



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

219

ZEJ

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

**ENDODONCIA APLICACIONES DEL RAYO
LASER**

T E S I S A

Q U E P R E S E N T A :

SERGIO LEONARDO MARTINEZ VARGAS

P A R A O B T E N E R E L T I T U L O D E

CIRUJANO DENTISTA



DIRIGIO Y SUPERVISO: C. D. PORFIRIO NIETO CRUZ

MEXICO, D. F.,

Vo. B.

1995

FALLA DE ORIGEN

[Handwritten signatures]



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**A Dios
Por darme un poquito de sabiduría y entendimiento para poder
salir adelante**

Gracias.

**A mis Padres
Yolanda Vargas
Félix Martínez**

Sabiendo que jamás existirá una forma de agradecerles toda una vida de lucha y esfuerzo, por todo su apoyo, su amor y confianza que me han brindado a lo largo de mi vida.

Con muchísimo amor.

**A mis Abuelitos
Higinia y Raymundo**

Como testimonio de eterno agradecimiento por el apoyo moral que desde siempre me brindaron y con el cual he logrado terminar mi carrera.

Gracias.

**A mis hermanos
Ricardo, Maribel y Lilliana**

Con todo mi cariño

**A mi sobrino Jhonny
por todas sus travesuras.**

**A Conchita y Raúl
mis queridos abuelitos**

**A todos mis Tíos
por todo el apoyo que siempre me han brindado.**

**A mis queridos Profesores
por sus consejos, enseñanzas y conocimientos.**

Gracias.

**A todos mis amigos
Por brindarme su amistad, tiempo, cariño y apoyo a lo largo de
mi carrera. Nunca los olvidaré.**

**A todos los pacientes
por su comprensión y su disponibilidad, ya que sin ellos no se
completa el círculo**

**Y con cariño, al doctor
Porfirio Nieto
por su valioso tiempo, por sus consejos que hicieron posible la
realización de esta tesina**

Gracias

A Dolores.

**No tengo palabras para agradecerte tu apoyo incondicional todo este tiempo, espero sigamos compartiendo nuestras confianzas con la misma confianza de antes, aprendamos a superar nuestras dificultades apoyándonos en nuestro amor y seguramente a través de nuestras risas, lágrimas, esperanzas y sueños lograremos una mejor comprensión.
con todo mi corazón.**

JE AMO.

ENDODONCIA

APLICACIONES DEL RAYO LASER

INDICE

INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I	
RESEÑA HISTORICA.....	4
QUE ES UN RAYO LASER.....	5
COMO ES UN LASER.....	6
COMO ES LA LUZ DE UN LASER.....	7
CLASIFICACION DEL LASER.....	8
CARACTERISTICAS DE LOS DIFERENTES RAYOS LASER	10
PRINCIPIOS FISICOS DEL LASER.....	14
CAPITULO II	
BASES FISICAS DE UNA RADIACION LASER.....	18
EFFECTOS FISIOLOGICOS DEL RAYO LASER.....	20
EL RAYO LASER EN INVESTIGACIONES BIOMEDICAS.....	21
TRATAMIENTOS CON RAYO LASER.....	24
EL LASER Y EL SIDA	26
CAPITULO III	
APLICACIONES DEL RAYO LASER EN ODONTOLOGIA.....	28
CAPITULO IV	
APLICACIONES DEL RAYO LASER EN ENDODONCIA.....	37
CAPITULO V	
SEGURIDAD DURANTE EL EMPLEO DEL RAYO LASER.....	46
SEGURIDAD DURANTE SU MANIPULACION.....	47
EXPOSICION AL RAYO LASER.....	49
EXPOSICION PREVENTIVA A LA VISTA.....	50
CONDICIONES DE EMPLEO Y PRECAUCION.....	51
CONTRAINDICACIONES.....	52
CONCLUSIONES.....	53
BIBLIOGRAFIA.....	55

INTRODUCCION

Si nos pidieran describir una manzana, una mesa, o un automóvil, seguramente no tendríamos mayores dificultades, es evidente que, en un principio nos podríamos poner de acuerdo con facilidad acerca de que son y para que sirven cada uno de ellos.

Si nos preguntaran en cambio ¿Que es un láser?, la descripción ya no sería tan fácil y lo más probable es que las respuestas ya no fuesen tan unánimes; es más, seguramente mucha gente confesaría su completa ignorancia sobre este tema.

Podría pensarse que después de todo, el LASER a pesar de tener algo más de treinta años de existencia, todavía no se vende en los supermercados, donde mucha gente cree que puede encontrar casi de todo

Sin embargo, no es así, el LASER comienza a ser más cotidiano de lo que pensamos, sí esta en el supermercado, por ejemplo en las cabezas lectoras conectadas a las cajas registradoras y además en las fotocopiadoras, en los "deck" de los discos compactos, en los sistemas de comunicaciones, en la medicina, en la industria, etc., etc.

En la actualidad, el LASER tiene gran cantidad de aplicaciones al servicio del hombre. En el campo de la medicina la tecnología LASER hoy, significa un gran

avance, ya sea en la especialidad quirúrgica o en la terapéutica, pues se utilizan varios tipos de LASER para la curación de diversos padecimientos.

La ciencia odontológica no podría ser la excepción, ya que la idea de utilizar el láser se ha considerado desde hace veinticinco años, aplicándose ya en varias de las especialidades odontológicas

Ahora que nos encontramos en el umbral del año 2000, no podemos negarnos la oportunidad, que los avances científicos nos ofrecen y que repercutirán en el estado de salud bucal y emocional de nuestros pacientes.

Podemos predecir que la aplicación clínica del LASER, revolucionará los tratamientos que realicemos en el futuro, ya que el LASER nos ofrece entre otras cosas: analgesia potente, alta precisión, reducción de sangrado al mínimo y por lo tanto, limpieza del campo operatorio, regeneración tisular, así como acceso a áreas confinadas, reduciendo el dolor y el edema, además de activar los mecanismos naturales de defensa, ya que estimula a macrófagos y granulocitos neutrófilos, entre muchas de sus ventajas.

Todo lo anterior lo entenderemos mejor, a través de su mecanismo de acción del LASER a diferentes niveles y los efectos que produce, y sabremos lo que ocurre realmente a nivel histológico.

Hablaremos también sobre sus aplicaciones, ya que el LASER puede usarse en cualquier rama de la Odontología con resultados satisfactorios en cada una de ellas, como es la formación de dentina secundaria, disminuye el tiempo de tratamiento de caries profundas, en apexificaciones, y también es usado en fijación de piezas reimplantadas, además de gingivoplastias, frenectomías entre otras.

Los tratamientos convencionales con LASER no causan Incomodidad al paciente no anestesiado y lo motivan altamente en casa, debido al tratamiento sin dolor con una Incomodidad post-operatoria mínima.

Los procedimientos con LASER ofrecen una Odontología de alta calidad, debido a las modalidades del tratamiento, con disminución de anestesia durante los mismos y reducción de molestias post-operatorias.

Todo esto puede atraer al resto de la población que no visita al Odontólogo, entre otras cosas por miedo al dolor.

CAPITULO I

RESEÑA HISTORICA

Resulta difícil pensar en los rayos láser, sin dejar de evocar películas de ciencia ficción como las de James Bond y la Guerra de las Galaxias.

Ello es ficción por supuesto. Hoy en día los láseres han sido dominados para llevarlos al uso práctico en gran escala en la Industria y en Odontología entre sus usos. Se puede predecir que su aplicación clínica revolucionará el cuidado dental y que aumentará el número de odontólogos que adoptarán ésta emergente tecnología.

Fué el mismo **Albert Einstein** quien, en el año de 1917, propuso la posibilidad de que el proceso de emisión de las radiaciones puede ser interferido, estimulándose el paso del átomo de su posición de excitación a

la de reposo, lo que tiene por resultado la liberación de energía necesaria para la creación de la radiación láser. Sin embargo, fue hasta 1960 cuando **Teodoro Malman** logra construir el primer láser en los laboratorios de la Hughes Aircraft Corp. y es en el año de 1965 cuando se comienza a utilizar en el campo médico

El profesor **Injucshin** de la Universidad de Alma Atta de la URSS y el profesor **Mester** de la Universidad de Budapest, Hungría, fueron los principales precursores de los estudios que dieron lugar al concepto de **LASER-TERAPIA**, nombre que se le da en Europa a ésta técnica.

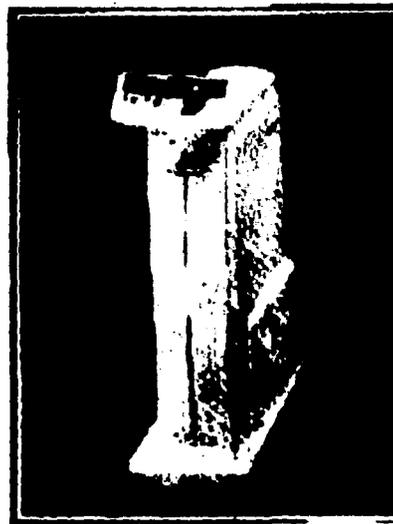
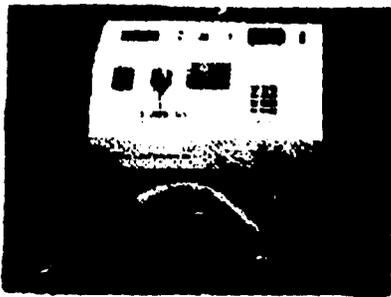
QUE ES UN LASER.

La palabra **láser** es un acrónimo compuesto por las iniciales de las palabras inglesas "**Light Amplification by Stimulated Emission of Radlation**"; que significa: luz amplificada por emisión estimulada de radiación.

La primera pregunta que surge es ¿que es un láser? y la respuesta más sencilla que se puede dar es: un láser es una **fuentes de luz**.

COMO ES UN LÁSER.

Hay láseres de todos los tamaños, tan pequeños que caben en una mano y tan grandes como para ocupar varias habitaciones. La mayoría de los que venden comercialmente se presentan más o menos así:



a) El láser es una **fuentes de luz** de modo que se trata de un sistema en el cual se produce un proceso de transformación de alguna forma de energía en luz. b) El "corazón" del láser, al que los físicos llaman **medio activo**, puede ser un gas, un líquido o un sólido.

c) Para que emita luz, este medio activo debe ser **excitado** de alguna forma, por ejemplo por electricidad, o por otra fuente de luz.

d) En los extremos del medio activo, hay **dos espejos** o si es un sólido, las superficies están muy pulidas tanto que son como espejos. Uno de los espejos o un extremo del medio activo coincide siempre con el orificio de la caja, de modo que por ahí debe salir la luz.

COMO ES LA LUZ DE UN LASER.

Al comparar las propiedades de la luz láser con las de una fuente convencional como es la luz que emite el sol, una lámpara, una vela, etc., aparecen sorprendentes diferencias.

Uno de los aspectos más espectaculares, es que el láser emite luz de colores muy definidos y puros. A esta propiedad se le llama **monocromaticidad**. Las demás fuentes de luz convencionales emiten una mezcla de colores.

En cuanto al tipo de colores, hay láseres que emiten en la “región del arcoiris”, o sea en colores que podemos ver que puede detectar el ojo llamada **espectro visible**.

Pero hay también otras regiones que el ojo no puede ver, llamadas infrarrojo o ultravioleta. Otra característica es que el haz de láser es muy estrecho y puede recorrer grandes distancias sin abrirse. A esto se le llama **“direccionabilidad”**.

La otra propiedad especial del láser es la **"intensidad"** de la luz que emite. Ya que si comparamos la intensidad en un mismo color entre un láser y cualquier fuente de luz convencional, la de un láser puede llegar a ser miles de veces mayor

Los físicos han inventado la palabra para definir el grado de puntualidad de una fuente de luz o lo que es lo mismo, su capacidad de hacer visible franjas de interferencia, por ejemplo: cuando se colocan en su camino ranuras u orificios. La palabra es **coherencia**, una fuente de luz es más coherente que otra cuanto más evidente haga las franjas de interferencia que se producen, visto así todas las fuentes de luz son coherentes y es cierto sólo que la coherencia de la mayoría de ellas desaparece inmediatamente a pocos milímetros de distancia, mientras que el láser se sigue manifestando aún a varios metros. El láser es en este sentido la más coherente de todas.

CLASIFICACION DEL RAYO LASER.

EL MEDIO ACTIVO.

De un láser puede ser cualquier estado de la materia de modo que si se elige este criterio de clasificación lo más común es agruparlos en:

- **A.-LASER GASEOSO:** como son el de bioxido de carbón (CO₂) o el de helio neón (HeNe).
- **B.- LASER EN ESTADO SOLIDO:** como son Neodimio Yag (Itrio, Aluminio y Granate).

- C.-**LASER QUIMICO**: como lo es el fluoruro de hidrogeno.
- D.-**LASER DIODICO**: conocido tambien como *semiconductores* como el Arseniuro de galio y aluminio.

FORMA DE EXCITACION

Existen dos métodos que se aplican practicamente en casi todos los láseres conocidos y son:

- a.-**Excitación óptica.**
- b.-**Excitación por descarga eléctrica.**

En general la excitación óptica es útil para láseres líquidos y algunos láseres sólidos. La excitación por descarga eléctrica se aplica en cambio en gases y en cierto tipo de láseres de estado sólido llamados láseres de semiconductores.

La excitación óptica se realiza por medio de una fuente de luz de muy alta potencia por ejemplo una lámpara de flash o la luz de otro láser.

La excitación eléctrica en láseres gaseosos se producen por una descarga electrica de un gas, circulando corriente entre los extremos del tubo que contiene dicho gas.

Tanto la excitación óptica como eléctrica puede ser continuos o pulsados, de ahí que haya láseres continuos y láseres pulsados. Es decir en algunos casos el haz de luz es permanente y solo desaparece si apagamos el láser. A este tipo de láser se le llama *láseres continuos*. En otros casos el haz aparece y desaparece en forma intermitente y cada aparición va

acompañada de un ruido. A este tipo de láser se le denomina *láseres pulsados*.

Existen otros métodos menos comunes de excitación como por ejemplo, una reacción química. A los láseres que funcionan así se les llama *láseres químicos*.

CARACTERISTICAS DE LOS DIFERENTES RAYOS LASER.

Los láseres gaseosos dominaban hasta hace poco cualquier lista de láseres comerciales. Son muchos y variados, pero sin duda el más popular es el láser continuo de **Helio-Neón (He-Ne)** que emite en un purísimo color rojo y es de baja potencia. Otro que suele aparecer bastante en discotecas, es el láser de **Argón iónico (Ar⁺)**, también continuo, de mediana potencia que puede emitir fantásticos colores en la región azul-verde del espectro.

El láser de **Dióxido de Carbono**, emite en el infrarrojo, en una región que nuestros ojos no detectan, puede ser continuo, pulsado y de potencia baja, media y alta. Ha sido el de mayor aplicación en los tejidos blandos y duros ya que su luz es absorbida fácilmente por el agua. Cuando se utiliza el rayo láser CO₂ en mucosas, el rayo enfocado en forma estrecha puede hacerse incisiones precisas y con un foco más amplio una destrucción o remoción mayor de tejido. La vaporización de las células ocurre debido a su alto contenido de agua.

Entendiendo los efectos del rayo láser de CO₂ en tejidos, es importante para el cirujano dentista poder producir el efecto deseado para las necesidades quirúrgicas. Las características de energía de la luz láser CO₂ es completamente absorbida por el agua celular dentro de los primeros 100 micrones de superficie irradiados. Energía pequeña queda dispersa desde el punto de incidencia tempranamente, todo el poder del láser es usado para el calentamiento de agua celular.

Nivel celular:

- 1.-La energía del láser incidida lleva la temperatura del agua a los 100 C.
- 2.-Se producen cambios adicionales de energía del agua a 100 C a 100 C en vapor. (Calor latente de vaporización). Un gramo de vapor de agua ocupa más que un gramo de agua líquida, la membrana celular se rompe bajo presión extrema.
- 3.-Fragmentos celulares son inflados por el láser a lo largo de la trayectoria con el vapor de agua.-(Estos fragmentos son adicionalmente calentados hasta que son esterilizados y carbonizados.)-

Tejidos tisulares:

- 1.-Los tejidos cerca del sitio de incidencia del láser no reciben directamente el calentamiento del rayo láser.
- 2.-El calentamiento del agua celular produce vapor, la expansión baja densidad de vapor, se estrechan a lo lejos de los tejidos circunvecinos. El aislamiento y el calentamiento a distancia de la ebullición celular.
- 3.-Algunos calentamientos y ebullición celular seran a regiones circunvecinas. Sus efectos seran minimizados por el uso de cortos impulsos

que no permiten el tiempo suficiente de calentamiento por la radiación, sucediendo una pérdida.

Los láseres de **excímeros**, se trata de una mezcla de gases raros (Argón, Kriptón, Xenón y Neón) con sustancias como el Flúor y el Cloro. Estos gases sólo forman moléculas si se les excita, emiten luz ultravioleta, son pulsados de media y alta potencia, tienen las siguientes características de interacción con los tejidos:

1.-Produce ablación en los tejidos blandos con mínimo daño térmico y sin vaporización térmica; es altamente absorbido por los tejidos del organismo, los cuales tienen un alto grado de energía de control en su profundidad de ablación.

Los **láseres en estado sólido** pueden dividirse en diferentes tipos. Los más comunes son los que tienen como medio activo un material cristalino o un vidrio "contaminado" con compuestos que pueden emitir luz y los que tienen como medio activo un material semiconductor.

Entre los primeros están los que contienen iones, alojados como "huéspedes" dentro de un cristal o un vidrio. Los cristales alojamiento más comunes son el Zafiro y el granate sintéticos, silicatos, fosfatos y otros compuestos. Los huéspedes se introducen en el cristal durante su fabricación como impurezas, en porcentajes muy pequeños, habitualmente de menos de 1%.

De este tipo de láseres los más populares son el láser de **Rubi**, que tuvo el honor de ser el primer láser de la historia, emite en el rojo, es pulsado y de alta potencia, puede emitir también luz UV por medio de sofisticados

aparatos. El láser de **Neodimio**, el cual hay distintas variantes según el cristal en el que este elemento se encuentre. El más famoso es el llamado **Nd-YAG**: se trata de iones de Neodimio (Nd) metidos en granates de Itrio-Aluminio (YAG), emite en el infrarrojo, pero gracias al conversor de frecuencias por cristales no lineales que tiene incorporado puede emitir también radiación verde y UV, puede ser continuo o pulsado.

El láser de **Titanio-Zafiro**, es un láser de estado sólido que permite seleccionar el color de emisión a gusto, es sintonizable dentro de una banda muy amplia de longitudes de onda, funcionan tanto en forma continua o pulsada y es de mediana potencia.

Los **láseres de semiconductores**, también llamados láseres de diodo, tiene como material activo un semiconductor excitado eléctricamente, emiten en el infrarrojo y en el rojo, son de baja potencia y pueden ser continuos o pulsados. Su medio activo es el Galio-Aluminio-Arsénico, la combinación de pulsaciones y potencia da una efectiva densidad de potencia en J/cm^2 suficiente para obtener efectos positivos en periodos de radiación cortos. Presenta además ondas sencillas de 660,680,820,880 y 960nm; y combinaciones de 3 y 31 diodos. Con esto se produce efectos fotoquímicos en los tejidos que aceleran los mecanismos de cicatrización y otros procesos que elevan el umbral del dolor.

Los **láseres líquidos** tienen como medio activo más común colorantes orgánicos disueltos en un solvente apropiado. Las moléculas que los forman son fluorescentes, pueden ser continuos o pulsados, su emisión puede

controlarse en un amplio rango de colores que van desde el UV al infrarrojo.

Los láser de baja energía no tienen efectos térmicos, por lo que producen bioestimulación; recientemente han crecido sus aplicaciones clínicas como atenuación del dolor, promoción del saneamiento de una herida, fluido sanguíneo y linfático realzados, para producir edema e inflamación, así como cicatrices, estimulación nerviosa y acupuntura.

Midda clasifica a los láseres en dos tipos:

a) *suaves*, el cual es una fuente de frío (atérmica), baja energía emitida en determinada longitud de onda pensada sólo para el tratamiento de úlceras orales, periodontitis (reducción de anaerobios, aerobios y estreptococos), pericoronitis hipersensibilidad dentinaria.

b) *duros*, son térmicos, es decir, producen calor, se utilizan en cirugía como fuente de energía precisa para cortar, coagular y vaporizar. Sin embargo no puede cortar ambos tejidos (duros y blandos).

PRINCIPIOS FISICOS DEL LASER

El uso del láser en medicina fue proclamado en una nueva era en el manejo quirúrgico de la enfermedad.

El láser quirúrgico, es un instrumento cuya función está basada en los principios físicos de la energía electro-magnética, óptica y

termodinámica. La luz visible es una forma de "radiación" "electromagnética" (EM), donde la radiación "térmica" es bajo "transferencia de energía"

La energía EM es caracterizada por las siguientes propiedades:

- 1.- Puede viajar a través del vacío.
- 2.- Estos viajes son constantes a una velocidad (en el vacío) de 186000 millas/seg.
- 3.- La energía puede seguir dos caminos:
 - a) Cuando la longitud de onda, puede ser enfocada con una lente.
 - b) Cuando se ven como partículas, la energía es confinada a discretos paquetes llamados "fotones".

La energía de cada paquete determina el tipo de energía electromagnética.

Estas son las características para distinguir la energía electromagnética de otros tipos de energía.

La luz es una onda electromagnética que no tiene sonido. La transmisión de la energía del sonido (acústico) , requiere la vibración de moléculas, así como el aire o el agua, no puede ser propagada a través del vacío, por lo tanto, no es una forma de energía electromagnética.

Un avance fue el descubrimiento para describir la energía (e) del fotón, con la velocidad (c), frecuencia (ν) y longitud de onda (λ) de la radiación. La constante de proporción (h) es la constante de Plank:

$$E = h\nu$$

y

$$V = c/\lambda$$

$$E = hc/\lambda$$

Estas ecuaciones muestran que esa energía y una onda electromagnética es proporcional a la frecuencia e inversamente proporcional a la longitud de onda. Con esta mentalidad podremos ver el espectro de radiación electromagnética. La energía cercana a 1 eV es una banda limitada de energía que llamamos luz visible.

El púrpura visual en la retina de los ojos es sensible a las radiaciones de esta particular energía, por lo tanto, nosotros podemos observar la luz. Dentro del espectro de energía de la luz visible, son más lejanas las distinciones de energía. Eso corresponde a nuestras percepciones de color, con el rojo por ahora el color de baja energía y el violeta, la luz de color de energía mayormente visible.

Más aún el rango visible de energía es ligeramente alta (ultravioleta o luz negra) y ligeramente baja (infrarrojo o calor) en radiaciones.

Estos no son detectados por receptores químicos del ojo y son, por tanto invisibles.

Estas radiaciones electromagnéticas y los colores representan rangos de energía en el espectro continuo electromagnético.

El láser-CO₂ emite energía en el lejano rango de energía infrarrojo, por debajo de nuestros umbrales de percepción visual.

Para promover su facilidad en el uso de cirugía el láser-CO₂, está equipado con un láser de bajo poder HeNe (Helio Neón) que coincide con el rayo láser-CO₂.

El rayo láser de HeNe emite radiación visible de un rango proveniente del espectro rojo. El rango de mayor espectro de energía son los rayos X.

Los rayos X producen una importante ionización, la presencia de esos iones y los radicales libres que ellos producen en las células, pueden causar mutación genética de DNA del núcleo celular. En contraste, los fotones del láser tienen suficiente energía para producir iones, por lo tanto, el láser no puede producir mutación genética.

Incrementándose el poder de densidad de la energía del láser produce calor pero no puede ionizar agua y no propone amenaza en el DNA celular.

Poder de densidad:

Es definido como el poder (en watts) entre el área y el sitio incidido sobre el paciente. Los efectos del láser, son primariamente determinados por el poder de densidad. Es importante recordar el área circular y el lugar es proporcional al cuadrado de los diámetros del radio $A = \pi \cdot r^2$.

CAPITULO II

BASES FISICAS DE UNA RADIACION LASER

La radiación del rayo láser terapéutico también llamada MID LASER ó láser de media potencia (de 5 a 55 mw) presenta la característica de ser atérmico, es decir, su actividad sobre los tejidos no obedece a efectos de calor si no a la interacción de ondas electromagnéticas de esta radiación y las propias de las células.

La radiación ocurre cuando los átomos son excitados e interactúan para liberar fotones de luz con la misma longitud de onda y coordinación espacial. La longitud de onda depende del tipo específico del láser y el medio de transporte que se utiliza.

Se utilizan diferentes lentes para producir un rayo más intenso. Sus efectos sobre el tejido blando dependen principalmente de la longitud de onda y de las características de absorción de cada tejido en particular.

La luz láser terapéutica más utilizada es invisible, por que se emite en el infrarrojo cercano a 904 nanómetros ($1 \text{ nm} = .000000001\text{m}$) de longitud de onda; Sus efectos del láser terapéutico 904 nm son:

- **-Analgesia potente**

- **-Antiinflamatorio**
- **-Regenerador tisular**
- **-Hemostático ligero**
- **-Activador de mecanismos naturales de defensa** (no es antibiótico),
pues estimula macrófagos y granulocitos, neutrófilos.

Los mecanismos de la acción del láser son a nivel celular y sistémico:

1) **CELULAR**: A este nivel es un bioestimulante o biorregulador celular y actúa sobre tres estructuras básicamente

a) **Mitocondrias**: aumenta la transformación de ADP en ATP. obtiene una mayor producción de energía intracelular.

b) **Membrana celular**: contribuye a la repolarización de la membrana cuando ésta se encuentra despolarizada. Al actuar, normaliza la situación iónica intra y extracelular, como resultado se obtiene aumento de la vitalidad celular y restablecimiento de sus funciones.

c) **Protoplasma**: La interferencia de fotones coherentes del láser con los centros de producción de fotones ultradébiles facilita la reacciones energéticas interestructurales, así como ciclos metabólicos intracelulares de gran consumo de oxígeno, por lo que se comprueba un fenómeno de activación celular general.

2) **SISTEMICO**. Es aquel que transmite el efecto desde la zona irradiada hacia el sistema nervioso central obteniéndose como resultados efectos analgésicos y antiinflamatorios.

EFECTOS FISIOLÓGICOS DEL RAYO LÁSER.

El efecto oxigenador celular y la aceleración del metabolismo protoplasmático normal de cada célula, aplicando el rayo sobre un tejido que sufre los disturbios vasculares consecuentes a la respuesta inflamatoria se origina una vasodilatación de los esfínteres precapilares, restableciendo la normalidad en la circulación microcapilar. Se añade a esto la acción propia sobre cada célula de normalización de la bomba de Na y K y desaparece así el edema intracelular, se obtiene un aumento del drenaje venoso y linfático con el consiguiente efecto antiinflamatorio.

El efecto analgésico obtenido por la acción fotoeléctrica del rayo láser diódico sobre las fibras nerviosas nociceptoras se ve así reforzada por la desaparición del foco inflamatorio de los productos de desecho celular acumulados, se normaliza la concentración tisular de las sustancias productoras de dolor.

DOSIFICACION

Para obtener resultados óptimos, la dosificación del láser terapéutico es de gran importancia como es variable depende básicamente de los siguientes factores:

- **Potencia y frecuencia del emisor.**
- **Densidad y composición del tejido a tratar.**
- **Profundidad y extensión de la lesión; naturaleza de la patología y respuesta sensitiva individual hacia el tratamiento.**

Siempre es importante aplicar la dosis mínima terapéutica, es decir evitar la sobredosificación, ya que se puede anular los esperados resultados terapéuticos.

También es necesario instituir ciclos terapéuticos para aquellas patologías que así lo requieran como neuralgia del trigémino, donde es posible apoyarse con puntos de acupuntura.

Cada aplicación en odontología varía entre 30 segundos y 20 minutos de irradiación según el caso.

Existen tablas guías de aplicación según la patología y el aparato emisor que se utilice, todo esto como base, pero también es importante el desarrollo del criterio del operador para lograr un adecuado tratamiento a cada caso particular. Este criterio se obtendrá con base en el conocimiento profundo de la técnica, así como de la propia experiencia clínica.

EL RAYO LASER EN INVESTIGACIONES BIOMEDICAS.

Pocos meses después de que el rayo láser hiciera su aparición, el ambiente médico-científico fue conmovido por una importante noticia: la utilización experimental del rayo láser de Rubí en tratamientos de lesiones de piel y en operaciones de retina por fotocoagulación había dado excelentes resultados.

Se abría un rumbo nuevo, donde la direccionalidad, la monocromaticidad y la intensidad del rayo láser ofrecían insospechadas posibilidades. El rayo de la vida empezaba a competir con el rayo de la muerte y hasta podía sacarle ventaja.

El desarrollo fue vertiginoso y las aplicaciones se fueron sumando una tras otra. La Medicina, la Biología, y la Bioquímica y las demás ciencias que se ocupan de los seres vivos, recibieron el rayo láser como a una poderosa herramienta de la que se podía sacar muchos beneficios. Y así lo hicieron. A pesar de ello, muchos médicos e investigadores están convencidos de que todavía hoy estamos en los principios.

La interacción de la luz con sistemas vivos da lugar a una gran variedad de fenómenos y sus efectos pueden ser estudiados en distintos niveles. Por ejemplo: reacciones moleculares, cambios y alteraciones celulares, o procesos que tienen lugar a nivel de los tejidos.

La mayoría de estos fenómenos son fuertemente dependientes de la energía de excitación y del tipo de radiación que se use. Es decir, no se producen con cualquier luz.

El rayo láser es una herramienta capaz de actuar en cada uno de estos niveles, proporcionando las energías adecuadas, la monocromaticidad requerida y la posibilidad de una interacción local o puntual.

Pero hay más: el rayo láser puede reemplazar otras herramientas, como el bisturí y la pieza de alta velocidad.

Las aplicaciones del rayo láser en el campo de las investigaciones biomédicas tiene especial importancia para entender los procesos que

ocurren en los “ladrillos de las células”, los llamados aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos y membranas biológicas.

Estas aplicaciones son esencialmente de tres tipos:

- Estudios de procesos biológicos en los cuales la luz es un ingrediente natural. Por ejemplo en la visión, en la fotosíntesis, en el crecimiento y desarrollo de bacterias activado con luz, etc.
- Determinación de estructuras de sistemas biológicos. Por ejemplo: la “forma” de ciertas moléculas, de proteínas, etc. Este tipo de estudios se hace por métodos llamados “técnicas espectroscópicas con rayo láser”.
- Generación de desequilibrios en sistemas biológicos, para poder estudiar cómo recuperan el equilibrio y de ahí obtener información de cómo funcionan. Normalmente en estos casos se trabaja en sistemas que contienen moléculas que absorben luz. Un buen ejemplo de esto son las llamadas hemoproteínas, como la hemoglobina, relacionadas con el transporte, almacenamiento y fijación del oxígeno en el organismo.

Como para este tipo de estudios no alcanza con el enfoque que pueda darle una disciplina en particular, en los grupos de investigación que trabajan en estos temas intervienen habitualmente químicos, biólogos, bioquímicos y físicos que trabajan en forma conjunta para resolver problemas que se encuentran muchas veces en las fronteras del conocimiento.

TRATAMIENTOS CON RAYO LASER

En los tratamientos médicos con rayo láser, el efecto más utilizado es el calentamiento. Para hacerse una idea más clara, cuando un tejido es sometido a una temperatura entre 37° y 44° C se desordenan e interrumpen las actividades enzimáticas y eléctricas de las células, a los 60° C se producen lo que se llama “desnaturalización de proteínas” y a los 100° C se destruyen los tejidos por vaporización.

Si bien existen más de 20 tipos de rayos láser que son actualmente utilizados en tratamientos médicos, los cuatro más usados son el de Dióxido de Carbono (CO₂), el de Argón (Ar), el de Neodimio (Nd-YAG) y el láser de Excímeros.

El empleo del rayo láser como bisturí en cirugía, presenta ventajas muy importantes para cierto tipo de intervenciones, ya que permite cortar tejidos y al mismo tiempo coagular la sangre. En este tipo de bisturí, se emplean rayos láser de CO₂ y Nd-YAG, tanto pulsados como continuos. En tejidos blandos actúan concentrando localmente una gran cantidad de calor que vaporiza el agua de las células, produciendo así la incisión.

Simultáneamente durante el calentamiento los vasos sanguíneos se sellan evitando así las hemorragias.

Las intervenciones de tumores, quistes y nódulos con este tipo de bisturís son rápidas, reducen significativamente la pérdida de sangre, evitan el contacto mecánico y la dispersión de tejidos cancerígenos por el organismo y aseguran una mayor esterilidad.

Estos rayos láser también se han probado con éxito en intervenciones de hígado, corazón y estómago.

En todas estas aplicaciones el rayo láser se utiliza en combinación con un sistema que permite al médico manipularlo adecuadamente. Se trata de una especie de brazo mecánico articulado, liviano y con movimiento en todas direcciones. Otra forma de manipular la luz láser es por fibras ópticas.

Estas son paquetes de fibras de vidrio, plástico o cuarzo que actúan como cañerías para llevar la luz de un lugar a otro. Son flexibles y lo suficientemente finitas como para introducir las dentro del organismo y llegar a lugares que de otra forma serían inaccesibles, siendo estos dispositivos los endoscopios.

Una de las aplicaciones médicas más desarrolladas del rayo láser es la fotocoagulación. En este caso la luz emitida es absorbida selectivamente por algún pigmento de los tejidos por ejemplo la hemoglobina de los glóbulos rojos, al absorber radiación, esa parte del tejido se calienta evaporando el agua y coagulando la sangre.

Esta aplicación es selectiva porque solo interviene el tejido que contiene los pigmentos que absorben la luz del rayo láser. El resto del material orgánico circundante se comporta como si fuera transparente a esa radiación y no es afectado.

Las ventajas de la absorción selectiva se aprovechan al máximo en cirugía de ojos, el rayo láser más utilizado en este caso es el de Argón, especialmente en los tratamientos de desprendimiento de retina, llamados retinopatías muy comunes en enfermos diabéticos.

Otro ejemplo más es la eliminación de cataratas con la utilización del láser Nd-YAG y el láser de excimeros, esta enfermedad se caracteriza por la formación de una membrana opaca detrás de la lente que impide la visión, además es utilizado en la corrección de miopías, astigmatismo y otras enfermedades oculares.

En dermatología una de las aplicaciones más comunes es la eliminación de manchas de la piel y tatuajes.

El rayo láser atraviesa las zonas no pigmentadas de la piel como si fueran transparentes y es absorbido sólo por las células de los tejidos coloreados, las cuales se calientan, se vaporizan y destruyen, posibilitando así un nuevo crecimiento del tejido.

***El rayo láser y el SIDA ***

Científicos del laboratorio de electrónica de la Compañía de Teléfonos Japonesa y del Instituto Nacional de Salud de Tokio han logrado desarrollar un método, empleando rayos láser que permitirían detectar el virus del **SIDA** con una precisión cien veces mayor que a la lograda por las técnicas habituales. El método detecta el denominado antígeno viral en muestras de sangre infectada. El antígeno es un tipo de molécula que caracteriza al virus y que se ubica en su superficie, el procedimiento consiste en mezclar la sangre infectada con partículas magnéticas ultrapequeñas que se pegan al antígeno después las muestras son colocadas en un campo magnético que las ordena y se iluminan con rayo láser.

Las partículas metálicas dispersan la luz del rayo láser, la que es detectada y procesada por medio de un sistema que puede contar el número de partículas que la dispersaron y determinar así la cantidad de virus que contiene la muestra de sangre.

Una de las ventajas más importantes de este método respecto de los usados hasta el momento es que permite detectar la presencia del antígeno y no del anticuerpo, como se hace en la mayoría de los casos. Estos experimentos fueron realizados con muestras artificiales y actualmente (1992), el método está en la etapa de evaluación clínica.

Más allá de sus resultados, este tipo de experimentación da una idea de las posibilidades que brinda el rayo láser y de la permanente actividad que desarrollan los científicos y tecnólogos en los más diversos campos de aplicación.

CAPITULO III

APLICACIONES DEL RAYO LASER EN ODONTOLOGIA

La Odontología es otra de las ciencias médicas que no ha quedado atrás, ya que incorpora el uso del rayo láser en muchos tratamientos dentales. Día a día y a gran velocidad, el uso de la tecnología láser está incrementándose en la práctica diaria de los consultorios dentales alrededor del mundo y todo es confirmado por la formación reciente de varias organizaciones dentales láser, como es *LA ACADEMIA INTERNACIONAL DE ODONTOLOGIA LASER*, legalizada en octubre de 1990 en Boston, Massachusets.

Los rayos láser más usados y aplicados en odontología son los siguientes:

- **Rayo láser de CO2.**
- **Rayo láser Nd-YAG.**
- **Rayo láser HeNe.**
- **Rayo láser Diódico o Semiconductores.**

- **Rayo láser de Rubí.**
- **Rayo láser de Argón.**

El rayo láser de CO2 es utilizado en el área de Cirugía, tanto para tejidos duros así como blandos, es aplicado para cortar, vaporizar o coagular. El poder de densidad del rayo es variado para ajustarse a los metros de potencia. El bajo poder de densidad es usado para realizar incisiones con el objeto de minimizar los daños termales, además produce resultados estéticos, mejores que si se hubieran realizado con bisturí.

Las estructuras de tejidos blandos como músculo, grasa y fascia (aponeurosis) pueden ser cortados o incididos con un alto poder de densidad con mayor eficacia en el corte.

El cirujano puede usar un poder de densidad con comodidad, el más alto poder posible puede ser usado cuando se cortan órganos sólidos, así como vasos. Esto se llevan a cabo con la máxima temperatura y el resultado es una óptima hemostasis.

Un tiempo de exposición prolongado y un alto poder de densidad son necesarios para vaporizar tumores o tejidos abultados en un tiempo determinado. Inversamente un largo tiempo de exposición y un bajo poder de densidad son usados para esterilizar fascias de los tejidos sin producir extensos daños a las estructuras localizadas, debajo de la fascia. La cirugía con rayo láser tiene numerosos beneficios que son:

- **Alta precisión.**
- **Reducción al mínimo de sangrado**
- **Limpieza y drenaje del campo operatorio**

- **Acceso a áreas confinadas, reduciendo el dolor y el edema**
- **Esterilización**
- **Falta de contacto.**

El rayo láser es excelente para procedimientos de microcirugías y es altamente controlable sus efectos en la cirugía de tumores, quistes y nódulos.

El rayo láser Nd-YAG comparte muchas de las ventajas del CO₂, es utilizado también en cirugías tanto para tejidos duros y blandos.

La capacidad hemostática del rayo láser Nd-YAG es utilizado actualmente para gingivoplastias, frenilectomías, gingivectomías y operculotomías. También se utiliza en la remoción de fibromas, drenar abscesos y realizar varios tipos de biopsias.

Los metales aplicados en implantología presentan una marcada absorción de la radiación Nd-YAG, el uso indiscriminado de éstos rayos láser para procedimientos en tejidos blandos peri-implantados posee considerables riesgos, una de las complicaciones potenciales posibles es el sobrecalentamiento de los tejidos peri-implantados y daño térmico al hueso por el uso indiscriminado del láser. Para láser Nd-YAG, la generación de calor con ablación es mayor que el que producen las fresas, consecuentemente la inflamación es más marcada y la necrosis ósea más extensiva.

La necrosis del hueso alveolar después de la exposición del Nd-YAG láser ha sido también reportada para los rayos láser de CO₂, el bajo contenido de agua en el hueso resulta en una pobre absorción, así que es

más difícil que el hueso sufra ablación que los tejidos blandos, residuos carbonizados de hueso ablacionado puede también servir como irritantes.

No hay un solo láser que sea aplicable para todos los procedimientos de laboratorio y clínicos en el campo de la implantología. Actualmente la información sugiere que las aplicaciones del rayo láser en implantología pueden ser consideradas como seguras y eficaces como todos los rayos láser capaces de generar efectos térmicos, se deben dar consideraciones apropiadas para las extenciones en las cuales la energía puede ser absorbida o reflejada por los materiales, efectos térmicos en los implantes, así como en el hueso y tejidos blandos, pueden suceder debido al mal uso de los rayos láser.

Para los procedimientos en los tejidos blandos en coronas y puentes, el rayo láser puede reemplazar al hilo retractor, aunando a la hemostasis que permite la mejor visión de los márgenes y mejorar la impresión final.

Este instrumento emite su energía pulsátil a 1.064 micrones y es dirigida a través de una fibra de silica de 320 micrones.

Debido a su bajo poder de salida (máximo promedio de 3 watos), el láser no se usa para la remoción masiva de tejido. El Nd-YAG, comparte las ventajas del CO₂, pero es original para varios procedimientos clínicos en Odontología donde puede realizarse sin anestesia local.

El láser Nd-YAG puede remover los depósitos minerales sub-gingivales cuando se utiliza conjuntamente con métodos convencionales. También puede, en forma rutinaria, reducir la profundidad de los surcos de 2 hasta 4

milímetros por el procedimiento de curetaje térmico. Generalmente los candidatos para éste procedimiento serían los sacos de 3 a 7 mm.

La fibra de 320 micrones se inserta en la profundidad del surco y se circunda y lentamente se retira del saco. La fibra sigue el contorno de la raíz de forma paralela hacia la capa epitelial enferma, provocando vaporización. Este tratamiento no causa incomodidad al paciente no anestesiado. La motivación para el cuidado en casa es muy alta debido al tratamiento sin dolor con una incomodidad post-operatoria mínima.

Para los pacientes que padecen úlceras aftosas, el láser tiene un efecto satisfactorio tan pronto como las fibras contactan la superficie de la lesión, los pacientes reportan la eliminación del dolor.

El uso del láser para los procedimientos de corte de los tejidos blandos requiere un poder de salida entre 2 y 3 watios con pulsos entre 20 y 30 hertz. Utilizando estos ajustes puede entregar por pulso, 100 a 150 milijoules de energía con cada uno, con un rango de milisegundos. Aunque se pueden realizar procedimientos sin anestesia, este instrumento no es una varita mágica. El láser utiliza energía térmica para vaporizar tejido, si el paciente se queja de sensibilidad durante el procedimiento, debe administrarse anestesia.

El láser dental Nd-YAG es también utilizado para diversos procedimientos en los tejidos duros. Para la remoción de caries, el láser permite un tratamiento muy conservador debido a la longitud de onda del neodimium (106 micrones) que no es absorbida por el esmalte.

Para los procedimientos de sellantes, el láser puede remover las partículas orgánicas e inorgánicas que se encuentran en las fisuras sin dañar el esmalte sano que se encuentra alrededor. Actualmente, existe consenso en cuanto a que dos de las ventajas principales del rayo láser se obtienen en la prevención de caries y grabado del esmalte, siendo éste más selectivo, más rápido y con mayores ventajas en cuanto a adherencia de algunas resinas.

Su uso preventivo de caries se refiere a que la aplicación del láser CO₂ disminuye la permeabilidad del esmalte y por lo tanto su susceptibilidad a la desmineralización. En el caso del rayo Nd-YAG se requiere de la aplicación de un tinte especial sobre el área a radiar para mejorar la absorción del rayo.

El rayo láser de Diodo, produce efectos fotoquímicos en los tejidos que aceleran los mecanismos de cicatrización y otros procesos que elevan el umbral del dolor y es usado en gingivitis, periodontitis aguda y crónica, pericoronitis, alveolitis, abscesos, dolor miofacial, disfunciones de ATM, neuralgia del trigémino.

Además es útil en los procesos de recuperación como hipersensibilidad dentinaria, trismus y lesiones de liquen plano.

El rayo láser de He-Ne, se utiliza en el tratamiento de periodontitis, además se ha sostenido con diferencia en varios estudios que existe un aceleramiento de la cicatrización tisular y una disminución del edema. Estudios in vitro demuestran que este rayo láser con un fotosintetizador adecuado (azul toluidina) puede utilizarse para el debridamiento mecánico

en el tratamiento de la periodontitis con una reducción de anaerobios y estreptococos.

Sin embargo, otros autores comentan que el láser de Argón se prefiere al láser del CO₂ para la fototermólisis de lesiones.

Este tratamiento se ha utilizado basándose en el hecho de que ciertas estructuras absorben la longitud de onda más fácil que otras, causándose así daño selectivo. Los autores argumentan que la luz láser de Argón es absorbido más selectivamente por éstas estructuras sin causar daño a la encía circundante.

El rayo láser en Ortodoncia se utiliza para acelerar los movimientos dentarios, disminuyendo así el tiempo de tratamiento que llegó a ser 30-50% menos de lo ordinario, puede ser aplicado en niños y adultos. Con la aplicación del láser en los dientes que se van a mover, casi no hay dolor.

El rayo láser es utilizado también para remover los brackets cerámicos de la superficie del esmalte por medio de su sobrecalentamiento, todos los brackets retirados con láser CO₂ resultaron con una remoción completa sin fractura de los mismos.

La ventaja de esta técnica de remoción es que el calor producido es localizado y controlado. La herramienta para retirar brackets es esencialmente fría y el método puede ser usado para remover varios tipos de brackets independientemente de sus indicaciones.

La terapia en alteraciones de ATM se realiza con otro tipo de rayo láser, el Holmium-YAG que promete ser de gran utilidad, ya que minimiza el trauma de cartílago articular y las superficies sinoviales, produce

coagulación sin daño térmico, ofrece la ventaja de que no puede perderse o romperse, así mismo transmite a través de fibras de cuarzo, lo cual no es posible con el CO2 y además puede usarse en un medio con solución salina.

El uso del rayo láser de Rubí sobre el esmalte, ha demostrado la producción de cráteres caracterizados por un derretimiento y recristalización del esmalte, además de una disminución en su permeabilidad. También se investigó su posible uso como instrumento cortante, sin embargo el corte que debía utilizarse producía fracturas de esmalte y daño pulpar. En cambio el láser de Nd-YAG se ha utilizado con éxito para fusionar fosas y fisuras del esmalte, ya que hace además más resistente al esmalte a la subsecuente disolución por ácido debido a una disminución en la permeabilidad. El láser de CO2 también ha sido utilizado en irradiación del esmalte y la dentina. Estos dos contienen apatita carbonada, la cual tiene una banda de absorción en el rango de la luz infrarroja debido a los grupos fosfato, carbonato e hidroxilo y por esta razón absorben eficientemente la luz del láser CO2.

CUADRO I

<i>CASO</i>	<i>APLICACION</i>	<i>BENEFICIOS</i>
<i>Obturación de conducto</i>	<i>Debe ser una exposición de un minuto en ápice.</i>	<i>Evita molestias postoperatorias.</i>
<i>Sobreobturación de conducto.</i>	<i>Un minuto en ápice, repetir tratamiento uno o dos días si es necesario.</i>	<i>Significativo alivio de molestias.</i>
<i>Después de ajustes ortodónticos</i>	<i>Un minuto en el cuello del diente, un minuto en el ápice.</i>	<i>Evita presencia del dolor.</i>

<i>Cirugía periodontal.</i>	<i>Treinta segundos por diente en gingiva, un minuto por diente después de suturar.</i>	<i>Disminución del sangrado, disminución del dolor, rápida recuperación prevención de hiperestesia.</i>
<i>Implantes</i>	<i>Un minuto en hueso, un minuto después de suturar, dos puntos de un minuto por dos semanas hasta que esté completamente curado.</i>	<i>Disminución del dolor postoperatorio y rápida recuperación.</i>
<i>Hipersensibilidad</i>	<i>Un minuto en el cuello, treinta segundos en el ápice.</i>	<i>Resultados positivos del 80 al 100%.</i>
<i>Cavidad profunda</i>	<i>Un minuto en cavidad, un minuto en ápice.</i>	<i>Evita o disminuye la hipersensibilidad y acelera la autoprotección de la pulpa.</i>
<i>Preparación de prótesis fija y removible y coronas.</i>	<i>Un minuto en la preparación y un minuto en el ápice.</i>	<i>Evita o disminuye la hipersensibilidad y acelera la autoprotección pulpar.</i>
<i>Pulpectomía vital</i>	<i>Un minuto en ápice</i>	<i>Prevención del dolor e inflamación.</i>
<i>Granuloma o quiste periapical.</i>	<i>Un minuto en ápice, de siete a diez sesiones.</i>	<i>Contribuye a la antibioticoterapia, aumentando mecanismos naturales de defensa.</i>
<i>Recubrimiento directo</i>	<i>Un minuto en la lesión de pulpa</i>	<i>Prevención de posible pulpitis y acelera la autoprotección de la pulpa.</i>
<i>Hiperestesis de dientes, después de cirugía periodontal.</i>	<i>Un minuto en el tercio medio de la raíz.</i>	<i>Quita sensibilidad y mejora la cicatrización de gingiva.</i>
<i>Dolor por gingivitis</i>	<i>Treinta segundos por diente a nivel del borde de la línea gingival</i>	<i>Evita papilitis y aumenta la hipotalgesia.</i>
<i>Neuralgia del trigémino</i>	<i>Se aplica en cinco puntos por un minuto, buscando el punto de Trigger y se prosigue en otros cuatro puntos, buscando terminaciones nerviosas.</i>	<i>La mejoría depende de la cronicidad del caso, se recomienda de cinco a diez sesiones o más, según la gravedad.</i>

CAPITULO IV

APLICACIONES DEL RAYO LÁSER EN ENDODONCIA.

LIMPIEZA Y CONFORMACIÓN DEL CONDUCTO RADICULAR.

La limpieza y la preparación del conducto radicular representa una etapa importante dentro de las técnicas de Endodoncia.

Entre las metas figuran el desbridamiento del conducto radicular mediante la extirpación de los tejidos orgánicos y el ensanchamiento del conducto para crear una forma idónea que facilite el desbridamiento, irrigación y obturación del conducto.

Con el fin de alcanzar estos objetivos, se han propuesto varios métodos para dejar el conducto libre de irregularidades en sus paredes. Hasta la fecha la preparación del conducto se ha efectuado con limas manuales e instrumentos sónicos o ultrasónicos.

Varios estudios han demostrado que los instrumentos de endodoncia producen dentritus minerales y orgánicos, y que son incapaces de

eliminarlos completamente. Se recomienda el empleo de agentes de irrigación químicos conjuntamente con la instrumentación mecánica con el fin de disolver estos dentritus.

No obstante, la acción química incluso cuando se asocia con el efecto dinámico del flujo activado por medios ultrasónicos dejará una delgada película en las paredes dentinarias, denominada "*Smear Layer*" y es responsable de las microfiltraciones entre las paredes del conducto y el material de obturación y debe ser eliminado antes de la obturación.

La eficacia en el corte y su posibilidad de configurar las paredes del conducto mediante un instrumento depende del diseño de la lima y de la dinámica del instrumento durante el movimiento de corte dentro del conducto y que es imposible eliminar totalmente todos los dentritus del conducto, dado que con frecuencia quedan zonas sin instrumentar después de la preparación.

Debido a las complicaciones que aparecen durante los movimientos de la lima en los conductos y como las limas no pueden limpiar totalmente las paredes dentinarias, los rayos láser han demostrado ser agentes prometedores en Odontología.

El rayo láser Nd-YAG tiene más aplicaciones potenciales sobre los tejidos duros. En el campo de la endodoncia, Dederich y Cols, sugieren que las paredes de los conductos irradiados por el láser de Nd-YAG tiene una mejor permeabilidad debido a la acción de disolución del láser sobre la dentina.

Una investigación se realizó con 32 dientes monorradiculares recién extraídos que se conservaron en suero fisiológico. Los 32 dientes se dividieron en dos grupos experimentales:

- En el primer grupo se seleccionaron 12 dientes y con ellos se utilizó la técnica *“step-back”* convencional con limas K convencionales.
- En el segundo grupo con 20 dientes se prepararon utilizando la técnica experimental con rayo láser.

El primer grupo de dientes se instrumentaron con un limado circunferencial y los conductos se irrigaron entre cada lima con 3 ml. de hipoclorito de Sodio al 3%, con una aguja calibre 25. La preparación permitía el paso de una lima de número 35 hasta la longitud del trabajo y una lima K número 60 entre el tercio coronal y medio.

En el segundo grupo, los 20 conductos se instrumentaron con una lima K del número 15 durante un minuto para dejar que la lima del número 20 llegara a la longitud de trabajo. Durante la instrumentación se utilizó una copiosa irrigación. A continuación la fibra óptica incorporada a la unidad de láser se introducía en el conducto y se registraba la longitud de la penetración, el objetivo era alcanzar una longitud de trabajo de la lima K n° 15.

El láser utilizado en este estudio era un Nd-YAG con pulsos de 35 W, que produce una longitud de onda de 1.06 μm . El rayo láser se dirige a través de una fibra con un sistema de refrigeración que suministra un spray de aire-agua, y la función era evitar la producción de calor en las áreas tratadas.

La fibra del láser tiene una base de sílice con un diámetro de 200 μm , lo que representa un diámetro de una lima K del n° 20. Esta fibra es cilíndrica sin revestimiento y podía moverse libremente a lo largo del conducto, en caso contrario, el ensanchamiento se repetía con una lima K del n° 15 hasta que se notaba el movimiento libre de la fibra en el interior del conducto. Otra propiedad de la fibra es su flexibilidad, se puede doblar fácilmente más de 90 grados sin romperse; pueden utilizarse niveles de energía de más de 300 mJ con una tasa de repetición que supera los 20 Hz, sin que se dañe.

En los dos grupos, los conductos preparados tenían una forma cónica, comenzando en el tercio apical y ensanchamiento hasta el tercio coronal.

Las evaluaciones con microscopía electrónica fueron: en los dientes instrumentados manualmente, las paredes dentinarias instrumentadas estaban cubiertas por un "smear layer" que ocultaba los túbulos dentinarios en toda la preparación del conducto. Las paredes estaban lisas pero en algunas áreas se observaban surcos en la superficie de los conductos preparados debido al movimiento de limado se encontraron menos dentritus en el tercio medio, en el tercio apical, se encontraron más dentritus con algunas virutas compactas cerca del foramen apical; los dientes instrumentados con el rayo láser a una ampliación de 35 a 100, todos los conductos mostraron una notable limpieza, sólo en el tercio apical mostraba aparentemente restos de dentritus que contrastaban en color con las paredes, estas eran manchas blanquecinas que cubrían la superficie del conducto. También observamos una masa amorfa causada por la fusión de la dentina y el cemento. Esta masa parecía depositarse alrededor de la periferia. A una

mayor ampliación (x 350) esta masa amorfa reveló un gran depósito de material fundido alrededor de las paredes del foramen. Este depósito parecía ser grueso, envolviendo completamente el cono apical (no presentaba una estructura organizada).

El rayo láser parece producir una preparación cónica desde el tercio apical hasta el tercio coronal del conducto, además de brindar una mejor limpieza. Debe recalcarse otro hecho importante, todo el conducto en su integridad ha sido instrumentado, sobre todo el tercio apical. Esto incluye los conductos laterales o accesorios que se pueden encontrar. Se asume que la entrada en los conductos laterales queda sellada por el rayo láser. La literatura apoya la premisa de que ninguna de las técnicas que utiliza medios manuales o mecánicos es capaz de instrumentar totalmente las paredes de los conductos.

La disolución y recristalización entre dentina, cemento y silicona, puede conducir a la esterilización del área apical.

El nivel de energía es un factor crítico para obtener una instrumentación segura con la fibra óptica transmitiendo el láser. La diferencia entre 150 mJ y el nivel necesario para la perforación es suficientemente grande para ser seguro y evitar complicaciones.

Establecer el nivel de energía es una etapa indispensable antes de comenzar cualquier procedimiento que utilice el láser.

Otras investigaciones aplicadas también a la preparación de conductos in vitro, realizada por Bahcall, histológicamente mostraron que los tejidos perirradiculares, un día después de la aplicación mostraron necrosis celular

en el ligamento periodontal alrededor de las raíces tratadas; 15 días después sólo se presentaba una reacción inflamatoria tipo II, había reconstrucción de hueso y a los 30 días había una reacción tipo III.

Una de las desventajas más importantes con la aplicación de láser es la generación de calor superficial en dientes vitales. Se ha demostrado que el estrés térmico produce cambios irreversibles en la pulpa cuando la temperatura se eleva a más de 30°F, sobre temperaturas normales en animales de laboratorio. En los estudios biológicos existen diferencias en cuanto a los resultados, sin embargo en general, se coincide en que las exposiciones de niveles relativamente altos de energía (30 a 250 J) producen una elevación de la temperatura de 5.5 a 32°C. Las exposiciones al rayo láser menores de 10 J se relacionan con aumentos de la temperatura menores de 5.5°C, lo cual según algunos estudios está dentro de la tolerancia pulpar.

PULPITIS IRREVERSIBLE

La propiedad fundamental de la radiación láser de baja potencia, es su capacidad para provocar diferentes efectos terapéuticos como:

- Analgésicos
- Antiinflamatorios
- Regenerativos

Su acción en los procesos patológicos pulpares está dado por su efecto integral en el mecanismo de la inflamación.

Las investigaciones básicas realizadas con rayos láser de baja potencia por Projonchukov, plantean el efecto antiinflamatorio en la pulpa dental:

1.- Por la normalización que ocurre en la microcirculación y en la permeabilidad de las paredes vasculares, lo que conlleva a la disminución del edema del tejido, a la liquidación de la microtrombosis y al restablecimiento de la circulación sanguínea lineal y de volumen.

2.- Aumenta la cantidad de elementos defensivos en el tejido y de oxígeno proveniente de la sangre, así como los procesos de intercambio.

3.- Estimula la regeneración de las células de la pulpa y activa sus funciones. Conjuntamente se obtienen un efecto analgésico al actuar sobre las terminaciones nerviosas provocando la estimulación de las neuronas que mejora la conductividad de los impulsos nerviosos, disminuye la actividad bioeléctrica bloqueándose el foco doloroso.

Las investigaciones clínicas en pulpas inflamadas realizadas por Dunn, Bujonova, Lapidos, Kority, señalan la reversibilidad de la inflamación pulpar en más de 80% de los pacientes, realizando tratamientos operatorios combinados con terapia láser. Otros autores plantean un efecto bioestimulante que facilita la rápida formación de dentina de defensa en caries profunda y que el efecto analgésico se obtiene desde la primera aplicación de la radiación láser.

Teniendo en cuenta el valor que reporta lograr la reversibilidad de la inflamación pulpar manteniendo el diente vital y apoyados en las investigaciones básicas y clínicas se evaluó la utilización de la terapia láser combinada con el tratamiento de sedación pulpar en pulpitis irreversible.

Para la terapia láser, se empleó el equipo láser He-Ne de 2mw de potencia de salida de fabricación cubana, con fibra óptica, aplicando la

técnica puntual directa sobre el tejido en un ángulo de 90° con parámetros analgésicos y antiinflamatorios, equivalentes a depósitos energéticos entre 150-180 mw/cm² por punto de irradiación, en el fondo de la cavidad, tercio cervical coronario y proyección mucosa del ápice radicular programándose el plan de tratamiento con sesiones diarias y con un mínimo de cinco sesiones.

Los resultados obtenidos demuestran la eficacia que reporta la combinación de la terapia láser en el tratamiento convencional de sedación en la pulpitis irreversible, sobre todo en pacientes de 35 años de edad o más en inflamaciones crónicas.

TRATAMIENTOS DIVERSOS

El láser Er-YAG, aplicado a la endodoncia, incluye sellado del conducto radicular, apicectomías y la esterilización de limas.

Cuando es usado para la cirugía endodóntica no existe un campo sangrante. Al usar el rayo láser en el corte de los ápices de los dientes endodónticamente tratados no hay daño estructural en las raíces expuestas en la presencia de un flujo constante de agua durante la exposición del rayo láser, debido a que no permite incremento en la temperatura. La fusión provocada y el sellado de los túbulos dentinarios acompañada por vaporización de la matriz orgánica puede disminuir la permeabilidad, esterilización del ápice contaminado e incremento de la resistencia a la resorción radicular; como medida de seguridad puede tenerse un paquete de gasas mojadas y ponerlas alrededor del ápice radicular dejándolo expuesto sólo al rayo láser.

Esto sucede debido a que en el momento del corte no se logra siempre tener el rayo enfocado exclusivamente a la raíz y de esta manera se evitan daños en los tejidos periapicales circundantes, las ventajas del Er-YAG láser sobre las piezas de alta velocidad en procedimientos de resección radicular son: curación menos traumática y disminución de posibilidades de contaminación.

Una de las aplicaciones del rayo láser de Argón en endodoncia se refiere a la fotopolimerización de resinas aplicadas a conductos radiculares, ya que ofrece las ventajas de polimerización a libre demanda y a lugares poco accesibles. Para lograr introducir la fibra óptica se debe ensanchar los conductos por métodos convencionales.

CAPITULO V

SEGURIDAD DURANTE EL EMPLEO DEL RAYO LASER.

La seguridad oficial del láser (LSO), tiene la autoridad de supervisar el control del rayo láser peligroso, suspender, restringir o terminar la operación del rayo láser y sus sistemas. Indica que debe haber un área de control que consiste en indicadores, equipo y protocolos para prevenir la exposición directa o la reflexión del rayo, y una adecuada eliminación del mismo.

Indica también que debe haber signos de advertencia, los cuales incluyen anuncios apropiados, que deberán ser colocados en todas las entradas del cuarto de operaciones. Estos signos deberán indicar la longitud de onda usada, y los lentes de protección que serán usados antes de entrar al quirófano.

El CO₂-Láser produce largos e importantes penachos de vapor y de humo después de vaporizaciones y combustión de materiales.

Es importante que el penacho del láser sea evacuado, ya que puede causar asfixia y escasa visibilidad.

Un reflejo indirecto del rayo pueda causar fuego en el quirófano que contenga ropa flamable. Para controlar fuegos inmediatos, se abren los contenedores salinos con agua, de deberán caer sobre la pieza de mano y en el quirófano.

Los riesgos de seguridad dependen de las diferentes clases de rayos láser. El rayo láser clase IV, puede tener un control remoto en la puerta, activado que puede detener el rayo cuando cae en el área de peligro. El cirujano y la enfermera técnica de láser, deben estar familiarizados con la operación, siendo usado con mucho cuidado a lo largo de varios procedimientos.

Cuando se usan instrumentos que reflejan, es importante no exponerlos al rayo láser desde que empieza su uso y evitar colocarlos cerca de materiales inflamables en el campo quirúrgico. Esto es importante cuando se realiza cirugía de cabeza y cuello.

SEGURIDAD DURANTE SU MANIPULACION

La seguridad del rayo láser está garantizada, si se han entendido sus fundamentos físicos y su ejecución. Los cirujanos y enfermeras que operan el rayo láser quirúrgico deberán estar certificados mediante un curso. El personal debe mostrar que son competentes en el uso del rayo láser en la rama de la cirugía de cabeza o en el tratamiento con láser.

La instalación del rayo láser, los protocolos, la operación y el adiestramiento y el actual uso del rayo láser durante procedimientos quirúrgicos podrán ser examinados regularmente por la **SEGURIDAD OFICIAL DEL LÁSER**.

Todo esto se demuestra en el trabajo a una velocidad y poder confortable en el campo quirúrgico, y que es necesario para que sea efectivo en el corte o extirpación de tejidos blandos.

La secuencia de eventos de "*Seguridad*" durante la operación en el quirófano incluye:

- **La enfermera láser controla el uso del mismo, a lo largo de procedimientos operatorios junto con el cirujano.**
- **La seguridad y verificación operacional, será realizada inmediatamente y adecuadamente antes de la operación para asegurar que no habrá malos funcionamientos durante la cirugía.**

Esto se lleva a cabo presionando el switch indicador. Esto es automáticamente realizado por el láser que tiene controles electrónicos. Es importante que los depósitos del gas del láser estén llenos al comienzo del procedimiento para prevenir retrasos innecesarios durante la operación.

Los líquidos no deberán ser instalados sobre el rayo láser durante la operación por que esto crea un peligro potencial de electrocución.

El rayo láser no deberá ser usado en presencia de materiales flamables o anestésicos. El oxígeno en el área de exposición al rayo láser deberá ser cerrado antes que el rayo sea usado.

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

Los contenedores de agua estéril estarán cerca del campo operatorio en caso de fuego. El cirujano láser solicitará que el rayo sea encendido o apagado y la enfermera láser lo colocará en un sitio seguro cuando no sea usado.

El cirujano tendrá que ser cuidadoso para proteger las estructuras adyacentes a los órganos "blanco", protegiéndolos con algodones húmedos.

Es muy importante aplicar el concepto de tejido bajo tensión para una exitosa cirugía con láser.

EXPOSICIÓN AL RAYO LASER

La exposición incontrolada al rayo láser en la incisión quirúrgica puede causar quemaduras. El daño a la piel puede ser por exposición al rayo vía directa o radiación refleja.

La penetración superficial a la piel puede ser registrada inmediatamente como ardor.

La exposición será minimizada por el operador, evitando guante inflamables y batas quirúrgicas. Es importante, no exponer ningún instrumento que pueda reflejar el rayo

EXPOSICION PREVENTIVA AL OJO.

Cuando la oportunidad de exposición de radiación del ojo es pequeña, los efectos del accidente pueden ser catastróficos.

La radiación infrarroja puede ser parcial o totalmente absorbida por la córnea y los lentes, así como por el humor vítreo y el acuoso.

A diferencia de la luz láser visible, la energía del CO₂-láser no daña la retina.

Cuando se use el rayo láser, es necesario el uso de anteojos, ya que protegen la circulación que opera en el cuarto y quien esté trabajando deberá usarlos como protección para evitar una exposición accidental que refleja el rayo.

El paciente anestesiado será protegido con algodón sobre los ojos cerrados, además deberá usar lentes también.

El material de los lentes puede ser de vidrio o de plástico, desde infrarrojos, ya que la energía del láser es calentada y absorbida como energía vibracional en el material.

Los lentes de vidrio o de plástico de policarbonato son recomendables por que tienen alta transparencia óptica.

Nunca se debe ver directamente el rayo láser, ya que será rápidamente quemado, a través de los lentes.

CONDICIONES DE EMPLEO Y PRECAUCIONES.

El empleo benéfico de un aparato láser terapéutico depende sobre todo del conocimiento adecuado de la técnica y de las bases médicas necesarias.

Las precauciones más importantes son: el uso de gafas especiales para protección, tanto de paciente como de operador, el conocimiento de las contraindicaciones, un adecuado interrogatorio médico general, así como un minucioso examen clínico, con la finalidad de obtener un diagnóstico correcto, indispensable para establecer el plan de tratamiento. No aplicar el rayo en un espejo, teniendo cuidado de las superficies que pueda reflejar, se debe considerar que no toda la radiación emitida se absorbe, sino que una parte de ella se puede reflejar por la superficie de la piel o de la mucosa donde se irradia, por lo que deberá prepararse una zona de irradiación para que la emisión láser se refleje lo menos posible. Un aspecto importante para el uso del rayo láser es la compatibilidad que este debe tener con algunos metales como los de uso en implantología y otros materiales, por ejemplo cerámicos.

CONTRAINDICACIONES

Existen contraindicaciones absolutas y relativas para el uso del rayo láser terapéutico.

- **Absolutas:** irradiación directa e indirecta sobre el globo ocular; irradiación a la glándula tiroides; neoplasias; epilepsia; mastopatía fibroquística; irradiación prolongada a niños; pacientes con marcapasos; pacientes con infarto de miocardio reciente y en glándulas sexuales.
- **Relativas:** distiroidismo; embarazo; infecciones bacterianas sin previa cobertura antibiótica; combinación con fármacos fotosensibles; dolor de origen orgánico o visceral.

No hay límite de edad para la aplicación del láser pero su uso en niños es peligroso debido a su constante movimiento, aunque si la aplicación es necesaria puede hacerse.

CONCLUSIONES

- **Mientras que los proyectos para el futuro en la odontología láser son realmente brillantes, cientos de profesionales alrededor del mundo usan actualmente el rayo láser como parte de su área de trabajo cotidiano, ya que reconocen una nueva etapa en la Odontología. Sus comienzos están marcados con numerosas ventajas pero debemos recordar que el rayo láser tan solo es un auxiliar que le ayudará a mejorar y simplificar técnicas y no sustituye los tratamientos convencionales, salvo en algunas excepciones.**
- **La propiedad analgésica de los rayos láser de reducir el dolor postoperatorio, minimizan la necesidad para la prescripción y reduce el estrés, tanto para el paciente como para el dentista, así mismo la cualidad hemostática del rayo láser reduce el peligro de infección por vía sanguínea, incrementa la visibilidad a través de una mejor visualización del sitio quirúrgico, reduce el tiempo requerido para manejar la secuela de sangrado y minimiza la necesidad para las suturas.**
- **En el campo de la endodoncia la habilidad para cerrar efectivamente y con seguridad los ápices con energía láser rutinariamente es contemplada en un futuro no muy distante.**
- **Muchos tratamientos endodónticos serán avances muy significativos gracias a los rayos láser.**

- En cuanto a la potencia de los rayos láser empleados hay que tener mucho cuidado, ya que pueden resultar inofensivos para ciertos tejidos - como la piel- pero producir daños irreparables en otros -como la retina del ojo-, recordaremos que el efecto destructivo de la luz sobre los tejidos es una combinación de potencia por unidad de superficie y de la capacidad de absorción de esa energía por el tejido.
- El efecto específico del rayo láser, quiere decir que sólo es producido por la luz láser y que no es posible lograr este efecto con otra fuente de luz.
- Lamentablemente no existe una reglamentación que controle las especificaciones y condiciones del uso del rayo láser y todo queda al buen o mal criterio de quien lo use.
- No se han obtenido resultados que demuestren que la coherencia del rayo láser tenga alguna influencia sobre los tejidos vivos.
- El nivel de energía es un factor crítico y una etapa indispensable antes de comenzar cualquier procedimiento médico, quirúrgico u odontológico con rayo láser. Hay que tener presente cual es el nivel de energía necesario para ese procedimiento.
- Una desventaja del uso de los rayos láser es su elevado costo y que no todos tenemos acceso. Además el costo del tratamiento para paciente será muy elevado.

BIBLIOGRAFIA

ASOCIACION ESPAÑOLA DE ENDODONCIA

**Limpieza y conformación del conducto
radicular con laser Nd-YAG.**

V.10, N°2, abril-junio, 1992

BARRY, H. Hendler.

Hoium-YAG laser arthroscopy of the temporomandibular joint

Journal Oral Maxillofacial Surgery

1992, 50, pp. 931-934

BUJONOVA ET. COLS

**Experiencia en la aplicación de la radiación helio-neón en el tratamiento de las pulpitis en niños. res. conf.
"Aplicación de los lásera en Medicina"**

pp. 189-190 Krasnoyarsk, 1983

COHEN, S. Burns, R.C.

Pathway of the pulp

3era. edición, St. Louis CV Mosby 1984, pp. 181-184

COLL, J.

La terapia láser hoy

Bol. C.D.L. 2da. edición, 1986

CORPAS, L.

Manual de láser-terapia.

Editado por el Instituto de Investigaciones Láser (Fundación VEDA-SPACE), Magala, España, 1986.

FAIRBOURN D.

The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris.

Journal endodontics, 1975, vol. 1, pp. 238-242.

JAMES, Bahcall.

**Preliminary investigation of the histological effects of laser endodontics treatment on the periradicular tissues
in dogs.**

Endodontics. 1992; 18(2) pp. 47-51.

KARTHEINZ Strobl.

Láser-aided de bonding of ortodontics ceramics brackets.

J. Orthod. Dentofac. Orthop. 1992; 101; 152-128.

KENNETH, Sakariansen.

Spotlight on láser, a look at potential benefits.

J.A.D.A. July : 1992; 122

KORITY y Cols.

Aplicaciones del láser helio-neón en estomatología terapéutica.

Stomatol (Mosk) 1978;57 (5) pp. 21-26.

KUNIN, AA y Cols.

Experiencia de 10 años en la aplicación de los láser en endodencia.

Res. Simp. Inter. "Aplicación de los láser en cirugía y medicina".

Parte 2, pp. 294-296. Samarkanda, 1988.

LAPIDUS y Cols.

Experiencia en la aplicación del láser Helio-Neón en algunas enfermedades estomatológicas en niños.

Stomatol (Mosk) 1986; 65 (4) pp. 72-74.

LAURANCE, J. Walsh.

The use of láser in implantology : an overview.

Journal Oral Implantology, XVIII, 1993.

Mc COMB D, Smit, DC.

A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontics procedura.

Journal Endodontics, 1975, 1: pp. 238-242

MIER, y Teran Armida

Laserterapia y sus aplicaciones en odontología

Práctica Odontológica, 1989; 10(3) pp. 9-16.

MOODNICK, R. Dorns, Feldman M. Levey M.

Efficacy of viomechanical instrumentation a scanning electron microscopic study.

Journal Endodontics, 1976, 9: pp. 261-266.

PEREZ, López Elizabeth.

Aplicación del rayo láser en la cirugía de los terceros molares.

Tesis, 1993

PEROTTI, R.

Considerazioni teoriche e pratiche sur la laserterapia in stomatologia

Minerva Stomatol. 1985; 32 (5), pp. 623-626.

PRONJOCHUKOV, Aa.

Aplicación de la radiación He-Ne en Endodencia, recomendaciones metodológicas.

Ministerio de Salud, Moscú, 1983.

PRONJOCHUKOV, Aa.

Instrucciones para la aplicación del equipo de fisioterapia ULF-01 en el tratamiento de la enfermedades estomatológicas.

Ministerio de Salud, Moscú, 1985.

PRONJOCHUKOV, Aa.

Los láseres en estomatología.

Editorial Meditzina, Moscú, 1986

PRONJOCHUKOV, Aa.

Mecanismos de la acción terapéutica de la radiación láser He-Ne.

Estomatol, Mosk, 1980:59(4), pp. 4-10

QUINTESSENCE INTERNATIONAL

Excimer laser in dentistry future possibilities with advanced technology.

23 (2) pp. 117-33, 1992, febrero

RAMIREZ, Martínez Carolina

Generalidades del láser terapéutico y sus aplicaciones en odontología (Revisión Bibliográfica).

Práctica Odontológica, vol. 15 n° 2 y 3, febrero-marzo, 1995

SUNDSTROM.

Evaluation of a model for short-term clinical testing of cariogenicity.

J. Biol. Buccale, 1989:17, pp. 115

TERRY, D. Myers, DDS

La aparición de dentistas láser.

Dentista y paciente, Parte I, II y III, 1995.

THOMAS, V. Potts.

Láser photopolymerization of dental materials with potential endodontics application.

J. Endodontics, 1990:16