, sin embargo, del tratamiento de una extremidad, su inmersión en un baño frío será la mejor forma de cubrirla por completo; si lo que pretendemos es el tratamiento de una articulación, bolsas de hielo o compresas húmedas y frías que se adapten a la articulación serán el método de elección.

El frío, como todos los agentes que se utilizan en terapia, no está exento de riesgos. Por ello, para su correcta aplicación, es necesario conocer a fondo el método de aplicación del agente refrigerante que estemos utilizando, las sensaciones que notará el enfermo durante su aplicación, las reacciones esperadas y aquellas que pueden producirse de forma inesperada y que, por su anormalidad, obligarán —en ocasiones— a la interrupción del tratamiento.

A fin de evitar estas reacciones anómalas, deberá efectuarse un test de hipersensibilidad en una pequeña zona cutánea antes del comienzo del tratamiento. Uno de los métodos más simples consiste en realizar un masaje con un cubito de hielo durante 3 minutos. Tras la aplicación del

masaje, a los 5 minutos aparece un eritema en la zona, que dura otros 5 minutos, para volver la piel a la normalidad. En caso de positividad, el eritema es reemplazado por una pápula que cubre la zona de aplicación.

Por último, y antes de referirnos de forma individualizada a los diferentes métodos de crioterapia, queremos resaltar la importancia que tiene la interpretación de los efectos producidos por ésta, ya que en ocasiones pueden enmascarar síntomas padecidos por el paciente y darle una falsa sensación de seguridad, que, probablemente, contribuirá a agravar el problema.

En efecto, dado que la aplicación de agentes refrigerantes va seguida, en ocasiones, de un programa de cinesiterapia, puede ocurrir que la analgesia producida por el frío enmascare el dolor provocado por el ejercicio y haga que el enfermo presente esa falsa sensación de seguridad a la que antes nos referíamos, sin que el problema de base se haya solucionado.

Antes de cualquier aplicación crioterápica, es necesario conocer cuáles son las etapas de sensaciones por las que pasa el paciente. Básicamente, la sucesión de sensaciones es:

1. Frío.
2. Dolor profundo.
3. Sensación de pinchazos (parestesia) y quemazón.
4. Entumecimiento.

Con algunos métodos (p. ej., baños helados), al retirar la aplicación suele experimentarse una sensación de dolorimiento pulsante, a veces con sensación de calor.

A continuación se describen las formas de aplicación más utilizadas.

### **1. Bolsas de hielo**

A parte de ser un método barato, diferentes estudios han demostrado que, con esta modalidad, se obtiene un enfriamiento de mayor intensidad y duración en tejidos profundos que el alcanzado con las bolsas de gel congelado.

Las bolsas de hielo se preparan introduciendo en una bolsa de plástico hielo machacado. El tamaño de la bolsa estará en consonancia con el de la zona de aplicación. Se disponen en contacto directo con la piel, fijándose mediante toallas, almohadillas o vendas elásticas, de forma que toda la bolsa y las zonas adyacentes queden cubiertas.

Se recomienda una duración del tratamiento mínima de 20 minutos. Para obtener un enfriamiento adecuado en tejidos profundos, ha de mantenerse durante 30 o incluso 40 minutos, en zonas con abundante tejido subcutáneo o grandes masas musculares.

Para el tratamiento inmediato de lesiones agudas, la crioterapia debe acompañarse de compresión firme, no excesiva, y elevación de la zona o segmento lesionado. La bolsa de hielo se aplica cada 2-3 horas. Durante los períodos en los que se retira la bolsa, debe colocarse el

vendaje elástico y debe mantenerse la elevación. Durante el descanso nocturno, se mantiene la compresión. Esta aplicación intermitente de frío, como norma general, se realiza durante las primeras 12-24 horas a partir de la producción del traumatismo.

## **2. Bolsas o paquetes fríos (cold-packs)**

Existe una gran variedad de estos dispositivos, que tienen en común el hecho de ser adaptables a la zona que va a ser tratada.

Unos combinan hielo prensado con alcohol isopropílico, en porcentaje de dos partes de hielo por una de alcohol, o una mezcla de agua y glicerina; esta mezcla va introducida en una bolsa de plástico, preferiblemente doble, para su posterior aplicación. La configuración de estas bolsas hace que sean de utilidad para aplicaciones sobre zonas irregulares, como el hombro.

Existen otros paquetes comercializados, que contienen productos de consistencia gelatinosa envueltos en vinilo, disponibles en una gran variedad de tamaños y formas, para contornear el área objeto de tratamiento. Algunos de ellos sirven tanto para crioterapia como para aplicaciones de termoterapia superficial (heat-cold-packs). Estos dispositivos se almacenan en una unidad de refrigeración especial o en un congelador a una temperatura de  $-5^{\circ}\text{C}$ , durante 2 horas, como mínimo, antes de su uso. Dada su baja temperatura, será necesaria la colocación de un paño húmedo entre la piel y el dispositivo, a fin de asegurar que la temperatura de contacto permanece cerca de los  $0^{\circ}\text{C}$  y evitar el enfriamiento demasiado rápido de la superficie tisular. Se recomienda no realizar aplicaciones continuadas superiores a los 20 minutos. Estas bolsas poseen una menor capacidad refrigerante en profundidad que las bolsas de hielo.

Las bolsas de «frío químico» producen enfriamiento mediante una reacción química endotérmica, que se activa por compresión o golpeando contra una superficie dura. Son, generalmente de un solo uso y es necesario tener en cuenta que la reacción química que se produce dentro de estos paquetes puede causar quemaduras de la piel, si se agrietan y su contenido se derrama. Por otra parte, su rendimiento térmico en profundidad es bajo.

## **3. Toallas o compresas frías**

Si introducimos toallas o paños gruesos en un recipiente que contenga hielo picado y agua, los extraemos y escurrimos fuera el exceso de humedad, podemos conseguir una forma de crioterapia que puede abarcar áreas extensas.

Si las toallas tienen rizo, las introducimos en el recipiente anterior y las sacudimos ligeramente, las partículas de hielo se adherirán a la toalla; ésta conservará así su baja temperatura, para ser aplicada sobre la superficie articular o zona que hay que tratar. El enfriamiento alcanzado con éste método será bastante superficial y, por otra parte, será necesario cambiar la toalla cada 4 o 5 minutos, ya que su calentamiento se produce rápidamente.

## **4. Masaje con hielo (criomosaie)**

Esta técnica, también de gran simplicidad, utiliza bloques de hielo a los que se les dan formas de fácil manipulación, como polos de helado o «chupachups», que se frotran sobre la superficie que va a ser tratada con un lento y, en ocasiones, enérgico movimiento.

Se emplea principalmente cuando las áreas en las que se prescribe crioterapia son pequeñas. Con esta técnica la temperatura alcanzada no deberá ser menor de 15 °C. Una de sus indicaciones más frecuentes es la obtención de analgesia antes de proceder a realizar un estiramiento musculotendinoso (criostiramiento).

La aplicación se realiza mediante pases circulares o longitudinales cubriendo la mitad del previo. Normalmente, una vez que la piel se hace insensible al tacto fino la aplicación finaliza; generalmente este efecto se obtiene a los 7-10 minutos, según el tamaño de la zona.

Aunque el riesgo de efectos secundarios es mínimo en este caso, se pondrá especial atención en la duración de las fases que siguen a su aplicación: frío intenso, quemazón, dolor y analgesia. Si la piel adquiere un color blanco o azulado, se interrumpirá el tratamiento, ya que probablemente nos encontremos ante una técnica incorrectamente aplicada (puede estar abarcando un área excesivamente extensa) o ante una reacción de hipersensibilidad.

Los fines que, sobre todo, persigue esta técnica son la analgesia, para lo cual se aplica sobre pequeñas zonas, como tendones, músculos y puntos dolorosos, o la facilitación de la actividad muscular, en cuyo caso se aplica enérgica y brevemente sobre la piel, el dermatoma, la raíz nerviosa correspondiente o el músculo en cuestión.

## **5. Aerosoles refrigerantes**

También pueden producirse enfriamientos mediante líquidos volátiles, que, embotellados a presión, se emiten en forma de ráfagas finas cuando la botella se invierte. Se pulverizan directamente sobre la zona que hay que tratar. La reducción de la temperatura que producen es de corta duración y el líquido utilizado no debe ser ni tóxico ni inflamable.

Originariamente se utilizaban los de cloruro de etilo, anestésico tópico empleado sobre todo para el tratamiento de los puntos gatillo musculares, pero ha sido prácticamente reemplazado por ser volátil, inflamable y presentar un peligro no despreciable de producir congelación. Actualmente, los más empleados son los de cloro-fluoro-metano, mezcla de diclorofluormetano al 15% y tricloromonofluormetano al 85%. No son inflamables y presentan menor riesgo de producir congelación, al no dar lugar a un descenso tan elevado de la temperatura.

El enfriamiento por estos métodos es superficial, por lo que no resultan adecuados cuando el objetivo es enfriar tejidos profundos. Son sus indicaciones principales el tratamiento de los puntos gatillo y de los músculos contracturados, ya que intentan su estiramiento.

La aplicación se realizará siguiendo el trayecto de las fibras musculares, desde su parte proximal a la distal, cubriendo todo el músculo, en el caso en que tratemos contracturas, o en los puntos gatillo, siguiendo una dirección paralela a lo largo del músculo e insistiendo sobre el punto doloroso y hacia la zona de dolor referido.

Durante la aplicación se mantiene el recipiente a 30 o 45 cm de la superficie que hay que tratar, permitiendo que el chorro incida en la piel en ángulo agudo a una velocidad aproximada de 10 cm por segundo. Normalmente sólo son necesarios tres o cuatro barridos en una sola dirección. El estiramiento de la zona suele combinarse con la aplicación, y debe iniciarse conforme se inicia la pulverización.

Será necesario tener precauciones sobre los posibles fenómenos de congelación. Es preciso proteger al paciente de la posible inhalación de estos vapores, así como sus ojos, en el caso en que la aplicación se realice cerca de ellos.

## **6. Otros métodos**

En estos métodos se incluyen diferentes medios mecánicos (máquinas enfriadoras); aunque existen varios en el mercado, básicamente consisten en un depósito que contiene agua, hielo u otro líquido refrigerante, el cual circula en el interior de unas almohadillas que se aplican sobre la zona.

## **INDICACIONES**

La aplicación del frío en las distintas afecciones se basa en los efectos fisiológicos que produce. Así, será de gran utilidad, entre otros, en:

1. Cuadros postraumáticos agudos.
2. Afecciones que cursan con espasticidad.
3. Quemaduras.
4. Afecciones que cursan con dolor y prurito.
5. Procesos inflamatorios.

Los traumatismos, ya sean musculoesqueléticos agudos como posquirúrgicos ortopédicos, se beneficiarán de la crioterapia, ya que disminuye la tumefacción, la infiltración de líquido dentro del intersticio, el hematoma, el dolor y la hipoxia secundaria en los tejidos sanos adyacentes. Junto a la compresión y elevación de la zona afectada, obtendrá, por lo general, muy buenos resultados.

La aplicación deberá realizarse tras el traumatismo, lo más precozmente posible, y su duración y el grado de enfriamiento alcanzado en profundidad serán importantes para el resultado obtenido.

Una técnica también utilizada en estos casos es la criocinesiterapia o criocinética, que combina la aplicación de frío y la realización de ejercicios musculares. En primer lugar, se aplica el frío, que al producir analgesia y reducir el espasmo muscular facilitará la realización de los ejercicios prescritos.

La criocinética, especialmente utilizada en medicina del deporte, se inicia hacia el año 1964 y su objetivo básico es obtener una relativa anestesia de la zona, de forma que pueda comenzarse la movilización precozmente y pueda obtenerse un rápido retorno a una funcionalidad normal de la zona afectada.

Aunque existen diferentes protocolos, habitualmente la crioterapia suele aplicarse durante alrededor de 20 minutos; el entumecimiento persiste durante minutos, momento en que vuelve a

aplicarse frío durante otros 5 minutos, hasta obtener de nuevo el grado de anestesia. Esta secuencia suele repetirse 5 veces. Los ejercicios se realizan durante los períodos de entumecimiento; son progresivos e indoloros.

Las afecciones que cursan con espasticidad pueden también beneficiarse de la crioterapia como tratamiento adyuvante, ya que reduce temporalmente la hipertonía, por lo que permite la realización de determinados movimientos y actividades.

Es de esperar que el frío, aplicado sobre el músculo hipertónico durante 10-30 minutos, ejerza su efecto durante un tiempo de 60-90 minutos, durante el cual, ya con la espasticidad reducida, podrán realizarse con mayor facilidad los ejercicios que estén indicados,

La complejidad del mecanismo neural subyacente a la espasticidad explica, para algunos autores, que cada paciente presente una respuesta impredecible a la aplicación de agentes refrigerantes. Aunque la mayor parte de los casos de pacientes hemipléjicos que sufren hipertonía e hiperreflexia mejoran su función mediante la aplicación de frío, existen otros casos en que su espasticidad no responde y, en contadas ocasiones, incluso aumenta.

El frío aplicado tan pronto como sea posible tras producirse la agresión ha demostrado ser de utilidad en las quemaduras leves y superficiales, ya que reduce el dolor, la extensión de la zona eritematosa y las formaciones ampollosas que suelen producirse.

Estudios experimentales en animales han llevado a la conclusión de que el frío inhibe el desarrollo de las quemaduras inducidas, reduce su gravedad y disminuye el tiempo de curación. Es condición indispensable para la obtención de buenos resultados que la aplicación se realice precozmente y serán mejores aún si la quemadura es de escasa entidad.

Según hemos comentado anteriormente, el frío disminuye el umbral del dolor al actuar de forma directa sobre los receptores y fibras que lo conducen, y de forma indirecta, al reducir la tumefacción dolorosa que acompaña al trauma y producir también una reducción en los espasmos musculares y en la espasticidad

En relación al prurito, también es eficaz y, comparado con otros agentes físicos (como el calor), ha demostrado ser de mayor utilidad. Parece ser que el frío actúa directamente en los receptores sensoriales mediatizando el prurito. Ha resultado ser eficaz en dermatitis atópica y otras afecciones en las que el prurito está presente.

Los efectos vasoconstrictores del frío —de los que se deriva la disminución de la tumefacción, así como el hecho de que las enzimas destructoras en ciertos procesos inflamatorios son más activas a altas temperaturas— hacen que el frío sea un agente terapéutico eficaz en los procesos inflamatorios agudos, como bursitis, artritis, tendinitis, reumatismos en brote, etc., ya que retrasa las reacciones inflamatorias en cuanto a su toxicidad y extensión, y alivia su sintomatología.

## **RIESGOS Y PRECAUCIONES EN SU APLICACIÓN**

El aumento de la resistencia vascular periférica a la que conduce la vasoconstricción causada por el frío, origina un incremento transitorio de la presión arterial, lo que es necesario tener en cuenta a la hora de programar esta terapéutica en enfermos hipertensos. Si se decidiera el tratamiento, los pacientes hipertensos deberían ser monitorizados durante su aplicación; si se apreciara una elevación de la tensión arterial, éste debería interrumpirse.

- Puesto que algunas de las respuestas circulatorias son mediadas por el sistema nervioso simpático, los efectos terapéuticos esperados por la aplicación del frío pueden no producirse en los pacientes que presenten disfunciones vegetativas.

La evaluación de la fuerza muscular de un paciente no deberá realizarse tras la aplicación de crioterapia, ya que podría enmascarse la realidad por los cambios temporales que esta terapéutica produce en el músculo.

- Hemos de tener en cuenta, asimismo, que la reducción de la temperatura producida por el frío puede afectar al tejido colágeno: puede incrementarse su viscosidad y, por tanto, la rigidez articular.

- Puesto que el proceso de curación de las heridas puede impedirse cuando estén sometidas a bajas temperaturas, será prudente evitar durante un tiempo la aplicación de frío intenso directamente sobre las heridas.

- Hay que evitar la aplicación prolongada de frío sobre áreas en las que las formaciones nerviosas se encuentran situadas muy superficialmente. por el posible problema neural, ya que se han descrito casos de neuropraxia o axonotmesis.

- Hemos de citar también como riesgos en crioterapia, aunque sean de infrecuente aparición, la producción de quemaduras por hielo en aplicaciones excesivas en tiempo o en temperatura conseguida o en casos que suponen una predisposición a estos peligros, como sucede en trastornos que cursan con una disminución de la sensibilidad cutánea.

- Otros riesgos, aún de más infrecuente aparición, son la necrosis grasa y los fenómenos de congelación, efectos de gran improbabilidad en la práctica habitual, cuando los métodos utilizados son los anteriormente descritos. Al menos en este último caso, son efectos que revestirían, en caso de aparición, escasa gravedad.

- La sobrexposición al frío, al producir un importante aumento de la permeabilidad capilar puede conducir a un aumento de la viscosidad sanguínea en los capilares y a la producción de masas oclusivas en éstos.

Por último, hemos de referirnos a la aversión al frío que presentan algunas personas, lo que las lleva a no tolerar este agente térmico; en ellas será necesario sustituir la crioterapia por otra herramienta terapéutica.

## CONTRAINDICACIONES

Además de tener en cuenta los riesgos derivados de la aplicación de frío y las precauciones necesarias en su utilización, podemos considerar como contraindicaciones de esta terapéutica:

- Los trastornos vasculares periféricos.
- Las afecciones que cursan con vasospasmos.
- La arteriosclerosis.
- La hipersensibilidad al frío.
- El frío no debe aplicarse en áreas cuya circulación, principalmente arterial, esté afectada, ya que los efectos de vasoconstricción por él producidos pueden agravar la situación de la zona ya deprimida nutricionalmente.
- Por razones similares, las enfermedades que cursan con vasospasmo, como es la enfermedad de Raynaud, constituyen también contraindicación absoluta de esta terapéutica.
- Las alteraciones de la luz vascular que acompañan a la arteriosclerosis pueden agravarse, asimismo, por los efectos vasoconstrictores producidos por el frío.
- Un gran capítulo de contraindicaciones está constituido por todos aquellos síndromes que cursan con hipersensibilidad al frío, entre los que se encuentran:
  - a) La urticaria al frío, resultante de la liberación de histamina o sustancias afines por parte de las células cebadas, lo que incrementa marcadamente la permeabilidad capilar. Se acompaña de síntomas locales (eritema, prurito...) y, en casos graves, de síntomas generales; puede llegar al choque anafiláctico y al shock.
  - b) La crioglobulinemia resultado de la presencia de crioglobulinas en sangre, proteínas anormales que pueden precipitar a bajas temperaturas y ocasionar el bloqueo de los vasos. Puede asociarse, entre otros, a artritis reumatoide, lupus eritematoso, mieloma múltiple y leucemias.
- La intolerancia al frío, que puede aparecer en algunos tipos de alteraciones reumáticas y puede manifestarse por medio de dolor intenso, entumecimiento y alteraciones cutáneas, como enrojecimiento, cianosis y manchas.
- Aquellas afecciones resultantes de la presencia de hemolisinas y aglutininas por el frío en sangre, que cursan con síntomas generales (malestar, escalofríos, fiebre), cutáneos (urticaria, acrocianosis, fenómeno de Raynaud) y renales (hemoglobinuria paroxística).
- Por último, hemos de citar la tromboangiítis obliterante como enfermedad en la que está contraindicada la aplicación de frío, ya que el 50% de los pacientes que la padecen presentan una sensibilidad aumentada al frío o un fenómeno de Raynaud.