

173
2 eje.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EL LASER DE MEDIA POTENCIA Y SU USO EN MEDICINA VETERINARIA: RECOPIACION BIBLIOGRAFICA

TESIS PRESENTADA ANTE LA
DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES DE LA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DE LA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

POR

FRANCISCO JAVIER SALCEDO PLAZAS

ASESOR: M.V.Z. LUIS OCAMPO CAMBEROS

MEXICO, D. F.

1994



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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.

AGRADECIMIENTOS

Ante todo, agradezco a Dios que me permitió recorrer este camino de gran esfuerzo.

A mi amada esposa Evadelia y a mis queridas hijas Marcela y María Fernanda, que sin su apoyo, paciencia y amor, no hubiera logrado cumplir esta meta.

Con gran amor y cariño a mi Padre Mario Salcedo, por haberme inculcado los valores y virtudes humanas y divinas que hoy me permiten estar aquí.

A mi Madre, Alicia Plazas de Salcedo, por el inmenso amor, ternura y entrega absoluta para con nosotros y por la infinita grandeza que le confiere ser madre.

A todos mis hermanos Hernán, María, Jorge, Fernando, Alicia, Mario, Bety, Inés y Margarita, que siempre estuvieron cerca de mi corazón con cariño.

A mis amigos tan queridos Alejandro Muñoz, Carlos Mier y Terán, Carlos Ambás, Pablo de Haro y Luis Toro que sin más que mi cariño, recibí todo de ellos.

A toda mi familia que aunque lejos de mí, me tienen en sus oraciones.

A los profesores que me entregaron sus conocimientos sin reserva y con gran dedicación, en especial a los Dres. Valerio Rivero, Ricardo Cuetos, Calderón y muy en especial a mi tutor Isidro Castro Mendoza.

A mis grandes amigos, Dr. Julio Sierra y David Mejía, que gracias a ellos, hoy puedo disfrutar de la vida.

Al Ing. Arturo Pérez Ayala quien despertó en mi el interés por el laser y de quien aprendí gracias al tiempo que me dedicó, algo de su sabiduría.

A todas esas personas que estuvieron colaborando y apoyándome incondicionalmente en este País y a lo largo de mi carrera como son Rebequita, Tía Licha, Valerio, Sra. Queta, Sra. Irma, Rocío y muchas personas más a quienes les estoy agradecido.

A la Universidad Autónoma de México, en especial a mi Facultad.

A mi asesor MVZ Luis Ocampo, por su colaboración y su buena voluntad.

A mi jurado:

MVZ. Luis Ocampo Camberos

MVZ. Maricela Ortega Villalobos

MVZ. Raúl Armendariz Felix

MVZ. Jesús Paredes Pérez

MVZ. David Páez Esquiliano

Dedico con respeto y profundo cariño mi trabajo, a la memoria de : Señores Mariano Muñoz, Daniel Muñoz y Laureano Ambás.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
CAPITULO 1 BASES FISICAS DE LA RADIACION LASER	5
CAPITULO 2 TECNOLOGIA LASER	14
CAPITULO 3 MANEJO Y TRANSMISION DE LA RADIACION LASER	17
CAPITULO 4 ABSORCION Y EFECTOS BIOLOGICOS DE LA RADIACION LASER	19
CAPITULO 5 TECNICAS GENERALES DE LASERTERAPIA	25
CAPITULO 6 APLICACIONES PRACTICAS EN MEDICINA VETERINARIA	30
CONCLUSIONES	46
BIBLIOGRAFIA	47
APENDICE	

El laser de media potencia y su uso en la Medicina Veterinaria:

Recopilación Bibliográfica

RESUMEN

Al llevar a cabo esta recopilación bibliográfica, se buscó poner en manos del médico veterinario que se encuentre decidido a incorporar la terapia laser, como alternativa habitual en su consulta, una información que le sirva de inicio en el uso práctico de este nuevo sistema terapéutico.

Se ha intentado en el presente trabajo, recopilar los conceptos fundamentales para poder llevar a cabo una investigación y/o una terapéutica apropiada, usando debidamente el laser con las especificaciones indicadas.

Se ha dividido este trabajo en tres partes: una primera dedicada a la historia del laser que se inicia en 1917, cuando Albert Einstein expuso la posibilidad de que el proceso de emisión de la radiación pudiese ser interferido, estimulándose el paso del átomo de su posición de excitación a la de reposo; las bases físicas de la radiación laser, haciendo hincapié en las características del color y su relación con la longitud de onda, el tipo de emisión (monocromática, unidireccional, coherente); los tipos de laser de media potencia usados en medicina (Helio - neón y laser diódico).

En la segunda parte se ha incluido el manejo y la transmisión de la radiación laser que resulta de suma utilidad para poder dosificar correctamente y

conseguir la adecuada actividad terapéutica del laser, la absorción y efectos biológicos de las diferentes radiaciones del laser (helio neón e infrarrojo), información que contribuye en la determinación del tipo de tratamiento adecuado al tipo de padecimiento.

La tercera y última parte, consta de una recopilación bibliográfica de distintos autores y profesionales del laser, compuesta por los efectos fisiológicos del laser en animales (dolor, oxigenación celular, efectos vasculares, regeneración tisular y activación inmunológica). Las bases del tratamiento del laser de media potencia, tratando de unificar los términos a utilizar (aplicación, sesión terapéutica y ciclo terapéutico) así como las condiciones de utilización incluyendo aquí el avitáculo, las precauciones y las contraindicaciones.

Se subraya, para finalizar las aplicaciones prácticas en medicina veterinaria, exponiendo dos técnicas (acupuntura laser y laser tradicional), se expusieron algunos tratamientos prácticos y de interés médico con resultados estadísticos como es el caso de la tendinitis, con un 97% de efectividad según el doctor Wang, la parálisis facial con una efectividad del 66.7% ; tratamientos para quistes luteínicos y desordenes del sistema reproductivo como vaginitis, hipovario, retención de placenta, en donde se obtuvo de 697 casos, el 98.47% de éxito según Shi y Yu, así como desordenes del sistema reproductor del macho, traumatología y ortopedia, problemas dermatológicos y otras aplicaciones del laser que no tienen estudios estadísticos por la poca difusión y el poco tiempo que se lleva utilizando el laser en estos campos.

Las técnicas expuestas en este trabajo no son las únicas, y se podrán mejorar o cambiar valorando los múltiples factores medio ambientales, mejorando la dosificación y utilización con la propia práctica diaria en nuestras consultas.

INTRODUCCION

La palabra laser es un acrónimo compuesto por iniciales de las palabras inglesas "light amplification by stimulated emission of radiation", que significa luz amplificada por la emisión estimulada de una radiación. (6)

Esta frase define el tipo de luz tan peculiar, que se tratará en el presente tema. Luz amplificada nos indica de inmediato que estamos dentro del espectro electromagnético en el campo de luz, pero con la característica de ser amplificada por los métodos que veremos más adelante. La segunda parte de la frase, emisión estimulada de una radiación, nos lleva al origen histórico del concepto físico que dio lugar posteriormente al laser. Fué Albert Einstein en 1917, quien expuso la posibilidad de que el proceso de emisión de la radiación pudiese ser interferido, estimulándose el paso del átomo de su posición de excitación a la de reposo. (6)

Sin embargo no fué sino hasta los años cincuenta, cuando el principio pudo ser llevado a su reproducción en un modelo experimental. Townes y sus colaboradores diseñaron los primeros sistemas de amplificación de radiaciones utilizando el procedimiento de estimular la emisión, pero en la zona del espectro correspondiente a las microondas, sistema al que llamaron MASER. En 1958 Townes y Schawlow en los Estados Unidos y Basov y Projorov en la URSS, demuestran la posibilidad de construir un sistema capaz de reproducir tales características pero dentro ya de la emisión luminica. En 1960 Teodoro Maiman consigue construir el primer laser de rubí a impulso en los laboratorios de la Hughes Aircraft Corp. (33)

A partir de este momento, se inician los desarrollos de otros tipos de emisores laser. En 1962, se crean los primeros laser con diversos tipos de gas como medio activo. Paralelamente se va desarrollando un amplio campo de

posibilidades de utilización de los diversos sistemas de emisión laser en ingeniería, comunicaciones, informática, industria, espectáculo y a partir de 1965, en medicina. (67)

Desde ese momento, cuando Sinclair y Knoll realizan los primeros trabajos para adaptar el laser a la práctica médica, otros investigadores inician estudios sobre las posibilidades terapéuticas de los distintos medios emisores de laser. El profesor Injucshin de la Universidad de Alma Atta en la URSS, el profesor Mester en Budapest, son los principales exponentes de los primeros estudios que darían lugar posteriormente al concepto de laserterapia. (66)

Antes de entrar a lo que serán las bases de utilización fisiopatológica del laser, es necesario recordar los principios físicos sobre los que se apoya dicha utilización.

Se decía al principio, que se estaba ante un tipo muy peculiar de radiación luminica y que la consideración de sus características específicas que la hacen distinta de la luz ordinaria, resultaba imprescindible para entender su eficacia biológica. Por lo anterior es conveniente recordar qué parámetros nos servirán de referencia para comparar y distinguir el laser de los sistemas convencionales de emisión luminica.

CAPITULO 1

1. BASES FISICAS DE LA RADIACION LASER

1.1 La luz: Un fenómeno ondulatorio y cuántico.

Partiendo del concepto básico de que cualquier emisión luminica se produce por la emisión de un cuanto de energía, o fotón, desde un emisor, así como que este fotón describe una trayectoria reproduciendo en todo las características del movimiento ondulatorio dentro del campo electromagnético, conviene recordar los aspectos básicos que definen la emisión de este fotón, así como de las posibles intervenciones que se pueden efectuar en el emisor para estimular esa emisión evitando que se produzca de forma espontánea. Esta posibilidad de intervención artificial sobre el proceso de descarga del emisor y la consiguiente emisión del fotón, definirá la posibilidad de obtener la emisión laser. (19)

Los parámetros de calibración de cualquier movimiento ondulatorio comunes a la emisión o producción de cualquier fenómeno ondulatorio electromagnético son:

Amplitud. Es la intensidad del movimiento ondulatorio. Es la máxima perturbación de la onda. La energía de la onda es proporcional al cuadrado de la amplitud. Puede ser positiva o negativa.

Periodo. Es el tiempo que se requiere para que pase un ciclo completo (cresta-valle-cresta) por un punto fijo de referencia en el espacio. Es el tiempo necesario para que se realice una oscilación completa.

Frecuencia. Es el número de ondas que pasan por un punto dado del espacio en la unidad de tiempo. Es recíproco del periodo y de la longitud de onda. Es el número de oscilaciones que tiene en un segundo.

Longitud de onda. Es la distancia a la que se repite la forma de la onda. Dicho de otra manera, es la distancia que hay entre dos puntos del mismo movimiento ondulatorio que se encuentra en la misma posición situados consecutivamente uno tras otro. Es la distancia entre dos crestas o dos valles consecutivos. (61)

La velocidad es igual al espacio dividido entre el tiempo, por lo que la velocidad de propagación del fenómeno ondulatorio será igual a la longitud de onda dividida entre el periodo, o lo que es lo mismo multiplicada por la frecuencia:

$$V = f \times A$$

en donde:

V = velocidad

f = frecuencia

A = longitud de onda

Los fenómenos electromagnéticos se caracterizan porque su velocidad de propagación es constante ($c=300,000$ km/s). La diferencia entre los diversos tipos de radiación electromagnética está dada por los valores de dos parámetros: longitud de onda y frecuencia de la radiación. Estos valores son recíprocos.

Podemos clasificar los distintos tipos de radiación electromagnética desde las ondas de radio con longitudes de miles de kilómetros hasta las ondas de los rayos cósmicos en el otro extremo del espectro con longitudes de billonésimas de metro, pasando por los rayos infrarrojos (10,111 a 760 nm), luz visible (760-380 nm), la radiación ultravioleta (380-180 nm), rayos X y rayos gamma (menos de 180 nm) hasta los rayos cósmicos con longitudes de onda del orden de 3×10^{-7} nanómetros, y las micro-ondas (100 a 1,000 GHz). (46)

El parámetro correspondiente a la longitud de onda es el usado habitualmente para catalogar los diversos tipos de radiación en el espectro electromagnético tanto por su uso más fácil en la zona en la que nos moveremos con laser, como para no confundir la frecuencia propia de la radiación con la frecuencia de impulsos del emisor de la que se hablará más adelante.

Actualmente los diversos tipos de laser se construyen en el campo de la luz visible y en el del infrarrojo cercano, con la peculiaridad de que por ser siempre fija su longitud de onda, la luz será monocromática. Dentro de la luz visible conviene marcar las diferencias entre los diversos colores para facilitar su correcta situación dentro del espectro.

La tabla siguiente es de utilidad para lo expresado en el párrafo anterior:

Rojo	760-630 nm
Naranja	630-600
Amarillo	600-570
Amarillo verdoso	570-550
Verde	550-520
Verde azulado	520-500

Azul	500-450
Violeta	450-380

De tal manera que cuando se dice que el laser de Helio-Neón (He-Ne) emiten en una longitud de onda de 632.8 nm será de color rojo y su absorción estará dada por las características de la luz roja. El laser de Niodinio-Yag (Nd-YAG), que emite en 1,060 nm de longitud de onda, estará ubicado en el campo del infrarrojo y su absorción vendrá dada por la propia luz infrarroja. (65)

1.2 Como se produce la luz

Hay dos teorías para explicar la naturaleza de la luz: como ondas o como corpúsculos. Luis de Broglie, demostró que las dos hipótesis son compatibles, ya que la luz se comporta como onda y en otras ocasiones como corpúsculos. Esto es función, entre otras cosas, de la energía de la emisión. Lo que se propaga es la perturbación y no el medio. La energía presente en el medio trae como consecuencia su desplazamiento, produciéndose la elevación de la onda (amplitud) (18). Cuando el medio se perturba, se almacena energía en él y la propagación de la energía almacenada da lugar al movimiento de la onda. Sin embargo, a partir de Planck y de Einstein, se admite que la energía se propaga también en forma de paquetes discretos llamados cuantos, o más comúnmente, fotones.

La hipótesis de Max Planck, se puede enunciar en la siguiente forma:

"La radiación no se puede emitir ni absorber en una cantidad arbitraria, sino que siempre se emite o se absorbe en cantidades discretas llamadas cuantos. Para una radiación de frecuencia f , cada cuanto tiene energía cuyo valor está dado por: $E_{\text{fotón}}=fXh$, en la que " h " es una constante universal". (19)

Esta constante universal se conoce como constante de Planck y tiene un valor igual a 6.6256×10^{-34} joules/s.

Lo anterior nos permitirá estructurar una dosimetría adecuada a las aplicaciones en laserterapia como se verá más adelante, para depositar cantidades exactas de energía en el tejido celular a tratar.

Desde el punto de vista atómico, existe un núcleo con partículas subatómicas, entre ellas protones, neutrones y electrones distribuidos en capas con un número definido de ellos cada una. Los electrones tienden a situarse en el nivel de menor energía es decir, en el lugar vacante más cercano al núcleo.

Si se aplica energía externa a un átomo, será absorbida por los electrones más alejados, los cuales se situarán en capas superiores, en un nivel de energía superior, dejando huecos en las capas inferiores en las que se encontraban. Si hacemos que esta aplicación de energía cese, el electrón tiende a bajar al nivel de energía de la capa donde se encontraba originalmente, liberando (emitiendo) su exceso de energía en forma de radiación. La energía de esta radiación es exactamente la diferencia de energía entre el nivel superior que ocupaba el electrón en el átomo excitado y el nivel inferior al que ha regresado después que la excitación ha cesado. Esta emisión, es un fotón. Cabe señalar que el proceso de regreso a su órbita original, es muy rápido: de un micro-segundo a un nano-segundo, con emisión de un fotón.

La luz normal procede de la excitación energética de un emisor mediante calor, energía eléctrica, etc., en el cual sus átomos son diversos (compuestos químicos) con una gran diversidad de períodos de excitación y reposo, lo que hace que la radiación emitida sea:

- + con diversas longitudes de onda
- + en diversos momentos (no coherentes)
- + en diversas direcciones en el espacio

Hay casos especiales dentro de la luz normal en que la emisión se realiza con algún intervalo respecto a la excitación. Por ejemplo:

+ a un tiempo corto tras la excitación:

"fluorescencia"

+ a un tiempo más largo tras la excitación:

"fosforescencia"

La energía que transmite la radiación luminica convencional viene dada por la frecuencia de la radiación solamente. Por lo tanto no hay que esperar de la luz otros efectos biológicos que los derivados de su peculiar longitud de onda dentro del espectro electromagnético, en cambio los efectos del laser dependen del hecho de ser una luz amplificada con una gran brillantez, la cual proviene de la alta densidad fotónica, con mayor depósito de energía al aplicarse, y con las características propias de la longitud de onda a la que corresponda en cada caso. (6)

1.3 La radiación laser

El mecanismo de emisión de la radiación laser es similar al de la luz normal pero con algunas características especiales como:

+ Monocromaticidad

+ Coherencia (en fase)

+ Unidireccionalidad

Para comprender mejor esta emisión característica, deberá recordarse que hay estados en física llamados metaestables, en los que un sistema permanece

en un estado superior de energía al debido, energía que se emite de golpe si hay un estímulo adecuado.

Ciertos átomos pueden situarse en estados metaestables; en ellos los electrones ocupan órbitas (niveles energéticos) superiores, dejando huecos en órbitas inferiores, permaneciendo así un tiempo muy corto.

Producir una emisión laser, requiere disponer de un material adecuado con numerosos átomos capaces de situarse en estado metaestable. Se requiere además, una fuente de energía externa (térmica, luminosa, eléctrica, química) que se denominará sistema de bombeo, para comunicarles la energía necesaria.

Una vez que se ha alcanzado el máximo de átomos en situación metaestable, es decir una "inversión de la población", hace falta la estimulación necesaria para conseguir la emisión de la radiación. Lo mejor es estimular con una radiación de características similares a la que se va a emitir, es decir, de igual longitud de onda.

Al llegar a la inversión de la población, se consigue la descarga de todos los átomos excitados a la vez, emitiendo un impacto de radiación.

Sistematizando todos los pasos:

1. La sustancia emisora debe poseer un número muy grande de átomos que puedan situarse en estado metaestable o de excitación. Hay sustancias sólidas, líquidas y gaseosas. Estos átomos están en estado energético básico (E1)
2. Un mecanismo que aporta energía (bombeo) hace subir el nivel energético de estos átomos colocando electrones en capas superiores más externas, hasta un nivel que se denominará E3.

3. Mediante una pequeña emisión de energía en forma de calor, los átomos excitados se colocan todos en un estado energético homogéneo que se designará E2.

4. Si se estimula en este momento la emisión de fotones de una energía similar a E2-E1, es decir, igual a la que se va a emitir tras la estimulación, se conseguirá la emisión de los átomos excitados.

Esta emisión es provocada al pasar los electrones de las órbitas superiores a las inferiores, saliendo como emisión el exceso de energía (radiación). Esta radiación es en todos los casos de la misma energía (igual longitud de onda) emitiéndose a la vez, es decir, es sincrónica.

5. Un artificio para potenciar la emisión de laser es colocar dos espejos, uno de ellos semitransparente, en los dos extremos del emisor. La radiación oscila entre uno y otro, descargando cada vez más átomos, hasta que al adquirir la suficiente intensidad es emitida a través del espejo semitransparente. A este artificio se le llama "resonador óptico".

De esta forma sólo se amplifican las radiaciones emitidas en el sentido del eje de la sustancia emisora. Las radiaciones que salgan en otras direcciones se pierden sin amplificarse. Por ello la radiación laser es direccional.

6. Una vez salido el "paquete" de radiación laser, el bombeo vuelve a cargar el emisor (vuelve a invertir su población) y el proceso se repite. Por ello el laser es emitido en forma de "disparos" o en forma discontinua a una frecuencia de emisión dada. (4, 64)

En conjunto el laser es un proceso que realiza una transformación de energía externa (eléctrica, óptica, química) en energía luminosa de características especiales que son:

- + ser monocromática, es decir, que se emite en una longitud de onda concreta.

- + presenta coherencia, por emitirse en el mismo momento. Esto indica que todas sus ondas van en fase.

- + Es direccional, se transmite en forma de un haz muy fino sin divergencia.

- + Es altamente brillante, o de gran densidad fotónica, lo que le dará sus típicas aplicaciones médicas, tanto térmicas, como por efectos biológicos atómicos.

Es pues un proceso especial de emisión de luz, cualitativamente distinto de ella a la vista de sus propiedades especiales, pero que con ella integra un mismo fenómeno esencial que normalmente se clasifica como infrarrojo, visible y ultravioleta (10 micras a 10 nm). Actualmente la tecnología laser se contrae a este rango, pero la amplificación de las ondas ya se efectúa en la zona del radio (raser) y de las microondas (maser). (4)

CAPITULO 2

2. TECNOLOGIA LASER

2.1 El laser de Helio-Neón

Es uno de los tipos más empleados en la terapéutica médica. Las características de su emisión son las siguientes:

Emite continuamente una potencia que puede oscilar entre 1 y 50 miliwatts, dependiendo de las dimensiones del tubo emisor (En medicina se utiliza normalmente con potencias alrededor de 10 mW). Su típica composición de helio con una presión de 1 mm de Hg, y de neón a 0.1 mm de Hg, se deriva de la mayor disponibilidad del helio para la captación de la energía de bombeo, que una vez pasada al neón, provoca la emisión por parte de este último de una radiación laser de 632.8 nm de longitud de onda, lo que le sitúa en el espectro lumínico (visible) de la radiación roja.

El laser de Helio-Neón puede ser conducido a través de fibras ópticas, o dispersado por lentes divergentes así como manejado por combinaciones de espejo de barrido, según las aplicaciones específicas como pueden ser respectivamente los tratamientos en cavidades, problemas del sistema músculo esquelético o tratamientos de la piel.

La característica de absorción de este laser rojo por la epidermis, lo hace un método excelente de laserterapia dermatológica, como veremos más adelante.

2.2 El laser diódico

Es una de las formas más recientes y de gran actualidad para la producción de radiación laser, debido a las características intrínsecas de los semiconductores. Como es sabido, un material semiconductor se transforma en un diodo con la creación de una unión entre el material P (+) y el material N (-), dentro de un cristal durante el proceso de manufactura. La teoría del diodo da origen a una investigación de las propiedades de la unión P-N. Cuando dos materiales vienen juntos en una unión P-N, por definición el nivel de Fermi debe ser único y el mismo para todo el cristal. Al haber una discontinuidad abrupta entre los niveles de energía del material N al material P, se crean fuerzas eléctricas entre los dos materiales en la unión. En la banda de conducción, los electrones del material N se mueven a través de la unión al material P. Los huecos dentro de la banda de enlace-valencia se mueven a través de la unión del material P al material N. Este movimiento de electrones y huecos se efectúa al tiempo de formación de la unión, siendo esta una característica inherente del límite. Así pues, tenemos en el semiconductor un lado N con un exceso de electrones proporcionados por la impureza "donante". Por otra parte, el lado P tiene huecos electrónicos en la banda de valencia pudiendo aceptar electrones por las impurezas "acceptantes". Cuando se recombina el electrón con el hueco hay una emisión de energía en forma de fotones.

Los electrones solo pueden pasar del uno al otro lado en una dirección. Mediante el manejo de una corriente eléctrica continua, aplicando el polo negativo al lado N y el positivo al lado P, se puede conseguir la inversión de la población, la descarga energética de los electrones de modo sincrónico y la aparición de la radiación laser en la superficie de contacto.

Estos láseres son compactos, sencillos y muy eficientes. Su rendimiento en relación a la corriente de alimentación llega a ser cercano al 100%. Emiten generalmente en la gama de infrarrojo. (46)

Aunque estos láseres entraron en funcionamiento en 1962, Francino y Salerno en 1977 desarrollaron el sistema capaz de hacerlos útiles en la práctica médica. Su emisión típica en los 904 nm de longitud de onda le proporcionan una capacidad de absorción en profundidades de 3 a 4 cm en tejidos blandos, por lo que resulta de sumo interés en el tratamiento de afecciones tendinomusculares y osteoarticulares. Este tipo de láser de media potencia trabaja en forma óptica con impulsos de 200 nseg. de duración y con una frecuencia de impulso de 700 a 2000 Hz., con potencias de 5 a 10 watts por cada impulso (potencia pico) consiguiéndose así una gran densidad fotónica en cada impulso, pero sin que llegue a acumularse ni transformarse en efecto térmico, eliminándose cualquier tipo de acción calorífica en el tejido. (9)

CAPITULO 3

3. MANEJO Y TRANSMISION DE LA RADIACION LASER

En estado puro la emisión laser de alta potencia resultará de suma utilidad por la gran densidad y concentración del haz emitido, en principio con una sección o diámetro del rayo muy pequeño. Sin embargo, en las aplicaciones terapéuticas se requieren de zonas de irradiación más amplias generalmente entre 4 y 30 centímetros cuadrados según los casos. Por esta razón se hace necesario obtener zonas de proyección del haz, más amplias que las irradiadas por el laser de He-Ne o por el diódico en estado virgen. Al producir su dispersión por los métodos que veremos a continuación, habrá que tener presentes las normas de dosificación para conseguir con esa menor densidad fotónica la dosis mínima terapéutica en cada una de las zonas tratadas. En otros casos habrá que observar las condiciones necesarias para una correcta absorción, ya que el sistema de transmisión puede distorsionar el ángulo de incidencia de la radiación laser sobre la piel.

Los elementos que se utilizan para el manejo y transmisión de la radiación son: Lentes divergentes; constituyen el sistema más seguro de la dispersión laser, tanto de He-Ne como diódico infrarojo (IR), no causando ninguna pérdida en la calidad de la emisión. (13) Solamente habrá que observar las dimensiones del diámetro del haz tras la dispersión, en función del ángulo de refracción que se haya producido, al momento de dosificar al paciente; Fibras ópticas, se utilizan sobre todo en los laser de Helio-Neón, dada la dificultad de proyectar en pequeñas zonas la emisión de una lámpara que suele ser de grandes dimensiones. El principal inconveniente de este sistema es la pérdida de intensidad de la emisión a su paso por la fibra óptica, sobre todo si ésta no es de la calidad apropiada. Deben usarse preferentemente sistemas de doble fibra óptica con dos niveles de refracción en su interior. (13) La salida del haz de la fibra óptica se produce ya con una dispersión de unos 25 grados.

En el laser diódico se utiliza la fibra óptica para conducir la radiación al interior de cavidades, en especialidades como ORL, ginecología, proctología, urología, etc. El sistema con una fibra óptica monocuarzo de gran calidad nos permite reducir las pérdidas a un 5% en la potencia de la emisión laser; Espejos, la utilización de sistemas de espejos de gran calidad y poder de reflexión, accionados electrónicamente para permitir un desplazamiento del haz rectilíneo sobre una línea y posteriormente sobre una superficie de tejido nos facilita la irradiación de grandes zonas de la piel en tratamientos de quemaduras y en dermatología en general.

Dadas las grandes superficies que se pueden barrer con estos sistemas de dispersión, habrá que hacer aún más énfasis en la necesidad de una correcta dosificación con tiempos más prolongados de exposición para conseguir la adecuada actividad terapéutica del laser en esa zona. (7)

CAPITULO 4

4. ABSORCION Y EFECTOS BIOLÓGICOS DE LA RADIACION LASER

4.1 Absorción

Antes de considerar los efectos terapéuticos del laser, es conveniente ver los estudios referentes a los efectos biológicos primarios del mismo en los que se apoya su utilización terapéutica, pero así mismo antes de considerar la forma como se modifica la actividad celular cuando es interferida por la radiación laser, nos detendremos en el estudio de los factores que influyen en el grado de absorción de esta radiación por parte de los diversos tejidos.

Hasta ahora se han considerado los principios físicos que rigen la producción de la radiación emitida, pero dicha radiación incide sobre el tejido. Para poder efectuar su acción terapéutica ha de ser absorbida por el tejido. Debemos considerar que no toda la radiación emitida se absorbe, sino que una parte de ella se puede reflejar por la superficie de la piel o de la mucosa donde se irradia, por lo que habrá de prepararse la zona de irradiación para que la emisión laser se refleje lo menos posible. (12) De cualquier manera, en el momento de la dosificación deberá tomarse en cuenta la calidad reflejante de la superficie a tratar para corregir los tiempos de aplicación.

Una vez resuelto el problema de la posible reflexión por una piel poco preparada, se considerarán los factores que influyen en la absorción y producción de los efectos biológicos primarios sobre el tejido absorbente. Estos factores son:

4.1.1 Factores dependientes de la radiación

Uno de los factores más importantes es la longitud de onda, la cual determina el grado de profundidad de su absorción por el tejido. Por ejemplo, el laser de Helio-Neón llega a tener un efecto biológico primario hasta aproximadamente unos 5mm desde la superficie de aplicación. Por otra parte, el laser diódico de Arsenuro de Galio (GaAs), al emitir con una longitud de onda de 904 nm, llega a tener un efecto hasta los 5 o 6 cm de la superficie. (1) El grado de variabilidad dentro de estos rangos vendrá dado por los factores dependientes del tipo de tejido, como se verá más adelante. De aquí se deducen los campos de aplicación que serán más indicados para cada uno de estos sistemas: la piel en el caso del He-Ne, y estructuras blandas más profundas en el caso del diódico.

La colocación del emisor respecto de la superficie de aplicación es otro de los factores importantes que incidir n en la absorción de la radiación. La máxima penetración de los fotones emitidos tendrá lugar cuando el ángulo que forma el emisor con la superficie de aplicación sea de 90 grados. Cuando este ángulo baja a los 50 grados, el fenómeno de dispersión tangencial fotónica provoca una pérdida considerable del grado de alcance en profundidad de la radiación absorbida. (24) Por tanto, la inclinación del puntal emisor a menos de cincuenta grados se recomendaría solamente para barrer zonas de tratamiento superficial como puede ser el caso de úlcera, quemaduras y otros tratamientos dermatológicos.

Otro factor importante referente a la eficacia biológica primaria y consiguiente actividad terapéutica, es la intensidad y la sección del área transversal del haz laser. La dosis mínima terapéutica es el tiempo de aplicación de un laser de potencia determinada en una área conocida, para obtener el efecto deseado. (27) Estas dosis, tiempos y concentraciones, depender n de los procedimientos de transmisión empleados. El tratamiento con el laser de He-Ne tomará más tiempo si la extensión de aplicación es mayor (quemaduras). Los parámetros del laser diódico están sistematizados con base en exhaustivos estudios clínicos, que nos demuestran que para conseguir los efectos analgésicos

y anti-inflamatorios apropiados, lo más conveniente es usar un laser con frecuencias de impulso de alrededor de 1,000 Hz y potencia de 8 watts por impulso. (No confundir con potencia media). (45)

En todo caso no se debe confundir la forma de emisión continua típica a muy baja intensidad (mw) del laser Helio-Neón, con la acción biológica a mayor profundidad y diferenciada, de los impulsos muy breves pero de muy alta intensidad (W) del laser diódico de IR (GaAs).

En la práctica nos referiremos a las dosis de utilización para cada unidad nosológica, combinando los diversos par metros utilizables para optimizar la energía suficiente que debemos emplear para la consecución de la dosis mínima terapéutica.

4.1.2 Factores dependientes del tejido

La coloración del tejido irradiado es un primer factor que deberá tenerse en cuenta para determinar el grado de absorción del laser. Así por ejemplo, el laser de argón con su color verdoso es selectivamente más absorbido por el rojo de la sangre. En el campo de laserterapia médica, se ha de considerar que se cumple la misma circunstancia a mayor pigmentación de la piel, como puede ocurrir en pacientes de color o en zonas con abundantes folículos pilosos.

En estos casos habrá que adecuar la dosis que se dio como orientativa para cada proceso, aumentándola en función del mayor grado de pigmentación de la piel que se está tratando.

Otros factores son la densidad del tejido y su composición química. Ambos suelen estar bastante relacionados. De esta forma el hueso, tanto por su gran densidad como por su composición cálcica, será un importante filtro para la

radiación laser, (5) lo cual es una ventaja al tratar diversas patologías articulares mientras que será un obstáculo a eludir cuando distintas estructuras óseas nos oculten las zonas a las que deseamos acceder con la radiación absorbida.

Por otra parte, la grasa de los tejidos adiposos se comporta como una superficie reflejante para la radiación emitida, factor a considerar en pacientes con abundante panículo adiposo.

Los tejidos con menor densidad o con mayor contenido de agua, como es el caso de las zonas inflamadas o edematizadas, permitirán una mayor acción en profundidad.

La velocidad del reemplazo celular, como es el caso de la piel, es inversamente proporcional a la dosis de laser que se aplicará; es decir, a mayor reemplazo celular, menor radiación laser. (21)

4.2 Efectos Biológicos

Una vez que la radiación laser es absorbida por el tejido, se produce la interacción de los fotones con las diversas estructuras celulares y tisulares. En primer lugar, se presenta un efecto térmico característico de los láseres de alta potencia o quirúrgicos en los cuales la finalidad perseguida es la desnaturalización de una zona de tejido. Sin embargo, en el caso de los láseres terapéuticos se hace énfasis en una acción cualitativa dependiente de las características peculiares de la emisión fotónica que define a la radiación laser, no relacionada con una acción térmica en el tejido.

Dicho de otra manera, el incremento térmico producido por un laser de media potencia es nulo o mínimo, y en todo caso, no relacionable con el mecanismo de acción terapéutico de los laser del Helio-Neón y diódico. (28)

De esta forma y de acuerdo con los estudios de los profesores Mester, Injuschin (Alma-Atta URSS), Smith-Agreda (Valencia), Benedicenti (Gnova), Pollack (Philadelphia) y Miranda (Perugia), podemos delimitar una serie de efectos a diversos niveles tales como: efecto bioquímico, efecto fotoeléctrico y una acción celular. (23)

Por lo que respecta al efecto bioquímico, hay que destacar la estimulación y facilitación del paso de ADP a ATP ("gasolina celular"), con lo que se ven facilitadas las reacciones energéticas interestructurales, así como los ciclos metabólicos intracelulares de gran consumo de oxígeno. (34) De esta forma comprobamos un fenómeno de activación general del metabolismo en la célula irradiada con laser a dosis terapéuticas.

Los estudios del profesor Mester demuestran, por otra parte, una mayor actividad selectiva del fibroblasto en la síntesis de colágeno con una normalización en su disposición dentro del tejido conjuntivo. (10) Esto le proporciona al laser una notable actividad terapéutica en diversos tipos de patologías de la cicatrización tales como retardo en la consolidación de cicatrices y prevención de cicatrices hipertróficas o queloides. Por esta razón se habla del laser como un gran regenerador tisular.

Tanto la actividad bioquímica del laser aumentando la disponibilidad de ATP celular como su propia actividad fotoeléctrica sobre la membrana de polarización, hiperpolarizándola y aumentando por tanto su umbral de excitación, le darán una excelente acción analgésica. (16)

En este sentido hay que recordar que en el interior de la célula hay un predominio de cargas negativas o aniones, mientras que en el exterior presentan mayor número de cargas positivas o cationes. La diferencia de potencial entre interior y exterior es de unos 90mv a 60mv. El mantenimiento de esta diferencia de potencial es tanto pasivo (por difusión a través de una membrana semipermeable) como activo (por el mecanismo de la bomba de Sodio-Potasio). De hecho hay fenómenos de despolarización normales en algunas células

concretas: neuronas (transmisión del impulso nervioso), (11, 15) y células musculares (contracción de la fibra muscular). Sin embargo hay lesiones celulares en que aparece la inversión de la polaridad o la disminución del potencial de membrana.

El laser contribuye a normalizar la situación iónica a ambos lados de la membrana, restableciendo la situación idónea y con ello la vitalidad celular y sus funciones normales. (34)

Por esta razón el laser goza de un papel importante en la normalización de la función de las células del endotelio vascular, para la reabsorción de los edemas, o en las células nerviosas impidiendo la transmisión del impulso doloroso.

Al referirse a la bioestimulación, se tiene que hacer mención de las hipótesis del trabajo actual que han motivado las investigaciones del profesor Injuschin o más recientemente las de los profesores Ratenmayer y Fritz A. Popp, en las que se demuestra la posibilidad de una interferencia de los fotones coherentes de la emisión laser con los centros de producción de fotones ultra-débiles en la estructura celular. (2)

Considerando lo anterior podemos referir un efecto analgésico y anti-inflamatorio del laser diódico, por la especificidad de acción fotoeléctrica de los impulsos laser de media potencia, así como por la normalización en el metabolismo celular de los tejidos inflamados. (23)

A continuación se revisará la forma en la que se deben utilizar los diversos niveles de acción del laser con el objeto de obtener la esperada acción terapéutica.

CAPITULO 5

5. TECNICAS GENERALES DE LASERTERAPIA

5.1 Efecto del Laser en la Fisiología de los Animales

Como se vio anteriormente, los diversos niveles de actividad biológica de los láseres terapéuticos, nos llevarán por diferentes caminos a la resolución de los factores de origen de síndromes como la inflamación o el dolor, radicados en estructuras tisulares al alcance de los distintos tipos de radiación.

El efecto oxigenador-celular y la aceleración del metabolismo protoplasmático normal de cada célula, aplicado sobre un tejido que sufre los disturbios vasculares consecuentes a la respuesta inflamatoria, dará lugar a una vasodilatación de los capilares, restableciéndose la normalidad en la microcirculación. Añadiéndose a esto la acción propia sobre cada célula de normalización de la bomba Na-K, se favorecerá la desaparición del edema, al obtenerse un rápido aumento del drenaje venoso y linfático con el consiguiente efecto antiflogístico. (32, 36)

El efecto analgésico obtenido por la acción fotoeléctrica del laser diódico sobre las fibras nerviosas nociceptivas, se verá reforzado por la desaparición del foco inflamatorio, normalizándose la concentración tisular de las sustancias productoras del dolor.

La conveniencia de utilizar la técnica del laser terapéutico se basa en la consecuencia de los citados efectos en las zonas afectadas por el proceso inflamatorio, o sobre las extensiones de piel o mucosas que por su situación hipofuncionante son estimuladas por el efecto de regeneración tisular descrito anteriormente.

5.2 Bases del Tratamiento con Radiación Laser

Se puede deducir un método de tratamiento con laser apoyado en las regiones anatómicas que tal recurso nos permite. De este modo se indicarán determinados posicionamientos del foco emisor, o bien transmisor, del laser empleado sobre la zona a tratar, durante el tiempo adecuado para conseguir el depósito de energía fotónica en todo el volumen de tejido a tratar, de acuerdo con las cantidades que la experimentación clínica ha ido marcando para cada uno de los procesos indicados.

En todo caso habrá que seguir las recomendaciones que se deducen de las características de absorción conocidas para cada tipo de radiación laser. Es así como el laser de Helio-Neón se encuentra particularmente indicado en las patologías de origen trófico radicadas en la piel o en las mucosas superficiales, mientras que si se pretende un efecto analgésico-antiinflamatorio en estructuras más profundas, tales como tendones o ligamentos y articulaciones, se debe contar con un sistema de laser diódico que al emitir en la gama de infrarrojo, permite acceder a esos niveles estructurales. (39)

Comúnmente se usan los siguientes términos al hablar de las pautas terapéuticas: aplicación, sesión terapéutica y ciclo terapéutico.

Se denomina como sesión terapéutica, al conjunto de aplicaciones en varios puntos de las zonas afectadas del paciente hasta conseguir en un acto médico, la dosis útil para esa patología. Cada aplicación en una determinada zona estará tabulada en minutos de acuerdo con las características técnicas del

equipo laser terapéutico disponible. El conjunto de sesiones constituye el ciclo terapéutico. (57)

En lo referente a las zonas a irradiar, se puede hablar de un tratamiento de pequeñas zonas, cuando selectivamente se aplica el laser en superficies muy pequeñas pero con un efecto vehiculizado a través de las estructuras nerviosas y vasculares, consiguiendo así una acción terapéutica muy amplia. El tratamiento en varias zonas se refiere normalmente a patologías dermatológicas, como las quemaduras. (53)

5.3 Condiciones de Utilización

1. Habitáculo
2. Precauciones
3. Contraindicaciones

5.3.1 Habitáculo

La posibilidad de reflexión del laser sobre superficies altamente reflejantes, hace necesario prescindir de paredes brillantes o de mobiliario metálico o acristalado que puede reflejar la radiación laser con el consiguiente peligro para los terapeutas, pacientes y acompañantes. Igualmente se recomienda una adecuada ventilación del lugar de consulta, así como condiciones apropiadas de humedad y aislamiento. (42)

Como equipo electrónico que es, cualquier tipo de laser precisa además, de una correcta instalación eléctrica, de voltaje y frecuencia adecuadas, así como una toma de tierra que proteja tanto al equipo como al usuario.

La mesa o cama donde deba tratarse al paciente, debe ser de unas dimensiones (ancho y alto) que permitan manipular con comodidad el aparato sobre cualquier región anatómica que requiera tratamiento, teniéndose en cuenta el tiempo que el paciente va a permanecer recostado e inmóvil. (54)

5.3.2. Precauciones

La radiación laser correctamente utilizada es totalmente inocua, excepto si se proyecta sobre la retina a través del plano anterior del ojo. En este caso se absorbería en la retina produciéndose microcoagulaciones con pérdida de la vista. Por ello resulta imprescindible una correcta protección para el terapeuta con anteojos oscuros en el caso del laser He-Ne, y polarizados cuando se trate del laser diódico.

5.3.3. Contraindicaciones

Como contraindicaciones absolutas debemos señalar la irradiación sobre el aparato visual en el caso del laser diódico (no así en el caso del laser de Helio-Neón), de las neoplasias, en la mastopatía fibroquística y en el tiroides si es normal o hay hipertiroidismo.

Serían contraindicaciones relativas; las infecciones agudas sin la debida cobertura antibiótica o con fármacos fototóxicos como las tetraciclinas y en la región abdominal de animales preñados. (43)

Fuera de estas precauciones y contraindicaciones, no cabe esperar del uso del laser ningún otro tipo de efecto secundario indeseable.

CAPITULO 6

6. APLICACIONES PRACTICAS EN MEDICINA VETERINARIA

El nivel bajo del laser de media potencia (laser-MID) esta por lo general limitado a un rendimiento de potencia por debajo a los 100 mw, así como una densidad por debajo de los 50 mw/cm². Ello da precisamente una fotoactivación y reacciones electromagnéticas de altos niveles del laser que son usualmente considerados por tener altos poderes de rendimiento o desde 20 a 50 W y densidades de poder de 50 a 500 W / cm². Principalmente da un efecto teunal. Un nivel medio de laser (l ser MID) es entre 2 niveles y da o proporciona fotodestructividad, fotobioactivas y una tardía reacción caliente. Las indicaciones del Laser MID son:

- 1) Efectos Analgésicos: Las radiaciones de laser al tronco del nervio se realizan para presentar operaciones quirúrgicas o para tratar enfermedades dolorosas.
- 2) Acupuntura laser: La acupuntura tiene un efecto de balance, por lo tanto puede normalizar los órganos o los sistemas.
- 3) Estimulación del tejido fino: El laser se puede utilizar en inflamaciones o parálisis de los nervios.

Desde que se reportó que el umbral del dolor puede ser incrementado usando 30 W, en los conejos, varios investigadores comenzaron a recopilar los

métodos de anestesia con laser así como su mecanismo en diferentes animales.
(35)

Wang desarrolló la metodología y utilizó anestesia de laser en el uso clínico irradiando la piel con el tronco del nervio, tal como N. medianus, N. Febiales y N. cuncularis magnus. Wang utilizó una grabadora multicanal física para monitorear los efectos cardiacos durante la anestesia con laser en 9 caballos, y demostró que no existe un cambio significativo antes y después de la radiación. Se probó que el período de preeyaculación (PEP) se reducía, significando que la anestesia por laser puede reforzar efectos cardiacos en cierto grado. (41) Los animales tienen diferente sensibilidad a la anestesia con laser para caballos, mulas, burros, son más sensibles los perros, ganado vacuno, y todavía son más sensibles los puercos y las cabras. También él reportó que después de aplicarse una inyección de dimetilamino benzeno como sedante antes de la radiación con laser, se obtendrían mejores resultados en dichos animales.

Los investigadores han probado que los neurotransmisores centrales tales como serotonina (5 - hidroxitriptamina) 5 - HT) el factor completo de morfina (MLF) y la acetilcolina (Ach) están muy relacionados con acupuntura (38); se dio estimulación por laser en el punto Houshanli, mientras daba acupuntura tradicional en el punto Baihui en conejos, y encontró que el incremento de dolor o el umbral de dolor era mayor en una estimulación sencilla (laser o acupuntura), pero más bajo que el umbral total incrementado en 2 estimulaciones sencillas en total incrementado en 2 estimulaciones sencillas en grupos de control, significando que ambos tipos de actos de estimulación eran en la misma neuro trayectoria. Yuetal usó el Laser He-Ne para estimular acupunturas en conejos, puercos, corderos y ratas, y después de inducir analgésico, (20) se daba una inyección de naloxona, un inhibidor del receptor de morfina. Ellos encontraron que los efectos analgésicos de laser pueden ser revertidos por la naloxona, probando que MLF tiene una conexión cercana con el laser de analgésico. Wang usó el laser He-Ne para estimular los nervios tibiales en caballos, y encontró un largo incremento de 5 - HT en el fluido cerebroespinal. Wang ha probado que 5-HT y MLF tienen un efecto complementario en la acupuntura y en laser de acupuntura.

6.1 El laser en acupuntura veterinaria.

En veterinaria ha tenido buenos efectos en la miositis crónica junto con la tendinitis. Wang aplicó 30 W en 67 casos de animales domésticos con algias, 15 casos de parálisis lumbar, 15 casos de lesión de la escápula, 14 casos de lesión en la zona anterior del miembro y 4 casos de parálisis de N. radialis. 65 de ellos fueron curados en un 97%. Su método consistió en radiaciones en Baihui, Awangter, Jianjing, Llakua, bashana a una distancia de 5 cm. (25)

El mismo autor utilizó el método mencionado en vacunos para tratar parálisis facial después del trauma, curando a todos ellos (25). Oda trató desórdenes locomotores en 15 vacas (3 casos de lesión en la región inguinal, un caso crónico de miositis lumbar y 9 casos de síndrome parásico en postparto y 2 casos de paresis, y curó 10 (66.7%) de los casos (25).

Lung utilizó laser de He-Ne para radiar conejos, y observar la microcirculación del oído y ojo a través de un microvaso fluorescente. (25) El encontró que pequeñas dosis de la radiación de laser podrían mejorar la circulación local de la sangre. (30) En otro aspecto, se considera que la activación de los canales o meridianos puede ser el mecanismo de la acupuntura laser.

6.2 Aplicaciones del laser en desórdenes del sistema reproductivo.

La acupuntura laser es efectiva en el tratamiento de quistes foliculares, quistes luteinos, hipovario, endometriales, vaginitis, y puede ser efectivo en mastitis y retención de placenta. Yu y Shi han aplicado 6mw He-Ne laser en puntos Yinti (clitoris) para tratar los quistes luteinos en 697 vacunos. El resultado fue 587 curados y 105 que mejoraron, con una tasa de 98.47%. Shi y Yu trataron 36 vacas con hipovario por el mismo método, 11 se curaron y 3 mejoraron.

El factor de éxito fue de 69.4%. Yu examinó los niveles de progesterona en la leche y encontró que la disminución de progesterona esta muy relacionada con la recuperación del hipovario que se determinaba con el tacto rectal. El consideró que el nivel de progesterona puede proveer una evaluación de los efectos del laser MID. Sus resultados demostraron que después del tratamiento con laser el nivel de progesterona en la leche disminuía desde 5.33 ng/ml a 3.01 ng/ml.

El Laser combinado con medicamento para tratar mastitis puede dar buenos resultados. Oda obtuvo una cura del 46.9% usando Laser combinado con antibiótico a base de ungüento o más bien un ungüento con efectos de antibiótico dentro de la ubre.

Wuatel dividió 328 cuartos de 2/3; casos de vacas con mastitis potencial, entre 3 grupos. Uno fue el grupo con 129 cuartos de ubre de 86 vacas y recibieron radiación en el punto Yangoun. Otro fue el grupo de la medicina o droga con 73 cuartos de 45 vacas. El último fue el grupo de control con 126 cuartos de 82 vacas. Los resultados fueron como a continuación: La tasa de cura con Laser fue del 68.6% de los casos, 73.6% de los cuartos, en el grupo de la droga o la medicina fue del 31.1% y 35.6% y en los grupos de control la recuperación natural fue de un índice que sería de 8.5% al 10.3%. Existe una diferencia significativa entre dichos grupos (25).

Los mecanismos de Laser para curar enfermedades del sistema reproductor en hembras no dependen solamente de la regulación hormonal, sino que también se encuentran relacionados con un incremento de la capacidad inmune. (31) La aplicación de la terapia Laser en los desórdenes reproductivos en machos también alcanza buenos resultados. Yamada ha reportado haber usado 10 mw GA-AS laser para radiar Werben Weigen, Houhar, Yinshu y Gianjin puntos y curó 2 caballos sementales que estaban aptos para alcanzar intromisión con una erección completa, pero el empuje o acometida y la eyacuación no sucedía. Aunque en nuestros días los datos acerca de las aplicaciones de laser-MID en este aspecto son muy raros, y es un tema que se encuentra en espera de mayores explicaciones al respecto (25).

6.2.1 Epididimitis

Recordemos que se trata de un proceso inflamatorio que comienza en el epidídimo y que acaba por extenderse hacia el cordón espermático y ocasionalmente al testículo, frecuentemente asociado a una reciente instrumentación uretral, o a una prostatitis crónica, etc., con la proliferación habitual de gérmenes como la clamidia o el micoplasma. Es importantísimo realizar un diagnóstico diferencial urgente con la torsión del cordón espermático.

El tratamiento habitual consiste en el suministro de trimetoprim-sulfa, reposo y fármacos anti-inflamatorios. Y es aquí donde se presenta la oportunidad del tratamiento con laser. Tras el cese de la fase exudativa aguda y la remisión de la eventual presencia de fiebre, después de varios días de tratamiento antimicrobiano adecuado, existe la posibilidad de que la inflamación evolucione hacia la cronicidad apareciendo la temida fibrosis y esclerosis de los conductos epididimarios lo que puede acarrear la alteración de la espermiogénesis con la consiguiente esterilidad relativa. Es aquí donde el tratamiento con laser se hace recomendable con el objeto de prevenir la aparición de esta inflamación crónica, evitando la esclerosis y la disfunción consiguiente. (55) El tratamiento ser: un ciclo de seis sesiones en días alternos con nivel 3 y un total de ocho minutos por sesión, usando la técnica de barrido en la zona afectada y los límites sanos..

6.2.2 Prostatitis crónica

Se suele presentar tras varias recidivas en prostatitis agudas con la presencia de dolor en el periné, secreción uretral y disuria. (62)

Descartada la presencia de infección aguda, o tratada la misma se aplicará el puntal del laser en la región perianal, posterior en la próstata; la técnica será: un ciclo de diez sesiones diarias, tres minutos por punto, en el nivel de máxima potencia. Se utilizará en forma combinada con la medicación habitual.

6.2.3 Uretritis

Se podrá aplicar en cualquier uretritis excepto en las bacterianas específicas (gonococcia, etc.) y sobre todo en las crónicas recidivantes, a no ser que se use una terapia de antibiótico. Las molestias desaparecerán en forma inmediata y la inflamación en la primera semana de tratamiento. La técnica de irradiación consistirá en: aplicaciones sobre la uretra desde el cuerpo esponjoso en un total de doce minutos por sesión y un ciclo de seis sesiones diarias. De esta forma se consigue detener el curso hacia la estenosis uretral y/o uretritis recidivante.

6.2.4 Balanopostitis

Además de los antibióticos locales adecuados, un ciclo de seis sesiones en días alternos, con la técnica de barrido a 1/2 cm de la mucosa, durante seis minutos y en el nivel dos de potencia.

6.3 Laserterapia en reumatología.

Será común el uso de los sistemas laser terapéuticos para todas las indicaciones comprendidas en este capítulo.

Como esquema se hace referencia a la pauta establecida respecto a los sistemas de emisor laser monodivido. La utilización del sistema con cuatro

emisores laser diódicos permitirá abarcar diversas localizaciones de las indicadas para el monodiódico pero en una sola aplicación.

Dentro del campo concreto de la artrosis hay que decir que su aplicación está indicada en cualquiera de las localizaciones, dada la accesibilidad tanto de las articulaciones donde habitualmente se localizan, como de las raíces nerviosas comprimidas por el edema en lesiones vertebrales.

La única matización vendría dada por la artrosis de cadera, la cual sólo sería tratable en un plano anterior, sobre la zona inguinal y únicamente la parte anterior de la cápsula articular.

Respecto de las artrosis cervical, dorsal y lumbar conviene recordar que habitualmente se presentará en la clínica con un cuadro inflamatorio neuromuscular (síndrome cervicocraneal, lumbociatalgias, dorsalgia) que precisará de la máxima atención en los momentos iniciales del ciclo terapéutico. (58) Por lo tanto, se procederá inicialmente a la irradiación en tres o cuatro aplicaciones bilaterales con el monodiódico a unos tres cm de las apófisis espinosas, sobre la musculatura contracturada en el caso de las cervicalgias, siguiendo la misma pauta en las dorsalgias y lumbalgias. Cuando se encuentra afectado el nervio ciático conviene tratarlo individualmente a lo largo de su recorrido, con dos aplicaciones a la salida del espacio intervertebral correspondiente, otra en su paso cerca del trocánter mayor de la cabeza femoral y finalmente sobre el nervio poplíteo. Las aplicaciones serán de seis minutos en cada uno de los casos en un total de seis a diez sesiones, hasta completar el ciclo suficiente para la desaparición de la sintomatología aguda. Completaremos el tratamiento hasta llegar a quince sesiones por término medio, con aplicaciones finalmente selectivas sobre los espacios intervertebrales afectados y con la pauta mencionada anteriormente. Las sesiones serán diarias al menos durante la primera semana de tratamiento. El cese de toda la sintomatología aguda indicará la posibilidad de espaciarla a días alternos. (3)

Otras localizaciones de artrosis donde el tratamiento con laser se encuentra especialmente indicado son: gonartrosis y artrosis carpal. (23)

La rodilla deberá ser irradiada siempre sometida a una flexión previa de noventa grados con el propósito de poner de manifiesto al alcance de la radiación las superficies articulares de cóndilos y mesetas tibiales. De esta forma se procede a proyectar la radiación por el plano anterior de la rodilla en un mínimo de tres aplicaciones de cuatro minutos cada una, en un total de entre doce y dieciocho sesiones, de acuerdo con el grado de desaparición del dolor. El tiempo en el caso de artrosis carpal, será de cuatro minutos por aplicación, con un total de cinco sesiones a razón de una diaria. (44)

Tanto la poliartritis reumatoide como la espondiloartritis anquilopoyética se ven beneficiadas tanto sintomáticamente como en el control de la inflamación con el uso del laser diódico. La pauta general consistirá en aplicaciones de ocho minutos por zona, en tantas localizaciones como resulte necesario de acuerdo con una intencionalidad fundamentalmente de tipo analgésico. (33)

Por razones prácticas se aconseja no sobrepasar en cada sesión los cuarenta minutos de tratamiento, por lo que si el conjunto de aplicaciones da como resultado un tiempo mayor, es aconsejable el establecer ciclos terapéuticos sucesivos con intervalos de quince días de descanso entre ellos. Cada ciclo constará en total de 20 a 25 sesiones, estando prevista la necesidad de repetirlos en cada zona, cada cinco meses aproximadamente a fin de mantener la actividad anti-inflamatoria.

Mientras que en las patologías traumáticas y reumáticas degenerativas el laser se muestra habitualmente como analgésico y anti-inflamatorio suficiente, en estos procesos la administración concomitante con fármacos anti-inflamatorios vendrá dada por la propia evolución del paciente. (14, 23)

El efecto analgésico, obtenido por la acción fotoeléctrica del laser diódico, sobre las fibras nerviosas nociceptivas, se ve así reforzado por la desaparición del foco inflamatorio de los productos de desecho celular acumulados, normalizándose la concentración tisular de las sustancias productoras del dolor. (40)

Por todo lo anterior, la técnica de utilización del laser terapéutico se basa en la consecución de los citados efectos en las zonas afectadas originariamente por el proceso inflamatorio o sobre las extensiones de piel o mucosas que por situación hipofuncionante convenga estimular por el efecto de regeneración tisular descrito anteriormente.

6.4 El laser en traumatología y ortopedia

Las indicaciones de aplicación de sistemas laser de media potencia (MID) en traumatología vienen dadas, al igual que en reumatología, por las técnicas de utilización descritas por diversos grupos de investigación. En el campo específico de la traumatología habría que diferenciar por un lado las aplicaciones en las lesiones traumáticas de las partes óseas y por otro en las lesiones de las partes blandas, tendones, ligamentos y músculos fundamentalmente.

En el caso de las lesiones óseas, la utilización del laser - MID vendrá limitada por su absorción muy superficial en el hueso: máximo a un centímetro de profundidad siempre y cuando tengamos acceso directo al mismo, sin interposición de otras estructuras anatómicas que los separen del emisor laser. Tratándose de alguna de esas localizaciones el laser-MID conserva toda su eficacia analgésica y de regeneración tisular sobre las fracturas óseas, acelerando su consolidación por la acción trófica sobre el osteoblasto igual que la que posee sobre el fibroblasto.

Este efecto resulta especialmente deseado en fracturas como la del escafoides del carpo, en la cual se presenta un importante compromiso vascular con peligro de evolución hacia la necrosis aséptica. El tratamiento en este caso con laser-MID permitirá una correcta evolución hacia la consolidación previniéndose complicaciones de este tipo. El dolor igualmente, se puede controlar desde las primeras aplicaciones. La técnica de irradiación consistirá en todo caso, en la irradiación sobre la línea de fractura. Las sesiones serán diarias, en aplicaciones de seis minutos por cada cuatro centímetros cuadrados

en proyección hasta la total consolidación. En lo referente a las indicaciones en las lesiones de partes blandas habría que distinguir en primer lugar el tratamiento de las tendinopatías, en segundo lugar el de los esguinces o distensiones ligamentosas y en tercer lugar el de las lesiones musculares.

Dentro del capítulo de las tendinopatías se incluyen todas aquellas lesiones debidas generalmente a microtraumatismos repetidos sobre un determinado tendón, bien por presión, o bien por tensión. Recordemos que en la etiopatogenia de estas lesiones subyace la imposibilidad de crecimiento del tendón a partir de la madurez, mientras que la masa muscular si lo puede hacer lo que puede provocar un sobreesfuerzo relativo del tendón cuando por determinadas actividades de trabajo se somete al músculo a un mayor crecimiento a partir de esa edad. Esto da lugar a microrrupturas tendinosas con la consiguiente inflamación y evolución hacia la cronicidad. El efecto aquí del laser-MID será de un rápido alivio del dolor, en las dos o tres primeras sesiones y del edema a lo largo de la primera semana. Sin embargo, para conseguir el máximo efecto trófico cicatricial hay que esperar hasta la décima sesión por término medio y dependiendo de las diversas localizaciones que puede tener la tendinopatía. (59)

Cuando la inflamación se localiza en el paso de los tendones por las vainas sinoviales nos encontramos con las tendovaginitis. Tanto la tendovaginitis de los tendones de los músculos a su paso por las vainas como la de los extensores requerirán de una aplicación diaria por sesión, hasta completar un mínimo de diez sesiones consecutivas. Cada aplicación será de seis minutos sobre la zona afectada. En la tendovaginitis de los tendones flexores profundos se requerirá al menos de dos aplicaciones de seis minutos por sesión. (Siempre refiriéndonos a la utilización de un sistema laser-MID monodiodico), en un total de al menos doce sesiones.

En el caso de la afectación de los tendones de los extensores, nos encontraríamos con las tendosinovitis traumáticas que cursan con dolor y crepitación. Se precisarán dos o tres aplicaciones de cuatro minutos sobre las zonas de máximo dolor por sesión, en un ciclo compuesto de catorce sesiones. Esta es la misma técnica que se seguirá en otras tendinitis de inserción como la epicondilitis o la epitrocleitis. En la epicondilitis se realizarán dos proyecciones sobre el epicóndilo y una mas sobre la masa tendinosa afectada (supinador largo,

extensores. etc.) por sesión. En ésta como en las restantes tendinitis de inserción, y dada la más progresiva respuesta del periostio afectado a la acción anti-inflamatoria del laser-MID se llegará hasta un total de quince sesiones para completar en su totalidad la acción antiflogística y trófica deseadas. (60)

En la epitrocleitis, menos frecuente, se seguirá igual método que en la epicondilitis, aunque siempre habrá que valorar la posible coexistencia de una afectación del nervio cubital por medio de técnicas apropiadas, en cuyo caso se establecería el tratamiento concomitante de la neuritis con la irradiación del cubital en tres aplicaciones espaciadas sobre su trayecto en la región humeral. (44)

Para terminar de hablar de tendinopatías y laser hay que referirse, finalmente, a la fascitis plantar de la inserción de la fascia plantar en el calcáneo. En este como en otros orígenes, el tratamiento con laser-MID resulta especialmente útil con rápida remisión del dolor típicamente intenso en estas patologías, así como rápida vuelta a la actividad funcional. La irradiación de la fascia plantar se puede realizar en todos los casos con tres aplicaciones, de cuatro minutos cada una, en triángulo, siendo un vértice la apófisis posterior del calcáneo. El ciclo consistirá en un total de doce sesiones. (49)

Si nos referimos a las distensiones ligamentosas o esguinces de indicación médica, no así a los que requieren por diversas causas de la sutura, la inmovilización durante un período mínimo de dos semanas, en las cuales el dolor, el edema y los inconvenientes de la rehabilitación al final del tratamiento suelen estar presentes. Por supuesto que cuando se produce el frecuente hematoma tras la distensión hay que recurrir en primer lugar al frío local para producir la consabida vasoconstricción.

La ventaja del tratamiento con laser consistirá en que prematuramente, a las 24 horas de producido, se podrá aplicar un primer tratamiento en el que se conseguirá que desaparezca el dolor y se reduzca notablemente el edema.

En el edema agudo el efecto vascular antiflogístico del laser-MID es particularmente rápido, por lo cual se puede llegar a producir cierta molestia por la rápida descompresión del mismo. Por esta razón se debe proyectar el laser en forma de barrido repartiendo uniformemente la dosis por toda la zona a irradiar y a diez centímetros de distancia de la piel, a fin de hacer más paulatina la aparición del efecto. (42) El esquema general de la dosificación será de dos minutos por cada tres centímetros de edema. Una vez que el edema agudo ha cedido, a la tercera o cuarta sesión, se puede continuar el tratamiento de la forma convencional. En un ligamento como el lateral interno del tarso esto significará tres aplicaciones de cuatro minutos cada uno, rodeando el maleolo en un total de doce sesiones por ciclo. Se acelera la cicatrización además de controlarse de inmediato el dolor, y todo esto permitirá que a la semana de tratamiento se pueda comenzar la rehabilitación.

Tanto en la distensión muscular cuando el músculo se contractura por sobre su límite de elasticidad, como en la contractura pura por cansancio el tratamiento es similar, consistente en tres sesiones de dos o tres aplicaciones cada una y cada aplicación de cuatro minutos por zona.

En el tirón, si se ha producido la ruptura de algunas miofibrillas, en un principio se aplicará agua fría para limitar el hematoma. Pasadas 36 horas se podrá comenzar la aplicación con laser-MID a razón de varias aplicaciones de cuatro minutos cada una sobre la lesión a un total de seis sesiones.

El desgarre muscular requerirá un mínimo de 48 horas con sesiones de hielo hasta que se forma el nódulo sólido sobre el que, pasado ese tiempo, se irán alternando sesiones de laser-MID a razón de cuatro minutos en varias aplicaciones sobre el nódulo que forme el desgarre, tres días consecutivos; dos días de descanso; tres días de laser y finalmente otros dos días de descanso para terminar el tratamiento.

6.5 El laser en dermatología

La especificidad de acción tanto del laser He-Ne a varios milímetros de profundidad de piel como del laser diódico, a varios centímetros, junto con el ya conocido efecto trófico y anti-inflamatorio del laser terapéutico nos permite afirmar que diversas patologías englobables en estas dos especialidades son indicaciones específicas y primordiales de laserterapia. En principio se podrían distinguir, dentro de estos procesos, aquellos que requieren efectos tróficos, y por otra parte los de tipo inflamatorio.

En el primero de los grupos habrá que considerar el tratamiento de las úlceras dérmicas, de las quemaduras, de los injertos de piel, y en diversos tipos de heridas como profiláctico de patología cicatricial. En el segundo grupo habrá que mencionar el tratamiento de desórdenes alérgicos. (8)

Tanto en unos procesos como en otros pueden emplearse sistemas emisores de laser de He-Ne o sistemas zonales de laser infrarrojo como los modelos monodiódicos o bien sistemas mixtos de aplicación como el modelo de cuatro diódos aunque con las matizaciones que hacemos en el capítulo referente a las técnicas de aplicación, es decir, corrigiendo los tiempos de acuerdo al tipo de aparato tal y como se indica en los manuales de laserterapia que vienen con cada equipo. La variación estribará en las zonas de aplicación y en los tiempos de exposición; correctamente aplicado, los resultados serán equiparables.

En las úlceras dérmicas de cualquier origen, el propósito del tratamiento será acelerar o favorecer la creación, según los casos, del tejido de proliferación vascular, o tejido de granulación, así como acelerar la reepitelización por el estímulo de división celular sobre las células epiteliales basales. (17, 48) Por lo tanto, las aplicaciones deberán ser sobre todo, en el borde propio de la úlcera. Si se utiliza un equipo monodiódico, se irradiará el mismo borde a razón de cuatro minutos por cada tres centímetros de perímetro de úlcera, bien quedándonos quietos ese tiempo en cada punto, bien barriendo todo el perímetro manualmente durante el tiempo total marcado por la regla anterior. Opcionalmente se puede dar un barrido final de cuatro minutos sobre el lecho ulceroso, a fin de ir preparándolo al favorecer en el mismo la aparición del tejido de granulación.

Con los láseres de exposición automática, los tiempos totales de exposición disminuyen notablemente, en la medida en que la zona irradiada en cada aplicación sea mayor. Con el laser de cuatro diodos se practicará la misma técnica que con los de aplicación zonal, pero en este caso con el mismo tiempo de cuatro minutos, se permite irradiar un perímetro de unos seis centímetros. Con los láseres de barrido se delimitará un rectángulo que abarque toda la úlcera, se medirá la superficie total y según la misma se dará en tiempo total por aplicación de acuerdo con los esquemas del equipo en cuestión.

La evaluación del tratamiento dependerá en mucho de la gravedad de los factores etiopatogénicos que determinaron la aparición de la úlcera, aunque habitualmente el tejido de granulación aparece entre el segundo y quinto día de tratamiento, y a partir de ahí la reepitelización suele producirse a un ritmo de un milímetro diario de nuevo reborde epitelial, en función de lo cual lo normal será que el cierre total de la úlcera se produzca entre las dos y las ocho semanas de tratamiento, según los tamaños más frecuentes. La combinación de la irradiación con laser con las técnicas médicas (oxigenoterapia y ozonoterapia), facilitan la llegada de oxígeno libre a la célula, acorta estos tiempos y sobre todo, disminuye la posibilidad del alargamiento del tratamiento en pacientes cuya patología de fondo dificulta la regeneración celular.

En las quemaduras la pauta de aplicación será similar que la mencionada para las úlceras, sólo que en este caso se procederá a la división en cuadrantes de cuatro centímetros de lado en toda la zona, siendo el tiempo total en cada vértice de cuatro minutos, en el caso de aplicación de puntales monodiódicos. Igual que la indicación anterior, será la utilización de los automáticos. En el caso de quemaduras de segundo grado será benéfica la aplicación de laser para una rápida reepitelización, mientras que en las de tercer grado se combinará con técnicas quirúrgicas apropiadas como injertos o escarectomías. En todo caso el laser conseguirá una rápida cicatrización, con prevención en la aparición de queloides.

En los injertos de piel, tanto libres como pedunculados, el laser facilitará la consolidación del mismo y la técnica será idéntica a la mencionada anteriormente.

En el caso de heridas post-traumáticas o post-quirúrgicas, la aplicación precoz del laser facilitará la cicatrización y sobre todo, prevendrá la aparición de cicatrices hipertróficas o queloideas. Las sesiones ser n diarias y a lo largo de toda la sutura, a razón de cuatro minutos por cada tres centímetros de herida. (10)

6.6 Otras aplicaciones del laser

En continencias urinarias debidas generalmente a problemas distósicos en partos, con maceración y posterior canalización de la zona macerada, por compresión de la cabeza del feto largo tiempo sobre la sínfisis púvica y de la pared anterior de la vagina y uretra, se presentan hacia el sexto día después del parto; tratadas con el laser- Mid desde este momento, pueden no requerir la intervención quirúrgica, y en caso de que ésta hubiera sido practicada, la irradiación con el laser durante ocho minutos, en el nivel cinco de potencia, de la herida llevará a una rápida cicatrización, cuando mucho en cuatro días de tratamiento.

En la úlcera herpética el tratamiento consistirá en sesiones diarias de diez minutos de barrido, prácticamente pegando el puntal a la superficie afectada, sobre toda la úlcera, en la posición dos de nivel de potencia hasta su total cicatrización. (11)

El laser MID en padecimientos como la displacia de cadera, glaucoma, luxaciones con anquilozamiento de la articulación, periostitis, queratoconjuntivitis, desordenes en la presión del oído interno y las discopatías, muestra una gran eficiencia aunque hay pocos casos registrados. También esta en vías de investigación el control de tumores cancerosos (benignos o malignos), con laser-MID.

El tratamiento en casos de estomatitis, muy común en perros, puede ser tratado con laser-MID logrando el control del dolor y desinflamación; el tratamiento consta de un ciclo de 10 sesiones diarias, de dos minutos cada una, con un nivel de energía de 900 Hz, con la técnica de barrido. (47)

En el caso de la disfunción o del hipotiroidismo, el laser-MID regulará la función de la glándula tiroides. (56)

CONCLUSIONES

Al finalizar este trabajo queda constatado que hay mucho camino por recorrer, con amplias posibilidades de desarrollo para el futuro; todo el desarrollo dependerá de la capacidad profesional y la objetividad con que se tome esta tecnología.

El laser al igual que como ha ocurrido con otras tecnologías modernas, es de momento nuevo y esta todavía en muchos casos en fase de experimentación, y por lo tanto hay muchas interrogantes a nivel de estudios biomoleculares, de efectos y/o resultados por lo que es un campo virgen, con muchas alternativas de desarrollo que no se deben convertir en una fantasía, sino en una rama más de desarrollo en la biomedicina actual al servicio de la humanidad con el único fin de facilitar y optimizar el trabajo médico que siempre busca el bienestar de cualquier ser vivo.

Ha de tenerse en cuenta que aún cuando no existan experiencias con un amplio margen estadístico, los tratamientos con laser deben tenerse en cuenta para el bienestar de los enfermos de la consulta diaria.

BIBLIOGRAFIA

- 1.. Arasa, I., Marti, J.: en "Parámetros físicos utilizados en Medicina para la aplicación del laser". Boletín C.D.L., num.6, pág 4-7. 1986.
2. Benedicenti, A.: "Allante de Laser Terapia" .L.M.B. Edizioni d'Arte. 1982.
3. Bieglio, C.: "Tratamiento del dolor de origen espinal con laser de baja potencia". Inv y Clin Laser, 2:53-53. 1980.
4. Breck, C.: "Review of Laser Modes". Lasers & applications. Vol. 4 num. 11, pág. 79. 1985.
- 5.. Brunetand, J.M., Bernard, D.: "Lasers in Medicine". La Recherche, vol 13, num. 137, pág. 1122-1129.
6. Calder, N.: "Einsteinin's Universe. The Viking Press. N.Y. 1979.
- 7.. Carpas Rivera, L.: Curso básico de laserterapia. Instituto de investigaciones laser, Fundación UEDA-SPACE, Malaya, 1986.
- 8.. Castelpietra, R.: Laser en dermatología. Instituto de investigación laser VEDA-SPACE. Málaga, 1987.

- 9.. Cisneros Vela, J.L.: "Curso teórico-práctico básico y de actualización de Laserterapia" 1-2, Junio 1985. Cambrils. Tarragona.
- 10.. Cisneros Vela, J.L.: "Tratamiento de los queloides con laser He-Ne + IR". Investigación y clínica Laser, vol 1, num. 3, 32. 1984.
- 11.. Cisneros, J.L., Trelles, M.A.: "Tratamiento laser del Herpes simple recidivante Herpes Zoster". Investigación y Clínica Laser. Vol. 1, num. 2, pág. 25-28. 1984.
- 12.. Colls Cruañas, J.: "Conceptos de Terapia Laser" Boletín C.D.L., num. 2, pág. 4-6. 1985.
- 13.. Colls Cruañas, J.: "La Terapia Laser, Hoy". Boletín C.D.L. 2da. edición 1985.
- 14.. Conconi, F., et al : Preliminary Results of Laser Therapy in Athletic Pathology. Med. Laser Report, 3: 32-36. 1987.
- 15.. Corti, L., Satta,F., Salgar,G., Travece,R., Tomio,L y Calzavara,F.: Laser Therapy and electrostimulation in the Threatment of postherpetic neuralgia. Un. of Padua Med. Laser Report, 5: 10-13. 1987.
- 16.. Corti, L., Tomio,L., Satta,F. y Zorat,J. : Valutazione quantitativa e qualitativa del dolore in pazienti trattati con Mid-laser. Laser in Medicine y Surgery, Bologna, 1985.
- 17.. Crespo, J.C. : El Laser Mid en dermatologia. Departamento de Medicina Física. Hospital Clínico de Sevilla. Sevilla, 1988.

18.. Escuela de Optica Cuántica V curso. "Laser en Medicina". Jaca (Huesca), 24-30 Junio. 1984. Sociedad Española de Optica. 1984

19.. García Font, J. : Historia de la Ciencia. El Laser., 3: 484-485. 1968.

20.. García Surando, J.: "Laserterapia de un caso de cefalea vascular con componente vasomotor importante no episódico". Investigación y Clínica Laser. vol. 11, num. 2, pág. 80. 1985.

21.. Goldman.: "The Biomedical Laser. Technology and clinical aplicaciones". Springer-Verlag. New York. Inc. 1981.

22.. Grinberger, W. : Clinical experience with coagulation in———— application of the cervix, Instituto de Investigaciones Laser Veda-Space,—— 1987.

23.. Haine D. et. al.: Animals experiments on light. Induced wound healing optoelectronics in medicina. Proceedings of the 5th International Congress. Laser-81. Ed. W. Waidelich. Sringer Verlag 1982, 164-169.

24.. Henderson, A.R.: "Laser radiation hazzards Optics and laser technology", 75-80, April 1984.

25.. Interlandi, L.: "Note Clinica sui primi risultati nel trattamento delle ustioni con il laser He.Ne.". Rev. Minerva Riflessoterapeutica e laserterapeutica. Vol. 1, num. 1. 1984.

**ESTA TESTS
SALIR DE LA NO DEBE
BIBLIOTECA**

26.. Kibbin, H.S.: "Studio degli effectti delle laser-terapia sulle teniti croniche". Rev. Minerva Riflessoterapeutica e laserterapeutica. Vol. 1, num. 2, pág. 93-96. 1984.

27.. Kunta, D.: "Specifying laser diode optics". Laser focus. Vol 20, num. 3, 44-50. 1984.

28.. Letoknov, V.S.: "Laser biology and medicine". Nature, vol. 316, num. 25, pág. 325-329. 1985.

29.. Leung C.Y., Manfredi C., Rocca L.: "Prima osservazioni sugli effetti collaterali delle soft-laser-terapia in oltre 500 casi trattati ambulatoriamente". Rev. Minerva Riflessoterapeutica e laserterapeutica. Vol. 2, num. 1, pág. 35-37. 1985.

30.. Llopis, M. et. al.: "Tratamientos con laser He-Ne de úlceras en miembros inferiores". Boletín C.D.L., num. 5, pág. 8-10. 1985.

31.. Marti, M.: "Herpes genital y laser". Investigación y Clínica Laser. Vol. 1, num. 3, pág. 30-31. 1984.

32.. Maturo, L.: "Manuale di Laserterapia I.R.". Bayer Italia. S.P.A. 1981.

33.. Maturo,L., Pagani,R. y Palmieri,B. : Laserterapia, experiencias clínicas en rehabilitación y traumatología. Instituto Clínico de Perfeccionamiento. Milán, 1988.

34.. Mester, E. et. al.: "Efecto bioestimulante dei raggi laser". Rev. Minerva Riflessoterapeutica e laserterapeutica. Vol. 1, num. 1, pág. 29-34. 1984.

35.. Mester, E.: "Laser application in promoting of wound healing". Laser in Medicine, vol. 1, Wiley Interscience Publications, 83-96.

36.. Mester Endre et. al.: "The Biomedical Effects of Laser Application". Lasers in Surgery and Medicine. 5, pág. 31-39. 1985.

37.. Miccoli, D., Diamanti, J. y Aprile, N.: La laserterapia Nell'Artrosi D'aca. Laser in Medicine and Surgery, Bologna, 1985.

38.. Milani, L.: "Tratamiento laser en las neuropatías álgicas de los miembros inferiores". Revista Investigación y Clínica Laser. Vol. 11, num. 1, pág. 17-28. 1985.

39.. Molina Soto, J.J. y col.: "Curso Laser Jornadas Monográficas". Sevilla 17-20, Oct. 1985. Ed. C.D.L. 1985.

40.. Molina Soto, J.J., Moller Parera, I.: "El laser en el tratamiento de las enfermedades reumáticas. Aparato Locomotor", C.D.L. num.7, pág. 33-40. 1985.

41.. Molina Soto, J.J., Moller, I.: "Laser en Reumatología". Boletín C.D.L., num. 5, pág. 11-12. 1985.

42.. Montoto y col.: "Cursos Laser Jornadas Monográficas". Boletín C.D.L. Sevilla, 17-20 Octubre, 1985.

43.. Moretti, M.: "Experiments advance laser wound healing". Laser & applications. Vol. 4, num. 5, 78-80. 1985.

44.. Morino, F., Roccia,L., Barletti,P. y Monpedi,C.: Primeras observaciones de laserterapia y periartritis escapulo humeral calcificado. Congreso Mundial de Laserterapia, Turin, 1987, pág. 29-33, Investigación y Clínica laser. Turin. 1988.

45.. Murga Sierra, M. y col.: "Cursos Laser Jornadas Monográficas". Boletín C.D.L. Sevilla, 17-20 Octubre 1985.

46.. Norman Lurch, E. : Fundamentos de la electrónica. 3ra ed. CECSA, México. 1984.

47.. Parodontologia e Stomatologia (nuova). Laser Terapia. Anno XX11, num. 1 - Liguria 1983.

48.. Plaza, J.L., Ramis,F.: "Hemorroides de grado I y II". Investigación y Clínica Laser. Vol. 1, num. 1, 25. 1984.

49.. Poldi, R.,Beltrami, G.F.: "Esperienze sull'utilizzazione del laser del recupero dello sportivo traumatizzato". M.L.R., vol. 1, num. 1, 19-27. 1984.

50.. Popp, F.A.: "Emisión coherente de fotones desde formaciones celulares". Investigación y Clínica Laser, vol. 1, num. 1, 18-23. 1984.

51.. Puente de la Vega y col.: "Uretritis inespecíficas y laser". Investigación y Clínica Laser, vol. 1, num. 2, 33. 1984.

52.. Redureau, D.: "Le Laser applications enphysiotherapie". Maloine, S.A. 1985.

53.. Richard, P., Boulois, J.L.: "La radiación laser della terapia médica". Minerva Médica. Vol. 74, num. 27, pág. 1675-1682. 1983.

54.. Rechand, P.: "Radiaciones Laser de alta potencia en la práctica Médica". Revista Investigación y Clínica Laser. Vol. 1, num. 4, pág. 11-14. 1984.

55.. Richard, P.: "Soft-Laser Terapia, Inflamación y dolor". Revista Investigación y Clínica Laser. Vol. 1, num. 3, pág. 13-20. 1984.

56.. Rodrigo, P., Lerna, E. y Zaragoza, J.R.: "Efectos de la Irradiación Laser sobre el Tiroides. Estudio experimental en la rata blanca". Revista Investigación y Clínica Laser. Vol. II, num. 1, pág. 7-9. 1985.

57.. Salinas Sánchez, I.: "Cursos Laser. Jornadas Monográficas". Boletín C.D.L. Sevilla, 17-20 de Octubre. 1985.

58.. Salinas Sánchez, I. y col.: "Estudio terapéutico del laser en el dolor articular". Boletín C.D.L., num. 2, pág. 9-12. 1985.

59.. Scardigno, A.: "Laser Elementi di Terapia e di Radioprotezione". Marrapere Editore, Roma 1983.

60.. Teich Alasia, S., Magliacani, G.: "La terapia laser nel trattamento delle ustioni". Rev. Minerva Rifflessoterapeutica e laserterapeutica. Vol. 1, num. 2, pág. 87-92. 1984.

61.. Tinstein, A. : Relativity The Special and the General Theory. 15th ed., Crown publishers Inc., N.Y., 1952.

62.. Trelles, M.A.: "Prostatitis crónica abacteriana". Investigación y Clínica Laser. Vol. II, num. 1, pág. 35. 1985.

63.. Trelles, M.A.: "The Biostimulatory effect of the He.Ne. laser Beams far osseous regeneration. Optoelectronics in medicina, proceeding of the 5th International Congress Laser 81. Ed. W. Waidelech Springer-Verlag. Berlin, 153, 163. 1982.

64..Troup,G. : Laseres y Maseres. 2da. ed. Paraninfo, Madrid, 1969.

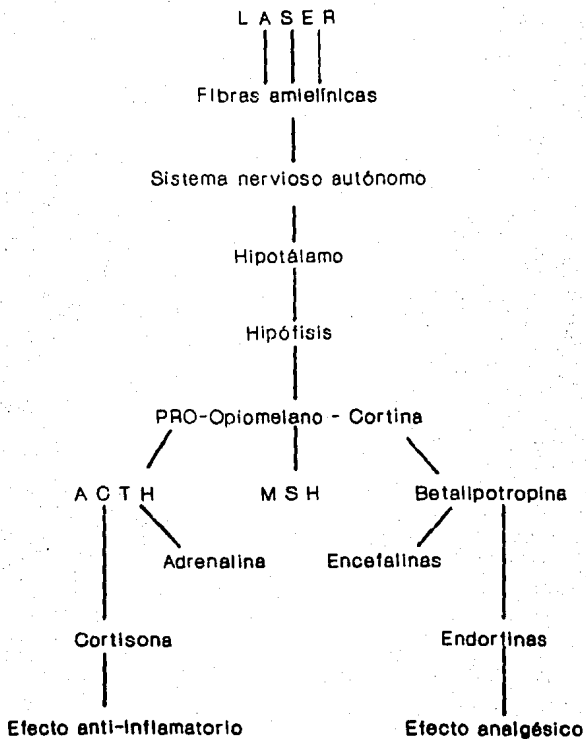
65..Wolbarsht, M.L.: "Laser applications in medicine and biology" Vol. 1, 2,3, Plenum Press. New York. 1977.

66.. Zaragoza Rubira, J.R.: "Curso básico de Laserterapia". Universidad de Valencia. Noviembre de 1985.

67.. Zauner, G.: "Iniciación a la Terapia Laser". Ed. C.D.L. 1984.

A P E N D I C E

ACCION DEL LASER TERAPEUTICO SEGUN ROCCIA



TRAYECTORIA DE LOS EFECTOS DEL LASER

