

D.H. Clavel<sup>a</sup>  
M. Catalano<sup>b</sup>  
P.H. López Isasi<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Licenciado Kinesiólogo Fisiatra.  
Director de CEK (Centro  
Especializado en Kinesiología).  
C. A. de Buenos Aires. Profesor  
Titular Técnicas Kinésicas.  
Universidad Abierta  
Interamericana y Kinesiología  
Deportiva, Universidad Fasta.  
Presidente de la Asociación de  
Kinesiología del Deporte.

<sup>b</sup> Licenciada Kinesióloga Fisiatra.

<sup>c</sup> Licenciado Kinesiólogo Fisiatra.

**Correspondencia:**  
Daniel Horacio Clavel  
danielclavel@fibertel.com.ar

Fecha de recepción: 20/10/06

Aceptado para su publicación: 28/10/06

---

## Láser de alta potencia en kinesiología deportiva

### *High power laser in athletic kinesiology*

#### RESUMEN

El objetivo de este trabajo es estudiar una nueva tecnología de fisioterapia que se incorporó a los tratamientos de pacientes deportistas en Argentina. En 1988 fue desarrollado el Láser de Alta Potencia, que sobre la base de una desfocalización de un Láser quirúrgico de Nd-YAG se logró llevar la emisión láser dentro de la ventana terapéutica, pero con una emisión de 6,55 hasta 35 watts de potencia, además de emitir en diferentes longitudes de onda: 1064 nm y en su variante FP3 de: 808, 940 y 980 nm. Entre sus efectos se destacan el aumento de: temperatura del tejido, micro circulación capilar, metabolismo celular mitocondrial, síntesis de proteínas y colágeno y liberación de endorfinas.

#### PALABRAS CLAVE

Láser terapia; Láser de alta potencia; Bioestimulación.

#### ABSTRACT

*The objective of this paper is to study a new technological advance in physical therapy, appeared in Argentina in 1988, The High Power Laser is based upon defocalization of an surgical Laser (Nd-Y-AG), obtaining a laser emission from 6,55 to 35 watts, of power, with different waves (1,064 nm, and with model FP. from 808 to 980 nm. Effects demonstrated are increasing tissue temperature, increasing microcirculation, mitochondrial metabolism, proteins synthesis and endorphines liberation.*

#### KEY WORDS

*Laser; High power; Biostimulation.*

## INTRODUCCIÓN

La cantidad de lesiones que se producen en la práctica deportiva, hacen cada vez más relevante, en particular en el alto rendimiento, la búsqueda de herramientas de evaluación clínica e instrumental y acciones terapéuticas que permitan el más rápido retorno a la actividad deportiva devolviéndole al atleta su rendimiento previo a la lesión, previniendo complicaciones y recidivas<sup>11,18,20,22</sup>.

Dentro de este marco se hace necesario el estudio de los avances en la tecnología fisioterápica que permita colaborar en mejorar el protocolo de tratamiento de las diferentes lesiones deportivas. Como cuando se hace mención a la terapia Láser, automáticamente se piensa en el Láser de baja potencia o soft Láser, se hace imprescindible el conocimiento del desarrollo de la evolución en esta terapia, como es el Láser de Alta Energía o Láser de Alta Potencia de Neodimio YAG desfocalizado<sup>14,16</sup>.

El objetivo de esta presentación es poner en conocimiento de una nueva tecnología de equipos Láser de Alta Potencia que fue introducida en Argentina en 2003, siendo aún el 1.º en América de su tipo, que se utiliza como agente kinefisiátrico. Se describen sus efectos biológicos y terapéuticos.

## DESARROLLO

En la década del 60 se realizaron las primeras aplicaciones LÁSER (acrónimo de Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation = Luz amplificada

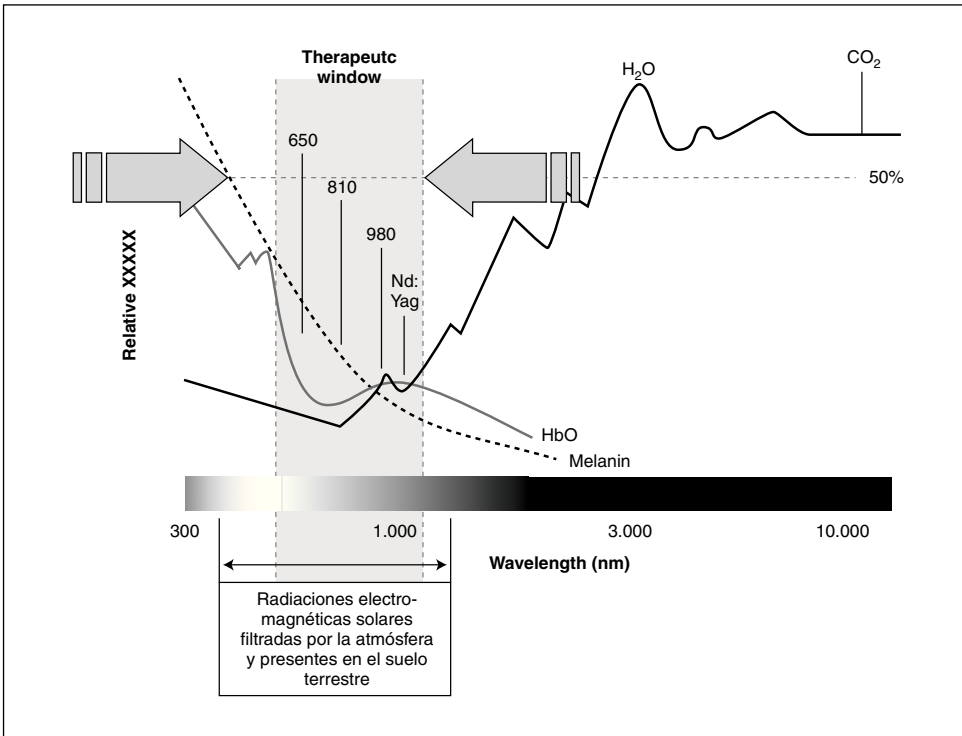
por emisión estimulada de radiación) con el Láser de Rubí en oftalmología para mejorar la coagulación<sup>9,21</sup>. Las características básicas del rayo Láser es la emisión de una enorme cantidad de fotones perfectamente concentrados, paralelos y dotados de 4 características<sup>1</sup>: monocromaticidad (una sola longitud de onda, es decir un solo color de emisión), coherencia (la onda electromagnética se emite en un mismo espacio y tiempo), direccionalidad (índice de divergencia de la emisión en relación a la distancia despreciable) y brillo (potencia emitida sobre una única línea del espectro por unidad de superficie)<sup>2,4,9</sup>. Las aplicaciones de los láseres incluyen la microbiología, química, física y diferentes ramas de la industria, incluso en el área militar.

Dentro de los equipos de láser que se utilizan en Medicina y Kinesiología/Fisioterapia se destacan dos tipos de equipos: los terapéuticos o de baja energía (*soft laser*) y los quirúrgicos o de alta energía (*power laser*) (tabla 1).

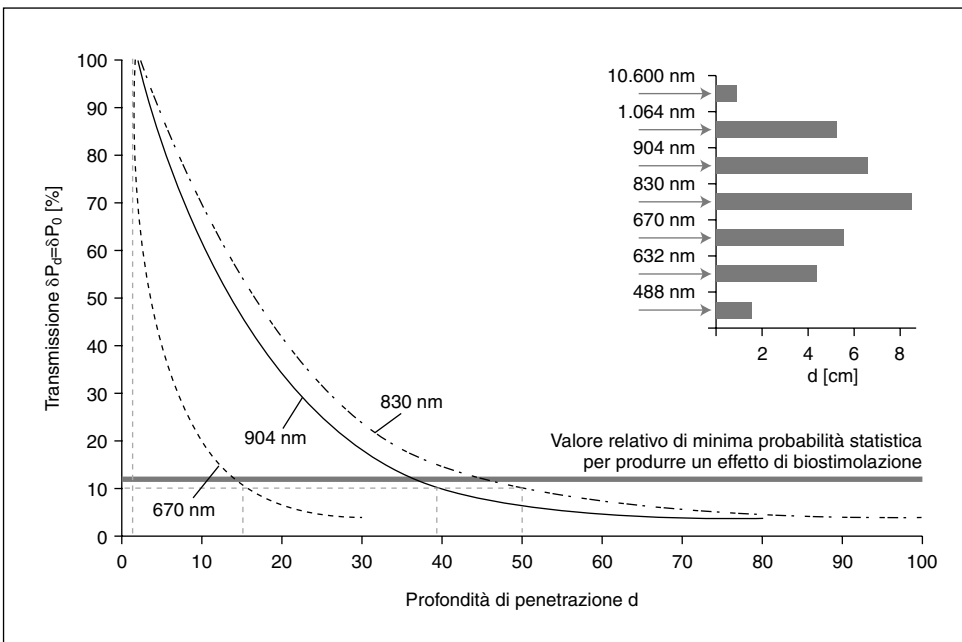
La diferencia entre éstos no radica solamente en la potencia sino también en las longitudes de onda de su emisión (color de emisión), determinante del lugar específico de la absorción de la energía que emite. De allí la relevancia del conocimiento de los rangos de emisión de las radiaciones, conocidas como ventana terapéutica (fig. 1). De tal modo que la absorción en agua del color de la emisión del Argón es del 1 %, mientras que la misma molécula absorbe el color de la emisión del CO<sub>2</sub> en un 95 %, siendo necesaria mayor cantidad de energía para la vaporización del agua con un Láser de Argón que con uno de CO<sub>2</sub>.

Tabla 1. Clasificación de los Láseres terapéutico (*soft*) y quirúrgico (*power*)

<i>Soft Laser</i>	<i>Emisor</i>	<i>Long. de onda</i>	<i>Potencia</i>	<i>Color</i>
	He Ne	633 nm	0,1 w	Luz roja
	As Ga	904 nm	0,1 w	Luz infra roja
<i>Power Laser</i>	<i>Emisor</i>	<i>Long. de onda</i>	<i>Potencia</i>	<i>Efecto</i>
	CO <sub>2</sub>	10.600 nm	20-50 w	Fotovaporización
	Nd-Yag	1.064 nm	5-8 w	Disrupción tisular
	Argon	458 nm	4 w	Fotocoagulación



**Fig. 1.** Láseres terapéuticos usados en Kinesiología y Fisiatría están incluidos en la "Ventana Terapéutica" (rango de longitudes de onda de radiaciones electromagnéticas entre 600 y 1.300 nm), con la excepción del Láser de CO<sub>2</sub>.



**Fig. 2.** Ley de Lambert-Beer: Curva de densidad de potencia y profundidad de penetración de las diferentes longitudes de onda. La línea azul corresponde al valor de densidad de potencia de 0,01 m W/cm<sup>2</sup>.

La melanina, el agua y la hemoglobina entre 600 nm y 1.400 nm presentan coeficientes de absorción bajos, o sea tienen un alto grado de transparencia. Las radiaciones emitidas en este intervalo no tienen una absorción selectiva sobre estos elementos y la radiación, si es acoplada con una adecuada densidad de potencia sobre el tejido tiene la posibilidad de llevar energía en profundidad. Por el contrario, a 10.600 nm (láser CO<sub>2</sub>) la radiación es absorbida selectivamente por el agua y por lo tanto toda la energía de los fotones será absorbida por los estratos más superficiales. Mientras que en longitudes menores a 600 nm (luz ultravioleta) la mayor parte de la radiación será absorbida por la melanina, cuya estimulación generará una modificación de la pigmentación dérmica.

Dentro de la Kinesiología y Fisioterapia interesa la capacidad que posean los Láseres para que puedan actuar en los procesos biológicos como analgesia, desinflamación y cicatrización, a partir de su vinculación con la capacidad para absorber la energía irradiada que tienen los diferentes tejidos; y la profundidad de penetración a la cual lleguen dichos Láseres, que depende de su longitud de onda (Ley de Lambert-Beer) (fig. 2)<sup>1</sup>. Este modelo matemático estima la capacidad de interacción de un haz Láser con una determinada densidad de potencia (W/cm<sup>2</sup>) que incide perpendicularmente sobre un tejido biológico y su coeficiente de absorción (el cual depende de las características químico-físicas del tejido y de la longitud de onda de la fuente láser). Existe un valor de densidad de potencia de 0,01 m W/cm<sup>2</sup> (línea azul del gráfico) debajo del cual no se manifiestan efectos fotoquímicos y por lo tanto de bioestimulación, incluso con tiempos de exposición largos (10 minutos).

La clave en la evolución en los láseres terapéuticos fue llevada a cabo en 1988 en Italia por el Dr. Francesco Parra y los Ingenieros Giannino Algeri y Giancarlo Aloisini, quienes lograron la *transformación de un Láser quirúrgico de ND-Yag* (neodimio sobre un granito de itrio y aluminio), en *terapéutico* gracias a la desfocalización de su emisión a través de una fibra óptica<sup>15</sup>. A esta experiencia le siguió la incorporación de acoplar de modo óptico las nuevas fuentes láser a semiconductor con fibras ópticas individuales, permitiendo realizar nuevos dispositivos láser a doble longitud de onda (810 nm y

980 nm) con repartición de la potencia de salida igual al 50 % para cada una del valor total (1994). Luego de esta innovadora aplicación en el ámbito de las terapias físicas, el doctor Parra con la colaboración de Algeri y Aloisini desarrollaron un nuevo láser a triple longitud de onda (2002).

En 2003 llegó a Argentina el primero de dichos equipos: *Láser de Alta Potencia Mectronic FP3*, con las características de potencia media de emisión de 6.55 W, cinco puntas de Láser con *tres longitudes de onda: 808nm, 940nm y 980nm*, que permite incrementar los efectos terapéuticos por la sumatoria de las diferentes longitudes de onda (recordar que cada una tiene una absorción en distintos tejidos de acuerdo a la similitud de su color) y la significativa diferencia en la potencia de emisión, por ende la densidad de energía irradiada por centímetro cuadrado.

Mucho se ha estudiado y descrito acerca de la real penetración de los diferentes tipos de láser. Diafani y Traperia<sup>7</sup> destacan que el láser helio neón (He Ne) de 633 nm y el de arseniuro de galio (As Ga) de 904 nm. tienen una capacidad de penetración que, en el mejor de los casos, alcanza 0,5 cm, interesando la enorme pérdida de potencia de Wats al atravesar los tejidos no homogéneos por lo cual a medida de que emerge en términos de potencia más allá de un tejido viviente o inanimado se llega a encontrar valores de 1/10 o 1/100 de mW. Por lo cual debemos razonar también en términos de densidad de energía cedida al tejido o sea de Joule/superficie esto es: J/cm<sup>2</sup>. Además, estos autores realizaron experimentos midiendo indirectamente la capacidad de penetración de los I.R. emitidos por una fuente láser Nd:YAG de 1064 nm (con una potencia umbral de 30 watts transportados a través de una fibra óptica de cuarzo) con un teletermógrafo computarizado y con una aparato de relevamiento de radiaciones infrarrojas, concluyendo que: *a)* el láser Nd-YAG no está en condiciones de llegar más allá de un espesor cutáneo superior a los 2 cm; *b)* con movimientos circulares, en lugar de una aplicación fija, resultan aumentados los tiempos de soporte del calor por parte del paciente y consecuentemente aumentan los Joules por cm<sup>2</sup> erogables, y *c)* al triplicar la potencia de emisión, se triplican los tiempos de restablecimiento de las condiciones basales del tejido.

72 Previamente y basándose sobre comprobaciones clínicas y ecográficas en los pacientes tratados, Parra et al<sup>17</sup> habían podido notar un significativo aumento de la eficacia terapéutica al aumentar la potencia máxima de los equipos (desde 20 W en los primeros, llevados después hasta los 62W de potencia máxima), sugiriéndose que era debido a un siempre más elevado poder de penetración en los tejidos, cuantificado al momento en alrededor de 7-8 cm. La longitud de onda de 1064 nm permite una baja absorción por parte de los tejidos superficiales (sin cromóforos naturales capaces de absorberla) y con una notable difusión interna de la radiación luminosa (fenómeno del scattering), permitiendo elevadas penetraciones en los tejidos blandos.

Parra et al<sup>17</sup> realizaron un trabajo experimental con ratas para corroborar la penetración tisular del Láser de Alta Potencia de Nd-YAG. Se aplicó el rayo láser desfocalizado en dirección octogonal a los ejes longitudinales del abdomen de las ratas, de modo tal de poder estudiar los efectos sobre la pared tratada directamente y sobre la contralateral profunda alrededor de 4 cm. respecto de la primera. Concluyeron que: a) se objetivó ausencia de lesiones macroscópicas y microscópicas en epidermis y falta de efecto quemante, dando completa seguridad al tratamiento, b) sin comprobación microscópica de daños a los tejidos de tipo coagulativo a cargo de las fibras colágenas, musculares, de células endoteliales y de estructuras nerviosas, pero sin embargo con efectos estimuladores de aumento de la microcirculación y lipólisis evidentes en profundidad, distante desde del punto de tratamiento alrededor de 4 cm.

A partir de observaciones simples, quedan en evidencia dos principios que se vuelven reglas de comportamiento más allá de ser las del Láser terapia de alta energía<sup>1,4</sup>:

– A medida que se incrementa la densidad de potencia superficial → aumenta la profundidad de la acción bioestimulante

– La cupla de valores longitud de onda y coeficiente de absorción condicionan el tipo de interacción con el tejido biológico y la diversa capacidad de penetración a igual densidad de potencia superficial

## DOSIFICACIÓN

El Lic. La Pasta asegura que cualquier emisión que se realice para generar cambios biológicos en niveles de potencia de por lo menos 1 watt debe ser realizada de manera pulsada, ya que de ser continua generaría en un solo disparo de 1 seg. la desintegración del tejido vivo<sup>9</sup>. Es decir, que cuando se habla de emisión continua de Láser terapéutico, en realidad, es pulsada en tiempos prolongados y está estrechamente vinculada al nivel de potencia media de emisión. Excepto que se estén manejando intensidades de potencia de 10 mW/cm<sup>2</sup>.

Los conceptos a manejar de la emisión del Láser en Kinesiología y Fisioterapia son:

$$PM (w) = PP \times d \times f$$

Potencia Media:

depende de la potencia pico × duración  
del impulso × frecuencia.

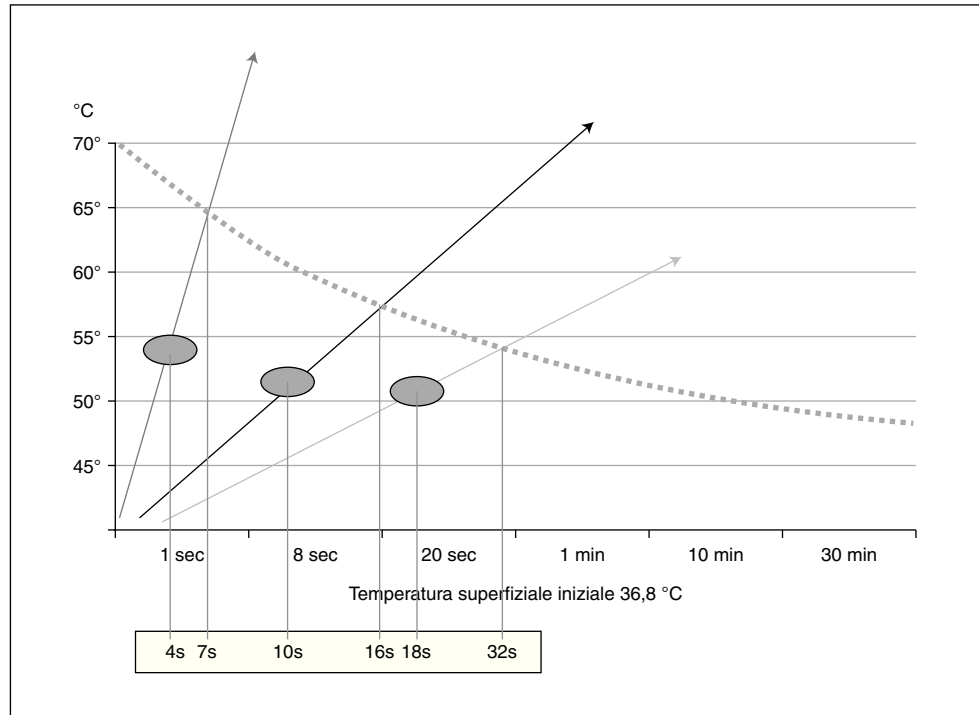
En tanto para calcular la densidad de energía emitida (DE) se deberá multiplicar la potencia media de emisión del equipo × el tiempo de aplicación y se dividirá por la superficie de aplicación del haz:

$$DE (J/cm^2) = PM (w) \times t (seg)/sup. (cm^2)$$

## T. S. T. (tiempo de umbral térmico)

La IALT (Internacional Association Láser Therapy) a través de un trabajo policéntrico propuso el criterio de TST (reemplazando al TRC: tiempo de reacción cutánea descrita por Parra en 1991): es el tiempo desde el comienzo de la aplicación hasta que el paciente informa que el estímulo térmico comienza a no ser tolerado (fig. 3)<sup>4</sup>.

La experiencia de 13 años de terapia láser de alta potencia (1989-2002) avalan dos observaciones: 1) no existe un valor máximo de densidad de energía irradiada sobre el tejido más allá del cual se pueda hablar de contraindicaciones; 2) el tiempo de exposición para el tejido debe razonablemente no ser inferior a 5-6 segundos. Estas dos observaciones experimentales pueden ser justificadas por las siguientes consideraciones:



**Fig. 3.** Capacidad de absorción de energía y respuesta térmica de diferentes tejidos (lesión aguda, crónica y normal) a la aplicación de Láser de Alta Potencia en función del tiempo. Valor normal medio del TST: 10 seg.

– Los valores de densidad de energía propuestos no superan los 200 Joules/cm<sup>2</sup>. Que corresponden alrededor de 30 minutos de exposición a la luz del sol durante el período estival ( $\delta P = 0,1 \text{ W/cm}^2$ ).

– Seguramente existe un tiempo mínimo de probabilidad estadística para que se manifieste un cierto evento: reacción de tipo fotoquímica y efecto de bioestimulación (T. Kart, 1991).

Por lo tanto, excluyendo las contraindicaciones conocidas de la terapia bioestimulante, el único parámetro para operar con seguridad el Láser de alta potencia es la temperatura cutánea durante el tiempo de la terapia para satisfacer el principio de: alcanzar los más altos valores de densidad de energía transferida, sin provocar daños irreversibles (quemaduras).

Esta condición, para que tenga validez terapéutica, debe siempre estar asociada a dos parámetros:

- Densidad de potencia superficial (W/cm<sup>2</sup>).
- Tiempo de exposición (segundos) o tiempo de sesión.

El Kinesiólogo o Fisioterapeuta deberá tener siempre bien presente que la terapia láser de alta potencia se realiza a partir del control de la temperatura superficial dérmica evitando su alteración, controlando la pigmentación del paciente (concentración de melanina), alteración de la sensibilidad térmica (diabéticos), alto umbral de dolor (ciclistas, maratonistas, etc.), aplicaciones previas de terapias analgésicas (crioterapia).

El TST también pone de manifiesto las alteraciones de las temperaturas superficiales locales unidas a una situación patológica: en presencia de una inflamación aguda, la temperatura superficial correspondiente resulta mayor de la de las zonas adyacentes, al contrario si la inflamación es crónica. Por lo tanto, durante la terapia láser de alta potencia, los tiempos de TST serán menores en la fase aguda que en las crónicas. Pudiéndose evaluar la evolución de la patología de acuerdo a su duración, verificando que el TST sea igual o mayor de 10 segundos<sup>4</sup>.

## 74 EFECTOS TERAPÉUTICOS

La absorción de la energía irradiada por la luz del Láser (fotones) por parte de los tejidos produce conversión en calor y efectos fotoquímicos.

*El efecto foto físico* que transforma la energía luminosa en calor con el consiguiente aumento local de la temperatura es beneficioso por la aceleración de los procesos metabólicos. Excepto que se llegue a temperaturas de entre 42° y 70 °C que generen desnaturalización de las proteínas con la coagulación del tejido y hasta evaporación de los tejidos interesadas. Esto es lo que ocurre con los Láseres quirúrgicos y la precaución que se deberá tener en los terapéuticos de alta energía para evitar esta acción a nivel dérmico. Sabiendo que en éste caso el incremento de la temperatura disminuye exponencialmente a medida que aumenta la profundidad de penetración del rayo de fotones<sup>4</sup>.

*El efecto foto químico* se produce a partir del cambio o movimiento de electrones a distintas órbitas dentro de los átomos a escala molecular, donde se absorben los fotones, y que tiene relación directa con los cromóforos, es decir, los elementos de los diferentes tejidos que más reaccionan ante cada longitud de onda irradiada (v. fig. 2, Ley de Lambert-Beer), produciendo efectos de fotoionización, fotooxidación, fotoabsorción, fotodisociación y fotolisis<sup>19</sup>.

El conjunto de estas reacciones fotoquímicas se la llama "*bioestimulación*", cuyos efectos más relevantes son<sup>3</sup>:

- Aumento de la microcirculación y red capilar linfática y sanguínea (fig. 4), y neoangiogénesis, que acelera el drenaje de catabolitos inflamatorios responsables de la irritación nerviosa y facilita la absorción del líquido intersticial disminuyendo el edema.

- Estimulación del retículo endoplasmático rugoso y de las mitocondrias aumentando la síntesis proteica y de ATP con el consiguiente mejoramiento del metabolismo y de las funciones celulares; como consecuencia, favorece y acelera los procesos de regeneración celular en tejidos con micro y macro traumas.

- Estimulación de fibroblastos y macrófagos, con incremento del colágeno y de la remoción de residuos necróticos presentes en el foco inflamatorio.

- Efecto antiinflamatorio por la estimulación de leucocitos polimorfonucleares y macrófagos, reducción de la prostaglandina P-GE2 (pro inflamatoria) y aumento de la prostaglandina P-GI2 (acción antiinflamatoria y analgésica).

- Efecto antiálgico: determinado por hiperpolarización de la membrana del nociceptor, con aumento del flujo hemático, aumento de la producción de endorfinas y bloqueo del impulso doloroso.

Un efecto particular tiene el Láser de Alta Potencia Mectronic FP3 gracias a una de sus longitudes de onda (980 nm, v. fig. 1: ventana terapéutica), la cual coincide con un "pico" de la curva de absorción de energía del agua. El agua tiene una mayor absorción de energía en esta longitud de onda, comportándose como "cromóforo" o sea absorbiendo totalmente la radiación, provocando un consecuente aumento de la temperatura del agua misma, generando un "*stress térmico*" en el tejido y a la profundidad irradiada, acelerando sus reacciones metabólicas<sup>4</sup>. Incluso esta longitud de onda (por su relación con la absorción del agua) es actualmente muy utilizada por Ingenieros Agrónomos, a través de imágenes satelitales, para estudiar el comportamiento de las plantaciones.

De tal manera que sería aceptable la hipótesis del mecanismo de acción planteada por el Dr. Parra<sup>17</sup>: el Láser Nd-YAG genera un "stress tisular de alta energía" con un efecto térmico superficial de dispersión de alta energía que activa mecanismos de tipo enzimáticos (liberación de aminas vasoactivas) y neurohormonales que favorecen el drenaje vascular (comprobado en la práctica clínica), provocando una microcirculación eficaz. Además, aunque los límites de tales acciones no son todavía bien individualizados, parece válido el hecho que el láser Nd-YAG tiene una penetración de tejidos muy superior respecto a los otros láseres, con efectos demostrados sobre lesiones profundas a varios centímetros.

## RESULTADOS

En diferentes estudios se demostró el incremento de la vascularización (hiperhemia reactiva) de los tejidos (como en el tejido tendinoso de la figura 4) luego de la aplicación del Láser de Alta Potencia<sup>10</sup>.

El Láser Nd-YAG es el más acreditado y usado, debido a su penetración. Los expertos también requieren una considerable experiencia y competencia en la planificación del trabajo a llevar a cabo, ya que los límites desde el resultado óptimo hasta la quemadura (1.º y 2.º) es muy cercana.

Miglio corroboró que los pacientes tratados con Láser de Alta Potencia Nd-YAG lograron mayor velocidad de reabsorción del hematoma intramuscular que los grupos no tratados con éste. No pudo concluir que el Láser Nd-YAG acelere la formación de la fibrosis, pero también verificó que los pacientes tratados con el LAP presentaron clara disminución de la sintomatología dolorosa<sup>14</sup>.

Una de los primeros estudios de seguimiento de pacientes con lesiones musculares tratados con Láser de Neodimio-YAG fue realizado por Diaferia en 1993, combinando su aplicación con ejercicios isocinéticos en 87 atletas, corroborando una aceleración de los tiempos de recuperación<sup>6</sup>.

Conforti objetivó una evolución favorable en las lesiones musculares tratadas con Láser de Nd-YAG en 12 sesiones promedio (entre 10 y 15) con una aplicación de 200 J/cm<sup>2</sup> de densidad media de energía, evaluando la respuesta al dolor en contracción contra resistencia, en ligera elongación y a la digitopresión, y evidenciando la recuperación de la fuerza con tests isocinéticos<sup>5</sup>.

Melegati et al compararon la aplicación de Láser de Nd-YAG y un tratamiento tradicional basado en crioterapia local, diclofenaco sódico tópico e iontoforesis con ketoprofeno en 54 pacientes con epicondilitis, objetivando una significativa mejoría ( $p < 0,001$ ) de la sintomatología evaluada con la escala VAS de dolor en los pacientes tratados con láser de alta potencia<sup>12</sup>.

Miglio y Algeri, en un estudio realizado a lo largo de tres años con 120 futbolistas con pubalgia tratados con Láser de alta energía, demostraron una marcada mejoría en el dolor y rápida disminución de los tiempos en el reinicio del fortalecimiento de los músculos agonistas en el síndrome del recto interno y aductor medio en comparación de la utilización de los soft Láser en el pasado; debiendo ser asociada a buen tratamiento kinesiológico para la recuperación funcional del atleta<sup>13</sup>.

La experiencia que venimos realizando en el CEK (Centro Especializado en Kinesiología) con el equipo Láser Mectronic FP3 (de 6,55 w) (fig. 5) es concordante

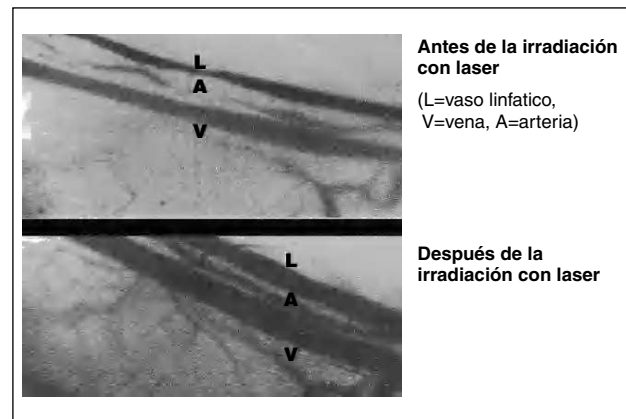


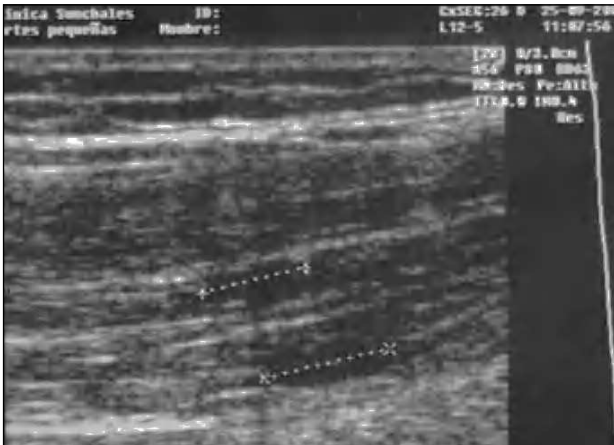
Fig. 4. Imagen del incremento de la microcirculación luego de la aplicación de Láser de Alta Potencia (Lievens).



Fig. 5. Imágenes de aplicación del Láser de Alta Potencia FP3 en lesiones musculares.



76



**Fig. 6.** Imagen ecográfica de lesión muscular fibrilar de  $0,7 \times 0,9$  cm. en bíceps femoral derecho en su tercio medio de un basquetbolista profesional.

te con los resultados observados por los estudios precedentes. Sobre más de cien pacientes tratados, se destacan los mejores resultados en tendinopatías (agudas y especialmente en las crónicas) de Aquiles, patelar y supraespinoso, lesiones musculares (fig. 6) y en particular en pubalgia crónica (donde se suma un tratamiento de reeducación dinámica funcional), habiéndose llegado en muchos casos a evitar cirugías programadas. La evaluación de las evoluciones es realizada con la utilización de una escala de dolor vinculada a la actividad física, palpatoria y elongación y la respuesta en la práctica deportiva.

En un trabajo realizado conjuntamente con el Departamento Médico del Club Atlético Vélez Sarsfield (Dr. Ricardo Coppolecchia, Lic. Carlos Leoni, Lic. Claudio

Estensoro y Lic. Gustavo Bunte) se estableció una comunicación previa que objetiva la reducción de los tiempos de recuperación de jugadores con desgarros musculares gracias a la inclusión en su protocolo terapéutico del Láser de Alta Potencia. Su aplicación permitió comenzar más tempranamente con ejercicios de tonificación y fortalecimiento muscular (incluyendo ejercicios isocinéticos) y la consecuente rehabilitación en campo, llegando los jugadores en mejores condiciones físicas a la práctica deportiva.

En la actualidad, los mejores resultados los estamos obteniendo con aplicaciones de  $1.500 \text{ J/cm}^2$  (que se multiplica por la extensión de la región tratada) por sesión, en una combinación de aplicaciones puntuales y de desplazamiento zonal o barrido, y de hasta tres o cuatro sesiones diarias, teniendo en cuenta que la duración de cada sesión de aplicación de LAP es de alrededor de 30 minutos.

## CONCLUSIONES

- El Láser Mectronic FP3 es una evolución tecnológica de la desfocalización en fibra óptica del Láser de Alta Potencia Nd-YAG quirúrgico en terapéutico.
- El LAP tiene efectos diferenciales gracias a sus tres longitudes de onda (808, 940 y 980 nm) y a su potencia media de 6,55 w: bioestimulación, antiálgico y stress térmico.
- Se comprueba la utilidad de la inclusión del Láser de Alta Potencia en los protocolos terapéuticos para acelerar la mejoría de la signo sintomatología en las primeras fases de tratamiento.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Algeri G, Conforti M. Cap. Laserterapia. Trattato di medicina fisica e riabilitazione a cura di G. N. Valobra. UTET 2000.
2. Basas García, Fernández de la Peña, Martín Urrialde. Tratamiento fisioterápico de la rodilla. Mc Graw-Hill; 2003.
3. Bolognani L, Cavalca L. Sintesi dell'ATP catalizzata dalla miosina atpase: effetto di laser e campo elettromagnetico. Laser & Technology. 1992.
4. Castellacci E, Ciutti F, Conforti M. Il Nd:Yag e la terapia laser ad alta energia. Collana di Medicina Funzionale clinica, biomeccanica, rieducazione e sport. Bologna: Ed. Martina; 2003.
5. Conforti M. Lesioni muscolari nello sport. Archivio di Ortopedia e Reumatologia. 1005;116(1).
6. Diaferia, G. Trattamento associato isocinetica e laserterapia Nd-YAG defocalizzata su distrazioni dei muscoli flessore-estensori del ginocchio. La Riabilitazione. 1993;26(2).

7. Diaferia G, Trapani P. Verifica sperimentale sulla capacità di penetrazione di un raggio Laser di 1064 nm di lunghezza d'onda. *Laser & Technology*. 1991;1(2).
8. Di Doménica, F, Galletti, R, Volontá, L, Oldani, S, Locati, F. Leterapie fisiche neltrattamento delle lesione. *Artroscopia e Riabilitazioni*. 2004;1.
9. La Pasta A. Curso de seguridad Láser. Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación; 2005.
10. Lievens P. *Laser News*. 1990;3.
11. Martínez, Villani, Lamas, Fernández. *Revista AATD*; 2003.
12. Melegati G, Miglio D, Respizzi S, Giani E, Volpi P, Roi G. De-focussed Nd-YAG laser therapy in the treatment of humeral epicondylitis. *J Sports Traumatology*. 1994;16(3).
13. Miglio D, Algeri G. Use of high power neodymium yag laser and FCZ laser in the treatment of pubalgia. *Laser & Technology*. 2002;12(1).
14. Miglio D, Algeri G. Lasertherapy in sport muscular lesions. *Laser & Technology*. 2001;1:11.
15. Parra PF. Nuova metodologia laser per il recupero rapido del l'atleta infortunato: il Neodimio YAG defocalizzato ad alta potenza. *Laser News*. 1990.
16. Parra PF, Ghinassi S, Cinti F. Il Neodimio YAG desfocalizzato nella sua evoluzione per un trattamento sempre più efficace dell'atleta infortunado. *Laser & Technology*. 1992;2(1).
17. Parra, Pacine, Klein, Baiolo, Arispici, Di Dorio. Laser ed alta energia tipo Neodimio-YAG desfocalizzato: valutazione sperimentale del potere di penetrazione tissutale. *Laser & Technology*. 1993;(3).
18. Paús, Compare, Torrenço. *Revista AATD*; 2003.
19. Rogozhin A. *El Laser*. Centro de Medicina Cuántica. 2003.
20. Sandelin J. Acute sports injuries. A clinical and epidemiological study. Thesis. Finland: University of Helsinki; 1988.
21. Spina, J. *Laser, fantasía y realidad*. *Revista AKD*. 1999;2(8).
22. Stumbo D. Incidencia de lesiones deportivas en selecciones argentinas de fútbol femenino de AFA. *Revista AATD*. 2005; 12(1).

MIEMBROS DEL COMITÉ CIENTÍFICO DE LA *REVISTA IBEROAMERICANA DE FISIOTERAPIA Y KINESIOLOGÍA* QUE HAN PARTICIPADO EN LA REVISIÓN DE LOS TRABAJOS PUBLICADOS EN LOS EJEMPLARES DEL VOLUMEN 9 EN EL AÑO 2006

Agradecemos a los revisores que a continuación se citan su trabajo independiente, riguroso e imparcial en la valoración de los artículos publicados en la *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología* durante el año 2006. Esperamos no haber omitido a ninguno de ellos, en cuyo caso nos excusamos por adelantado.

Fausto José Barbero Iglesias  
Francés Medina i Mirapeix  
José Antonio Martín Urrialde  
Jose Ignacio Calvo Arenillas  
José Luis Aristín González  
José Manuel Pérez Lugo  
Juan Avedaño Coy  
Manuel Gutiérrez Nieto