

167



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ENFERMERIA Y OBSTETRICIA

“MANUAL DE PROCEDIMIENTOS”

REHABILITACION FISICA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN ENFERMERIA Y
O B S T E T R I C I A
P R E S E N T A :

PEREZ VALLE JUAN MANUEL

No. CUENTA: 9137233-2



DIRECTOR DE TRABAJO

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Beatriz Ruiz Padilla'.

LIC. EN ENF. BEATRIZ RUIZ PADILLA



MEXICO, D.F., 2001



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*A mis Padres y Hermanos, Erica, Adriana y Edwin
con toda admiración y respeto :*

*Porque gracias a su apoyo y consejos
he llegado a realizar una de mis
grandes metas; lo cual constituye la
herencia más valiosa que pudiera
recibir.*

Gracias.

Juan Manuel Pérez Valle.

Dr. Arturo Nuñez Huerta :

En reconocimiento a todo el apoyo brindado durante este tiempo, y con la promesa de seguir siempre adelante.

Gracias.

Dra. Graciela Pérez Bautista :

Al término de esta etapa, quiero expresar un profundo agradecimiento a quien con su ayuda, apoyo y orientación me ha impulsado a lograr esta meta.

Gracias.

INDICE.

I. JUSTIFICACION	1
II. INTRODUCCIÓN	2
III. OBJETIVO.	3
IV. ELEMENTOS TEÓRICOS.	4
V. POLÍTICAS.	5
VI. PROCEDIMIENTOS.	7
1. ULTRASONIDO.	7
1.1 CONCEPTO.	7
1.2 OBJETIVOS.	12
1.3 POLITICAS.	14
1.4 MATERIAL Y EQUIPO.	18
1.5 ACCIONES DE ENFERMERIA FUNDAMENTADAS.	19
2. CRIOTERAPIA.	21
2.1 CONCEPTO.	21
2.2 OBJETIVOS.	27
2.3 POLITICAS.	33
2.4 MATERIAL Y EQUIPO.	39
2.5 ACCIONES DE ENFERMERIA FUNDAMENTADAS.....	40
3. COMPRESAS HUMEDO CALIENTES.	43
3.1 CONCEPTO.	43
3.2 OBJETIVOS.	49
3.3 POLITICAS.	60
3.4 MATERIAL Y EQUIPO.	62
3.5 ACCIONES DE ENFERMERIA FUNDAMENTADAS	67
4. CORRIENTES ELECTRICAS ESTIMULANTES (T.E.N.S.).	69
4.1 CONCEPTO.	69
4.2 OBJETIVOS.	73
4.3 POLITICAS.	81
4.4 MATERIAL Y EQUIPO.	95
4.5 ACCIONES DE ENFERMERIA FUNDAMENTADAS	100
5. DIATERMIA.	102
5.1 CONCEPTO.	102
5.2 OBJETIVOS.	105
5.3 POLITICAS.	108
5.4 MATERIAL Y EQUIPO.	124
5.5 ACCIONES DE ENFERMERIA FUNDAMENTADAS	128
6. RAYO LASER.	130
6.1 CONCEPTO.	130
6.2 OBJETIVOS.	134
6.3 POLITICAS.	142
6.4 MATERIAL Y EQUIPO.	149
6.5 ACCIONES DE ENFERMERIA FUNDAMENTADAS	151
VII. GLOSARIO.	153
VIII. BIBLIOGRAFÍA.	158
IX. CONCLUSIONES	160

I. JUSTIFICACION

La necesidad de elaborar el presente manual surge durante mi estancia por las clínicas de asistencia de la Subdirección de Investigación y Medicina del Deporte, al observar que para el diagnóstico y el tratamiento a base de terapia física de una misma lesión los criterios son diversos sobre todo en cuanto a elección, dosificación y aplicación del medio terapéutico.

Además que esta subdirección no cuenta con especialistas en rehabilitación física (médicos y terapeutas) y que el mismo paciente en muchas ocasiones se aplica el tratamiento sin ninguna supervisión.

Debido a que los pasantes de la Licenciatura en Enfermería durante su servicio social rotan por estas clínicas así como los médicos que realizan la especialidad, es necesario contar con un documento que oriente, norme y unifique pasos y criterios para aplicar la rehabilitación física en las diversas lesiones músculo esqueléticas que aquí se atienden.

II. INTRODUCCIÓN.

La medicina del deporte es la aplicación de la ciencia en la valoración de la condición física y estado de salud de los individuos que incursionan en la práctica del mismo. La rehabilitación es competencia de ésta clínica utilizando para ello los métodos físicos del ULTRASONIDO, RAYO LASER, CRIOTERAPIA, DIATERMIA, CORRIENTES ELECTRICAS (T.E.N.S.), Y COMPRESAS HUMEDO CALIENTES, así como el tratamiento de lesiones musculares. Dichos agentes físicos también deben considerarse como elementos con capacidad lesiva para el organismo. Son conocidos los accidentes que puede desencadenar la excesiva e inadecuada exposición al calor, al frío y a formas más específicas de energía, como el rayo LASER, o los accidentes que puede originar la corriente eléctrica. Igualmente, el masaje o la movilización en un lugar, momento o forma inadecuados pueden causar más daño que beneficio. Los riesgos potenciales deben conocerse para establecer con claridad los límites de tolerancia y las situaciones en que debe tenerse especial precaución para realizar las diferentes aplicaciones de forma

III. OBJETIVO.

Proporcionar los elementos teóricos prácticos a los profesionales de la salud para que el tratamiento a través de medios físicos, sea eficaz y lograr así incorporar al individuo a sus actividades cotidianas en el menor tiempo y con la mejor calidad de vida posible.

IV. ELEMENTOS TEÓRICOS.

- Surge al observar que para el diagnóstico y el tratamiento de terapia física de una misma lesión los criterios son diversos sobre todo en cuanto a elección, dosificación y aplicación del método terapéutico,

- Además que ésta subdirección no cuenta con un manual específico de la clínica, en especial de los aparatos que ahí se utilizan, es necesario para nosotros como Licenciados en Enfermería, tener un documento para conocer el funcionamiento de los mismos,

- Es necesario contar con un documento para los trabajadores de la salud que laboran en la clínica de la Subdirección de Investigación y Medicina del Deporte que oriente, norme y unifique pasos y criterios para aplicar la rehabilitación física en diversa lesiones músculo esqueléticas que aquí se atienden.

V. POLÍTICAS.

La clínica que se encuentra en la Subdirección de Investigación y Medicina del deporte presta sus servicios a deportistas de equipos representativos de la Universidad Nacional Autónoma de México; también atiende a personas que inician la práctica de actividades físicas deportivas y a la comunidad abierta en general.

- A deportistas representativos de la universidad no se les cobra monto económico alguno.
- A personas que no pertenezcan a ningún equipo representativo de la universidad pero pertenecen a la misma se les cobra una cuota de recuperación para su atención médica.
- Las personas que acudan a la clínica, en primer lugar tendrán que ser revisados por el médico adscrito el cual prescribirá la terapia, tiempo, cantidad e intensidad de la misma adecuada para su lesión.
- A toda persona que acuda a la clínica deberá presentarse en buenas condiciones higiénicas y en caso de las terapias con compresas húmedo calientes o crioterapia deberá traer toalla o franela de su uso personal a excepción de los casos de urgencia.
- Las personas que laboren en la clínica deberán ser profesionales de la salud, como médicos, terapeutas y enfermeros altamente calificados.
- A las personas que acudan a la clínica pedirles que no consuman alimentos dentro de la clínica.
- Una vez indicado el tipo de terapia, tiempo e intensidad adecuada, proporcionarle a la persona toda la ayuda posible para su aplicación.
- Respetar la individualidad de cada paciente.
- La terapia deberá ser aplicada por el profesional de la salud designado.
- Posteriormente se le darán las medidas de seguridad apropiadas que requiere el uso de cada aparato.
- El paciente que no sea constante en su tratamiento se le suspenderá.
- Explicarle al deportista el efecto terapéutico del tratamiento.

- En caso de la terapia realizada con el rayo LASER será obligatorio el uso de lentes protectores tanto para el paciente como de la persona que aplique la terapia.
- En caso de la terapia realizada con el ultrasonido comunicarle que si presenta alguna molestia avisar al personal encargado para modificar o suspender el tratamiento.
- Con respecto a la terapia con compresas húmedo calientes sobre la piel hay que realizarlas con cuidado especial ya que al estársela aplicando con el calor puede llegar a perder cierta sensibilidad y se pueden provocar que maduras importantes en el miembro afectado. Para evitar esto se tiene que llevar al pie de la letra las indicaciones con respecto al tiempo prescrito.
- Relacionado con la terapia T.E.N.S. se tiene que tomar en cuenta el voltaje y la localización de los electrodos ya que si no se colocan en el lugar prescrito por el médico, se podrá dañar o extender a un mas la lesión del deportista.
- Una vez terminada la terapia de cualquier tipo se registrara en una libreta para llevar un control de las personas que acuden a la clínica y lo más importante es el verificar cuantas sesiones le restan para terminar su tratamiento.

VI. PROCEDIMIENTOS.

1. TITULO: ULTRASONIDO.

1.1 CONCEPTO:

El ultrasonido ha sido aceptado como modalidad de tratamiento de las lesiones deportivas durante las tres o cuatro últimas décadas. Su uso está cada vez más justificado según conocemos mejor el proceso de curación y el efecto del ultrasonido sobre dicho proceso.

Los ultrasonidos son muy eficaces en cuanto a proporcionar calor a los tejidos blandos debido a que provocan un mínimo aumento de temperatura en la superficie. Producen al mismo tiempo efectos térmicos y no térmicos, que pueden aliviar el dolor y favorecer la curación de los tejidos. Estos efectos pueden ayudar también a aumentar la extensión de los movimientos y la distensibilidad de los tejidos, reducir la inflamación y combatir las cicatrices hísticas y los espasmos musculares.

El ultrasonido es una verdadera modalidad terapéutica que ayuda al fisioterapeuta en sus intentos de devolver al paciente al estado normal. Antes de administrarlo hay que realizar una valoración ortopédica para determinar los tejidos afectados, el grado de la lesión y el estado de proceso de curación.

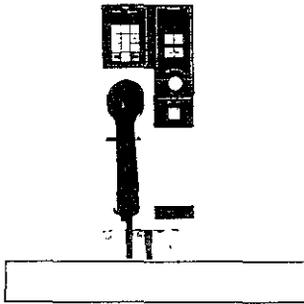
Hay que controlar el manejo del ultrasonido por los significativos efectos que produce y por su profundidad de penetración. Se clasifica generalmente como una modalidad de penetración profunda. En manos de individuos que no comprenden sus efectos y de aquellos que lo aplican sin una exploración musculoesquelética apropiada previa es una modalidad que puede constituir más un perjuicio que un beneficio.

Los ultrasonidos se sitúan en el espectro acústico mejor que en el electromagnético. Las ondas del sonido que tienen una frecuencia más alta de la detectable por el oído humano se denominan ultrasonidos. Así, las frecuencias por encima de 16,000 a 20,000 hertzios (Hz) se definen como ultrasonidos. Las unidades terapéuticas estándar utilizadas para el sistema musculoesquelético operan a una frecuencia entre 800,000 y 1,000,000 de ciclos por segundo (Hz).

En fecha reciente ha aparecido en el comercio una unidad de ultrasonido que trabaja con una frecuencia de 3.3 MHz. La frecuencia más elevada de esta unidad permite el tratamiento de zonas más superficiales.

Existe una relación inversa entre la frecuencia del sonido y la profundidad de penetración de la energía en los tejidos blandos. Así, por ejemplo, se ha visto que con la frecuencia de 1 MHz, utilizada habitualmente en fisioterapia, el 50 % de la energía alcanza una profundidad de 5 cm. En el seno de los tejidos blandos. En cambio, con la frecuencia de 4MHz, el 50% de la energía solamente penetra 1cm. Por consiguiente, las frecuencias elevadas presentan menor capacidad de penetrar en los tejidos profundos. Esta relación inversa tiene su aplicación en un aumento de la resistencia molecular al incrementarse la frecuencia. Al aplicar el

ultrasonido, las moléculas de los tejidos vibran a un ritmo proporcional a la frecuencia del sonido. A frecuencias más elevadas se requiere más energía para mantener la mayor rapidez de las oscilaciones moleculares. El aumento de resistencia ocasiona una atenuación de la energía con las frecuencias más elevadas, lo que deja menor cantidad de ésta para penetrar en la profundidad. La unidad de 3.3 MHz permite una aplicación más superficial del ultrasonido de modo que existen menos probabilidades de irritar el periostio. El empleo de esta frecuencia elevada es útil en los procesos localizados en zonas con una cobertura relativamente delgada de tejidos blandos, tales como huesos superficiales y las articulaciones. (RIOJA, 1997. pp. 54-78).



UNIDAD PORTÁTIL DE ULTRASONIDOS
(FABRICADA POR METTLER ELECTRONICS,
ANAHEIM, CALIFORNIA.)

PROFUNDIDAD MEDIA (mm) EN DIVERSOS MEDIOS PARA ULTRASONIDO DE 1 Y 3 MHz.

MEDIO	1 MHz	3 Hz
Tejido óseo	2,1	
Piel	11,1	4
Cartílago	6	2
Aire (20 °C)	2,5	0,8
Tendón	6,2	2
Músculo "	9	3
"	24,6	8
Tejido adiposo	50	16,5
Agua (20 °C)	11,500	3,833,3

“ Haz perpendicular a las fibras.

“” Haz paralelo a las fibras.

A medida que el manejo, la regulación y el material, de ultrasonido se hacen mas sofisticados, los tratamientos se van haciendo más específicos. Los factores clásicos que hay que considerar cuando se determinen los parámetros del

tratamiento son la duración, la intensidad y el modo de transmisión **pulsátil** y **continuo**.

El ultrasonido continuo consiste en una transmisión ininterrumpida de vibraciones acústicas. Se asocia primordialmente a las respuestas térmicas generadas a partir del ultrasonido, aunque también pueden ocurrir respuestas de índole no térmica. En el ultrasonido pulsátil, en cambio, la intensidad del sonido se interrumpe a intervalos específicos. Estas interrupciones vienen reguladas por un determinado ciclo obligado o cociente entre el periodo de tiempo en que los pulsos están "on", dividido por el tiempo total del pulso.

$$\text{Ciclo obligado} = \frac{\text{Tiempo en on}}{\text{Tiempo total del pulso (tiempo on + off)}} = \frac{2 \text{ m seg.}}{10 \text{ m seg.}} = \text{Ciclo obligado del } 20 \%$$

Ciclo obligado del 20% con una duración del pulso - suma de los tiempos "on" y "off" - de 10 mseg (mseg= 1/1,000 seg.). La energía se aporta durante 2 mseg. del ciclo en el tiempo "on"; durante los 8 mseg restantes no se emite energía a través del cabezal ultrasónico.

Los ciclos obligados típicos son del 20 y del 50%. Debido a que la energía se emite tan sólo durante parte del tiempo, el ultrasonido pulsátil aporta una intensidad media más baja por unidad de tiempo, lo que da lugar a que la respuesta térmica sea insignificante. Así, por ejemplo, un ciclo obligado del 50%, con una intensidad de 1,5 W/cm², emitiría solamente 0,75 W/cm² (1,5 x 0,5), es decir, la mitad de la corriente media que aporta el ultrasonido continuo a la misma intensidad.

RESPUESTA TÉRMICA.

Las respuestas térmicas que se producen con el ultrasonido comprenden la mayor extensibilidad de las fibras colágenas, los cambios en la conducción nerviosa, el aumento del umbral para el dolor, el incremento de la actividad enzimática y las modificaciones en los tejidos contráctiles. La temperatura de los tejidos oscila entre 40 y 45 °C después de un tratamiento ultrasónico cuya profundidad de penetración sea mayor de 5 cm. El grado de calentamiento de los tejidos depende de varios factores, que incluyen la capacidad con que absorben el ultrasonido, la

dosis (intensidad y duración) de éste recibido por una determinada área superficial y su modo de transmisión.

La energía ultrasónica puede absorberse o diseminarse por los tejidos que hay que tratar. Cuando mayor sea la capacidad de absorción de los tejidos, tanta más energía ultrasónica podrán recibir. En cambio si se produce una diseminación de la energía, esta se pierde por las áreas circundantes y su acción beneficiosa es mínima. La absorción de la energía ultrasónica es máxima en los tejidos con un elevado contenido de colágeno. Por consiguiente, estos tejidos, es decir, los músculos, los nervios, las cápsulas articulares y los huesos, reciben un calentamiento selectivo con un mínimo grado de calentamiento superficial, lo cual es una de las principales ventajas que tiene el ultrasonido sobre las diatermias de onda corta y de microondas con las que se produce un calentamiento peligroso de los tejidos superficiales antes de que pueda tener lugar una penetración profunda importante.

Se desconoce el mecanismo exacto por el cual el ultrasonido disminuye la sensación dolorosa. Se ha observado que aumenta el umbral del dolor en las fibras nerviosas periféricas, efecto que se atribuyó a la producción de calor que transpira, más que a un efecto no térmico. Se ha supuesto que este efecto no térmico se produce por estimulación mecánica de las fibras sensitivas superficiales, lo que da lugar a una disminución de la capacidad de transmisión a lo largo de la fibra nerviosa. Los resultados obtenidos acerca de los efectos del ultrasonido sobre la velocidad de conducción nerviosa no son concluyentes. Algunos autores han descrito que la dosis terapéutica de ultrasonido afecta fundamentalmente dicha conducción. Así, la dosis de 1 a 2 W/cm² produjeron una disminución de aquélla, mientras que las inferiores a 0,5 W/cm² y las superiores a 3 W/cm² ocasionaron su aumento. Al disminuir la conducción nerviosa, se va haciendo menor la capacidad del paciente para percibir el dolor.

Una aplicación similar es la que se ofrece para el efecto del ultrasonido sobre los espasmos musculares. El ultrasonido disminuye la capacidad de conducción a lo largo de las fibras nerviosas secundarias aferentes y gamma, como consecuencia de la respuesta térmica a que da lugar. El calentamiento disminuye la sensibilidad del músculo a la distensión, lo que ocasiona una reducción en el tono muscular.

RESPUESTA NO TÉRMICA.

Las respuestas no térmicas del ultrasonido pueden presentarse juntamente con las respuestas térmicas, o bien por separado, como en el modo pulsátil de transmisión ultrasónica. Estas respuestas no térmicas son la cavitación y la corriente acústica. Al transmitirse el sonido a través de los tejidos, origina unas zonas de compresión molecular y otras de expansión (condensación y rarefacción). Las oscilaciones moleculares afectan las pequeñas burbujas gaseosas presentes en la sangre o en los tejidos. Este efecto vibratorio sobre las burbujas gaseosas ocasiona la cavitación, que puede ser estable, lo que origina efectos positivos por aumentar la cavidad celular o perjudicial (transitoria), si

dichas burbujas alcanzan un tamaño demasiado grande y se colapsan bruscamente. La forma transitoria de cavitación puede reducirse al mínimo por la acción de la presión atmosférica y manteniendo en contacto la superficie de tratamiento con el cabezal ultrasónico.

La corriente acústica es una microcorriente que origina unos gradientes de velocidad y subsiguiente movimiento de líquido a lo largo de las membranas celulares. Este movimiento es consecuencia de las vibraciones mecánicas producidas por las ondas de sonido o por las burbujas vibratorias de la cavitación estable. Los cambios producidos en los gradientes químicos dan lugar a una migración iónica a través de las membranas celulares y de las paredes de los vasos, lo que estimula la síntesis de proteínas, responsable de la regeneración de los tejidos. Este efecto, causado por un aumento de la actividad de los fibroblastos, se halló con el resultado de baja intensidad ($0,1 \text{ W/cm}^2$) y se atribuyo a la corriente acústica.

No se observó curación hística a intensidades más elevadas y no se pudo atribuir a los factores térmicos. (LINDEMANN, 1995 pp. 76-99).

1.2 OBJETIVOS.

El fisioterapeuta utiliza los ultrasonidos con el objetivo primario de elevar la temperatura en los tejidos situados a una profundidad de 5 cm o más. Muchos de los efectos de los ultrasonidos se atribuyen al calor. Se acepta generalmente que el calor produce los siguientes resultados:

- Aumentar la extensibilidad del colágeno.
- Disminuye la rigidez articular.
- Eleva el umbral del dolor.
- Reduce el espasmo muscular.
- Ayuda a movilizar el edema, los exudados y los infiltrados inflamatorios.
- Aumentar el flujo sanguíneo.
- Aumentar el metabolismo local.
- Aumentar la velocidad de conducción nerviosa.
- Ayuda a la curación de los tejidos.
- Ayuda al aumento de amplitud de los movimientos.
- Ayuda a la reducción de los procesos inflamatorios y la fonoforesis.
- Para tratar el tejido cicatrizal, las dosis que provocan una respuesta térmica son más eficaces en cuanto a aumentar la amplitud de los movimientos.
- En teoría, el ultrasonido podría ser eficaz en ayudar a que se resolviera un gran coágulo organizado, a causa de su capacidad de penetración.

Los efectos señalados son obviamente beneficiosos y necesarios en el proceso de rehabilitación. Si los ultrasonidos, sólo produjeran estos efectos todavía serían una modalidad útil.

Cuando se añade energía al organismo en forma de ondas sonoras, ésta se absorbe, transmite, refleja o refracta. La penetración y absorción son inversamente proporcionales. Los tejidos con un alto contenido de agua tienen una tasa de absorción baja (y una tasa de penetración elevada), mientras que los tejidos con un alto contenido de proteínas tienen una tasa de absorción elevada. La grasa tiene una tasa de absorción relativamente baja, y los músculos absorben bastante más. El hueso que sea superficial absorbe más energía ultrasónica que ningún otro tejido. Se cree que esto es debido al alto contenido proteico y a la densidad del hueso comparada con otros tejidos. Pohlman ha demostrado una tasa de reflexión del 35% cuando la energía se dirigía de forma perpendicular al hueso. Los nervios periféricos absorben a una tasa del doble que los músculos. Se cree que los tejidos blandos en contacto con los huesos reciben más efectos de los ultrasonidos debido a un efecto de rebote. Las estructuras articulares como el periostio, cápsula, tendón y ligamentos extracapsulares se afectan significativamente por los ultrasonidos. Gersten ha encontrado más efectos térmicos en o cerca del hueso que en la grasa. También se ha demostrado que los ultrasonidos elevan la temperatura en el colágeno del tendón. Se han encontrado mejorías en la extensibilidad del tejido capsular y en la movilidad de tejidos cicatriciales maduros con los ultrasonidos y el ejercicio.

Relación entre absorción y penetración (frecuencia de ultrasonido = 1 Megaciclo).

MEDIO	ABSORCIÓN	PENETRACIÓN
Agua	1	1,200
Plasma sanguíneo	23	52
Sangre total	60	20
Grasa	390	4
Músculo esquelético	663	2
Nervio periférico	1193	1

Los ultrasonidos producen los efectos terapéuticos que se esperan de cualquier modalidad de calor profundo. El efecto más característico de los ultrasonidos es la capacidad de incrementar selectivamente la temperatura en zonas localizadas. Los efectos a nivel celular, que son resultado del movimiento vibratorio se denominan efectos mecánicos. La cavitación es la vibración mecánica de pequeñas burbujas de gas localizadas en la sangre o en otros tejidos. La expansión y contracción de estas burbujas alteran la permeabilidad de las membranas celulares y la función celular. También se debe añadir que si la intensidad de la vibración es suficientemente importante, las burbujas se pueden colapsar, produciéndose lesión tisular. La cavitación se produce con los rangos de intensidad empleados en los ultrasonidos terapéuticos.
(CELEDONIA, 1997 pp. 104-120).



TÉCNICA DE APLICACIÓN DE ULTRASONIDOS SOBRE LA CARA ANTERIOR DEL MUSLO.

1.3 POLITICAS.

El paciente que ha de recibir tratamiento ultrasónico ha de colocarse en una postura cómoda, teniendo expuesta la zona que hay que tratar. La duración del tratamiento oscila entre 3 y 10 min., según el área que hay que cubrir. Una norma adecuada para saber el tiempo de tratamiento es la de dedicar 5 min. a una superficie de 12,5 cm. o a una que equivalga a 2 ó 3 veces el tamaño del cabezal. Si se cubre demasiada superficie de una vez o se mueve el cabezal con excesiva rapidez, descienda la cantidad de energía aportada por unidad de superficie y, por consiguiente, el efecto del tratamiento. Se recomienda a este respecto que la velocidad de movimiento del cabezal sea de 1 a 4 cm. por seg.

Los ultrasonidos pueden ser administrados bien moviendo el transductor o bien manteniéndolo estático. La técnica móvil se recomienda con los ultrasonidos continuos de manera que se distribuya la energía lo uniformemente posible en la zona de tratamiento. Con la técnica móvil la energía total aplicada a la zona será menor. Así, existe menos peligro de producir manchas por dolor o zonas en las que el tejido se calienta excesivamente, produciendo lesiones. La zona que se vaya a tratar debe ser bastante mayor que el tamaño del cabezal de manera que ninguna zona esté sometida a administración continua. Por esta razón es recomendable disponer de una unidad con un cabezal pequeño (2 a 5 cm²) y uno grande (unos 10 cm²). El cabezal se sujeta de forma que todo él esté en contacto con la zona corporal que estamos tratando. Esto es difícil sobre superficies irregulares.

La técnica estática se utiliza a veces cuando se trata una zona pequeña o cuando el contorno es irregular. Se cree que ésta técnica produce una distribución irregular de la energía en los tejidos que puede provocar manchas por calor. El ultrasonido pulsado se utiliza más a menudo con la técnica estática. El uso del ultrasonido continuo está contraindicado con esta técnica excepto a intensidades extremadamente bajas. (ZAUNER, 1999. pp. 129-138).

Existen dos métodos principales de aplicación: el **DIRECTO** y el **INDIRECTO**.

MÉTODO DIRECTO:

Se usa principalmente en superficies planas, intactas y no dolorosas al aplicador, la capa intermedia de contacto es de aceite que se aplica sobre la región por tratarse y sobre la superficie del aplicador, en esta técnica existen dos métodos principales, el estacionario y el deslizable.

En el estacionario como su nombre lo indica, el aplicador permanece inmóvil, mientras que el deslizable, se mueve sobre toda la región por tratarse, deslizándolo lentamente. Este último puede ser preferible, por que proporciona mejor control de temperatura y porque permite tratar extensiones mayores.

En el método deslizable, el aplicador se mueve en forma circular cuando se trata de regiones pequeñas y en forma de suave deslizamiento en regiones mayores.



TÉCNICA DESLIZABLE, SE MUEVE SOBRE TODA LA REGIÓN POR TRATARSE, DESLIZÁNDOLO LENTAMENTE.

MÉTODO INDIRECTO:

Este se efectúa por intermedio de agua, generalmente se usa para tratar superficies curvas e irregulares o cuando existen lesiones (úlceras) o zonas dolorosas, también para evitar la irradiación a órganos profundos y en donde la parte por tratarse recibe la aplicación oblicuamente.

AGENTES ACOPLANTES:

Debido a que las ondas sonoras de la colisión molecular para su transmisión se debe usar un agente acoplante para recibir la atenuación en la interfase tejido-aire. El medio acoplante tiene que presentar buenas cualidades como lubricante, de manera que el aplicador se pueda deslizar sobre la piel incluso en individuos con mucho vello sin demasiada fricción. Existen muchos geles en el comercio para servir a este propósito. Se han realizado estudios que no han encontrado diferencias significativas entre los geles comerciales habituales, los aceites minerales y el agua sin gas.

Un estudio demostró que los agentes acoplantes a 18 °C o menos eran más efectivos para elevar la temperatura de los tejidos profundos. Si se enfría el cabezal antes del tratamiento se obtienen resultados más efectivos debido a este fenómeno.

APLICACIÓN BAJO EL AGUA:

Los ultrasonidos se utilizan con eficiencia bajo el agua para tratar superficies irregulares como la mano. Sin que sea necesario que éste en contacto con la zona corporal, el cabezal se desplaza en forma circular. El aplicador debe situarse a 1,5 cm aproximadamente del cuerpo, y el ajuste de intensidad es el mismo que para una aplicación normal. (ALCANTARA, 1996. pp. 93-119).

POLITICAS ESPECIFICAS PARA EL USO DEL ULTRASONIDO.

Al usar esta técnica debe tenerse en cuenta las normas de seguridad eléctrica y cerciorarse de que todos los cables que van hacia el aparato se encuentren bien aislados.

Durante en tratamiento con el ultrasonido, el paciente no ha de experimentar molestias, ni debe haber calentamiento excesivo en la zona.

Si se observa un aumento en la temperatura de la superficie o el medio conductor se calienta, se disminuirá la intensidad del tratamiento o se moverá con mayor rapidez el cabezal ultrasónico, o bien se harán ambas cosas simultáneamente.

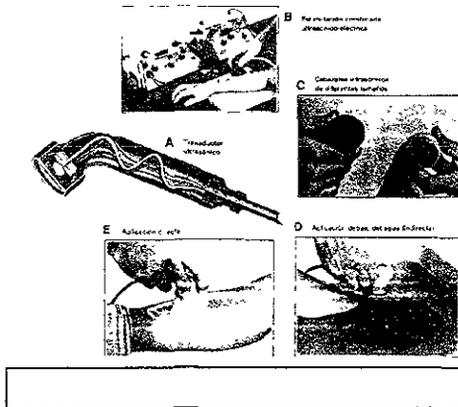
Los factores clásicos que hay que considerar cuando se determinan los parámetros del tratamiento son la duración, la intensidad y el modo de transmisión (PULSÁTIL O CONTINUO).

Se debe tener también en cuenta el tipo de lesión, el estadio de curación, la parte que ha de tratarse y la cantidad de superficie que ha de recibir el tratamiento.

En los procesos crónicos, generalmente es preferible producir un calentamiento energético de los tejidos, mediante una penetración profunda. Para alcanzar estos resultados se emplearán intensidades, entre 1,5 y 2 W/cm².

En los procesos más agudos se recomienda utilizar intensidades menores (0,5-1 W/cm²).

Al tratar zonas en que las partes óseas tengan un recubrimiento mínimo de tejidos blandos se han de usar intensidades más bajas, para reducir la posibilidad de irritación perióstica.



EL TRANSDUCTOR ULTRASÓNICO (A) CONTIENE UN CRISTAL DE CUARZO. EL ULTRASONIDO PUEDE IR ACOMPAÑADO DE ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA (B). LOS CABEZALES ULTRASÓNICOS PUEDEN SER DE DIVERSOS TAMAÑOS (C). EL ULTRASONIDO PUEDE APLICARSE DEBAJO DEL AGUA (D) O BIEN DIRECTAMENTE; EN ESTE ÚLTIMO CASO SE EMPLEA UN GEL QUE SIRVE DE INTERFASE (E).

DOSIS.

Se debe tener cuidado de determinar la dosis apropiada cuando se administran ultrasonidos. El contador del aparato muestra los vatios por centímetro cuadrado y los vatios totales administrados. Los ajustes específicos, sin embargo, no predicen la efectividad del tratamiento. Las intensidades pueden variar entre 0,5 y 3 vatios por centímetro cuadrado. A menudo son necesarias cifras mayores (por encima de 1,5 vatios por centímetro cuadrado) para el calentamiento de tejidos profundos. Para problemas superficiales se precisan intensidades mucho menores (0,5 vatios por centímetro cuadrado). Las estructuras con pocas partes blandas o el hueso cercano a la superficie se tratan con intensidades menores. Los ajustes demasiado elevados para la zona a tratar producen dolor perióístico.

La duración del tratamiento debe ser de 5 a 10 minutos, dependiendo del tamaño de la zona tratada. Una zona muy localizada como el tendón extensor común a nivel del codo, debe ser tratada durante 5 minutos, mientras que en una zona más amplia debe serlo durante 10 minutos. (RIOJA, 1997. pp. 79-82).

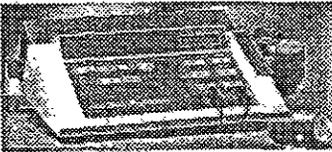
1.4 MATERIAL Y EQUIPO.

Los aparatos de ultrasonido no son tan complejos mecánica y eléctricamente como los que se emplean en el resto de las modalidades. Un generador de alta frecuencia proporciona electricidad por medio de un cable coaxial al electrodo caliente del transductor. El transductor contiene un cristal hecho de cuarzo o de cerámica sintética. El cabezal del sonido también incluye un aislante y una placa frontal de metal que sirve como superficie para el aplicador.

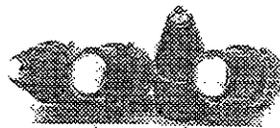
La unidad también incluye un cronómetro conectado directamente al interruptor y una pantalla digital o medidor que muestra la salida del número total de vatios, así como los vatios por centímetro cuadrado de la superficie de la cabeza de sonido.

El transductor es la parte clave del aparato de ultrasonido. Es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra. El transductor de ultrasonidos convierte la energía eléctrica en energía acústica lo que resulta en una deformación mecánica del cristal. Los cristales (2 a 3 mm de espesor) de ciertos materiales tienen la propiedad de deformarse cuando se les aplica voltaje.

(ARAMBURU, 1999. pp. 147).



EQUIPO DE ULTRASONIDOS.



DISTINTOS APLICADORES.



VARIOS TAMAÑOS DE CABEZALES DE APLICADORES DE ULTRASONIDOS.

1.5 ACCIONES DE ENFERMERIA FUNDAMENTADAS

PROCEDIMIENTO	FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICA
Aplicación en los síndromes de sobrecarga que afectan a los tendones.	Ello es debido a la alta afinidad de los ultrasonidos por las proteínas, que son abundantes en los tendones. El ultrasonido es apropiado para utilizarlo en el tendón de Aquiles, en el rotuliano y en otros que frecuentemente sufren sobrecarga traumática.
Puede usarse para el tratamiento de la tendinitis crónica, los espasmos musculares, las distensiones y los esguinces.	El ultrasonido produce efectos térmicos y no térmicos, que pueden aliviar el dolor y favorecer la curación de los tejidos. Estos efectos pueden ayudar también a aumentar la extensión de los movimientos y la distensibilidad de los tejidos, reducir la inflamación y combatir las cicatrices hísticas y los espasmos musculares.
Se utiliza en la distrofia ósea refleja; se aplica sobre el ganglio estelar.	Para provocar un bloqueo mecánico y de este modo, aumentar el flujo sanguíneo de la extremidad superior.
Se utiliza en zonas con riego disminuido y de úlceras cutáneas relacionadas con problemas circulatorios.	Su capacidad para aumentar el flujo vascular hace que los ultrasonidos pulsátiles sean adecuados para el tratamiento.
No aplicar ultrasonido durante el embarazo.	La elevación de temperatura en el feto puede producir numerosos efectos adversos, que oscilan desde trastornos del sistema nerviosos central hasta anomalías ortopédicas. No se aconseja efectuar tratamiento en las regiones lumbar o abdominal en las mujeres si hay cualquier posibilidad de que se encuentren embarazadas.

<p>No aplicar ultrasonido cuando la persona padezca de cáncer.</p>	<p>Debido al riesgo de metástasis si existe una neoplasia, está contraindicado el empleo de ultrasonido. Ello es aplicable también a las infecciones, debido al riesgo similar de diseminación al aplicar el ultrasonido.</p>
<p>No aplicar ultrasonido sobre las zonas de fractura.</p>	<p>No se aconseja la aplicación de ultrasonido continuo sobre las fracturas en curación, ya que puede ocurrir un proceso de desmineralización y afectarse la formación del callo. Asimismo, el periostio roto puede movilizarse fácilmente por el ultrasonido, lo que ocasiona dolor.</p>
<p>Tomar precauciones en la aplicación del ultrasonido sobre la médula espinal.</p>	<p>La cavitación transitoria, que puede lesionar las células, es especialmente preocupante en los tejidos del sistema nervioso central, debido a su incapacidad para regenerarse.</p>
<p>Se debe adoptar precauciones al aplicar ultrasonido sobre las zonas con epífisis abiertas.</p>	<p>Ya que el calentamiento específico de las células de la interfase ósea puede originar un patrón anormal de crecimiento.</p>
<p>No aplicar ultrasonido alrededor de los marcapasos.</p>	<p>Ya que puede ocasionar interferencia eléctrica.</p>
<p>No aplicar el ultrasonido sobre los ojos.</p>	<p>El peligro para los ojos consiste en que se lesione la retina o se produzcan opacificaciones en el cristalino, como consecuencia del calentamiento específico estos tejidos.</p>

PROCEDIMIENTOS.

2. TITULO: CRIOTERAPIA

2.1 CONCEPTO.

¿QUE ES CRIOTERAPIA?

Crioterapia significa literalmente "terapia fría". Así cualquier aplicación de hielo o frío con fines terapéuticos es crioterapia. También podemos decir que la crioterapia es la aplicación de cualquier sustancia al cuerpo que disminuya la temperatura del cuerpo, con lo cual disminuye la temperatura de los tejidos. Cada una de las siguientes técnicas es crioterapia :

- Hielo o cold-pack aplicado inmediatamente en lesiones agudas.
- Masaje con hielo.
- Hidromasaje.
- Criocinética (alternar frío con ejercicios).
- Criostretching (alternar frío con stretching muscular).
- Baños de agua fría.
- Criocirugía.
- Aplicación de frío después de una cirugía ortopédica.
- En los trasplantes para conservar el órgano donado.
- Tratar puntos gatillo con hielo.

La aplicación de la crioterapia produce una sensación en tres o cuatro fases. Primero una sensación de frío seguida por punzadas, después una sensación de quemazón o dolor, y finalmente entumecimiento. Cada fase esta relacionada con las terminaciones nerviosas según dejan de funcionar temporalmente como resultado de una disminución del flujo sanguíneo. El tiempo necesario para esta secuencia varia, pero algunos autores indican que se produce en un periodo de 5 a 15 minutos. En algunos casos se produce a los 12-15 minutos una vasodilatación refleja en los tejidos profundos denominada respuesta de secuestro, con la aplicación de un frío intenso (10 °C) . Por tanto, es necesario un mínimo de 15 minutos para conseguir un buen efecto analgésico.

Existen varias formas de aplicar el hielo, entre ellas las compresas heladas, bolsas de hielo, masaje con hielo etc.

□ *MASAJE CON HIELO (CRIOMASAJE)*

El masaje con hielo puede ser aplicado por el fisioterapeuta o por un deportista si puede alcanzar la zona de aplicación. Es mejor que las tres primeras cesiones sean aplicadas por el fisioterapeuta para que el tratamiento sea más completo. Cuando se coloca el segmento corporal que ha de recibir el masaje, éste debe

estar relajado y en posición cómoda. Una posición y una colocación adecuadas son importantes a la hora de aplicar el hielo. La administración debe ser minuciosa para obtener los mejores resultados. El masaje con hielo está quizá especialmente indicado en aquellas situaciones en las que se vaya a aplicar algún tipo de estiramiento.

Esta técnica, también de gran simplicidad, utiliza bloques de hielo a los que se les dan forma de fácil manipulación, como polos de helado o "chupa-chups", que se frotan 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 proceder a realizar un estiramiento musculotendinoso (criotratamiento).

La aplicación se realiza mediante pases circulantes 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.



EL PROGRAMA ISE ESTÁ COMPUESTO POR HIELO (ICING), ESTIRAMIENTO (STRETCHING) Y EJERCICIO.

□ *BOLSAS DE HIELO.*

Las bolsas de hielo se colocaran sobre una envoltura. El hielo en fragmentos o triturado se adapta mejor que el hielo en cubitos. El hielo puede colocarse en un envoltorio de plástico para evitar el humedecimiento o en una toalla que solo se ha humedecido en la cara que constata con la piel. El lado seco actúa como aislante sobre el hielo. Las compresas de hielo químico son costosas y sólo se pueden usar una vez; el cloruro de etilo y otras pulverizaciones frías son también caras y pueden ser causa de reacciones cutáneas, pero son útiles mientras no se disponga de algo mejor. La pulverización puede aliviar temporalmente el dolor producido por una contusión intensa al conseguir el enfriamiento superficial de la piel. Sin embargo, su acción es escasa para controlar una hemorragia interna. Las compresas de gel sintético se conservan por debajo del punto de congelación por espacio de 15 minutos, pero permanecen flexibles y se adaptan bien al área lesionada. Estos geles pueden llegar a ocasionar congelaciones. En caso de uso se envolverán con una toalla y no se aplicarán directamente a la piel.

El fango helado se confecciona mediante la mezcla de trozos o escamas de hielo y agua, hasta alcanzar una temperatura de 15-18 °C. Puesto que el miembro cuelga hacia abajo dentro del fango helado, deberá envolverse con un tejido elástico húmedo. Para conseguir cierto grado de comodidad, el deportista puede usar una cubierta de neopreno sobre los dedos de sus pies.

Se debe tener cuidado al aplicar hielo, ya que no carece de efectos perjudiciales. Se han descrito casos de neuropraxia y axotomesis, especialmente al aplicarlo en el surco cubital o en la cabeza del peroné.

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 sé plica cada 2-3 horas. Durante los periodos 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 utiliza durante las primeras 12-24 horas a partir de la producción del traumatismo.

□ *BOLSAS O PAQUETES FRIOS (COLD-PACKS).*

Existe una gran variedad de estos dispositivos, que tienen en común el hecho de ser adaptables a la zona que va a hacer 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 contonear el área objeto de tratamiento. Algunos de ellos sirven tanto para crioterapia como 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 alrededor de -5°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°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.



BOLSAS DE HIELO COMERCIALIZADAS.

□ 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 inflamante.

Originalmente 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 diclorofluorometano al 15% y

tricloromonofluorometano 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 indica 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 de que la aplicación se realice cerca de ellos.

□ OTROS METODOS.

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.

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 la 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 será el método de elección.

El frío, como todos los agentes que se utilizan en terapia, no este 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 notara el enfermo durante su aplicación, las reacciones esperadas y aquellas que puede producirse en forma inesperada y que, por su anormalidad obligaran 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 en forma individualizada 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 si 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:

- Frío.
- Dolor profundo.
- Sensación de pinchazos (parestesia) y quemazón.
- Entumecimiento.

Con algunos métodos (por ejemplo, baños helados), al retirar la aplicación suele experimentarse una sensación de dolor pulsante, a veces con sensación de calor. (LINDEMANN, 1995. pp. 143-169).

2.2 OBJETIVOS.

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

- Vaso constricción.
- Disminución de la temperatura local hasta una profundidad de 10 cm.
- Menor flujo de sangre en la zona y menor edema.
- Menor drenaje venoso y linfático.
- Aumento de la viscosidad del músculo.
- Disminuye el dolor, inflamación y secundariamente la hipoxia tisular en una lesión aguda.
- Permite el ejercicio activo temprano cuando se rehabilita un esguince
- Disminuye el dolor y espasmo en una contusión muscular
- Disminuye el dolor, inflamación y la hipoxia celular después de una cirugía ortopédica
- Disminuye la velocidad de conducción nerviosa
- Aumenta el umbral al dolor (reduce excitabilidad de las fibras nerviosas libres y de las periféricas).
- Destruye los tejidos durante una criocirugía
- Asiste en stretching
- Reduce el dolor durante la menstruación
- Elimina o reduce la evolución del dolor
- Previene la caída de pelo durante la quimioterapia
- Minimiza el dolor en las inyecciones

Como efectos *FISIOLÓGICOS*, bases 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.

EFFECTOS 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 directa, 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 produce la extravasación del flujo del intersticio.

A la reducción del flujo sanguíneo contribuirá también al 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* "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 un 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 axótico.

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

EFECTO 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 lesionada 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 procure 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, subsecuentemente al reflejo del dolor. Se establece un círculo vicioso dolor-espasmo muscular-dolor.

El frío puede utilizarse como terapéuticas en estados postraumáticos agudos, ya que ésta actúa sobre la secuencia de reacciones fisiopatológicas expuestas. En efecto el frío aplicado sobre la zona traumatizada produce vasoconstricción arteriolar, lo que produce el aflujo sanguíneo y, si se aplica en el momento inicial de la lesión, puede reducir la formación del hematoma. Disminuye, 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 libertad de agentes vasoactivos (como la histamina) y, por consiguiente, 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 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, al 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 heridas 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. (PRETICE, 1993. pp. 79-90).

INFLAMACION Y REPARACION

Para entender los efectos del frío durante el manejo de las lesiones deportivas, se debe de entender los procesos de inflamación, la patología de cuerpo responde a la lesión y como los tejidos dañados sanan.

REPUESTA INFLAMATORIA

La inflamación o la respuesta inflamatoria, es la respuesta local del cuerpo a un irritante. La inflamación tiene los siguientes propósitos:

- ❑ Defender al cuerpo de sustancias extrañas.
- ❑ Desalojar tejidos muertos o dañados y así llevar a cabo la reparación.
- ❑ Promover regeneración de los tejidos.

Existen 5 signos cardinales de la inflamación:

- ❑ Dolor
- ❑ Inflamación o edema
- ❑ Enrojecimiento
- ❑ Calor
- ❑ Pérdida de la función

Básicamente el proceso de curación consiste en la fase de respuesta inflamatoria, la fase de reparación fibroblástica y la fase de maduración/remodelación. Hay que hacer hincapié en que, pese a que las fases de curación es una progresión continua. Sus fases se superponen y no tienen puntos de comienzo o de finalización determinados.



BOLSA DE HIELO MOLDEADA PARA AJUSTARSE A LA ZONA LESIONADA.

FASE DE RESPUESTA INFLAMATORIA

Una vez que se ha lesionado un tejido, empieza de inmediato el proceso de curación. La destrucción del tejido se produce una lesión directa de las células de los diversos tejidos blandos. La lesión celular tiene como resultado una alteración del metabolismo y la liberación de materiales que inician la respuesta inflamatoria caracterizada por los signos cardinales.

La inflamación es un proceso a través del cual llegan al tejido lesionado leucocitos y otras células fagocíticas así como exudado. Esta reacción celular es protectora y tiende a localizar o eliminar las consecuencias de la lesión por medio de la fagocitosis, preparando de este modo el restablecimiento. Se producen efectos vasculares locales, alteraciones del intercambio de líquidos y migración de leucocitos de la sangre a los tejidos. La reacción vascular implica un espasmo a ese nivel, formación de un tapón de plaquetas y el crecimiento de tejido fibroso. La respuesta inmediata a la lesión es una vasoconstricción de las paredes vasculares que dura entre 5 y 10 minutos. Este espasmo comprime los revestimientos endoteliales opuestos para producir una anemia local que es rápidamente reemplazada por una hiperemia del área debida a la dilatación. Este aumento de flujo es transitorio y da paso a la ralentización del flujo en los vasos dilatados que después progresa al estancamiento la estasis. La efusión normal de sangre dura entre 24 y 36 horas.

INFLAMACION CRONICA

Hay que hacer una distinción entre la respuesta de inflamación aguda y la de la crónica. La inflamación crónica tiene lugar cuando la inflamación aguda no elimina el agente causal de la lesión y no devuelve al tejido a su estado fisiológico normal. La inflamación crónica implica el reemplazamiento de leucocitos por macrófagos, linfocitos y células plasmáticas. Estas células se acumulan en una matriz de tejido conectivo flotante altamente vascularizado e innervado en el área de la lesión.

Los mecanismos específicos que convierten una respuesta de inflamación aguda a una crónica son hasta la fecha desconocidos, no obstante parecen estar asociados con situaciones que implican un uso excesivo o una sobrecarga de microtraumatismos acumulativos en una estructura particular. De igual modo, hay un marco temporal específico en el que la clasificación de inflamación aguda pasa a ser crónica. (KULUND, 1995. pp. 120-144).

FACTORES QUE DIFICULTAN LA CURACIÓN.

- Extensión de la lesión
- Edema
- Hemorragia
- Suministro vascular deficiente
- Separación del tejido
- Espasmos musculares

- Atrofia
- Corticoesteroides
- Queloides y cicatrices hipertróficas
- Infecciones
- Humedad, clima y tensión de oxígeno
- Salud, edad y nutrición.

COMO EL FRIO DISMINUYE LA INFLAMACION

La aplicación de frío usualmente se hace después de la lesión cuando el coágulo se ha formado y de esta manera no tiene efecto sobre la hemorragia. Mas aún, cuando el hematoma se ha desarrollado, la aplicación de frío no puede evitarla. Pero el frío puede prevenir el edema si se aplica lo más antes posible de ocurrida la lesión. El frío disminuye la hipóxia secundaria de esta manera hay menos proteínas libres en los tejidos. De esta forma, hay menos presión oncótica de los tejidos, la mayor causa de edema.

EL PROCESO DE CURACION

La reparación de los tejidos comprende procesos para remplazar las células dañadas o muertas por sanas. La reparación usualmente comienza pronto posterior a la lesión después que la mayoría de los restos celulares han sido removidos. Cuanto más pequeño sea el hematoma, más rápidamente comienza la reparación. Algunos consideran la reparación como parte del proceso de inflamación, otros lo consideran un proceso separado.

(ZARAGOZA, 1992. pp. 98-105).

2.3 POLÍTICAS.

TECNICAS DE CRIOTERAPIA

Con la aplicación del frío, el paciente siente lo siguiente:

- frío (sensación desagradable)
- punzadas o quemazón
- dolor
- entumecimiento.

Cuidado si los ejercicios son vigorosos porque pueden resultar contraproducentes. Las óptimas condiciones en la curación dependen de un estricto balance entre el regresar a la función normal en el menor tiempo posible y en las técnicas de crioterapia pueden ser agrupadas en 2 categorías basada en los objetivos que se pretendan:

- Cuidados inmediatos, aplicado inmediatamente después de la lesión.
- Rehabilitación, el enfriamiento de los tejidos durante la rehabilitación de varias patologías musculoesqueleticas y en conjunto con otra terapia.

1.- CUIDADOS INMEDIATOS.

Los objetivos primarios durante los cuidados inmediatos son:

- Prevenir mayor daño
- Minimizar las secuelas

Para la mayoría de las lesiones musculoesqueleticas agudas el atleta debe de ser retirado de la practica deportiva en donde se lastimó. Las secuelas de las lesiones incluyen: lesión secundaria, dolor, inflamación y espasmo muscular. Cuando la lesión incluye un hematoma, el proceso de inflamación es necesario para la curación. Si hay aplicación inmediata seguida de la lesión, la aplicación de frío es benéfica porque disminuye las secuelas. El frío disminuye la respuesta inflamatoria, el metabolismo y la hipoxia de la lesión.

2.- REHABILITACIÓN

El principal efecto del frío durante la rehabilitación es la disminución del dolor y el espasmo muscular y entonces se puede seguir de una movilización temprana. Se debe de tener proteger a las partes lastimadas de recaer en la lesión.

¿QUE PASA CUANDO SE APLICA FRIO?

Los efectos fisiopatológicos del hielo se pueden agrupar en 7 categorías

- Disminución de la temperatura.
- Disminución del metabolismo.
- Efectos inflamatorios (aumento o disminución).
- Efectos circulatorios (aumento o disminución).
- Disminución del dolor.
- Disminución de la velocidad de conducción.
- Disminución del espasmo muscular.
- Incremento de tejido rígido.

La respuesta inmediata a la aplicación del hielo es el enfriamiento del tejido. Si el enfriamiento es severo de -20 a -70 °C el tejido es destruido como en la criocirugía. Durante las aplicaciones en medicina deportiva el tejido es usualmente enfriado a una temperatura de 1 a 10 °C. El enfriamiento a esta temperatura causa reacciones en el tejido.

Existe una gran confusión concerniente a los efectos de la aplicación del frío con reportes que con la aplicación del frío resulta un aumento del flujo sanguíneo y reportes que dicen lo contrario, que ocurre disminución.

No todos los efectos del frío son beneficiosos durante el manejo de las lesiones del deporte, por lo tanto, si la crioterapia no es usada adecuadamente, los resultados pueden ser perjudiciales en lugar de causar beneficio.

Se ha teorizado que cuando disminuye la temperatura local considerablemente por un periodo mayor a 30 min., se producen fases intermitentes de vasodilatación que duran entre 4 y 6 minutos. Después se vuelve a producir vasoconstricción en un ciclo de 15 y 30 min. seguido de una nueva vasodilatación. Este fenómeno es conocido como respuesta de secuestro y es necesario para lesión de los tejidos.

Si enfriamos una zona amplia, el hipotálamo provocará en forma refleja cierto entumecimiento que incrementa la temperatura central como resultado en un aumento de la producción de calor. El enfriamiento de una zona amplia podría producir también vasoconstricción arterial en zonas alejadas a la lesión, dando lugar a un ascenso de la presión arterial.

El tiempo de tratamiento necesario para enfriar el tejido en forma eficaz depende de las diferencias de espesor del tejido graso subcutáneo.

LESIONES SUBAGUDAS

Las lesiones subagudas se refieren a una lesión aguda después de 10 a 15 días. El dolor sordo es más frecuentemente un problema mayor que el dolor agudo. este dolor responde mejor al calor que al frío. Aumenta el rango de movimiento y en este caso los espasmos o contracturas responden mejor al calor.

LESIONES CRONICAS Y POR SOBREUSO

No hay cuidados inmediatos para las lesiones por sobreuso. La rehabilitación de estas lesiones esta también en confusión. Usualmente existe un poco o nada de espasmo muscular y el dolor suele ocurrir solamente durante la actividad. Una respuesta inflamatoria indicaría la aplicación de hielo pero no hay evidencia que esto sea beneficiosos.

Una terapia popular para la tendinitis es la aplicación de hot packs antes y frío después de la practica, pero no hay evidencia que soporte esta teoría.

DOSIS.

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

- Cuidados postraumáticas.
- Afecciones que cursan con espasticidad.
- Quemaduras.
- Afecciones que cursan con dolor y prurito.
- 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 mas 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 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 5 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 periodos 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 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 sufran 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 ampollazas 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.

Aún 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 esta 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 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.

(GUILLET, 1990. pp. 128-140).

METODOS DE APLICACION DE TERAPIA FRIA.

APLICACION DE HIELO EN ETAPA AGUDA.

1er día.- 30 min. + VCH, 20 min. cada hora o 2 horas

2nd día.- 20 min. cada 2 horas EAL+ modalidad
3er día.- 20 min. cada 6 hrs + EAL + modalidad
4to día.- cada 6 hrs
Se puede prolongar hasta 4,8 y 10 días.

TRATAMIENTO INICIAL DE LAS LESIONES

PRICE

P Protección
R Reposo
I Hielo
C Compresión
E Elevación.

PROTECCIÓN.

El área lesionada debe ser protegida de lesiones adicionales por medio de aplicación inmovilización.

REPOSO.

El descanso después de cualquier tipo de actividad es un componente extraordinariamente importante cualquier programa de tratamiento. Una vez lesionada una estructura anatómica empieza el proceso de curación. El número de días necesario para descansar varía según la gravedad de la lesión, pero la mayor parte de las lesiones menores deben ser objeto de reposo durante aproximadamente 48 a 72 hrs. antes de comenzar un programa de rehabilitación activa

HIELO.

El uso de hielo es el tratamiento más adecuado prácticamente para todas las afecciones que impliquen lesiones del sistema musculoesquelético. Se recomienda el tratamiento por 20 a 30 min. Debe utilizarse al menos durante 72 horas después de la lesión.

COMPRESIÓN.

La compresión es probablemente la técnica más importante para controlar la inflamación inicial. El propósito de la compresión es reducir mecánicamente la cantidad de espacio disponible para la hinchazón aplicando presión en torno al área lesionada. El vendaje de compresión debe permanecer al menos 72 horas después de la lesión aguda.

ELEVACIÓN.

Se deben eliminar los efectos de la gravedad sobre la acumulación de sangre y líquidos en las extremidades. La elevación ayuda al retorno venoso. Cuanto mayor sea el grado de elevación, más eficaz será la disminución de la hinchazón. La parte lesionada debe estar al menos 72 horas en elevación.

(PRETICE, 1993. pp. 78-99).

2.4 MATERIAL Y EQUIPO.

El material o equipo necesario para aplicar el *MASAJE CON HIELO* es el siguiente:

Vasos de plástico. Se llena de agua un vaso de plástico normal de unos 200 ml. y se coloca en el congelador. Una vez congelado se retira todo el plástico de los laterales y se dejan unos 2.5 cm. del fondo. De esta manera se puede sostener mejor el bloque de hielo.

Vasos de hielo con una cucharilla. Se llenan de agua los vasos y se introduce un palo de madera (depresor lingual) en cada vaso. Después se introducen en el congelador, una vez congelados se retira el vaso de papel y se obtiene un bloque de hielo con un palo preparado para dar masaje.

Vasos de papel. Se utiliza la misma técnica que con los vasos de plástico, excepto que puede ser necesario utilizar una toalla para aislar la mano del fisioterapeuta al sujetar el vaso de papel.

Toallas. Se utilizan para absorber el agua que se derrama en el área de aplicación del masaje con hielo.

El material o equipo necesario para aplicar las *BOLSAS DE HIDROCOLOIDE FRIAS* es el siguiente:

Bolsas de hidrocólido frías. Hay que enfriarlas a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$; están comercializadas en ciclos de 120 V. Necesitan de unos revestimientos de plástico o del uso de toallas para su colocación sobre un segmento corporal. La sustancia contenida en la bolsa de plástico es un gel de petróleo destilado.

Toallas húmedas frías. Hay que sumergir las toallas en agua helada y moldearlas según la superficie de la piel, o se pueden colocar en hielo y dejarlas en posición. La bolsa de hielo hay que colocarla sobre una toalla húmeda.

Bolsas de plástico. Hay que colocar el hidrocólido en las bolsas de plástico y se debe eliminar el aire de la misma. La bolsa de plástico se moldea entonces sobre el segmento corporal.

Toalla seca. Para evitar que el hidrocólido frío pierda calor rápidamente, se utiliza la toalla como cubierta para aislar la bolsa de hielo.

El material o equipo necesario para aplicar las *BOLSAS DE HIELO* es el siguiente:

Bolsas de plástico pequeñas. Se utilizan bolsas de vegetales o de pan.

Picadora de hielo. El hielo picado es más fácil de moldear que el hielo en cubos.

Toallas húmedas. Se utilizan para facilitar la transmisión de frío y se deben colocar directamente sobre la piel.

Bandas elásticas. Mantienen la bolsa de hielo de plástico en su sitio y ejercen compresión. El segmento corporal tiene que estar elevado.

Solución salina. Se utiliza para aumentar la temperatura de fusión del hielo. El hielo derretido tiene mayor energía térmica que el hielo estable y es más frío.

(MORILLO, 1988. pp. 166).

2.5 ACCIONES DE ENFERMERIA FUNDAMENTADAS.

PROCEDIMIENTO.	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.
<p>Verificar la presión arterial del paciente en el caso de que éste refiera que padece de alguna enfermedad hipertensiva.</p>	<p>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 hipertensivos. Si se decidiera el tratamiento, los pacientes hipertensos deberían ser monitorizados durante su aplicación, si se apreciara una elevación de la presión arterial, éste debería interrumpirse.</p>
<p>No aplicar el tratamiento en personas con disfunciones vegetativas.</p>	<p>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 dichos pacientes.</p>
<p>La evaluación de la fuerza muscular de un paciente no debería realizarse tras la aplicación de crioterapia, ya que podría enmascarse la realidad por los cambios temporales que ésta terapéutica produce en el músculo.</p>	<p>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.</p>
<p>No aplicar el tratamiento de crioterapia en heridas abiertas o en las zonas en las que se encuentran formaciones nerviosas</p>	<p>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.</p> <p>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</p>

<p>Tener muy presente el tiempo de aplicación de la crioterapia en los pacientes.</p>	<p>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.</p> <p>Otros riesgos, aún de más frecuente aparición, son la necrosis grasa y los fenómenos de congelación, efectos de gran improbabilidad en la practica 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.</p> <p>La sobrexposición al frío, al producir un importante aumento en la permeabilidad capilar, puede conducir a un aumento de la viscosidad sanguínea en los capilares y a la producción de masas oclusivas en éstos.</p>
<p>El frío no debe aplicarse en áreas cuya circulación, principalmente arterial, éste afectada.</p>	<p>Ya que los efectos de vasoconstricción producidos por el frío 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, constituye también contraindicación absoluta de esta terapéutica.</p> <p>Las alteraciones de la luz vascular que acompañan a la arteriosclerosis pueden agravarse, asimismo, por los efectos vasoconstrictores producidos por el frío.</p>
<p>No aplicar crioterapia a personas con hipersensibilidad al frío ya que les</p>	<p>URTICARIA. La urticaria al frío, resultante de la</p>

<p>puede ocasionar urticaria o crioglobulinemia.</p>	<p>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.</p> <p>CRIOGLOBULINEMIA. La crioglobulinemia, resultado de la presencia de crío globulinas 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.</p>
<p>No aplicar a personas con problemas o alteraciones reumáticas.</p>	<p>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), cutáneas (urticaria, acrocianosis, fenómeno de Raynaud) y renales (hemoglobinuria paroxística). Por último hemos de citar la tromboangeítis 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.</p>

PROCEDIMIENTOS.

3. TITULO: COMPRESAS HUMEDO CALIENTES.

3.1 CONCEPTO.

La capacidad calorífica específica o calor específico (c) es la cantidad de calor necesario para elevar en un grado la temperatura de una unidad de masa de una sustancia.

El calor específico varía de una sustancia a otra y de una gama de temperatura a otra. El calor específico del agua es mínimo a 35 °C y aumenta proporcionalmente cuanto más nos alejamos de ésta temperatura. A temperatura ambiente, la capacidad calorífica del agua es superior a la de cualquier líquido o sólido, con excepción del litio.

La capacidad calorífica específica elevada del agua implica que ésta mantiene muy bien su temperatura o, lo que es lo mismo, que la pierde gran dificultad, razones por las que se utiliza como medio efectivo de calentamiento o enfriamiento.

En otros casos, el calor suministrado se utiliza en la producción de un cambio de fase (sólido a líquido, líquido a gas, etc.. generalmente estos cambios se producen a una temperatura determinada (temperatura de fusión, de ebullición, etc). El calor latente se define como la cantidad de calor que hay que suministrar a un gramo de sustancia para que ésta cambie totalmente de fase.

La unidad tradicional de calor es la caloría: el calor que debe suministrarse a un gramo de agua a 15 °C para aumentar su temperatura un grado centígrado. Una caloría equivale a 4,19 julios.

CONDUCCIÓN.

La conducción térmica es un mecanismo de intercambio de energía interna entre áreas de diferentes temperaturas, en las que el intercambio de energía cinética de partícula a partícula se produce por colisión molecular directa y por desplazamiento de electrones libres en los metales. La energía térmica pasa desde las moléculas con mayor energía (regiones más calientes) a las moléculas con menor energía (regiones más frías), de forma que se produce una aproximación gradual a una temperatura común. Así pues, la conducción es un mecanismo de intercambio de energía entre dos superficies en contacto, basado en el traslado de energía por medio del movimiento y la colisión entre átomos en un medio material sin movimiento. La conducción se produce entre los diferentes tejidos del cuerpo o a través de un cuerpo hacia otro en contacto con el primero, sin desplazamiento visible de materia.

En general, la conductividad de los sólidos es casi 100 veces superior a la de los líquidos y la de éstos es cerca de 100 veces superior a la de los gases.

CONDUCTIVIDADES TÉRMICAS DE ALGUNOS MATERIALES Y TEJIDOS.

Material / Tejido	Conductividad Térmica (Cals) / (cm ² x °C/cm)
Plata	1,01
Aluminio	0,50
Hielo	0,005
Agua (20°C)	0,0014
Hueso	0,0011
Músculo	0,0011
Grasa	0,0005
Aire (0°C)	0,000057

Los tejidos del cuerpo humano presentan, en general, una baja conductividad térmica; se comportan como aislantes térmicos. Las propiedades térmicas de los tejidos dependen, en gran medida, de su contenido relativo en lípidos, proteínas y agua. Puede demostrarse que la conductividad térmica varía según el contenido en agua del tejido. Los tejidos con gran contenido en agua (músculos, sangre...) presentan una mayor conductividad que aquellos con menor proporción de agua en su composición (grasa, tendones, ligamentos...).

En materiales biológicos, dado que resulta difícil separar el intercambio de calor que se produce por conducción del producido por convección por la perfusión sanguínea, suele hablarse de conductividad efectiva o aparente (k_{ef}) que incluye la contribución del flujo sanguíneo.

Uno de los aislantes más importantes es el aire: su conductividad es mucho menor que la del agua. Si se interpone aire entre un agente termoterápico y la piel, el calor se transmitirá difícilmente. Por ello, cuando se utilizan agentes termoterápicos conductivos, deben estar en contacto con la piel, y hay que procurar utilizar como medios envolventes materiales de buena conductividad térmica.

CONVECCIÓN.

La convección consiste en la transferencia de calor que tiene lugar en un líquido (agua, sangre, aire...). Aunque en los líquidos y gases una parte de calor se transfiere por conducción, una mayor cantidad se hace por convección, debido a los gradientes de densidad creados por la temperatura (corrientes de convección) en la masa de líquido. Si el movimiento del líquido se produce por las diferencias de temperatura en sí mismo, el proceso se denomina convección libre o natural; cuando el movimiento se debe a un agente externo (aire, ventilador, agitador, etc.), se habla de convección forzada. La conducción pura se observa infrecuentemente en un líquido, debido a la facilidad con la que incluso pequeñas diferencias de temperatura producen corrientes de convección libre.

En el cuerpo humano se produce transporte de calor desde la profundidad hacia la superficie corporal, por conducción y convección. El mecanismo convectivo, en el que desempeña un papel fundamental la circulación sanguínea, actúa a modo de radiador, y es la causa principal de que a corta distancia de la piel la temperatura central sea prácticamente uniforme.

El calor producido en el interior del cuerpo debe ser transferido hacia las capas exteriores. A tal efecto no es suficiente la conductividad del calor a través de los tejidos, en general malos conductores; se necesita un mecanismo de transporte más efectivo. La sangre, además de otras funciones, actúa como medio de transporte para llevar a la periferia corporal el calor producido en los órganos internos y en los músculos. La piel posee una doble función en la termorregulación. Por una parte, la abundancia de grasa subcutánea (de baja conductividad térmica) actúa como aislante térmico. Por otra, frente a elevaciones de temperatura, actúa como un radiador gracias a la regulación del plexo venoso subcutáneo, con lo que se produce un aumento de flujo sanguíneo desde la profundidad hacia la superficie corporal; ello favorece la pérdida de calor hacia el exterior.

En las extremidades, especialmente, se produce intercambio de calor entre las arterias y las venas profundas que se encuentran en contacto (mecanismo de contracorriente).

Los diversos tipos de formas de aplicación de calor que se emplean en terapéutica se pueden dividir en aquellas que proporcionan calor a los tejidos superficiales y las que calientan las estructuras más profundas. A su vez se pueden subdividir de acuerdo con las formas principales de transmisión de calor a los tejidos: conducción, convección y conversión de otras formas de energía en calor por absorción. La termoterapia por conversión de otras formas de energía incluyen el calor radiante y las tres modalidades de calor profundo: onda corta, microondas y ultrasonido. No todas las formas que producen calor por conversión constituyen una modalidad de calor profundo. Se debe señalar que el calor radiante es una forma de calentamiento superficial a pesar del hecho de que se genera calor por conversión de fotones en energía calórica por absorción. No obstante, los fotones penetran sólo las capas más superficiales de los tejidos. Aunque todas las modalidades de calor producen las respuestas terapéuticas deseadas principalmente por elevación de la temperatura, la razón fundamental de su empleo deriva del hecho de que calientan distintas áreas del cuerpo de manera selectiva, alcanzando las temperaturas máximas en diferentes localizaciones. La aplicación terapéutica de calor no constituye una cura en ninguna de las indicaciones para las que se la usa, sino más bien una valiosa ayuda para otras terapéuticas siempre que se la emplee en forma apropiada y con el equipo adecuado.

MODALIDADES TERAPÉUTICAS DEL USO DEL CALOR.

MODO PRINCIPAL DE TRANSFERENCIA DEL CALOR	MODALIDAD	PROFUNDIDAD
Conducción.	Compresas calientes. Baño de parafina.	Calor superficial.
Convección.	Fluidoterapia. Hidroterapia. Aire fluyente. Calor radiante. Infrarojo.	Calor superficial.
Conversión.	Calor radiante. Láser.	Calor superficial.
	Onda corta. Ultrasonido.	Calor profundo.

PRINCIPIOS GENERALES.

Los medios empleados en termoterapia superficial producen un calentamiento intenso de los tejidos superficiales y un calentamiento leve o moderado de los tejidos situados a mayor profundidad. En la superficie, las respuestas obtenidas se deben tanto a modificaciones locales de las funciones celulares y tisulares, como a la puesta en marcha de mecanismos reflejos. A mayor profundidad las respuestas obtenidas, como la relajación muscular, se producen de forma refleja, a partir de la estimulación de receptores sensibles de la piel.

No obstante, con alguno de éstos métodos puede elevarse la temperatura de articulaciones que se encuentran recubiertas por escaso espesor de tejidos blandos, como las de los pies, muñecas y manos, lo que ejerce una acción primordialmente descontracturante.

El calentamiento superficial produce un efecto analgésico, que se debe tanto a la reducción de la tensión muscular como a un efecto directo sobre las terminaciones nerviosas libres y las fibras nerviosas sensibles.

Las modificaciones en las temperaturas de los tejidos superficiales, producidas por este tipo de termoterapia, dependen de diversos factores:

Intensidad del calor aplicado. Para obtener niveles terapéuticos, la elevación de temperatura en los tejidos debe situarse entre los 40-45 °C. Temperaturas superiores a los 45 °C disminuyen las respuestas de valor terapéutico. Como

norma general, se recomienda que la máxima exposición de un agente superficial, en estrecho contacto con la piel, sea de unos 30 minutos a una temperatura no superior a los 45 °C. Sin embargo, no se trata de una regla rígida ni segura, ya que, en ocasiones, pueden aparecer quemaduras tras una hora de exposición a temperaturas inferiores, mientras que en otros casos no se producen a temperaturas más elevadas, probablemente por diferencias individuales.

Calor específico del agente utilizado.

Conductividad térmica del agente empleado y de los tejidos interpuestos. Al poseer una baja conductividad térmica, la grasa es un buen asistente térmico, por lo que los tejidos situados por debajo del tejido subcutáneo se ven muy poco o nada afectados. Sin embargo, las articulaciones de muñecas, manos, tobillos y pies, al tener escaso recubrimiento de tejidos blandos, pueden calentarse localmente mediante modalidades de termoterapia superficial.

Duración de la aplicación. En términos generales, cuanto mayor es el tiempo de aplicación mayor será el estímulo producido, teniendo en cuenta que el medio terapéutico superficial aplicado sobre el cuerpo pierde calor en un tiempo variable, en razón a su conductividad térmica y calor específico.

Superficie cutánea expuesta. Cuando mayor sea la superficie expuesta es de esperar un mayor estímulo, por cuanto la entrada neural es mayor y se estimula más cantidad de neuroreceptores. Además, existen zonas reflexógenas determinadas, sobre las que el estímulo térmico aumenta las respuestas.

Sensibilidad individual. La sensibilidad, tanto al calor como al frío, varía de un individuo a otro y no es la misma en las diferentes zonas de la superficie cutánea.

Los métodos de calentamiento superficial producen una elevación máxima de la temperatura de la piel y tejidos muy superficiales, en un periodo de tiempo de 6 a 8 minutos. En los músculos situados entre 1 y 2 cm de profundidad, la temperatura se eleva en menor medida. Se necesitan exposiciones de 15 a 30 minutos, a temperatura máxima tolerable (40-45 °C), para producir un incremento significativo de la temperatura muscular. En músculos situados a 3 cm de profundidad, las aplicaciones dentro de los niveles tolerables producen una elevación máxima de 1 °C en la temperatura del músculo. Tras obtenerse el máximo nivel de calentamiento, se produce un descenso lento de la temperatura, hasta llegar a los niveles basales previos a la aplicación.

La temperatura superficial se utiliza, dentro de un programa terapéutico, por su acción relajante sobre músculo estriado y liso, analgésica, descontracturante y antiinflamatoria. En el tronco, codos, rodillas y hombros se obtiene un calentamiento suave y superficial, lo que produce efectos en zonas más profundas por el desencadenamiento de respuestas reflejas. En otras localizaciones, como en los dedos, la aplicación de un medio de calentamiento superficial, como la parafina, puede producir un calentamiento articular intenso. Por lo tanto, con estos métodos puede alcanzarse temperaturas en el rango terapéutico sobre zonas como las manos, pies, tobillos y aquellos casos en que la afección se localice relativamente cerca de la piel, con la ventaja de poder aplicarse sobre una zona más amplia que con los ultrasonidos o la diatermia. Por otra parte, en la mayoría

de los casos, las modalidades actuales de calentamiento superficial resultan de fácil manejo y relativamente baratas

Aunque por las características del patrón de distribución térmica de estos agentes no son de esperar modificaciones sobre las propiedades viscoelásticas del tejido conectivo y de los músculos situados en zonas profundas, el efecto analgésico y antiespasmódico obtenido justifica su empleo para disminuir el dolor y el espasmo muscular, antes de realizar ejercicios terapéuticos. Sin embargo, en articulaciones superficiales, el calentamiento puede modificar las propiedades viscoelásticas tisulares articulares y perpendiculares, al aumentar su extensibilidad en concomitancia con la relación de cinesiterapia. (ZAMUDIO, 1982. pp. 148-180).

CLASIFICACIÓN.

De acuerdo con el mecanismo principal de transferencia térmica, la mayor parte de medios termoterápicos superficiales pueden clasificarse en conductivos y convectivos. La radiación infrarroja también produce calentamiento superficial por conversión de energía electromagnética en energía térmica. El estudio de los infrarrojos y de las modalidades de hidroterapia, como los ladrillos calientes, las bolsas de agua caliente, los secadores de pelo, las planchas eléctricas o bien los calentadores de cama, son métodos domésticos muy extendidos para transferir calor al organismo.

ALGUNOS MÉTODOS DE TERMOTERAPIA SUPERFICIAL.

Conducción	Convección	Conversión
Bolsas calientes (hot-packs)	Baños de agua caliente	Infrarrojos
Bolsas de agua caliente	Duchas y chorros calientes	
Almohadillas eléctricas	Hidromasaje caliente	
Envolturas y compresas secas	Sauna	
Arena caliente	Baños de vapor	
Parafina	Aire caliente	
Peloides/fangos	Fluidoterapia	
Parafangos		

3.2 OBJETIVOS.

Actualmente se dispone de una gran variedad de medios termoterápicos, que pueden clasificarse según diversos criterios. Los más empleados se basan en la profundidad de la acción térmica y en el mecanismo principal de transferencia de calor.

Los agentes y medios termoterápicos, según su profundidad de acción, se clasifican en superficiales y profundos. Los superficiales sólo producen un calentamiento de la superficie corporal, ya que su penetración es muy baja, por absorberse cutáneamente casi en su totalidad. Por ejemplo, la radiación infrarroja procedente de lámparas luminosas tiene una penetración entre 2 y 10 mm. Aunque se produzca paso de calor a tejidos más profundos (por conducción o por la acción convectiva de la circulación), sus acciones terapéuticas van a ser modalidades fundamentalmente por mecanismos reflejos, más que por un calentamiento directo de la zona. Por el contrario, los medios profundos producen efectos biológicos gracias al calentamiento directo de los tejidos situados en mayor profundidad. Este grupo incluye: onda corta, microondas y ultrasonidos.

Según el mecanismo principal, aunque no exclusivo, de transmisión de calor, la termoterapia puede ser por conducción y convección térmica, y por conversión de otras formas de energía en calor.

MODALIDADES DE TERMOTERAPIA Y AGENTES TERMOTERÁPICOS.

	Conducción	Convección	Conversión
Superficial	Envolturas y compresas. Almohadillas eléctricas. Bolsas calientes. Arena caliente. Parafina. Peloides. Parafangos.	Baños, duchas calientes... Sauna Baños de vapor Fluidoterapia	Infrarrojos
Profunda			Onda corta Microondas Ultrasonido

La mayor parte de materiales empleados en termoterapia tienen como mecanismo principal de cesión de calor la conducción. Estos medios pueden ser sólidos (arena, envolturas secas, almohadillas y mantas eléctricas, objetos metálicos calientes, bolsas de agua caliente, hot-packs, etc.) y semilíquidos (peloides, parafina, parafangos).

La convección es otra de las formas de transmisión de calor de los agentes termoterápicos superficiales. Las modalidades termoterápicas por convección

incluyen las aplicaciones hidroterápicas calientes, los baños de vapor de agua y aire seco (sauna), etc.

En caso de la termoterapia por conversión, el calentamiento se produce por la transformación de otras formas de energía térmica. Por ejemplo, en el caso de los ultrasonidos, la energía mecánica acaba degradándose, como consecuencia del rozamiento y la viscosidad del medio, y transformándose en calor.

Los agentes incluidos en la termoterapia por conversión son electromagnéticos (onda corta, microondas y radiación infrarroja) y mecánicos (ultrasonidos). La radiación infrarroja, incluida aquí, es un agente terapéutico superficial. En las modalidades restantes, los diversos tipos de energía, electromagnética y mecánica, penetran en tejidos situados a mayor profundidad; finalmente se transforman, mediante diferentes mecanismos, en calor. Por tanto, las corrientes de alta frecuencia y los ultrasonidos constituyen las diferentes modalidades actuales de termoterapia profunda (diatermia). (LINDEMANN, 1995. pp. 110-115)

EFFECTOS BIOLÓGICOS.

FACTORES QUE DETERMINAN LA EXTENSIÓN DE LAS REACCIONES BIOLÓGICAS.

La velocidad del incremento de la temperatura también desempeñó un papel en la determinación del alcance de las respuestas biológicas. De acuerdo con la velocidad del incremento, los niveles de la temperatura efectiva serán alcanzados más temprano o más tarde. Por lo tanto, una modalidad que aumente en forma rápida la temperatura hasta niveles biológicamente efectivos producirá un efecto más pronunciado que una modalidad que aumente la temperatura en forma más lenta, siempre y cuando ambas modalidades se apliquen durante el mismo periodo.

Además se había observado que algunas respuestas de los receptores de temperatura aparecen como más pronunciadas cuando la temperatura de los tejidos cambia con rapidez.

El enlace del fenómeno reflejo también puede depender del tamaño del área tratada.

En resumen, los principales factores que determinan el número e intensidad de las reacciones fisiológicas al calor son:

- El nivel de la temperatura tisular. El espectro terapéutico aproximado se extiende entre los 40 y los 45 °C.
- La duración de la elevación de la temperatura tisular. El espectro terapéutico aproximado es de 3 a 30 minutos.
- La velocidad del aumento de la temperatura en los tejidos.
- El tamaño del área tratada.

Cuando se aplica calor, el cuerpo humano pone en marcha una serie de respuestas fisiológicas encaminadas a mantener su constancia térmica. Es

necesario conocer algunas de las principales respuestas fisiológicas que se producen frente a una elevación de la temperatura, ya que en definitiva son las responsables de los efectos terapéuticos que se aceptan para las aplicaciones de calor, en el campo de la medicina física:

- Aumento de la extensibilidad del tejido conectivo.
- Disminución de la rigidez articular.
- Efecto analgésico.
- Efecto antiespasmódico.
- Efecto antiinflamatorio.
- Vasodilatación y aumento del flujo sanguíneo.
- Aumento de la temperatura local.
- Aumento de la turgencia.
- Aumento en el aporte de oxígeno y principios nutritivos; también incremento del drenaje venoso y linfático.
- Aumento del metabolismo local.
- Mayor permeabilidad de los capilares a los leucocitos.
- Menor dolor y espasmo muscular.
- Mayor elasticidad de los músculos, tendones, ligamentos y cápsula.

MECANISMOS LOCALES.

La aplicación local de calor produce vasodilatación por medio de un mecanismo independiente de estímulos nerviosos. Estudios en pacientes sometidos a simpatectomía cervical han demostrado la capacidad de calor para actuar directamente sobre la musculatura lisa vascular. En este sentido, sabemos que existen muchos cambios “cambios metabólicos y vasodilatadores” (disminución pO_2 y pH, aumentados en la pCO_2 y de la osmolaridad...), entre los que se encuentran la elevación de la temperatura en los tejidos activos. El endotelio posee la capacidad de producir el denominado factor relajante derivado del endotelio (FRDE), sustancia que en la actualidad se ha identificado con el óxido nítrico, responsable directo de la vasodilatación al actuar sobre la musculatura lisa vascular y la contractilidad endotelial.

Por otro lado, en calor puede producir una moderada respuesta inflamatoria, al liberarse en la zona mediadores del tipo de la histamina y prostaglandinas, que actuarían sobre los vasos de resistencia produciendo vasodilatación. La acción de estos mediadores químicos provoca la vasodilatación de los vasos de resistencia y un aumento en la permeabilidad capilar y poscapilar venular, por modificación en la tonicidad del músculo liso y de la contractilidad de la célula endotelial, respectivamente.

MECANISMO REFLEJO.

Para comprender el reflejo local es necesario comentar algunos aspectos de la regulación nerviosa de los vasos sanguíneos. Todos los vasos sanguíneos, a

excepción de los capilares y las vénulas, poseen músculo liso y se encuentran inervados por fibras nerviosas motoras simpáticas del sistema nervioso autónomo. Los receptores alfa de los vasos sanguíneos de la piel y las mucosas responden con la vasoconstricción a los impulsos adrenérgicos.

Los impulsos generados por los termorreceptores son transmitidos por fibras amielínicas hacia la médula espinal y, a través del fascículo espinotalámico lateral y la radiación talámica, hacia la circunvalación posrolándica. Algunos de estos impulsos aferentes son conocidos de forma antidrómica hacia los vasos cutáneos, lo que produce una disminución de la actividad posganglionar adrenérgica en el músculo liso y una vasodilatación. También en la producción de la vasodilatación por este mecanismo se ha implicado la liberación de ciertos mediadores, como la sustancia P, prostaglandinas y prostaciclina.

Los efectos vasodilatadores de esta respuesta refleja no se limita a la zona calentada, sino que se produce una respuesta consensual en zonas remotas al lugar de la aplicación del estímulo térmico. Así, el calentamiento de una extremidad no sólo produce modificaciones locales del flujo sanguíneo, sino también en la extremidad contralateral, aunque con menor intensidad. Esta respuesta depende de la intensidad del estímulo térmico y de la extensión de la zona de aplicación, ya que la reacción es mayor conforme lo es la entrada neural. Por otra parte, esta respuesta se produce con una latencia corta y sin que se genere un aumento en la temperatura corporal central, lo que refuerza su naturaleza refleja.

La acción refleja se demuestra por el hecho de que si la piel e la pared abdominal se calienta, es respuesta a la hipertermia superficial producida, tiene lugar una reacción del flujo sanguíneo de las mucosas gástrica e intestinal, objetivada por la aparición de palidez en éstas. Esta respuesta se asocia con una relajación simultánea de la musculatura lisa visceral, con reducción o abolición de la peristalsis. Además, se produce una reducción de la acidez gástrica.

Lo mismo ocurre en el útero.

Existe una relación entre la circulación sanguínea de la piel y la del interior del organismo, demostrada por Hauffe. Según este autor, existe un depósito sanguíneo interno, constituido por la cavidad cardiaca, pulmones, hígado y grandes vasos sanguíneos, y uno periférico, formado por los vasos cutáneos, musculares, coronarios, renales y de la mayoría de las vísceras. Cada uno de estos depósitos reacciona conjuntamente, pero en sentido contrario. Así, por mecanismo reflejo, una vasodilatación periférica provoca una vasoconstricción interna, especialmente en el área esplácnica.

El aumento del flujo sanguíneo (hipertermia) será la expresión final del efecto vasomotor producido por las aplicaciones termoterápicas. Bier estableció los efectos que produce la hipertermia, que pueden sintetizarse en:

- Mejoría de la nutrición y oxigenación celular.
- Aumento de la reabsorción de productos patológicos.
- Acción bactericida y antiinflamatoria.
- Acción analgésica y antiespasmódica.

- Actividad de restauración tisular.

El flujo sanguíneo en el músculo estriado esquelético se encuentra fundamentalmente sometido a una regulación metabólica: aumenta o disminuye conforme lo hace la contracción muscular. En general, cuando se aplican medios de calentamiento superficial, no se producen modificaciones en el flujo sanguíneo o éstas son mínimas. Si el músculo se calienta directamente, mediante diatermia, la respuesta vascular es muy similar a la que se produce durante el ejercicio. El flujo sanguíneo aumenta a 30 ml/100 g de tejido/min. Esta modificación se observa independientemente de la modalidad de diatermia empleada.

EFFECTOS ANALGÉSICOS.

Las aplicaciones de calor para obtener analgesia se han realizado empíricamente desde los tiempos más remotos, para facilitar la realización de movilizaciones pasivas y ejercicios activos. En algunos casos, el dolor puede reducirse al combatir los espasmos musculares secundarios. En cuadros tensionales, la aparición de dolor se relaciona con la existencia de cierto grado de isquemia, por lo que la hipertermia producida por el estímulo térmico contribuye a su disminución. En efecto, se ha demostrado que el aumento del flujo sanguíneo por encima de los 30 ml. por 100 g. de tejido conlleva una reducción del dolor. Este aumento del flujo sanguíneo permite la llegada de nutrientes a la zona patológica, lo que favorece los procesos de reparación tisular y contribuye a eliminar de los tejidos alterados sustancias como prostaglandinas, bradícina e histamina, implicadas en la génesis del círculo dolor-espasmo-dolor.

Existen estudios clásicos en los que se ha demostrado que la aplicación de calor sobre el área de un nervio periférico produce un aumento del umbral doloroso en la zona inervada por él. Asimismo, al calentar otros tejidos, como la piel, el umbral doloroso se eleva en la parte tratada.

Trabajos más recientes han estudiado la relación entre la actividad de los nervios dentales y el dolor pulpar tras estimulación térmica. Se han observado tres fases de poca duración, en las que la actividad nerviosa y el dolor se acrecientan, a lo que sigue una paulatina disminución, hasta obtenerse, mediante aplicaciones repetidas, la abolición de la respuesta nerviosa.

Otras teorías apuntan la posibilidad de que el calor actúe como un contrairritante, modificando la sensación dolorosa por el mecanismo de la puerta (gate control) de Melzack y Wall.

Existen datos clínicos que apuntan a que el efecto analgésico también podría explicarse mediante la elevación en el líquido cefalorraquídeo de neurotransmisores endógenos con propiedades morfomiméticas (encefalinas y betaendorfinas), como se ha observado tras la inmersión en baños hipertérmicos.

(CIBEIRA, 1997. pp. 98-120).

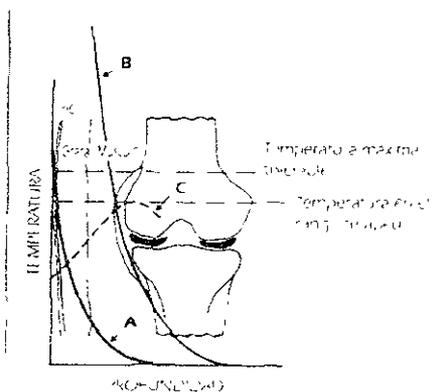
CRITERIOS FUNDAMENTALES PARA LA ELECCIÓN DE UN AGENTE TERMOTERÁPICO.

Cuando se plantea utilizar termoterapia, la primera pregunta que se ha de responder es: ¿se busca una termoterapia intensa o leve?

Cuando se pretende un calentamiento intenso, la elevación local de la temperatura, en el tejido patológico, es esencial e implica la selección de un agente que consiga producir una elevación significativa de la temperatura en ese ámbito.

En general, cuando se desea obtener una respuesta termoterápica intensa, es necesario:

- Alcanzar la temperatura más elevada en la zona en que se encuentra localizada la lesión objetivo del tratamiento.
- Elevar la temperatura en la zona patológica tan cerca como sea posible del nivel máximo de tolerancia.
- Mantener ese nivel óptimo de temperatura alcanzado durante un periodo de tiempo adecuado.
- También es deseable que la velocidad con que se produce el ascenso de temperatura sea alta.
- Alcanzar la temperatura más elevada en la zona de interés terapéutico conlleva una adecuada decisión a la hora de seleccionar una determinada modalidad terapéutica. Por ejemplo, si se desea actuar en la cápsula articular de una rodilla contracturada, para modificar su extensibilidad, será necesario seleccionar aquella modalidad de calentamiento que pueda elevar la temperatura a un nivel terapéutico óptimo en su articulación.



Si se selecciona una modalidad de termoterapia superficial, la temperatura máxima se alcanzará en los tejidos más superficiales. Si esta temperatura se mantiene dentro de los límites de tolerancia, no se obtendrá un incremento de temperatura terapéuticamente eficaz en los tejidos articulares y periarticulares, correspondientes a la zona patológica, situados a mayor profundidad. Si se aumentara la temperatura para alcanzar el nivel terapéutico en la zona de interés, podrían producirse daños graves y quemaduras en los tejidos superficiales. Para obtener un adecuado rendimiento térmico en la zona patológica sin producir alteraciones graves en los tejidos más superficiales, habrá que seleccionar un tipo de termoterapia profunda, como, por ejemplo, los ultrasonidos, que pasarán por los tejidos superficiales sin producir sobrecalentamiento y convertirán su energía en calor en la zona de interés.

Para seleccionar la modalidad más correcta para este propósito es importante conocer, además, la distribución de temperatura producida por los diversos equipos de termoterapia profunda, los factores que predeterminarán esta distribución térmica y la temperatura absoluta obtenida mediante dicha distribución.

Cuando se persiguen los efectos de un calentamiento leve o moderado, han de considerarse las siguientes medidas:

Seleccionar un tipo de agente termoterápico profundo, que pueda producir el aumento máximo de temperatura en la zona patológica, pero produciendo la potencia o dosificación, de forma que se obtenga una elevación relativamente baja de la temperatura en la zona. Ello se consigue disminuyendo la dosificación, pero también disminuyendo la velocidad de ascenso de la temperatura y la duración de la aplicación.

Obtener la temperatura superficial más elevada, distante a la zona patológica.

Seleccionar una modalidad de termoterapia superficial para obtener una respuesta limitada en la lesión situada a mayor profundidad. Esta medida suele emplearse para reducir los espasmos musculares de defensa. Los medios de calentamiento superficiales producen un ascenso lento de la temperatura y, aunque el calentamiento directo sobre la piel resulte intenso, en las zonas más profundas el efecto resulta leve o moderado. De esta forma se obtiene un efecto terapéutico por un mecanismo reflejo, lo que evita la aparición de una reacción inflamatoria añadida en la zona patológica situada a mayor profundidad.

El calentamiento intenso se utiliza en procesos crónicos, como ocurre cuando se desea aumentar el grado de extensibilidad del tejido fibroso, en situaciones de contracturas articulares, como consecuencia de fibrosis y engrosamiento de la cápsula articular y de las estructuras periarticulares. En este caso, el objetivo del tratamiento será elevar la temperatura en los tejidos fibrosados hasta que éste los haga más extensibles, y facilitar la posterior realización del resto del programa terapéutico destinado a aumentar la movilidad de la articulación. En el caso, por ejemplo, de una persona que ha sufrido una fractura femoral y es sometida a tracción durante seis semanas, después de la tracción el grado de movilidad de la rodilla se encuentra limitado. La aplicación de ultrasonidos y de ejercicios pasivos

o técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva contribuye a aumentar el grado de movilidad articular y a estirar la musculatura.

El calentamiento intenso es necesario si se desea obtener un aumento lo suficientemente intenso del flujo sanguíneo en procesos inflamatorios crónicos, para estimular los mecanismos de defensa y reparación tisular. Por el contrario, se encuentra contraindicado en procesos inflamatorios agudos, ya que puede sobreimponerse otra reacción inflamatoria grave, que provoque necrosis tisular. Existe, prácticamente, un consenso total de que el calor debe evitarse en inflamaciones musculoesqueléticas agudas, ya que puede agravar el edema y la hemorragia, por aumento del flujo sanguíneo y de la presión hidrostática microvascular.

El calentamiento suave o moderado, generalmente, también se encuentra contraindicado en procesos agudos, pero puede utilizarse en afecciones subagudas.

EFFECTOS FISIOLÓGICOS.

IMPORTANCIA TERAPÉUTICA.

En general, los siguientes efectos constituyen las respuestas fisiológicas que se aceptan como base para las aplicaciones terapéuticas de calor más comunes:

- El calor aumenta la extensibilidad del tejido con colágeno.
- El calor disminuye la rigidez de las articulaciones.
- El calor produce alivio al dolor.
- El calor alivia el espasmo muscular.
- El calor aumenta el flujo sanguíneo.
- El calor colabora en la resolución de infiltrados inflamatorios, edema y exudados.
- El calor ha sido empleado como parte de la terapéutica contra el cáncer.

Cuando, se aplica calor se deben emplear precauciones específicas. La aplicación de calor está contraindicada o se le debe usar tomando precauciones especiales sobre zonas anestesiadas o en un paciente embotado. En la mayoría de las termoterapias, la sensación de calor es una señal de alerta que indican que se han excedido los límites de seguridad. Si no existe sensación de dolor, en la mayoría de las modalidades la dosimetría no es lo suficientemente exacta como para confiar en que evitará las temperaturas excesivas. Está contraindicado el calentamiento de tejidos que presentan una irrigación inadecuada, debido a que la elevación de la temperatura aumentará la demanda metabólica sin que exista una respuesta vascular apropiada. El resultado puede ser una necrosis isquémica. Cualquier tendencia a sangrar se incrementa en forma marcada con el calor, debido al aumento del flujo sanguíneo y de la vascularidad. Si se sospecha la presencia de un proceso maligno en la zona destinada a la aplicación de calor, en general no se debe efectuar la aplicación, dado que las temperaturas inferiores a

las que ofrecen resultados terapéuticos para el cáncer pueden acelerar el crecimiento del tumor o aumentar la posibilidad de formación de metástasis como resultado del aumento del flujo sanguíneo y de la vascularidad. A temperaturas de 44 a 45 °C, Child y col. no encontraron un aumento en la formación de metástasis; estas temperaturas fueron producidas por la aplicación de ultrasonido durante 5 a 10 minutos. También se debe evitar el calentamiento de las gónadas o el del feto en desarrollo.

EFFECTOS LOCALES.

Los efectos locales se producen en parte a través del efecto directo de la elevada temperatura en los tejidos. Según las condiciones del calentamiento, estas respuestas fisiológicas pueden ser de diversa magnitud. En parte, se producen por la acción directa de la elevación de la temperatura sobre la función de los tejidos y de las células, por la producción y acumulación de metabolitos y de dióxido de carbono, por reducción de la tensión de oxígeno y por la producción de sustancias del tipo de la histamina y de bradiquinina. Los receptores de temperatura pueden desempeñar un papel importante.

Por efecto del calor se produce una alteración marcada de las propiedades físicas de tejidos fibrosos como los que se encuentran en los tendones, en las cápsulas articulares y en las cicatrices; cuando se calientan, estos tejidos ceden mucho más fácilmente el estiramiento.

Las investigaciones realizadas por Backlund y Tiselius y por Wright y Johns han demostrado que las quejas subjetivas por parte del paciente con artritis reumatoide coinciden con los cambios en las mediciones de las propiedades viscoelásticas de las articulaciones. La rigidez de las articulaciones, evaluada por estimación subjetiva y por una medición objetiva, puede estar influida por el tratamiento con drogas como la cortisona y por la fisioterapia, como la aplicación de frío o de calor. La aplicación de calor disminuye de manera marcada la rigidez y la incomodidad del paciente. Las aplicaciones de frío aumentan la rigidez y el malestar del paciente.

El empleo de calor para aliviar el dolor en una amplia variedad de afecciones musculoesqueléticas está muy definido y tiene una base empírica. En algunas circunstancias es posible aliviar el dolor al reducir los espasmos musculares. En los síndromes de tensión, el dolor referido está relacionado con isquemia, la cual a su vez, se puede mejorar por la hiperémia que provoca la aplicación del calor. También se lo ha aplicado como un "contrairritante", es decir, el estímulo térmico puede afectar la sensación de dolor según lo explica la teoría de la puerta de entrada de Melzack y Wall. Tal vez pueda también explicarse por la acción de las endorfinas. Gammon y Starr proporcionan un apoyo limitado al empleo de calor como contrairritante. Como elemento que provee alivio, el calor ocupa el tercer lugar en comparación con otros contrairritantes. La aplicación de calor a un nervio periférico produce el aumento en el umbral del dolor en el área inervada por el nervio, sin afectar la función motora. Además, se puede elevar el umbral del dolor,

de acuerdo con las mediciones realizadas por el método de Ardi-Wolff-Goodell, por calentamiento de otros tejidos como la piel.

Se ha demostrado que el calentamiento de los tejidos afecta la actividad de la fibra gamma en el músculo. La disminución en la sensibilidad al estiramiento del hueso muscular que otro provoca, así como los reflejos desencadenados por los receptores de la temperatura, pueden ser las bases fisiológicas para el relajamiento del espasmo muscular observado clínicamente después de la aplicación de calor. Mense encontró que, en un músculo preestirado, el calentamiento aumentó la velocidad de la descarga en el grupo de aferentes 1A. Este investigador diferenció 2 tipos de aferentes secundarios; aquellos con una descarga de base alta respondieron como los aferentes 1A, mientras que los que presentaban una velocidad de descarga inicial baja mostraron una depresión o un cese de la descarga por el calentamiento. La mayoría de las terminaciones secundarias presentaron la segunda de las conductas después del calentamiento. Además, los órganos tendinosos de Golgi aumentaron su velocidad de descarga cuando se aumentó la temperatura. Por lo tanto, es posible especular que si el espasmo muscular secundario es, hasta cierto punto, un fenómeno tónico, el cese selectivo de la descarga desde las terminaciones secundarias puede reducir el tono muscular, un efecto que puede ser aumentado por los mayores impulsos inhibitorios provenientes de los órganos tendinosos de Golgi. Petajan y Eagan demostraron que cuando se aplicó calor por medios externos, provocando un aumento en la temperatura muscular, disminuyó el tiempo de relajación del movimiento espasmódico del tobillo y se observó un ligero cambio en el tiempo de ascenso. Estas observaciones sólo se extendieron a temperaturas menores de 40 °C. Black y col. encontraron que el ultrasonido no afectaba las contracciones de dorsiflexión isocinética del tobillo a velocidades de 60° por segundo y de 180° por segundo medidas por el dinamómetro.

El flujo sanguíneo está aumentando debido a la dilatación de las arteriolas y de los capilares. Estas alteraciones fisiológicas se producen por un efecto directo de la elevación de la temperatura y por mecanismos reflejos. El espectro de los mecanismos reflejos varía desde los reflejos axónicos simples hasta fenómenos complejos que se producen como parte del control de la temperatura central. Está aumentada la velocidad de filtración y de difusión a través de las membranas biológicas. Por lo tanto, puede producirse un aumento de la permeabilidad de las membranas capilares, lo que trae aparejado el escape de proteínas plasmáticas. Un calentamiento intenso puede inducir respuestas celulares asociadas con una reacción inflamatoria que puede variar desde leve hasta grave. Como consecuencia de la elevación de la temperatura, inicialmente aumenta el metabolismo tisular. Sin embargo, si las temperaturas se elevan mucho durante un período prolongado, puede disminuir el metabolismo de los tejidos. Asociados con las alteraciones en la velocidad metabólica se producen cambios en las reacciones enzimáticas. Estos cambios pueden verse acelerados por una elevación moderada de temperatura y disminuidos en forma gradual a temperaturas más altas. La explicación residirá en el hecho de que la elevación de la temperatura aumenta la velocidad de las reacciones químicas, en tanto que el

componente proteico del sistema enzimático se destruye a mayores temperaturas. Las proteínas pueden desnaturalizarse, y los productos resultantes, como por ejemplo los polipéptidos y las sustancias del tipo de las histaminas, pueden a su vez volverse biológicamente activos.

En los procesos malignos, la hipertermia se emplea de manera primaria en combinación con otras formas de terapéutica, por ejemplo, donde produce un aumento de la efectividad de la radiación ionizante o una reducción de la dosis de radiación necesaria para obtener los mismos resultados.

Esta breve revisión de las reacciones locales más importantes a la aplicación de calor indica no sólo que se puede inducir un gran número de respuestas fisiológicas, sino que muchas de ellas pueden producirse en el grado deseado, lo que significa que es posible lograr respuestas intensas con facilidad.

SELECCIÓN DE LA MODALIDAD.

Para reproducir en calentamiento intenso, es necesario elevar la temperatura tisular casi hasta los niveles de tolerancia en el lugar de la lesión patológica. Esto significa que se debe elegir la modalidad que producirá la temperatura más alta en el sitio de la lesión sin sobrepasar los niveles de tolerancia en los tejidos subyacentes ni en los suprayacentes. Para seleccionar la modalidad adecuada para éste propósito es importante conocer la distribución de la temperatura producida por los dispositivos de calentamiento disponibles. Para poder emplear las técnicas de aplicación adecuadas con la modalidad seleccionada, es necesario comprender cuáles son los factores que modifican esta distribución de la temperatura tisular y los niveles reales de temperatura que se obtienen.

Si se desea un calentamiento suave en la profundidad de los tejidos, se puede elegir entre los agentes de calentamiento superficial, como la radiación infrarroja, las compresas calientes, los baños de parafina y otros que producen sólo respuestas reflejas en los tejidos más profundos y una modalidad de calentamiento profundo que se aplica de modo de limitar el aumento de la temperatura tisular a niveles moderados en el sitio de la lesión. No obstante, cuando se tratan partes pequeñas del cuerpo, como los dedos, hasta un agente de calentamiento superficial puede producir un aumento marcado de las temperaturas en los tejidos profundos, provocando los efectos de un calentamiento intenso que puede ser adecuado o no, según se trate de una lesión crónica o de una aguda.

(LAPIERRE, 1996. pp. 73-120).

3.3 POLITICAS.

En primer lugar, es esencial, para una correcta aplicación terapéutica de los diferentes agentes termoterápicos, disponer de un correcto diagnóstico, que permita establecer los objetivos del tratamiento y seleccionar la modalidad de calentamiento y la técnica de aplicación más apropiada. Los agentes físicos, en general, y los termoterápicos, en particular, pueden resultar dañinos, por lo que su aplicación no debe tomarse a la ligera. En principio, estos agentes y medios deben utilizarse como un tratamiento adyuvante, empleándolos como medidas efectivas dentro de un programa de tratamiento que contemple otras medidas físicas y/o farmacológicas. Siempre debe tenerse en cuenta la necesidad de realizar un adecuado control y seguimiento del tratamiento, para determinarse éste debe continuar, modificarse o suspenderse.

En líneas generales, puede establecerse que la termoterapia se encuentra indicada en procesos inflamatorios crónicos y subagudos; generalmente está contraindicada en procesos agudos, por la posibilidad de agravar el proceso inflamatorio ya existente.

Actualmente, la mayoría de las indicaciones específicas se centran en el sistema musculoesquelético: afecciones articulares derivadas de procesos articulares degenerativos, artritis reumatoide y otros reumatismos, epicondilitis, bursitis, tenosinovitis y periartrosis escapulohumeral. En estos procesos el calor contribuye a vencer la contractura y la rigidez articular, y aumenta la extensibilidad de los tejidos colágenos, gracias a su aplicación conjunta con medidas cinesiterápicas apropiadas, para conseguir aumentar el grado de movilidad articular. La eficiencia de las aplicaciones termoterápicas se encuentra clínicamente documentada para combatir el espasmo muscular de defensa, en cuadros postraumáticos subagudos y crónicos, y entre otros procesos diversos, como: distrofia refleja, enfermedad de Reynaud, enfermedades de Dupuytren, enfermedad inflamatoria pélvica crónica, etc.

PRECAUCIONES.

Existen contraindicaciones generales para cualquier aplicación termoterápica y específicas para cada modalidad. En este aparato se consideran las precauciones y contraindicaciones generales de las aplicaciones de calor al organismo.

Previamente a la aplicación, debe evaluarse la sensibilidad térmica y dolorosa de la zona, así como el estado circulatorio del paciente, ya que el calor se encuentra generalmente contraindicado o debe ser empleado con especial precaución sobre áreas anestesiadas o en un paciente obnubilado. En la mayoría de aplicaciones la dosimetría no es exacta, y debe contarse con el paciente que recibe las molestias o dolor cuando el umbral de calentamiento se ha superado.

El calentamiento de tejidos con un inadecuado riego sanguíneo se encuentra contraindicado, dado que la elevación de la temperatura aumenta las demandas metabólicas sin adaptaciones vasculares asociadas, con el riesgo de producción de

una necrosis isquémica. Las alteraciones circulatorias, especialmente arteriales, pueden conducir a una disminución en el mecanismo convectivo de disipación del calor suministrado, con el riesgo de quemadura de los tejidos de la zona. Los vasos alterados pueden presentar mayor contractibilidad, su respuesta frecuente a un estímulo térmico intenso es esencialmente espasmódica.

El calor no debe aplicarse en pacientes con diátesis hemorrágicas, ya que se facilita la hemorragia al incrementarse el flujo sanguíneo. Es el caso de procesos como la hemofilia, traumatismos agudos y pacientes con fragilidad capilar, por tratamiento esteroideo de larga duración.

Excepto en los tratamientos especiales (hipertermia anticancerosa), la termoterapia se encuentra contraindicada en zonas donde se halla localizada una neoplasia, ya que temperaturas subterapéuticas, como las utilizadas en fisioterapia, pueden aumentar la tasa de crecimiento del tumor. Existen muchos estudios en los que se demuestra que las aplicaciones termoterápicas pueden favorecer la aparición de metástasis.

INDICACIONES EN LOS DEPORTISTAS.

- Reducción del espasmo muscular y del dolor después de la fase aguda de la lesión.
- Ejercicio previo, permite un aumento de la amplitud de movimiento.
- Aumento de la corriente sanguínea local.
- Facilitación de la curación de la herida.

CONTRAINDICACIONES.

- Lesión aguda.
- Disminución de la sensibilidad.
- Problemas circulatorios.
- Hipersensibilidad al calor.
- Hiposensibilidad al calor.
- Afecciones febriles.
- No aplicar diatermia si el deportista lleva implantes metálicos.

(PRETICE, 1993. pp. 110-136).

3.4 MATERIAL Y EQUIPO.

METODOS CONDUCTIVOS.

Existe una gran variedad de medios que transfieren calor a la piel mediante conducción térmica muchos de ellos, como los ladrillos calientes, las bolsas de agua caliente, los secadores de pelo, las planchas eléctricas o bien los calentadores de cama, son métodos domésticos muy extendidos para transferir calor al organismo. Trataremos aquellos de empleo más frecuentes en los deportistas.

BOLSAS CALIENTES.

El principal mecanismo de transferencia térmica es la conducción, aunque también existe algo de transferencia mediante convección y emisión de radiación infrarroja. Existen diversos tipos de bolsas comercializadas. Podemos distinguir las bolsas calientes denominadas hot-packs, consistentes en una bolsa de algodón rellena de bentonita (o cualquier otra sustancia con propiedades hidrófilas) y sustancias volcánicas minerales, y las bolsas denominadas hot/cold-packs o bolsas de hidrocoloide, de forro de plástico transparente, cuyo interior se encuentra relleno de una sustancia gelatinosa, que pueden utilizarse tanto para termoterapia como para crioterapia. Estas bolsas se encuentran disponibles en diferentes formas y tamaños, según el tamaño y contorno de la superficie sobre la que se ha de aplicar.

Las bolsas se calientan en baños o calentadores, controlados con termostatos a una temperatura de 71,1 a 79,4 °C; la temperatura de utilización recomendada se sitúa entre los 70 y los 76°C.

En los hot-packs, el material hidrófilo absorbe y mantiene el agua caliente, que se expande dentro de la bolsa. En las bolsas de hidrocoloide, el calentamiento del gel se produce por transferencia térmica desde el agua del baño hacia la bolsa.

Las bolsas, aunque producen una transferencia térmica prolongada, no contribuyen una fuente constante de calor, ya que la temperatura desciende tan pronto es retirada del agua. Existen bolsas que pueden calentarse tanto en agua caliente como en un horno de microondas. En el último caso, el calor absorbido se transfiere por conducción en forma de calor "seco". Suele afirmarse que el calor seco, con el producido por la radiación infrarroja, eleva la temperatura superficial en mayor cuenta que el calor húmedo de una bolsa caliente, aunque en este último caso se produzca una penetración ligeramente superior. Sin embargo, no existen estudios definitivos que certifiquen esta afirmación, por lo que, la mayoría de las veces, la elevación de la forma de calor va a depender de las preferencias del paciente y de la disponibilidad del método de calentamiento.

Las bolsas se extraen del baño con pinzas o tijeras y, para su utilización, se envuelven totalmente en toallas normales o de doble almohadilla, que reducen la transferencia térmica a la superficie cutánea sobre la que se aplican. El número de

toallas interpuestas depende del propio espesor de la toalla, de la temperatura de la bolsa y, especialmente, del grado de tolerancia del paciente. Aunque existen cobertores comercializados, es preciso interponer toallas adicionales para asegurar una correcta aplicación. Las bolsas, dentro de sus envolturas, deben cubrir la totalidad de la zona que hay que tratar y deben quedar bien fijas a ella.

DOSIS.

El tratamiento suele durar entre 15 y 20 minutos, durante los cuales el paciente debe experimentar una sensación de calor franca, pero siempre tolerable. Aproximadamente 5 minutos después de iniciada la aplicación, es necesario retirar la envoltura para observar la piel del paciente.

Hay que tener cuidado en no ejercer mucha presión sobre las bolsas, pues se produce la acción aislante de las toallas o forros. Esta precaución es especialmente necesaria cuando se efectúan aplicaciones en el tronco; éstas deben realizarse en decúbito prono, para evitar la compresión de las bolsas y la salida de agua o sustancia gelatinosa de su interior, lo que aumentaría la transferencia térmica y el riesgo de producción de quemaduras.

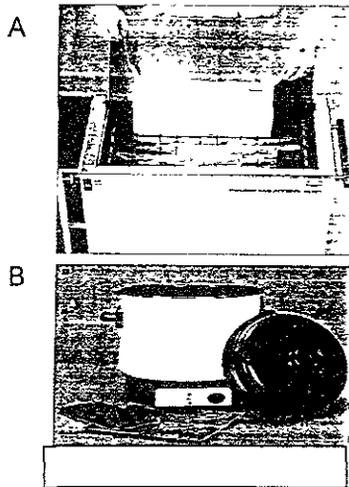
Las bolsas químicas están constituidas por un contenedor flexible, en cuyo interior se encuentra un líquido más o menos transparente que actúa como activador químico. Al presionarlas se produce una reacción química exotérmica, que, en aproximadamente 5 minutos, genera calor seco (máximo de 54 °C), mientras el líquido va cristalizando. Existen bolsas de diferentes tamaños y se aplican igualmente dentro de un forro o envueltas en toallas, teniendo en cuenta los principios establecidos para la aplicación de todos los tipos de bolsas. Después de cada aplicación, las bolsas se introducen en agua hirviendo durante 15 a 20 minutos, con lo que la reacción interna se invierte y quedan listas para una nueva aplicación.

Existen bolsas de este tipo de un solo uso, que contienen un compuesto químico, normalmente sulfato de magnesio, y una bolsita de agua. Para producir la reacción exotérmica, se agita la bolsa de forma que los grumos de sulfato magnésico se desplacen hacia la parte en la que se encuentra la bolsa de agua, se doblan las esquinas superiores y se presiona con fuerza la parte inferior hasta notar que la bolsa de agua se rompe. Posteriormente, se agita vigorosamente la bolsa y se aplica sobre la zona corporal deseada.

El rendimiento térmico de este tipo de bolsas no es significativo y, además, hay que tener mucho cuidado con la posible rotura de las bolsas químicas, dado que el líquido de que están rellenas es irritante y puede ponerse en contacto con la piel o los ojos.

La bolsa de agua caliente puede utilizarse de modo semejante a las anteriores, es una modalidad interesante para empleo doméstico. El agua contenida en su interior, a una temperatura de 48 °C aproximadamente, puede tolerarse algunos minutos sobre la piel, aunque produce una menor transferencia térmica al paciente. Una bolsa con agua caliente a 65 °C produce una mayor transferencia

térmica, pero es necesario interponer toallas, ya que una aplicación directa, aunque sea de breve duración, puede producir quemaduras.



A, BOLSAS HOT/COLD-PACKS Y BAÑO PARA SU CALENTAMIENTO. B, CALENTADOR PARA HOT-PACKS (ENRAF NONIUS)

ALMOHADILLAS ELÉCTRICAS.

La almohadilla eléctrica presenta la ventaja de mantener la temperatura durante el tiempo de aplicación. El calor se produce mediante el calentamiento de una resistencia en el interior de la almohadilla. Suele disponer de un interruptor, reóstato con varios niveles de calentamiento, y deben reunir todas las normas de seguridad eléctricas.

Al mantenerse la temperatura constante, se corre mayor riesgo de producción de quemaduras, sobre todo si el paciente yace sobre la almohadilla o se duerme con ella. El peso del cuerpo produce una reacción del flujo sanguíneo de la piel en contacto con la almohadilla, que se acentúa con la relajación muscular producida cuando el paciente queda dormido, lo que hace que la temperatura cutánea se eleve mucho. Si esto se añade el efecto analgésico que produce el calor, se corre el riesgo de producción de graves quemaduras.

Se han comercializado almohadillas especiales diseñadas de forma que se adapten a la zona corporal mediante velcro y cintas; la potencia oscila entre los 10 y los 50 W, según el tipo de almohadilla.

INDICACIONES.

Los métodos anteriores son útiles como agentes antiespasmódicos y analgésicos, ya que consiguen disminuir significativa, aunque temporalmente, el espasmo muscular defensivo secundario a una afección articular o esquelética subyacente o a una irritación de la raíz nerviosa. Por ello, su indicación más frecuente es el espasmo muscular y/o dolor en la región cervical y dorsolumbar. La relajación muscular se asocia con una disminución de la resistencia al estiramiento pasivo, por lo que su empleo suele preceder a la realización de estiramientos musculotendinosos u otras formas de cinesiterapia y mesoterapia.

Existen estudios en los que se ha comprobado que los medios conductivos aplicados sobre zonas hipersensibles o puntos gatillo, en el síndrome de fibromialgia, resultan beneficiosos para disminuir el dolor en los puntos más sensibles. Para que el tratamiento sea más efectivo, el paciente debe encontrarse en una posición cómoda y la musculatura espasmódica no debe situarse en una posición de estiramiento hasta que no se haya obtenido el efecto antálgico, pues de lo contrario un estiramiento doloroso perpetuaría el espasmo. En estados tensionales, con aumento de la tonicidad muscular, se obtiene un efecto relajante y analgésico, junto con la aplicación de un masaje sedante profundo.

La aplicación de bolsas calientes en el abdomen pueden reducir molestias abdominales de origen gastrointestinal, por la disminución de la peristalsis y del flujo sanguíneo de la mucosa gástrica, que conlleva una disminución de la acidez gástrica. También son beneficiosas en la dismenorrea primaria, por su acción relajante de la mucosa lisa.

BAÑOS DE PARAFINA.

La parafina fundida posee un elevado contenido calórico; es una fuente duradera de calor, pues tarda más tiempo en enfriarse de lo que lo hace el agua a la misma temperatura. Dado que su conductividad y calor específico son bajos, puede aplicarse directamente sobre la piel a temperaturas que no son tolerables con el agua. Para afecciones articulares crónicas de manos y pies, suele preferirse el baño de parafina a los baños de agua caliente o al hidromasaje, ya que proporciona una acción antiinflamatoria y analgésica más duradera.

El mecanismo fundamental de transferencia de calor es por conducción, aunque en el estado de cambio de fase de líquido a sólido, durante la aplicación, se produce emisión de radiación infrarroja.

La parafina se funde y mantiene en baños controlados termostáticamente. Existen baños de pequeño tamaño, que pueden ser transportados y utilizados para uso doméstico. Los baños necesitan una continua supervisión para evitar que se contaminen. Los termostatos y temporizadores pueden fallar o dañarse, y necesitan revisarse y calibrarse de forma regular. El baño debe ser periódicamente limpiado y esterilizado siguiendo las recomendaciones del fabricante. Las veces que se reutilice la parafina determinarán la frecuencia con la

que el baño ha de limpiarse y esterilizarse, aunque se recomienda hacerlo a intervalos no superiores a 6 meses.

Antes del tratamiento, el segmento corporal debe limpiarse con agua y jabón, y posteriormente con alcohol, para eliminar cualquier residuo de jabón y evitar la proliferación bacteriana en el fondo del baño. La parafina se aplica fundamentalmente en manos y pies, de tres formas: inmersiones repetidas, inmersión mantenida y pincelaciones.

El método de inmersión es el más utilizado y consiste en la introducción cuidadosa de la mano o el pie durante varios segundos en el baño; posteriormente se retira, para que se forme una delgada capa de parafina, ligeramente endurecida y adherente, sobre la piel. La operación se repite de 8 a 12 veces hasta que se forme una gruesa capa de parafina sólida. A continuación, la zona se envuelve en una bolsa de plástico y se cubre con varias toallas para facilitar la retención del calor.

El paciente debe situarse en una posición cómoda, con la zona elevada, hasta que finalice el tratamiento para evitar la potencial aparición de edema. La aplicación se mantiene de 15 a 20 minutos. Transcurrido este tiempo, se quitan las toallas y la bolsa de plástico, y con un depresor lingual se retira la capa de parafina sólida y se arroja al baño. Tras la aplicación, debe verificarse el estado de la piel.

Después de la aplicación, la zona debe limpiarse con agua y jabón. La limpieza puede completarse con un suave masaje con una loción hidratante o aceite mineral, para humedecer y suavizar la piel. Después de una aplicación de parafina, la piel queda más tersa, suave, húmeda y flexible, por lo que resulta más fácil de manejar y movilizar.

INDICACIONES.

El baño de parafina se utiliza principalmente frente a contracturas y rigideces articulares localizadas en manos y pies. Las contracturas se producen por un acortamiento de los tejidos articulares o periarticulares, por el engrosamiento de la sinovial debido a una afección reumática o por la tensión de los ligamentos y las cápsulas articulares a causa de una enfermedad articular degenerativa. En estos casos, puede lograrse un calentamiento selectivo de las articulaciones contracturadas interfalángicas, metacarpo y metatarsofalángicas, elevando la temperatura hasta aproximadamente 43 °C. A este calentamiento debe seguirle, de forma inmediata, la realización de movilizaciones de las articulaciones o estiramientos moderados, manuales o instrumentales, prolongados durante el tiempo necesario para que se produzca el enfriamiento de las articulaciones, y siempre en el límite de tolerancia al dolor. De esta forma, puede conseguirse un aumento de 5 a 10 grados en la movilidad de las articulaciones contracturadas con movilidad limitada.

La rigidez articular matutina o tras reposo, característica de la artritis reumatoide y de otras conectivopatías, puede ceder con la aplicación de parafina. Sin embargo, la existencia de sinovitis aguda o subaguda contraindica el calentamiento directo de la articulación. (ZARAGOZA, 1992. pp. 98-128).

3.5 ACCIONES DE ENFERMERIA FUNDAMENTADAS.

PRECEDIMIENTOS.	FUNDAMENTACION CIENTÍFICA.
Conocer los efectos primarios del calentamiento en la superficie cutánea.	Uno de los efectos primarios del calentamiento local es el aumento de la presión hidrostática intravascular, que produce vasodilatación y un aumento en el flujo sanguíneo capilar.
Explicarle al paciente el por que se le coloca la compresa caliente determinado tiempo.	Los estímulos muy calientes de corta duración, aplicados externamente, actúan aumentando el tono muscular y la sensibilidad nerviosa. Los estímulos calientes de larga duración favorecen la relajación muscular y son sedantes y analgésicos.
Conocer las indicaciones y contraindicaciones del calentamiento intenso.	El calentamiento intenso es necesario si se desea obtener un aumento lo suficientemente intenso del flujo sanguíneo en procesos inflamatorios crónicos, para estimular los mecanismos de defensa y reparación tisular. Por el contrario se encuentra contraindicado en procesos inflamatorios agudos, ya que puede sobreimponerse otra reacción inflamatoria.
Conocer, y explicar al paciente la finalidad y utilización del calentamiento intenso.	El calentamiento intenso se utiliza en procesos crónicos, como ocurre cuando se desea aumentar el grado de extensibilidad del tejido fibroso, en situaciones de contracturas articulares, como consecuencia de fibrosis y engrosamiento de la cápsula articular y de las estructuras periarticulares.
No colocar demasiado tiempo las compresas en el sitio a tratar.	Si la temperatura se eleva en demasía durante un tiempo prolongado las proteínas pueden desnaturalizarse; aparecen

	polipéptidos y sustancia con actividad histamínica, y se produce una respuesta inflamatoria, que puede ser leve o intensa.
No aplicar demasiado calor al tolerado por el paciente en zonas reducidas.	El calentamiento de una zona limitada y con una intensidad muy superior a la de la tolerancia cutánea produce la destrucción tisular por quemadura.
Si el paciente sigue el tratamiento en su domicilio explicarle que siga las indicaciones en cuanto a lo referido con el tiempo de colocación de la compresa.	El margen terapéutico aproximado, comúnmente aceptado, es de 3 a 30 minutos; son adecuadas sesiones no inferiores a los 5 minutos. Por encima de los 20 minutos no se obtienen mayores efectos, por cuanto la convección sanguínea realiza el enfriamiento de la zona.

PROCEDIMIENTOS.

4. TITULO: CORRIENTES ELECTRICAS ESTIMULANTES (T.E.N.S.)

4.1 CONCEPTO.

Con el término genérico de estimuladores eléctricos o electroestimuladores se designan los generadores utilizados en medicina y biología para aplicar estímulos eléctricos a los seres vivos. Se trata de generadores destinados a actuar sobre un circuito exterior, constituido por los tejidos orgánicos.

En la actualidad, existe diversidad de electroestimuladores. Sin embargo, para los diseñadores y fabricantes de estos aparatos, aún sigue presentándose como un problema fisiológico y médico importante la fijación precisa de los parámetros de salida de la señal eléctrica: forma de la señal, frecuencia, modulación, etc.

Desde una perspectiva electrónica, los electroestimuladores pueden ser de tensión y de intensidad. Los más frecuentes son los de intensidad, ya que, para un determinado tipo de corriente, los efectos biológicos producidos se encuentran asociados con la cantidad de carga eléctrica suministrada. Por el contrario, en un estimulador de tensión, la carga eléctrica depende de la tensión aplicada y de la impedancia eléctrica del tejido estimulado, que varía de una a otra aplicación.

Los electroestimuladores de empleo en fisioterapia pueden dividirse en estacionarios y portátiles. Dentro de los estacionarios, se dispone de gran variedad de equipos generadores de diferentes tipos de corrientes, que se seleccionan regulando directamente las características de la señal (intensidad, duración, pausa, pendiente,...) o ajustando su producción automática por circuitos preseleccionados. El ejemplo más típico de electroestimuladores portátiles son las unidades portátiles T.E.N.S. para electroanalgésia y estimulación neuromuscular.

- Estimuladores neuromusculares. Producen corrientes pulsadas monopares y bipares, o corriente alterna sinusoidal modulada (corriente rusa).
- Estimuladores portátiles (T.E.N.S.). Son unidades que producen corrientes pulsadas bipares simétricas o asimétricas compensadas, utilizadas fundamentalmente para electroanalgésia. Actualmente se dispone de equipos portátiles para estimulación neuromuscular.

En el mercado se encuentran estimuladores que únicamente permiten utilizar un solo tipo de corriente y otros más completos, más o menos sofisticados, que incorporan diferentes tipos de corrientes y posibilidades de seleccionar diferentes parámetros de estimulación.

A la hora de seleccionar un electroestimulador, es preferible utilizar un equipo que permita, selectivamente, regular a voluntad tanto el tipo de corriente como sus características, de forma que sea lo suficientemente polivalente. En este sentido, vienen ganando preferencia los aparatos productores de corrientes pulsadas que

disponen de los controles necesarios para seleccionar los parámetros específicos para cada aplicación (temporales y modulación).

A continuación se describen las variaciones de la T.E.N.S. que pueden alcanzarse mediante el ajuste de los parámetros de la corriente. Se exponen asimismo los niveles de modulación del dolor adecuados para cada tipo de estimulación eléctrica :

- T.E.N.S. convencional o de alta frecuencia.
- T.E.N.S. de baja frecuencia, semejante a la acupuntura.
- T.E.N.S. breve e intensa.

T.E.N.S. CONVENCIONAL O DE ALTA FRECUENCIA (T.E.N.S. ALTA).

El modo de T.E.N.S. alta se percibe en forma de una sensación no desagradable de alfileres y agujas, que no provocan respuesta motora alguna. La estimulación ha de ser Intensa, pero sin originar molestias. La T.E.N.S. alta se sirve del primer nivel de control del dolor, que proporciona el alivio más rápido entre todas las técnicas de aplicación de la T.E.N.S. Sin embargo, debido a la corta vida media de la encefalina, el alivio del dolor no dura largo tiempo. La T.E.N.S. de alta frecuencia puede aplicarse desde 30 min. hasta 24 horas, según indique el médico. Los beneficios prolongados se obtienen al interrumpirse el ciclo de dolor-espasmo, lo que permite que el organismo luche más fácilmente contra el proceso causal.

T.E.N.S. DE BAJA FRECUENCIA, SEMEJANTE A LA ACUPUNTURA.

La modulación del dolor producida mediante este tipo de estimulación se atribuye a las beta-endorfinas opiáceas endógenas. Esta técnica exige la provocación de respuestas motoras, por estimulación de las fibras nerviosas de mayor tamaño. La duración del estímulo que en la T.E.N.S. convencional, tan sólo de 30 a 60 min. El dolor comienza a aliviarse tras un intervalo libre, generalmente de 20 a 30 min. después de iniciar la estimulación. El alivio del dolor que se logra mediante la T.E.N.S. de baja frecuencia es mucho más duradero, ya que la vida media de las endorfinas es de unas 4 horas.

T.E.N.S. ANALGESIA BREVE-INTENSA O HIPERESTIMULACIÓN.

Existen ciertas discrepancias en la literatura sobre los parámetros exactos que se han de fijarse en la unidad cuando se trata de aplicar este modo de T.E.N.S. La confusión surge predominantemente con respecto a la frecuencia de los pulsos. Este modo de T.E.N.S. se denomina analgesia por hiperestimulación, debido a que en ella se aplica un estímulo nocivo breve, con el fin de utilizar el segundo nivel de alivio del dolor. Esta estimulación se aplica a menudo a través de elementos puntiformes, previstos también de mediadores de Ohm, para que el clínico pueda localizar con más precisión los puntos de tratamiento. Los puntos de

baja resistencia, que guardan una estrecha correlación con los puntos motores o de la acupuntura, son los lugares óptimos de tratamiento. El alivio de dolor se logra mediante la inhibición de los haces descendentes y viene mediado por las sustancias neurohormonales citadas antes, es decir, la serotonina y la encefalina. La frecuencia de los pulsos en la T.E.N.S. breve-intensa depende del tipo de estimulador que se utilice; por consiguiente, la frecuencia de los pulsos se fija en 1 a 5 pps, lo que da lugar a que la anchura de éstos tenga una duración significativa y se estimulen las fibras dolorosas de pequeño tamaño. Las unidades típicas de T.E.N.S. tienen una frecuencia de pulsos de 150 pps. lo que permite que la corriente media producida sea más intensa, y la estimulación, más potente. Si se utiliza una unidad típica de T.E.N.S., debe ajustarse la intensidad para permitir que se produzca una fasciculación muscular o una contracción tetánica. La aplicación puede durar hasta 15 min. y puede repetirse tras 2 ó 3 min. de descanso. Si se emplean los estimuladores puntiformes, los puntos disparadores se estimulan durante 30 seg. por punto, a la máxima tolerancia. El tratamiento puede seguir meridianos para los puntos de acupuntura o bien seleccionar puntos disparadores para las zonas regionales de dolor.



PARA USO DOMICILIARIO EL ELECTROESTIMULADOR DEBE SER PEQUEÑO Y DE POCO PESO, Y DEBE PODER TRANSPORTARSE COMODAMENTE (ENRAF NONIUS).

MODO DE SALVAS.

El cuarto método de T.E.N.S. incluye dos de las técnicas anteriormente mencionadas. Los parámetros se modulan mediante una frecuencia del portador de 50 a 100 Hz, agrupadas en salvas de corriente por medio de un ciclo obligado. Esta modulación permite fundamentalmente una frecuencia de salvas de 2 a 4 seg. Los diferentes pulsos son imperceptibles, por lo que el deportista nota un solo pulso. Por consiguiente, se utiliza una frecuencia del portador igual que la T.E.N.S. convencional (de alta frecuencia), que modula para conseguir un bajo efecto T.E.N.S. El propósito de esta técnica es el de conseguir una potente contracción

muscular con una baja intensidad de corriente, lo que da lugar a una sensación más confortable.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.

La T.E.N.S. es una corriente de baja frecuencia si se compara con el espectro de frecuencias eléctricas disponibles para usos terapéuticos. En la mayoría de los casos la T.E.N.S. funciona mediante una corriente alterna, caracterizada por una duración e intervalo de fase ajustables, así que también se puede variar la frecuencia. La duración de fase suele ser muy breve, variando entre 10 y 250 useg. (KHAN, 1996. pp. 73-130).

4.2 OBJETIVOS.

RESPUESTA FISIOLÓGICA A LAS CORRIENTES ELÉCTRICAS.

Todo tejido biológico manifestará alguna respuesta cuando lo atraviese una corriente eléctrica. La magnitud de tal respuesta depende de:

- El tipo de tejido y sus características (por ejemplo, cómo funciona normalmente y cómo crece y cambia bajo tensiones normales).
- La naturaleza de la corriente aplicada (es decir, continua o altera, intensidad, duración, voltaje y densidad).

El tejido debe responder a la energía eléctrica de forma similar a la que funciona o crece normalmente. Estas afirmaciones son ciertas en un determinado rango de parámetros de la corriente, pero si la densidad de ésta es superior a los niveles críticos, puede producir coagulación y destrucción tisular.

Clinicamente el terapeuta deportivo emplea la corriente eléctrica para los siguientes objetivos:

- Crear contracción muscular por medio de estímulos nerviosos o musculares.
- Estimular los nervios sensoriales para ayudar a tratar el dolor.
- Crear un campo eléctrico en los tejidos biológicos para estimular o alterar el proceso de curación.
- Crear un campo eléctrico en la superficie de la piel para conducir iones beneficiosos para el proceso de curación, hacia la piel o a través de ella.

RESPUESTA DEL MÚSCULO Y NERVIOS A LAS CORRIENTES ELÉCTRICAS.

El principal uso terapéutico de la electricidad se centra en la contracción muscular, en la estimulación nerviosa, o en ambas. Consideramos en este apartado de forma general los efectos fisiológicos de la electricidad sobre el tejido nervioso y muscular.

Los nervios y los músculos son tejidos excitables. La excitabilidad depende de la permeabilidad sobre el voltaje de las membranas celulares. Las membranas de las células nerviosas o musculares regulan el intercambio de sustancias entre el interior de la célula y el medio externo. Esta permeabilidad sensible al voltaje produce una distribución desigual de iones cargados a cada lado de la membrana que, a su vez, origina una diferencia de potencial entre la carga celular interna y la de su exterior. Se considera entonces que la membrana está polarizada. La diferencia de potencial entre el interior y el exterior se conoce como potencial de reposo, debido a que la célula trata de mantener esta diferencia de carga eléctrica como su entorno homeostático normal.

TIPOS DE ELECTROSTIMULACIÓN.

Los puntos eléctricos producidos por las unidades T.E.N.S. suelen ser de forma cuadrada, rectangular, o espiculada, bipolares simétricos o asimétricos, con las fases balanceadas, de forma que no exista un componente de corriente continua para obtener una mayor tolerancia en la piel y evitar la producción de efectos electroquímicos.

De forma simplista, se habla de dos tipos o modalidades de T.E.N.S. :

- Estimulación de alta frecuencia (60-100 Hz) y baja intensidad (convencional).
- Estimulación de baja frecuencia (< 10 Hz) y elevada intensidad (contracciones musculares visibles).

LA AMPLITUD EN RELACIÓN CON EL NIVEL DE ESTIMULACIÓN.

En la estimulación eléctrica se habla de diferentes niveles de estimulación para indicar la amplitud necesaria para obtener una estimulación selectiva eficaz. Cuando al aplicar la T.E.N.S. a una persona sana, se va a producir las reacciones siguientes :

- Se alcanzará el umbral de sensibilidad.
- Se alcanzará el umbral de excitación.
- Se alcanzará el umbral del dolor, experimentando el paciente contracciones y dolor.

Esta técnica se aplica en todas las aplicaciones de corrientes eléctricas para verificar la sensibilidad del paciente. Abordaremos las dos clasificaciones más utilizadas para indicar la amplitud correcta.

CLASIFICACIÓN QUE SE BASA EN LA SENSACIÓN PROVOCADA EN EL PACIENTE.

- Sensibilidad subliminal. Nivel de estimulación, en que la amplitud casi no se percibe.
- Sensibilidad liminal. Nivel de estimulación, en que la amplitud se percibe apenas.
- Sensibilidad supraliminal. Nivel de estimulación, en que la amplitud se percibe claramente.
- Nivel de tolerancia. Nivel de estimulación, en que la amplitud alcanza el umbral de tolerancia.

Esta clasificación tiene la desventaja de que el fisioterapeuta depende de la información dada por el paciente, además de no considerarse la actividad motora

USOS TERAPÉUTICOS DE LA CONTRACCIÓN MUSCULAR INDUCIDA ELÉCTRICAMENTE.

Estimulando eléctricamente una contracción muscular, se pueden conseguir varias ventajas terapéuticas :

- Reducción del músculo.
- Contracciones de bombeo muscular.
- Retraso o atrofia.
- Reforzamiento muscular.
- Aumento del rango de movimiento.

Para ello es posible usar cualquier estimulador eléctrico alto voltaje, bajo voltaje, corriente alterna, corriente híbrida, o unidades estimulantes nerviosas transcutáneas eléctricas (TENS) para producir contracciones musculares. Se puede incrementar la eficacia y efectividad del tratamiento siguiendo lo más fielmente posible, con el equipo disponible.

REEDUCACIÓN MUSCULAR.

La primera indicación para la reeducación muscular es la inhibición del músculo tras cirugía o lesión. Si los mecanismos neuromusculares del músculo no han sido dañados, la inhibición del sistema nervioso central suele ser un factor de la pérdida de control. Normalmente se puede forzar una contracción por estímulo del músculo. Forzándolo a contraerse, se produce un aumento de la entrada sensorial desde ese músculo. El paciente siente que se contrae, lo ve contraerse y puede intentar duplicar la respuesta muscular.

Los protocolos para reeducación muscular no citan parámetros específicos para conseguir que este tratamiento sea más eficiente, pero los criterios que a continuación se exponen son esenciales para un estímulo eléctrico efectivo :

- La intensidad de la corriente debe ser adecuada a la contracción muscular, pero cómoda para el deportista.
- La duración del pulso se debe fijar lo más próxima posible a la necesaria para la cronaxia del tejido a estimular. Esta se fija en la mayoría de los generadores terapéuticos nuevos.
- Los pulsos por segundo deben ser suficientemente altos para conseguir una contracción tetánica (30 a 40 pulsos por segundo).
- Debe usarse corriente interrumpida o surgida.
- El tiempo de conexión debe ser de 1 a 2 segundos.
- El tiempo de desconexión debe ser de 2 a 4 segundos.
- Se debe instruir al paciente para que deje que solamente la electricidad contraiga el músculo, permitiéndole sentir y ver la respuesta deseada. A continuación debe alternar las contracciones musculares voluntarias con las inducidas por la corriente.

- El tiempo total de tratamiento debe ser unos 15 minutos, pero se puede repetir varias veces al día.
- La corriente galvánica de alto voltaje o alterna de alta frecuencia pueden ser las más efectivas.

CONTRACCIONES DE BOMBEO MUSCULAR.

La contracción muscular inducida eléctricamente se puede usar para duplicar las contracciones musculares regulares que ayudan a estimular la circulación, por bombear líquidos y sangre a través de canales venosos y linfáticos de vuelta al corazón. En la mayoría de las lesiones traumáticas e intervenciones quirúrgicas, uno de los problemas principales es el acúmulo excesivo de líquido. Este edema es el resultado del daño en las estructuras vasculares, pérdida de actividad muscular normal y dependencia de la extremidad. El estímulo de las contracciones musculares en la extremidad afectada puede ayudar a restablecer la circulación adecuada, a la vez que mantiene protegida a la parte lesionada. Para que el tratamiento eléctrico tenga éxito al tratar de reducir la inflamación, se deben cumplir los siguientes criterios :

- La intensidad de corriente debe ser suficientemente alta para que la contracción muscular sea fuerte y cómoda.
- En la mayoría de los generadores terapéuticos nuevos, la duración del pulso está fijada previamente. Si es ajustable, debe aproximarse lo más posible a la duración necesaria para estimular la cronaxia del tejido.
- Los pulsos por segundo deben encontrarse en el comienzo del rango de tetania (20 pulsos por segundo).
- Debe usarse corriente interrumpida o surgida.
- El tiempo de conexión debe ser de 2 a 5 segundos.
- El tiempo de desconexión debe ser de 5 a 8 segundos.
- La parte a tratar debe estar elevada.
- Se debe instruir al paciente para que deje que la electricidad contraiga los músculos. Si no está contraindicado, se debe animar a un rango activo de movimiento al mismo tiempo.
- El tiempo total de tratamiento debe estar entre 20 y 30 minutos; y se debe repetir de 2 a 5 veces al día.
- La corriente galvánica de alto voltaje o alterna de alta frecuencia pueden ser las más efectivas.

RETRASO DE LA ATROFIA.

La prevención o retraso de la atrofia ha sido tradicionalmente una indicación para tratar a los pacientes con contracciones musculares estimuladas eléctricamente. El mantenimiento del tejido muscular, tras una lesión que impide el ejercicio muscular normal, se puede lograr sustituyendo una contracción muscular estimulada eléctricamente. Este estímulo eléctrico reproduce muchos de los

sucesos físicos y químicos asociados a la contracción muscular voluntaria normal y ayuda a mantener la función normal del músculo.

Tampoco en este caso existen protocolos específicos. Al diseñar un programa, el facultativo debe tratar de duplicar las contracciones musculares asociadas a las rutinas del ejercicio normal. Los criterios siguientes se pueden usar como normas al desarrollar protocolos eficaces de tratamiento :

- La intensidad de corriente debe ser tan alta como pueda tolerar el paciente. Se puede incrementar durante el tratamiento, al producirse cierta acomodación sensorial. La contracción debe ser capaz de mover la extremidad en todo el espectro antigraedad, o conseguir el 60% del momento de la contracción isométrica normal para el músculo.
- La duración del pulso se establece con anterioridad en la mayoría de los generadores terapéuticos nuevos. Si es ajustable, se debe fijar lo más próxima posible a la duración necesaria para la cronaxia del tejido a estimular.
- Los pulsos por segundo deben estar comprendidos dentro del rango de tetania (30 a 60 pulsos por segundo).
- Debe usarse corriente interrumpida o de choque.
- El tiempo de conexión debe estar comprendido entre 6 y 15 segundos.
- El tiempo de desconexión debe ser, por lo menos, el doble del de conexión.
- El músculo debe recibir cierta resistencia, de la gravedad o extrema, conseguida por adición de pesos o fijando la articulación de modo que la contracción se convierta en isométrica.
- Se debe instruir al paciente para que trabaje con la contracción inducida eléctricamente, pero no es necesario el esfuerzo voluntario para el éxito de este tratamiento.
- El tiempo total de tratamiento debe ser de 15 a 20 minutos, en cualquier caso es suficiente para permitir un mínimo de 10 contracciones; el tratamiento se puede repetir dos veces al día.
- El patrón de elección es un estimulador de corriente alterna de alta frecuencia.

REFORZAMIENTO MUSCULAR.

El reforzamiento muscular debido al estímulo eléctrico del músculo se ha usado con buenos resultados en pacientes con debilidad o denervación de un grupo muscular. Varios estudios indican también que se puede ganar fuerza muscular. El protocolo está mejor establecido para este uso que en otros casos, pero es necesario investigar más profundamente para clarificar los procedimientos y favorecer la generalización de los resultados para otros estimuladores eléctricos. Se ha empleado con éxito los protocolos siguientes :

- La intensidad de corriente debe ser suficientemente alta para que el músculo desarrolle el 60% del momento de una contracción voluntaria máxima.
- La duración del pulso se establece previamente en la mayoría de los generadores terapéuticos nuevos. Si es ajustable, se debe fijar lo más próxima posible a la duración necesaria para la cronaxia del tejido a estimular.
- Los pulsos por segundo deben estar cerca del tope de rango tolerable (aproximadamente 50 a 60 pulsos por segundo).
- Debe usarse corriente interrumpida surgida, con un ciclo on-off de 10 mseg de 2,500 cps y subida gradual de corriente.
- El tiempo de conexión debe ser de 15 segundos.
- El tiempo de desconexión debe ser 50 segundos.
- Suele aplicarse resistencia por inmovilización del miembro. Entonces, el músculo recibe una torsión de contracción isométrica igual o superior al 60% de la torsión de contracción voluntaria máxima.
- Se debe instruir al paciente para que trabaje con la contracción inducida eléctricamente, pero no es necesario el esfuerzo voluntario para el éxito de este tratamiento.
- El tiempo total de tratamiento debe incluir 10 repeticiones 3 veces por semana. Algunos protocolos recomiendan estimulación de 1 a 6 horas al día, en sesiones de tratamiento de 30 a 60 minutos. Generalmente, se empieza a ganar fuerza al cabo de 2 semanas y continúa durante 5 a 6 semanas.
- El aparato de elección es un estimulador de corriente alterna de alta frecuencia.

AUMENTO DEL RANGO DE MOVIMIENTO.

El aumento del rango de movimiento en articulaciones contraídas es también un uso posible y documentado de la estimulación eléctrica del músculo. Ese estímulo tira de la articulación en un rango limitado. La contracción continuada de este grupo muscular durante un tiempo prolongado hace que la articulación contraída y el tejido muscular se modifiquen y alarguen. Se ha comunicado la reducción de contracturas en pacientes con hemiplejía, aunque no se dispone de información sobre los estudios de este tipo en articulaciones contraídas, debidas a lesiones deportivas o a cirugía. El protocolo necesario para actuar sobre la contractura articular es el siguiente :

- La intensidad de la corriente debe ser suficientemente alta para que el músculo se contraiga lo bastante para mover la parte del cuerpo en todo su rango de antigraedad. La intensidad se debe aumentar gradualmente durante el tratamiento si es posible.
- La duración del pulso se establece previamente en la mayoría de los generadores terapéuticos nuevos. Si es ajustable, se debe fijar lo más

próxima posible a la duración necesaria para la cronaxia del tejido a estimular.

- Los pulsos por segundo deben estar al comienzo del rango de tetania (20 a 30 pulsos por segundo).
- Debe usarse corriente interrumpida o surgida.
- El tiempo de conexión debe estar entre 15 a 20 segundos.
- El tiempo de desconexión debe ser igual o mayor que el de conexión.
- El grupo muscular estimulado debe ser antagonista de la contractura articular y debe ser forzado a trabajar en los límites del rango disponible.
- El paciente es pasivo en este tratamiento y no trabaja con la contracción eléctrica.
- El tiempo total de tratamiento debe ser de 90 minutos diarios, y se puede fraccionar en 3 tratamientos de 30 minutos.
- La mejor elección son los estimuladores de corriente galvánica de alto voltaje o alterna de alta frecuencia. (ZAUNER, 1999. pp. 98-127).

ACTIVACIÓN DE LA CICATRIZACIÓN DE HERIDAS.

Se ha utilizado corriente continua similar para tratar úlceras dérmicas poco irrigadas. Las úlceras tratadas muestran tasas de cicatrización acelerada cuando se comparan con las no tratadas. Las zonas heridas se deben tratar los 3 primeros días con el electrodo negativo en el sitio de la herida y el positivo a 25 cm de ella. El electrodo negativo y su reacción alcalina parecen inhibir el crecimiento de las bacterias. En los casos de infección, el electrodo negativo se usaba hasta que desaparecía la infección y los 3 días siguientes.

Tras el tratamiento inicial del polo negativo, se invertían los electrodos y se ponía el polo positivo en la herida. Éste provoca la emigración de células dérmicas hacia el centro de la herida y reduce el tiempo de cicatrización de estas úlceras.

ACTIVACIÓN DE LA CICATRIZACIÓN DE FRACTURAS.

El uso de corriente continua ininterrumpida de bajo voltaje puede contribuir una modalidad auxiliar en el tratamiento de fracturas, especialmente en las propensas a no soldar. La cicatrización de fracturas se puede acelerar pasando una corriente directa a través del punto de fractura. Es difícil conseguir introducir la corriente en la zona ósea sin recurrir a una técnica invasiva.

No obstante, usando una unidad de estimulación nerviosa, transcutánea eléctrica, Kahn comunicó resultados favorables en el estímulo eléctrico de la formación de callo en fracturas que presentaban desuniones al cabo de 6 meses. Esta información se basa en un estudio de casos. Los resultados de una población de desuniones más amplia no han sido documentados. Kahn utilizó el protocolo siguiente :

- La intensidad de corriente era solo perceptible para el paciente.}

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
INSTITUTO DE FISIOTERAPIA

- La duración del pulso era la más larga permitida en la unidad (100 a 200 mseg).
- Los pulsos por segundo se establecieron en la frecuencia más baja permitida en la unidad (5 a 10 pps).
- Se utilizaron unidades estimuladoras eléctricas transcutáneas de corriente directa bifásica o monofásica estándar.
- El tiempo de tratamiento era de 30 minutos a 1 hora, tres o cuatro veces al día.
- Se colocó un electrodo negativo próximo pero distal al lugar de la fractura. El positivo se pulso cerca del dispositivo inmovilizador.
- Si se usaban 4 almohadillas, se utilizaba la colocación interferencial descrita anteriormente.

(KHAN, 1996. pp. 86-87).

4.3 POLITICAS.

PARÁMETROS A TENER EN CUENTA EN LA APLICACIÓN Y MANEJO DE LA T.E.N.S.

□ DURACIÓN Y FORMA DEL IMPULSO :

La duración del impulso bifásico asimétrico elegida para el comienzo del tratamiento suele ser breve de 60 a 150 mseg (de 0,06 mseg a 0,15 mseg.). Se ha optado por esta duración con el fin de conseguir un estímulo eficaz de las fibras nerviosas gruesas aferentes, consiguiéndose de esta manera una disminución máxima del dolor. Nunca se debe sobrepasar duraciones de fases superiores a 0,2 mseg o 200 mseg.

La forma del impulso es completamente rectangular, sin líneas oblicuas, lo que garantiza su eficacia. La superficie de la fase de estimulación es igual a la de la fase de compensación. La fase de compensación no es suficientemente amplia para generar un potencial activo, por lo que no se producen efectos galvánicos.

□ FRECUENCIA DEL IMPULSO.

La frecuencia del impulso en los equipos de la T.E.N.S. pueden ajustarse como máximo entre 1 y 200 Hz. De esta manera pueden estimularse selectivamente las fibras nerviosas aferentes de mayor a menor grosor en sus respectivas frecuencias naturales, es decir, en la frecuencia propia de las fibras nerviosas aferentes. Los trabajos publicados señalan que una frecuencia entre 50 y 100 Hz es la más eficaz para amortiguar el dolor. Eriksson y Sjolund en 1981 demostraron en investigaciones experimentales que una frecuencia de 80 Hz es la más eficiente para combatir el dolor.

□ FRECUENCIA DE << RÁFAGA >>

Además del pulso convencional, descrito anteriormente, los equipos de T.E.N.S. también ofrecen la posibilidad de trabajar con la modalidad de corriente de << ráfaga >>.

En cada una de las ráfagas se generan 9 impulsos cuando se selecciona una frecuencia de 2 Hz, con una duración total por ráfaga de 125 mseg, de los cuales 25 mseg son de ascenso, 75 mseg de mantenimiento y 25 mseg de descenso. Cada ráfaga se puede ajustar gradualmente entre 1 y 5 Hz, al iniciar la aplicación es preciso seleccionar una frecuencia de ráfaga baja, por ejemplo de 2 Hz; si el paciente no soporta bien esta frecuencia y, por tanto, no se consiguen resultados, puede aplicarse una frecuencia de ráfaga más elevada 3-4 o 5 Hz.

□ COLOCACIÓN DE LOS ELECTRODOS.

Probablemente uno de los puntos más controvertidos de la T.E.N.S. es la cuestión de la colocación ideal de los electrodos. Con frecuencia los electrodos se ubican sobre la zona dolorosa que va a recibir el tratamiento. No obstante, se pueden usar como ubicación las localizaciones paravertebrales, al igual que sobre los nervios proximales, distales y hasta contralaterales con respecto al sitio del dolor. Como regla general, éstos son los principios a seguir en la colocación de los electrodos :

En la zona dolorosa:

- Por encima, debajo de la zona dolorosa.
- Alrededor de la zona dolorosa y paraspinalmente en la raíz nerviosa.
- Alrededor de la zona dolorosa y sobre su dermatoma, miotoma o esclerotoma.

A distancia de la zona dolorosa:

- Sobre el dermatoma, miotoma o esclerotoma correspondiente.
- Sobre el tronco o raíz nerviosa correspondiente.
- En puntos gatillo.
- En puntos motores.
- En puntos de acupuntura (electroacupuntura).
- En zona contralateral a la dolorosa.

Para algunas aplicaciones lumbares, cuando no se localizan puntos desencadenantes del dolor:

- Paravertebralmente.
- Paravertebralmente y sobre el dermatoma distal.

Para la estimulación convencional, se recomienda iniciar el tratamiento con los electrodos en el área dolorosa, y para el resto de las modalidades en la zona dolorosa y/o a distancia de ésta, en áreas con fibras motoras para las formas de estimulación motora, y en zonas sin fibras motoras (por ejemplo; relieves óseos) para la hiperestimulación.

En ocasiones, resulta más eficaz la estimulación del tronco, dermatoma o raíz nerviosa del área afectada, ya que los receptores cutáneos se adaptan con facilidad al estímulo eléctrico y, por otra parte, la piel de la zona puede mostrarse hipersensible.

Se recomienda la estimulación contralateral a la zona dolorosa en situaciones como áreas hipoestésicas o anestesiadas, irritación cutánea, neuralgia posherpética o causalgia.

De todos modos, prácticamente cualquier disposición de los electrodos puede ser útil con cualquier tipo de estimulación. Es preciso evitar zonas

con alteración de la sensibilidad o con piel deteriorada, y donde la colocación incorrecta de los electrodos produzca limitaciones funcionales en la extremidad correspondiente.

La colocación precisa de los electrodos a menudo requiere mucho tiempo. Es importante comprender bien la causa del dolor para que la colocación de electrodos se base en un conocimiento sólido del mecanismo de dolor interesado. Por ejemplo, el paciente que padezca dolores de irradiación tendrá mejor respuesta si se utilizan almohadillas grandes. De la misma manera, los electrodos deben colocarse sobre zonas con sensibilidad parecida. Por ejemplo, si se coloca un electrodo sobre piel normal y el otro sobre piel con pérdida de la sensibilidad al tacto ligero, no habrá percepción de los estímulos eléctricos debajo de éste.

Se ha realizado poca investigación para confirmar de manera concluyente los emplazamientos ideales de electrodos para condiciones específicas. Sin embargo, la colocación sistemática de electrodos en sesiones sucesivas aumenta el éxito del tratamiento.

La colocación de los electrodos es sumamente importante para conseguir un tratamiento eficaz de las molestias dolorosas. Antes de iniciar el tratamiento es necesario localizar los puntos de estimulación más apropiados; esto implica que será necesario conseguir la sensación cutánea en el campo de aplicación.

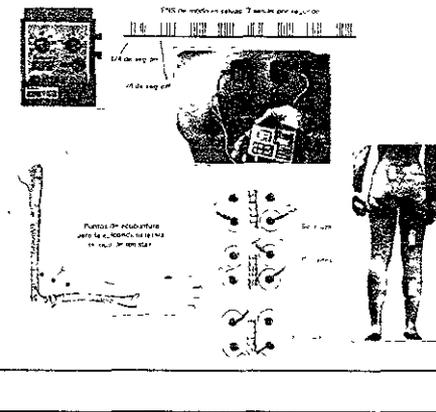
Los estímulos pueden aplicarse tanto dentro como fuera de la zona en que se experimentan las afecciones dolorosas. Es aconsejable aplicar en primer lugar los estímulos dentro de la zona afectada; no obstante, en determinadas situaciones dichos estímulos no pueden o no deben aplicarse localmente. En estos casos puede seguirse algunos de los siguientes procedimientos :

- Aplicación segmental.
- Estimulación de los puntos gatillo o puntos trigger.
- Estimulación del sistema vegetativo.
- Estimulación de puntos de acupuntura.

Los aparatos actuales permiten la estimulación simultánea dentro y fuera de la zona afectada, consiguiendo de esta forma una máxima disminución del dolor. Esto se consigue con la aplicación simultánea de dos canales que va a permitir estimular simultáneamente, por ejemplo, el dolor en las lesiones de los ligamentos del tobillo, un canal sobre la raíz a nivel L₅-S₁ para el tratamiento segmentario y el otro canal sobre la articulación del tobillo para el tratamiento transregional. Esta técnica es útil en los casos de afecciones bilaterales, diagnóstico y tratamiento de puntos desencadenantes.

A continuación se describen brevemente las distintas formas de aplicación de los electrodos; de todos modos, será la experiencia personal de cada fisioterapeuta la que determine la mejor colocación de los electrodos con arreglo a la patología a tratar.

- Aplicación en el punto de dolor. Para este tratamiento se aplica directamente el cátodo (-) al punto de dolor y el ánodo (+) a un punto inmediatamente próximo.
- Aplicación en nervio. Ambos electrodos sobre la piel en el recorrido del nervio. En general el cátodo (-) se coloca en posición distal respecto al ánodo (+).
- Aplicación vasotrópica. En caso de desórdenes circulatorios periféricos los electrodos se colocan a lo largo de un vaso sanguíneo superficial. Nuevamente el cátodo (-) se coloca en posición distal respecto al ánodo (+).
- Aplicación segmental. En este caso el tratamiento se realiza a través de un segmento de la piel. El ánodo (+) se coloca en el segmento a tratar, próximo a la médula espinal. El cátodo (-) se coloca en posición periférica a caudal respecto al segmento a tratar.
- Aplicación transregional. En esta forma de tratamiento se expone a la corriente una determinada zona del cuerpo. Éste es el principal modo de aplicación en el tratamiento de las articulaciones. El tratamiento de las articulaciones de la médula espinal es una forma especial de tratamiento transregional, también conocido como aplicación paravertebral. Los electrodos se colocan a ambos lados de la espina dorsal, con el cátodo en el punto más aquejado de dolor.
- Aplicación miogénica. En este caso se trata tejido muscular. Ambos electrodos se colocan en la piel sobre el músculo a tratar, con el cátodo (-) en el punto más doloroso.



LOS ELECTRODOS PUEDEN COLOCARSE DE FORMA CRUZADA O SIN CRUZAR, A TRAVÉS DE UNA ZONA DOLOROSA, UNA HERIDA O UNA INCISIÓN. EN LA CIÁTICA, LOS ELECTRODOS SE PUEDEN SITUAR EN LA ESPALDA Y A LO LARGO DEL RECORRIDO DEL NERVO CIÁTICO. LOS PUNTOS DE ACUPUNTURA, EN ESTE CASO PARA UN CODO DE TENIS, SUELEN ESTAR PRÓXIMOS AL EL ÁREA DOLOROSA, PERO ALGUNOS DE ELLOS PUEDEN ENCONTRARSE EN LUGARES DISTANTES.

SESIONES.

No existen datos determinantes por lo que respecta al número de sesiones y al ciclo de tratamiento, ya que el tratamiento debe individualizarse teniendo en cuenta las características del cuadro doloroso y del propio paciente, así como la modalidad de estimulación seleccionada.

Para la estimulación convencional y modulada, al principio, el tratamiento suele ser más prolongado, normalmente entre 30 y 60 minutos, aunque puede prolongarse hasta las 8 e incluso 24 horas en casos de dolor intenso. El tiempo de aplicación es menor (20-30 minutos) en las formas de estimulación motora para las que la tolerancia es menor. Las aplicaciones más breves (15 a 30 segundos) se realizan en los casos de hiperestimulación.

La primera sesión es orientadora y nunca indica el éxito o el fracaso de la estimulación, tras la cual ha de hacerse una valoración de los resultados obtenidos. A valoración, durante y al final del tratamiento, debe ser lo más objetiva posible; para ello se utilizan cuestionarios y escalas de dolor, y se realizan valoraciones de la movilidad y funcionalidad de la zona, y de necesidades de medicación del equipo. Una semana puede considerarse como el tiempo adecuado para que el efecto placebo quede eliminado y se establezcan el tipo de estimulación y colocación de los electrodos más adecuada. En la mayoría de protocolos se recomiendan 2 o 3 aplicaciones diarias, aunque, dado que con la estimulación motora la respuesta suele ser más tardía, serán necesarias más sesiones.

La duración del tratamiento también es muy variable; depende de la respuesta obtenida. En algunos casos se prolonga durante 3 meses, y luego se reduce progresivamente. Es recomendable que el paciente disponga del equipo durante un mes, después de finalizado el tratamiento, por si el dolor reaparece. En algunos casos (por ejemplo, el dolor del miembro fantasma), la estimulación puede hacerse nocturna, para no interferir con la actividad diaria.

En los casos en que aparezca intolerancia, molestias o dolor, el tratamiento debe suspenderse y hay que realizar una valoración y modificación del programa terapéutico. Si no se obtiene respuesta, deben ajustarse los parámetros de estimulación, modificar la colocación de los electrodos o seleccionar otra forma de estimulación.

Desde una perspectiva simple, aunque práctica, se propone la siguiente secuencia en la selección de los diferentes tipos de electroestimulación: convencional-modulada-ráfaga-breve e intensa-hiperestimulación.

Se afirma que la electroestimulación convencional produce una analgesia más rápida, aunque fugaz, mientras que las modalidades de mayor amplitud y menor frecuencia conducen a periodos antálgicos más prolongados. Existen excepciones, como ocurre en lesiones de nervios periféricos o radiculopatías, que requieren mayores amplitudes. (RIOJA, 1997. pp. 143-169).

POLARIDAD.

El efecto galvánico neto del impulso bifásico asimétrico es cero. En general, puede afirmarse que el cátodo (-) es el más estimulante, proporcionando el mayor efecto. El ánodo (+) es menos estimulante, por tanto, el cátodo (-) se aplica en la piel donde se busca la máxima efectividad. Según el tipo de aplicación los electrodos se colocan alineados o en posición opuesta.

MENEJO.

La T.E.N.S. puede empezar una vez fijados correctamente los electrodos a la piel. Primero, antes de encender el aparato, hay que decirle al paciente cómo funciona, y qué sensación le producirá la estimulación, subrayando que es leve y no puede hacerle daño: a muchos pacientes les asusta el término corriente eléctrica. Hay que señalar que la única manera en que el paciente puede percibir una experiencia desagradable es si le dan un golpe accidental al aparato, provocando una repentina subida de intensidad. Sin embargo, esto no es probable con los aparatos modernos, ya que disponen de pantallas protectoras o botones de presión.

Con todos los mandos puestos a cero se enciende el aparato y se va aumentando la amplitud hasta que el paciente perciba una sensación de pulsación o zumbido leve. A continuación se debe escanear la frecuencia de pulsaciones de mínimo a máximo para mostrarle la gama al paciente. Entonces se le puede pedir al paciente que varíe la intensidad hasta encontrar el nivel más confortable y más eficaz para aliviar el dolor. A menudo el paciente deja de percibir los estímulos al cabo de unos minutos y es necesario subir la intensidad hasta que se vuelva a notar el zumbido. Hay que reforzar en el paciente el principio que el estímulo no tiene que ser fuerte para ser eficaz, no debiendo ser ni demasiado fuerte ni doloroso. Como ya se ha descrito, aumentar la anchura de la pulsación puede aumentar la intensidad del estímulo. Sin embargo, esto puede estimular a algunas fibras motoras provocando un efecto no necesario.

En pacientes con músculos denervados y con muy poca actividad sensorial (por ejemplo, en lesiones avulsivas de plexo braquial) puede que sea necesario un aumento de la anchura de pulsación junto con un aumento de salida para que el paciente perciba el estímulo.

TÉCNICAS DE APLICACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CORRIENTES T.E.N.S.

T.E.N.S. DE FRECUENCIA ALTA Y AMPLITUD BAJA. (T.E.N.S. CONVENCIONAL).

Este tipo de T.E.N.S. se utiliza, sobre todo, para la disminución del dolor, las frecuencias más efectivas se sitúan entre los 60 y 110 Hz (recomendable como frecuencia de partida 80 Hz). Se comienza la aplicación ajustando una duración de

fase relativamente breve (entre 60 y 150 mseg.), luego se aumenta la amplitud hasta sentir un picor u hormigueo que provocará parestesias agradables, al seguir aumentando la amplitud se incrementará dicha sensación, debiendo incrementarse hasta que resulte incómoda, sin llegar a provocar dolor ni contracciones musculares en la zona de estimulación. Si esto ocurriera se debe bajar la amplitud.

Al disminuir la sensación de parestesias agradables, aproximadamente entre los 5 y 10 minutos de la aplicación y empezar a producirse la acomodación, se debe aumentar la duración de fase sin aumentar la amplitud, al aumentar la duración de fase se debería sentir la sensación de parestesias en regiones más profundas o más grandes. Si el estímulo no se hace más fuerte, ni más profundo, ni tampoco se extiende sobre un área más grande, se vuelve a ajustar la duración de fase original, incrementándose la amplitud hasta sentir nuevamente la sensación de parestesias.

En general, la estimulación debe mantenerse durante al menos una hora. Durante este tiempo la sensación de picor u hormigueo desaparece progresivamente, para obtener resultados óptimos se aconseja ajustar la amplitud del estímulo durante la sesión de manera que sea sensación de picor u hormigueo se perciba con la misma intensidad a lo largo de ella. Si pasados 30 a 45 minutos de estimulación el alivio del dolor es pequeño no inexistente, deben realizarse las modificaciones siguientes :

- Cambiar la polaridad de los electrodos.
- Cambiar la posición de los electrodos.
- Utilizar la modulación de la frecuencia (espectro).
- Aplicar la T.E.N.S. por trenes de impulsos.

Pudiéndose continuar la sesión durante varias horas si es necesario para el alivio del dolor.

Los electrodos suelen colocarse encima de los nervios periféricos, responsables de la inervación en la zona dolorosa. En este caso un electrodo se encuentra en posición distal con respecto a la zona dolorosa para asegurar una conducción óptima a través de la zona. También se pueden colocar electrodos a la altura de los segmentos medulares, donde nacen los nervios periféricos relacionados. Se obtienen pocos resultados óptimos si se colocan los electrodos en regiones cutáneas de sensibilidad reducida.

La T.E.N.S. convencional de frecuencia alta y amplitud baja suele ser efectiva en casos de hiperestésias y causalgias debidas a lesiones de los nervios periféricos, dolores fantasmas, cicatrices dolorosas, dolores postoperatorios y lumbalgias.

APLICACIÓN.

Los parámetros pueden prefijarse en la unidad, y cabe ajustar luego la intensidad. La frecuencia de los pulsos deben ser elevados, entre 60 y 150 pulsos por segundo, generalmente entre 60 y 80. La amplitud de los pulsos ha de ser

estrecha, menor de 200 useg generalmente alrededor de 60 useg. Si no se dispone de control de la amplitud de los pulsos, se fijará previamente la frecuencia y se ajustará solamente la amplitud. La intensidad debe aumentarse de tal modo que la estimulación sea potente, pero no desagradable, y sin que se provoquen contracciones musculares.

Se pueden efectuar modificaciones en los parámetros, con el fin de incrementar la eficacia de la T.E.N.S. alta. Así, por ejemplo, se puede aumentar gradualmente la amplitud de los pulsos y preguntar si la percepción del estímulo se realiza de forma más amplia o más profunda. Ello podría proporcionar un área más extensa de estimulación, pero si solamente se percibe un aumento de intensidad, se empleará una amplitud de pulso más estrecha. Otra posible modificación en la estimulación es de la frecuencia. Si no se experimenta una disminución del dolor o ésta es escasa, se puede aumentar gradualmente la frecuencia de los pulsos, para ver si la sensación ha cambiado o simplemente es más potente. Debe mantenerse una respuesta submotora.

T.E.N.S DE FRECUENCIA BAJA Y AMPLITUD ALTA (T.E.N.S. POR TRENES DE IMPULSOS).

Este método de estimulación se suele aplicar para el tratamiento de los dolores crónicos, tratar zonas dolorosas en situación profunda (dolor miofacial) o también cuando la T.E.N.S. de frecuencia alta y amplitud baja no surte el efecto deseado.

Para la aplicación de la T.E.N.S. por trenes de impulsos, se selecciona una duración de fase relativamente larga (150 a 250 useg.), una frecuencia de tren baja preferiblemente 2 Hz (aunque se puede elegir si no se obtienen los resultados esperados entre 1 y 5 Hz) y una amplitud elevada que produzca contracciones fuertes y visibles en los músculos con inervación correspondiente a la zona dolorosa.

El efecto analgésico utilizando esta técnica suele tardar en aparecer entre 25 y 35 minutos, contrario al efecto frecuentemente rápido de la T.E.N.S. convencional de alta frecuencia. Sin embargo, el efecto prolongado después de la estimulación es considerablemente más duradero que con el de la T.E.N.S. convencional, debido a que este método produce una disminución del dolor mediante la liberación de endorfinas a nivel espinal y supraespinal.

En la técnica de aplicación de este método, la amplitud de subirá lentamente hasta que aparezcan contracciones musculares bajo los electrodos, se continuará subiendo la amplitud hasta que las contracciones sean irreprimibles, pero no incómodas. Se debe ajustar la amplitud del estimulador de manera que las contracciones se mantengan a ese nivel durante la lesión, que se prolongará durante 30 a 60 minutos. No se deben aplicar sesiones de tratamiento de más de 60 minutos continuadas, a causa del riesgo de cansancio en los músculos excitados y del dolor que se produce por las contracciones musculares persistentes.

Los electrodos suelen colocarse encima de los nervios periféricos que inervan los músculos relacionados, o encima de los puntos motores que normalmente se encuentran a un tercio del vientre muscular en posición proximal.

APLICACIÓN.

Los parámetros de estimulación son contrarios a los que se utilizan en la T.E.N.S. alta: baja frecuencia y gran amplitud de los pulsos. La frecuencia será de 1 a 5 pulsos por segundo, siempre por debajo de 10 pps. Para provocar la contracción muscular con más facilidad se emplea una mayor amplitud de pulsos, de 200 a 300 useg. La intensidad ha de ajustarse de modo que las contracciones sean potentes y rítmicas, dentro de unos límites tolerables.

A veces se recomienda, especialmente en las lesiones agudas, iniciar el tratamiento mediante la T.E.N.S. de alta frecuencia, para lograr que el dolor comience a aliviarse rápidamente. A continuación, al cabo de 10 a 20 min. de aplicar dicho modo, se pasa a administrar la T.E.N.S. de baja frecuencia, por el alivio más prolongado del dolor que se consigue con ella, aunque con el intervalo libre antes mencionado. Con este protocolo de transición existen menos acomodación nerviosa. Generalmente no se aconseja aplicar T.E.N.S. de baja frecuencia en la región que haya sufrido un traumatismo agudo, ya que las contracciones pueden ser dolorosas en estos casos, y existe la posibilidad de aumentar la irradiación hística debido a la actividad de los músculos.

La colocación de los electrodos y la preparación de la piel se realizan del modo habitual. Los electrodos pueden situarse sobre los dermatomas, los miotomas, las regiones paravertebrales o los troncos nerviosos periféricos, pero generalmente se colocan sobre los puntos motores, de disparadores o de acupuntura.

T.E.N.S. DE ANALGESIA BREVE-INTENSA O HIPERESTIMULACIÓN.

Existen ciertas discrepancias en la literatura sobre los parámetros exactos que han de fijarse en la unidad cuando se trata de aplicar este modo de T.E.N.S. La confusión surge predominantemente con respecto a la frecuencia de los pulsos. Este modo de T.E.N.S. se denomina analgesia por hiperestimulación, debido a que en ella se aplica un estímulo nocivo breve, con el fin de utilizar el segundo nivel del alivio del dolor. Esta estimulación se aplica a menudo a través de elementos puntiformes, provistos también de mediadores de Ohm, para que el clínico pueda localizar con más precisión los puntos de tratamiento. Los puntos de baja resistencia, que guardan una estrecha correlación con los puntos motores o de acupuntura, son los lugares óptimos de tratamiento. El alivio de dolor se logra mediante la inhibición de los haces desencadenantes y viene mediado por las sustancias neurohormonales citados antes, es decir, la serotonina y la encefalina.

La frecuencia de los pulsos en la T.E.N.S. breve intensa depende del tipo de estimulador que se utilice. Algunas unidades suministran corriente galvánica; por consiguiente, la frecuencia de los pulsos se fija en 1 a 5 pps, lo que da lugar a que la anchura de éstos tenga una duración significativa y se estimulen las fibras

dolorosas de pequeño tamaño. Las unidades típicas de T.E.N.S. tienen una frecuencia de pulsos de 150 pps, lo que permite que la corriente media producida sea más intensa, y la estimulación, más potente. Si se utiliza una unidad típica de T.E.N.S., debe ajustarse la intensidad para permitir que se produzca una fasciculación muscular o una contracción tetánica. La aplicación puede durar hasta 15 min. y puede repetirse tras 2 ó 3 min. de descanso. Si se emplean los estimuladores puntiformes, los puntos disparadores se estimulan durante 30 seg por punto, a la máxima tolerancia. El tratamiento puede seguir meridianos para los puntos de acupuntura o bien seleccionar puntos disparadores para las zonas regionales de dolor.

T.E.N.S. MODO EN SALVAS.

El cuarto método de T.E.N.S. incluye dos de las técnicas anteriormente mencionadas. Los parámetros se modulan mediante una frecuencia del portador de 50 a 100 Hz, agrupada en salvas de corriente por medio de un ciclo obligado. Esta modulación permite fundamentalmente una frecuencia de salvas de 2 a 4 seg. Los diferentes pulsos son imperceptibles, por lo que el deportista nota un solo pulso. Por consiguiente, se utiliza una frecuencia de portador igual que la T.E.N.S. convencional (de alta frecuencia), que se modula para conseguir un bajo efecto T.E.N.S. El propósito de esta técnica es el conseguir una potente contracción muscular con una baja intensidad de corriente, lo que da lugar a una sensación más confortable.

APLICACIÓN.

Los parámetros de estimulación en el modo en salvas pueden variar con los distintos fabricantes. La frecuencia de los pulsos es generalmente de 50 a 100 pps, con una anchura de pulso de 75 a 100 useg. La intensidad se ajusta luego de tal modo que se produzca una estimulación potente, pero confortable, con presencia de contracciones musculares. El tratamiento puede durar entre 20 y 60 min. Los resultados se alcanzan a través de los mismos mecanismos que en la T.E.N.S. de baja frecuencia.

En general, las unidades de T.E.N.S. clásica han evolucionado hacia una diversidad de modificaciones que han efectuado los distintos fabricantes. Algunas de estas modificaciones han sido beneficiosas, mientras que otras solamente han servido para crear confusión. Se pueden utilizar ondas de muy diversas formas, ninguna de las cuales ha demostrado su superioridad sobre las demás. La consideración esencial que hay que tener en cuenta a este respecto es que no se produzca flujo neto de iones, que puedan producir irritación cutánea y otros efectos químicos. La corriente bifásica impide la migración de los iones.

Las contraindicaciones de la T.E.N.S. raras veces se dan en los deportistas, pero son las siguientes :

- ❑ Pacientes con marcapasos a demanda.
- ❑ Aplicación sobre el seno carotídeo.
- ❑ Embarazo.
- ❑ Aplicación sobre el tórax si están problemas cardiacos.
- ❑ Toda clase de trastornos cerebrovasculares.
- ❑ Aplicación sobre los ojos o las mucosas.

En líneas generales, la T.E.N.S. constituye una modalidad de valor inestimable en el tratamiento de los deportistas con dolor agudo o crónico, ya que los capacitan para continuar los cuidados en su domicilio y durante todo el día, con el fin de acelerar la resolución de sus síntomas y el subsiguiente retorno a sus actividades deportivas.

INDICACIONES

La electroestimulación es una más de las muchas técnicas no invasivas disponibles para el tratamiento del dolor. Debe tenerse siempre en cuenta que la T.E.N.S. constituye un tratamiento sintomático y coadyuvante del dolor, que, como cualquier medida terapéutica, debe encontrarse bajo prescripción, seguimiento y valoración médica. Nunca debe aplicarse en un dolor no diagnosticado crónico o agudo, situación esta última que puede provocar el enmascaramiento de una afección grave e incluso puede poner en peligro la vida del paciente. En otros casos, el dolor sirve de mecanismo de protección para el paciente, como ocurre en una articulación dolorosa que limita la carga sobre ella. En todos estos casos, la electroestimulación resulta inapropiada.

Las principales ventajas radican en su comodidad de aplicación, con practica ausencia de efectos secundarios, y en la posibilidad de reducir las dosis de fármacos analgésicos (no exentos de efectos secundarios), así como la reducción de costos por otras medidas terapéuticas.

La principal dificultad para valorar la eficacia de la T.E.N.S. radica en la diversidad de criterios utilizados para su valoración. Los estudios hasta el momento disponibles parecen apuntar a una mayor tasa de respuestas en el dolor agudo y posquirúrgico que en el crónico.

ALGUNOS PROCESOS EN LOS QUE LA T.E.N.S. HA MOSTRADO BENEFICIOS

- ❑ Dolor posquirúrgico.
- ❑ Dolor postraumático
- ❑ Dolor musculoesquelético crónico.
- ❑ Tenopatías.

- Dolor asociado a patología insercional.
- Dolor del miembro fantasma.
- Dolor neuropático (diabético).
- Cefaleas tensionales.
- Estados de tensión muscular.
- Cervicalgia y lumbalgia.
- Neuralgia intercostal.
- Neuralgia posherpética.
- Dolor temporomandibular.
- Dolor artrítico.
- Dolor asociado a cuadros de compresión nerviosa (túnel del carpo).
- Neuropatías por atrapamiento.
- Dolor asociado a esclerosis múltiple.
- Dismenorrea primaria.
- Facilitación del trabajo de parto.
- Disminución de la espasticidad.
- Úlcera de decúbito.
- Distrofia simpaticorrefleja.

En ambos sentidos, existen estudios positivos y negativos. Los estudios realizados en el ámbito posquirúrgico, ginecológico y musculoesquelético muestran respuestas que oscilan desde el 25-30% (niveles placebo) al 80-95%.

Las diferencias observadas en los diferentes estudios son multifactoriales: variabilidad en los parámetros de estimulación, colocación de los electrodos, tipo y duración del dolor, medicación concurrente, tratamientos previos, elección de los controles, periodo de seguimiento y expectativas de los pacientes.

La electroestimulación no aporta beneficios significativos en procesos dolorosos de localización amplia y difusa. Asimismo, resulta menos eficaz para el dolor de origen central que para el de origen periférico.

Otras posibles indicaciones, derivadas de una reducción de la actividad simpática, son la neuropatía diabética, el fenómeno de Raynaud y la cicatrización de heridas y úlceras cutáneas crónicas. En casos de dismenorrea primaria, existen estudios controlados que demuestran la eficacia de la estimulación eléctrica sin modificaciones en la actividad uterina, a la vez que permite una disminución significativa en la medicación antiinflamatoria y analgésica.

Son diversos los factores que se atribuyen a una mala respuesta a la T.E.N.S. Entre otros, Frampton destaca los siguientes:

- Debidos al paciente. (mala medicación).
- Debidos a la técnica. (colocación incorrecta de los electrodos, empleo excesivo o defectuoso del gel, duración del tratamiento insuficiente, modificación frecuentes de la técnica).
- Debidos al T.E.N.S. (baterías gastadas o mal conectadas, electrodos deteriorados, cables deteriorados, variaciones en la señal de salida).
- Debidos a una inadecuada valoración o interpretación de los resultados.

CONTRAINDICACIONES ABSOLUTAS Y RELATIVAS.

La T.E.N.S. es una modalidad extremadamente segura; las contraindicaciones generalmente se basan en el sentido común, y los citan los fabricantes para evitar posibles litigios. Los más comunes incluyen :

NO UTILIZAR LA T.E.N.S. EN PERSONAS QUE :

- Tengan marcapasos.
- Padezcan enfermedades del corazón o arritmias (a menos que lo recomiende el cardiólogo después de evaluar el paciente).
- Padezcan epilepsia, sin consultar los cuidados y consejos necesarios con el médico.
- Durante los tres primeros meses del embarazo.

NO UTILIZAR LA T.E.N.S. EN LAS SIGUIENTES ZONAS CORPORALES.

- La boca.
- El trayecto de la arteria carótida.
- Donde la piel esté lesionada.
- Sobre la piel anestesiada.
- Sobre el abdomen durante el embarazo.
- Cerca de los ojos.

Existen pocos datos que apoyan la afirmación de algunos fabricantes de que no se debe utilizar durante el embarazo, algunos estudios han demostrado la inocuidad de la T.E.N.S. durante el embarazo. De hecho, muchos fisioterapeutas obstétricos recomiendan la T.E.N.S. en lugar de fuertes medicamentos analgésicos durante el embarazo y la lactancia. Resumiendo, y en espera de más estudios de investigación, la T.E.N.S. puede utilizarse en zonas que no sean el abdomen de la embarazada, como podría ser, por ejemplo, el cuello.

PRINCIPIOS DE SEGURIDAD BÁSICOS INCLUYEN :

- Mantener los aparatos de la T.E.N.S. fuera del alcance de los niños.
- No utilizar la T.E.N.S. mientras se manejan aparatos potencialmente peligrosos ni vehículos.
- Apagar el aparato antes de colocar y quitar los electrodos.
- Después de la aplicación prolongada, puede ocurrir irritación local de la piel o una reacción alérgica debajo o alrededor de los electrodos después de la estimulación.
- Se asegura el cuidado de la piel si la zona de aplicación y los electrodos se lavan después de la estimulación para evitar exantema y para que no se pudra la goma del electrodo.

La respuesta alérgica y la irritación de la piel constituyen el problema más corriente de la T.E.N.S. Hay muy pocas razones por las cuales no se deben usar la T.E.N.S., y es una de las técnicas para aliviar el dolor menos invasivas a nuestra disposición.

(ZARAGOZA, 1992. pp. 137-176).

4.4 MATERIAL Y EQUIPO.

FUENTE DE ENERGÍA.

La mayoría de los aparatos portátiles de la T.E.N.S. se alimentan con una pila alcalina de 9 voltios.

CABLES DE ELECTRODOS.

El potencial eléctrico o corriente eléctrica generado por la T.E.N.S. se transmite a través de los cables de salida de la T.E.N.S. al electrodo que se aplica a la piel del paciente. Es importante que estos cables sean lo suficientemente fuertes para aguantar la actividad diaria. La mayoría de los cables se conectan a una sola salida. Este cable único se divide para su inserción en los dos electrodos.

ELECTRODOS.

Los electrodos suministrados como estándar con la mayor parte de los aparatos son de goma negra de silicona, impregnada de carbono. Existen varios tamaños, que incluyen electrodos estándar de 4 x 4 y 5 x 5 cm; grandes de 4 x 8 y 5 x 10 cm. Para usar los electrodos de carbono hay que extender gel electroconductor sobre la superficie de la almohadilla y fijarlo a la piel con cinta.

Existen también una serie de almohadillas autoadhesivas e hipoalergénicas. Estas almohadillas no necesitan ni gel ni cinta, pero suelen ser más caras y no son reutilizables indefinidamente. Hay pequeños electrodos de botón para el tratamiento de áreas pequeñas y difíciles, y electrodos estériles para el control de dolor postoperatorio. Una reacción alérgica a los electrodos, la cinta o el gel supone el mayor problema en la aplicación de la T.E.N.S. y es esencial que se utilice el gel electroconductor recomendado con los electrodos de goma de carbono-silicona. Otros medios, como el gel de ultrasonidos, no son adecuados porque no poseen las mismas propiedades de cohesión que el gel de la T.E.N.S. El gel electroconductor recomendado se mantendrá extendido sobre la almohadilla del electrodo durante las estimulaciones prolongadas, mientras que otros geles no recomendados se secarán y se concentrarán en el centro de la almohadilla de carbono. El gel de la T.E.N.S. tiene propiedades cohesivas, hipoalergénicas y de alta conducción eléctrica, y está destinado especialmente para usar con la T.E.N.S.

TIPOS DE ELECTRODOS.

Los electrodos de contacto pueden ser de diverso tamaño y están en relación con los sistemas que hay que estimular, en cuanto al volumen muscular, tamaño de la zona o técnica de aplicación. Los electrodos de contacto pueden clasificarse en fijos y móviles.

ELECTRODOS FIJOS

Los electrodos deben ser buenos conductores, de forma que presenten muy poca resistencia al paso de la corriente. Las placas metálicas (estaño, plomo, acero, aluminio, cobre y plata), por ser buenos conductores, tradicionalmente se han empleado como electrodos en electroestimulación terapéutica. Sin embargo, debe tenerse mucho cuidado con la toxicidad producida por estos materiales. Así, por ejemplo, los electrodos de sulfato de cinc, aunque de elevada conductividad, resultan muy tóxicos. Para ionoforesis se utilizan electrodos contruidos por dos finas toallitas de papel, una esponja de celulosa o gasas humedecidas, sobre las que se colocan placas de aluminio o estaño cortadas a medida.

Los electrodos de contacto más empleados son los de goma impregnada con partículas de carbono, conocidos comúnmente como electrodos flexibles de goma. Estos electrodos son flexibles y reutilizables, y necesitan de la aplicación de un medio conductor en la interfase electrodo-piel, para reducir la impedancia cutánea e impedir irritaciones o quemaduras en la piel. Este medio suele ser un gel hidrofílico conductor, o también pueden introducirse en almohadillas (spontex, visponga o similar), que se humedecen en agua templada antes de la aplicación.

Los electrodos se fijan a la piel con goma, cintas adhesivas, cintas velcro, esparadrapo quirúrgico o placas autoadhesivas. En algunos casos, pueden bastar saquillos de arena (0,5 a 1 Kg) para sujetar los electrodos. Los electrodos deben limpiarse con agua tibia después de cada aplicación y deben secarse con una toalla suave. Los electrodos no deben limpiarse con alcohol ni con ningún tipo de disolvente, ya que pueden dañarse. La flexibilidad de los electrodos se reduce con el tiempo, por lo que deben ser reemplazados cada seis meses, aproximadamente.

Existen electrodos autoadhesivos, de un solo uso, como los electrodos de goma de Karaya, electrodos de polímeros sintéticos de placas de geles conductivos adhesivos; incluso existen electrodos esterilizados. Actualmente se dispone de electrodos autoadhesivos para ionoforesis, que incorporan un pequeño recipiente para depositar la medicación.}

También se encuentran disponibles electrodos de vacío, fabricados con material flexible, de diversos tamaños, para asegurar un buen contacto con la piel. El vacío se realiza por efecto Venturi mediante una bomba, que hace que circule el aire a través de una estrecha abertura situada en el electrodo, así se crea un vacío parcial. Existen equipos que permiten aplicar succión, tanto continua como pulsátil.

ELECTRODOS MÓVILES

Estos electrodos pueden desplazarse manualmente, de forma que puede posibilitarse la localización y tratamiento de puntos motores, puntos dolorosos, trayectos dolorosos etc.

Existen diferentes tipos:

- Electrodo puntiagudo o tipo bolígrafo, para localización y tratamiento de puntos motores y dolorosos.
- Electrodo bipolares, constituidos por dos electrodos y un porta electrodos a modo de mango. Suelen emplearse para estimulación de músculos denervados.
- Electrodo de platillo y electrodo de compás, que suelen utilizarse para el tratamiento de dermatomas y trayectos dolorosos, y para la localización y tratamiento de puntos motores o puntos dolorosos (puntos gatillo).

Existen electrodos especiales para aplicaciones endocavitarias (intrarrectales, intravaginales e intraorales).

Los electrodos se conectan a los cables conductores mediante diferentes dispositivos: pinzas de cocodrilo para conexiones con placas metálicas, conector de tipo plátano, tipo teléfono o corchete, etc.

Para algunas aplicaciones, es interesante disponer de controles remotos, que pueden ser utilizados por el propio paciente como elemento de seguridad durante la aplicación, y para controlar la propia estimulación (faradización intencionada).

MÉTODOS DE APLICACIÓN.

Básicamente se describen dos métodos de colocación de los electrodos de contacto :

- MÉTODO UNIPOLAR.
- MÉTODO BIPOLAR.

MÉTODO MONOPOLAR.

En éste caso uno de los electrodos, denominado activo o estimulador, se dispone sobre el área activa (punto motor, vientre muscular, punto gatillo, acupunto, etc). A distancia de esta zona se dispone el otro electrodo, denominado dispersivo, indiferente o de referencia. Este electrodo, generalmente, aunque no siempre, es de mayor tamaño que el activo, pero lo que la densidad de corriente es menor y es más difícil que se produzca la estimulación neuromuscular.



DISPOSICIÓN DE LOS ELECTRODOS. A, AMBOS ELECTRODOS PROXIMALES A LA ZONA DOLOROSA B, ELECTRODOS RODEANDO LA ZONA C, ELECTRODOS DISTALES A LA ZONA D, ELECTRODOS ENTRECruzADOS E, UN ELECTRODO SOBRE LA ZONA DOLOROSA Y EL OTRO SITUADO PARAESPINALMENTE SOBRE LA RAIZ NERVIOSA



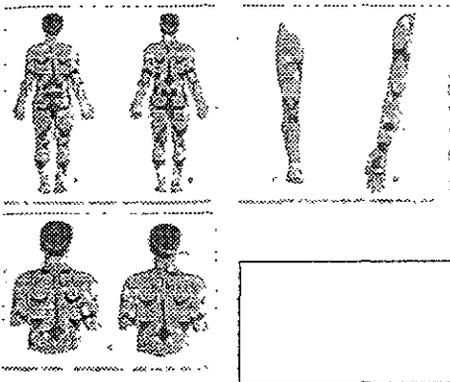
MÉTODO BIPOLAR.

En este caso, ambos electrodos se sitúan sobre el área activa. Normalmente ambos electrodos son de igual tamaño. La polaridad de los electrodos no se ve influida cuando se utilizan señales eléctricas bipolares simétricas balanceadas. En caso de utilizar señales monopoles, tradicionalmente se ha asumido que la estimulación se produce en el electrodo negativo. Sin embargo, esta afirmación es cuestionable; en muchas ocasiones la selección de la polaridad del electrodo va a venir determinada por la facilidad y comodidad de la estimulación.

Otro método de orientación de los electrodos, variante del bipolar, es el denominado cuadripolar, tetrapolar, interferencial o en patrón cruzado. En este caso, sobre la zona se disponen cuatro electrodos en parejas, procedentes de circuitos diferentes, de forma que la señal procedente de cada circuito interactúe o interfiera. Éste es el método más común de aplicación de las corrientes interferenciales, aunque puede emplearse con otro tipo de corrientes.

En las aplicaciones, la densidad de corriente en las fibras nerviosas o musculares debe ser lo suficientemente elevada para producir la despolarización. Este factor es más elevado en la zona de contacto de los electrodos con la piel, y disminuye en profundidad. Esto significa que la presencia de un gran espesor de grasa subcutánea hará que la densidad de corriente en los tejidos más profundos (nervio, músculo) se vea muy reducida.

Además de la intensidad y duración del estímulo, el tamaño y situación de los electrodos son factores influyentes. Así, si los electrodos se disponen excesivamente juntos, se produce una mayor densidad de corriente superficial, mientras que, cuando se encuentran convenientemente separados, la densidad de corriente será adecuada para activar los tejidos más profundos.



ALGUNOS EJEMPLOS DE TENS A, LUMBALGIA DIFUSA, ESTIMULACIÓN CRUZADA PARALUMBAR. B, LUMBALGIA CON DOLOR IRRADIADO EN AMBAS EXTREMIDADES INFERIORES. C, TENDINITIS BIPATELAR. D, COMPRESIÓN NERVIOSA (TUNEL DEL CARPO). E, CEFALEA CRÓNICA TENSIONAL, ASOCIADA A ESPASMO BILATERAL DE LAS FIBRAS SUPERIORES DEL TRAPECIO.

UNIDADES T.E.N.S. DE UNO Y DOS CANALES.

Una unidad T E N S de un canal tiene un parámetro de amplitud única y un par de electrodos. Una unidad de dos canales tiene dos canales de salida que permiten dos parámetros de amplitud variables y dos pares de electrodos. La elección de una unidad de uno o dos canales dependen del sitio y la extensión de la zona del dolor. En la mayoría de los casos, cuando se identifica una zona de dolor, es suficiente una unidad de un canal. La racionalidad del tratamiento y aplicación de la T.E N.S. depende de la facilidad de aplicación, operacionalidad y relación costo-efecto. La aplicación de dos canales está indicada si el dolor es extenso, por ejemplo, dolor lumbar con irradiación bilateral hacia miembros inferiores.

La gama de los aparatos de la T.E N S va desde el básico simulador unicanal de modo continuo al de dos canales de frecuencia variable y de ráfaga. Algunos modelos tienen auto escáner para la frecuencia y amplitud de pulsaciones.

(NILO, 1994. pp 96-126)

4.5 ACCIONES DE ENFERMERÍA FUNDAMENTADAS.

PROCEDIMIENTO	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.
El personal de enfermería debe tener en cuenta los siguientes factores a la hora de elegir un aparato para proporcionar una mejor atención al paciente.	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ser compacto, pequeño y ligero de peso. <input type="checkbox"/> Ser robusto y duradero. <input type="checkbox"/> Tener caja de bajo perfil. <input type="checkbox"/> Tener mandos fáciles de manejar con protectores para evitar los golpes accidentales. <input type="checkbox"/> Tener una selección de tamaños y tipos de electrodos, y cables resistentes con facilidad. <input type="checkbox"/> Tener buen servicio de mantenimiento del fabricante. <input type="checkbox"/> Ofrecer unidades de frecuencia modulada, de ráfaga o continuo.
Motivos de malos resultados de la T.E.N.S.	
El paciente.	Selección inadecuada de pacientes (histéricos, no fiables).
Técnicas del fisioterapeuta o enfermera.	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Electrodo mal colocado. <input type="checkbox"/> Falta/exceso de gel electroconductor. <input type="checkbox"/> Insuficiente tiempo de tratamiento. <input type="checkbox"/> No se adaptó la técnica para maximizar la eficacia terapéutica en cada caso, por ejemplo cambiar sistemáticamente los parámetros de estimulación, colocación de electrodos o el tamaño de estos.
El aparato de la T.E.N.S.	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Pilas gastadas o en mal estado. <input type="checkbox"/> No se reemplazaron almohadillas de electrodos gastadas. <input type="checkbox"/> Se utilizaron cables débiles. <input type="checkbox"/> No se probaron variaciones de corriente.

Interpretación.	Los resultados no se controlaron/documentaron adecuadamente para su comparación y seguimiento.
Orientación adecuada en la colocación de los electrodos.	Es esencial revisar los pacientes al día siguiente de la aplicación inicial de la T.E.N.S. Es útil pedir que el paciente vuelva a colocarse la T.E.N.S. delante de nosotros como en su casa para poder asesorarle mejor en cuanto a su técnica y a la colocación de los electrodos. Si al principio no se obtiene éxito, puede que sea mejor que el paciente asista a diario para intentar encontrar la mejor situación de los electrodos.

PROCEDIMIENTOS.

5. TITULO: DIATERMIA.

5.1 CONCEPTO:

La diatermia es la aplicación de energía eléctrica de alta frecuencia que se utiliza para generar calor en los tejidos corporales; este calor se genera por la resistencia de los tejidos al paso de la energía. La temperatura de los tejidos debe aumentar hasta 40-45 °C si se pretende que la diatermia sea efectiva. Las dosis de diatermia no se controlan con precisión, y la cantidad de calor que va a recibir un paciente no se puede calcular con precisión ni medir directamente.

La diatermia como agente terapéutico se puede clasificar en dos modalidades diferentes. diatermia por onda corta y diatermia por microondas. La efectividad de un tratamiento con cualquiera de las dos modalidades depende de la habilidad del fisioterapeuta para ajustar el tratamiento a las necesidades del deportista. Esto requiere que el terapeuta realice una evaluación adecuada y diagnóstico de la lesión y que tenga un conocimiento de los patrones de calentamiento conseguidos con los distintos aplicadores. Muchos fisioterapeutas piensan que ni la onda corta ni las microondas alcanzan la profundidad necesaria para el tratamiento de las lesiones deportivas, aunque la profundidad de penetración es mayor que con las modalidades de infrarrojos. Los fisioterapeutas que conocen la física y la biofísica de la diatermia, así como sus aplicaciones a los diferentes casos, suelen conseguir buenos resultados. Los que trabajan con onda corta deben emplear bastante tiempo experimentando con técnicas de condensación e inducción en distintas zonas no lesionadas del organismo si quieren adquirir la habilidad necesaria para usar la diatermia adecuadamente sobre los tejidos lesionados

DIATERMIA POR ONDA CORTA.

Las corrientes de alta frecuencia son corrientes alternas que se diferencian de las corrientes de baja frecuencia tanto por sus características físicas como por sus efectos biológicos. Mientras que las corrientes de baja frecuencia tienen como efecto fundamental la excitación neuromuscular, el efecto de las corrientes de alta frecuencia es el calentamiento de los tejidos, al ser su energía absorbida por el organismo y transformada en calor

Las altas frecuencias de este tipo de corrientes no son capaces de producir despolarizaciones en los nervios motores, ni proceden una respuesta contráctil en la musculatura esquelética, ya que la longitud de onda no es lo suficientemente larga como para causar migración iónica a través de las membranas celulares (nerviosas o musculares). Esta es la razón fundamental por lo que las altas frecuencias son utilizadas en las aplicaciones de diatermia

GENERACIÓN

En la diatermia de onda corta es necesario hacer cambios en la corriente alterna comercial para modificar su voltaje y su frecuencia, requiriéndose tres circuitos principales:

- 1 Circuito de abastecimiento de poder
 - 2 Circuito oscilatorio.
 - 3 Circuito del paciente.
-
- 1 Circuito de abastecimiento de poder.

Requiere una fuente de corriente alterna de bajo voltaje para alimentar los filamentos de los tubos oscilatorios, y otra fuente de corriente directa de alto voltaje, que va a las placas de los tubos al vacío. La primera se obtiene por medio de un transformador y la segunda por medio de un rectificador y un transformador que eleva el voltaje.

2 Circuito oscilatorio.

Las oscilaciones de alta frecuencia son producidas por medio de los llamados tubos triodos, los cuales constan de tres elementos: filamento, placas y rejilla. Esta última es un elemento nuevo agregado al tubo diodo original, con el objeto de controlar con mayor precisión el paso de electrones del filamento a las placas. La habilidad de un tubo vacío para controlar la fuerza de la corriente, le permite funcionar como oscilador cuando se coloca en un circuito adecuado.

Los aparatos comerciales de diatermia en general tienen dos tubos al vacío del tipo tríodo, donde los filamentos de dichos tubos aportan un alto voltaje que va hacia las placas y que el tercer elemento o rejilla controla, para dar así una corriente de alto voltaje con oscilaciones variables (hasta varios millones de ciclos por segundo), según la magnitud de la corriente aplicada a la rejilla.

3 Circuito del paciente.

Se dice que es de inductancia y capacidad, siendo la inductancia la propiedad que tiene un circuito de oponerse a cualquier cambio en la intensidad de la corriente que pasa por él. La inductancia está dada por una bobina fija y un condensador variable, y sirve para dar al paciente un circuito en resonancia con la frecuencia del oscilador. Si el condensador se entona, se puede dar el máximo de transmisión de energía inductiva, del oscilador al paciente.

La capacidad está determinada por el circuito del paciente propiamente dicho, es decir, el grosor de las partes por tratarse, sus constantes dieléctricas y la medida y distancia de los electrodos. Por lo tanto debe haber una resonancia entre el circuito del paciente y el circuito del generador. Esta entonación es análoga a la

resonancia musical del entonador de acero, que responde únicamente si alcanza su verdadero tono.

DIATERMIA POR MICROONDAS.

Las radiofrecuencias (RF) se definen, arbitrariamente, como las radiaciones electromagnéticas en la gama de frecuencias de 3 KHz a 300 MHz. Bajo el término de microondas se incluyen las radiaciones electromagnéticas incluidas en la banda de frecuencias que se extienden desde los 300 MHz a los 3.000 GHz.

Las microondas se parecen, en muchos sentidos, a las ondas de radio, pero son más difíciles de generar, ya que se requieren dispositivos electrónicos especiales, como el magnetrón o clístrón. A diferencia de la onda corta, las microondas pueden focalizarse en forma de potentes radiaciones, sumamente direccionales. En su interacción con la materia, su energía puede ser reflejada, como ocurre cuando inciden superficies metálicas, transmitida con poca pérdida de energía en medios transmisores, como el vidrio, o absorbida por la materia irradiada, lo que origina un aumento de temperatura en ésta.

En medicina física, las microondas se utilizan como método de calentamiento profundo (DIATERMIA). La producción de calor se basa en el hecho de que las moléculas orgánicas y de agua vibran con gran energía (vibración forzada) al ser sometidas a microondas de determinada frecuencia. La fricción producida entre las moléculas en vibración genera rápidamente calor.

Las frecuencias y longitudes de onda de microondas, permitidas para aplicaciones médicas, son las siguientes :

915 MHz	(32,7 cm)
433,92 MHz	(69 cm)
2 450 MHz	(12,25 cm)

En España, la mayoría de aparatos para terapia producen microondas de 2.450 MHz, aunque también existen equipos de 433,92 MHz.
(ARAMBURU, 1999. pp 111-124).

5.2 OBJETIVOS.

DIATERMIA POR ONDA CORTA.

EFFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA DIATERMIA POR ONDA CORTA.

Los efectos fisiológicos de la diatermia médica están directamente en relación con el calor desarrollado por ella (Aplicando la ley de Joule, debe considerarse que el calor producido es directamente proporcional al tiempo de aplicación, a la resistencia que oponen los tejidos y al cuadrado de la fuerza de la corriente). El calor producido en el organismo por las corrientes de alta frecuencia es principalmente regulado por el sistema vasomotor, que por una parte difunde este aumento de temperatura a todo el organismo, y por otra disminuye el exceso de calor local. Lewis ha señalado que al aplicar calor a los tejidos se libera histamina, que es una sustancia vasodilatadora que tiene influencia principalmente sobre los capilares

EFFECTOS SOBRE LA CIRCULACIÓN.

Uno de los principales efectos es sobre la circulación, y habrá que considerar un efecto local y un efecto general.

Efectos locales.

El estímulo térmico produce una vasodilatación de los vasos superficiales y profundos y como consecuencia de esta hiperémia, los procesos metabólicos se incrementan. Al mismo tiempo, se produce un aumento de las secreciones glandulares locales

Efectos generales

Como consecuencia de este efecto local sobre la circulación se produce una dilatación generalizada, en la cual interviene la llamada sustancia H, que se encuentra por debajo de la capa córnea y superficial de la papila. Esta sustancia refuerza la vasodilatación producida por el calor mismo. Como resultado de esta vasodilatación generalizada se presenta un aumento de las pulsaciones, disminución de la presión arterial, aumento de la excreción total de orina, con mayor eliminación de urea y productos nitrogenados

EFFECTOS SOBRE EL SISTEMA NERVIOSO.

Su acción sedativa sobre el dolor ha sido ampliamente recomendada. La influencia del calor sobre los fenómenos irritativos del sistema nervioso ha sido señalada en experimentación, encontrando que hay una disminución de la conducción

nerviosa, tanto para los nervios motores como sensitivos, desprendiéndose de este conocimiento la disminución del dolor y del espasmo o hipertonia. Sin que estos trabajos puedan ser del todo aceptados en su mecanismo, en clínica se observa una disminución de la irritabilidad nerviosa (dolor y espasmo)

EFECTOS SOBRE LA PIEL.

La sensación de calor que la onda corta produce sobre la piel es poco intensa. Kowarschick indica que ello es debido a una menor estimulación de los nervios termosensibles, por ser la irradiación homogénea y alterar poco la diferencia de temperatura de la piel.

APARATO LOCOMOTOR.

La onda corta atraviesa el hueso como corriente de desplazamiento, por lo que el calentamiento es mínimo. Sin embargo, al atravesar las estructuras vecinas lo hace como corriente de conducción, por lo que produce calor en ellas. Es obligado tener presente este hecho, sobre todo en las aplicaciones sobre la cabeza, para evitar el posible calentamiento cerebral.

El aumento de la temperatura muscular produce una relajación. Las fibras musculares se contraen y se relajan con una mayor rapidez, por lo que la potencia de la contracción muscular se mantiene. Por otra parte, la relajación de los músculos antagonistas facilita la contracción de los músculos agonistas. Todo ello, junto con el aumento del riego sanguíneo, proporciona unas condiciones óptimas para la contracción muscular.

En el tejido conectivo el calor modifica sus propiedades elásticas y aumenta la extensibilidad de los tejidos fibrosos, ricos en colágeno.

OTROS EFECTOS.

Desde el conocimiento de la posibilidad de aplicar calor profundo a temperaturas diversas, se discutieron los efectos sobre la misma actividad celular tanto en la posibilidad de inhibición como de irritabilidad, asimismo, sus efectos sobre los microorganismos y la posibilidad de destrucción de las bacterias, observándose que en las infecciones localizadas puede haber una mejoría, por ejemplo en las artritis gonocócicas. Si bien es cierto que la temperatura que puede producirse por la diatermia, teóricamente inhibe la reproducción de los microorganismos, fisiológicamente hay que considerar también el proceso fagocitario debido a la hiperemia activa producida por el calor.

ACCIÓN GENERAL.

En las zonas de tratamiento se produce un aumento de la temperatura; si este calentamiento es extenso y prolongado, puede dar a una elevación de la temperatura general del organismo. Como consecuencia, se estimula el centro

vasomotor y se produce una vasodilatación superficial y un aumento de la actividad de las glándulas sudoríparas. (ZAUNER, 1999 pp 53-87)

DIATERMIA POR MICROONDAS.

EFFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA DIATERMIA POR MICROONDAS.

Los efectos fisiológicos son prácticamente los mismos que los de la diatermia de onda corta. Sin embargo, en la experimentación animal la aplicación de microondas en los ojos produce una opacidad del cristalino. Otras investigaciones señalarán si los efectos de las microondas son diferentes de los de la diatermia de onda corta (SERAFINA, 1996 pp. 56)

5.3 POLITICAS.

DIATERMIA POR ONDA CORTA.

TÉCNICA DE APLICACIÓN.

En la técnica de aplicación consideramos dos métodos principales :

- Método del campo electrostático
- Método del campo electromagnético.

MÉTODO DEL CAMPO ELECTROSTÁTICO.

Como ya se ha dicho, las oscilaciones de varios millones por segundo pueden atravesar las sustancias que no son conductoras, de ahí que en este procedimiento puedan utilizarse los electrodos forrados de goma, o existiendo un espacio de aire entre el electrodo y el paciente. Los electrodos forrados de goma pueden ser simples placas metálicas cubiertas de un material aislante, que podrán tener distintas formas según los fabricantes y la región a la cual estén destinados. Así por ejemplo, podrán tener la forma de los senos paranasales, de brazaletes, etc., estos electrodos se sostienen en su lugar por un vendaje elástico o bolsas de arena, y generalmente son aplicados en superficies opuestas y es conveniente siempre, por seguridad, aplicar una toalla seca o cualquier otro material absorbente (fieltro), ya que la acumulación de energía y la posibilidad de una quemadura. Cuando así se quiera, se colocará un electrodo llamado dispersivo en la región cervicodorsal o lumbar, y otro electrodo local activo, como en el caso de la aplicación a los senos paranasales.

Los llamados electrodos con espacio de aire, están formados de un electrodo metálico de forma circular habitualmente, y de un material aislante que protege la posibilidad del contacto directo. Se llaman de espacio de aire, porque debe existir una distancia entre el electrodo y la superficie por tratarse, que en general es de $\frac{1}{2}$ a 1 pulgada. Su aplicación se hace en superficies opuestas o en sentido longitudinal, cuando se desea por ejemplo abarcar un área mayor de una extremidad o del tronco. Así, en la región vertebral se podrá colocar un electrodo en la porción dorsal y otro en la lumbar, con una distancia aproximada entre uno y otro de 30 a 50 cm.

MÉTODO DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO

En este método se usa un cable forrado de goma, o bien tambores circulares o rectangulares articulados, de dos o tres secciones, donde está contenido el cable de inducción, y protegido por el tambor de material de baquelita, cuya superficie de contacto es ligeramente cóncava para ser mejor adaptada en las distintas regiones. Cuando se usa el cable de inducción, se harán figuras de distinto

tamaño, en espiral, en círculo o elipse, en donde las vueltas de espiral tendrán una distancia entre una y otra de $\frac{1}{2}$ a 1 pulgada. Esta espiral irá sobre la región por tratarse, procurando que los extremos del cable sean de la misma longitud. Este cable también podrá ser aplicado enrollado sobre la región, por ejemplo en las extremidades o cuello. Cuando se aplica el cable, es conveniente utilizar un material absorbente del sudor, que evite el contacto de la parte por tratarse con el cable. Los tambores de inducción de forma circular son simplemente colocados preferentemente a una distancia de 2 a 4 cm, aunque pueden colocarse en contacto directo y sobre cualquier región del organismo, recordando que las porciones más cercanas al electrodo son las que tienen mayor concentración de calor.

Cuando se usan los electrodos articulados, se puede salvar en parte esta desventaja, obteniéndose aplicaciones uniformes sobre la rodilla, codo, hombro, nuca, etc.

La aplicación de la diatermia, tanto por el método del condensador como por el del campo electromagnético, estará en relación con la forma y extensión de la región y aunque indistintamente pueda en la mayoría de los casos utilizarse uno u otro método, conviene recordar que los electrodos de goma pueden ser mejor aplicados en las superficies regulares, en tanto que en las superficies irregulares es más fácil adaptar el cable, o los tambores de inducción.

TÉCNICAS DE TRATAMIENTO.

TRATAMIENTO EN CAMPO CONDENSADOR.

Cuando los tratamientos se realizan con el método del campo condensador, se utilizan dos electrodos y se sitúa la zona que hay que tratar entre ambos. La producción de calor está determinada por la distribución del campo eléctrico y tiende a ser mayor en los tejidos superficiales (piel y grasa subcutánea) que en el tejido muscular profundo. Para lograr un calentamiento homogéneo, es imprescindible una adecuada elección y colocación de los electrodos.

POSICIÓN DE LOS ELECTRODOS.

Los tejidos, al ser atravesados por una corriente de alta frecuencia, pueden quedar situados en serie o en paralelo. Si los tejidos se sitúan en paralelo, la mayor parte de la corriente pasa por aquellos que presentan menos resistencia, por lo que el calentamiento que se produce depende del cuadrado de la intensidad (se produce mayor calentamiento en los tejidos que tienen una menor resistencia). Por lo tanto, si se quiere tratar una estructura de baja resistencia, se colocan los electrodos en forma que los tejidos queden en paralelo.

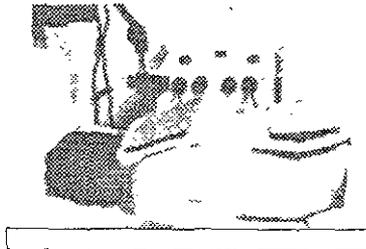
Si los tejidos quedan situados en serie, el flujo de la corriente que los atraviesa, y por lo tanto su intensidad, será el mismo para todos ellos, por lo que el calentamiento dependerá de resistencia (se produce mayor calentamiento en los tejidos que tienen mayor resistencia). Por ello si la estructura que ha de ser

sometida a tratamiento tiene una resistencia alta, los electrodos se colocarán de forma que los tejidos queden situados en serie

El comportamiento que siguen las líneas del campo eléctrico, en relación con la situación de las diferentes estructuras que son atravesadas, pueden dar lugar a varios tipos de aplicaciones .

- Aplicación transversa o contraplanar. Los electrodos se colocan en superficies opuestas, de forma que el campo eléctrico se dirija a los tejidos profundos. Las capas tisulares, desde el punto de vista eléctrico se encuentran conectadas en serie. Aquel tejido (grasa) que tenga mayor resistencia será el que presente mayor calentamiento.
- Aplicación longitudinal. Las estructuras están dispuestas, en la misma dirección que las líneas del campo. entre las placas del condensador. Desde el punto de vista eléctrico, pueden decidir que los tejidos están conectados en paralelo. Esto significa que la corriente seguirá la vía de menor resistencia y se producirá un calentamiento mayor en los músculos y otros tejidos ricos en agua e iones
- Aplicación coplanar. Los electrodos están localizados en el mismo plano, en un lado de la parte del cuerpo que hay que tratar. Con esta disposición de los electrodos, la absorción de la energía se lleva a cabo fundamentalmente en las capas superficiales

Una variante es la aplicación monopolar. En este caso, el electrodo activo se coloca sobre el lugar de la lesión y el electrodo se sitúa en una parte distante del organismo



ELECTRODOS DE ALMOHADILLA MOSTRANDO LA COLOCACION Y SEPARACION CORRECTAS

TAMAÑO DE LOS ELECTRODOS

El tamaño de los electrodos depende del tamaño de la zona que hay que tratar, como norma general, deben ser de mayor tamaño que la zona de tratamiento

Es importante valorar la relación entre el calentamiento en superficie y en profundidad. Cuando los electrodos tienen el mismo tamaño, el calentamiento es igual en superficie que en profundidad. Cuando los electrodos son más pequeños que la zona en tratamiento, el calentamiento es mayor en la superficie. En caso de que los electrodos sean mayores que la zona de tratamiento, el calentamiento es mayor en la profundidad, que es lo que se pretende.

DISTANCIA ELECTRODO-PIEL

La distancia entre los electrodos y la piel debe ser tan amplia como lo permita la emisión del aparato. Cuando mayor sea ésta, mayor será el efecto térmico profundo y más homogéneo será el calentamiento.

Si, utilizando electrodos de igual tamaño, un electrodo se coloca más cerca de la piel que el otro, la sensación de calor es mayor bajo el que está más próximo, debido a la mayor densidad de líneas de campo en dicha superficie. Una distancia electrodo-piel mayor conduce a un flujo más uniforme a través del tejido y, como consecuencia, a un efecto en profundidad relativamente mayor.

Hay que procurar que la superficie del electrodo sea paralela a la superficie corporal. En caso contrario, aparecerá el efecto punta, es decir, una concentración de líneas de fuerza en las partes más prominentes.

En las partes del cuerpo con forma cónica, si los electrodos se sitúan paralelos entre sí, se producirá una concentración de energía donde los electrodos se encuentren más cerca de la piel y, si son paralelos a ésta, la energía se concentrará donde los electrodos estén más cerca el uno del otro. Para evitar estas situaciones y lograr un efecto más uniforme, los electrodos deben colocarse en una posición intermedia, paralelos entre sí y con la piel.

Es posible obtener diferentes grados de calor variando la distancia electrodo-piel y el tamaño de los electrodos. Así, puede transformarse un electrodo en activo, disminuyendo su tamaño y su distancia con relación a la piel, y el otro en inactivo, seleccionando uno de gran tamaño y alejándolo del cuerpo.

TRATAMIENTO EN CAMPO DE INDUCCIÓN.

Con el método inductivo, el efecto terapéutico se obtiene colocando la parte del cuerpo que hay que tratar en un campo electromagnético rápidamente alternante, que se genera mediante el paso de corriente alterna de alta frecuencia a través de una bobina, ello da lugar a corrientes de inducción que generan calor. El calor generado por éste método depende de la conductividad del tejido, por lo que los tejidos ricos en agua e iones, como vasos y músculos, se calientan con más facilidad que el tejido graso y la piel.

El tratamiento en campo de inducción o inductotermia se realiza con un electrodo único. En la aplicación, pueden observarse las siguientes situaciones:

- Cuando la zona que hay que tratar se encuentra fuera de la bobina, se produce una concentración más alta de energía en los campos superficiales que en los profundos.

En este caso, se trata de una unidad de tambor simple, que es moldeable, con el fin de adaptarse a la parte del cuerpo en tratamiento. Otro aplicador de este tipo es el que tiene el anillo de inducción dentro de un alojamiento aislante rígido. Los tambores de múltiples unidades son más móviles y permiten tratar varias superficies simultáneamente.

- Cuando la parte del cuerpo sometida a tratamiento se encuentra dentro de la bobina, el cable del electrodo o solenoide es enrollado a su alrededor. Las líneas de los campos magnéticos dentro de la bobina corren paralelas al eje de ésta, que, a su vez, es el eje mayor de la parte tratada.

Los extremos del cable deben alejarse al máximo, dentro de los límites del campo de aplicación, para que las líneas de fuerza pasen a través de toda la zona sometida a tratamiento. La distancia entre las vueltas deben ser de aproximadamente 15 cm; si se aumenta esta distancia, disminuirá el número de vueltas, por lo que la potencia del campo será menor. Las espiras del cable deben tener siempre la misma dirección; en caso contrario, se producen campos magnéticos opuestos y se pierde energía.

MÉTODO DE APLICACIÓN.

En la aplicación del tratamiento por onda corta hay que seguir los siguientes pasos:

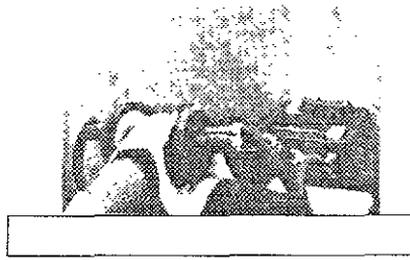
- Comprobación del aparato. Es necesario estar familiarizado con el equipo de tratamiento y seguir cuidadosamente las instrucciones de funcionamiento del fabricante; no todos los equipos funcionan de la misma manera.
- Preparación del paciente. La zona que hay que tratar debe estar descubierta, se habrá retirado la ropa y los vendajes. Ello permite el control durante el tratamiento, la adecuada colocación de los electrodos y el cálculo de la distancia electrodo-piel.

Por otra parte, la ropa dificulta la disipación del calor y, si está ajustada, dificulta la circulación, lo que puede dar lugar a irritaciones o quemaduras. Además, si la zona está cubierta, aumenta rápidamente la sensación de calor, lo que limita la intensidad del tratamiento. Para prevenir la concentración de humedad debido a la transpiración, pueden colocarse paños de felpa entre los electrodos y la piel, procurando que estén secos durante la sesión.

Las úlceras y las heridas deben limpiarse y cubrir con un vendaje seco antes del tratamiento. Los objetos metálicos deben eliminarse del área que hay que tratar, pues los metales, al igual que la humedad, provocan una concentración del campo eléctrico y, por lo tanto, un sobrecalentamiento.

Antes de la primera sesión, hay que comprobar la sensibilidad cutánea, para lo cual pueden utilizarse tubos de agua caliente o fría. Si la sensibilidad esta alterada, no debe realizarse el tratamiento

- Selección y colocación de los electrodos según la modalidad de tratamiento elegida. El paciente debe estar cómodo y la parte que se somete a tratamiento estará sujeta, para que no se altere la posición de los electrodos.
- Aplicación de la corriente. Cuando el paciente y los electrodos están en una posición correcta, se da paso a la corriente y se sintonizan los circuitos, si fuera necesario. La corriente ha de iniciar débilmente, e ir aumentándola paulatinamente, para dar tiempo a que el paciente aprecie el grado de calor y pueda fijarse la dosis.



PLACAS CON ESPACIO AÉREO APLICADAS SOBRE LA CARA INTERNA Y EXTERNA DE LA RODILLA EN UNA DISPOSICIÓN EN SERIE

DOSIFICACIÓN.

Medir la cantidad de energía electromagnética transferida del aparato de onda corta a los tejidos no es posible en la práctica clínica. Los terapeutas pueden orientarse por la sensación subjetiva de calor que experimentan los pacientes, como guía para la dosificación.

Se considera dosis la energía total de onda corta administrada a un paciente durante una sola sesión de tratamiento. El terapeuta deberá tener en cuenta la intensidad, el tiempo y la frecuencia con la que se aplica la onda corta.

El esquema de dosis descrito por Schliephacke distingue cuatro niveles

- 1 Dosis I o muy débil. Partiendo de cero, se aumenta lentamente la intensidad, hasta que el paciente tiene sensación de calor. Cuando se llega a ese umbral, se baja ligeramente la intensidad (procesos agudos inflamatorios)
- 2 Dosis II o débil. El enfermo nota una ligera sensación de calor (procesos subagudos y resolución de procesos inflamatorios)

- 3 Dosis III o media. Moderada, pero agradable sensación de calor (procesos subagudos y resolución de procesos inflamatorios)
- 4 Dosis IV o fuerte. Calentamiento vigoroso, pero bien tolerado por el enfermo (procesos crónicos)

Actualmente viene preconizándose la utilización de las categorías establecidas por Delpizzo y Joyner :

- Baja. No hay sensación térmica, aunque se produzcan efectos fisiológicos.
- Media. Sensación aparente, pero tenue, de calor.
- Alta. Sensación de calor moderada, agradable y tolerable.

Como regla general, cuanto más aguda es la patología, menor debe ser la dosis. Si las lesiones son subagudas o crónicas, las dosis deben ser más altas. También debe considerarse, por seguridad, que la máxima dosis que recibe el paciente debe producir una sensación térmica moderada.

La duración de las sesiones también depende de la naturaleza de la afección. Por regla general, suele oscilar entre 10 y 20 minutos; los periodos más cortos se destinan a las patologías agudas y los más largos a las afecciones subagudas y crónicas.

El tratamiento suele repetirse diariamente, aunque, en procesos muy agudos, en los que la dosis por sesión es baja, algunos autores aconsejan una frecuencia superior. Cuando el tratamiento es de procesos subagudos o crónicos, el intervalo entre las sesiones puede prolongarse, ya que el efecto persistirá más tiempo, al utilizarse dosis más altas. En general, el número de sesiones se adapta a la evolución del paciente. (RIOJA, 1997. pp. 123-140)

INDICACIONES.

PROCESOS INFLAMATORIOS

La onda corta provoca una dilatación de las arteriolas y los capilares, lo que favorece el riego sanguíneo y posibilita un mayor aporte de sustancias nutritivas y oxígeno; ello facilita la llegada de anticuerpos y leucocitos a los focos inflamatorios. A su vez, aumenta la exudación de líquido y la eliminación de los productos de desecho.

En los estados agudos, en los que ya existe abundante vasodilatación y exudación hay que ser precavidos en la aplicación del tratamiento, pues incrementa estos procesos y puede agravar los síntomas. En los estados subagudos, las dosis pueden ser mayores; cuando la inflamación es crónica, el tratamiento debe tener mayor duración, para obtener buenos resultados.

PROCESOS INFECCIOSOS

Ante una infección bacteriana, la respuesta normal de los tejidos es una inflamación, que conlleva vasodilatación, exudación y aumento de los anticuerpos.

y leucocitos en la zona afectada. Al producirse el calentamiento de los tejidos mediante la onda corta, se refuerzan estos mecanismos contra la infección.

El tratamiento en las primeras fases puede resolver el proceso sin formación de pus, pero, si ya se ha formado, la onda corta puede acelerar su producción, por lo que siempre debe procurarse una vía de drenaje para su evacuación. Cuando el absceso drena libremente pueden aplicarse dosis mayores, pues el aumento del riego sanguíneo favorece los procesos reparadores una vez ha sido superada la infección.

Las bacterias pueden ser destruidas directamente por el calor, pero la cuantía necesaria para que esto ocurra lesiona los tejidos orgánicos.

Respecto a las infecciones víricas, algunos autores han descrito buenos resultados en el tratamiento del herpes zoster. La respuesta ha sido positiva, tanto en el secado de las ampollas como en la disminución del dolor asociado. La aplicación de la onda corta ha de realizarse en los primeros días, en los ganglios aplicados.

PROCESOS TRAUMÁTICOS

El mecanismo es similar al que se produce en los procesos inflamatorios. La exudación de líquido y el aumento de flujo favorece la eliminación de productos catabólicos y aportan el material nutritivo necesario para que se realice la reparación tisular.

En caso de existir lesiones vasculares asociadas, el tratamiento ha de realizarse con precaución, pues el calor excesivo puede lesionar los vasos previamente deteriorados y producir hemorragias. Cuando las articulaciones han sufrido procesos de anquilosis, las dosis deben ser superiores, el tratamiento de onda corta es un paso previo a la movilización.

DEFECTOS CIRCULATORIOS

Como consecuencia de la vasodilatación se produce un aumento de riego en los tejidos.

Hay que tener en cuenta que cuando existe un riego arterial alterado y alguna causa que impide la dilatación vascular, la aplicación de calor produce un incremento del metabolismo, lo que aumenta la demanda de oxígeno, que no puede ser compensada por una circulación defectuosa. En estos casos, puede acelerarse el proceso de isquemia y producirse necrosis.

Es posible aumentar el riego de forma indirecta aplicando la onda corta a distancia. Si se aplica el tratamiento en el abdomen, durante el tiempo suficiente, puede tener lugar una dilatación de los vasos periféricos. Ello es debido a que el calentamiento de la sangre actúa sobre el centro vasomotor y produce vasodilatación generalizada de los vasos superficiales, sin que exista un aumento del metabolismo en la extremidad. Sin embargo, no existe seguridad sobre la efectividad de esta terapia, ya que la vasodilatación sólo tiene lugar durante el tiempo que dura la aplicación, y no de forma mantenida, como sería lo idóneo.

PROCESOS DOLOROSOS

El calor en grado ligero tiene efecto analgésico, por su acción sedante en los nervios sensitivos. Algunos autores indican que el dolor puede ser debido a la acumulación de alguna sustancia catabólica, cuya eliminación es favorecida por la vasodilatación que se produce tras la administración de la onda corta.

Por otra parte, cuando el dolor es debido a un proceso inflamatorio, su resolución se acompaña de la desaparición del dolor. La onda corta, por lo tanto, ayuda a la eliminación de la inflamación y, de manera indirecta, alivia el dolor. No hay que olvidar que un calentamiento intenso en las inflamaciones agudas aumenta los síntomas y puede tener el efecto contrario.

Si el dolor está producido por un espasmo muscular, la onda corta, al favorecer la relajación, disminuye el cuadro doloroso. Esta sedación, junto a los efectos vasomotor y trófico, sienta la indicación de la onda corta como paso previo a la cinesiterapia.

PELIGROS Y PRECAUCIONES.

QUEMADURAS

Las quemaduras se producen por excesivo calentamiento. Cuando el calor es intenso, se produce la coagulación de las proteínas, que implica la destrucción de los tejidos. Una quemadura intensa aparece como una placa blanquecina rodeada de una zona eritematosa, que traduce la inflamación. Si la quemadura es leve, sólo se aprecia una zona brillante, que puede contener ampollas.

Las principales causas de las quemaduras son :

- Concentración del campo eléctrico

Puede ser debida a la presencia, dentro del campo eléctrico de una zona como constante dieléctrica elevada, como metal o humedad. El paciente debe despojarse de cualquier objeto metálico del que sea portador. Si el metal está incluido dentro de organismo, (por ejemplo una placa ósea utilizada en el tratamiento de una fractura), la concentración del campo eléctrico será mayor o menor según la orientación del objeto metálico con relación a los electrodos. La decisión sobre el método de tratamiento que hay que utilizar en estos caso debe tomarla el médico rehabilitador.

La quemadura también puede estar producida por aproximación indebida o mala colocación del electrodo, o como consecuencia del efecto punta en alguna parte prominente del organismo.

- Exceso de corriente.

Dado que la sensación del paciente es el único indicador de la intensidad, si falta esta información por parte de paciente, pueden producirse quemaduras. Ello ocurre cuando la sensibilidad térmica está alterada, si el enfermo está dormido durante el tratamiento o en pacientes con problemas de comunicación (niños muy pequeños, enfermos mentales, ancianos con cierto grado de demencia..) El exceso de corriente también puede ocurrir al inicio del tratamiento, si se eleva la intensidad de manera rápida

- Contacto de los cables con la piel.

Si alguno de los cables se aproxima mucho al paciente puede producir el calor suficiente para que aparezca una quemadura

- Hipersensibilidad de la piel

Se produce en enfermos que han recibido, previamente, otros tipos de tratamiento, que han sensibilizado la piel, como radioterapia o aplicación de linimentos. En estos casos, se producen quemaduras con dosis que habitualmente no alteran la piel

- Alteración del flujo.

Si el riego sanguíneo está disminuido, no se produce disipación del calor en los tejidos y pueden aparecer quemaduras. Ello ocurre, por ejemplo, cuando existe una compresión sobre la zona de tratamiento.

SOBRE DOSIFICACIÓN.

La sobredosificación se produce, en algunos casos, cuando se tratan procesos agudos con dosis superiores a las que están indicadas. En estas ocasiones, se agravan los síntomas, sobre todo del dolor, si existe inflamación.

NECROSIS TISULAR.

Cuando se aplica la onda corta, se aceleran los procesos metabólicos y aumenta la demanda de oxígeno. Si los vasos sanguíneos no son capaces de incrementar su flujo, existe la posibilidad de que se produzca una necrosis de los tejidos. No debe aplicarse calor directamente sobre la zona en la que la circulación arterial sea deficiente.

SHOCK ELÉCTRICO.

En términos generales, el shock eléctrico se produce como consecuencia de la estimulación dolorosa de las terminaciones nerviosas sensoriales, originada por una variación, cese o flujo repentino de la intensidad de corriente por el organismo. Ello ocurre al contactar directamente, el paciente o el fisioterapeuta, con el círculo del aparato cuando está conectado.

En ocasiones se producen chispas eléctricas; éstas, aunque causan una sensación desagradable, no producen shock. Las chispas se generan cuando se tocan los electrodos o al hacer contacto con la estructura metálica del aparato. Por otra parte, las chispas pueden incidir sobre elementos próximos, que, aunque no sean conductores, son inflamables, y puede producirse un accidente de manera indirecta.

VÉRTIGOS.

Cualquier tipo de corriente eléctrica aplicado en la cabeza puede provocar vértigo, por su acción sobre el contenido de los conductos semicirculares. Por ello cuando se aplique la onda corta en esta zona, el paciente debe estar en posición de decúbito.

ALTERACIÓN DE APARATOS ELECTRÓNICOS.

Cualquier aparato electrónico que aporte el paciente puede ser alterado por la onda corta. Si el enfermo puede desprenderse de él (prótesis articulares), debe mantenerse alejado más de dos metros del aparato, pero si ello no fuera posible (marcapasos), constituye una contraindicación absoluta de este tipo de tratamiento.

CONTRAINDICACIONES.

Las circunstancias que contraindican la utilización del tratamiento con onda corta están determinadas, por una parte, por la situación fisiológica o patológica del enfermo y, por otra, por objetos ajenos a él.

EMBARAZO

Algunos autores indican que la onda corta puede tener efectos directos negativos sobre el tejido embrionario y sobre la irrigación placentaria, mientras que otros apuntan la posibilidad de producir abortos. Por lo tanto, y en principio, no deben ser tratadas con onda corta las mujeres embarazadas y no es aconsejable que las fisioterapeutas embarazadas se encuentren en el área del aparato.

TUBERCULOSIS.

Se ha observado que el calentamiento de los tejidos profundos determina una disminución marcada del número de leucocitos en ciertas formas de tuberculosis. Por ello, no es aconsejable el tratamiento con onda corta en este tipo de pacientes.

TUMORES MALIGNOS

Los tumores malignos deben considerarse una contraindicación absoluta para este tipo de tratamiento. La irradiación del tumor con onda corta puede aumentar la actividad de las células tumorales y potenciar su multiplicación. Además, por su acción sobre los vasos, favorece la propagación de metástasis.

ENFERMEDADES VASCULARES Y HEMATOLÓGICAS

Como se ha señalado anteriormente, el tratamiento con onda corta no debe aplicarse en zonas con riego arterial deficiente. Tampoco es conveniente en pacientes con alteración de los mecanismos de coagulación sanguínea, ante la posibilidad de producirse hemorragias.

PÉRDIDA DE LA SENSIBILIDAD CUTÁNEA

La dosificación correcta es muy difícil cuando existe una disminución o pérdida de la sensibilidad cutánea y el riesgo de que se produzca quemadura por sobredosis. La dosis puede calcularse si existe sensibilidad en la región contralateral. Por ejemplo, si la mano derecha es la que no tiene sensibilidad, se calcula la intensidad en la mano izquierda y luego se aplica un tercio de ésta en el lado derecho. Así desaparece el riesgo de quemadura, pero puede no alcanzarse la dosis deseada.

ARTRITIS REUMATOIDE.

Varios investigadores afirman que el calentamiento profundo de las articulaciones aumenta la actividad de la colagenasa, enzima destructora del cartilago. Aunque otros autores ponen en duda esta teoría, ante la posibilidad de riesgo, no es aconsejable que pacientes afectos de artritis reumatoide en brote reciban este tratamiento.

MARCAPASOS.

Las personas portadoras de marcapasos no deben ser tratadas ni deben permanecer en la proximidad de los equipos de onda corta mientras estén conectados, pues pueden producirse irregularidades en su funcionamiento.

IMPLANTES METÁLICOS

Pueden constituir una contraindicación, según su situación y la técnica de tratamiento. No obstante, para evitar la concentración de la energía en el metal, es preferible aplicar onda corta pulsada, que no genera calor en los tejidos. (CELEDONIA, 1997 pp 130-159).

DIATERMIA POR MICROONDAS.

TÉCNICA GENERAL DE APLICACIÓN.

Con los equipos actualmente comercializados, se requiere un espacio aéreo entre la aplicación y la piel. Esta distancia viene recomendada por el fabricante para cada director, y oscila entre 5 y 10 cm.

El director debe colocarse de forma que la máxima cantidad de radiación incida perpendicularmente en la piel de la zona (ley de coseno). Desviaciones superiores a los 30° producen reflexiones y pérdidas significativas de energía. Superficies corporales curvadas, e implantes metálicos de igual forma, contribuyen a una convergencia (superficies cóncavas) o divergencia (superficies convexas) de la energía en los tejidos adyacentes. Sin embargo, una superficie cutánea curva puede refractar la radiación y producir la convergencia del haz, lo que puede contribuir a aumentar el rendimiento del calentamiento de tejidos profundos.

Debemos recordar que la radiación adecuada también puede obtenerse no modificando la potencia sino ajustando la distancia (ley del cuadrado de la distancia). En este sentido, pequeñas variaciones en la posición del paciente se acompañan de pequeñas variaciones en la distancia director-superficie, lo que implica aumentos o disminuciones significativas de la densidad de la intensidad.

La potencia que indica el equipo representa la potencia de salida y no indica la energía que penetra en los tejidos, por lo que la dosimetría viene centrada, como en la onda corta, por la percepción térmica subjetiva del paciente. Nunca debe dosificarse esquemáticamente, siempre debe hacerse de forma individual. Para ello, son de utilidad los niveles de dosis sugeridos por Delprizzo y Joyner:

- Baja: no hay sensación térmica
- Media: sensación térmica tenue, pero todavía aparente
- Alta: percepción de calor moderada, agradable y perfectamente tolerable.

Como norma general, se recomienda que la dosis no supere el nivel III. Para ello, la potencia debe ajustarse definitivamente transcurridos alrededor de 5 minutos, de forma que la sensación del paciente quede bien establecida. La aparición de molestias o dolor constituye un signo de alarma frente a un sobrecaentamiento. Evidentemente, dado que la dosimetría se basa en la sensación de calor experimentada, la sensibilidad térmica de la zona debe ser comprobada antes de comenzar la aplicación. También ha de tenerse en cuenta que la percepción

térmica puede variar en el transcurso de la aplicación, y entre una aplicación y otra

La duración del tratamiento varía con el estadio evolutivo de la afección. En procesos subagudos o poco evolucionados, suele ser de 5 a 15 minutos, con niveles I o II. Para afecciones crónicas, se recomiendan aplicaciones de 10 a 20 minutos, con un nivel III. Tiempos inferiores a 5 minutos resultan insuficientes, mientras que prolongar la aplicación más de 30 minutos no aporta ningún beneficio, dado el enfriamiento por convección producido por el flujo sanguíneo.

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES EN EL TRATAMIENTO CON MICROONDAS.

- Localizar con precisión la zona que hay que tratar
- Evaluar la sensibilidad de la zona
- Retirar elementos metálicos y apósitos, vendajes o ropas húmedas
- Explicar al paciente la metódica y propósito del tratamiento
- Posicionar correctamente al paciente
- Colocar el radiador a la distancia adecuada, teniendo en cuenta la ley del coseno.
- El paciente debe permanecer quieto durante la aplicación
- Aumentar la potencia lentamente, dando tiempo a que el paciente perciba el calentamiento.
- Como máximo, debe percibirse un calor moderado y siempre tolerable.
- Ajustar el tiempo y la potencia adecuada obtenida
- Mantener la vigilancia del durante la aplicación
- A excepción del paciente, cualquier persona debe mantenerse alejada del aparato

INDICACIONES.

Son las propias de la termoterapia

- Analgesia.
- Relajación muscular (antiespasmódica).
- Aumento del flujo sanguíneo y del metabolismo local (trófica-antinflamatoria).
- Aumento de las propiedades viscoelásticas de músculos, tendones, ligamentos y fibras capsulares.

Mediante la aplicación de microondas, puede lograrse un calentamiento intenso de aquellas partes del cuerpo recubiertas por escaso espesor de grasa subcutánea (articulaciones de mano, muñeca, pie, tendón rotuliano, tendón de Aquiles, músculos superficiales, articulaciones costocondrales y sacroilíacas de individuos delgados)

Son efectivas, especialmente, en problemas álgicos (miofibrositis, contracturas y espasmos musculares que acompañan a muchos procesos), en conjunción con

estiramientos, movilizaciones y masaje. También en tendinitis y tenosinovitis crónicas en tendones superficiales (rótuliano, Aquiles, flexores y extensores de los dedos de la mano y pie)

Las articulaciones recubiertas por poco espesor de parte blandas (articulaciones de manos, pies, muñeca, radiocubital superior, esternoclavicular, acromioclavicular, costocondrales, y sacroilíacas de individuos delgados) pueden ser calentadas adecuadamente. Sin embargo, las grandes articulaciones (cadera, hombros), con un elevado espesor de partes blandas, no se calientan tan intensamente. Si se quiere actuar sobre la extensibilidad del tejido colágeno, debe utilizarse una dosis cerca de la tolerancia y la zona debe ser sometida a movilización y estiramiento manual o instrumental, inmediatamente después de finalizada la aplicación, mientras la temperatura en los tejidos se encuentra elevada.

En estadios subagudos de artritis de articulaciones superficiales, dosis bajas pueden ser beneficiosas para la resolución del edema y de la inflamación.

PRECAUCIONES Y CONTRAINDICACIONES.

El mayor riesgo cuando se aplica microondas, es la aparición de quemaduras. Para ello ha de tenerse en cuenta:

- Al irradiar no debe girarse la antena hacia superficies metálicas.
- Hay que evitar la acumulación de gran cantidad de sudor, ya que puede provocar quemaduras superficiales.
- Aunque, en principio, no se precise desnudar la zona, resulta conveniente desnudarla para observar la piel o evitar la sudación excesiva. Hay que tener en cuenta, además, la existencia de tejidos fabricados con fibras metálicas.
- Deben retirarse los vendajes y ropas húmedas de la zona (los vendajes secos pueden ser irradiados). Se evitará la aplicación sobre heridas exudativas y zonas edematosas o con contenido líquido elevado, como derrame articular.
- Hay que retirar de la zona: joyas, relojes, pulseras y cualquier objeto metálico. No se utilizarán mesas ni sillas metálicas para el tratamiento: serán de madera, recubiertas de tela o plástico.
- Debe evitarse la aplicación en zonas cercanas a implantes o endoprótesis metálicas.

Las contraindicaciones del calentamiento con microondas son las propias de la termoterapia:

- Ausencia o disminución de la sensibilidad térmica.
- Zonas isquémicas, mal irrigadas
- Testículos

- Estados inflamatorios agudos e infecciosos (osteomielitis, artritis infecciosas).
- Zonas con líquido en tensión (derrames articulares, bursitis, edemas, abscesos)
- Tumores malignos
- Abdomen y regiones cercanas, en embarazadas
- Zonas con edema y sangrado reciente (traumatismos recientes) o con tendencia a éste (varices, hemofilia, abdomen durante la menstruación..).
- Placa fisaria en niños, antes de concluir la maduración esquelética
- Irradiación sobre el cráneo.
- Portadores de marcapasos cardiacos. Cualquier persona que lleve un marcapasos cardíaco debe mantenerse alejada (a más de 4 metros) de la zona donde estén utilizándose unidades de onda corta o microondas
- Ha de evitarse la exposición sobre los ojos, tanto directa como refleja. Dada la refracción producida por el haz, la radiación puede focalizarse y dañar el cristalino (cataratas). Cuando sea necesario, irradiar zonas cercanas a los ojos, debe llevarse gafas protectoras y deben retirarse las lentes de contacto.

En todas estas situaciones, cuando el calentamiento es necesario y no hay contraindicaciones para ello, se utilizarán medios de termoterapia superficial. Aparte del paciente, ninguna persona permanecerá en línea directa con el haz de radiación; deberá situarse a una distancia mínima de 2 metros del director, ya que la reflexión desde el paciente puede llegar al 50-75% y al 100% desde el metal del aparato.

Es importante mantener alejadas, al menos a 3 metros del aparato de microondas, las unidades transitorias, como electroestimuladores, relojes digitales, calculadoras, audifonos, etc., ya que pueden sufrir interferencias y resultar dañadas.

Actualmente, las radiaciones incluidas en esta zona del espectro electromagnético (campos de extrema-baja frecuencia, radiofrecuencia y microondas) han despertado gran interés, por si guardan alguna relación causal con el cáncer. Hasta la fecha, los datos disponibles son confusos, sesgados y de poca consistencia. Por lo que se sabe, la energía de los fotones de estas radiaciones no alcanzan el nivel necesario para ionizar las moléculas del organismo y, por consiguiente, para producir mutaciones genéticas.

(ZAUNER, 1999. pp 100-123)

5.4 MATERIAL Y EQUIPO.

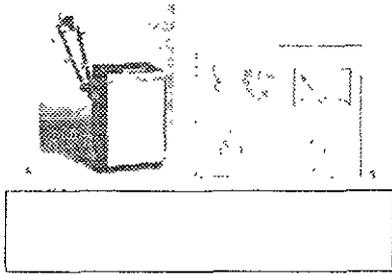
DIATERMIA POR ONDA CORTA.

La unidad de onda corta consiste en una fuente de energía que alimenta un oscilador de frecuencia. Este oscilador de radiofrecuencia produce oscilaciones estables, sin desplazamiento a la frecuencia. El amplificador de potencia genera la potencia necesaria para funcionar los diferentes tipos de electrodos. El depósito resonante de salida sintoniza al paciente como parte del circuito y permite transferir la máxima potencia al paciente.

El botón de intensidad de salida controla el porcentaje de potencia máxima que se transfiere al circuito del paciente. Esto es similar al control de volumen de un radio. El control de sintonización ajusta el circuito de salida para una transferencia máxima de energía desde el oscilador de radiofrecuencia, lo que es similar al sintonizador de una estación de radio. El contador de potencia de salida monitoriza solamente la corriente que es de radio. El contador de potencia de salida monitoriza solamente la corriente que es liberada por la fuente de energía y no la energía en el circuito del paciente. Por eso, esto es solo una medición indirecta de la energía que le llega al paciente.

Si el aparato no es de sintonización automática, se debe ajustar la intensidad de salida al 30 o 40% con los electrodos ya colocados. El control de sintonización se ajusta hasta que el contador de potencia de salida llega al máximo y entonces se ajusta descendiendo hasta que el paciente lo tolere, lo que suele ocurrir y entre el 50 y el 60% de la máxima salida.

La potencia de salida de una unidad de onda corta debe producir suficiente energía para elevar la temperatura tisular al rango terapéutico (40 a 50 °C). Esto se denomina tasa de absorción específica (TAE) y representa la cantidad de energía absorbida por unidad de masa de tejido. Se ha calculado que ésta aproximadamente en 170 vatios por kilogramo. Muchas unidades no alcanzan este nivel. Son seguras, pero ineficaces. La unidad de onda corta debe tener varios tipos de aplicadores o electrodos. En otras palabras, debe tener la capacidad de proporcionar energía a través de una bobina o un cable, un tambor de inducción y placas o almohadillas de condensación. Es importante recordar que la elevación de la temperatura tisular con las unidades de diatermia se puede neutralizar rápidamente por un aumento en el flujo sanguíneo, el cual tiene la propiedad de enfriar el tejido que está recibiendo la energía. Sin embargo, las unidades deben ser capaces de generar suficiente potencia para proporcionar un exceso de esta absorción de alrededor de 130 vatios por kilogramo. La sensibilidad del paciente es probablemente el criterio más utilizado para la regulación del calor. Varía considerablemente entre distintas personas.



A, UNIDAD DE DIATERMIA POR ONDA CORTA. B, PANEL DE CONTROL DE UNA UNIDAD DE DIATERMIA POR ONDA CORTA. (A), INTERRUPTOR DE POTENCIA. (B) CONTADOR. (C) CONTADOR DE POTENCIA DE SALIDA (MONITORIZA LA CORRIENTE EMITIDA POR LA FUENTE Y NO LA DEL CIRCUITO DEL PACIENTE). (D) INTENSIDAD DE SALIDA (CONTROLA EL PORCENTAJE DE MÁXIMA POTENCIA TRANSFERIDA AL PACIENTE). (E), CONTROL DE SINTONIZACIÓN (SINTONIZA EL CIRCUITO DE SALIDA PARA UNA TRANSFERENCIA MÁXIMA DE ENERGÍA DESDE EL OSCILADOR DE RADIOFRECUENCIA.

ELECTRODOS.

ELECTRODOS DE ALMOHADILLA

Los electrodos de almohadilla no se utilizan habitualmente en deportistas, sin embargo, están disponibles en algunas unidades. Son verdaderos electrodos del tipo de capacitancia, y deben tener una presión de contacto uniforme con la zona corporal si se desea que sean efectivos para producir calor en profundidad, así como para evitar las quemaduras en la piel. El paciente forma parte del circuito externo. Son necesarias algunas capas de toallas para asegurar que existe suficiente espacio entre la piel y los electrodos. Las almohadillas tienen que estar separadas por lo menos la longitud del máximo diámetro de las mismas. Si las almohadillas tienen 15 cm de anchura, entonces la separación entre ambas debe ser al menos de 15cm. Se producirá más calor directamente bajo las almohadillas que en los tejidos más profundos. La parte del cuerpo que vamos a tratar tiene que quedar centrada entre las almohadillas.

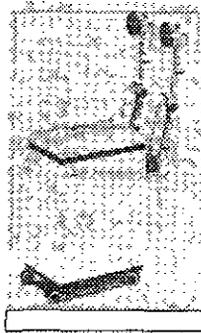
ELECTRODOS DE TAMBOR

El electrodo de tambor consta de una o más bobinas monoplaneo que están fijadas rigidamente dentro de una carcasa. Si se va a tratar una zona pequeña, particularmente si es plana, es adecuado un sistema de un tambor. Sin embargo, si la zona es curva, pueden ser necesarios dos o más tambores que pueden estar colocados en un aparato o brazo articulado. En este tipo de aplicación se emplea más energía electromagnética que eléctrica. El paciente no forma parte del circuito eléctrico. La energía electromagnética se induce en los tejidos. La energía electromagnética crea un campo eléctrico circular de corrientes en remolino, y la oscilación intramolecular (vibración de las moléculas de los tejidos) de la moléculas de los tejidos genera calor. Los tejidos con alto contenido de agua como músculo, sangre y hueso se calientan más fácilmente. La penetración electromagnética viene a ser 2 a 3 cm si la piel no está a más de 1 o 2 cm del

tambor. El campo electromagnético puede ser significativo hasta a 5 cm del tambor. Hay que colocar una toalla fina en contacto con la piel, entre el tambor y la piel. La toalla se usa para absorber la humedad, ya que la acumulación de gotitas puede sobrecalentar y producir manchas por calor en la superficie. Si hay más de 2 cm de grasa, probablemente no se producirá un calentamiento adecuado bajo la grasa con un sistema de tambor. La penetración máxima de la onda corta con un electrodo de tambor es de 3 cm siempre que no haya más de 2 cm de grasa bajo la piel. Para una mejor absorción de la energía, la carcasa del tambor debe estar en contacto con la toalla que cubre la piel.

ELECTRODOS DE CABLE.

Los electrodos de cable son unos electrodos de inductancia o de aplicación de energía electromagnética. Existen dos tipos básicos: bobina de tarta y bobina envuelta. Si se utiliza el que tiene forma de tarta, el tamaño del circuito más pequeño debe ser mayor de 15 cm de diámetro. En ambos tipos debe colocarse al menos 1 cm de toalla entre el cable y la piel. Se utilizan espaciadores rígidos para mantener las bobinas de las vueltas o de la tarta o de la envuelta unos 5 a 10 cm entre las vueltas del cable, proporcionando así consistencia especial. La bobina de tarta y la envuelta suelen producir más calentamiento que las placas porque se adaptan mejor a los relieves de la piel. Es importante que los cables no se toquen entre sí porque se podría producir un cortocircuito y se genera excesivo calor. Las unidades de diatermia que operan con una frecuencia de 13.56 MHz son probablemente más apropiadas para aplicaciones con electrodos de cable. Esto es debido fundamentalmente a que las frecuencias más bajas conllevan una mejor producción de energía electromagnética.



UNIDAD DE TERAPIA DE ONDA CORTA CONTINUA Y PULSATIL

DIATERMINA POR MICROONDAS.

La unidad de microondas consiste en un suministro de potencia que energiza el magnetrón y temporiza los circuitos. El control del magnetrón regula la potencia de salida variando el voltaje con el que trabaja el magnetrón. El oscilador del magnetrón utiliza un campo electromagnético para producir corrientes de alta frecuencia.

La salida de potencia puede ser ajustada a la tolerancia del paciente. El contador de salida indica la salida relativa en vatios o la energía transmitida y no absorbida. Existen dos lámparas indicadoras. La lámpara ámbar indica que la máquina se está calentando todavía, y la lámpara roja indica que la máquina está preparada para liberar energía.

APLICADORES.

Los electrodos para a diatermia por microondas se denominan aplicadores. La energía microondas sólo puede ser utilizada a una superficie al tiempo. El contorno de esta superficie debe ser muy plano. De otra manera se producirá una reflexión importante de la energía. No son necesarias toallas en la zona. Las unidades de microondas que trabajan con la frecuencia de 2.456 MHz requieren un espacio aéreo entre el aplicador y la piel. Hay que respetar las distancias y la potencia recomendadas por el fabricante. En unidades que tienen una frecuencia de 915 MHz se colocan los aplicadores sobre la piel, y el espacio aéreo entre la antena y la piel se sitúa dentro del aplicador. Unidades más nuevas con este tipo de director tienen la ventaja de que se reduce la radiación dispersa. Las unidades que operan con la frecuencia alta pueden tener uno o más directores de varios tamaños y configuraciones.

Existen dos tipos de aplicadores que se pueden utilizar con las microondas: con forma circular y con forma rectangular. Los aplicadores con forma circular tienen 10 o 15 cm de diámetro. Con los electrodos de forma circular, la temperatura máxima se produce en la periferia de cada campo de radiación.

Los aplicadores de forma rectangular son de 11,25 cm o 12,5 cm o 12,5 x 52,5 cm y producen la máxima temperatura en el centro del campo de radiación.

(CIBEIRA, 1997. pp 62-76)

5.5 ACCIONES DE ENFERMERIA FUNDAMENTADAS.

PROCEDIMIENTOS	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.
Comprobación del paciente.	Es necesario estar familiarizado con el equipo de tratamiento y seguir cuidadosamente las instrucciones de funcionamiento, no todos los equipos funcionan de la misma manera.
Preparación del paciente.	La zona que hay que tratar debe estar descubierta; se habrá retirado la ropa y los vendajes. Ello permite el control durante el tratamiento, la adecuada colocación de los electrodos y el cálculo de la distancia electro-piel.
Selección y colocación de los electrodos según la modalidad de tratamiento elegida.	El paciente debe estar cómodo y la parte que es sometida a tratamiento estará sujeta, para que no se altere la posición de los electrodos.
Aplicación de la corriente.	Cuando el paciente y los electrodos están en una posición correcta, se da paso a la corriente y se sintonizan los circuitos, si fuera necesario. La corriente ha de iniciarse débilmente, e ir aumentándola paulatinamente, para dar tiempo a que el paciente aprecie el grado de calor y pueda fijarse la dosis.
Verificar la cantidad de corriente que se le aplique al paciente	Dado que la sensación del paciente es el único indicador de la intensidad, si falla esta información por parte del paciente, puede producirse quemaduras. Ello ocurre cuando la sensibilidad térmica está alterada. El exceso de corriente también puede ocurrir al inicio del tratamiento si se eleva la intensidad de manera rápida.
Evitar el contacto de los cables con la piel	Si alguno de los cables se aproxima mucho al paciente, puede producir el calor suficiente para que aparezca una quemadura.
No colocar diatermia a mujeres embarazadas.	Algunos autores indican que la onda corta puede tener efectos directos negativos sobre el tejido embrionario y sobre la irrigación placentaria, mientras que otros apuntan la posibilidad de producir abortos.

No colocar diatermia a personas que padezcan tumores malignos.	La irradiación del tumor con onda corta puede aumentar la actividad de las células tumorales y potenciar su multiplicación.
Evitar al máximo la colocación de diatermia a personas con marcapasos.	Las personas portadoras de marcapasos no deben ser tratadas ni deben permanecer en la proximidad de los equipos de onda corta mientras estén conectados, pues pueden producirse irregularidades en su funcionamiento

PROCEDIMIENTO.

6. TITULO: RAYO LASER.

6.1 CONCEPTO.

La palabra láser es un acrónimo de las palabras inglesas: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, es decir, amplificación de luz mediante emisión estimulada de radiación. Realmente representa el nombre de un dispositivo cuántico, que sirve para generar ondas electromagnéticas de la gama óptica. Tiene un antecedente inmediato en el acrónimo máser, correspondiente a Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation, con el que, en 1950, Townes, Gordon y Zeigev designaron el primer oscilador en la gama milimétrica construido por ellos.

El láser proporciona una forma de emisión de radiación luminosa de características especiales. La radiación láser es monocromática (una sola longitud de onda), posee una gran direccionalidad (escasa divergencia) y puede concentrar un escaso número de fotones en fase en áreas muy pequeñas. Éstas características han permitido una gran diversidad de aplicaciones en el campo de la tecnología actual y, concreto, en la medicina.

LASERTERAPIA EN MEDICINA DEL DEPORTE.

El deporte ocupa un lugar cada vez más importante en nuestra sociedad, orientada hacia el desarrollo del ocio y el tiempo libre, el culto a la estética corporal o la alta competición.

Una parte importante de la patología del deporte tiene como protagonistas los músculos y tendones, y es consecuencia directa de traumatismos accidentales o microtraumatismos, impuestos por la actividad forzada y repetida, que pueden verse favorecidos por la existencia de un terreno predisuesto y por las secuelas de eventuales lesiones físicas. La patología deportiva, por tanto, se encuentra en el dolor y la inflamación producidos, fundamentalmente, por estímulos suprafuncionales, sobresolicitación o sobrecarga. Otro problema diferente es el traumatismo o accidente deportivo.

generalmente, el tratamiento se realiza en tres períodos:

- Cese de la actividad.
- Reeducación funcional.
- Readaptación al entrenamiento.

El dolor constituye una señal de alarma, que en ocasiones es soportable y permite la práctica deportiva, lo que agrava y aumenta la sobresolicitación; ello provoca un aumento del dolor. Los agentes físicos desempeñan su papel más importante en

el primer período, esencialmente para control del dolor y de la respuesta inflamatoria.

La verdadera eficacia del láser en medicina deportiva aún no está claramente establecida, aunque parece concentrarse en lesiones de partes blandas (tendinosas, insercionales, musculares), buscando los efectos analgésicos, antiinflamatorios y tróficos. Entre sus aplicaciones se incluyen favorecer la cicatrización de heridas y laceraciones, así como el tratamiento de síndromes dolorosos que acompañan a diferentes patologías (síndrome de dolor miofacial, radiculalgias, codromalacia rotuliana, fascitis plantar, bursitis). Sin embargo, el láser por sí solo no es suficiente; es un medio más que debe utilizarse racionalmente junto a otros tratamientos, dentro de un correcto plan terapéutico.

Una vez más, aunque muchos hallazgos clínicos muestran resultados prometedores, es necesaria la realización de más estudios controlados para determinar los tipos de láser y las dosis necesarias para obtener resultados reproducibles. Su empleo indiscriminado, sin un diagnóstico adecuado, en manos de personas no calificadas hace que deje de ser un método científico y caiga en el desprestigio que éste y otros agentes tienen para muchos médicos.

LÁSERES DE BAJA POTENCIA.

Estos láseres trabajan a potencias inferiores a las de los quirúrgicos, del orden de miliwatios, y no elevan la temperatura tisular, sino que su acción se basa, principalmente, en efectos fotoquímicos.

La terminología para designar este tipo de láseres ha sido muy variada; se utilizan expresiones como: soft-láser o mid-láser, láser frío o láser atérmico, al hacer referencia a sus características. Incluso se han empleado términos que se presentan a confusión, como láser médico o láser terapéutico, para distinguirlos del quirúrgico. Actualmente suelen emplearse términos más adecuados para referirse al tratamiento con estos láseres, como laserterapia de bajo nivel, de baja energía o de baja potencia, o laserterapia trófica y/o biostimulativa.

Los principales láseres de este tipo son:

- LÁSER DE HELIO-NEÓN (He-Ne).
- LÁSER DE ARSENIURO DE GALIO (As-Ga).
- LÁSER DE CO₂ DESFOCALIZADO.

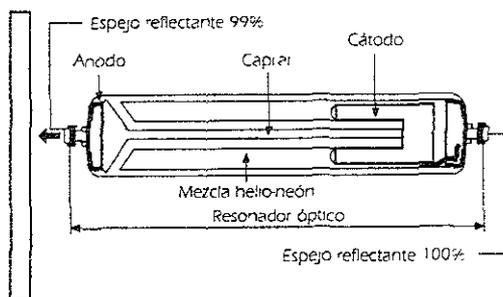
LÁSER DE He-Ne.

Se trata del primer láser de funcionamiento continuo y aún sigue siendo uno de los sistemas láser más empleados en la actualidad. De las líneas que es capaz de

emitir, la línea roja continua de 632,8 nm es, probablemente, la que ha sido más utilizada, y tiene gran importancia en laserterapia biostimulativa.

El plasma de He-Ne, que constituye el medio activo, está compuesto de una mezcla de ambos gases nobles, con predominio del helio (85-90%) sobre el neón (10-15%), contenida en un tubo de características especiales. La emisión de una descarga eléctrica en el interior del gas provoca que muchos átomos de helio se sitúen en niveles metaestables. Estos niveles pierden la excitación por colisión con otros átomos, principalmente. En la mezcla de gases, tienen lugar colisiones entre los átomos de helio en estado metaestable y los de neón en estado fundamental, por lo que se produce entre ellos una transferencia de energía. Posteriormente, la desexcitación de los átomos de neón puede producir una serie de emisiones; la de 632,8 nm es la más intensa. La tensión de alimentación del tubo en los láseres de He-Ne que se construyen actualmente es de 1.500-2.000 V y la corriente es de algunas decenas de mA.

De todas las radiaciones emitidas, sólo una pequeña parte tomará una dirección paralela al capilar central instalado en el tubo, la cual deberá ser amplificada por una cavidad óptica o resonador óptico. La cavidad óptica está formada por espejos cóncavos ajustables y la geometría del tubo está dispuesta de manera que pueda eliminar las pérdidas por reflexión. Los espejos deben ser altamente reflectantes, pues el medio posee poca ganancia (2% por metro de longitud) y se ajustan para el tiempo de vida del tubo, con lo que se consigue una emisión de algunos mW.



LÁSERES DE ARSENIURO DE GALIO

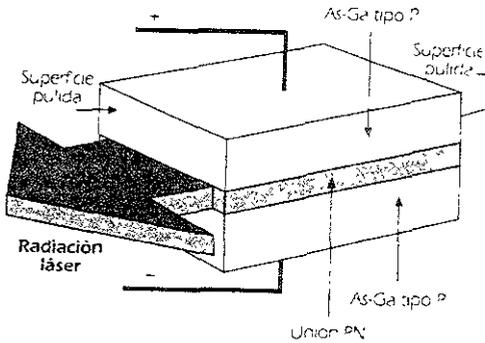
En 1978, apareció un nuevo concepto en la laserterapia médica con la creación del láser de infrarrojos por semiconductores. La comercialización de estos láseres en el entorno médico fue tan profusa que motivo que se les dominara, comúnmente, láseres de infrarrojos.

Se entiende por semiconductor aquella sustancia que, sin ser aislante, posee una conductividad inferior a la de los metales. Los más empleados son el de silicio y el

de germanio. Al combinar el galio con el arsénico, obtenemos un cristal de características eléctricas similares. Para construir un diodo semiconductor, es preciso unir dos cristales del mismo semiconductor; uno de ellos con exceso de electrones en la banda de valencia (tipo N); el otro con defecto de electrones o, lo que es lo mismo, exceso de huecos (tipo P). Al aplicar una corriente, se produce sucesivas recombinaciones electrón-hueco, acompañadas de emisión de radiación electromagnética.

Aunque existen diversos semiconductores de As-Ga, el más común de ellos sólo funciona de forma pulsátil, a temperatura ambiente; consigue potencias medias de algunos mW con una emisión de 904,6 nm de longitud de onda.

La forma típica de un diodo láser de As-Ga es un paralelepípedo rectangular de aproximadamente 0,1 x 0,1 x 1 mm, cuyas caras planas están perfectamente pulidas, por lo que tienden a reflejar hacia el interior la luz coherente que se produce durante la recombinación. La corriente de forma que incida perpendicularmente sobre la unión de los cristales.



LÁSER DE CO₂ DESFOCALIZADO.

Anteriormente hemos descrito el láser de CO₂ quirúrgico, que se trabaja a potencias elevadas (vatios). Sin embargo, éste tipo de láser también puede actuar a potencias inferiores (miliwatios), si se desfocaliza el haz; de este modo se obtiene un efecto terapéutico y biostimulante. La principal ventaja que presenta es que consigue dosis superiores que las de los equipos de As-Ga y He-Ne, Sarlak y Kim, entre otros, utilizan este láser a potencias medias, que oscilan entre los 80-110 mW. El inconveniente es el elevado costo de estos equipos.

(BAXTER, 1999. pp. 87-100).

6.2 OBJETIVOS.

APLICACIONES TERAPÉUTICAS GENERALES.

Aunque se ha publicado pocos ensayos clínicos, parece haber evidencia suficiente de que el láser de baja potencia produce reducción del dolor y la inflamación, y acelera la reparación de heridas y quemaduras. El mecanismo íntimo de estos efectos aún no está del todo aclarado, pero son cada vez más numerosos los grupos de investigación que abordan estas cuestiones desde aspectos básicos (bioquímicos, histológicos, etc.) y clínicos, tanto en experimentación animal como en seres humanos.

CICATRIZACIÓN DE HERIDAS.

Las primeras evidencias de la capacidad del láser de baja potencia para contribuir a la cicatrización de heridas provienen de experiencias *in vitro*, en las que se demostró la proliferación de fibroblastos de características normales en cultivos irradiados. Estos estudios fueron realizados por los equipos de Master, con láseres de rubí (694,3 nm) y He-Ne (632,8 nm). Abergel, empleando He-Ne y As-Ga (904 nm), demostró el aumento de fibroblastos y la síntesis de procolágeno en cultivos. Además, descubrió que el efecto era mayor a dosis bajas, del orden de $\mu\text{J}/\text{cm}^2$ de As-Ga y entre 0,05 y $1,5\text{J}/\text{cm}^2$ de He-Ne, aplicadas en 3-4 sesiones diarias. Posteriormente, confirmó que el aumento en la síntesis de procolágeno se debe al incremento de ARN mensajero en las células irradiadas.

Se han realizado múltiples estudios en animales para evaluar la cicatrización de heridas y quemaduras provocadas experimentalmente con resultados dispares. Master y sus colaboradores, aun sin encontrar cambios histológicos, objetivaron mejoría clínica en reparación de heridas irradiadas con láser de rubí ($1\text{J}/\text{cm}^2$), especialmente si se aplicaban varias sesiones. Se han descrito experimentos en los que el grupo irradiado no presenta mejoría aparente y otros en los que la cicatrización se producía mucho más rápido que en el grupo control.

La variabilidad de resultados hace pensar en la medición de algún efecto sistémico. En este sentido Master ha descrito heridas que cicatrizaban con rapidez sin irradiarlas totalmente y Kana describió aumentos de cicatrización de segundas heridas no irradiadas presentes en el mismo animal durante la irradiación de una primera. Algunos de los trabajos que presentaban ausencia de resultados positivos utilizaban como control heridas en el mismo animal irradiado, lo que podría atribuirse al efecto sistémico de forma similar a la experiencia de Kana.

La experiencia clínica de la laserterapia de baja potencia en el tratamiento de heridas y úlceras de cicatrización lenta comenzó a mediados de los años sesenta. Master y sus colaboradores cuentan con una amplia serie de pacientes con úlceras de difícil evolución, habitualmente en extremidades inferiores, a las que trataron con láser de argón desfocalizado (488 nm) y de He-Ne (632,8 nm), a dosis de hasta $4\text{J}/\text{cm}^2$, obtuvieron el 78% de curaciones, el 14% de mejorías y el

8% de ausencia de respuesta. Otros autores, como Trelles y Gorgia, han demostrado empíricamente la eficacia de láseres de He-Ne y As-Ga en úlceras tórpidas, fracturas no consolidadas, heridas de difícil cicatrización, y lesiones herpéticas. Han aportado múltiples ideas y recomendaciones prácticas sobre las medidas de limpieza e higiene y otros aspectos coadyuvantes al tratamiento con láser.

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.

El aumento de la resistencia a la tracción de las heridas tratadas con láser ha sido confirmado en varios estudios. La tracción de la herida, la síntesis de colágeno y el aumento de la resistencia a la tracción son funciones mediadas por los fibroblastos y son más activas en las primeras fases de la curación. Se estudiaron las heridas en diversas fases de la cicatrización para determinar el punto de ruptura, comparando con una herida de control no irradiada. Las heridas tratadas con láser tenían una resistencia a la tracción significativamente mayor, sobre todo en los 10-14 días que siguen a la lesión, aunque con posterioridad se acercaban a los valores de control. No se produjeron cicatrices hipertróficas al normalizarse la respuesta tisular tras un periodo de 14 días. El tratamiento con láser He-Ne a dosis entre 1,1 y 2,2 J por centímetro cuadrado produjo resultados positivos cuando se aplicó bien dos veces al día o a días alternos. El aumento de la resistencia a la tracción se corresponde con niveles elevados de colágeno.

EL LÁSER EN EL TRATAMIENTO DEL DOLOR.

El láser es un agente antiálgico muy potente, pero en gran parte resulta ser un tratamiento sintomático, aunque su efecto antiinflamatorio contribuya en ocasiones a mejorar el cuadro de fondo.

Recordemos que el dolor tiene, en el organismo, una misión de advertencia, de llamar la atención hacia algo anormal que está sucediendo en él. De hecho, los pocos casos de personas inmunes al dolor (enfermedad, por cierto, muy poco frecuente), han presentado un promedio de vida sensiblemente inferior a las personas normales.

Vamos a hacer ahora un repaso del mecanismo del dolor, para luego ver el mecanismo de acción del láser.

ACTUACIÓN DEL LÁSER SOBRE EL DOLOR.

Con éste esquema previo nos podemos preguntar como actúa el láser frente al dolor. Según las diversas escuelas o investigadores que han estudiado el mecanismo, se han postulado una u otra respuesta correspondiente a los diversos niveles enunciados.

En realidad parece probable que la acción antiálgica sea la suma de intervenciones a distintos niveles, actuando entonces el láser frente al dolor, de un modo conjunto y homogéneo.

Los principales puntos de posible actuación del láser, serían pues:

- A nivel local, reduciendo la inflamación, provocando la reabsorción de exudados y favoreciendo la eliminación de sustancias algógenas.
- Elevando el umbral del dolor, o evitando su descenso, en las terminaciones nerviosas libres o receptores del dolor periféricos.
- Interfiriendo el mensaje eléctrico (de variaciones de potencial de membrana) de los nervios sensitivos del dolor, durante la transmisión del estímulo, manteniendo el gradiente iónico a ambos lados de la membrana celular, y evitando o reduciendo la despolarización de la misma. Es una de las teorías más probables, y tiene en cuenta, sobre todo, el efecto de la frecuencia de la corriente eléctrica o del haz de láser aplicado.
- Actuando sobre el "filtro medular". El láser sería un estímulo constante de las fibras gruesas, a modo de un dolor intenso pero sin la percepción del mismo (sensaciones táctiles), que bloquearían el paso de las sensaciones dolorosas transmitidas por las fibras finas al cerebro (sensación de dolor intenso).
- Actuando, o localmente, o desde diversos puntos, por acción reflexógena, estimulando la producción de beta-endorfinas a nivel cerebral y bloqueando así la percepción del dolor.
- Hay que añadir, por último, la interpretación del dolor desde el punto de vista bioenergético, que postula que está causado por un desequilibrio energético originado por una pérdida de energía. El láser al reponer, normalizar y equilibrar la energía en el punto lesionado, suprime la causa del dolor y al dolor mismo. (ZAUNER, 1999. pp. 52-72).

RESULTADOS PRÁCTICOS DE LA APLICACIÓN DEL LÁSER.

El láser se ha manifestado como un potente antiálgico, no obstante, hay que hacer algunas precisiones sobre sus resultados.

Una de las posibilidades es la aparición del dolor secundario y de rebote, consiste en que, eliminando el dolor de la localización fundamental, aparezca en otro lugar. Lo real era que este segundo dolor quedaba enmascarado por el primero, que al desaparecer permite que sea este segundo el que ahora se perciba con intensidad. Hay que tratar de nuevo este segundo dolor hasta su total desaparición.

Por otra parte, los estudios realizados sobre la evolución de la desaparición del dolor, muestran diversos tipos de curva, según el proceso morboso y la personalidad del enfermo:

- En unos casos, hay una desaparición inmediata del dolor con persistencia del efecto.
- En otros casos, hay un mantenimiento del dolor durante algunas aplicaciones, hasta que finalmente su intensidad decrece.

- Hay otros casos, finalmente, en que a una rápida remisión inicial, le sigue una fase de rebote tardía, explicable por el habituamiento del "filtro medular" dejando pasar sensaciones algógenas de las fibras finas.

INFLAMACIÓN.

Durante la inflamación, las prostaglandinas producen vasodilatación, lo que contribuye a la salida de plasma en el espacio intersticial y a la formación del edema. Tras examinar biopsias de heridas experimentales, se ha comprobado que la producción de prostaglandinas se altera por la irradiación con láser de He-Ne a $1\text{J}/\text{cm}^2$. Concretamente la PGE₂ y la PGE_a aumentan, con una duración de respuesta de 4 y más de 8 días, respectivamente. Este fenómeno, junto al estímulo de la microcirculación, se ha interpretado como parte de las causas que favorecen la resolución del proceso inflamatorio agudo.

La eliminación de la estasis local contribuye a la resolución de la reacción inflamatoria más rápidamente de lo que el organismo haría por sus propios medios. Manhoffer, en un sentido controlado sobre tres modelos experimentales de inflamación, evaluó el efecto del láser de He-Ne frente a la luz difusa roja de longitud de onda comparable, concluyó que, aunque en algunos casos hubo cambios respecto al grupo control, el efecto del láser y la luz roja resultaron comparables. Estos resultados subrayan la importancia de la luz de determinada longitud de onda como factor desencadenante de efectos terapéuticos, aunque sería deseable un estudio en profundidad de aspectos dosimétricos y espectrales de las observaciones de Manhoffer, para evaluar adecuadamente los resultados.

EL LÁSER EN LA INFLAMACIÓN.

Los agentes físicos productores de calor, que se utilizaban habitualmente en el tratamiento de la inflamación (onda corta, ultrasonido, radar, etc.), se utilizaban en las fases subagudas y crónica. Se considera, en términos generales, que en la fase aguda de la inflamación no conviene el calor, ya que aumentaría la reacción vascular, ya de por sí importante, y por ello se aplica frío, que reduce las manifestaciones inflamatorias.

Por ello, en las inflamaciones agudas se aplica frío, en las subagudas calor moderado, y en las crónicas calor intenso.

Para la aplicación de láser en la inflamación se puede seguir el mismo esquema:

- Inflamaciones agudas: intensidades débiles.
- Inflamaciones subagudas: intensidades moderadas.
- Inflamaciones crónicas: fuertes intensidades.

Pero actualmente, la discusión se centra en la posibilidad o no de tratamiento con láser de las inflamaciones agudas.

Por otra parte, quienes opinan que el láser produce un estímulo vascular indiscriminado, opinan que no hay que aplicarlo en las inflamaciones agudas.

Por otro lado, se afirma que el láser es un regulador vascular, que modifica la reacción inflamatoria en el sentido de la normalización, y que por ello sí que es de interés su utilización en las inflamaciones agudas.

Lo que sí es importante es el hecho de que los traumatismos de no gran intensidad, y entre ellos los traumatismos deportivos en general, pueden ser considerados como inflamaciones subagudas y ser tributarios del tratamiento láser.

EL LÁSER EN LA REGENERACIÓN TISULAR.

Uno de los efectos más sorprendentes del láser es su positiva actuación claramente comprobada en procesos de regeneración tisular.

En úlceras atónicas, cicatrizaciones, pérdida de sustancia, etc; la irradiación láser conduce muy pronto a una regeneración y cicatrización de la zona.

Las bases teóricas del hecho son de interés. Escriban en la capacidad del láser de actuar como estímulo celular. En efecto, ya hemos comentado su acción de estímulo mitocondrial, la mayor producción de ATP, su posibilidad de acción como medio de comunicación intercelular, etc. Todo ello explicaría un estímulo celular que excite la multiplicación de grupos celulares entes atónicos.

Por otra parte hay que contar como un factor importante su estímulo vascular, de modo que el mayor aporte de nutrientes modifique las condiciones locales y facilite así la proliferación celular.

Lo más probable es que la actuación del láser en la regeneración tisular, sea debida a una suma de todas sus propiedades y múltiples efectos.

Se ha comprobado los excelentes resultados de la aplicación láser en :

- Procesos de reparación de la piel y mucosas: úlceras y cicatrices.
- Evitar el rechazo de transplantes en cirugía plástica.
- Consolidación de fracturas.
- Estímulo para el crecimiento de nervios.

Este último apartado ha sido objeto de numerosas investigaciones, que han servido para comprobar experimentalmente la mayor velocidad de crecimiento de nervios seccionados y tratados con láser que los que no fueron irradiados.

EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LOS LÁSERES DE BAJA POTENCIA.

La laserterapia de baja potencia es un área de la ciencia relativamente reciente, en la que predominan ciertos efectos terapéuticos observados clínicamente (de forma empírica), como la analgesia en la zona irradiada, una acción antiedematosa y antiinflamatoria, o la cicatrización de difícil evolución o traumatismos en tejidos diversos. Parte de estos fenómenos terapéuticos no tienen un fundamento biológico claramente establecido. No obstante, existen autores que han desarrollado y buscado explicación a las aplicaciones clínicas. Otros han

estudiado en profundidad los efectos en las células, y han propuesto el término <<biorregulación>> o <<biostimulación>>.

ACCIÓN DIRECTA E INDIRECTA.

Los efectos de la radiación láser sobre los tejidos dependen de la absorción de su energía y de la transformación de ésta en determinados procesos biológicos. Tanto la longitud de onda de la radiación como las características ópticas del tejido considerado forman parte de los fenómenos que rigen la absorción, pero el efecto sobre la estructura viva depende principalmente de la cantidad de energía depositada y del tiempo en que ésta ha sido absorbida. Es decir, la potencia del láser desempeña un papel fundamental.

La absorción de la radiación láser se produce en los primeros milímetros de tejido, por lo que determinados efectos observables a mayor profundidad, incluso a nivel sistémico, no estarían justificados por una acción directa de la energía absorbida. Por ello, para describir el efecto biológico de la radiación láser, es habitual seguir un esquema según el cual la energía depositada en los tejidos produce un acción primaria o directa, con efectos locales de tipo: fototérmico, fotoquímico y fotoeléctrico o bioeléctrico. Estos efectos locales provocan otros, los cuales constituyen la acción indirecta (estímulo de la microcirculación y aumento de trofismo), que repercutirá en una acción regional o sistémica.

EFFECTOS FISIOLÓGICOS DE LOS LÁSERES DE BAJA POTENCIA.

Esquema general.

La actuación directa o primaria de la radiación láser (bioquímica, bioeléctrica y bioenergética), tiene como efectos indirectos o secundarios, aparte de otros, dos de la mayor importancia:

- El efecto trófico y energético sobre células, tejidos y órganos.
- La vasodilatación de la microcirculación.

Y estos efectos son, a su vez, base de la acción terapéutica de la radiación láser. Pero antes de pasar a estudiar cada uno de estos efectos en particular, vamos a prestar atención a una importante teoría, fruto de la investigación de la respuesta celular por eminentes científicos, que es el puente de unión y base de explicación de estos efectos fisiológicos bioestimulantes.

CONSECUENCIAS DEL ESTÍMULO CIRCULATORIO LOCAL.

El estímulo circulatorio local logrado por el láser, presenta las siguientes consecuencias:

- La llegada de sangre aumenta la temperatura de la zona.

- Se aportan más nutrientes: oxígeno, glucosa, lípidos, aminoácidos, etc., lo que supone un aumento del trofismo celular.
- Hay un mayor aporte de elementos defensivos, celulares y hemáticos, con lo que se coadyuva la acción antiinflamatoria.
- Las modificaciones circulatorias conducen a variaciones de la presión hidrostática intracapilar, lo que tiene como consecuencia la reabsorción de líquidos intersticiales y la producción de los edemas, activando la regeneración tisular.
- La normalización local y el estímulo generalizado, mejoran la conducción nerviosa y el trofismo muscular.
- Sobre las terminaciones nerviosas, y los receptores específicos de la piel, el láser provoca un aumento del umbral, factor que contribuye, con otros, al efecto analgésico del láser. (CELEDONIA, 1997. pp. 72-99).

LASERTERAPIA DE BAJA POTENCIA Y SU APLICACIÓN EN LOS CASOS MÁS COMUNES DE LESIONES DEPORTIVAS.

ESGUINCE DE TOBILLO.

En esta afectación tan frecuente se produce una afectación de la articulación tibio-peroneo-astragalina, pudiendo presentarse lesión del ligamento colateral externo, por supinación y varo forzado del pie; o bien del ligamento colateral interno por pronación y valgo forzado del pie.

Se puede tratar, bien con aplicación inmediata del láser, o bien aplicando frío durante 24 horas y haciendo seguimiento el tratamiento láser. Haremos una aplicación puntual en la zona afectada y si es necesario, se emplea con un barrido total de la zona. Se aplican, como máximo, 10-12 sesiones, aunque en muchos casos se resuelven antes.

En estos pacientes se puede observar, en raras ocasiones, la aparición de disestesias tras la aplicación láser.

DISTENSIONES Y CONTRACTURAS MUSCULARES.

El láser, al aumentar la irrigación muscular, alivia rápidamente la contractura, según explicamos al tratar el dolor. El porcentaje de positividad de los resultados es muy grande, y oscila, en dependencia de los autores, entre un 88 hasta un 100% de excelentes resultados.

El tratamiento se realiza mediante irradiación de la masa muscular afectada, con técnica puntual o de barrido. Se aplica diariamente, requiriendo como máximo de 3 a 5 sesiones para vencer el proceso, aunque en muchas ocasiones, actuando con láser de He-Ne y con técnica de barrido, basta la primera sesión para obtener la curación.

El láser permite la aplicación de tratamientos combinados. Así, puede asociarse, tras la aplicación del láser, electroestimulación o masaje, o bien completar, en caso de contractura importante con onda corta o radar durante 10 a 12 días

DESGARRO Y ROTURA MUSCULAR.

Se caracterizan por dolor constante tanto en reposo como en actividad. Aparece un nódulo con hematoma y equimosis. En el desgarro muscular ya hay un nódulo duro, por lesión muscular importante.

En este caso resulta conveniente la aplicación local de frío durante uno o dos días, para organizar el nódulo sólido. O bien, realizar una terapia de estímulo vascular con aplicaciones locales (baños) de agua caliente (5 min.) y luego de agua fría (2 min.). El paso brusco de vasodilatación a vasoconstricción repetidas veces es un buen estímulo circulatorio.

Después se puede aplicar el láser directamente sobre la zona, en sesiones directas, técnica puntual o barrido. La gran mayoría de veces se objetivisan mejoras desde la primera sesión, dejando de notar el tirón muscular. Luego también puede combinarse con onda corta o ultrasonido durante 3 o 4 días más.

(KULUND, 1995. pp. 54-70).

6.3 POLITICAS.

La aplicación de la terapia con láser es relativamente simple, pero se deben conocer ciertos principios de dosimetría para que el fisioterapeuta pueda determinar de forma segura la cantidad de energía láser liberada a los tejidos. Para la aplicación general sólo varían la frecuencia de pulso y la duración del tratamiento. Para investigación, el fisioterapeuta debe medir con exactitud la densidad de energía emitida por el aplicador antes del tratamiento. La dosis es la variable más importante en la terapia con láser y puede ser difícil de determinar debido a las variables mencionadas anteriormente.

La energía láser se emite desde un aplicador manual remoto. El láser Ga-As alberga los elementos semiconductores en el extremo del aplicador, mientras que el láser He-Ne contiene sus componentes en el interior de la unidad y libera la luz láser en la zona diana a través de un tubo de fibra óptica. El ensamblaje de la fibra óptica es frágil y no debe ser ondulado o retorcido excesivamente. Las fibras ópticas que se emplean con el láser He-Ne y la forma elíptica del láser Ga-As producen una divergencia del haz. Estas divergencias hacen que el haz de energía se disperse sobre una zona determinada, de manera que la distancia desde la fuente aumenta la intensidad de reducción del haz.

Para administrar un tratamiento con láser, el extremo debe estar en ligero contacto con la piel y perpendicular al tejido diana mientras que se aplica el láser durante el tiempo predeterminado. Habitualmente se divide la zona de tratamiento en una cuadrícula de centímetros cuadrados, con cada centímetro cuadrado estimulando durante el tiempo especificado. Esta técnica de cuadrícula es la que es más utilizada y se debe emplear siempre que sea posible. No se debe dibujar líneas o puntos sobre la piel del enfermo, ya que puede absorber parte de la energía luminosa. Si se van a tratar zonas abiertas, se puede colocar una sábana esterilizada de plástico transparente sobre la herida para permitir el contacto con la superficie.

Una alternativa es la técnica de barrido, en la cual no se produce contacto entre el extremo del láser y la piel. Con esta técnica se mantiene el extremo del aplicador a unos 5-10 mm de la herida. Como se produce divergencia del haz, aparece una disminución de la cantidad de energía conforme aumenta la distancia al objetivo. Es difícil cuantificar la cantidad de energía que se pierde en forma fiable si la distancia al objetivo es variable. Por eso no se recomienda utilizar esta técnica a distancias superiores a 1 cm. Cuando se usa un extremo de láser de 1mm con 30° de divergencia, el haz rojo de láser He-Ne debe ocupar una superficie de 1cm². Aunque el láser infrarrojo es visible, se debe aplicar la misma consideración cuando se utiliza la técnica de barrido. Si el extremo del láser entra en contacto con una herida abierta, hay limpiarlo adecuadamente con una pequeña cantidad de lejía u otro agente antiséptico para prevenir la contaminación cruzada.

Conviene diferenciar la técnica de barrido de la técnica de oscilación, en la cual una zona cuadrículada es estimulada con láser de forma oscilante durante el tiempo designado. Como en la técnica de barrido, es difícil calcular la dosis si no

se puede mantener la distancia por debajo de 1cm. La técnica oscilante no es recomendable por las irregularidades en la dosis.

Hay, en general, dos técnicas de aplicación:

1. De pequeñas superficies.
2. De grandes superficies.

1. La aplicación en pequeñas superficies (desde puntiforme hasta un diámetro en torno a 1cm.) se realiza según los esquemas o protocolos generales de la enfermedad a tratar. Puede irradiarse desde 2 ó 4 de estos puntos hasta un máximo aconsejable de 10 ó 12 para cada tratamiento zonal, estudiados previamente para cada proceso en particular, de modo que con ellos se rodee la articulación, se siga el trayecto nervioso, se delimite la zona afectada, etc.

En cuanto a los tiempos de aplicación y del número de sesiones, depende, naturalmente de cada aparato y de sus características técnicas, además del diagnóstico preciso de la afectación y de la valoración general del paciente.

No obstante, y en términos muy generales, podemos decir que la irradiación de cada punto dura de uno a diez minutos, y que en cada sesión se irradian una serie de puntos, pero de modo que, en normas generales, no se pase en conjunto la media hora total de irradiación en cada sesión. Incluso hay autores, de reconocida reputación, que abogan por un tiempo máximo de exposición por sesión de 20 minutos.

Las sesiones pueden ser diarias o alternas, y se extenderán hasta un máximo de 10 a 15 días. Después, aunque no se haya obtenido un efecto definido no definitivo, es aconsejable de dejar un tiempo de descanso de una o dos semanas antes de reemprender de nuevo el tratamiento, según las mismas normas.

Un tema interesante es el manejo de las frecuencias, pues, en términos muy generales, a mayor frecuencia utilizada, obtenemos una mayor profundidad del efecto terapéutico, por lo que en tratamientos de afectaciones superficiales se utilizarán frecuencias bajas, y en tratamientos de procesos profundos lo haremos con frecuencias elevadas.

Independientemente de la profundidad, parece que la frecuencia tiene también un efecto específico en dos de las acciones más importantes de la radiación láser: la vasodilatación y el efecto analgésico.

APLICACIÓN "CUADRICULADA " DEL LASER. LA APERTURA DEL LASER DEBE ESTAR PERPENDICULAR A LA SUPERFICIE. SE DEBE EXPONER CADA CENTÍMETRO CUADRADO DE LA ZONA LESIONADA DURANTE EL TIEMPO DETERMINADO. LA APERTURA DEBE ESTAR EN LIGERO CONTACTO CON LA PIEL.



2. Para el tratamiento de grandes superficies se requiere ir delimitando zonas y tratándolas con campos amplios de radiación. Para mayor comodidad en estos tratamientos, muchos de los equipos láser del mercado, han adaptado un mecanismo a sus aparatos, denominado de barrido o scanner. Son unidades grandes, donde el rayo que emerge se refleja en un espejo que está dotado de un movimiento mecánico, de modo que recorre la zona a tratar en un movimiento de vaivén y entre límites precisos.

También son de utilidad, en el tratamiento de zonas extensas, la utilización de lentes, que aplican el "spot" de impacto de la radiación a 1, 2, 3, 4, 5 cm², dependiendo del tipo de lente y de la extensión que precisamos abarcar. Tendremos siempre en cuenta, cuando trabajamos con lentes divergentes, que la densidad de energía depositada por unidad de tiempo será menor, y deberá calcularse para realizar la aplicación de la energía deseada.

TABLAS DE TIEMPOS DE APLICACIÓN.

Es aconsejable, cuando el equipo no la lleva incluida, que el médico se confeccione una tabla de tiempos de aplicación, para mayor facilidad y rapidez en el tratamiento.

Se realiza relacionando SUPERFICIE-ENERGIA en las coordenadas y calculando los tiempos de exposición mediante la tabla.

Una vez sabemos los tantos por ciento de pérdidas de los accesorios con los que trabajamos, podemos confeccionar una tabla para cada uno de ellos, y así realizar una conversión inmediata en tiempo de exposición, cuando se haya afectado la dictaminación de la dosis energética a aplicar.

A continuación tenemos unos ejemplos de tablas realizadas para un equipo láser con una potencia nominal de salida de 10 mW, y para la aplicación de éste láser con una fibra óptica con un 30% de pérdidas, por tanto la tabla la confeccionaremos basándonos en una potencia real de salida de la fibra de 7 mW.

IRRADIACIÓN DIRECTA (10 mW)

E S	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm	10 cm
--------	------	------	------	------	------	-------

1	1' 40"	3 20"	5'	6' 40"	8' 20"	16' 40"
2	3' 20"	6 40"	10'	13' 20"	16' 40"	33' 20"
3	5'	10'	15'	20'	25'	50'
4	6' 40"	13' 20"	20'	26' 40"	33 20"	1 h 6' 40"
5	8 20"	16' 40"	25'	33' 20"	41' 40"	1 h 23' 20"
6	10'	20'	30'	40'	50'	1 h 40"

IRRADIACIÓN CON FIBRA ÓPTICA (7 mW)

E S	PUNT UAL	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm	10 cm
1	2'	2' 22"	4' 44"	7' 6"	9' 28"	11' 50"	23' 40"
2	5'	4' 44"	9' 28"	14' 12"	18' 56"	23' 40"	47' 20"
3	7'	7' 6"	14' 12"	21' 18"	28' 24"	35' 30"	1 h 11'
4	10'	9' 28"	18' 56"	28' 24"	37' 52"	47' 20"	1 h 34' 40"
5	12'	11' 50"	23' 40"	35' 30"	47' 20"	59' 10"	1 h 58' 20"
6	15'	14' 12"	28' 24"	42' 36"	56' 48"	1 h 10"	2h 10'

Viendo las tablas, se puede deducir fácilmente que a mayor potencia de emisión, se obtiene una reducción del tiempo de exposición.

Las zonas "x" son la combinación SUPERFICIE-ENERGIA no utilizable por el exceso de tiempo; pues no es recomendable sobrepasar los 30 minutos de radiación, e incluso hay autores que describen un tiempo máximo de exposición de 20 minutos.

PROTOCOLOS DE TRATAMIENTO RECOMENDADOS. (DOLOR)

El uso de los láseres de baja potencia para el tratamiento del dolor crónico y agudo puede realizarse de diversas formas. Después de un diagnóstico adecuado de la causa del dolor, se cuadrícula la zona que se va a tratar. Se debe estimular

con láser toda la zona de la lesión como de ha descrito previamente. Cuando se van a tratar puntos gatillo, hay que mantener la zona perpendicular a la piel y en ligero contacto con ésta. Si el objetivo es una estructura específica, como un ligamento, la sonda láser debe estar en contacto con la piel y perpendicular a esta estructura. Cuando se va a tratar una articulación, el paciente se coloca de forma que la articulación esté abierta, para permitir que la energía penetre en las zonas intraarticulares.

El tratamiento con láser de los puntos gatillo y de acupuntura puede complementarse con estimulación eléctrica para el manejo del dolor. Se utilizan tablas de referencia para determinar los puntos de acupuntura apropiados. El detector de impedancia del láser remoto aumenta la capacidad para reconocer estos puntos. Los puntos se deben tratar de distal a proximal para obtener mejores resultados.

Ocasionalmente los pacientes pueden experimentar un aumento del dolor tras el tratamiento con láser. Se cree que este fenómeno refleja el inicio de la respuesta normal del organismo que ha estado inactivo al dolor. Se ha encontrado que la terapia con láser ayuda a resolver este problema favoreciendo los procesos fisiológicos normales. Como ya se ha comentado, se debe administrar varias sesiones de tratamiento antes de considerar ésta modalidad inefectiva para el control del dolor.

SUGERENCIAS PARA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO.

APLICACION	TIPO DE LASER	DENSIDAD DE ENERGIA
Punto gatillo. Superficial. Profundo.	Helio-Neón Arseniuro de galio	1-3 J/cm ² 1-2 J/cm ²
Reducción del edema Agudo Subagudo	Arseniuro de galio Arseniuro de galio	0,1-0,2 J/cm ² 0,2-0,5 J/cm ²
Cicatrización de heridas. (superficiales) Agudo. Crónico.	Helio-Neón Helio-Neón	0,5-1 J/cm ² 4 J/cm ²
Cicatrización de heridas. (profundas) Agudo. Crónico. Tejido cicatrizal.	Arseniuro de galio Arseniuro de galio Arseniuro de galio	0,05-0,1 J/cm ² 0,5-1 J/cm ² 0,5-1 J/cm ²

SEGURIDAD.

Para consideraciones sobre seguridad se hacen necesarias en los láseres de baja potencia. Sin embargo, debido a que las variedades de láseres y sus aplicaciones han aumentado de modo considerable ha habido que desarrollar unas pautas no solo de seguridad, sino también de eficacia terapéutica. Así en Estados Unidos, el centro de aparatos y salud radiológica y la FDA regulan actualmente la fabricación y venta de láseres. Los equipos se clasifican normalmente en cuatro clases, según la FDA, con procedimientos de seguridad simples y específicos para cada uno de ellos.

- Clase I o <<láser libre>>. Se considera no peligrosos para el organismo. Todos los láseres invisibles con una potencia media de salida de 1 mW o menos pertenecen a esta categoría. En esta categoría se incluyen los láseres de GaAs con longitudes de onda entre 820 y 910 nm. Los láseres infrarrojos invisibles deben tener un identificador luminoso para saber cuándo está funcionando.
- Clase II o láser de <<baja potencia>>. Son peligrosos sólo si un espectador permanece con la mirada fija continuamente sobre la fuente. Esta clase incluye los láseres visibles que emiten una potencia media de asta 1 mW, como el láser He-Ne.
- Clase III o láser de <<riesgo moderado>>. Son aquellos que pueden provocar lesión en la retina durante el tiempo natural de reacción. Se obliga a que el paciente y el operador lleven gafas protectoras. Sin embargo, con un uso normal estos láseres no pueden causar lesión importante de la piel o reflexiones difusas peligrosas procedentes de metales u otras superficies.
- Clase IV o láser de <<alta potencia>>. Presentan un riesgo elevado de lesión y pueden producir la combustión de materiales inflamables. Otros peligros son las reflexiones difusas que pueden dañar los ojos y producir lesiones graves en la piel por exposición directa. Estos láseres de alta potencia rara vez se utilizan fuera de los laboratorios de investigación y círculos industriales restringidos.

Los láseres de baja potencia utilizados para el tratamiento de lesiones deportivas se clasifican como aparatos de Clase I y II y como instrumentos médicos de Clase III. Los instrumentos médicos de Clase III incluyen dispositivos nuevos o modificados no equivalentes a ninguno de los comercializados antes del 28 de mayo de 1976. Para utilizar un láser de baja potencia en una persona humana en trabajos de investigación en Estados Unidos, se debe contar con la aprobación de la Junta de Revisión Institucional, IRB. La IRB puede ser establecida a través del fabricante, universidad u hospital para obtener una Exención para las investigaciones de un Dispositivo (Investigational Device Exemption, IDE). Al pedir documentación de los resultados y efectos colaterales de los láseres, las regulaciones de la FDA sirven para generar datos científicos para determinar la eficacia y seguridad del aparato en cuestión. (BAXTER, 1999. pp. 52-61).

6.4 MATERIAL Y EQUIPO.

Los equipos empleados principalmente en laserterapia de baja potencia son los láseres de He-Ne y el de semiconductores (As-Ga). Ambos se fabrican en unidades aisladas o combinadas, en tamaño pequeño (portátil o consola) y tipo cañón.

Las unidades de He-Ne emiten una radiación roja (632,8 nm), que sale del equipo en forma de un haz prácticamente lineal, con muy poca divergencia. La parte fundamental es el tubo presurizado, en el que se encuentra la mezcla gaseosa de helio y neón. La potencia de salida es fija, dependiente de la dimensión del tubo y de la densidad de gas utilizada. En las unidades de consola oscila entre 1 y 15 mW. En las unidades tipo cañón, que permiten emplear tubos más grandes, la potencia de salida puede superar los 30 mW. La radiación láser sale al exterior del aparato por un orificio que suele tener acoplamiento para fibra óptica.

Por lo general, estos equipos de He-Ne emiten de forma continua, aunque mediante un simple dispositivo puede interrumpirse el haz para aplicarlo a impulsos con la frecuencia deseada. Las unidades deben disponer de un temporizador para desconectar automáticamente tras un tiempo prefijado.

En los equipos portátiles y consolas, la radiación se transmite por una fibra óptica que se acopla al orificio de salida de la radiación láser y conduce ésta hacia el extremo opuesto, que se utiliza como aplicador. Las fibras ópticas están constituidas por dos cuerpos cilíndricos (interior y exterior) de cuarzo o plástico, transparentes, aunque de distinto índice de refracción. Mediante una serie de reflexiones interiores, la luz que incide por un extremo llega al otro, aunque con una pérdida de intensidad del 20% aproximadamente, con las modernas fibras ópticas. Hay que tener la precaución de no doblar excesivamente la fibra óptica ni su ensamblaje, pues ambos son frágiles. Asimismo, es necesario limpiar su extremo periódicamente. La utilización de fibra óptica permite aplicaciones puntuales, colocando su extremo en contacto con la piel.

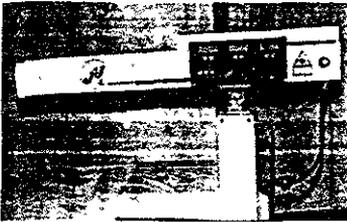
Los equipos de He-Ne de mayor potencia se fabrican en forma de cañón. En estas unidades, el tubo se dispone en el interior de una carcasa alargada, que se articula a una consola con una base rodante, para facilitar su desplazamiento. La radiación láser se emite por un extremo y puede aplicarse directamente o mediante fibra óptica. Algunos de estos equipos llevan, en la salida, un dispositivo de espejos, que se desplazan mediante un pequeño motor eléctrico, es sentido longitudinal y transversal, de forma que puedan realizarse barridos diversos sobre la zona que hay que tratar. Uno de los espejos tiene una vibración entre 30 y 50 Hz y hace que el haz describa un recorrido lineal.

Esta línea es recogida por un segundo espejo, que vibra a una frecuencia de 1 a 10 Hz y desplaza el trazado lineal cubriendo una zona rectangular. Mediante unos dispositivos de control, puede modificarse la longitud de la línea y su recorrido. También puede realizarse la irradiación de una zona mediante barrido puntual, programando la distancia entre cada punto y entre las líneas de puntos que hay

que aplicar, así como la irradiación de cada punto. El mecanismo es similar al anterior, con la diferencia de que los espejos van a saltos.

En las unidades de As-Ga, la emisión de la radiación se produce desde el diodo, que está compuesto por dos capas semiconductoras, cortadas con precisión. Al aplicar corriente eléctrica a cada lado, la radiación láser se genera en la unión entre las dos capas (unión P-N). Estos láseres producen un haz de forma elíptica, con una divergencia de 10 a 35 grados.

El diodo de As-Ga más comúnmente usado produce una radiación de 904 nm emitida a impulsos. La alta intensidad que debe atravesar el diodo produce una gran cantidad de calor mediante efecto Joule, lo que obliga a que el láser deba funcionar durante cortos periodos de tiempo, seguido de largos periodos de enfriamiento (ciclo de trabajo muy corto). De hecho, lo que controla la emisión es el ciclo de trabajo (duty cycle), que es el porcentaje de tiempo que puede estar funcionando el diodo durante un periodo. Normalmente se emplean valores del 0,1%. (BAXTER, 1999. pp. 63-75).



CAÑÓN DE He-Ne y As-Ga UTILIZADO EN REGIMENES CORPORALES AMPLIOS Y CUATRO DIODOS DE As-Ga.

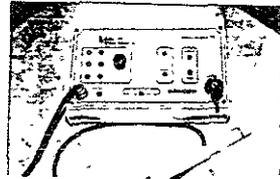


Figura 20.11 Unidad portátil de láser de As-Ga.

UNIDAD PORTÁTIL DE LASER DE As-Ga UTILIZADO GENERALMENTE EN REGIONES CORPORALES PEQUEÑAS Y DIFÍCILES DE PENETRAR. UTILIZADO GENERALMENTE EN LA CLINICA DE MEDICINA DEL DEPORTE.

6.5 ACCIONES DE ENFERMERIA FUNDAMENTADAS.

PROCEDIMIENTO.	FUNDAMENTACION CIENTÍFICA.
La terapia láser no debe ser utilizada sobre cánceres en crecimiento.	Tras la exposición a láser de baja potencia, a menos que el láser se haya aplicado a células ya cancerígenas. Las células tumorales pueden proliferar cuando son estimuladas.
No excederse en la sobreexposición de láser.	Es mejor quedarse corto en la dosis que la sobreexposición. Si los resultados clínicos alcanzan una meseta, una reducción de la dosis o de la frecuencia del tratamiento puede mejorar los resultados.
Evitar la radiación directa de los ojos con el láser, independientemente de su potencia.	Estudios realizados demuestran que la radiación de un láser de 1 miliwatio de potencia sobre el ojo, produce lesión sobre la retina. En estos estudios se ha comprobado que la radiación láser, al traspasar el medio acuoso y transparente del ojo, sería adsorbida o depositada en la retina, exactamente en la capa vascular que hay entre la retina y la esclerótica, produciéndose en ese punto un proceso degenerativo que podría conducir a una ceguera irreversible.
Tener cuidado o precaución de que el paciente a tratar con láser debe tener la piel limpia de cremas, cosméticos, colonias, etc.	Ya que sus componentes pueden aumentar el grado de reflexión de la radiación incidente o dificultar su absorción, lo cual podría cuestionar el resultado final de la terapia.
No irradiar a pacientes sometidos a tratamientos de esteroides (administrados por vía oral).	Ya que al irradiar el láser se duplica la cantidad de esteroides administrados en una primera ocasión.

<p>Es recomendable irradiar a pacientes sometidos a tratamientos de esteroides (administrados por infiltración).</p>	<p>Ya que al ser administrados los esteroides por infiltración provocan fibrosis y cristalización de los tejidos. El láser nos ayuda a desfibrar el tejido más rápidamente.</p>
<p>No irradiar en pacientes epilépticos.</p>	<p>Se cree que si están sensibilizados o tienen algún factor sicosomático frente a un tratamiento extraño, pueden producirse efectos secundarios del tipo de arritmias, vómito, dolores, etc.</p>

VII. GLOSARIO.

□ Adherencia:

Bandas fibrosas que mantienen unidos tejidos que normalmente están separados.

□ Agente acoplante:

Sustancia que se utiliza como medio para la transferencia de ondas sonoras.

□ Ánodo:

Electrodo cargado positivamente en un sistema de corriente directa.

□ Aplicador:

Electrodo utilizado para transferir la energía en la diatermia por microondas.

□ Atenuación:

Disminución de la energía debida a absorción o dispersión de la onda sonora.

□ Bursitis calcificada:

Endurecimiento de una bolsa grasa.

□ Cable coaxial:

Hilo eléctrico grueso, bien aislado.

□ Calcificación:

Endurecimiento del tejido resultante del depósito de sales de cal.

□ Campo eléctrico:

Técnica de calentamiento de los tejidos en la diatermia por onda corta en la que el paciente forma parte del circuito eléctrico.

□ Campo electromagnético o de inducción:

El paciente se calienta en un campo magnético sin formar parte del circuito. La corriente pasa a través de los tejidos de menor resistencia.

□ Campo electroestático o de condensación:

Se coloca al paciente entre los electrodos formando parte de un circuito en serie.

□ Campo magnético:

Técnica de calentamiento de los tejidos con la diatermia por onda corta en la que el paciente no forma parte del circuito eléctrico.

□ Cátodo:

Electrodo cargado negativamente en un sistema de corriente directa.

□ **Cavitación:**

Vibración mecánica de pequeñas burbujas de gas en la sangre u otros fluidos corporales.

□ **Coherencia:**

Propiedad de tener una fase y una relación temporal idéntica. Todos los fotones de la luz láser tienen la misma longitud de onda.

□ **Colimación:**

El estado de discurrir paralelos.

□ **Contracción muscular.**

Una contracción muscular única debida a un fenómeno de despolarización.

□ **Corrientes lúbridas:**

Corrientes con formas de onda conteniendo parámetros que no son clásicamente alternos o directos.

□ **Cristal:**

La parte del cabezal de ultrasonidos que vibra y cambia de forma.

□ **Cronaxia:**

Duración de tiempo necesaria para causar una excitación tisular observable, dada una intensidad de corriente doble de la reobásica.

□ **Curva de fuerza-duración:**

Ilustración gráfica de la relación entre la intensidad y la duración de la corriente, al causar la despolarización de una membrana muscular o nerviosa.

□ **Densidad de corriente:**

Cantidad de flujo de corriente por unidad volumen.

□ **Despolarización:**

Proceso o acto de neutralizar el potencial restante de la membrana celular.

□ **Desviación central:**

Uso de una analgesia de hiperestimulación para desviar el sistema nervioso central contra la transmisión de estímulos dolorosos a la zona de reconocimiento sensorial. Esto ocurre por medio de influencias hormonales creadas por estímulo del ronco espinal.

□ **Diatermia:**

La aplicación de una energía eléctrica de alta frecuencia que se emplea para generar calor en los tejidos del organismo como resultado de la resistencia de los tejidos al paso de energía.

□ Difusión:

Transferencia de una sustancia de una zona de mayor a una de menor concentración.

□ Divergencia:

Inclinación de los rayos de luz hacia fuera del haz; dispersión de la luz.

□ Efecto piezoeléctrico:

Vibración de un cristal como consecuencia de la aplicación de una corriente eléctrica.

□ Efectos mecánicos:

Los efectos de los ultrasonidos que producen desplazamiento como consecuencia de movimientos vibratorios.

□ Electrodo activo:

Electrodo en que ocurre la máxima densidad de corriente.

□ Electrodo de almohadilla:

Electrodos de capacitancia utilizados con la diatermia por onda corta.

□ Electrodo de cable:

Electrodo de inductancia en el que los electrodos están enrollados sobre un cuerpo central, creando un campo electromagnético.

□ Electrodo de condensación:

Una corriente eléctrica es dirigida hacia atrás y hacia delante entre dos electrodos. La mayor concentración se localiza bajo los electrodos que pueden ser de tipo almohadillas o placas especiales. La mayor concentración se localiza también en el tejido graso. Se produce una absorción profunda de la corriente (calentamiento en profundidad) entre los electrodos.

□ Electrodo de inducción:

La corriente eléctrica pasa a través de una bobina que al girar emite corrientes en remolino de energía electromagnética. La energía es absorbida por los tejidos y se produce el calentamiento como consecuencia de la resistencia de los tejidos.

□ Electrodo indiferente:

Electrodo grande usado para extender la carga eléctrica y reducir la densidad de corriente en el lugar que ocupa.

□ Electromiografía:

Recogida y aplicación de las señales eléctricas generadas por el músculo al contraerse.

□ Emisión espontánea:

Cuando un átomo en estado de alta energía emite un fotón y pasa a un estado de reposo más estable.

□ Emisión estimulada:

Liberación de dos fotones debido a la interacción de un fotón con un átomo en estado de alta energía y consiguiente descompensación del sistema atómico.

□ Estado de reposo:

Estado normal, no excitado de un átomo.

□ Estado excitado:

Estado de un átomo que se produce cuando una energía externa provoca que el átomo contenga más energía de lo habitual.

□ Exostosis:

Crecimiento óseo que nace de la superficie de un hueso.

□ Fibra óptica:

Vidrio sólido o tubo de plástico a través del cual se conduce luz.

□ Impedancia:

Resistencia del tejido al paso de corriente eléctrica.

□ Inversión de población:

Condición en la que existen más átomos en estado excitado o de alta energía que en estado de reposo. Es necesario para que se produzca el láser.

□ Ionoforesis:

Uso de corriente directa constante para conducir los iones de metales pesados hacia y a través de la piel.

□ Periodo refractario absoluto:

Breve periodo de tiempo que sigue a la despolarización de la membrana, durante el que ésta es incapaz de volver a despolarizarse.

□ Permeabilidad sensible al voltaje:

Cualidad de algunas membranas celulares que las hace permeables a diferentes iones sobre la base de la carga eléctrica en éstos. La membrana de las células nerviosas y musculares permite el paso de iones cargados negativamente hacia la célula, mientras transporta activamente algunos iones con carga positiva al exterior de la membrana.

- Placa con espacio aéreo:

Un electrodo de capacitancia, en el que las placas están separadas de la piel por el espacio de una cubierta de cristal. Se usa con la onda corta.

- Potencial de acción:

Cambio registrado en el potencial eléctrico entre el interior y el exterior de una célula nerviosa, resultante en una contracción muscular.

- Reobase:

Intensidad de corriente necesaria para causar una excitación tisular observable, dada una duración prolongada de la corriente.

- Respuesta de todo o nada:

La despolarización de la membrana muscular o nerviosa es la misma una vez que se alcanza un umbral de intensidad despolarizante, los aumentos de intensidad adicionales no incrementan la respuesta. Los estímulos con intensidades inferiores al umbral no crean un efecto despolarizante.

- Sistema de condensador:

Tipo de calentamiento por campo magnético que emplea placas con espacio aéreo o almohadillas.

- Sumación de contracciones:

Acortamiento de los miofilamentos musculares causado por el aumento de frecuencia de despolarización de la membrana muscular.

- Vibración intermolecular:

Movimientos entre las moléculas que producen fricción y, como consecuencia, calor.

VIII. BIBLIOGRAFIA.

1. Alfred A., B. (1992). Medicina del Ejercicio, Principios fisiológicos y aplicaciones clínicas. Editorial. Ateneo. Buenos Aires. 450 pp.
2. Baxter, G. (1999). Therapeutic laser: Theory and practice. Editorial. Churchill Livingstone. Edimburgo. 300 pp.
3. Celedonia Iguar, M. (1997). Fisioterapia general: Cinesiterapia. Editorial. Síntesis. Madrid. 258 pp.
4. Cristina Aramburu, M. (1999). Electroterapia, termoterapia, e hidroterapia. Editorial Síntesis. Madrid. 357 pp.
5. Daniel N. Kulund. (1995). Lesiones del deportista. Editorial Salvat. 2ª. Edición. Barcelona. 545 pp.
6. Edward L. Fox. (1984). Fisiología del deporte. Editorial Panamericana. México, D.F. 683 pp.
7. José Ciberia. (1997). Bioética y rehabilitación. Editorial Ateneo. Buenos Aires. 275 pp.
8. K. Lindemann. (1995). Tratado de rehabilitación. Editorial. Lamber. 3ª ed. Barcelona. 433 pp.
9. Khan, J. (1996). Principios y práctica de electroterapia. Editorial. Jims. Barcelona. 459 pp.
10. Lapierre. (1996). La reeducación física. Editorial. Científico Medica. 4ª. ed. Barcelona. 459 pp.
11. Martínez Morillo, V. (1988). Manual de Medicina Física. Editorial Harcourt Brace, España. 536 pp.
12. Medicina del deporte. Editorial. Intemed. Volúmenes. I, II, III, IV, V. México.
13. Nilo José. (1994). Federación Internacional de Medicina del Deporte. Editorial la prensa. 2ª. ed. México, D.F. 100 pp.
14. R. Guillet, G. (1990). Manual de Medicina del deporte. Editorial Masson. 2ª. ed. México, D.F. 159 pp.

15. Rioja, J. (1997). Electroterapia y electrodiagnóstico. Universidad de Valladolid. Valladolid. 250 pp.
16. Serafina Alcantara, H. (1996). Fundamentos de fisioterapia. Editorial. Síntesis. Madrid. 387 pp.
17. William E. Pretice. (1993). Técnicas Terapéuticas. Editorial Mosby Year Book. Barcelona. 589 PP.
18. Zamudio Tohen Alfonso. (1982). Medicina Física y Rehabilitación. Editorial Francisco Mendez Oteo. 2ª. Ed. México. 986 pp.
19. Zaragoza R. Juan. (1992). Física e Instrumentación Medicas. Ediciones Científicas y Técnicas. 2ª. ed. Barcelona. 475 pp.
20. Zauner, A. (1999). Recientes Avances en fisioterapia. Editorial. Jims. Barcelona. 635 pp.

IX. CONCLUSIONES.

Es indispensable que el personal que proporcione la terapia física conozca la forma adecuada de cómo funciona cada uno de los instrumentos, y lo mas importante, los efectos que estos provocan en el cuerpo humano, ya que una inadecuada aplicación podría provocar efectos adversos a su rehabilitación.

Con este fin se desarrollo el presente Manual de Procedimientos para tener un apoyo técnico y bibliográfico de las distintas formas de aplicaciones, indicaciones, contraindicaciones, efectos que provoca en el organismo, etc., de cada uno de los instrumentos especialmente diseñados para proporcionar terapia física

Se menciona por consiguiente un apartado en el cual se enlistan términos técnicos con su definición, relacionados con el funcionamiento de cada uno de los instrumentos mencionados.