

RADIACION INFRARROJA

F. Sendra Portelo y M. Martinez Morrillo

La radiación infrarroja (IR) es una radiación electromagnética cuya longitud de onda comprende desde los 760-780 nm, limitando con el color rojo en la zona visible del espectro, hasta los 10.000 o 15.000 nm (según autores), limitando con las microondas.

Su descubrimiento se debe a W Herschel, quien en 1800 detectó en el espectro de la radiación solar un aumento importante de temperatura en la zona situada más allá del rojo, de la que no provenía ninguna luz visible. Posteriormente, Kírchhoff, Wien y Stephan estudiaron de forma experimental sus leyes y propiedades.

La Comisión Internacional de Iluminación o CIE (del francés: Commission International d'Éclairage) ha establecido tres bandas en el IR:

IRA: 780-1,400nm

IRB: 1.400-3.000 nm

IRC: 3.000-10.000 nm

Sin embargo, a efectos prácticos, según los efectos biológicos, suelen dividirse en IR distales (entre los 15.000 y 1.500 nm) e IR proximales (entre los 1.500 y los 760 nm).

Desde el punto de vista terapéutico, es una forma de calor radiante, que puede transmitirse sin necesidad de contacto con la piel. Produce un calor seco y superficial, entre 2 y 10 mm de profundidad.

PRODUCCIÓN DE RADIACIÓN INFRARROJA

Los IR se producen por los cuerpos calientes ya que se deben a cambios en los estados de energía de electrones orbitales en los átomos o en los estados vibracionales y rotacionales de los enlaces moleculares. Todos los objetos a temperatura superior al cero absoluto (-273°C) emiten radiación IR. La cantidad y la longitud de onda de la radiación emitida dependen de la temperatura y la composición del objeto considerado.

El sol es la principal fuente natural de radiación IR; constituye el 59% del espectro de emisión solar. Las fuentes artificiales de producción de IR son los emisores no luminosos (que emiten infrarrojos distales) y las lámparas o emisores luminosos (infrarrojos proximales).

Los emisores no luminosos consisten en resistencias eléctricas dispuestas, generalmente, en espiral, sobre una superficie refractaria cerámica o, menos frecuentemente, en forma de varillas o barras de resistencia rodeadas de una superficie reflectante. Estas fuentes emiten gran cantidad

de IR de onda larga, entre los 1500 y los 12.500 nm, aunque también emiten cierta cantidad de IR proximal (fig. 19.1). Su radiación alcanza, como mucho, una profundidad de 2-3 cm bajo la piel. Estos reflectores de IR alcanzan su máxima potencia tras unos minutos de su conexión.

Los emisores luminosos son lámparas especiales, constituidas por filamentos de tungsteno (en ocasiones, de carbono) dispuestos en una ampolla de cristal, que contiene un gas inerte a baja presión, con su reflector correspondiente para mejorar la direccionalidad del haz. Este filamento se calienta hasta temperaturas de 1.900 °C y emite gran cantidad de IR proximal (entre 760 y 1500 nm), además de abundante luz visible (fig. 19.1). Su radiación alcanza unos niveles de profundidad entre 5 y 10 mm bajo la piel.

Las lámparas se adquieren de forma aislada para montarlas en soportes de diversa índole (fig. 19.2). En ocasiones, se combinan con lámparas de ultravioleta, para aplicarlas en forma de baño de luz parcial o total. Son las denominadas lámparas solares (fig. 19.3). También suelen emplearse grupos de lámparas de IR para aplicar baños de IR exclusivamente.

PROPIEDADES FÍSICAS Y EFECTOS FISIOLÓGICOS

La atenuación de la radiación IR sigue una ley exponencial y tiene lugar en el primer centímetro de profundidad a partir de la piel. Dado que los fotones de mayor longitud de onda son menos energéticos, penetran menos en el tejido, así los IR distales se absorben casi en su totalidad en la primera décima parte de milímetro. Sólo el 6% alcanza 1 mm de profundidad. En cambio, el 30% de los IR proximales producidos por el sol o las lámparas de tungsteno alcanza el milímetro de profundidad (en el caso de lámparas de filamento de carbono, el 15%), y sólo el 1-2% llega a un centímetro.

La radiación IR constituye una forma de calentamiento por conversión; a medida que los fotones se absorben, van transformándose en calor al aumentar la agitación de las moléculas en los tejidos absorbentes. Dadas las características de absorción, se trata de un calor superficial, que es el principal responsable de los efectos sobre el organismo.

Los efectos fisiológicos de los IR pueden considerarse en el ámbito local o general. En parte, son superponibles a los de otras formas de calor superficial, con la diferencia de que se trata de una aplicación seca y sin contacto.

En el ámbito local, pueden considerarse los siguientes efectos:

1. Eritema de aparición inmediata a la irradiación. Se produce por una vasodilatación subcutánea, causada directamente por el aumento de la temperatura. Puede persistir entre 10 y 60 minutos.
2. Efecto antiinflamatorio, debido al mayor aporte de nutrientes y células defensivas, proporcionados por la hiperemia.

- 3 La acción del calor directamente sobre las células y la situación de hiperemia estimulan el trofismo celular y tisular. Por ello, los IR se han empleado desde antiguo para los trastornos de la cicatrización.
4. Aumento de la sudación, producido por el calor en la piel.
5. Sobre la musculatura estriada, producen relajación por efecto directo del calor y ejercen una acción anticontracturante. Además, aumentan la irrigación del músculo, lo que facilita la reposición del esfuerzo, mejora la deuda de oxígeno y favorece la reabsorción del ácido láctico. Tanto la relajación como la hiperemia muscular facilitan la preparación para el ejercicio. Por todos estos motivos, las aplicaciones de IR son especialmente útiles en traumatología y medicina deportiva.
6. Sobre la musculatura lisa, los IR producen, asimismo, relajación y actúan como antiespasmódicos.

Además de los efectos locales directos, hay que considerar efectos reflejos sobre otras zonas relacionadas metaméricamente, simétricas contralaterales (efecto consensual) o en profundidad (reflejo neurovegetativo o visceral).

En el ámbito general, el calentamiento de todo el organismo produce:

1. Vasodilatación superficial generalizada, que puede resultar beneficiosa en individuos hipertensos o perjudicial en hipotensos. En estos casos, puede provocar importantes caídas de tensión y lipotimias.
2. Sedación y relajación generalizada de todo el organismo, debido tanto a la acción del calor suave sobre todas las terminaciones nerviosas como a la relajación muscular sistémica.

TÉCNICAS DE APLICACIÓN, DOSIMETRÍA

Los equipos más comúnmente empleados son lámparas IR o emisores no luminosos, que se disponen solos o en grupo, en función de si el tratamiento es local o baño de IR (parcial o completo). En este caso, suele tratarse de varias lámparas (entre 4 y 9) de 60 W, dispuestas en un túnel reflector que cubre al paciente. Sea cual sea el tipo de emisor que hay que utilizar, los reflectores deberán estar limpios y brillantes, para aprovechar al máximo el rendimiento, y la conexión eléctrica debe tener toma de tierra, para evitar accidentes por derivación de la corriente.

En el caso de las fuentes no luminosas, debe tomarse la precaución de conectarlas entre 5 y 10 minutos antes del tratamiento, para el precalentamiento de la fuente. En la actualidad, es más frecuente el uso de lámparas incandescentes para la terapia con IR. Aunque la radiación IR proximal penetra algo más en profundidad, se ha descrito que la sensación subjetiva de incremento de la temperatura superficial no difiere entre un tipo u otro de emisores.

Según la potencia de la lámpara (150-1300 W), ésta se dispondrá a suficiente distancia de la piel, habitualmente entre 40 y 60 cm. Hay que tener en cuenta la ley del inverso del cuadrado de la

distancia para modificar la dosis y la ley de Bunsen-Roscoe para calcular el tiempo de exposición. De esta forma, a una distancia doble, la intensidad se reduce 1/4, por lo que el tiempo deberá aumentarse 4 veces para mantener la misma dosis.

La lámpara debe colocarse de forma que el haz incida perpendicularmente sobre la piel. Hay quien recomienda no ponerlas en la vertical del enfermo, para evitar accidentes en caso de caídas.

El paciente debe estar en una posición cómoda y relajada, ya que el tratamiento durará varios minutos. Deberá quitarse la ropa de la zona que hay que tratar, que estará desnuda y sin ningún tipo de cremas. En ocasiones, se aplicarán medicamentos localmente, antiinflamatorios, analgésicos, etc., para aprovechar la hiperemia y la dilatación de los poros que produce el calor; así se favorece la absorción del fármaco. En ningún caso se hará antes, sino después de la aplicación de IR, para evitar el posible sobre-calentamiento de la zona. Deben quitarse todos los elementos metálicos como joyas, etc., ya que el rápido calentamiento del metal puede producir quemaduras en la zona de contacto. Las zonas que no han de tratarse deben protegerse con toallas o compresas secas.

La duración del tratamiento debe oscilar entre 15 y 30 minutos (en ocasiones, incluso 60), en función de la intensidad utilizada y el efecto buscado. Es conveniente vigilar la piel durante el tratamiento, cada 5 minutos, especialmente en las primeras sesiones, ya que la sensibilidad al calor es diferente en cada persona. La piel presentará eritema moderado y sudación. Hay que atender cualquier sensación de calor excesivo y desagradable o la presencia de eritema exagerado, e interrumpir el tratamiento.

Las lámparas de IR tienen la ventaja, frente a otros sistemas de termoterapia superficial, de permitir observar la piel durante el tratamiento. Además, su bajo coste y facilidad de manejo hacen que sean consideradas aptas para tratamientos prolongados, que puedan realizarse en casa. En este caso, han de darse siempre las adecuadas instrucciones de manejo y seguridad, e insistir en la utilización del reloj para controlar los tiempos de tratamiento. En cualquier caso, está descrito que tienen menor probabilidad de producir quemaduras que otros tratamientos domésticos, como los hot-packs.

La unidad de medida de la intensidad de radiación IR se denomina pirón y equivale a $1 \text{ cal} \times \text{g}/\text{cm}^2/\text{min}$, equivalente a $69.7 \times 10^{-3} \text{ W}/\text{cm}^2$. En la práctica, suele emplearse la sensación subjetiva de calor como referencia; por ejemplo:

- Calor moderado ($\approx 0,5$ pirones): sensación de calor ligero y agradable.
- Calor intenso (≈ 1 pirón): sensación de calor intenso, no agradable, pero soportable.
- Calor intolerable ($\approx 1,5$ pirones): calor muy intenso, sensación de dolor, eritema intenso y sudación.

Así, el efecto analgésico puede obtenerse con un calor moderado durante un tiempo breve (10-15 min); el efecto antiinflamatorio puede obtenerse con una dosis media (entre 0,5 y 1 pirón) durante un tiempo más largo (alrededor de 30 min). Para los baños de IR, suele emplearse calor moderado durante más tiempo.

INDICACIONES

- Debido al efecto relajante y descontracturante sobre la musculatura estriada, junto al aumento del aporte sanguíneo, tal vez una de las indicaciones más comunes la constituyen los espasmos musculares producidos por patología osteoarticular subyacente. También se recomiendan en situaciones como artritis reumatoide, artrosis, cervicobraquialgias y lumbociáticas en las que se pretende mejorar el espasmo muscular secundario, sin calentar las articulaciones especialmente en las formas crónicas. Igualmente están indicados en el dolor muscular en estados de tensión o tras el esfuerzo deportivo.
- En la enfermedad oclusiva arterial periférica se han descrito tratamientos con baños de IR para mantener el flujo adecuado de sangre, con la precaución de no elevar excesivamente la temperatura, lo que podría aumentar la demanda metabólica y favorecer la gangrena. Estos tratamientos deben ser cuidadosamente controlados y debe vigilarse que no se produzca esta discrepancia circulatoria. Los signos de alarma son el dolor y, especialmente, la cianosis.
- En erosiones superficiales de la piel en zonas húmedas, como pliegues inguinales y glúteos, o en zona perineal se emplean aplicaciones muy suaves, con lámparas de 40W. El objetivo, además de aprovechar el efecto trófico y antiinflamatorio, es contribuir a secar la zona, pues la humedad de los pliegues dificulta la cicatrización de las erosiones.
- Por su efecto sedante y analgésico, la terapia IR está indicada en dolores irritativos, que no soporten el contacto con termóforos, como neuritis y neuralgias.
- El baño de IR tiene interés en problemas circulatorios que cursen con hipertensión, por el efecto vasodilatador, y en el estrés, por su efecto sedante y relajante.
- En medicina deportiva, en ocasiones se utilizan toallas húmedas para cubrir la zona que hay que tratar, con la finalidad de no expulsar la sangre del lecho capilar tratado y provocar una estasis más importante en la zona, pues el calor seco favorece la expulsión de la sangre una vez se ha aumentado el flujo sanguíneo. Hay que vigilar la piel y retirar periódicamente las toallas, con el objeto de evitar quemaduras.
- La relajación e hiperemia muscular hacen que los baños de IR y las aplicaciones locales resulten muy eficaces para preceder el ejercicio o el masaje.
- En medicina estética se emplean, por el efecto relajante, como preparación para el masaje o aplicación de tratamientos tópicos, en los que la vasodilatación favorece la absorción de éstos.
- En instalaciones de crenoterapia y talasoterapia, suelen acompañarse las aplicaciones de barros y algas de baños de IR; ello proporciona sedación y vasodilatación bajo un calor suave, lo cual, además de hacer más agradable el tratamiento, contribuye a la absorción cutánea de las sales y principios contenidos en las aplicaciones (fig. 19.4).

- Otras indicaciones en medicina estética se deben a la mejora del trofismo de la piel en general. Igualmente, se recomiendan en alteraciones congestivas de la circulación sanguínea y linfática, celulitis, etc,

CONTRAINDICACIONES Y PRECAUCIONES

Muchas de las contraindicaciones son las propias del calor como:

- Enfermedad cardiovascular avanzada,
- Alteraciones de la circulación periférica.
- Alteraciones de la sensibilidad o zonas anestésicas en la piel.
- Etapas agudas de la inflamación.

La vasodilatación periférica puede hacer considerar otras contraindicaciones, como la hipotensión o los días de menstruación en la mujer.

No debe aplicarse en hemorragias recientes o zonas donde haya riesgo de su producción, puesto que la hiperemia podría desencadenarlas.

Los principales peligros de la aplicación inadecuada de los IR son:

1. Producción de una quemadura local.
2. Aparición de lipotimias, cuando se tratan zonas extensas.
3. Aparición de cataratas en caso de exposición prolongada y continua a los IR.

Como precauciones en el tratamiento, deben considerarse las siguientes:

- Mantener los reflectores limpios y brillantes.
- En caso de utilizar fuentes no luminosas, encenderlas 5-10 minutos antes del tratamiento.
- Quitar los elementos metálicos de la zona que hay que tratar. Vigilar que la piel esté seca.
- Controlar los tratamientos con reloj y revisar a los 5 minutos.
- En general, mantener los tratamientos entre 15 y 20 minutos.
- Proteger siempre los ojos con gasas húmedas, de espesor suficiente, cuando la zona que hay que tratar esté cerca de ellos.
- Proteger las zonas especialmente sensibles al calor, como pezones, genitales, cicatrices y piel nueva o atrófica.