

**Título: El láser de baja potencia en la medicina actual (doc).**

**Monografía publicada en Ilustrados.com**

**Disponible en URL: <http://www.ilustrados.com/documentos/El-laser-de-baja-potencia-en-la-medicina-actual.doc>**

**Código ISPN de publicación: EkpuFEFIVVzjMuobIZ**

**Categoría: Salud**

## **MONOGRAFIA:**

### **“EL LASER DE BAJA POTENCIA EN LA MEDICINA ACTUAL”**

#### **AUTOR:**

**DR. ADEL HERNANDEZ DIAZ**

**Especialista de Segundo Grado en Medicina General Integral.**

- Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN).  
Calle 30 No. 502 esquina a Quinta Avenida, Miramar, Playa.  
Teléfono: 203- 1224. Fax: 203-1220.
- Clínica Central “ Cira García”. Consulta Láser. Dpto. de Rehabilitación.  
Calle 20 No. 4101 esquina a Ave. 41, Miramar, Playa.  
Teléfono: 204- 4300. Fax: 204-2640.
- E. mail. [adel.hernandez@infomed.sld.cu](mailto:adel.hernandez@infomed.sld.cu)

## INDICE

INDICE.....	2
RESUMEN.....	3
QUE ES EL LASER.....	4
CLASIFICACIÓN DE LOS LÁSERES DE BAJA POTENCIA.....	6
LÁSERES MÁS USADOS EN MEDICINA.....	7
FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ABSORCIÓN DE LA LUZ LASER.....	10
INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DEL LASER TERAPÉUTICO.....	11
USOS DEL LÁSER EN LA MEDICINA ACTUAL.....	13
TÉCNICAS DE IRRADIACIÓN.....	14
RECOMENDACIONES PRÁCTICAS AL TRABAJAR CON UN LÁSER DE BAJA POTENCIA.....	16
DOSIMETRIA EN LASERES DE BAJA POTENCIA.....	18
CLASIFICACIÓN DE LOS LÁSERES PARA SU USO Y SEGURIDAD.....	22
MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA EL USO DEL LÁSER DE BAJA POTENCIA.....	24
DAÑO OCULAR QUE PRODUCEN LAS RADIACIONES.....	25
CONCLUSIONES.....	26
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	27

## **RESUMEN**

Esta monografía sobre el láser de baja potencia y su amplio uso en la medicina actual constituye un material que aporta conocimientos básicos sobre el uso de este tipo de terapia, resalta la física del láser con un lenguaje sencillo, la clasificación más utilizada desde el punto de vista médico, los tipos de láser más usados en medicina, los factores que influyen en la absorción de la luz láser, las indicaciones y contraindicaciones del proceder terapéutico, las técnicas de irradiación, algunas recomendaciones prácticas para los que se inician en el manejo de estos equipos, aspectos concretos de la dosimetría láser y de uso, así como las medidas de seguridad necesarias para la manipulación de los aparatos láser. Además expone las afecciones que pueden ser tratadas con éxito por medio de la terapéutica. El contenido está expresado de una forma didáctica, y cuenta con una bibliografía muy actualizada. La presente está dirigida no solo al personal que labora con los equipos, sino a todo profesional que quiera conocer del tema.

## QUE ES EL LÁSER:

La palabra *LÁSER* no es más que la sigla de la expresión en inglés ***Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation***, que en idioma español se traduce como “***Amplificación de la luz por emisión estimulada de radiaciones***”.

Desde el punto de vista práctico, un láser puede ser considerado como un equipo que proporciona un haz estrecho de una radiación especial de luz monocromática y coherente en el rango visible, infrarrojo o ultravioleta del espectro de las radiaciones electromagnéticas.

Está basado en la amplificación de la luz por emisión estimulada de radiaciones. Requiere de una sustancia como medio activo con un esquema de niveles energéticos tales que favorezcan por algún tipo de bombeo la ocurrencia entre dos de ellos de la inversión de la población. El medio activo debe estar colocado en una cavidad resonante apropiada para lograr que la amplificación en la dirección del eje de ésta de lugar al haz de radiación.

La luz láser tiene ciertas características muy particulares, que la diferencian del resto, y de las cuales depende su efecto terapéutico como son la ***monocromaticidad***: el láser no tiene diferentes longitudes de onda, sino una sola longitud de onda de la cual dependerá su color (color puro); la ***coherencia***: las ondas físicas son armónicas y proporcionales, siempre se mantienen en fase, los fotones en el mismo tiempo y espacio. El resultado es un efecto de amplificación en la intensidad luminosa emitida; la ***direccionalidad o paralelismo***: la luz viaja en forma muy rectilínea con escasa divergencia y se emite en forma pulsada o continua y la ***brillantez***: la luz es muy brillante, que tiende al rojo por la gran densidad fotónica que posee. Puede concentrar un elevado número de fotones en fase en áreas muy pequeñas.

A diferencia de la luz láser, en la luz blanca emitida por bombillos normales o en la luz del sol existe una mezcla de todas las longitudes de onda; es decir, contienen todos los colores espectrales de la parte visible, incluyendo algunas porciones ultravioletas e infrarrojas. Además, este tipo de luz es emitida en forma espontánea y poco coherente.

La emisión estimulada de radiación es un fenómeno inusual creado por el hombre ya que en condiciones de equilibrio termodinámico predomina la emisión espontánea y las especies tienden naturalmente a pasar al estado fundamental o de mínima energía, que es el estado de energía preferido. Mientras no se le suministre energía al átomo, el electrón permanecerá en dicho estado.

En condiciones normales para una transición dada siempre habrá mayor número de especies en el estado de energía inferior que en el estado de energía superior, por lo que la absorción es más probable que la emisión estimulada de radiación. Para que ésta última ocurra se necesita lograr la ***“inversión de la población”***, es decir, tener mayor número de especies en el estado excitado que en el de energía inferior, por lo que existe una alta probabilidad de que un fotón incidente estimule a un átomo excitado a volver a un estado de más baja energía, emitiendo otro fotón. La probabilidad de este proceso depende de la coincidencia entre la energía del fotón incidente y la diferencia de energía entre los dos niveles.

En sustancias con niveles energéticos metaestables se dan las condiciones apropiadas para la inversión de la población. En los llamados estados metaestables las especies permanecen atrapadas por un tiempo más largo y la probabilidad de transición a un nivel de energía inferior es mucho más baja. Estos estados son muy importantes para el funcionamiento de muchos láseres.

La secuencia de eventos que ocurren durante la emisión láser son:

1. Los átomos del medio son excitados masivamente y bombeados al nivel superior de energía correspondiente a la transición láser.
2. La desexcitación espontánea de algunos átomos introduce en el medio fotones de longitud de onda característica de la emisión láser que estimulan el decaimiento de los otros átomos del medio.
3. Un sistema de espejos permite que fotones que abandonan el medio sean reinyectados en él, lo que permite mantener y acrecentar la estimulación de más desexcitaciones. Como resultado de la emisión estimulada, los fotones resultantes son coherentes.
4. Uno de los espejos es parcialmente transparente, lo que permite que la radiación escape del medio dando origen a la emisión láser. La emisión corresponde a una longitud de onda determinada (**monocromática**), es **direccional** (en dirección perpendicular a los espejos) y **coherente** (se mantiene en fase).

## **CLASIFICACIÓN DE LOS LÁSERES DE BAJA POTENCIA:**

Existen numerosas clasificaciones de los láseres, pero la más adecuada desde el punto de vista médico es la que presentamos a continuación:

### **1- Según su potencia de salida:**

- Baja potencia: menores de 2 Mw.
- Media potencia: entre 5 y 200 Mw. (láseres terapéuticos).
- Alta potencia: muchos mayores de 1 W (láseres quirúrgicos).

### **2- Según su medio activo:**

- Sólidos: El medio activo es un sólido no conductor, un material cristalino o un vidrio dopado con una especie capaz de emitir. Se exceptúan los semiconductores.

- **Semiconductores:** La inversión de la población se logra por recombinación de portadores de carga en una unión p-n. Ej.: diodos láser de AsGa (arseniuro de galio).
- **Líquidos:** El medio activo es un colorante orgánico fluorescente disuelto en un solvente líquido.
- **Gaseosos:** Gas o mezcla de gases. Ej.: láser de HeNe (Helio-Neón).

### **3- Según su tipo de emisión (régimen de trabajo):**

- **Continuos:** láseres gaseosos de HeNe, diodos láser de AsGa.
- **Pulsados:** diodos láser de AsGa.

De acuerdo con la Norma Europea (EN 60825) la duración mínima de la emisión láser para ser considerada continua es de 0,25 seg.; que no es más que la duración del reflejo palpebral.

### **4- Según su longitud de onda:**

- **Visibles:** entre 380 nm y 780 nm.
- **Invisibles:** por encima de 780 nm.

## **LÁSERES MÁS USADOS EN MEDICINA:**

Los láseres de baja potencia más usados en la historia de la Medicina con fines terapéuticos son:

### **➤ Láser de Helio-neón (HeNe):**

Este fue el primer láser de gas que se construyó. Es un láser atómico, puede generar varias longitudes de ondas, pero la más usada es la **632,8 nm (rojo)**. Está compuesto por dos gases nobles con predominio del **He (90%)** frente al **Ne (10%)**. Su excitación se produce por una descarga eléctrica.

Sus principales aplicaciones se presentan en el campo de la metrología, la holografía y la interferometría holográfica. Por ejemplo, en la realización de

pruebas mecánicas no destructivas para verificar el estado de fatiga de tanques de alta presión, estructuras mecánicas y llantas de avión. Los láseres de He-Ne han sido utilizados también con gran éxito en aplicaciones médicas; en dermatología para el tratamiento de lesiones en la piel, o para estimular la regeneración en tejidos dañados, en acupuntura y en alivio de dolores, pero ya está siendo reemplazado en muchos de estos tratamientos por diodos láseres visibles.

➤ **Láser semiconductor:**

Son aquellas sustancias que sin ser aislantes poseen una conductividad menor a los metales. El diodo más utilizado en la actualidad es el de arseniuro de galio (**AsGa**), que puede presentarse en el mercado con diferentes longitudes de onda.

*AsGa con  $\lambda = 780, 830$  y  $904$  nm (láseres infrarrojos).*

*AsGa con  $\lambda = 630, 633, 650$  y  $670$  nm (láseres rojos).*

El medio activo es una unión p-n en la cual mediante el paso de una corriente superior a un umbral dado se produce la inversión de la población a través de una recombinación de portadores de carga liberándose energía en la unión en forma de fotones, los cuales son reflejados en las caras pulidas de nuevo hacia la unión provocando la retro-alimentación óptica necesaria para sostener la emisión. Pueden funcionar en modo CW (Continuous way o régimen continuo) con una eficiencia muy superior al 50%.

Son los láseres más eficientes, baratos y pequeños que son posibles obtener en la actualidad. Desde su invención en 1962 se han mantenido como líderes en muchas aplicaciones científico-tecnológicas.

Una de las aplicaciones principales de estos láseres se encuentra en los sistemas electro-ópticos de comunicación, en los reproductores de discos compactos y las

impresoras láser y en el campo de la medicina como analgésico y antiinflamatorio en problemas más profundos, así como en puntos de acupuntura.

Entre las ventajas de los diodos láser tenemos:

- Son muy eficientes (más del 20% de la energía suministrada se consigue en forma de radiación láser).
- Son muy fiables.
- Tienen vidas medias muy largas si se manipulan adecuadamente, estimadas en más de 10.000 horas de operación continuada.
- Son muy baratos (se construyen con técnicas de producción en masa utilizadas en la industria electrónica).
- Permiten la modulación directa de la radiación emitida, simplemente controlando la corriente eléctrica a través de la unión p-n. La radiación emitida es función lineal de la corriente, pudiéndose modular a décimas de GHz.
- Volumen y peso pequeños.
- Umbral de corriente muy bajo.
- Consumo de energía muy bajo.

Estas son las razones por las cuales en la mayoría de los equipos fabricados en la actualidad se utilizan diodos láser de régimen continuo de diferentes longitudes de onda.

### **FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ABSORCIÓN DE LA LUZ LASER:**

Una vez que incide el haz láser sobre el estrato córneo de la piel la absorción de la luz en nuestro organismo dependerá de factores inherentes al paciente y de factores inherentes a la radiación.

Dentro del primer grupo tenemos: el estado de la superficie a irradiar, el grosor de la piel y la coloración de piel o mucosas.

La piel debe estar limpia y libre de grasa o medicamentos que aumenten las pérdidas por reflexión. Si está indicado el uso de algún medicamento tópico debe aplicarse de inmediato después de la radiación favoreciéndose un proceso de sinergia láser-medicamento.

El tipo y calidad del tejido influye mucho en la absorción del láser, así como la pigmentación de la piel. En los individuos de piel más oscura se produciría una mayor absorción epidérmica debido a su mayor componente melánico con relación a los individuos de piel más clara.

Dentro del segundo grupo están: el grado de angulación del haz, la longitud de onda de la luz y la potencia media de salida del equipo.

El haz de luz láser debe incidir de forma perpendicular a la zona a irradiar. La luz láser emitida en el **rojo visible** posee varias longitudes de onda como son 630 ; 632,8 ; 650 y 670 nm. Su radiación es continua y penetra como máximo hasta unos 7 mm de espesor a partir de la epidermis. Se utiliza para toda clase de problemas dérmicos por su efecto antiinflamatorio y reparador tisular, además como laserpuntura y laserauriculopuntura. Posee también acción analgésica, pero por su poca profundidad de penetración se prefiere limitar a problemas superficiales, puntos de acupuntura y puntos triggers.

La **luz infrarroja** posee una longitud de onda corriente en el mercado de 904 nm, su emisión es pulsátil y emite picos de alta potencia en fracciones de segundos. Actualmente se usan diodos de AsGa con longitudes de onda de 780 y 830 nm de emisión continua. Ésta supera la barrera cutánea y subcutánea penetrando hasta unos 35 mm. 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 cierto ángulo de dispersión (entre 9 y 15 grados), por lo que recomendamos no separar el puntal al trabajar con este tipo de luz láser.

Está demostrado que las radiaciones electromagnéticas se absorben en su mayor parte a nivel de la epidermis y dermis, atravesando la primera capa superficial del 93% al 97% de la luz incidente; pasando con índices de refracción distintos y desviándose la trayectoria del haz lo que provoca diversas reflexiones internas hasta que los fotones sean absorbidos.

### **INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DEL LASER TERAPÉUTICO:**

Esta terapia está indicada en enfermedades de cualquier sistema de nuestra economía que cursen con inflamación, dolor o trastornos de la reparación tisular. Todo proceder terapéutico por muy inocuo que siempre sea tendrá sus contraindicaciones, las cuales pueden dividirse en **absolutas** y **relativas** debido a los criterios que encontramos en las diferentes escuelas.

Dentro del primer grupo tenemos la retina ya que si la irradiación traspasa el medio transparente del ojo, se absorbe y deposita en la misma produciéndose un proceso degenerativo que puede llevar a la ceguera irreversible. Todo ello si la irradiación fuese puntiforme e incidiera directamente en ella. Si fuese a través de la fibra óptica o a distancia el daño no llegaría a producirse. Teniendo en cuenta las medidas de protección indicadas no hay peligro de daño ocular ni para el enfermo, ni para el terapeuta.

Dentro del segundo grupo tenemos los procesos neoplásicos: el efecto bioestimulador del láser se produce a través de la aceleración de la mitosis celular, es decir, aumentando el número de células; lo cual desconocemos si sucediese irradiando células enfermas neoplásicas, por lo que existen diversos criterios al respecto. Recomendamos no usarlo sobre los tumores, pero si pueden tratarse procesos a distancia y no relacionados con la lesión primaria. No debe emplearse en los procesos sépticos agudos: hay pruebas "in vitro" que demuestran que irradiando focos bacterianos se puede producir una aceleración y

extensión del problema, pero en experimentos “in vivo” no hay nada categóricamente demostrado, por tanto, puede ser utilizado sin antibioticoterapia con resultados positivos. Recomendamos no usarlo en procesos sépticos generalizados. En el embarazo: parece improbable que pueda afectar al feto, pero nunca debemos irradiar el vientre grávido y no usar puntos de acupuntura abortivos. Puede usarse en zonas afectadas alejadas del abdomen.

En la literatura mundial existen otros criterios médicos para el no uso de dicha terapia. Sin apoyo científico se ha planteado la posibilidad del calentamiento de prótesis metálicas o DIU (dispositivos intrauterinos de cobre o metal), de igual modo sucede con pacientes epilépticos y los que utilizan marcapasos, lo que ha quedado descartado en la actualidad. Siempre debemos tener en cuenta que el paciente esté compensado de su enfermedad de base. No constituye riesgo el uso de fármacos fotosensibilizantes, aunque algunos medicamentos como los esteroides, la quinacrina y los antipalúdicos pueden aumentar la absorción de la radiación láser; por tanto, hay que manejar dosis bajas en estos casos.

No tratamos con láser terapéutico directamente los órganos internos, sólo órganos que tengan cavidades externas o mediante puntos de acupuntura relacionados con estos órganos. Se puede aplicar en forma intracavitaria mediante el uso de la fibra óptica de un láser rojo.

## **USOS DEL LÁSER EN LA MEDICINA ACTUAL**

Es bueno conocer por parte del médico especialista en cualquier rama de la medicina las enfermedades que podemos tratar con láser de baja potencia por especialidades para poder remitir los casos tributarios de esta terapéutica:

- En O.R.L. tenemos las sinusopatías de causa infecciosa o alérgica, rinitis alérgica, faringitis, amigdalitis, hipoacusia y sordera súbita, acúfenos de causa vascular, otitis media y traumatismos de la oreja.

- En Ginecología: cervicitis, ectopias, bartolinitis, vulvitis, úlcera vulvar, rafias, mastitis, displasia mamaria, inflamación pélvica, herpes genital.
- En Neurología: parálisis facial periférica, neuralgia del trigémino, neuralgia intercostal y neuritis postherpética.
- En Caumatología: úlceras por quemaduras y quemaduras por fricción.
- En Angiología: úlcera vascular, trombosis venosa y mal perforante plantar.
- En Proctología: fisura anal, trombosis hemorroidal, hemorroides externas y quiste pilonidal.
- En Estomatología: gingivitis, alveolitis, aftas bucales, síndrome ATM, absceso peridental y trismo.
- En Cirugía: heridas dehiscentes, granuloma a cuerpo extraño, cicatrices y queloides recientes, sufrimiento de piel, cicatrices post-cirugía estética, úlceras por presión, abscesos y paroniquia.
- En Ortopedia y Traumatología: epicondilitis, epitrocleitis, sacrolumbalgia, tendinitis, cervicalgia, cervicobraquialgia, bursitis, gonalgia, hombro doloroso, fascitis plantar, espolón calcáneo, síndrome post-fracturas, ganglión del carpo y otras afecciones del SOMA.
- En Urología: balanitis, orquitis, epididimitis, enfermedad de Peyronie y herpes genital.
- En Medicina Tradicional (laserpuntura): migraña, asma bronquial, estrés, neuralgias, parálisis de Bell, afecciones del SOMA, afecciones O.R.L, entre otras.
- En Dermatología: herpes simple, herpes zoster, acné inflamatorio, acné rosácea, micosis superficial, dermatitis o eczemas, piodermatitis, forúnculos, alopecia areata reciente.

## **TÉCNICAS DE IRRADIACIÓN**

Las técnicas de irradiación de la terapia láser blanda pueden ser de dos tipos: puntual y zonal. Dentro de la primera se destacan el tratamiento puntual local y las técnicas de laserpuntura y laserauriculopuntura. Dentro de la segunda tenemos el

tratamiento zonal estático y el barrido que puede ser manual o automático. También se destaca el tratamiento por pincelado.

El **tratamiento puntual local** consiste en la aplicación del haz láser de forma puntual sobre diversos puntos de la zona lesionada y dependerá del tipo de láser a usar.

- Láseres Rojo: en el caso de los láseres de HeNe se puede efectuar a distancia y directamente desde el equipo debido a la unidireccionalidad de la radiación, o bien, en contacto directo con la zona lesionada mediante la fibra óptica. En el caso de otros equipos más actuales se puede efectuar a unos milímetros desde la salida del aplicador láser o en contacto directo con la zona lesionada.
- Láseres IR: siempre se aplica con el puntal o salida del aplicador láser pegado a la zona lesionada del paciente debido a la divergencia natural del diodo que se manifiesta al alejarlo del punto a irradiar.
- La distancia entre puntos a tratar para ambos casos es entre 1 y 3 cm.

Las técnicas de **laserpuntura y laserauriculopuntura** consisten en tratar los mismos puntos y esquemas de acupuntura del macrosistema y del microsistema de la oreja de la Medicina Tradicional con láser a bajas dosis de energía (entre 3 y 5 mw de potencia de salida). Recomendamos no usar más de 15 puntos en una sesión de tratamiento.

El **tratamiento zonal estático** también dependerá del equipo láser a utilizar. En el caso de los láseres rojos, hay equipos que utilizan una lente expansora fija o bien la misma fibra óptica separada de la zona a tratar para conseguir una superficie de contacto mayor, ampliando el spot o mancha primaria al tamaño deseado durante un tiempo mayor de aplicación. Otros equipos tienen la ventaja de poseer un arreglo de diodos láseres o ducha láser con lo que se logra una mayor área de irradiación. Con este sistema el depósito de energía no es muy alto, por lo que se recomienda trabajar con mayor potencia y mayor tiempo de exposición, para obtener la dosis de energía necesaria y los efectos deseados.

El **tratamiento zonal por barrido** puede ser manual o automático. Un efecto similar al producido por las lentes se consigue con este tipo de terapia, teniendo en cuenta que al estar en movimiento la radiación láser y al ampliar más la zona a irradiar menor será la D.E que vamos a depositar en el mismo espacio de tiempo, por lo que deben usarse tiempos mayores a los habituales. Recomendamos no usar este tipo de tratamiento por las desventajas que presenta.

También se describe en la literatura revisada el **tratamiento por pincelado** que suele hacerse con la punta de la fibra óptica o con el puntal del diodo infrarrojo, ya que trabajamos en contacto con la zona a tratar y consiste en un recorrido muy lento y a pocos milímetros de la superficie y sobre el trayecto de la lesión o zona a tratar.

Ejemplo: Pincelado de la safena interna para conseguir un buen drenaje venoso.

#### **Formas de aplicación:**

Siempre que trabajemos con la fibra óptica, el puntal diodo o la salida del aplicador láser, deben mantenerse perpendiculares a la lesión a tratar para evitar pérdidas por reflexión. La disminución del fenómeno de reflexión (pérdida de energía) consigue un incremento de la eficacia energética.

## **RECOMENDACIONES PRÁCTICAS AL TRABAJAR CON UN LÁSER DE BAJA POTENCIA:**

1. El haz de luz láser debe incidir de forma perpendicular a la superficie a irradiar para disminuir las pérdidas por reflexión.
2. La piel o zona a irradiar debe estar limpia, libre de grasa o medicamentos como las cremas y pomadas, que aumenten las pérdidas por reflexión de las irradiaciones luminosas. Limpiar con alcohol.
3. Si está indicado el uso de algún tratamiento tópico debe aplicarse de inmediato después de la radiación favoreciéndose un proceso de sinergia (láser-fármaco) porque aumenta la microcirculación local y el medicamento se absorbe y asimila mejor.
4. No están contraindicados los fármacos con la laserterapia, solamente debemos tener precaución con los pacientes que llevan tratamiento con quinacrina, esteroides o antipalúdicos que pueden aumentar la absorción de la radiación láser; por tanto, hay que manejar dosis bajas en estos casos.
5. Debido al efecto acumulativo de la radiación láser, los cambios que aparecen a partir de la tercera o cuarta sesión se mantienen hasta la octava o décima sesión. Hacia las sesiones 14 a 16 hay una disminución de éstos, por lo tanto, no se deben prolongar los tratamientos por más de 15 sesiones; después de las cuales es recomendable recesar hasta 15 ó 20 días, reanudando si fuese necesario un segundo ciclo de tratamiento.
6. Si aparece dolor en las primeras sesiones de irradiación, la conducta a tomar sería disminuir la dosis calculada o realizar el tratamiento en días alternos. De no existir un empeoramiento progresivo no es necesario suspender el ciclo.
7. La mayor rapidez de resultados antiálgicos se obtienen con láser IR porque la forma de aporte de energía en forma pulsátil interfiere el estímulo sensitivo elevando el umbral doloroso del paciente, por lo que es muy usado en Medicina Deportiva y Traumatología.

8. Cuando se efectúa un tratamiento puntual se obtienen mejores resultados que cuando se irradia toda la zona afectada mediante un barrido manual o automático con igual densidad de energía (D.E.), ya que la eficacia energética es superior pues las superficies de aplicación son muy pequeñas.
9. De forma práctica el tratamiento a aplicar puede constar de dos partes en cada sesión, siendo la más importante la primera:
  - 1ra: depósitos puntuales de energía con una D.E. variable que depende del paciente y de la patología a tratar.
  - 2da: irradiación zonal estática con lente expansor, alejando la fibra óptica de la zona a tratar o con la ducha láser.
10. Los tratamientos zonales suelen emplearse durante 4 a 5 minutos y una vez finalizado el tratamiento puntual local previo. No son tratamientos imprescindibles, pero si recomendables como tratamientos complementarios.
11. Si el enfermo está siendo tratado por primera vez es recomendable iniciar el tratamiento con dosis bajas, para ir aumentando paulatinamente según la evolución del paciente y la patología a tratar.
12. No tratamos con láser directamente los órganos internos, sólo órganos que tengan cavidades externas o mediante puntos de acupuntura relacionados con estos órganos. Se puede aplicar en forma intracavitaria mediante el uso de la fibra óptica de un láser rojo.
13. Cuando va a irradiarse una articulación, debe colocarse en posición de máxima apertura e irradiar puntos concretos alrededor de la misma y que permitan la máxima penetración de la radiación. En caso de nervios y vasos se actúa sobre puntos determinados de su trayecto.
14. Cuando el dolor del hombro se irradia en forma de corriente a la mano y al dedo pulgar hay que irradiar el origen de las raíces anteriores de C5-C6 a ambos lados de la columna vertebral.
15. El dolor se debe evaluar en una escala de 10. Si entre la 3ra y la 4ta sesión el dolor aumenta se produce el efecto Lambert positivo. En este caso se disminuye el tiempo y se mantiene la frecuencia (láser IR) y la mejoría es notable.

16. Los medicamentos fotosensibles tópicos aumentan la absorción de energía luminosa a nivel de la piel; por lo tanto, no deben usarse antes de una sesión de tratamiento. Por ejemplo: la violeta de genciana, el lápiz tinta y el rojo fosforescente. No marcar con bolígrafo el área afectada.
17. Siempre debemos descartar la existencia de un proceso maligno antes de comenzar con el tratamiento de una lesión sospechosa. Si la zona a tratar presenta un nevo preferimos la valoración del Dermatólogo para determinar la etiología de la lesión.
18. En caso de emplear láser IR en el tratamiento de lesiones en piel cubrir con una bolsa plástica o guante desechable (*transparentes*) la punta del aplicador para evitar el peligro de contaminación del puntal. Recordar que este tipo de láser siempre debe usarse pegado a la zona afectada.
19. No irradiar el vientre grávido, ni los puntos abortivos en las embarazadas.
20. Lo más importante para lograr un tratamiento exitoso es el diagnóstico etiológico preciso de la patología a tratar. Si vemos que no existe una respuesta adecuada después de pasado un tiempo prudencial debemos reevaluar el caso, y si es preciso, interconsultarlo con la Especialidad requerida.

#### **DOSIMETRIA EN LASERES DE BAJA POTENCIA:**

El láser de baja potencia ha sido utilizado con gran éxito terapéutico en muchas de las especialidades de la Medicina ya sea como tratamiento único o en combinación con otros procedimientos fisioterapéuticos o con la terapia farmacológica. La efectividad de la terapia láser se fundamenta en el aporte de suficiente energía para que mediante su absorción y transformación en los tejidos pueda generarse el proceso terapéutico.

Es necesario conocer por parte del médico y del operador de los equipos una serie de parámetros que nos van a permitir el máximo de aprovechamiento en la dosis calculada, lo cual contribuye a elevar la eficacia energética del tratamiento.

Existen dos tipos de emisión de energía luminosa: **la continua** y **la pulsada**, por lo que el cálculo de las dosificaciones variará de acuerdo al tipo de energía utilizada. Otro parámetro a tener en cuenta sería la **potencia exacta de emisión** que nos indica la energía que se entrega por segundos y está relacionada con el tipo de emisión y la potencia de salida del equipo. Su unidad de medida es el watt (W).

$$\text{Potencia (P)} = \text{Energía (E)} \times \text{Tiempo (t)}$$

Por tanto, despejando la energía de la fórmula quedará:

$$\text{Energía (E)} = \text{Potencia (P)} \times \text{Tiempo (t)}$$

Si el láser emite en régimen continuo la energía sólo será identificada por su potencia de emisión, mientras que en los de régimen pulsado se necesitarán otros parámetros para conocer cuanta energía se aporta por segundo:

- \_ Potencia pico (**Pp**)
- \_ Duración del impulso (**tp**)
- \_ Frecuencia de emisión (**f**)

$$\text{Pm} = \text{Pp} \times \text{tp} \times \text{f}$$

La eficacia terapéutica estará en dependencia de la cantidad de energía suministrada, del tipo empleado para ello, y por último, de la forma en que sea suministrada. Siempre es aconsejable reducir las superficies de aplicación, por lo que si la zona a irradiar es muy amplia debemos realizar varios depósitos puntuales de energía a una distancia no mayor de los 2 ó 3 cm. para obtener la máxima eficiencia.

Como ya vimos anteriormente, debemos tener siempre bien claro que la **Energía (E)** solamente depende del tiempo empleado y de la potencia de emisión utilizada, mientras que cuando hablamos de **Densidad de Energía (D.E.)** dependerá de la superficie donde es depositada la energía, que viene dada por el spot del emisor láser. Este dato suele ser facilitado por el fabricante del equipo; en otras ocasiones aparece en forma de diámetro del haz, pero el cálculo total del área sería muy sencillo, aunque de forma práctica les mostramos la correlación existente entre estos dos parámetros.

<u>DIÁMETRO DEL HAZ (mm)</u>	<u>SUPERFICIE (cm<sup>2</sup>)</u>
1	0,0078 cm <sup>2</sup>
1,5	0,0174 cm <sup>2</sup>
2	0,0314 cm <sup>2</sup>
3	0,073 cm <sup>2</sup>

La **Densidad de Energía (D.E)** no es más que la relación existente entre la energía suministrada por un emisor láser y la superficie del spot primario de éste, no del área total de tratamiento. Se expresa en Julios/cm<sup>2</sup> (J/cm<sup>2</sup>).

$$D.E (J/cm^2) = \frac{P (W) \times t (seg.)}{S (cm^2)}$$

Recordando que la D.E es la relación existente entre la energía suministrada por el equipo y la superficie donde se irradia.

$$D.E. = \frac{E (Julios)}{S (cm^2)}$$

Entonces, la Densidad de Energía (D.E) no será la incógnita matemática y si el **tiempo** durante el cual se deberá estar irradiando en cada una de las aplicaciones, por lo tanto, despejando el tiempo de la fórmula quedará:

$$t \text{ (seg.)} = \frac{\text{D.E. (J/cm}^2\text{)} \times \text{S (cm}^2\text{)}}{\text{P (W)}}$$

Para evitar el cálculo para cada dosis deseada es sencillo establecer una tabla dosimétrica que relacione cada dosis con el tiempo necesario para obtenerla.

Ej. : **2 J/cm<sup>2</sup> = 12 seg. por puntos.**

**3 J/cm<sup>2</sup> = 18 seg. por puntos.**

**4 J/cm<sup>2</sup> = 24 seg. por puntos.**

Generalmente los equipos existentes en el mercado mundial disponen del cálculo de la dosis de forma automática y el operador solo tiene que indicar la potencia de emisión y el tiempo de exposición siendo el propio aparato el que calcula la dosis suministrada al paciente en cada aplicación.

A diferencia de la terapia farmacológica no encontraremos en el láser terapéutico una dosis letal, pero es innecesario el uso de altas dosis ya que con irradiaciones inferiores se puede obtener el mismo efecto. La elección de la dosis a utilizar dependerá de la experiencia individual de cada médico, aunque existen rangos de dosis muy variables con resultados aceptables publicados en la literatura internacional.

En todo tratamiento después del diagnóstico adecuado se efectuará un plan dosificado de aplicación de la energía como mostramos a continuación:

<u><b>EFEECTO TERAPEÚTICO DESEADO</b></u>	<u><b>DOSIS RECOMENDADA</b></u>
▪ <b>Analgésico</b>	
_ <b>Dolor muscular</b>	<b>2-4 J/cm<sup>2</sup></b>
_ <b>Dolor articular</b>	<b>4-8 J/cm<sup>2</sup></b>
▪ <b>Antiinflamatorio</b>	
_ <b>Agudas</b>	<b>4-6 J/cm<sup>2</sup></b>
_ <b>Crónicas</b>	<b>4-8 J/cm<sup>2</sup></b>
▪ <b>Reparación tisular</b>	<b>8-12 J/cm<sup>2</sup></b>

A fin de prescindir del cálculo para cada dosis frente al paciente y obtener el efecto terapéutico apropiado según la patología con que acuda el enfermo al tratamiento, y puesto que contamos con datos fijos que nos aporta el fabricante con el equipo láser como son la potencia de emisión y el spot o superficie de depósito, aconsejamos construir una tabla que relacione dosis con el tiempo necesario para alcanzarla para de esta forma agilizar el trabajo logrando una eficacia terapéutica adecuada.

Lo más importante para lograr un tratamiento exitoso es el diagnóstico etiológico preciso de la patología a tratar ya que si este es errado no vale calcular bien la dosis a irradiar por puntos.

Debemos recordar que la potencia de emisión en los equipos láser terapéuticos viene dada en miliwatt (Mw), pero en la fórmula trabajamos en watt (W), por lo que siempre hay que correr la coma tres (3) lugares a la izquierda para no cometer errores al realizar los cálculos matemáticos.

### **CLASIFICACIÓN DE LOS LÁSERES PARA SU USO Y SEGURIDAD:**

Los equipos láser se agrupan en cuatro clases generales para las que se especifican los límites de emisión admisibles (LEAs), según las normas europeas EN-60825. La capacidad de un láser para producir un riesgo vendrá determinada principalmente por tres factores: la longitud de onda, el tiempo de exposición y la potencia del haz.

- ***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. No emiten niveles de radiación peligrosos. No necesitan ningún rótulo de advertencia o medida de control. Ej.: Lectores de CD-Rom, lectores de códigos de barra de los supermercados, punteros láser.

- **Clase II (láser de baja potencia):**

Dispositivos de potencia baja con escaso riesgo. Son peligrosos sólo si se mantiene la mirada fija del haz durante un período superior a 0,25 seg. (reflejo palpebral). Incluye los láseres HeNe (visibles) con una potencia media de salida de hasta 5 mw. Es necesario colocar una señal de advertencia. (Etiquetas de peligro).

- **Clase III a (láser de riesgo moderado):**

Equipos de potencia moderada. Láseres emisores de luz visible que no producen daños por observación indirecta, pero dañan la retina si se focalizan dentro del ojo. Necesitan colocar señal de advertencia. Incluye los láseres de potencia media de salida entre 5 y 50 mw.

- **Clase III b (láser de riesgo moderado):**

Láseres que pueden producir daños por accidente si se observa directamente el haz o sus reflexiones en distintas ópticas. Debe colocarse un rótulo de advertencia (señal de peligro).

- **Clase IV (láser de alta potencia):**

Equipos con un riesgo elevado de lesión. Incluye los láseres que pueden producir lesiones tanto por el rayo directo como por reflejo, y también constituyen riesgo de incendio. Debe llevar la señal de advertencia adecuada.



Radiaciones láser

## **MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA EL USO DEL LÁSER DE BAJA POTENCIA:**

Las medidas de seguridad que deben tomarse durante el uso de un equipo láser de baja potencia en un tratamiento médico pueden resumirse en dos grandes aspectos: las precauciones relacionadas con el terapeuta y el paciente y las medidas relacionadas con el equipo como se detallan a continuación:

### **I.- Precauciones y seguridad para el operador y el enfermo:**

1. No mirar directamente la luz láser por el riesgo que presenta para el ojo el uso de estos equipos sin el debido cuidado, riesgo que corren tanto el paciente como el médico.
2. No efectuar constantemente tratamientos sin protección, puesto que al finalizar el día, con sólo la brillantez del láser en contacto con los tejidos podría provocarse una conjuntivitis más o menos importante pero evitable.
3. Protegerse tanto el paciente como el terapeuta mediante gafas protectoras oscuras especiales que sólo permitan pasar un 5% de irradiación.
4. Evitar que en la habitación de tratamiento hayan espejos, azulejos u otros objetos de brillo similares utilizando pinturas mates para las paredes del local.
5. Las camillas metálicas deben cubrirse con sábanas durante la aplicación de la terapia para evitar la reflexión accidental del haz, se prefieren las camillas de madera o tapizadas.
6. El local debe estar iluminado para producir miosis de los ojos de forma que puedan penetrar muy poco haces reflejados de otras superficies de forma eventual.
7. En Ginecología deben usarse espéculos plásticos o en su defecto espéculos metálicos debidamente protegidos por gasas.

### **II.- Comprobación y cuidados del equipo:**

1. Calibrar siempre el equipo antes de comenzar el tratamiento.
2. Comprobar que el equipo esté emitiendo luz láser, sobre todo en el caso del láser IR (*invisibles*).

3. Todo equipo láser debe estar conectado a tierra física.
4. Mantenerlo en lugares secos y a temperatura adecuada, preferentemente en ambiente climatizado.
5. Preservarlo del polvo, del agua y del calor excesivo.
6. No utilizar sustancias abrasivas en la limpieza del aplicador.
7. No permitir el uso del equipo a personal no entrenado en el manejo de la técnica, no jugar con el aparato en funcionamiento.
8. Al finalizar el día debe desconectarse de la línea de 110 V, guardar el equipo y la llave de encendido en un lugar seguro.

### **DAÑO OCULAR QUE PRODUCEN LAS RADIACIONES:**

Los riesgos oculares son los más frecuentes, por ser los ojos los órganos más sensibles a los efectos del láser terapéutico. Esto se debe a que en el ojo, las células vivas de la córnea, solo están protegidas por una fina capa de lágrimas. Las enfermedades oftálmicas más comunes debido a estas radiaciones son queratitis, conjuntivitis y cataratas.

La retina va a ser afectada por láseres que trabajen en el espectro de luz visible e infrarrojo cercano (400 a 1400 nm.). Al trabajar en esta región espectral, el rayo va a ser transmitido sin absorberse en la región anterior del ojo y alcanza la retina, focalizándose en un punto muy pequeño, pero con una energía 100.000 veces mayor que la luz que entró por la pupila pudiéndose producir una sustancial pérdida de la visión.

Los protectores oculares contra la radiación láser deben ser utilizados por toda persona que permanezca en zonas donde se emplee un equipo láser y han de ser adaptados al sistema de láser en uso. La no utilización de gafas de protección o la selección de unas gafas de protección inapropiadas para la aplicación específica puede causar una lesión ocular. Las gafas nunca deben utilizarse para la observación directa del haz láser. Los filtros del protector láser no deben tener defectos que pueden alterar su función protectora como son rayas, agujeros,

degradación del filtro; por lo que deben ser revisados e higienizados periódicamente.

## **CONCLUSIONES**

Como vemos el láser terapéutico tiene un amplio uso dentro de la medicina moderna. Existe un gran número de afecciones agudas o crónicas que se presentan en la vida cotidiana en nuestros pacientes que pueden ser tratadas fácilmente con esta terapia, con resultados alentadores muy superiores a los obtenidos con el uso de la terapéutica convencional. Por otra parte, la ausencia de efectos colaterales y el ser un método inocuo, indoloro, aséptico, lo coloca en la primera línea de tratamiento para muchas enfermedades en la práctica médica actual.

Debido a las características de la terapia láser de baja potencia, ya presentadas en este trabajo, y ser un método de tratamiento sencillo y de fácil aplicación, puede ser perfectamente empleado por un personal calificado, no médico, pero bien entrenado y que maneje todas las medidas de protección individual y para el paciente. Este es el caso de enfermeros, psicólogos, técnicos de fisioterapia, licenciados en cultura física, masajistas, kinesiólogos, etc.

Siguiendo todas las instrucciones antes señaladas no existe peligro alguno para la aplicación de este tipo de terapéutica. No obstante todo el personal que va a manipular los aparatos láser debe pasar un adiestramiento teórico-práctico en una institución médica.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA:

1. HERNÁNDEZ DÍAZ A: *El láser terapéutico en la práctica médica actual*. Ed. Científico-Técnica, La Habana, 2007.
2. ABOITES V.: *El Láser. La ciencia desde México*, Ed. Fondo de Cultura Económica, México, 1991.
3. ÁLVAREZ, G. A. *et al.*: "Tratamiento del dedo en resorte con laserpuntura", *Rev. Cub. Med. Milit.*, 32(2): 125-129, 2003.
4. ARIELI, R.: *The Laser Adventure*, versión en español por Requena A., Cruz C., BASTIDA A. y ZÚÑIGA J., Universidad de Murcia, España, 2005.
5. BAGIS, S., U. COMELEKOGLU, B. COSKUM, A. MILCAN *et al.*: "No effect of GaAs (904 nm) laser irradiation on the intact skin of the injured rat sciatic nerve", *Lasers in Medical Science*, 18 (2): 83-88, 2003.
6. BAYAT, M., M. M. VASHEGHANI, N. RAZAVI, S. TAHERI *et al.*: "Effect of low-level laser therapy on the healing of second-degree burns in rats: a histological and microbiological study", *J. Photochem. Photobiol. B.*, 1;78 (2): 171-177, 2005.
7. BILMES, G. M.: *Láser. Col. Ciencias para los que se sienten jóvenes*, Ed. Colihue, Argentina, 2004.
8. BJORDAL, J. M., C. COUPPÉ y E. LJUNGGREN: "Low Level Laser Therapy for Tendinopathy. Evidence of a dose-response pattern", *Physical Therapy Reviews*, 6: 91-99, 2001.
9. BOYEROS, P. E. y R. J. ALFONSO: "Uso de láser de baja potencia en Otorrinolaringología", *Rev. Méd. Electr*, 27(5), 2005. ISSN 1684-1824.
10. BRUGNERA, A. JR. y G. P. LADALARDO: "Low-reactive level laser treatment in facial paralysis", *Lasers in Dentistry VI*, SPIE, 3910, 68-74, 2000.
11. CHAN, Y. y Ch. HSIUNG LAI: "Bactericidal effects of different laser wavelengths on periodontopathic germs in photodynamic therapy", *Lasers Med. Sci.*, 18: 51-55, 2003.
12. CHUKUKA, S. y P. T. ENWEMEKA: "Depth of low intensity helium-neon and gallium-arsenide lasers through rabbit dermal and subdermal tissues", *The Journal of Laser Therapy*, Millennium edition, vol. 12 & 13, 2003.

13. CISNEROS VELA, J. L. y F. CAMACHO MARTÍNEZ: *Láser y fuentes de luz pulsada intensa en dermatología y dermocosmética*, Grupo Aula Médica, Madrid, 2002.
14. CLAYTON, T. H. and G. I. STABLES: "Reactivation of ophthalmic herpes zoster following pulsed-dye laser treatment for inflammatory acne vulgaris", *British Journal of Dermatology*, 152 (3): 569-570, 2005.
15. DE MEDEIROS, J. S., G. F. VIEIRA and P. Y. NISHIMURA: "Laser application effects on the bite strength of the masseter muscle, as an orofacial pain treatment", *Photomed. Laser Surg.*, 23(4): 373-376, 2005.
16. ELMAN, M. y J. LEBZELTER: "Light therapy in the treatment of acne vulgaris. *Dermatologic Surgery*", 30 (2): 139-146, 2004.
17. ENWEMEKA, C. S.: "Attenuation and penetration of visible 632.8 nm and invisible infrared 904 nm light in soft tissues", *Laser Therapy*, 13: 95-101, 2001.
18. FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, M. M., J. H. ADAME TREVIÑO y F. A. LÓPEZ ORTIZ: "Estimulación eléctrica y láser de baja potencia en cicatrización de úlceras plantares en pacientes diabéticos", *Rev. Mex. Med. Fís. y Rehab.*, 17: 119-122, 2005.
19. FRIED, N. M.: "Therapeutic applications of lasers in urology: an update", *Expert Rev. Med. Devices*, Jan, 3(1): 81-94, 2006.
20. FUNG, D. T. C. and G. Y. F. NG: "Therapeutic low energy laser improves the mechanical strength of repairing medial collateral ligament", *Lasers in Surgery and Medicine*, 31: 91-96, 2002.
21. GAIDA, K., R. KOLLER, C. ISLER, O AYTEKIN *et al.*: "Low level laser therapy a conservative approach to the burn scar?", *Burns*, 30(4): 362-367, 2004.
22. GARCÍA GONZÁLEZ, J. E. y F. C. MARTÍNEZ RODRÍGUEZ: "El láser ¿motivación o realidad para el estudio de Física por los estudiantes de las Ciencias para la Salud?", *Rev. Cubana Invest. Bioméd.*, 25(1), 2006.
23. GARRIDO, S. B., V. F. BOSCH y otros: "Láser y dolor neuropático", HDCQ Diez de Octubre, Clínica del Dolor, *Rev. Cub. Anestesiología y Reanimación*, 2 (3): 37-41, 2003.
24. GONZÁLEZ ÁLVAREZ, J. y R. ÁVILA ÁVILA: *La ciencia que emerge con el siglo*. Ed. Academia, La Habana, 2005.

25. GREEN, D. M.: "Significant pain relief after low power laser treatment for knee osteoarthritis", *Lasers Surg. Med.*, 33(5): 330-338, 2003.
26. HAWKINS, D. H. and H. ABRAHAMSE: "The role of laser fluence in cell viability, proliferation, and membrane integrity of wounded human skin fibroblasts following helium-neon laser irradiation", *Lasers Surg, Med.*, 38(1): 74-83, 2006.
27. HAWKINS, D. H. and H. ABRAHAMSE: "Biological effects of helium-neon laser irradiation on normal and wounded human skin fibroblasts", *Photomed Laser Surg.*, 23(3): 251-259, 2005.
28. HAWKINS, D., N. HOURELD and H. ABRAHAMSE: "Low level laser therapy (LLLT) as an effective therapeutic modality for delayed wound healing", *Ann NY Acad Sci.*, 10 (56): 486-493, 2005.
29. HERRERO, C.: "Los efectos terapéuticos", CDL, *Bol.* no. 15-16, cap.VI, 1/1988.
30. HERRERO, C., J. COLLS *et al.*: "Las dosimetrías en equipos de baja potencia", *CDL*, *Bol.* no. 15-16, 1988.
31. HIISEYIN, D., B. HALIL and K. MEHMET: "A comparative study of the effects of electrical stimulation and laser treatment on experimental wound healing in rats", *Journal of Rehab. Research. Develop.*, 41(42): 147-154, 2004.
32. KAMEGAYA, Y., W.A. FARINELLI, A. V. VILA ECHAGUE *et al.*: "Evaluation of photochemical tissue bonding for closure of skin incisions and excisions", *Lasers Surg Med.*, 37 (4): 264-270, 2005.
33. KARU, T. I., L. V. PYATIBRAT *et al.*: "Photobiological modulation of cell attachment via cytochrome oxidase", *Photochem. Photo-biol. Sci.*, (3): 211-216, 2004.
34. KARU, T., T. ANDRELCHUK y T. RYABYKH: "Changes in oxidative metabolism of murine spleen following laser and superluminous diode (660-950 nm) irradiation", *Laser Surg Med.*, 13: 453-462, 1993.
35. KEYVAN, NI. y J. B. CHRISTOPHER: "Lasers alleviate acne", *Journal of Cosmetic Dermatology*, Issue 3, vol. 3, 2004.
36. KOPERA, D., R. KOKOL, C. BERGER and J. HAAS: "Does the use of low-level laser influence wound healing in chronic venous leg ulcers?", *J. Wound Care.*, 14(8): 391-394, 2005.

37. LASIR, C.: *Tratado de Laserterapia*, Ed. Miraguano, Madrid, 1993.
38. MACHÍN GONZÁLEZ, V., J. TURRENT FIGUERAS, S. MENÉNDEZ CEPERO y A. HERNÁNDEZ DÍAZ: "Ozonoterapia y laserpuntura en el tratamiento de la sordera súbita", *Rev. Cubana Cirugía*, 43 (3-4), 2004.
39. MAIYA, G. A., P. KUMAR y L. RAO: "Effect of low intensity helium--neon (He-Ne) laser irradiation on diabetic wound healing dynamics", *Photomed Laser Surg.*, 23(2): 187-190, 2005.
40. MANTEIFEL, V. M. and T. I. KARU: "Structure of mitochondria and activity of their respiratory chain in successive generations of yeast cells exposed to He-Ne laser light", *Biology Bulletin*, 32 (6): 556-566, 2005.
41. MELO, C. A. S., A. L. L. A. LIMA *et al.*: "Characterization of light penetration in rat tissues", *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 19 (4): 175-179, 2001.
42. MÉNDEZ, T., A. PINHEIRO, M. PACHECO, P. NASCIMENTO *et al.*: "Dose and wavelength of laser light have influence on the repair of cutaneous wounds", *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 22(1):19-25, 2004.
43. MIGLIORATI, C. and C. MASSUMOTO: "Low-energy Laser Therapy in oral mucositis", *Science*, 1 (2): 97-100, 2001.
44. MORENO-GIMÉNEZ, J. C., M. GALAN-GUTIÉRREZ, and R. JIMÉNEZ-PUYA: "Treatment of chronic ulcers", *Actas Dermosifiliogr.*, 96(3): 133-146, 2005.
45. NAKAJI, S. *et. al.*: "Retrospective study of adjunctive diode laser therapy for pain attenuation in 662 patients", *Photomedicine and Laser Surgery*, 23(1), 2005.
46. NAVRATIL, L. and J. KYMPLOVA: "Contraindications in non-invasive laser therapy: truth and fiction", *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 20 (6): 341-343, 2002.
47. NOURI, K. and C. J. BALLARD: "Lasers alleviate acne", *Journal of Cosmetic Dermatology*, 3:3, 182-183, 2004.
48. NUSSBAUM, E. L., L. LILGE, and T. MAZZULLI: "Effects of 630, 660, 810 and 905 nm laser irradiation delivering radiant exposure of 1-50 J/cm<sup>2</sup> on three species of bacteria in vitro", *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 20 (6): 325-333, 2002.

49. OWENS, W. W. and P. G. LANG: "Herpes simplex infection and colonization with *Pseudomona aeruginosa* complicating pulsed-dye laser treatment", *Arch Dermatol*, 140(6): 760-761, 2004.
50. OZDEMIR, F., M. BIRTANE y S. KOKINO: "The clinical efficacy of low-power laser therapy on pain and function in cervical osteoarthritis", *Clin. Rheumatol*, 20 (3): 181-184, 2001.
51. OZKAN, N. *et al.*: "Investigation of the supplementary effect of GaAs laser therapy on the rehabilitation of human digital flexor tendons", *J. Clin. Laser. Med. Surg. Apr.*, 22(2): 105-110, 2004.
52. PADRÓN, S. L.: "Tratamiento de herpes zoster con láser He-Ne de baja potencia", *Rev. Mex. Med. Fís. Rehab.*, 5 (3), 1997.
53. PÉREZ ÁLVAREZ, N.: "Otitis media crónica secretoria, tratamiento con láser". *Rev. 16 de abril*, 212. 2003. ISSN 1729-6935.
54. PIERCE, M. C. *et al.*: "Laser-tissue interaction with a continuous wave 3-mcm fibre laser: preliminary studies with soft tissue", *Lasers Surg. Med*, 26(5): 491-5, 2000.
55. PLAJA, J.: *Analgesia por medios físicos*, Ed. McGraw Hill, Ed. Med. Interamericana, Madrid, 2003.
56. POSTEN, W., D. A. WRONE, J. S. DOVER *et al.*: "Low-level laser therapy for wound healing: mechanism and efficacy", *Dermatol Surg.*, 31(3): 334-340, 2005.
57. RODRÍGUEZ CABRERA, K. M., C. E. DÍAZ CRUZ *et al.*: "Radiación láser de baja potencia en el tratamiento del dolor disfunción de la A.T.M.", *CIGET Pinar del Río*, 5 (3), 2003.
58. RODRÍGUEZ, J. M.: *Electroterapia en Fisioterapia*, 2da. ed. cap. XVII Terapia láser, Ed. Médica Panamericana, Madrid, 2004.
59. ROSS, V.: "Optical treatments for acne", *Dermatologic Therapy*, 18:3, 253-266, 2005.
60. SCHUBERT, V.: "Effects of phototherapy on pressure ulcer healing in elderly patients after a falling trauma. A prospective, randomized, controlled study, *Photodermatol Photoimmunol. Photomed*", 17(1): 32-38, 2001.

61. SOLOMON, L. K., A. RASHID y K. KHAN: "Facial herpes simplex infection from possible cross contamination through the laser hand-piece following cutaneous laser resurfacing", *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*, march, 59(3), 2006.
62. STASINOPOULOS, D. I. and M. I. JOHNSON: "Effectiveness of low-level laser therapy for lateral elbow tendinopathy", *Photomed Laser Surg.*, 23(4): 425-430, 2005.
63. TRAVIASAS HERRERA, E. M. *et al.*: "Evaluación de la efectividad del láser según tipo de gingivitis crónica", *Rev. Hab. C. Med.*, 4 (4), 2005.
64. TRELLES, M. A., L. GARCÍA-SOLANA e I. ALLONES: "Ensayo clínico y de laboratorio de una crema de caléndula en el post resurfacing laser", *Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana*, 29 (1): 11-24, 2003.
65. VALIENTE, C. y M. GARRIGÓ: *Laserterapia en el tratamiento de las afecciones odontoestomatológicas*, Ed. Academia, Ciudad de La Habana, 1995.
66. VÉLEZ, M. y M. A. TRELLES: "Las terapias médicas son para los médicos", *Boletín S.E.L.M.Q.*, 6 (17): 1-20, 2004.
67. ZALEWSKA-KASZUBSKA, J. and D. OBZEJTA: "Use of low-energy laser adjunct treatment of alcohol addiction", *Lasers in Medical Science*, 19 (2): 100-104, 2004.