Prof. Dr. M. Allevato, Dr. P. Boixeda
Act Terap Dermatol 2006; 29: 6

# LÁSER EN DERMATOLOGÍA (1ra. Parte)

**Prof. Dr. Miguel Angel Allevato*, Dr. Pablo Boixeda****

* JEFE IIAC DIVISIÓN DERMATOLOGÍA. HOSPITAL DE CLÍNICAS "JOSÉ DE SAN MARTÍN". UBA
** MÉDICO DE LA UNIDAD DE LASER, SERVICIO DE DERMATOLOGÍA. HOSPITAL RAMÓN Y CAJAL. MADRID, ESPAÑA

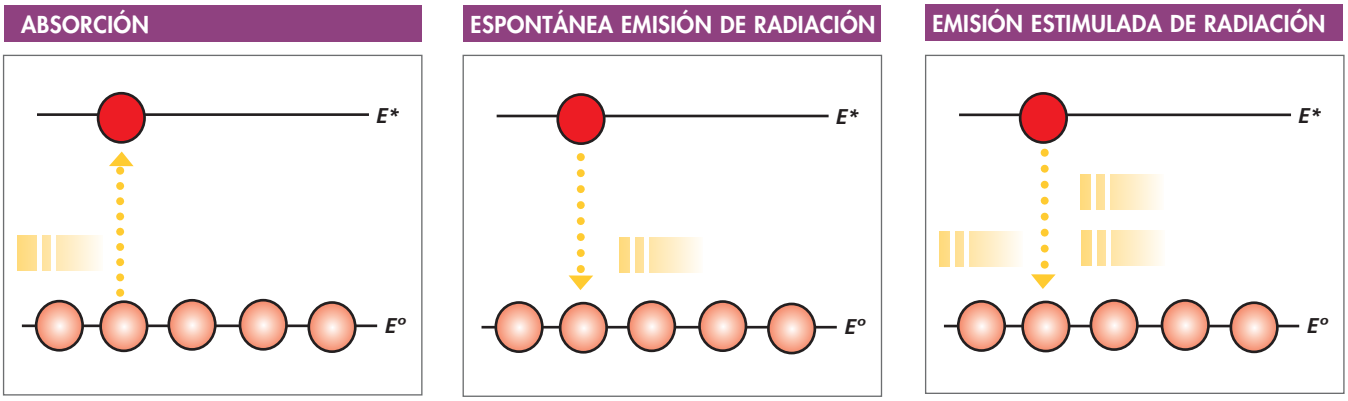
**Los primeros láseres en dermatología se usaron hace más de 40 años. La palabra láser es el acrónimo de: Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation -Amplificación de la Luz mediante la Emisión Estimulada de Radiación-. Los principios básicos del láser se desarrollaron cuando Einstein formuló los principios de la emisión estimulada de radiación que fueron publicados en 1917 como parte de la teoría cuántica.**

## Historia

La primera referencia histórica del uso de haces de energía luminosa apareció en 1936 en el libro de ficción "La Guerra de los Mundos" de H. G. Wells. En 1955 Gordon aplicó los conceptos de Einstein para amplificar la energía radiante a través de emisión estimulada empleando para ello gas amonio como medio óptico. Este sistema generaba energía radiante coherente en el terreno de los ultrasonidos y a este aparato se le denominó MASER ("Microwave Amplification for the Stimulate Emisión of Radiation"). En 1958 Schalow y Tornes describieron los principios físicos operativos del láser, los cuales fueron aplicados por Maiman en 1960 para la producción del primer sistema de emisión de un haz de luz roja generado por la excitación de un cristal rubí. En 1961 se generó el Nd:YAG y, en 1962 el láser de argón. En 1963 el láser rubí se empleó en medicina para la coagulación de lesiones retinales. En 1964 Patel desarrolló el láser de CO2.

## Teoría básica

Los átomos en estado de reposo ($E^0$) pueden ser excitados a un estado de alta energía (E*) al absorber energía térmica, eléctrica ú óptica (Figura 1). En este estado de excitación los átomos son altamente inestables y tienden a retornar espontáneamente a su estado de reposo. Durante este proceso de -emisión espontánea de radiación- se libera la energía absorbida como luz o fotones (Figura 2). Un electrón en estado excitado, es decir en un nivel de energía más alto de lo normal, puede ser estimulado con la energía apropiada para que inicie un proceso de estabilización en busca de su nivel de energía en reposo. Al suceder esto, el electrón libera dos fotones de idéntica longitud de onda y frecuencia al mismo tiempo, los cuales viajan en la misma dirección y en fase el uno con el otro. Este paso constituye el inicio del proceso de amplificación. Estos fotones liberados pueden chocar con otros electrones e inducir, cada uno de ellos, la liberación de dos fotones nuevos, produciéndose una




***Figuras 1, 2 y 3: átomos en estado de reposo (Eº) pueden ser excitados (E*) cuando absorben energía óptica, térmica o eléctrica (En el breve tiempo entre el paso de E* a Eº las moléculas o átomos son bombardeados con la misma energía que provocó su paso inicial de Eº a E*, lo cual resulta en una duplicación de la energía originalmente aplicada emitiéndose entonces dos fotones de la misma frecuencia. Esta emisión ocurre en fase, es decir en la misma dirección en que bombardeara el protón inicial. El proceso se conoce como -emisión estimulada-. Los dos fotones pueden a su vez estimular a otros en la misma fase y frecuencia. En el momento en que la proporción de átomos E* supere a la de Eº se invierte la situación generándose una reacción en cadena productora de una poderosa emisión de un haz de radiación coherente -un láser[1]).***

reacción en cadena; esta reacción se mantendrá mientras se suministre la energía necesaria.

Cada nuevo fotón liberado es idéntico al que indujo su liberación, tanto en su longitud de onda, como en su dirección y fase (Figura 3).

## Principios físicos

Los láseres son fuentes de emisión de luz de alta intensidad con las siguientes **propiedades:**

✓ Monocromática: una única longitud de onda.

✓ Unidireccional -Coherente: el haz de luz está en una fase.

✓ Paralela - Colimada los haces de luz viajan en paralelo.

**El láser tiene tres componentes:**

✓ Medio activo.

✓ Cavidad óptica o resonador.

✓ Fuente de energía ó bomba.

La luz es producida por una cavidad óptica que contiene un medio activo el cual absorbe la energía emitida por la bomba.

En la cavidad óptica existen reflectores o espejos paralelos enfrentados. Uno de estos espejos está colocado de forma tal que reflejen una parte de la luz que reciben, permitiendo que otra parte se escape. El otro refleja el 100% de la energía[1].

Cuando este medio es bombardeado con suficiente energía ocurre una inversión que causa una emisión espontánea de fotones. Algunos de ellos son reflejados entre ambos espejos y colisionan con los átomos E* estimulando así la emisión de radiación. La energía del resonador crece y se amplifica mediante la reflexión entre los espejos. La porción de energía que escapa forma un intenso haz de luz monocromática, unidireccional y paralela.

El medio activo puede ser gaseoso (argon, criptón, dióxido de carbono), líquido (colorante o dye) o sólido (rubí, cabezal de neodimio:yttrium-aluminio, alejandrita).

## Fototermolisis selectiva

### Principios fundamentales

El objetivo del tratamiento con láser es destruir un blanco específico preservando el tejido sano en derredor. La necesidad de contar con una selectividad del efecto fototermolítico fue descrito por Anderson y Parrish en 1983 con el objetivo de localizar el daño sobre el tejido enfermo y reducir al mínimo la destrucción de tejido sano[2].

### Cromóforo

Primeramente se requiere definir el blanco -cromóforo-.

Las lesiones vasculares contienen oxihemoglobina la cual absorbe la luz en el espectro visible de 418, 542 y 577 nm

Las lesiones pigmentadas contienen melanina con un amplio rango de absorción en el espectro de luz visible e infrarrojo.

El agua absorbe la luz infrarroja pero no se define como un blanco específico ya que al constituir el 80% de la estructura celular ello significaría un daño severo del tejido.

### Intensidad

El diámetro de la luz que se emite se puede reducir haciéndola pasar por lentes que aumentan su intensidad y energía facilitando la manipulación y el uso clínico.

La intensidad se define como la energía liberada por unidad de área de tejido ó watts del láser por diámetro del haz en centímetros ($W/cm^2$)

Para un valor dado de watts un haz de mayor diámetro tiene una menor penetración y su uso se limita a resurfacing, vaporización de tejidos y coagulación de vasos. Para el mismo valor de watts un diámetro menor penetra más profundamente y resulta efectivo para procedimientos de ablación de volumen o corte delicado[1].

### Fluencia

El tiempo de exposición a la radiación determina la cantidad de energía que se envía al tejido. Las exposiciones prolongadas tienen un mayor poder de destrucción[1]. La dosis de energía aplicada se denomina fluencia y se expresa como energía por unidad de área de tejido tratado ($J/cm^2$).

### Longitud de onda

✓ Cada medio activo produce una longitud de onda específica que puede encontrarse en el espectro visible (violeta 380 a rojo 700 nm) puede absorberse y causar daño térmico si se la libera a intensidades altas.

✓ Ultravioleta (100 a 400 nm) es invisible y causa eritema, hiperpigmentación y cáncer.

✓ Infrarroja (780 a 3000 nm), invisible y provoca defectos retinales y cutáneos. El efecto de los espectros intermedios (3-1000 microm) se limita a las capas superficiales.

La luz del láser puede concentrar mucha energía en pequeños focos y el grado de absorción varía con la cantidad y tipo de cromóforos y su diferente grado de absorción[1].

*V. plantar endofítica. Pretratamiento*

*El mismo caso a 3 semanas postratamiento, f.a. por bloqueo de la irrigación dye láser vascular*

*El mismo caso a 5 semanas postratamiento*

La luz láser al ser monocromática y tener un ancho de banda estrecho ejerce un efecto de fototermolisis selectiva sobre los cromóforos, aunque se debe tener en cuenta que variables como duración del pulso o intervalo del pulso desvirtúan esta afirmación.

- La hemoglobina que absorbe la luz visible de 418, 542 y 577 nm.
- La melanina cuyo espectro de absorción incluye luz visible e infrarroja.
- El agua absorbe luz infrarroja y, dado que el 70 a 90% de la composición celular es agua, este tipo de luz es altamente destructiva.

### Duración del pulso

La tasa de difusión térmica de un tejido es lo que se conoce como tiempo de relajación y se define como el tiempo que necesita un tejido calentado para perder el 50% del calor absorbido a través de un mecanismo de difusión[1].

Como principios generales se reconoce que los pulsos cuya duración es inferior a la del tiempo de relajación térmica reducen la cantidad de células dañadas por el calor y el riesgo de cicatriz.

## Tipos de láser

La luz generada con un láser se libera en dos formas.

- **Continua**: Flujo constante de energía láser (CW).
- **Pulsada**: Múltiples pulsos (milisegundos, microsegundos o nanosegundos).

La modificación de la modalidad de la liberación de la luz ha dado origen al láser de

- Onda continua CO2 (CW).
- Onda casi continua con interruptor (QCW).
- Pulsado (PL).

El láser CW consiste en un bombardeo constante de energía hacia el medio activo con el objetivo de lograr un equilibrio entre los átomos excitados y el número de fotones emitidos. Con el objetivo de reducir la destrucción de tejidos se los ha modificado artificialmente para emitir haces de luz en forma pulsátil aunque estos dispositivos no constituyen per se láseres pulsados.

El láser pulsado libera haces de luz de alta energía en forma de pulsos cortos, en el rango de milisegundos.

El método Q switch - con interruptor- consiste en una modificación, pasable

de ser incorporada a ambos láseres, para acortar los pulsos al rango de nanosegundos (10 a 250 ns).

Los láseres excímer operan en el rango de luz ultravioleta e incluyen el de argón fluoruro 193 nm; kriptón fluoruro 248 nm; y los de xenón fluoruro de 351 y 308 nm el más empleado en dermatología[3].

**• Láser CO2**

Produce luz infrarroja absorbida por el agua intra y extracelular causando vaporización de la piel con necrosis coagulativa en la dermis remanente. La mejor vaporización con el mínimo daño térmico se obtiene aplicando pulsos < 1 miliseg. En manos poco experimentadas tiene un elevado riesgo de trastornos pigmentarios y cicatrices secuelares. Se usa en procedimientos de resurfacing en dos modalidades.

El modo defocalizado emplea spots de mayor tamaño, con haces de menor intensidad removiendo las capas superficiales de la piel.

Se emplea para eliminar:

- cicatrices de acné, o de varicela,
- arrugas finas,
- fotodaño severo (Favre-Racouchot),
- rinofima,
- queilitis actínica.

El modo de láser ablación con pulsos rápidos de haces de alto poder **se aplica al tratamiento de:**

- dermatosis papulosa nigra,
- verrugas,
- siringomas,
- queratosis seborreicas,
- milia,
- hiperplasia sebácea,

**• Argón**

Trabaja en longitudes de onda de 488 nm y 514 nm y produce luz azul y verde.

Está indicado para tratar:

- Malformaciones arteriovenosas.
- Hemangiomas.
- Nevus aracneus

**• Láser cobre bromuro**

La luz amarilla está indicada en lesiones vasculares:

- Telangiectasias faciales.
- Nevus aracneus
- Lagos venosos.
- Pequeñas manchas en vino oporto.

La luz verde se usa para remover lesiones pigmentadas amarronadas:

- Lentigo.
- Pecas.

La combinación de luz amarilla y verde se aplica al tratamiento de:

- Queratosis seborreicas.
- Queratosis solares.
- Dermatosis papulosa nigra.
- Tricoepiteliomas.
- Adenoma sebáceos.
- Verrugas.

**• Láser de colorante pulsado (Dye) a 585-595 nm**

El láser de colorante pulsado, emplea un medio líquido (rodamina) y produce luz amarilla en flashes cortos. Se indica para tratar:

- Mancha de vino oporto (nevus flammeus o malformaciones vasculares capilares): Es el láser de elección, especialmente en niños.
- Hemangiomas (ulcerados y las telengiectasias residuales en hemangiomas involucionados. El tratamiento de hemangiomas incipientes de poco grosor es más controvertido).
- Queloide.
- Cicatrices hipertróficas.
- Venas finas.
- Telangiectasias, cuperosis.
- Poiquilodermia de Civatte.

**• Láser diodo**

Produce una luz de 800 nm y resulta efectivo en pacientes con piel oscura en especial si se emplean pulsos largos

Se usa en:

- remoción de pelos oscuros.
- venas en las piernas.

**• Rubí**

Emite luz roja de 694 nm. También se encuentra en modo Q-switch.

Los pulsos rápidos de alta energía se aplican al tratamiento de:

- Lentigo actínico.
- Tatuajes.
- Pecas.
- Manchas café con leche.
- Venas dilatadas azules.
- Pigmentación periorbitaria.

**• Alejandrita**

Emite una luz de 755 nm. Existen dispositivos de modo Q-switched (nanosegundos) y en modo pulsado (milisegundos).

Los pulsos rápidos (Q-switched, nanosegundos) son eficaces para remover:

- Tatuajes.
- Lesiones pigmentarias benignas: Nevus de Ota, manchas café con leche, léntigos solares, etc.

Los pulsos largos (milisegundos) se emplean en:

- Depilación.
- Lesiones vasculares.

**• Nd:YAG**

Nd - YAG láser emite longitudes de onda de 1064 nm y llega a la dermis profunda.

El modo **Q - switched** Nd YAG puede desdoblarse mediante un cristal KTP y emitir a 1064 nm y a 532 nm.

La luz infrarroja de 1064 nm (en mo-

do Q-switched) se emplea para la remoción de:

- Tatuajes azules.
- Tatuajes profesionales profundos.
- Lesiones pigmentadas de la dermis.

La luz de 532 nm (en modo Q-switched) penetra sólo a nivel epidérmico y dermis superficial y se emplea para tratar:

- Lentigo solar.
- Pecas.
- Tatuajes rojo/anaranjados.

El láser Nd:YAG en modo pulsado (pulsos de milisegundos) se emplea en depilación de pieles oscuras y para el tratamiento de lesiones vasculares profundas, teniendo en cuenta que la ventana terapéutica es estrecha y existe riesgo de producir cicatrización anómala. El láser KTP 532 en emisión pulsada (milisegundos) se emplea en telangiectasias faciales y en manchas en vino de Oporto aunque con mayor riesgo de cicatrices que el láser de colorante pulsado.

**• Erbium YAG**

Tiene una longitud de onda de 2940 nm, en el rango infrarrojo. En su modo pulsado se indica para el tratamiento de:

- Arrugas.
- Cicatrices de acné.
- Lesiones precancerosas.
- Peeling láser.
- Rejuvenecimiento (láser erbium de vidrio de 1540 nm). (Tabla I).

## Sistemas de enfriamiento

La selectividad del daño fotónico del láser puede incrementarse y preservarse la piel sana añadiendo sistemas de enfriamiento cutáneo cuyo objetivo es aumentar el umbral de lesión térmica de la epidermis. (Tabla II)

El principio básico de estos sistemas es la desviación del calor desde la superficie cutánea a un medio externo.

El límite está dado por la temperatura de congelación epidérmica letal epidérmica que ocurre aproximadamente a -10 °C. Pueden aplicarse en distintos momentos de la intervención y a distintas profundidad con distintos sistemas (Tablas III y IV).

**CARACTERÍSTICAS DE LOS LÁSERES MÁS USADOS**

| Tipo de láser | Longitud de onda (nm) | Tamaño del punto (mm) | Penetración (mm) | Duración pulso (ms) | Cromóforo |
|---|---|---|---|---|---|
| **CW láser** | | | | | |
| CO2 | 10,600 | | | | Agua |
| Argón | 488/514 | 0,1 - 1 | 1 a 2 | | Hemoglobina |
| **Láser QCW** | | | | | |
| Potasio-titanil-fosfato (KTP) | 532 | | | nanoseg | Hb |
| Argón-pumped tunable dye (APTDL) | 488/638 Posibilidad de operar en luz amarilla de 577/ 585 | 100 | | 20 a 100 | Hb |
| Cobre vapor/bromuro | 510/578 luz amarilla y/o verde | | | 20 ns, 6000-15,000 pulsos/seg | Hb |
| Criptón | 568 | | | 0,2 seg | Hb |
| **Láser pulsado (PL)** | | | | | |
| Flashlamp pumped PDL | 577/584 | | | 450 micros a 1,5 miliseg | Hb |
| **Q-switched** | | | | | |
| QS rubí | 694 | | | | Melanina |
| QS alexandrita | 755 | | | | Melanina |
| QS neodymium (Nd): yttrium-aluminum-garnet (YAG) | 1064 | | | | Melanina |
| Erbium:YAG | 2490 | | | | Agua |
| CO2 (pulsado) | 10,600 | | | | Agua |

*Tabla I*

**VENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO**
**(Modificado de Boixeda y cols,[4])**

- ✓ Disminución del dolor.
- ✓ Reducción de la inflamación.
- ✓ Reducción del riesgo de quemaduras.
- ✓ Menor riesgo de cicatriz en pacientes de piel oscura y en tratamientos con fluencias más altas.

*Tabla II*

La penetración anatómica del enfriamiento depende del tiempo de enfriamiento y la capacidad de extracción térmica del criógeno. Los parámetros ideales de enfriamiento deben seleccionarse basándose en las características de un paciente concreto dependiendo del grosor y pigmentación epidérmica, y de la profundidad, el tamaño y la densidad del cromóforo diana[4].

**SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO** (Modificado de Boixeda y cols,[4])

| | Preenfriamiento en masa | Preenfriamiento dinámico | Enfriamiento paralelo | Posenfriamiento |
|---|---|---|---|---|
| **Blanco** | Todo el espesor de la piel | Epidermis | Epidermis | Toda la piel |
| **Momento aplicación** | Antes | Antes administración de la luz | Durante la | Después |
| **Ventaja** | Reduce el riesgo de quemaduras de tercer grado y dolor | Protege contra para pulsos cortos (??10 ms)[7,8] | Protege contra pulsos largos (??10 ms)[7,8]. | Disminuye el dolor y la inflamación |
| | Frecuencia de uso | | | |
| **aerosol criógeno** | 0 | +++ | ++ | 0 |
| **Pieza de mano con ventana de contacto** | ++ | ++ | +++ | + |
| **Aire frío** | +++ | 0 | + | +++ |
| **Geles acuosos** | + | 0 | ++ | + |
| **Plancha metálica de mano deslizante** | ++ | ++ | 0 | 0 |

*Tabla III*

**PROPIEDADES DE LOS SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO** (Modificado de Boixeda y cols,[4])

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Aerosol criógeno** | Lesiones vasculares superficiales y profundas, rejuvenecimiento foto depilación. | 30-50 ms de pulso y10-20 ms de dilación. | Eficaz, rápido, selectivo. | Posibilidad de calibrar la duración del pulso y la dilación entre la finalización del pulso criógeno y el inicio del pulso láser. | Escarcha en la superficie. |
| **Pieza de mano con ventana de contacto** | lesiones vasculares profundas de mediano y gruesocalibre; foto depilación. | Aire, burbujas, pelos, anestésicos dificultan el contacto entre la piel y el cristal helado. Poco manejable, no se adapta a contornos faciales. Difícil control de la distribución espacial del enfriamiento. | | | |
| **Plancha metálica de mano deslizante** | láser de Nd:YAG. | | | | |
| **Aire frío** | lesiones vasculares profundas de mediano y grueso calibre; foto depilación, hemangiomas, telangiectasias y tatuajes. | Períodos de enfriamiento largos (varios segundos). | fluencias más altas con menor incidencia de efectos secundarios. | Acelera la evaporación del aerosol aumentando la eficacia. | Puede prolongar el el tiempo de contacto del criógeno con la piel y producir lesiones. |
| **Geles acuosos** | Coadyuvante en todos los sistemas. | | Incrementa la conductividad de la capa córnea. | | |

*Tabla IV*

## Novedades

Finalmente, uno de los mayores avances en la cirugía láser cutánea es la incorporación de nuevos sistemas láser, dispositivos no láser incluyendo la luz pulsada intensa, diodos emisores de luz y emisores de radiofrecuencia (Tabla V).

## Láser no ablativo

El láser Polaris combina radiofrecuencia y láser de diodo de 900 nm. La primera calienta las capas profundas de la piel, produciendo un estiramiento y el láser actúa en la epidermis. Emplea un cabezal refrigerado y gel conductor helado o aire frío que aumenta la tolerancia. El tratamiento requiere cuatro o cinco sesiones de hasta 50 J/cm$^2$; abarcando un área de 8 x 12 mm; con una frecuencia de repetición de pulso de 1 Hz; con intervalos de tres semanas, siendo éste personalizado por medio de un sistema computarizado. Se puede combinar con toxina botulínica, microdermoabrasión, bioexpansores o rellenos, cremas médicas rejuvenecedoras.

**NUEVOS DISPOSITIVOS[5]**

- ✓ Excímer Láser (308 nm).
- ✓ Nd:YAG Laser (1064 nm).
- ✓ Mid-Infrared Lasers (1319/1320 nm, 1450 nm, 1540 nm).
- ✓ Modified Erbium Lasers.
- ✓ Hybrids and Multilasers.
- ✓ Intense UV-B Light (290-320 nm).
- ✓ Intense Blue Light (405-430 nm).
- ✓ Red Light (630-640 nm), Other Light Sources, and PDT.
- ✓ Intense Pulsed Light (500-1200 nm).
- ✓ Purpura-Free PDL (595 nm) and Low-Energy PDL (585 nm).
- ✓ RF Resurfacing.
- ✓ Light-Emitting Diodes.

*Tabla V*

El láser Fraxel se emplea para el tratamiento fraccionado de la piel mediante la creación controlada de miles de microdefectos que cicatrizan rápidamente cuyo numero, tamaño y profundidad pueden planificarse para cada paciente. La FDA lo aprueba para el tratamiento de las arrugas periorbitarias y lesiones pigmentarias pero se puede emplear en el cuello y la cara anterior del tórax. Usualmente 4 o 5 aplicaciones son suficientes. El procedimiento requiere anestesia local y la recuperación es inmediata. El enrojecimiento y edema desaparecen en 1 a 3 días.

Existen otros sistemas de radiofrecuencia: monopolar, bipolar o asociada a una luz (de dos tipos: a.- pulsada o no coherente o b.-luz láser). Todos los sistemas tienen como objetivo el calentamiento de la dermis para estimular el colágeno y mejorar la flacidez y tersura de la piel. Funciona a través de impulsos eléctricos (conversión de energía eléctrica en calor interno mediante corrientes alternas de frecuencias muy elevadas) y se asocia siempre a un sistema enfriamiento cutáneo para proteger las capas superficiales de la piel (epidermis). La respuesta al calor de un tejido es la vasodilatación y el aumento del flujo sanguíneo. Estos métodos requieren varias sesiones (4-6 sesiones) y con ellos se observan unos modestos resultados de mejoría clínica. Los resultados todavía no son tan espectaculares como con el láser depilación, vascular o láser de manchas y tatuajes dónde se obtienen resultados en torno al 80 % de mejoría. Con radiofrecuencia la mejoría es todavía bastante menor, aunque se están mejorando los protocolos que todavía son muy recientes. Por ejemplo, parece que varios pases con menor energía son más seguros y eficaces que un solo pase con alta energía. Sistemas de radiofrecuencia en el mercado: 1.-Thermaclinic (Druco R ): radiofrecuencia bipolar. 2.-Thermacool (Thermage R): radiofrecuencia monopolar; 3.- Polaris (Syneron R): radiofrecuencia bipolar + láser diodo; 4.- Aurora (Syneron R): radiofrecuencia bipolar + luz pulsada 5.- Existen otros equipos de menor intensidad como el ThermaBeauty, Thermafine,etc. No existen estudios comparativos sobre su eficacia, que probablemente sea similar, dependiendo de los protocolos de tratamiento.

El Thermacool es un sistema de radiofrecuencia monopolar de energía elevada con un sistema de enfriamiento que protege la epidermis y dermis superior limitando el calentamiento a la dermis media y profunda. El tratamiento consiste en una única sesión de una hora con un postoperatorio de dos a tres horas. La mejoría continúa evolucionando hasta los seis meses. El dolor se controla con agentes tópicos (lidocaína), en algunos pacientes se requiere benzodiacepina por vía oral o un narcótico intramuscular y bloqueo anestésico en ciertas partes de la cara. El enrojecimiento, edema y dolor posterior pueden reducirse realizando dos a tres pasajes con aumento paulatino de energía.

El Galaxy aplica un sistema de sinergia electro óptica con dos puertos: uno combina radiofrecuencia de alta energía (100 J/cm$^3$) y láser diodo (910 nm y 50J/cm$^2$); el otro combina radiofrecuencia bipolar (25 J/cm$^3$) y luz pulsada intensa (45 J/cm$^2$). En general se aplican 5 sesiones con intervalos de tres semanas.

## Luz Pulsada Intensa

La luz pulsada intensa consiste en la emisión de pulsos de luz de alta intensidad -no coherente, no láser-. La regulación de la profundidad de la penetración y el grado de calor aplicados permite que una fototermolisis selectiva contra blancos específicos como la hemoglobina, melanina[1].

La posibilidad de la luz pulsada intensa de emitir cientos y hasta miles de colores de luz permite adaptar los

parámetros en cada tratamiento para dirigir la fototermolisis al blanco deseado: pelo, vasos sanguíneos u otros componentes de la piel[6].

Son sinónimos: Intense Pulsed Light Therapy, Light Láser, MultiLight, Photo Láser.

**• Características técnicas**

La luz pulsada intensa emite luces de cientos o miles de colores a un tiempo, en un rango de 500 a 1200 nm, incluyendo verde, amarillo, rojo e infrarrojo. Dependiendo del tipo de lesión pueden usarse filtros de corte de varias longitudes de onda 515, 550, 570, 590 a 755 nm con el objetivo de eliminar las ondas más cortas (Tabla VI).

La longitud de onda mayor penetra hasta niveles más profundos y protege las capas más superficiales de la piel. La longitud de onda más corta se emplea para tratar lesiones más superficiales y no dañar estructuras más profundas.

La luz se libera en pulsos únicos, dobles o triples y hasta quíntuples de 2 a 25 milisegundos cada uno, con intervalos variables de 10 a 500 milisegundos. Es posible regular la duración de cada uno y el intervalo. Los pulsos de mayor duración son de elección para tratar lesiones de mayor tamaño[6].

> número de pulsos > longitud de onda > intervalo = > calor > profundidad

Si bien el paciente ideal es caucásico, descendiente de europeos, con piel elástica no oleosa; estas características de flexibilidad y variabilidad hacen de la luz pulsada intensa una modalidad terapéutica adaptable a cada paciente (Tabla VII) optimizando los resultados y minimizando los efectos adversos. Luz pulsada intensa variable (VPL) ofrece mayor flexibilidad y permite tratar pacientes con piel oscura[7].

**INDICACIONES DE LUZ PULSADA**

- ✓ Fotoenvejecimiento.
- ✓ Telangiectasias.
- ✓ Hemangiomas.
- ✓ Rosácea.
- ✓ Arrugas.
- ✓ Cicatrices.
- ✓ Acné.
- ✓ Pilosidad no deseada: pelos encarnados, foliculitis barbae.

*Tabla VII*

El paciente con riesgo de complicaciones.

✓ Tendencia a los queloides o secuelas de hiper o hipopigmentación.

✓ Fototipo V y VI.

✓ Diabetes.

✓ Tratamiento con anticoagulantes, antiagregantes.

✓ Embarazadas.

**• Variedades**

FotoFacial ™, PhotoFacial ™, EpiLight ™, MultiLight ™, PlasmaLight, Aculight™, PhotoDerm ™ (PhotoDerm VL (lesiones vasculares) , PhotoDerm PL (lesiones pigmentadas) o PhotoDerm HR (depilación).

El sistema Photoderm VL emite un haz de luz policromática, no coherente, cuyos haces pueden variarse en términos de longitud de onda, duración del pulso y fluencias. Ello lo hace apropiado para tratar lesiones vasculares de variado tamaño y profundidad, entre ellas las malformaciones venosas[8]. La IPL permite aplicar fluencias mayores en modalidad de pulsos largos (0,5 a 30 miliseg) en secuencias de dos a tres, con intervalos de 0,5 a 500 milisegundos y así tratar grandes volúmenes de sangre. El inconveniente del Photoderm es que ya no se fabrica y no se consiguen repuestos para los existentes.

**COMPARACIÓN LÁSER VS LUZ PULSADA INTENSA**

| Láser | LPI | |
|---|---|---|
| Longitud de onda | Una a la vez | 500 a 1200 nm |
| Duración del pulso | 40- 100 milisegundos | 25 a 1235 milisegundos |
| Tamaño del foco de luz | < | > con mayor profundidad |

*Tabla VI*

## Seguridad

Los accidentes con láser son, a pesar de las advertencias, recomendaciones y entrenamiento, más frecuentes de lo esperable e incluyen pacientes, cirujano y todas aquellas personas que se encuentran presentes en el momento de la intervención[9] (Tablas VIII y IX).

**RIESGOS DEL LÁSER**

- ✓ Lesión ocular.
- ✓ Incendio de pelo, ropas, piel.
- ✓ Explosión o electrocución.
- ✓Transmisión de patógenos por inhalación.
- ✓ Inhalación de tóxicos y humo.

*Tabla VIII*

**MEDIDAS DE SEGURIDAD**

- ✓ **Protección ocular:** antiparras, gafas, pantalla ocular.
- ✓ **Precauciones contra incendios**: evitar el uso de sustancias combustibles o inflamables, cubrir con gasa húmeda las zonas pilosas.
- ✓ **Protección respiratoria**: máscara facial.
- ✓ **Extracción de humo y emanaciones**: sistema de vacío con equipo de filtro para flujo laminar.
- ✓ **Manipulación de detritus**: guantes, protección ocular, lavado de manos.

*Tabla IX.*

**• Lesiones oftalmológicas**

La retina, la córnea y el cristalino son altamente sensibles a las lesiones inducidas por el uso de láser (Tabla X). En especial la retina por su alto contenido de células pigmentadas es pasible de ser lesionada por los dispositivos que operan en el espectro de 400 a 1400 nm, los que operan con potencia pico elevada, los colimados y los pulsados. Una lesión, en apariencia mínima, puede causar pérdida importante de la visión y hasta ceguera si se localiza en el área central. Es importante recordar que el daño de la retina puede producirse aun a través de la esclerótica y que no se requiere una exposición directa sino que puede ser consecuencia del rebote del haz sobre una superficie cercana.

La córnea puede ser dañada por la luz ultravioleta del láser excímer y las longitudes de onda > 1400 nm de los láser de CO2 y ER:YAG. Las lesiones superficiales resuelven pero la quemadura profunda deja una cicatriz que impide la visión y requiere trasplante. El láser excímer puede dañar el cristalino y causar la formación inmediata de cataratas.

**LÁSER CON RIESGO DE LESIÓN OCULAR**

**Retina:**

Interruptor Q: ND:YAG, rubí, alexandrita.

Colimados: CO2, láser verde.

Luz pulsada intensa.

Empleados para eliminación total del vello, ablación tisular y foto coagulación.

**Córnea y cristalino**

Láser excímer 308 nm.

Infrarroja > 1400 nm: ER:YAG 2940 nm, CO2 10,6 nm, holmio:YAG 2100 nm.

*Tabla X.*

En todos los casos los dispositivos de protección deben ser usados por todas las personas presentes en el acto quirúrgico y contener un rótulo en el cual se especifique la longitud de onda filtrada y la densidad óptica.

**• Lesiones cutáneas**

En general las quemaduras son de 1º y 2º grado pero pueden ocurrir quemaduras de 3º grado con secuelas cicatrizales. Este tipo de lesiones puede ocurrir por exposición directa al láser o incendio accidental de los elementos que rodean al campo irradiado.

**• Afección respiratoria**

Irritación e infecciones son los principales riesgos asociados a la inhalación del humo del láser. En particular se han descrito bacterias, fragmentos potencialmente infecciosos de HPV y hongos viables en el humo de los dispositivos CO2 y ER:YAG.

**• Incendio/electrocución/explosión**

El incendio del pelo, ropas, campo quirúrgico, pelo, tubos de oxígeno o endotraqueal implica un riesgo potencialmente fatal, asociado en especial al láser CO2 y Er:YAG. Estos peligros pueden minimizarse evitando el uso de sustancias y materiales inflamables durante la intervención -alcohol, spray, oxígeno- y cubriendo las zonas pilosas con gasas húmedas o gel hidrófilo. ❑

***Agradecimiento***

*Los autores agradecen a los Dres. I. Pérez y F. Solano García por su colaboración en este trabajo.*

## BIBLIOGRAFÍA

1. *Lee S.,Zins J.: Lasers, General Principles and Physics. Plastic, Reconstructive, & Hand Surgery, The Samra Group. December 11, 2001 http://www.emedicine.com*
2. *Nottingham L, Ries W..: Update on lasers in facial plastic surgery. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg. 2004 Aug;12(4):323-6.*
3. *Spencer J M, Hadi S M.: The excimer lasers. J Drugs Dermatol. 2004 Sep-Oct;3(5):522-5.*
4. *Boixeda P., Pérez-Rodríguez A, Fernández-Lorente M., Aráosla J.M.: Novedades en láser cutáneo. Actas Dermosifiliogr 2003;94(4):199-231.*
5. *Energy Delivery Devices for Cutaneous Remodeling. Lasers, Lights, and Radio Waves. Arch Dermatol. 2003;139:1351-1360.*
6. *http://dermnetnz.org/procedures/lasers.html*
7. *Alster T.: Laser Surgery in Dark Skin. SKINmed 2003; 2(2):80-85.*
8. *Christian R., Saskia W. : Treatment of venous malformations with an intense pulsed light source (IPLS) technology - a retrospective study. Laserklinik Karlsruhe, Germany. htp://www.laserklinik.de/veroeff/vmalform1/vmalform1.htm*
9. *Lipper G, Anderson R. : Láser en dermatologia. Fitzpatrick, Dermatologia en medicina General, 6º edición. Tomo III, Capítulo 267.*

# Educación Continua
# Autoevaluación*

## Señale lo correcto

**1. Propiedades de la luz emitida por los láseres:**
**a)** monocromática
**b)** unidireccional - coherente
**c)** paralela
**d)** todas son correctas

**2. Componentes de un láser:**
**a)** medio activo
**b)** cavidad óptica
**c)** fuente de energía
**d)** todas son correctas

**3. La luz liberada por el láser puede ser:**
**a)** onda continua
**b)** onda casi continua
**c)** pulsado
**d)** todas son correctas
**e)** sólo son correctas a y c

**4. El láser de CO2 puede emplearse para tratar:**
**a)** arrugas finas
**b)** queratosis seborreica
**c)** rinofima
**d)** cicatrices de acné
**e)** todas son correctas
**f)** sólo son correctas b y c

**5. El láser de elección para tratar manchas en vino de Oporto es:**
**a)** de alejandrita
**b)** de CO2
**c)** de colorante pulsado (Dye)
**d)** rubí

**6. El Nd-YAG láser:**
**a)** emite luz de longitudes de onda de 755 nm
**b)** es útil para tatuajes
**c)** es de elección en hemangiomas
**d)** todas son correctas

**7. Son ventajas de los sistemas de enfriamiento:**
**a)** disminuir el dolor
**b)** reducir la inflamación
**c)** menor riesgo de cicatriz
**d)** todas son correctas

**8. La luz pulsada intensa:**
**a)** emite luz coherente de alta intensidad
**b)** produce una fototermolisis selectiva
**c)** sus blancos específicos son la hemoglobina y la melanina
**d)** todas son correctas
**e)** sólo son correctas b y c

**9. Son riesgos de la terapia láser:**
**a)** lesión ocular
**b)** explosión
**c)** inhalación de tóxicos
**d)** transmisión de agentes patógenos
**e)** todas son correctas

**10. El/los láser/es útil para depilación es/son:**
**a)** argón
**b)** CO2
**c)** diodo
**d)** alejandrita
**e)** todas son correctas
**f)** sólo son correctas c y d

** Las respuestas serán publicadas en el próximo número*

RESPUESTAS CORRECTAS DEL NÚMERO ANTERIOR

## Imiquimod "estimula y acierta bien"

***Prof. Dr. Miguel Allevato, Prof. Dr. Mario Marini***

*Act. Terap. Dermatol., 2005; 28: 374*

| | |
|---|---|
| 1.- e | 6.- a |
| 2.- e | 7.- e |
| 3.- e | 8.- d |
| 4.- a | 9.- e |
| 5.- d | 10.- e |