

Aplicación del láser de baja potencia en dermatología

Silvia García Martínez



booksmedicos.org

**Aplicación
del láser de baja
potencia en dermatología**

booksmedicos.org

**Aplicación
del láser de baja
potencia en dermatología**

Dra. Silvia García Martínez

Máster en Ciencias. Especialista de II Grado en Dermatología

booksmedicos.org



La Habana, 2009

Catalogación Editorial Ciencias Médicas

García Martínez, Silvia

Aplicación del láser de baja potencia en dermatología / Silvia

García Martínez. -La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2009.

44 p. : il., tab.

WO511

1. Terapia por Láser de Baja Intensidad
2. Enfermedades de la Piel / terapia
3. Dosimetría

Edición: Lic. María Emilia Remedios Hernández

Diseño: Ac. Luciano Ortelio Sánchez Núñez

Realización: Téc. Yamilé Hernández Rodríguez

Emplane: Téc. Xiomara Segura Suárez

© Silvia García Martínez, 2009

© Sobre la presente edición:

Editorial Ciencias Médicas, 2009

ISBN 978-959-212-521-6

Editorial Ciencias Médicas

Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas

Calle 23 No. 177 entre N y O. El Vedado, Edificio Soto

Ciudad de La Habana, 10400, Cuba

Correo electrónico: ecimed@infomed.sld.cu

Teléfonos: 838 3375 y 832 5338

A los doctores Adel Hernández y Alina García, Especialistas en Medicina General Integral e Investigadores del Departamento de Láser del CEADEN.

Al Dr. José Luis Martín Gil, Especialista en Medicina Física y Rehabilitación de la Clínica Central “Cira García”.

A la Dirección de la Clínica Central “Cira García”, especialmente a su director, Dr. Ramón Prado Peraza, por su colaboración y apoyo en la realización de este manual.

A todo el colectivo de compañeros trabajadores médicos y no médicos que me han apoyado en esta tarea.

A mi familia, que con mucha paciencia y abnegación ha hecho posible la terminación de este manual.

PREFACIO

El objetivo de este manual de aplicación de laserterapia en dermatología es dar a conocer nuestras experiencias en este tipo de tratamiento físico.

La laserterapia puede aplicarse en muchas afecciones cutáneas y puede ser incorporada en la práctica dermatológica, en las consultas de tratamientos dermatológicos especializados, disponibles en numerosos policlínicos y hospitales de nuestro país. Gracias al desarrollo que ha alcanzado la medicina cubana actualmente, es posible que en breve tiempo se puedan adquirir y poner a la disposición del dermatólogo estos equipos que, de hecho, se están ensamblando en el Centro de Investigación Nuclear (CEADEN).

Con este trabajo queremos contribuir a que los médicos y técnicos que apliquen este tratamiento, especialmente los dermatólogos, puedan adquirir los conceptos fundamentales para llevar a cabo un tratamiento adecuado, por lo que hemos recopilado los conocimientos que creemos pueden ser de interés práctico en el momento de comenzar a trabajar con estos equipos.

Para una mejor comprensión hemos dividido el libro en tres capítulos: el primero está dedicado al concepto del láser y la dosimetría, parte principal y más importante para utilizar la terapia láser correctamente.

En el segundo hemos incluido las contraindicaciones y la sensibilización de esta terapia, así como la confección de las fichas de tratamiento para poder llevar correctamente los datos sobre la aplicación del tratamiento.

El tercero consta de una recopilación bibliográfica de los tratamientos utilizados por los distintos autores y profesionales del láser y de nuestra propia experiencia en afecciones dermatológicas. Para ello hemos realizado unas tablas, donde unimos las opiniones y los criterios en una sola opción extractada.

Por último, queremos subrayar que tanto las dosificaciones como las diferentes técnicas expuestas en este manual práctico sean mejoradas con las nuevas experiencias de aquellos profesionales que puedan utilizarla en la práctica diaria.

La autora

CONTENIDO

Capítulo 1. Láser, dosimetría y técnicas de aplicación/ 1

Concepto y clasificación del láser/ 1

Clasificación de los láseres para su uso y seguridad/ 2

Láseres de baja potencia terapéuticos/ 3

Mecanismos de acción terapéutica del láser de baja intensidad/ 8

Dosimetría en láser/ 15

Densidad de energía del láser/ 18

Técnica de aplicación del puntero láser/ 19

Laserterapia y cosmética/ 23

Algunas dosificaciones de laserterapia en cosmética/ 23

Capítulo 2. Contraindicaciones y fichas de modelo de tratamiento/ 25

Contraindicaciones/ 25

Sensibilización/ 25

Ficha de tratamiento/ 27

Ficha modelo individual/ 27

Capítulo 3. Resultados de la laserterapia en dermatología en la Clínica Central “Cira García”/ 29

Bibliografía/ 33

Anexos/ 37

Capítulo 1

LÁSER, DOSIMETRÍA Y TÉCNICAS DE APLICACIÓN

CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN DEL LÁSER

La palabra láser es una sigla que responde a los vocablos ingleses *light amplification by stimulated emission of radiation*, o sea, luz amplificada por emisión estimulada de radiación. Este fenómeno se basa en principios teóricos postulados por A. Einstein en 1917, a través del cual se obtiene una luz con propiedades específicas, muy diferente a la luz ordinaria y con un alto grado de concentración energética.

El punto de vista actual de los físicos es aceptar el hecho de que la luz parece tener una doble naturaleza. Los fenómenos de propagación de la luz encuentran su mejor explicación dentro de la teoría ondulatoria electromagnética, mientras que la acción mutua entre la luz y la materia, en los procesos de absorción y emisión en un fenómeno corpuscular.

La expresión *luz* se utiliza en un sentido puramente objetivo o físico, ya se haga referencia a ondas electromagnéticas o a fotones. También se usa en sentido fisiológico o subjetivo para referirse a la sensación en la conciencia de un observador humano, cuando llegan a su retina ondas electromagnéticas o fotones.

Un Comité de la *Optical Society of America* ha propuesto una definición que combina los dos aspectos anteriores, objetivos y subjetivos, llamados psicofísicos: "La luz es aquel aspecto de la energía radiante que un observador humano percibe a través de las sensaciones visuales producidas por el estímulo de la retina del ojo".

Sin embargo, existen dispositivos que convierten la energía eléctrica en energía radiante, con longitud de onda muy cercana al espectro visible, ubicada en la zona del infrarrojo de una manera especial.

Esos dispositivos llamados láser (amplificación de la luz por radiación estimulada) tienen diferentes características de las radiaciones lumínicas, entre ellas:

- Monocromaticidad: el láser irradia en una única longitud de onda.
- Direccionalidad: si bien el láser no se dispersa como otras fuentes lumínicas, sino que se propaga en forma de rayos paralelos cuando se usan ópticas adecuadas, el diodo láser de As Ga que se fabrica, genera una pequeña dispersión de esos rayos no paralelos, lo que posibilita el tratamiento de determinadas áreas, si se aleja el puntal de la superficie de la piel.

- Coherencia: las ondas luminosas del láser están en fase entre sí, es decir, tienen el mismo frente de onda, lo que implica un mayor rendimiento lumínico.

Las leyes que rigen los efectos de la radiación láser son:

- Ley del coseno: toda radiación electromagnética que es inducida en los tejidos debe ir perpendicular a este.
- Principio de Lambert: la cantidad de energía que absorben los tejidos está acorde con el daño tisular (necesidades de las células). Si se aporta mayor cantidad de energía que la necesitada por el tejido, aparece dolor entre la tercera y cuarta sesiones de tratamiento, por su recalentamiento.
- Principio de Arnoot-Schultz: no se puede producir reacción o cambios en los tejidos si la energía absorbida es insuficiente para lograr su estimulación.
- Ley de Grothus-Draper: si la energía no se absorbe al nivel tisular se transmite a capas más profundas. Cuanto mayor sea la energía absorbida, menor será la energía transmitida y la penetración.

La radiación es el proceso mediante el cual las diferentes formas de energía viajan a través del espacio. El objetivo de las radiaciones electromagnéticas es aplicar una energía al tejido para que realicen sus funciones vitales normales. Esto solo se produce cuando la energía es absorbida por el tejido.

En cuanto al concepto de las diferentes características de la luz láser, constituyen términos:

Reflejar: retorno de esta onda desde una superficie.

Absorber: energía que estimula un tejido para que realice sus funciones normales.

Refractar: energía que no es absorbida por el tejido y se transmite a tejidos más profundos.

Transmitir: movimiento que puede ser en línea recta después que el tejido la absorbe; puede estar en contacto directo con el tejido o refractarse.

Efecto difusor o scattering: efecto de las ondas electromagnéticas para penetrar en los tejidos y difundirse a través de ellos (Figs. 1.1, 1.2 y 1.3).

CLASIFICACIÓN DE LOS LÁSERES PARA SU USO Y SEGURIDAD

Clase I (láser libre). Se consideran no peligrosos para el organismo todos los láseres invisibles, con una potencia media de salida de 1 mW o menos; láseres de As Ga con una longitud de onda entre 820 y 910 nm.

Clase II (láser de baja potencia). Son peligrosos solo si se mantiene la mirada fija sobre la fuente. Incluye los láseres He Ne (visibles), con una potencia media de salida de hasta 5 mW.

Clase III (láser de riesgo moderado). Son aquellos que pueden provocar lesión en la retina durante el tiempo normal de reacción. Tanto el paciente como

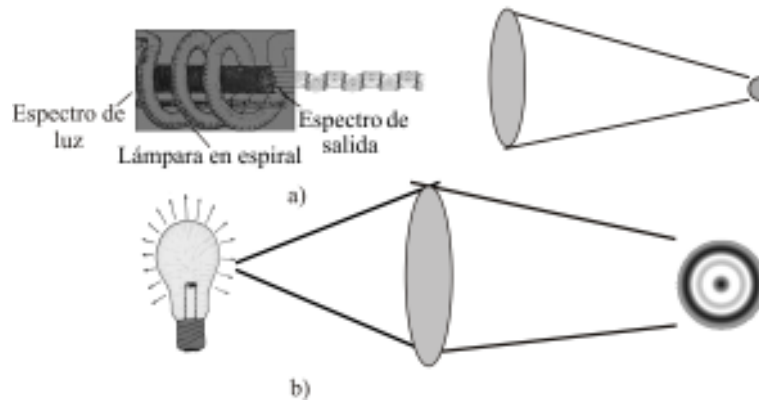


Fig 1.1: a) El rayo láser es coherente, monocromático (una sola longitud de onda) con escasa divergencia y brillantez; b) A diferencia de la anterior, esta otra luz es policromática, incoherente y presenta una divergencia de 360°.

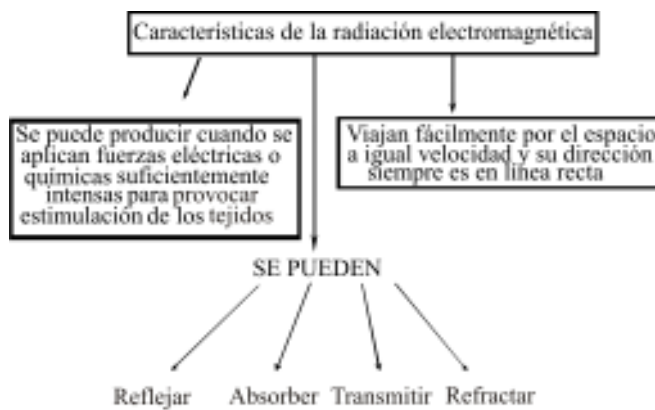


Fig. 1.2. Características de la radiación electromagnética.

el operador deben utilizar gafas protectoras. Incluye los láseres de potencia media de salida entre 5 y 50 mW.

Clase IV (láser de alta potencia). Presentan un riesgo elevado de lesión; pueden producir combustión de materiales, inflamación, reflexión difusa con daños en los ojos y la piel por exposición directa.

LÁSERES DE BAJA POTENCIA TERAPÉUTICOS

Los diversos tipos de láseres se clasifican en 2 grandes grupos:

- De baja densidad de potencia o LLLT.
- De alta densidad de potencia o quirúrgicos.

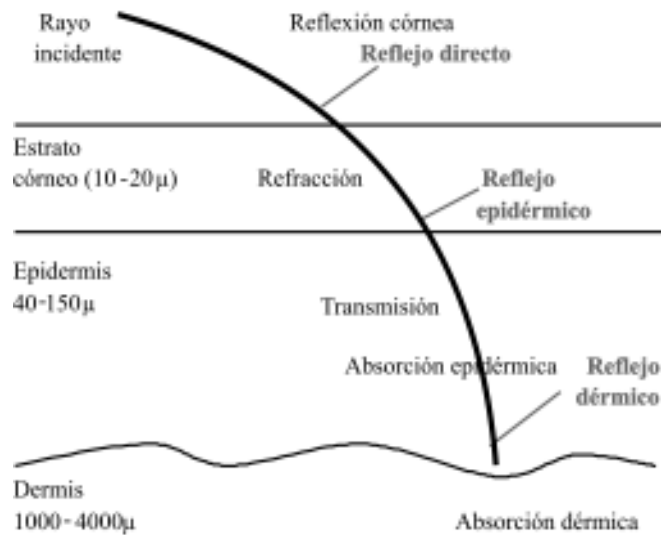


Fig. 1.3. Espectro de penetración de la luz láser.

Los láseres de baja densidad de potencia se pueden dividir en:

- Láseres de baja potencia terapéuticos (LBPT) o médicos.
- Láseres de baja potencia para diagnóstico.

Según su potencia, los láseres más usados en medicina se clasifican en:

- Potencia de salida:
 - Baja potencia: < 2 mW (terapéuticos).
 - Media potencia: 5 y 100 mW (terapéuticos).
 - Alta potencia: > 100 mW (láseres quirúrgicos).
- Medio activo:
 - Sólidos: As Ga (diodos láser).
 - Líquidos.
 - Gaseosos: He Ne (helio-neón).
- Tipo de emisión:
 - Continua: He Ne.

Los láseres de baja potencia terapéuticos son aquellos que no atentan contra la vida celular, estos se construyen en equipos pequeños y de fácil transportación.

Tienen un efecto analgésico, antiinflamatorio y bioestimulante mediante un incremento del trofismo celular y de la microcirculación local, lo que acelera la velocidad de cicatrización de las heridas, así como la reducción del edema y de

la inflamación posoperatoria. Se aplican principalmente en lesiones aftosas y herpéticas, neuralgia del trigémino, disfunción de la articulación temporomandibular (ATM), parálisis facial, lesiones periapicales, bioestimulación ósea, etc.

Los láseres más usados con fines terapéuticos son:

- Láser HeNe: láser atómico que puede generar varias longitudes de ondas, pero la más usada es 632,8 nm (rojo). Está compuesto por 2 gases nobles, con predominio del helio (90 %) frente al neón (10 %).
- Láser semiconductor: aquellas sustancias que sin ser aislantes poseen conductividad menor que los metales AsGa (arseniuro de galio); rango de luz visible de 630 a 810 nm.

La luz láser emitida por el dispositivo HeNe en el rojo visible posee una longitud de onda $\lambda = 632,8$ nm. Su radiación es continua y penetra como máximo hasta más o menos 7 mm de espesor, a partir de la epidermis. Se utiliza para toda clase de problemas dérmicos por su efecto antiinflamatorio y como laserpuntura. También posee acción analgésica, pero por su poca profundidad de penetración se limita a daños superficiales, puntos de acupuntura y/o puntos *triggers*.

La luz infrarroja comprende una sola frecuencia, que depende normalmente de los elementos activos del semiconductor (una longitud de onda de 904 nm). Esta supera las barreras cutánea y subcutánea, y penetra hasta más o menos 35 mm; su emisión es pulsátil y emite picos de alta potencia en fracciones de segundos.

Sus indicaciones se orientan hacia problemas más profundos de tipo analgésico o antiinflamatorio y se utiliza en puntos de acupuntura. Tiene el inconveniente que, a diferencia de la casi perfecta direccionalidad del láser rojo, posee un determinado ángulo de dispersión (entre 9 y 15°).

Es necesario que se cumplan las medidas de seguridad para el uso de los láseres, con el fin de obtener resultados deseados sin daños para el operario ni el paciente (Fig. 1.4).

Existen equipos láser de producción nacional con las características generales de todos los láseres de baja potencia, estos se utilizan durante la práctica diaria en la Clínica Central "Cira García", así como en las diferentes unidades asistenciales, policlínicos y departamentos de fisioterapia de los hospitales de todo el país.

Entre los láseres de baja potencia se encuentran los de Ga Al As, Ga As y He Ne.



a)



b)



c)

Fig. 1.4. Diferentes equipos láser de producción nacional: a) Fisser; b) Rojo; c) Fisser III.

Especificidades de los equipos láseres cubanos:

LASERMED 401 (diodo semiconductor): infrarrojo. Abarca todos los campos de la medicina:

- Tipo de láser: Ga As.
- Clase: III.
- Longitud de onda: 904 nm (infrarrojo).
- Potencia media máxima de salida: 7,0 mw.
- Duración del impulso: 200 ns.
- Modo de emisión: pulsado.
- *Spot* de salida: 0,031 cm².

FISSER 21. Unidad de control diodo de láser:

- Tipo de láser: Al Ga As.
- Clase: III B, según CIE 825.
- Longitud de onda: 650 nm (rojo) y 780 nm (infrarrojo).
- Potencia máxima de salida: 20,40 mw.
- Modo de emisión: continuo.
- Tiempo programable: 1 s 19:59 min. Pasos 1-s

LASERMED 830 DL (diodo semiconductor):

- Tipo de láser: Al Ga As.
- Clase: III.
- Longitud de onda: 830 nm (infrarrojo).
- Potencia máxima de salida: 30 mw.
- Modo de emisión: continuo.

FISSER 25. Equipo portátil que se utiliza para la fisioterapia:

- Tipo de láser: diodo semiconductor.
- Clase: III B (según CEI - 825).
- Longitud de onda: 650 nm.
- Potencia máxima de salida: 20 mw.
- Modo de emisión: continuo.
- *Spot* de salida: 0,0078 cm².

FISSER III:

- Tipo de láser: He Ne.
- Clase: III.
- Longitud de onda: 632,8 nm (rojo).
- Potencia máxima de salida: 25 mw.
- Modo de emisión: continuo.
- *Spot* de salida: 0,126 cm².

FISSER FS-205. Aplicación en salud humana, animal o vegetal. Calcula la dosis de energía aplicada automáticamente y el teclado es de fácil manipulación. Utiliza un microcontrolador de gran confiabilidad y prestación:

- Tipo de láser: semiconductor.
- Tiempo de tratamiento: desde 1 s hasta 20 min.
- Señalización: pantalla alfanumérica.
- Frecuencia modulada: 1 a 100 HZ.

MECANISMOS DE ACCIÓN TERAPÉUTICA DEL LÁSER DE BAJA INTENSIDAD

La acción biológica del láser depende de su longitud de onda, intensidad de radiación, energía total de acción y de la capacidad óptica de los tejidos irradiados.

La baja intensidad de radiación de los láseres semiconductores presenta una gran actividad bioestimuladora, como resultado de un amplio espectro de reacciones foto físicas y foto químicas (Fig. 1.5).

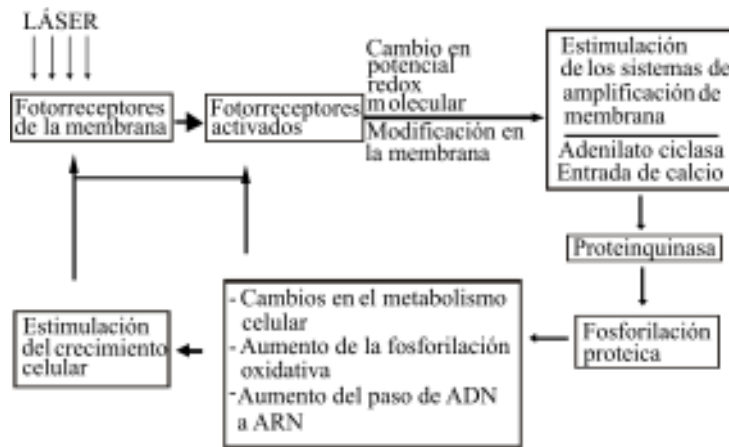


Fig. 1.5. Acción terapéutica del láser.

Se considera que la radiación láser es absorbida por las moléculas fotocromicas sensibles a la acción de la luz, luego de lo cual los fotocromos pasan a un estado cualitativo nuevo de activación. Esta energía la transmiten a otros fotocromos que no tienen tropismo a la luz, con lo cual inducen a cambios en las estructuras de los biopolímeros, membranas y otros complejos supramoleculares, y activan los principales fermentos del metabolismo intracelular,

básicamente los fermentos del metabolismo energético de la célula, por ejemplo, la glucosa-6-fosfatasa, ATP-asa, adenilatociclase, etc.), fermentos de la cadena respiratoria (citocromoxidasa y citocromos, así como el oxígeno, hemoglobina, radicales oxigenados, lípidos y proteínas de transporte). La activación de los fermentos lleva al aumento de ATP en las células y de los procesos de biosíntesis, así como a la estimulación de la mitosis y al incremento en la velocidad de reparación y duplicación del material genético de la célula.

En diferentes investigaciones se ha comprobado que el efecto de estimulación depende del estado funcional del tejido biológico. Particularmente se ha demostrado que el método de tratamiento ofrecido es muy efectivo en los estados de bajo nivel funcional de los tejidos, como en los diferentes casos degenerativos y distróficos de algunas afecciones.

Debido a la poca energía cuántica de la radiación del láser infrarrojo se presenta un efecto fotoquímico, que lleva a los componentes críticos de las moléculas a un nuevo estado de configuración y con otra capacidad de reacción.

Las fuertes interacciones que configuran la estructura de las cadenas de los polímeros no se destruyen, así se explica la ausencia de acción negativa para el organismo en la terapia de láser de las diferentes enfermedades, es decir, la presencia de una gran franja de acción terapéutica.

En el mecanismo de la bioestimulación desempeña una función importante la influencia de la radiación láser en los campos electromagnéticos y en los iones libres de las estructuras biológicas. La estimulación de los procesos regenerativos, bajo la acción del láser en general, radica en la disminución de la fase inflamatoria y una intensificación de los procesos regenerativos. Hay un cambio temporal en los procesos que conforman esta fase: reacción vascular y actividad de los macrófagos, desarrollo del tejido epitelial y restauración de la especificación orgánica.

La acción del láser de poca intensidad en la superficie de los tejidos afectados trae como consecuencia una disminución de los edemas intersticial e intracelular, lo que se acompaña de una disminución del síntoma del dolor, aumento de la velocidad en la mitosis celular, aceleración del crecimiento y diferenciación de los tejidos.

Por lo expresado anteriormente, la radiación con láser de poca intensidad de potencia produce una complicada y diversificada acción en el tejido biológico. Para una mejor comprensión, los efectos clínicos del láser se pueden agrupar de la manera siguiente:

- Como resultado de la disminución de la sensibilidad receptiva, del edema intersticial y de la tensión de los tejidos, se presenta su *efecto analgésico*.
- La disminución de la inflamación y los edemas de los tejidos da como resultado un *efecto antiinflamatorio y antiedémico*.

- La aceleración de la velocidad de la circulación sanguínea y el aumento de la formación de las colaterales, estimulan la microcirculación, lo que acompañado de la *aceleración de las reacciones metabólicas y mitóticas de las células permite el proceso de reparación regenerativa fisiológica*.
- Muchos autores han comprobado el *efecto desensibilizador*, aumento de los factores locales y generales de la defensa inmunológica y del sistema antioxidante.

Los efectos biológicos de la aplicación de la energía láser se agrupan en:

Efectos primarios o locales: se producen al nivel de la célula, dentro de las mitocondrias; en sus estructuras respiratorias (citocromos) es donde se absorbe la luz para aportar más energía al ciclo de Krebs (150 % de energía). Todos los oligoelementos son fotorreceptores:

- Bioeléctricos.
- Bioenergéticos.
- Bioquímicos.

Las acciones bioquímicas más importantes son el aumento del AMPc, que favorece el paso de ADP a ATP, al nivel de la mitocondria, e incrementa la velocidad de síntesis de ADN y ARN con la formación de neuropéptidos, lo cual modula la transmisión del estímulo doloroso al actuar sobre la sustancia P.

Interfiere en la síntesis de prostaglandinas y favorece la formación de prostaciclina (inhibe el paso de prostaglandinas 1 a prostaglandinas 2).

Aumento de la actividad del succinato deshidrogenasa y lactatos (metabolitos de desecho) y los fibroblastos, lo que estimula la formación del colágeno y del metabolismo celular, y provoca cambios en el perfil inmunológico: apertura del esfínter precapilar, donde viajan los linfocitos T2 y T4, así como los leucocitos.

Efectos indirectos y/o distancia:

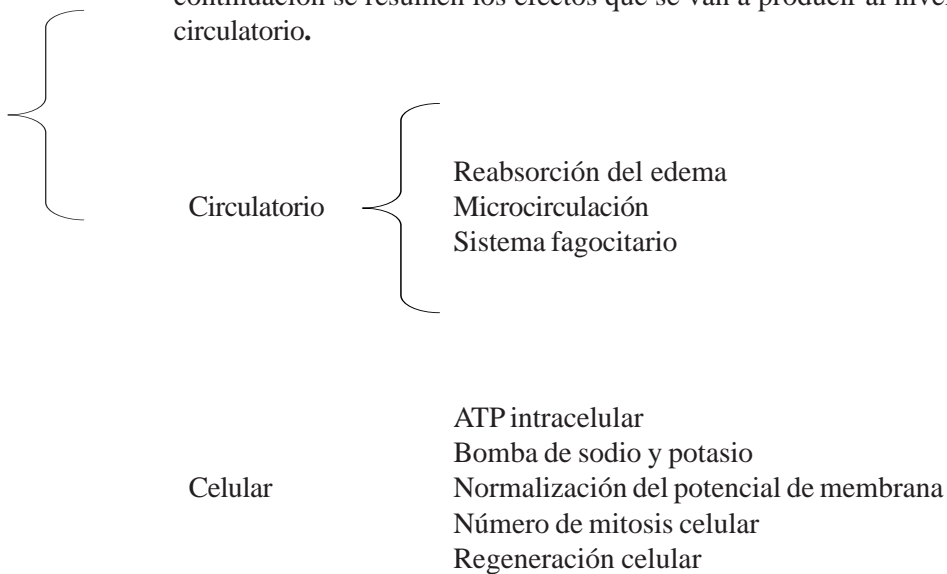
- Estimulan la microcirculación. El láser actúa a través de mediadores químicos (histamina) para provocar una vasodilatación local, lo que favorece el aporte de nutrientes y oxígeno a la zona dañada (actúa como un biomodulador o normalizante celular) (Fig. 1.6).
- Estimulan el trofismo celular. Existe regeneración del tejido de granulación en heridas y úlceras, regeneración de fibras nerviosas, neoformación de vasos sanguíneos, tejido óseo y activación del bulbo piloso.
- Aumento de la capacidad defensiva. Se incrementa la capacidad defensiva (fagocitaria) de linfocitos y macrófagos.

Efectos terapéuticos:

- *Antiinflamatorio*. Existe un incremento de la fosforilación oxidativa mitocondrial, con el consiguiente aumento de la síntesis de ATP, entre la 3ra. y 5ta. sesiones de tratamiento. Va a normalizar la microcirculación, favorece

la vasodilatación capilar y acelera la regeneración de vasos linfáticos, aumentando el drenaje de la zona inflamada. Favorece la fibrinólisis, ya que interactúa sobre procesos de tabicación, por consiguiente hay una estimulación de las defensas humorales (producción de linfocitos T y B) y la actividad fagocitaria de los macrófagos.

- *Analgésicos.* Estos efectos pueden durar de 18 a 24 h. Se estimula la producción de prostaciclina, que evitan la conducción del estímulo doloroso. Interfiere en el mensaje eléctrico a nivel local e inhibe la transmisión del estímulo doloroso. Equilibra el potencial de membrana en reposo, basado en lo anterior. Estimula la formación de encefalinas y endorfinas y la posible interacción de estas con la sustancia P (proteína de los tejidos), con el consiguiente estímulo de los receptores antidolorosos morfínicos. Actúa sobre las fibras gruesas táctiles, buscando el aumento del umbral doloroso, y bloquea las fibras finas de conducción rápida y cuando el dolor se acompaña de inflamación local con estímulo de la microcirculación.
- *Efecto bioestimulante y trófico.* Hay un aumento del índice de mitosis celular. Activa la síntesis proteica y por lo tanto la función celular. Activa los fibroblastos y la formación de fibras del colágeno, con la consiguiente estimulación de los procesos de epitelización, tanto en la piel como en otros tejidos.
- *Efectos fotobiológicos en profundidad.* En el esquema que se presenta a continuación se resumen los efectos que se van a producir al nivel celular y circulatorio.



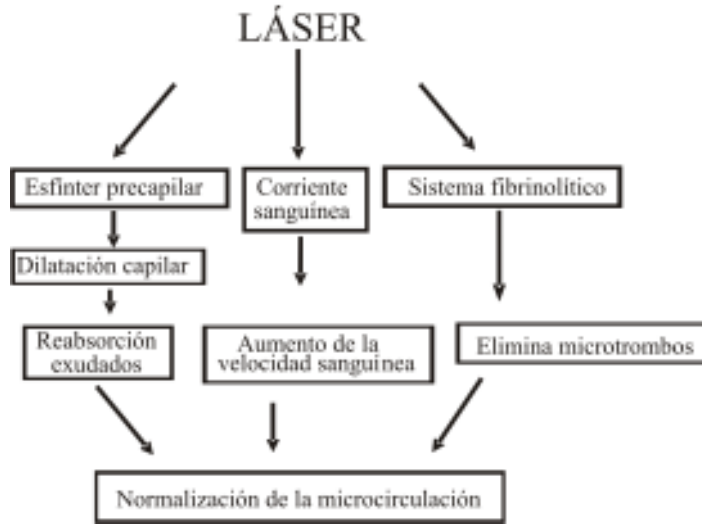


Fig. 1.6. Acción del láser en la microcirculación.

Los mecanismos de cicatrización por láser se producen por aumento y estímulo sobre las estructuras de la piel, con alteraciones en los niveles celular y tisular, lo que da lugar a:

- Liberación de sustancias vasoactivas.
- Aumento de la microcirculación local.
- Aumento de la síntesis de ATP.
- Aumento del índice de mitosis celular.
- Estímulo de la producción de colágeno.
- Conversión de fibroblastos en miofibroblastos.

Las moléculas fotorreceptoras, o sea, moléculas “diana” de la radiación láser de los tejidos animales superiores, se localizan en diferentes partes de las células. Esto facilita la absorción de la radiación láser.

A continuación se relacionan las *moléculas fotorreceptoras en tejidos de animales superiores*, que se pueden localizar al nivel celular:

Moléculas	Localización celular
Rodopsina	Membrana plasmática
Hemoproteínas	Citoplasma
Flavoproteínas	Membrana plasmática-mitocondria
Cuproproteínas	Citoplasma-mitocondria
Citocromoxidasa	Mitocondria
Catalasa	Citoplasma-mitocondria

La terapia con láser incrementa la multiplicación celular y provoca cambios a ese nivel, así como en la mitocondria y la fibra colágena, lo que da lugar a la reparación de los tejidos dañados. Para comprender todo ello, es importante que se entienda cómo penetra y se refleja en los tejidos el rayo láser. La radiación láser sufre una dispersión que se acrecienta a medida que atraviesa el tejido, con la consiguiente pérdida de energía (Fig. 1.7).



Fig. 1.7. Efecto regenerador tisular del láser.

Esa dispersión se produce por las reflexiones del haz en las distintas partes constitutivas de las células. La pérdida de energía debe compensarse con un mayor tiempo de aplicación, si se quieren tener efectos apreciables a grandes profundidades.

La investigación de diferentes autores ha confirmado que la acción en los órganos de la visión con el láser de baja intensidad produce un significativo aumento (hasta un 30 %) de la circulación sanguínea, lo que demuestra que el fotoestímulo láser aumenta la sensibilidad de la capacidad de reacción a la luz de la retina, al observarse un incremento de la amplitud de onda en el electroretinograma (Fig. 1.8).

Entre los mecanismos hipotéticos que se han formulado al nivel biológico sobre la acción directa del láser en las células, la estimulación de los fotorreceptores de membrana, una vez activados, van a producir cambios en los mecanismos de oxidorreducción al nivel mitocondrial y modificar las estructuras de la membrana, lo que da lugar a cambios en el ciclo de Krebs que llevan al crecimiento celular (Fig.1.9).

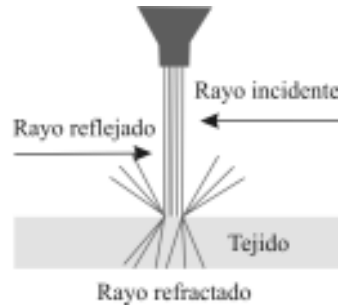


Fig. 1.8. Penetración del rayo láser.

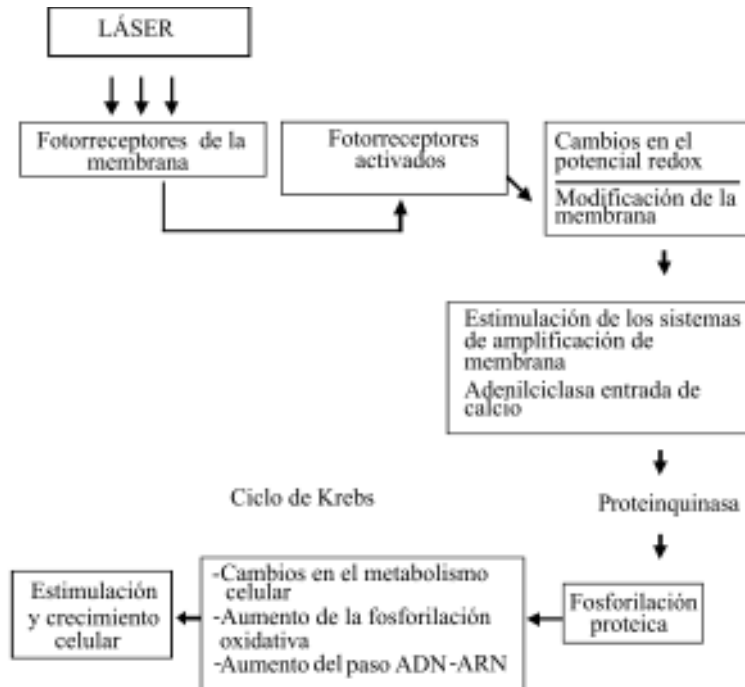


Fig. 1.9. Mecanismo hipotético de la acción biológica del láser de baja potencia.

DOSIMETRÍA EN LÁSER

La cantidad de energía suministrada a los tejidos, de acuerdo con las especificaciones preestablecidas, se conoce como *dosimetría* y es lo que permite al terapeuta conocer en forma precisa qué es lo que se aplica al paciente y cuál es la eficacia obtenida. A continuación se señalan las diferentes densidades de energía utilizadas para lograr los efectos antiinflamatorio, eutrófico, circulatorio y antiálgico.

- Efecto antiinflamatorio:
 - Agudos y subagudos: 1 a 6 J/cm².
 - Crónicos: 4 a 8 J/cm².
- Efecto eutrófico: 3 a 6 J/cm².
- Efecto circulatorio: 1 a 3 J/cm².
- Efecto antiálgico: 2 a 4 J/cm².

Se debe tener en cuenta que estos valores son referenciales, por tanto, el especialista será el que determina, para cada paciente, la dosis correcta a utilizar. Sin entrar en la física de la emisión láser, se puede afirmar que los dispositivos generadores de láser (empleados en fisioterapia), son elementos semiconductores que producen una emisión de este tipo cuando se les aplica un impulso de corriente de alta intensidad (20 A o más, según el dispositivo) y de muy corta duración (200 ns o menos). Este impulso de corriente provoca un impulso de energía lumínica de la misma duración.

Si fuera un solo pulso el que actuara, la potencia media irradiada sería muy baja, es por ello que se repite en forma periódica la aplicación de impulsos de corriente, con la consiguiente generación de impulsos lumínicos. Este aumento en la repetición de los impulsos tiene un máximo, debido al aumento de la temperatura interna del dispositivo (esto no se refleja exteriormente).

La máxima frecuencia (repetición de impulsos) para el diodo de As Ga utilizado en la mayoría de los equipos actuales es de 5 KHz (5 000 impulsos por segundo de tiempo). Una tasa mayor deterioraría físicamente al elemento generador. Dado que la tecnología produce continuamente elementos nuevos, es de esperar que en la próxima generación de equipos se utilicen diferentes combinaciones de elementos para producir láseres más potentes y económicos.

Si el tiempo en que el láser conduce lo llamamos τ , y al intervalo entre pulsos T, es evidente que la energía media irradiada será mayor, cuanto más cerca estén los impulsos entre sí (T menor) (Fig. 1.10).

Por ejemplo, si encendiéramos una lámpara durante 1 s y la dejáramos apagada 10, la sensación lumínica sería pobre y probablemente no llegaríamos a percibir algo. Por el contrario, y en el caso totalmente opuesto, si la dejáramos encendida los 10 s, la iluminación sería total.

Situándonos en casos intermedios podríamos prender y apagar cada segundo, con lo cual la energía lumínica tomaría también un valor intermedio que sería función del ciclo de actividad desarrollado ($\delta = \tau/T$).

Lo mismo ocurre con el láser: al disminuir el intervalo entre pulsos, la potencia irradiada será mayor. Disminuir el intervalo significa aumentar la frecuencia con la que se producen los pulsos.

La potencia luminosa irradiada por el láser (en el momento en que está irradiando) se denomina potencia pico. La potencia eléctrica entregada al diodo en ese instante puede llegar a 100 W en algunos puntales.

Por las características de los diodos de As Ga actuales, la duración τ de conducción debe ser de 200 ns como máximo. Este tiempo es fijo y no tiene sentido reducirlo. Tampoco se puede aumentar, ya que el elemento semiconductor fue diseñado con esas características.

Por consiguiente, la potencia media es:

$$\text{Pot.}_{\text{media}} = \text{Pot.}_{\text{pico}} \times \delta = \text{Pot.}_{\text{pico}} \times \tau/T$$

Dado que $T = 1/f$, donde f = frecuencia de repetición de los impulsos

Para una frecuencia = 5 000 Hz o 5 000 ciclos/s (este es el valor máximo permitido para este caso)

$$\text{Pot.}_{\text{media}} = \text{Pot.}_{\text{pico}} \times \tau \times f = 100 \text{ W} \times 0,000,000,2 \text{ s} \times 5 \text{ 000 c/s} = 0,1 \text{ W} = 100 \text{ mW}$$

Es decir, la potencia media es directamente proporcional a la frecuencia de repetición de los impulsos. Si la frecuencia disminuye, también disminuirá la potencia media, en una frecuencia de 1 KHz correspondiente a 1000 ciclos/s.

$$\text{Pot.}_{\text{media}} = \text{Pot.}_{\text{pico}} \times \tau \times f = 100 \text{ W} \times 0,000,000,2 \text{ s} \times 1000 \text{ c/s} = 0,1 \text{ W} = 20 \text{ mW}$$

Los diodos láser empleados en la mayoría de los puntales actuales producen los flujos luminosos, en función del elemento semiconductor del As Ga usado (Tabla).

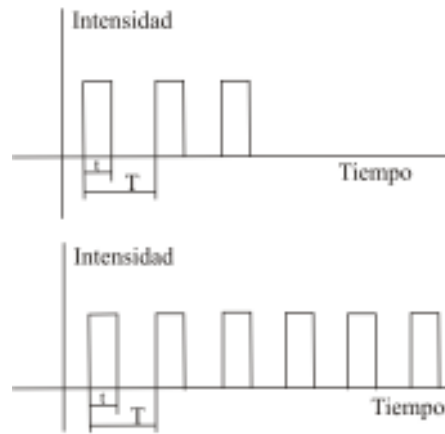


Fig. 1.10. Intensidad de energía según tiempo.

Tabla

Número del tipo	Amperes	Watts
SC 221A	10	9
SC 222A	10	9
SC 223A	25	18
SC 224A	25	18
SC 225A	40	27
SC 227A	40	27
SC 229A	75	45
SC 2210A	75	46
SC 2212A	100	72

En tipo de dispositivo (*type*) se indica el nombre del elemento semiconductor (este elemento es el diodo emisor láser, que va colocado en el puntal de aplicación). En la columna de la derecha se indica la máxima salida de pico que puede producir el elemento semiconductor.

Así, un diodo SG2007A puede producir una potencia de pico máxima de 27 W de flujo radiante de salida.

A una frecuencia de 5 KHz (5 000 c/s), la potencia media máxima sería:

$$\text{Pot.}_{\text{media}} = \text{Pot.}_{\text{pico}} \times \tau \times f = 27 \text{ W} \times 0,000,000,2 \text{ s} \times 5 \text{ 000 c/s} = 0,027 \text{ W} = 27 \text{ mW}$$

A una frecuencia de 50 c/s:

$$\text{Pot.}_{\text{media}} = \text{Pot.}_{\text{pico}} \times \tau \times f = 27 \text{ W} \times 0,000,000,2 \text{ s} \times 50 \text{ c/s} = 0,00027 \text{ W} = 270 \mu\text{W}$$

La cantidad de energía aportada a un sistema dependerá del tiempo transcurrido, por consiguiente, a mayor tiempo, mayor es la energía puesta en juego.

$$E = \text{Pot.}_{\text{media}} \times t$$

E = Energía (en joules)

Pot._{media} = Potencia media (en watts)

t = tiempo (en segundos)

Para los ejemplos anteriores y suponiendo un tiempo de 300 s (5 min), la energía puesta en juego será:

$$f = 5 \text{ KHz}$$

$$E = 0,027 \text{ W} \times 300 \text{ s} = 8,1 \text{ J}$$

Si el tiempo transcurrido fuese de 30 min (1800 s)

$$E = 0,027 \text{ W} \times 1800 \text{ s} = 48,6 \text{ J}$$

DENSIDAD DE ENERGÍA DEL LÁSER

Se define como densidad de energía a la energía aplicada por unidad de superficie:

$$D = E/S$$

$$D = \text{Pot.}_{\text{media}} \times t/S$$

$$S = \text{Superficie de irradiación (cm}^2\text{)}$$

Dada una determinada energía irradiada, se puede calcular la densidad de energía si se conoce la superficie de irradiación.

Para un puntal común con un elemento de AsGa, SG2007A como emisor láser, la superficie irradiada es de 0,046 cm² sobre el elemento semiconductor (con el puntal apoyado sobre la piel). La densidad de energía en este caso es, para un tiempo de 1 s:

$$D = 0,027 \text{ W} \times 1 \text{ s} / 0,046 \text{ cm}^2 = 0,587 \text{ J/cm}^2/\text{s}$$

Esta demostración es teórica y siempre y cuando no exista movimiento alguno de la zona a tratar ni del puntal. En general, los fabricantes de equipos consideran una superficie promedio de 0,1 cm² como la superficie irradiada que produce un puntal apoyado sobre la piel. En este caso la densidad de energía es para el mismo caso anterior:

$$D = 0,027 \text{ W} \times t \text{ (s)} / 0,1 \text{ cm}^2 = 0,270 \text{ J/cm}^2.$$

En la figura 1.11 se puede observar qué ocurre cuando alejamos el puntal a la distancia de 3 cm, con un ángulo de continuación de 10°. En este caso tenemos que calcular primero cuál sería el radio del círculo formado por el cono de continuación. Se observa que el lado opuesto al punto emisor es:

$$r = 3 \text{ cm} \times \text{tg } 5^\circ = 0,26 \text{ cm}$$

Por lo que la superficie de un círculo de 0,26 cm de radio es:

$$S = \Pi \times r^2/2 = 3,14 \times (0,26 \text{ cm})^2/2 = 0,1 \text{ cm}^2$$

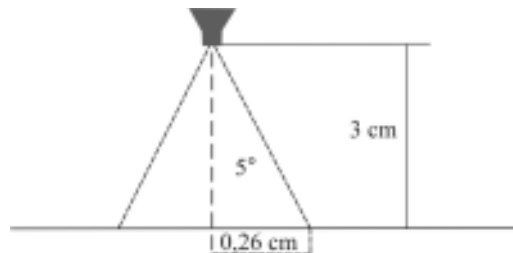


Fig. 1.11. Penetración del rayo láser en el tejido.

A continuación se muestran algunos ejemplos de tratamiento.

1. Calcular el tiempo necesario para tratar un dolor neurálgico en una zona de 20 cm², teniendo en cuenta que la densidad de energía a utilizar es de $D = 4 \text{ J/cm}^2$.

El tiempo necesario para obtener una densidad de energía de 4 J/cm² sobre una superficie de 0,1 cm² se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$E = \text{Pot.}_{\text{media}} \times t$$

$$D = \text{Pot.}_{\text{media}} \times t/S$$

$$t = D \times S/\text{Pot.}_{\text{media}} = 4 \text{ J/cm}^2 \times 0,1 \text{ cm}^2/0,027 \text{ W} = 14,8 \text{ s} \approx 15 \text{ s}$$

Esto se va a interpretar de la manera siguiente:

Para lograr una densidad de energía de 4 J/cm² en un punto de 0,1 cm² de superficie debe irradiarse dicho punto con una potencia media de 0,027 W (27 mW) durante un tiempo de 15 s.

Si la potencia media fuese de 10 mW, en lugar de los 27 mW empleados anteriormente, para lograr la misma densidad de energía debería utilizarse un tiempo de:

$$t = D \times S/\text{Pot.}_{\text{media}} = 4 \text{ J/cm}^2 \times 0,1 \text{ cm}^2/0,010 \text{ W} = 40 \text{ s}$$

Como segundo paso se tendría que calcular cuál es la frecuencia de repetición (encendido del láser) de la pulsación láser:

$$\text{Pot.}_{\text{media}} = \text{Pot.}_{\text{pico}} \times t \times f$$

Considerando el SG2007A del ejemplo, si bien en este caso se utiliza un elemento en particular, el terapeuta solo necesita saber cuál es la potencia pico que es capaz de proporcionar su puntal o, en su defecto, la $\text{Pot.}_{\text{media}}$, con lo cual no es necesario realizar el cálculo que sigue a continuación:

$f = \text{Pot.}_{\text{media}}/(\text{Pot.}_{\text{pico}} \times t) = 0,01 \text{ W}/(27 \text{ W} \times 200 \text{ ns}) = 1851 \text{ Hz}$ (veces que se enciende y se apaga el láser)

Si quisiéramos una $\text{Pot.}_{\text{media}}$ de 20 mW (0,02 W), la frecuencia debería ser:

$f = \text{Pot.}_{\text{media}}/(\text{Pot.}_{\text{pico}} \times t) = 0,02 \text{ W}/(27 \text{ W} \times 200 \text{ ns}) = 3703 \text{ Hz}$ (veces que se enciende y se apaga el láser)

Si el emisor láser tuviera una potencia pico = 20 W, la frecuencia sería:

$f = \text{Pot.}_{\text{media}}/(\text{Pot.}_{\text{pico}} \times t) = 0,02 \text{ W}/(20 \text{ W} \times 200 \text{ ns}) = 5000 \text{ Hz}$ (veces que se enciende y se apaga el láser)

TÉCNICA DE APLICACIÓN DEL PUNTERO LÁSER

La irradiación puntual es la que aporta mayor densidad de energía, sin embargo, cuando es necesario irradiar grandes zonas se realiza un cuadrículado de

la superficie a tratar, aplicando la radiación láser en cada cruce de las líneas de la cuadrícula.

Otra forma común de aplicación es el pincelado o barrido de una determinada superficie en forma lenta. Esta técnica se utiliza como terapia secundaria en el herpes zoster.

Si alejamos el puntal emisor de la zona a tratar, aumenta el área irradiada por la divergencia del haz láser, pero disminuye la energía irradiada por unidad de superficie. (hay que tener en cuenta que esa divergencia es muy pequeña), con el aumento de la dificultad de realizar una dosificación correcta.

A continuación se exponen los tres tipos de tratamiento y sus características.

Tratamiento puntual. Es el tipo de aplicación del haz láser sobre puntos anatómicos y aleatorios de la zona lesionada. En el caso del helio-neón se puede efectuar a distancia de 2 cm de la superficie cutánea y directamente desde el equipo (Fig. 1.12 a).

En el caso del infrarrojo (IR) el tratamiento se efectuará siempre con el puntal contactando con la lesión, debido a que el diodo posee una divergencia natural, presente al alejarlo del punto a tratar (Fig. 1.12 b).

El tratamiento con el equipo de FISSER de brazo amplio se hará a distancia de la lesión (Fig. 12 c).

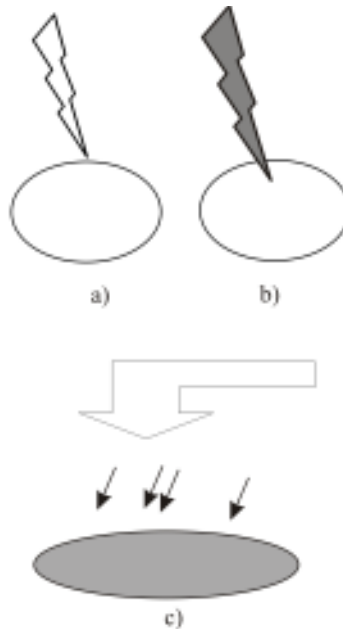


Fig. 1.12. Técnicas de aplicación del láser.

Tratamiento de una úlcera. Supongamos que tenemos una úlcera de decúbito de una extensión de unos 5 cm², de zona lesionada. Al no ser una zona anatómicamente definida, empleamos entonces el criterio de *repuntos del tratamiento aleatorio*.

Hacemos la aplicación en puntos distribuidos por los bordes de la úlcera y en el fondo de esta. La distancia entre punto y punto puede ser de 1 a 2 cm (Fig. 1.13).

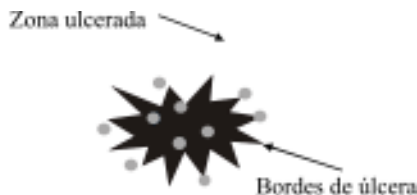


Fig. 1.13. Tratamiento zonal.

Tratamiento zonal. Por lo general, en este caso se emplea una lente divergente fija, o bien, separada del enfermo para conseguir una mayor superficie, ampliando el *spot* primario al tamaño deseado de 1 a 3,5 cm.

Con este sistema el depósito de energía es muy bajo, pues para conseguir altas densidades de energía necesitaríamos mantener la emisión durante un período largo, recordando que este último está en función de la potencia, densidad de energía y superficie a tratar.

Se aplican generalmente de 10 a 15 min (una vez finalizado el tratamiento puntual previo), porque así la densidad de energía depositada con este último se distribuye mejor, a la vez que procura una mejor absorción. Los tratamientos zonales no son totalmente imprescindibles, aunque sí recomendables como tratamientos complementarios.

El mismo efecto de las lentes se consigue con los barridos o escáneres automáticos, teniendo en cuenta que trabajamos con movimiento y *ampliando la zona*, es menor la densidad de energía que vamos a depositar en el mismo espacio de tiempo.

Hoy día no se recomienda el tratamiento de barrido en los pacientes con acné, si no se ha efectuado anteriormente un tratamiento puntual.

A continuación se resumen los diferentes aspectos a tener en cuenta al aplicar el tratamiento:

1. Se va a establecer la densidad de energía necesaria, en función de la enfermedad y el efecto terapéutico.
2. Se elige una potencia media. Como práctica se podría elegir siempre la misma potencia media. Se recomienda usar la potencia máxima de salida de su

aparato láser, por ejemplo, 20 mW en el láser rojo ($\lambda = 650 \text{ nm}$) del FISSER 21.

3. Se calcula cuál es el tiempo de duración de la aplicación por puntos para la potencia media elegida.
4. En los equipos que usan puntales con emisores láser de diferentes potencias se debe calcular la frecuencia a la cual deben operar para obtener la potencia media requerida.
5. Es importante conocer que el haz de luz láser debe incidir en forma perpendicular a la zona a irradiar, la cual debe estar limpia y libre de medicamentos que puedan aumentar las pérdidas por reflexión, por lo que se le indica al paciente acudir a la terapia sin cremas o pomadas.
6. El uso de algún tratamiento tópico debe aplicarse inmediatamente después de la radiación, esto favorece el proceso de sinergia láser-fármaco.
7. Realizamos un cuadrículado con líneas separadas a 1 cm de distancia, por ejemplo, en 20 cm^2 hay un área de $4 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$ (Fig. 1.14), lo que representa 5 líneas en un lado y 6 en el otro, con 30 puntos de intersección.

Hay otros autores que consideran la cantidad de puntos igual al valor numérico que representa el área a tratar (en este caso 20). En esta figura se ha demostrado que cada punto de aplicación debería situarse en el centro de cada uno de los cuadraditos formados por la intersección de las líneas.

Como regla general, la distancia entre puntos a tratar suele ser de 1 a 3 cm.

Se hace una aplicación de 40 s por punto, si la Pot_{media} usada es de 10 mW, y de 15 s por punto si la Pot_{media} utilizada es de 27 mW.

A continuación se señalan las medidas de seguridad para el uso del equipo de láser:

- Comprobación del equipo.
- Precauciones y seguridad para el operador y el paciente.
- Cuidado del equipo.

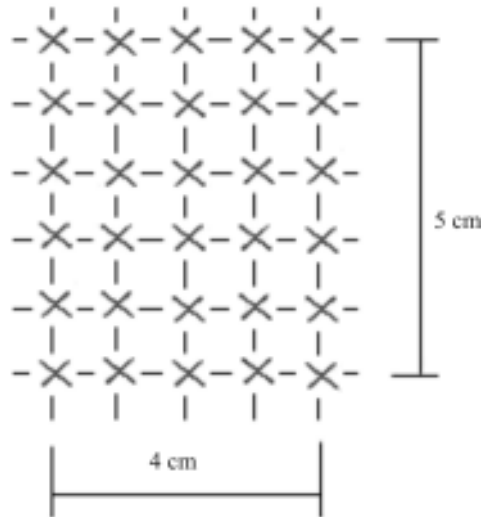


Fig. 1.14. Aplicación puntual en las úlceras.

LASERTERAPIA Y COSMÉTICA

La laserterapia es una técnica en la que se utiliza una alta concentración de energía, capaz de estimular los tejidos, sin producir calor, dolor, ni reacciones secundarias adversas, por lo que se puede aplicar con fines cosméticos en el tratamiento de algunas afecciones dermatológicas, entre las que se señalan el acné, el envejecimiento cutáneo, el melasma-cloasma, fortalecimiento del cabello y después de una limpieza de cutis y de una dermoabrasión.

Se debe tener presente que es necesario proteger los ojos del paciente con torundas de algodón con agua o cualquier solución acuosa. El operador debe de protegerse los ojos con espejuelos contra luz roja. La piel tiene que estar limpia, sin ninguna sustancia, para que no interfiera la absorción del láser.

El máximo de sesiones para un tratamiento en cada ciclo será de 15, con un máximo de 20 min cada una. Pueden repetirse los ciclos con un intervalo mensual.

ALGUNAS DOSIFICACIONES DE LASERTERAPIA EN COSMÉTICA

Teniendo en cuenta los parámetros *antiinflamatorio*, *bioestimulante e inhibitorio* y la *distancia entre los puntos de aplicación del láser*, se han establecido las dosificaciones que con mayor frecuencia son utilizadas en cosmética.

Acné. Equipo de láser de 25 mW de potencia, con fibra óptica y efecto antiinflamatorio de 1 a 3 J/cm² y efecto inhibitorio de 6 J/cm². Se recomienda aplicarlo por la técnica de puntual sobre cada lesión, durante 15 s. En dependencia de la severidad, repetirlo diariamente, después 2 o 3 veces por semana y posteriormente una vez al mes.

Poslimpieza de cutis. Equipo de láser de 25 mW de potencia, con fibra óptica y efecto antiinflamatorio de 1 a 3 J/cm² y efecto inhibitorio de 6 J/cm². Se recomienda la técnica de puntual durante 20 s en cada hemicara. Generalmente el paciente mejora con 5 a 10 sesiones diarias.

Posdermoabrasión. Equipo de láser de 18 mW de potencia, con fibra óptica y efecto antiinflamatorio y bioestimulante de 3 a 6 J/cm². La técnica de aplicación puntual con separación de 3 cm de un punto a otro. Si es necesario, se realizarán de 5 a 10 sesiones diarias.

Melasma. Equipo de láser de 25 mW de potencia, con fibra óptica y efecto antiinflamatorio de 1 a 3 J/cm² y efecto inhibitorio de 6 J/cm² o más. Se hará una técnica puntual, consistente en tres puntos alrededor de la mancha durante 30 min, una vez a la semana, entre 10 a 15 días.

Envejecimiento de la piel. Equipo de láser de 18 mW de potencia, con fibra óptica y efecto bioestimulante de 3 a 6 J/cm². La técnica de aplicación

SILVIA GARCÍA MARTÍNEZ

puntual en las líneas de expresión, 20 s por cada punto (1 punto cada 3 cm), con una frecuencia de 2 a 3 veces por semana y después 1 o 2 sesiones por mes.

Fortalecimiento del cabello. Equipo de láser de 18 mW de potencia, con fibra óptica y efecto bioestimulante, de 3 a 6 J/cm². La técnica de aplicación puntual con distancia de 3 cm y se usa también la técnica de barrido a todo el cuero cabelludo, con una frecuencia de 2 a 3 veces por semana por el primer mes y después continuar 1 vez cada 15 días, por 3 meses.

Capítulo 2

CONTRAINDICACIONES Y FICHAS DE MODELO DE TRATAMIENTO

CONTRAINDICACIONES

La radiación láser es peligrosa para determinados tejidos, por lo cual deben utilizarse anteojos de protección para proteger la vista y **nunca** debe irradiarse la retina.

En los tumores. Si bien no hemos encontrado contraindicaciones, en alguna literatura de equipos comerciales se recomienda evitar en forma absoluta tal aplicación.

En los procesos bacterianos. Igual al caso anterior. Salvo documentación fehaciente que demuestre lo contrario, está absolutamente contraindicado.

Asimismo, se deberá proceder con cautela y siempre con el aval de bibliografía especializada en los casos siguientes:

- Embarazo.
- Pacientes con marcapasos.
- Pacientes fotosensibles en extremo.

SENSIBILIZACIÓN

Al aplicar los tratamientos con láser hay que considerar que no todos los pacientes tienen la misma respuesta al tratamiento, dependiente del tipo de lesión a tratar, la edad, el peso, la sensibilización y la respuesta inmune del enfermo, por lo que se debe trabajar con dosis mínima y máxima, considerando que la dosis óptima se encuentra entre los dos márgenes. La dosis óptima de tratamiento es la dosis mínima aplicada, con la cual se consigue el máximo efecto terapéutico.

Si el enfermo se trata por primera vez, se recomienda iniciar el tratamiento con la dosis inferior, o bien de tipo medio, para ir aumentando paulatinamente, en el caso de no conseguir los efectos deseados en un tiempo lógico.

De hecho, el láser en sí no produce un efecto tóxico al aumentar la dosis, como sucede en el caso de los antibióticos.

No existe dosis tóxica ni letal, sin embargo, este exceso de dosificación es lo que a veces suele conducir al “efecto rebote”, el cual puede manifestarse con un aumento del dolor, en lugar de disminución, lo que se evidencia pocas horas después de su aplicación. Esto puede explicarse porque la energía láser en dosis bajas es estimulante y, por el contrario, en dosis altas es inhibitoria.

En una primera hipótesis es posible que muchas de las materias químicas que actúan en nuestro organismo, por ejemplo, las serotoninas, las histaminas, los sustratos energéticos como el ATP y otros, se vean incrementados o disminuidos en su producción, dependiendo de la cantidad de energía de láser aplicada.

En la segunda hipótesis se explica un segundo efecto, el “efecto de acomodación”.

Cuando se aplica mucho tiempo seguido el láser, es probable que las materias químicas mencionadas se encuentren incrementadas en su producción y por la energía aplicada lleguen a un agotamiento, lo que provocaría una disminución en la producción de los productos finales, por lo tanto, si se continúa aplicando más tiempo, no se obtendrá el efecto deseado, es como si el organismo no pudiera asimilar la energía física para transformarla en química, por falta de sustrato.

Por ello es aconsejable no exceder los tratamientos más allá de 20 sesiones, dejando unos períodos de descanso de 2 a 4 semanas antes de reiniciar otro ciclo, para dar tiempo al organismo de regenerar la producción mínima de una serie de parámetros bioquímicos sobre los que la energía láser pueda actuar de nuevo (Figura).

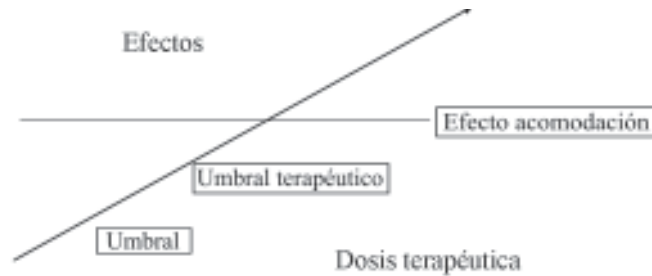


Figura. Efectos y dosis terapéutica del láser.

FICHA DE TRATAMIENTO

Una dosificación exacta y con resultados positivos es el objetivo de todos los que hemos incorporado esta nueva técnica.

Con la recopilación bibliográfica revisada hemos querido poner a su alcance los tratamientos prácticos sobre distintas enfermedades dermatológicas que han sido extraídas de la experiencia de médicos de diferentes países, incluyendo experiencias de médicos cubanos que no han sido publicadas.

Dentro de esta especialidad se han seleccionado las afecciones en las que se puede aplicar el tratamiento con láser, lo que no excluye que existan otras enfermedades no mencionadas aquí, que también puedan ser tributarias de este tratamiento, aunque nosotros no dispongamos de datos lo suficientemente orientadores como para establecer una pauta de tratamiento.

Según la afección cutánea a tratar existen diferentes tipos de aplicación de la terapia láser, teniendo en cuenta el efecto que se desea lograr, de acuerdo con el tiempo de tratamiento.

Esto no implica que sea imprescindible seguir el tratamiento propuesto, pudiendo decidir y aplicar cada uno su propio criterio de actuación. En las enfermedades que se acompañan de dolor e inflamación es aconsejable disminuir paulatinamente el tratamiento farmacológico impuesto, pudiendo llegar a la supresión total de este tipo de medicación.

Para el control del tratamiento proponemos que se confeccionen hojas cuadrículadas en las que se recojan los datos del paciente y la evolución de las lesiones a tratar, ya sea por los dermatólogos o técnicos adiestrados, las cuales se conocen como *fichas individuales*.

A continuación proponemos una ficha modelo.

FICHA MODELO INDIVIDUAL

Es importante que la ficha reúna la mayor cantidad de datos sobre el tratamiento láser y posibles tratamientos complementarios, ya sean farmacológicos, dietéticos o de fisioterapia. En la misma se recoge el número de sesiones, tanto total como parcial, así como la dosis terapéutica dada.

Una vez acabado el tratamiento, es decir, después de haber aplicado el total de energía deseado por el sistema puntual, opcionalmente se puede aplicar unos minutos el escáner automático o terapia zonal con lente amplia.

De acuerdo con la dosis total que se va a aplicar, se calcula el tiempo total de tratamiento, así como la energía total, según el equipo que se tenga, todo lo cual se refleja en dicha ficha. Los datos específicos de izquierda a derecha son:

1. Nombre del paciente.

2. Edad.
3. Número de sesiones.
4. Dosis en J/cm².
5. Enfermedad.
6. Observación.

La cantidad de veces por semana y la duración total del tratamiento dependen de la enfermedad y del efecto que queramos producir en esta. A continuación se muestra un ejemplo de la recolección de los datos necesarios para la aplicación de un tratamiento (Tabla).

Tabla. Ejemplo de control de tratamiento en un paciente con acné inflamatorio

Nombre y país	Edad	No. de sesiones	Dosis	Enfermedad	Observación
E.A.D. España	21	10	2 J/cm ²	Acné inflamatorio	Mejoría clínica desde la 2da. sesión y no aparición de lesiones nuevas

Capítulo 3

RESULTADOS DE LA LASERTERAPIA EN DERMATOLOGÍA EN LA CLÍNICA CENTRAL “CIRA GARCÍA”

Estudio I

Este estudio incluyó un total de 70 pacientes que fueron diagnosticados y tratados con la laserterapia en nuestro centro asistencial, durante 1 año.

Recibieron tratamiento con láser 29 mujeres y 41 hombres. Los hombres mayores de 46 años y las mujeres mayores de 40 años fueron los más afectados. El herpes simple y el herpes zoster constituyen el 30 % (21 pacientes) del total de las afecciones cutáneas tratadas con láser. El 85,7 % de los pacientes notaron mejoría de los síntomas subjetivos y de las manifestaciones clínicas entre la primera y la tercera sesiones de laserterapia.

Al finalizar la terapia, 39 pacientes (55,7 %) curaron y 31 (44,3 %) fueron evaluados como mejorados. Ninguno empeoró ni permaneció igual. En la tabla 3.1 se muestra la evolución clínica de los casos tratados con dermatosis.

Tabla 3.1. Evolución clínica al finalizar el tratamiento por dermatosis

Dermatosis	Evolución clínica al final							
	Curado		Mejorado		No mejorado		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Acné	1	1,4	6	8,6	-	-	7	10,0
Herpes simple	10	14,3	-	-	-	-	10	14,3
Herpes zoster	6	8,6	5	7,1	-	-	11	15,7
Dermatitis seborreica	5	7,1	-	-	-	-	5	7,1
Otras dermatosis	2	2,9	4	5,7	-	-	6	8,6
Micosis superficial	3	4,3	-	-	-	-	3	4,3
Infecciones cutáneas	5	7,1	3	4,3	-	-	8	11,4
Lesiones ulceradas	5	7,1	2	2,9	-	-	7	10,0
Otras afecciones	2	2,9	11	15,7	-	-	13	18,6
Total	39	55,7	31	44,3	-	-	70	100,0

Fuente: Estadísticas del Departamento de Laserterapia.

Estudio II

Se estudiaron pacientes con herpes zoster cutáneo y oftálmico, a los que se les aplicó la terapia de laserpuntura para el tratamiento de las manifestaciones clínicas cutáneas y síntomas subjetivos en relación con el dolor intenso que padecen estos enfermos. Como se observa en la tabla 3.2, los 26 pacientes diagnosticados con herpes zoster fueron tratados con laserpuntura: 15 pertenecientes al sexo masculino y 11 al femenino. Se plantea que esta enfermedad no tiene predilección de sexo, a pesar de que en nuestro estudio hay un ligero aumento de los hombres afectados.

La localización más frecuente del herpes zoster fue en el nervio intercostal (60 %); el resto es de localización oftálmica. Como se observa en la mencionada tabla, con respecto a la variación subjetiva de la intensidad del dolor al inicio y después de finalizado el mismo, estas fueron valoradas por el propio paciente. Al finalizar el tratamiento 2 pacientes mantuvieron un dolor ligero, frente a un total de 24 que manifestaron un dolor intenso al inicio de este.

Tabla 3.2. Comparación de la valoración subjetiva de la intensidad del dolor

Dolor	Inicio		Final	
	No.	%	No.	%
Sin dolor	0	0	24	92
Ligero	0	0	2	8
Moderado	2	7	0	0
Intenso	24	93	0	0
Total	26	100,0	26	100,0

Fuente: Estadísticas del Archivo de la Clínica Central "Cira García".

Estudio III

Este estudio comprendió un total de 449 pacientes que fueron atendidos por diferentes especialidades médicas, con diversas afectaciones cutáneas, clínicas y quirúrgicas. Ellos fueron evaluados en relación con la respuesta terapéutica con técnica de tratamiento. En la tabla 3.3 y su respectiva figura se pueden observar los resultados de los que fueron diagnosticados y tratados con la laserterapia.

Los pacientes con enfermedades dermatológicas, 108 casos, para el 24 % del total, presentaban mayormente afecciones virales, ulceraciones y acné. Es-

tos ocupan el segundo lugar en orden de frecuencia; el mayor número de casos pertenece a la especialidad de ortopedia porque esta terapéutica, por su efecto antiinflamatorio y analgésico, es utilizada con gran efectividad en afecciones osteomioarticulares, entre ellas el espolón calcáneo, luxaciones, epicondilitis, artrosis, y en el tratamiento de rehabilitación de algunos tipos de fracturas óseas.

Tabla 3.3. Número de casos según la especialidad

Especialidades	No. de casos	%
Ortopedia	192	42,8
Dermatología	108	24,0
Cirugía	69	15,4
ORL	22	4,9
Psiquiatría	4	0,9
Urología	3	0,7
Neurología	8	6,2
Oftalmología	3	0,7
Angiología	18	4,0
Proctología	2	0,4
Total	449	100,0

Fuente: Estadísticas del Archivo de la Clínica Central “Cira García”.

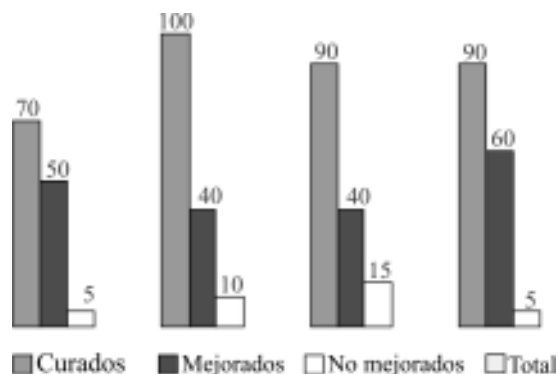


Figura. Evolución clínica de los paciente tratados.

BIBLIOGRAFÍA

- Abergel P. et al. Control of connective tissue metabolism by lasers: Recent developments and future prospects. *Journal of The American Academy of Dermatology*. 1984; 11: 1142.
- Almeida Lopes L, Jaeger M, Brugnera A, Rigau J. Acción del láser de baja potencia en la proliferación de fibroblastos humanos en cultivo. VI Congreso Soc. Española de Láser Méd Quir, 1997.
- Armino L et al. Laser therapy in post-episiotomic neuralgic. *LASER. Journ Eur Med Laser Ass* 1988; 1(1):7.
- Atsumi K et al: Biostimulation effect of low-power energy diode laser for pain relief. *Lasers in Surg Med* 1987; 7: 77.
- Basko I: A new frontier: Laser Therapy. *Calif Veterinarian* 1983; 10: 17.
- Beck-Friis J, Borg G, Wetterberg L: Rebound increase of nocturnal melatonin levels following evening suppression by bright light exposure in healthy men: relationship to cortisol levels and morning exposure. In: Wurtman RJ, ed. *The Medical and Biological Effects of Light*. Ann NY Acad Sci 1985; 453: 371-375.
- Berki T. et al: Biological Effect of Low-power Helium-Neon (HeNe) Laser Irradiation. *Lasers in Medical Science* 1988; 3: 35.
- Bihari I, Mester A: The biostimulative effect of low level laser therapy of long-standing crural ulcer using helium neon laser, Helium Neon plus infrared lasers and non coherent light: Preliminary report of a randomized double blind comparative study. *Laser Therapy* 1989;1(2):97.
- Bossy J et al.: In Vitro Survey of Low Energy Laser Penetration in Bone. *Faculté de Méd.t CHRU de Nîmes, BP 26, 3000 NIMES, France* (1985).
- Calderhead G: Meeting report: Ninth congress of the International Society for Laser Surgery and Medicine, Anaheim, California, USA: 2-6 November 1991. *Laser Therapy*. 1992; 4(1): 43.
- Cherry R: Measurement of Protein Rotational Diffusion in Membranes by Photolysis. *Methods in Enzymology*. 1978; (54): 47.
- Clayton T.H., Stables G.I.: Reactivation of ophthalmic herpes zoster following pulsed-dye laser treatment for inflammatory acne vulgaris. *Brit J Dermatol* 2005; 152(3): 569-70.
- Dederich DN. *Laser/tissue interaction*. Alpha Omega Dental Fraternity 1991; 84:4; 33-36
- Elman M, Lebzelter J.: Light therapy in the treatment of acne vulgaris. *Dermatol Surg* 2004; 30 (2):139-46.
- Emmanouilidis O et al. CW IR low-power laser application significantly accelerates chronic pain relief rehabilitation of professional athletes. A double blind study. *Lasers in Surg Med* 1986; 6: 173.
- Fernández González MM, Adame Treviño JH, López Ortiz FA: Estimulación eléctrica y láser de baja potencia en cicatrización de úlceras plantares en pacientes diabéticos. *Rev Mex Med Fís y Rehab* 2005; 17: 119-122.
- Goldman J A et al.: Laser therapy of rheumatoid arthritis. *Lasers in Surg Med* 1980; 1: 93-101.
- Haina D. et al: Animal Experiments on Light-Induced Woundhealing. *Proc from Laser-81, Opto-Elektronik in München*, 1981.
- Hibst R, Keller U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental substances. *Lasers in Surg Med* 1989; 9: 338-344.

- Hibst R, Keller U. Tooth pulp reaction following Er:YAG laser application. *SPIE Proceedings* 1991; 1424: 127-133.
- Hong J et al.: Clinical trial of low reactive-level laser therapy in 20 patients with postherpetic neuralgia. *Laser Therapy* 1990; 2(4): 167.
- Honmura A et al.: Analgesic Effect of Ga-Al-As Diode Laser on Hyperalgesia in Carrageenin-Induced Inflammation. *Lasers in Surg Med* 1993; 13: 463.
- Hort O, Vanpel T: Die Verteilung von Na⁺ und K⁺ unter dem Einfluss von Temperaturgradienten. *Pflügers Arch* 1971; 323:158.
- Horvath Z et al.: Possible ab-initio explanation of laser "biostimulation" effects. *Laser applications in medicine and surgery*. Edited G. Galetti et al: Proc 3rd World Congr -Intl Soc Low Power Laser Appln in Medicine, 1992.
- Karu T, Andreichuck T, Ryabykh T. Suppression of human blood chemiluminescence by diode laser irradiation at wavelengths 660, 820, 880 or 950 nm. *Laser Therapy* 1993; 5: 103.
- Karu T: Photobiological Fundamentals of Low Power Laser Therapy. *IEEE Journal of Quantum Electronics* 1987; QE23(10): 1703.
- Kemmotsu M D et al: LLLT for pain attenuation - the current experience in the pain clinic. *Progress in Laser Therapy* 1991: 197-200.
- Kopera D, Kokol R, Berger C, Haas J.: Does the use of low-level laser influence wound healing in chronic venous leg ulcers? *J Wound Care* 2005; 14(8):391-4.
- Kubota J, Ohshiro T: The effects of diode laser low reactive-level laser therapy on flap survival in a rat model. *Laser Therapy* 1989; 1(3): 127.
- Kudoh Ch. et al.: Effects of 830 nm Gallium Aluminium Arsenide Diode Laser Radiation on Rat Saphenous Nerve Sodium-Potassium-Adenosine Triphosphatase Activity: A Possible Pain A. Mechanism Examined. *Laser Therapy* 1989; 1(2): 63.
- Landthaler M et al.: Behandlung von Zoster und Herpes simplex recidivans in loco mit Laser-Licht. *Fortschr Med* 1983; 101(22):1039.
- Longo L et al.: Treatment with 904 nm and 10600 nm laser of acute lumbago-double blind control. *Journ Eur Med Laser Ass* 1988; 1(3):16.
- Lubart R. et al: A possible Mechanism of Low Level Laser - Living Cell Interaction. *Laser Therapy* 1990; 2(2): 65.
- Manne J: Le laser arséniure de gallium 6 watts, étude clinique en odonto-stomatologie. *Le Chirurgien Dent de France* 1985; 284:15.
- Maricic B et al: Analgetic effect of laser in dental therapy. *Acta Stomat Croat* 1987; 21(4): 291.
- Marsal, J.; Esquerda, J.E: Laserterapia de baja potencia. Reseña experimental y clínica. *Journal of Physiology-Paris* Número: 76 P. I: 645 a 659 *FRANÇA Clin Las Med Surg* 1996; 14(3): 111-117.
- McKibbin L et al.: Treatment of post herpetic neuralgia using a 904 nm (infrared) low energy laser: A clinical study. *Laser Therapy* 1991; 3(1): 35.
- Mendez T; Pinheiro A; Pacheco M; Nascimento P; Ramalho L. Dose and wavelength of laser light have influence on the repair of cutaneous wounds. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery* 2004; 22 (1):19-25.
- Mester E. et al: Auswirkungen direkter Laserbestrahlung Lymphozyten. *Arch Dermatol Res* 1978; 5: 31.
- Mester E. et al.: The Biostimulating Effect of Laser Beam. Proc from Laser - 81, Opto-Elektronik in München, 1981.
- Mizokami T et al.: Effect of diode laser for pain: A clinical study on different pain types. *Laser Therapy* 1990;2 (4):171.
- Mokhtar B et al.: A double blind placebo controlled investigation of the hypoalgesic effects of low intensity laser irradiation of the cervical roots using experimental ischaemic pain. *ILTA Congress, London* 1992, pag. 61.

- Moore K et al.: The effect of infra-red diode laser irradiation on the duration and severity of postoperative pain. *Laser Therapy* 1992; 4: 145.
- Moreno-Gimenez JC, Galan-Gutierrez M, Jimenez-Puya R.: Treatment of chronic ulcers. *Actas Dermosifiliogr* 2005; 96(3):133-46.
- Moritz A, Gutknecht N. Irradiation of infected root canals with a diode laser in vivo. *Lasers in Surg and Medicine* v. 21; p. 221-226; 1997.
- Muldiyarov P. et al.: Effect of Monochromatic Helium-Neon Laser Red Light on the Morphology of Zymosan Arthritis in Rats. *Biull Eksp Biol Med* 983, Jan 95;1:55.
- Nasu F. et al.: Cytochemical Effects of GaAlAs Diode Laser Radiation on Rat Saphenous Artery Calcium Ion Dependent Adenosine Triphosphatase Activity. *Laser Therapy* 1989; 1(2): 89.
- Oulamara A. et al.: Biological activity measurement on botanical specimen surfaces using a temporal decorrelation effect of laser speckle. *Journal of Modern Optics* 1989; 36(2):165.
- Owens WW, Lang PG: Herpes simplex infection and colonization with *Pseudomonas aeruginosa* complicating pulsed-dye laser treatment. *Arch Dermatol* 2004 Jun; 140(6): 760-1.
- Parascandolo S et al.: Azione della Laser-terapia nella nevralgia essenziale del trigemino. *Int Congress on Laser in Med and Surg, Bologna June 1985*, p 317. Monduzzi Editore S.p.A., Bologna, Italy.
- Parrado C et al.: Quantitative study of the Morphological Changes in the Thyroid Gland IR Laser Radiation. *Lasers in Med Sciences* 1990; 5: 77.
- Pashley EL, Horner JA. Effects of CO2 laser energy on dentin permeability” *End.* Vol 18; n. 6; 257-262; 1992.
- Pöntinen P: The effect of hair lasers on skin blood flow. *Lasers in Surgery and Medicine Suppl* 7, 1995, p. 9 (abstract).
- Popova M et al.: Effect of Helium-neon laser beam in regeneration of irradiated transplanted skeletal muscle. *Bull Exp Biol Med* 1978; 80: 333.
- Posten W, Wrone DA, Dover JS, et al. Low-level laser therapy for wound healing: mechanism and efficacy. *Dermatol Surg* 2005 Mar; 31(3):334-40.
- Pourreau-Schnider N. et al.: Helium-Neon Laser Treatment Transforms Fibroblasts into Myofibroblasts. *American J Pathol* 1990; 137: 171.
- Powell GL, Blankenau RJ. Motor nerve terminal morphologic plasticity induced by small changes in the locomotor activity of the adult rat. *Cell Biology International Reports* Número: 14 Pp. 227 *Gran Bretanya Any: 1990.*
- Powell GL, Morton TH. Pulpal response to irradiation of enamel with continuous wave CO2 laser. *End.* Vol. 15 n.12; 581-583; 1989.
- Rochkind S et al.: A single transcutaneous light irradiation to injured peripheral nerve; *Las Med Sci* 1989; (4):259.
- Rochkind S. et al.: Systemic Effects of Low-Power Laser Irradiation on the Peripheral and Central Nervous System, Cutaneous Wounds and Burns. *Lasers in Surgery and Medicine* 1989; 9: 174.
- Roschkind S. et al.: Electrophysiological Effect of HeNe Laser on Normal and Injured Sciatic Nerve in the Rat. *Act Neurochir* 1986; 83: 125.
- Shiroto C et al.: Effects of diode laser radiation in vitro on activity of human neutrophils. *Laser Therapy* 1989; 1(3):135. Editore S.p.A., Italy.
- Solomon LK, Rashid A, Khan K.: Facial herpes simplex infection from possible cross contamination through the laser hand-piece following cutaneous laser resurfacing. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*. Volume 59, Issue 3 , March 2006, Pages 309-311.
- Spanner D.C: The active transport of water under temperature gradient. *Symp Soc Exp Biol* 1954;8:76.
- Stern RH, Renger HL, Howell FV. Laser effects on Vital Dental Pulp. *Br Dent J* 1969; 26-28.
- Stern RH, Sognnaes RF et al.: Laser Beam effect on Dental Hard Tissues. *J Dent Res* 1964; 43; 873.

SILVIA GARCÍA MARTÍNEZ

- Taylor R, Shklar G, Roeber F. The effects of laser radiation on teeth, dental pulp and oral mucosa of experimental animals. *Oral Surg* 1965; 19; 786-795.
- Tuner J, Hode L. *Laser Therapy in Dentistry and Medicine*. Suecia, Editorial Prima Books; 1998.
- Velez-Gonzalez M et al.: Treatment of relapse in H. Simplex on labial and facial areas and of primary herpes simplex on genital areas and “area pudenda” with low power He Ne-laser or acyclovir administered orally. *SPIE Proc* 1995; Vol. 2630-42.
- Wakabayashi H et al.: Effect of Irradiation by Semiconductor Laser on Responses Evoked in Trigeminal Caudal Neurons by Tooth Pulp Stimulation. *Lasers in Surg Med* 1993; 13: 605.
- Walker J B et al.: Laser Therapy for pain of trigeminal neuralgia. *Clin J Pain* 1988; 3:183.
- Wigdor HA: Lasers in Dentistry. *Las Surg Med* 16; 103-133; 1995.

ANEXOS

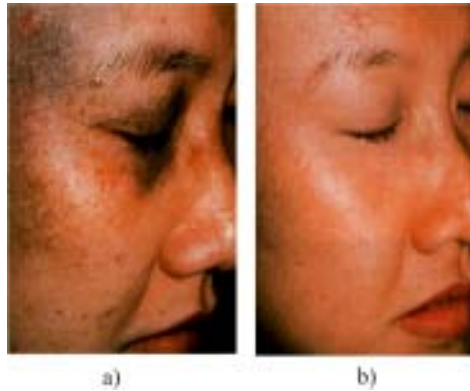


Fig. 1. Acné grado I (inflamatorio). Tratamiento durante 15 días (sesión diaria): a) Antes del tratamiento; b) Después del tratamiento.



Fig. 2. Acné inflamatorio grado III. Tratamiento con laserterapia durante 3 semanas. Sesiones diarias a dosis inflamatoria y regeneradora: a) Antes del tratamiento; b) Después del tratamiento.



Fig. 3. Acné inflamatorio grado II. Tratamiento por 15 días: a) Antes del tratamiento; b) Después del tratamiento; c) y d) Aplicación de la laserterapia en la rosácea.



Fig. 4. Paciente de 25 años con lesiones vesicopustulosas, eritema y quistes. Rosácea grado III: recibió tratamiento con roacután (80 mg) durante 4 semanas más aplicación de láser.



Fig. 5. Úlcera varicosa. Se realizaron 20 sesiones diarias de tratamiento y un segundo ciclo a los 21 días: a) Antes del tratamiento; b) Después del tratamiento.



Fig. 6. Dehiscencia de sutura. Se realizaron 15 sesiones de tratamiento: a) Antes del tratamiento; b) Después del tratamiento.



Fig. 7. Herpes zoster oftálmico: 15 sesiones de tratamiento con alivio del dolor desde el segundo día de tratamiento: a) Antes del tratamiento; b) Después del tratamiento.

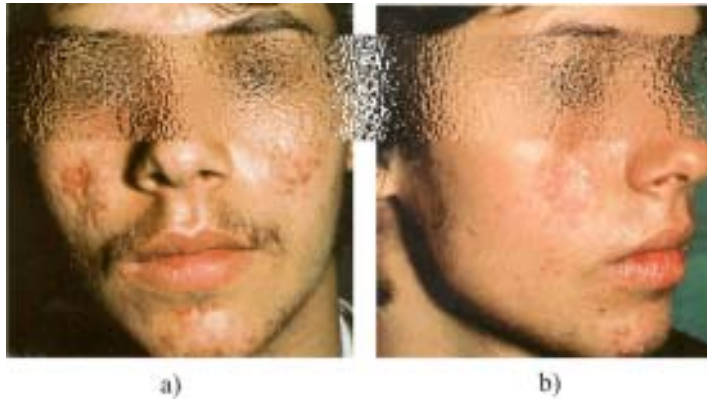


Fig. 8. Acné inflamatorio grado III. 20 sesiones de tratamiento: a) Antes del tratamiento; b) Después del tratamiento.



Fig. 9. Acné quístico grado IV. Tratamiento con retinoides más láser durante 15 días (dos ciclos): a) Antes del tratamiento; b) Después del tratamiento.

Tabla. Tratamiento, dosis, frecuencia y modo de aplicación del láser en las diferentes afecciones dermatológicas

Afección	Tipo de aplicación	Dosis	Frecuencia (No. de sesiones)	Modo de aplicación
Herpes zoster oftálmico	Rojo o IR	Antiinflamatoria 1-5 J/cm ²	Diaria 10 sesiones	Nunca irradiar el ojo y protegerlo con torundas humedecidas; comenzar antes de la 1ra. vesícula, siguiendo el recorrido afectado a 1-2 cm hasta después de la última lesión. Laserpuntura en puntos inmunoestimulantes
Herpes zoster de otra localización	Rojo o IR	Antiinflamatoria 3-5 J/cm ²	Diaria 10 sesiones	Se irradia antes de encontrar la 1ra. vesícula, siguiendo todo el trayecto doloroso y las lesiones vesiculares a 2 cm entre puntos + tratamiento zonal. Laserpuntura en puntos inmunoestimulantes
Herpes simple labial	Rojo	Antiinflamatoria 3-15 J/cm ²	Diaria 5-7 sesiones	Irradiar toda la zona afectada a 1 cm entre puntos, así como el dermatoma C3-C4, C4-C5, C5-C6, correspondiente a la cadena ganglionar paravertebral (bilateral) + tratamiento zonal. Laserpuntura en puntos inmunoestimulantes
Acné inflamatorio grados II, III y IV	Rojo o IR	Reparadora tisular 3-15 J/cm ²	Diaria o alterna 15 sesiones	Se irradia puntualmente toda la zona lesionada a 1 cm de distancia, después tratamiento zonal. Tratamiento local antibiótico + tratamiento dietético si lo requiere
Acné Rosácea	Rojo o IR	Reparadora tisular	Diaria o alterna 15 sesiones	Se irradia puntualmente toda la zona lesionada a 1 cm de distancia, después tratamiento zonal. Tratamiento local antibiótico + tratamiento dietético si lo requiere
Eczemas Dermatitis Piodermitis	Rojo	Reparadora tisular	Diaria o alterna 10 sesiones	Se realizan depósitos puntuales en el área lesionada, tanto al nivel de los bordes como de la parte central. Al final tratamiento zonal. Eliminar la causa del cuadro

Continuación Tabla

Afección	Tipo de aplicación	Dosis	Frecuencia (No. de sesiones)	Modo de aplicación
Alopecia areata	Rojo	Antiinflamatoria Reparadora tisular 35 J/cm ²	Diaria o alterna 15-20 sesiones	Alrededor de la lesión, depósitos puntuales de energía a dosis antiinflamatoria; en la zona central dividir en cuadrantes e irradiar puntos a dosis reparadora. Después tratamiento zonal. Es eficaz si no existe atrofia del folículo piloso (< 2 meses)
Forúnculos	Rojo	Antiinflamatoria	Diaria 10 sesiones	Se irradian puntos a 2 cm de distancia alrededor de la lesión, seguido de tratamiento zonal en el centro

booksmedicos.org

